

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

Факультет інтегрованих технологій і обладнання (ФІТО)

Кафедра хімії та охорони праці

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Завідувач кафедри хімії  
та охорони праці



А.П. Авдеєнко

27 серпня 2020 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **«Аналітична хімія»**

Галузь знань

**10 «Природничі науки»**

Спеціальність

**102 «Хімія»**

Освітньо-професійні програми

**«Хімія харчових продуктів»**

2020-2021 навчальний рік


Робоча програма «Аналітична хімія» для студентів галузі знань **10** «Природничі науки», спеціальності **102** «Хімія», освітньо-професійна програма «Хімія харчових продуктів», 27 серпня 2020 року – 38 с.

Розробник: **Холмовой Юрій Петрович**,  
доцент кафедри хімії та охорони праці, к.х.н.

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри хімії та охорони праці

Протокол № 1 від 27 серпня 2020 року

Завідувач кафедри хімії та охорони праці

  
\_\_\_\_\_ (Авдеєнко А.П.)  
(підпис)

27 серпня 2020 року

© Холмовой Ю.П., 2020 рік  
© ДДМА, 2020 рік

**Опис навчальної дисципліни  
(повна форма навчання)**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 15,5	Галузь знань <b>10 «Природничі науки»</b> Спеціальність <b>102 «Хімія»</b>	Обов'язкова	
Модулів – 2	Освітньо-професійна програма: <b>«Хімія харчових продуктів»</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістовних модулів – 6		2-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 405		3-, 4-й	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 7 годин у 3 семестрі, 4 години у 4 семестрі; самостійної роботи студента – 11 годин у 3 семестрі, 6,8 годин у 4 семестрі	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Лекції</b>	
		66 год.	
		<b>Практичні</b>	
		15 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
		96 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		188 год.	-
<b>Індивідуальні завдання: 0 год.</b>			
Вид контролю: <b>Іспит</b>			

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 177/288.

**Опис навчальної дисципліни  
(прискорена форма навчання)**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 13,5	Галузь знань 10 « <b>Природничі науки</b> »	Нормативна	
	Спеціальність 102 « <b>Хімія</b> »		
Модулів – 2	Освітньо-професійна програма: <b>«Хімія харчових продуктів»</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістовних модулів – 6		1-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 405		2-й	-
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 8 самостійної роботи студента – 14,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	54 год.	-
		<b>Практичні</b>	
		18 год.	-
		<b>Лабораторні</b>	
		72 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		261 год.	-
<b>Індивідуальні завдання: 0 год.</b>			
<b>Вид контролю: Іспит</b>			

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 144/261.

# 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Аналітична хімія» є оволодіння студентами необхідними теоретичними знаннями та практичними навичками з використання якісного та кількісного хімічного аналізу у професійній діяльності. Аналітична хімія є наукою про методи вивчення якісного і кількісного складу речовин. Останнім часом широко впроваджуються фізико-хімічні експериментальні методи дослідження, що відрізняються швидкістю і високою чутливістю.

**Завдання:** навчити студентів теоретичним основам хімічного аналізу, виробити уявлення про роль та місце кожного методу вимірювання хімічного складу в системі хімічного аналізу. Сформувати у майбутніх фахівців відповідальне ставлення до результатів аналітичного контролю харчових продуктів та сировини для них. Підготувати до самостійних вимірювань хімічного складу окремих об'єктів аналізу та самостійного виконання найпростіших операцій хімічного експерименту.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

## **Знати:**

- основні поняття і закони, що лежать в основі аналітичної хімії;
- основні етапи розвитку аналітичної хімії, її сучасний стан;
- основні положення теорії іонних рівноваг стосовно реакцій кислотно-основної, окисно-відновної, осаджуваної і комплексметричної взаємодії;
- методи і способи виконання якісного аналізу;
- методи, прийоми і способи виконання хімічного і фізико-хімічного аналізу для встановлення якісного складу і кількісних визначень;
- методи виявлення катіонів та аніонів;
- методи розділення речовин (хімічні, хроматографічні, екстракційний);
- основи математичної статистики стосовно оцінки правильності та відтворюваності результатів кількісного аналізу;
- правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії;
- основні літературні джерела, довідкову літературу з аналітичної хімії.

## **Вміти:**

- користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- працювати з основними типами приладів, використовуваними в аналізі (мікроскопи, фотоелектроколориметри, спектрофотометри, потенціометри, кондуктометри, поляриметри тощо);
- вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- будувати криві титрування і встановлювати на їх основі об'єми титранту, що витрачаються на кожен компонент суміші;

- проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- проводити лабораторні досліди, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### МОДУЛЬ 1. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ.

**Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія аналітичної хімії. Теорія та практика аналізу катіонів та аніонів по кислотно-основної класифікації.**

**Тема 1.1. Введення в якісний аналіз. Визначення катіонів I аналітичної групи**

Предмет і задачі аналітичної хімії. Основні поняття аналітичної хімії. Принципи та методи якісного аналізу. Класифікація методів аналізу: ізотопний, елементний, функціональний, структурний, молекулярний, фазовий, макро-, мікро- та ультрамікроаналіз. Поняття дробного та систематичного ходу аналізу, їх відмінність.

Аналітичні ознаки речовин. Аналітичні реакції, вимоги до них. Типи аналітичних реакцій та реагентів (групові, селективні та специфічні реагенти). Способи виконання якісних реакцій.

Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, межа визначення (мінімум що відкривається).

Аналітичні класифікації катіонів за групами. Кисотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Загальна характеристика катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Зв'язок аналітичних властивостей катіонів з електронною будовою та положенням у періодичній системі Д. І. Менделєєва відповідних елементів. Якісні реакції визначення катіонів I аналітичної групи та умови їх проведення.

**Тема 1.2. Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи.**

Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі. Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик.

Хіміко-аналітична характеристика катіонів II ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) аналітичної групи. Якісні реакції визначення катіонів II аналітичної групи і умови їх виконання.

### **Тема 1.3. Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів III аналітичної групи.**

Гетерогенні рівноваги в системі «осад-розчин». Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту (термодинамічний та концентраційний). Взаємозв'язок між розчинністю та добутком розчинності. Умови утворення осадів. Фактори, що впливають на утворення осадів і повноту осадження. Вплив домішок сторонніх електролітів, однойменних іонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект, його пояснення на підставі правила добутку розчинності. Умови розчинення осадів, приклади розчинення осадів в ході аналізу катіонів II та III аналітичних груп (зв'язування іонів осаду в малодисоційовану, комплексну або газоподібну сполуку).

Хіміко-аналітична характеристика катіонів III ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) аналітичної групи. Якісні реакції визначення катіонів III аналітичної групи і умови їх виконання.

Систематичний хід аналізу суміші катіонів I-III аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією.

### **Тема 1.4. Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів IV аналітичної групи.**

Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів. Типи протолітів (молекулярні, катіонні, аніонні кислоти або основи, амфоліти) Спряжена кислотно-основна пара.

Взаємозв'язок між величинами констант кислотності або основності, показниками цих констант і силою кислоти або основи.

Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою.

Буферні розчини, протолітичні рівноваги у них, буферна ємність. Значення буферних розчинів в якісному аналізі.

Сольволіз, гідроліз з точки зору протолітичної теорії кислот і основ. Протолітична рівновага в неводних розчинниках, константа автопротолізу (сольволізу) та ступінь сольволізу.

Кількісна характеристика гідролізу. Характеристика хіміко-аналітичних властивостей катіонів IV аналітичної групи на основі положення їх елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Особливості дробного та систематичного аналізу катіонів IV аналітичної групи. Якісні реакції визначення катіонів IV аналітичної групи та умови їх виконання

### **Тема 1.5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичних груп.**

Комплексні (координаційні) сполуки, їх склад і будова. Типи комплексних сполук, які найбільш широко використовуються в якісному аналізі. Органічні

реагенти в аналітичній хімії, їх застосування. Функціонально-активні групування (ФАГ) та аналітико-активні групування (ААГ). Склад і будова внутрішньокмлексних сполук. Класифікація комплексних сполук за зарядністю, за числом та типом лігандів. Дентатність лігандів, хелатний ефект. Будова внутрішньокмлексних сполук.

Застосування закону діючих мас до реакцій комплексоутворення. Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук. Константа утворення та константа нестійкості комплексних сполук, зв'язок між ними.

Загальна характеристика катіонів V і VI аналітичних груп. Застосування реакцій катіонів V і VI аналітичних груп з загальними та груповими реагентами, реакції комплексоутворення в аналізі катіонів V і VI аналітичних груп для відділення іонів, визначення іонів, розчинення осадів, маскування заважаючих іонів. Якісні реакції катіонів V і VI аналітичних груп і умови їх проведення.

### **Тема 1.6. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I-III аналітичних груп аніонів.**

Сутність окисно-відновних реакцій. Процес окислення та процес відновлення. Найважливіші окисники та відновники, які застосовують в аналізі, редокс-амфотерні сполуки.

Поняття електродного потенціалу, природа його виникнення, розрахунок величини електродного потенціалу (рівняння Нернста). Поняття редокс-пари. Стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, формальний редокс-потенціал.

Вплив різних факторів на величину редокс-потенціалу. Електрорушійна сила (ЕРС) системи, константа рівноваги ( $K_p$ ) реакцій окислення-відновлення, формули їх розрахунку.

Можливість, напрямок і повнота протікання реакцій окислення-відновлення.

Загальна характеристика аніонів. Аналітичні класифікації аніонів. Принципи розподілу аніонів по аналітичним групам і групові реагенти. Роль групових реагентів в аналізі аніонів. Хіміко-аналітичні властивості аніонів.

Якісні реакції аніонів I аналітичної групи ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналітичної групи ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналітичної групи ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

Аналіз суміші катіонів I-VI аналітичних груп.

### **Тема 1.7. Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз сполуки невідомого складу**

Сутність і класифікація методів розділення та концентрування. Значення в аналітичній хімії.

Осадження і співосадження. Поняття адсорбції, оклюзії, ізоморфізму.

Екстракція в аналітичній хімії. Принципи методу екстракції. Загальні закони та кількісні характеристики.

Загальні етапи аналізу сполуки невідомого складу.

Попередні спостереження та дослідження суміші сухих солей. Вибір розчинника для переведення твердого зразка в розчин. Виявлення катіонів та аніонів.



## **МОДУЛЬ 2. КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ.**

### **Змістовий модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу**

#### **Тема 2.1. Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу**

Сутність та завдання кількісного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу. Галузі застосування кількісного аналізу.

Класифікації похибок аналізу: абсолютна та відносна похибка; систематичні, випадкові похибки, промахи.

Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність аналізу, коефіцієнт чутливості, межа виявлення.

Статистична обробка результатів вимірювань (аналізу). Випадкова величина. Закон нормального розподілу випадкових похибок. Середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія. Довірчий інтервал, довірна ймовірність, інтервальне значення вимірювальної величини. Критерії оцінки промахів (3s-критерій, Q-критерій). Оцінка правильності аналізу. Стандартні зразки, їх виготовлення, атестація і використання.

Використання методу найменших квадратів для побудови градуовального графіку.

#### **Тема 2.2. Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин.**

Гравіметричний аналіз. Сутність метода. Класифікація гравіметричних методів. Етапи гравіметричного аналізу. Техніка зважування.

Осаджувальна форма, вимоги до неї. Гравіметрична форма, вимоги до неї. Вибір осаджувача.

Теорія утворення осадів. Кристалічні та аморфні осадки. Умови отримання кристалічних та аморфних осадків.

Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження.

Розрахунки результатів аналізу. Гравіметричний фактор.

Застосування гравіметричних методів. Переваги та недоліки гравіметрії.

### **Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кислотно-основне титрування**

#### **Тема 3.1. Титриметричні методи аналізу.**

Сутність титриметричних методів аналізу. Основні поняття: точка еквівалентності, кінцева точка титрування. Способи фіксування точки еквівалентності.

Класифікація методів титриметричного аналізу за типом хімічної реакції. Способи (пряме, зворотне та замісне) та методи (окремих наважок і піпетування) титрування.

Вимоги, що висувають до титриметричних реакцій. Умови проведення титриметричних визначень.

Вимірювання об'ємів. Мірний посуд, його класифікація. Точність вимірювання об'ємів. Калібрування мірного посуду.

Титровані розчини (титранти). Способи їх приготування. Первинні та вторинні стандарти. Вимоги, що висувають до первинних стандартів. Фіксанали. Способи вираження концентрації титрованих розчинів: молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту, титр, титр за визначуваною речовиною, коефіцієнт поправки. Розрахунок наважки речовини.

Розрахунки в титриметричному аналізі. Вираження результатів вимірювань.

### **Тема 3.2. Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки**

Реакції, які лежать в основі методу кислотно-основного титрування. Сутність ациді- та алкаліметрії.

Можливості кислотно-основного титрування. Реакції кислотно-основної взаємодії та вимоги до них. Фіксування кінцевої точки титрування.

Теорія кислотно-основних індикаторів. Іонна, хромофорна та іонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу кислотно-основного індикатора, показник титрування рТ.

Криві титрування та їх побудова. Вибір індикатора за кривими титрування.

Способи приготування титрованих розчинів кислот та лугів, їх стандартизація.

### **Тема 3.3. Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами**

Можливість титрування у водному середовищі з індикаторним фіксуванням кінця титрування слабких електролітів.

Криві титрування слабких кислот і слабких основ.

Способи титрування (пряме титрування, зворотне титрування, замісне титрування).

Методи виконання титрування (піпетування та окремих наважок).

Розрахунок результатів титриметричного аналізу.

### **Тема 3.4. Кисотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатоокислотних основ, сумішей кислот або основ**

Особливості титрування багатоосновних кислот і багатоокислотних основ.

Розрахунок рН при титруванні розчинів багатоосновних кислот і багатоокислотних основ. Розрахунок рН розчинів сумішей кислот або основ.

Аналіз кривих титрування.

Константа титрування, показник константи титрування. Обґрунтування можливості титрування за ступенями багатоосновних кислот і багатоокислотних основ та диференційованого титрування сумішей кислот або основ.

### **Тема 3.5. Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів.**

Рівноваги у водних розчинах амфолітів. Вибір методу кислотно-основного титрування амфоліту. Розрахунки констант кислотності або основності амфоліту.

Індикаторні похибки кислотно-основного титрування: протонна (воднева), гідроксидна, кислотна, основна. Причини їх виникнення. Розрахунок індикаторних похибок.

## **Змістовий модуль 4. Окисно-відновне титрування**

### **Тема 4.1. Окисно-відновне титрування та його сутність**

Сутність методів окисно-відновного титрування. Класифікація методів окисно-відновного титрування (перманганатометрія, йодиметрія, йодометрія, йодатометрія, хлорйодиметрія, броматометрія, бромометрія, нітритометрія, церіметрія, дихроматометрія).

Вимоги до реакцій в ОВТ.

Константа рівноваги реакцій та її зв'язок зі стандартними потенціалами редокс-пар. Вплив різних факторів на величину окисно-відновного потенціалу редокс-пар (рівняння Нернста-Петерса) та напрямок реакцій. Індуковані реакції (спряжені) реакції, каталітичні та автокаталітичні реакції в аналітичній хімії.

Умови проведення визначень: способи титрування, рН, температура, каталізатори, введення добавок тощо.

Титранти, способи приготування та стандартизації, первинні та вторинні стандарти.

Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація. Редокс-індикатори, їх характеристика.

Криві окисно-відновного титрування. Розрахунок редокс-потенціалів в різні моменти титрування. Підбір редокс-індикаторів за кривими титрування.

**Тема 4.2. Перманганатометричне титрування.** Сутність і основне рівняння методу. Умови проведення перманганатометричного титрування.

Титрант методу. Спосіб його приготування. Первинні стандарти методу, стандартизація розчину перманганату калію за щавлевою кислотою.

Фіксування кінцевої точки титрування в перманганатометрії.

Застосування методу перманганатометрії: визначення пероксиду водню, заліза(II), нітритів, індиферентних речовин (солей кальцію, барію та інших), окисників, органічних сполук.

### **Тема 4.3. Йодиметрія, йодометрія**

Сутність методів йодиметрії та йодометрії.

Способи фіксування кінцевої точки титрування при проведенні йоди- та йодометричних визначень.

Титранти методів йоди- та йодометрії.

Способи та умови титрування при йодиметричному визначенні відновників та окисників.

Йодиметричне визначення відновників (миш'як(III), сульфіти, сульфідиди, тіосульфат натрію, сульфат гідразину, формальдегід тощо), ненасичених органічних сполук (аскорбінова кислота), гетероциклічних сполук (антипірин).

Йодометричне визначення окисників (пероксид водню, активний хлор в хлорному вапні, активний хлор в хлораміні Б, мідь(II), дихромат калію, бромат калію та ін.) та катіонів деяких металів (Pb(II), Ba(II), Hg(I), Hg(II) тощо).

### **Тема 4.4. Броматометрія, бромометрія**

Сутність методу броматометрії. Титрант методу, його стандартизація.

Індикатори методу броматометрії. Механізм дії незворотних азоіндикаторів (метиловий оранжевий та метиловий червоний). Особливості проведення броматометричного титрування з використанням азоіндикаторів.

Сутність методу бромометрії. Титрант методу.

Способи фіксування КТТ в бромометрії.

Способи титрування в бромометрії.

Броматометричне визначення відновників (миш'як(III), сурма(III), сульфат гідразину, пероксид водню та ін.);

Бромометричне визначення органічних сполук, що містять первинну ароматичну групу або фенольний гідроксил (натрію саліцилат, фенол, резорцин, стрептоцид, анестезин, новокаїн), солі деяких металів (Al(III), Mg(II), Bi(III) тощо).

#### **Тема 4.5. Нітритометрія**

Сутність нітритометрії, багатоякісність властивостей нітриту натрію, основні рівняння методу.

Титрант методу, спосіб його приготування та особливості стандартизації.

Умови проведення реакції діазотування.

Способи фіксування КТТ. Зовнішні та внутрішні індикатори, механізм їх дії.

Нітритометричне визначення відновників (оксид миш'яку(III), сурма(III), олово(II), гідразину сульфат та ін.), окисників (перманганат калію, дихромат калію та ін.), органічних сполук, які містять первинну аміногрупу та гетероциклічних сполук.

#### **Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексметричне титрування**

##### **Тема 5.1. Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія**

Теоретичні основи методів осаджувального титрування. Вимоги до реакцій, які застосовуються в осаджувальному титруванні. Класифікація методів осаджувального титрування.

Криві осаджувального титрування.

Способи визначення кінцевої точки титрування. Індикатори методу осаджувального титрування (осаджувальні, абсорбційні, металохромні). Механізм дії індикаторів. Умови застосування та вибір адсорбційних індикаторів.

Аргентометричне титрування. Сутність методу. Титранти методу, їх приготування та стандартизація. Різновиди аргентометрії.

Метод Мора: спосіб титрування, титрант методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фаянса-Фішера-Ходакова: спосіб титрування, титрант методу, індикатори методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фольгарда: спосіб титрування, титранти методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу. Особливості визначення хлорид- і йодид-іонів за методом Фольгарда.

Меркурометричне титрування. Сутність методу. Титрант методу, його приготування, стандартизація. Можливості методу.

Індикатори методу меркурометрії. Механізм дії залізотіоціанатного індикатору при меркурометричному визначенні галогенідів. Роль «холостого досліджу».

Застосування в аналізі методів осаджувального титрування.

##### **Тема 5.2. Комплексметричне титрування. Комплексонометрія**

Комплексметричне титрування. Сутність методу. Вимоги до реакцій в комплексметричному титруванні.

Комплексонометрія. Комплекси, які застосовують в титриметричному аналізі, їх властивості.

Криві комплексонометричного титрування. Залежність стрибка титрування від констант стійкості комплексної сполуки, рН середовища тощо.

Робочі розчини комплексонометрії. Приготування та стандартизація робочого розчину трилону Б.

Фіксування КТТ в комплексонометрії. Металохромні індикатори, механізм їх дії та вимоги, що висувують до них. Властивості та застосування металохромних індикаторів: еріохрому чорного Т, мурексиду, ксиленолового оранжевого.

Умови проведення комплексонометричного титрування.

Способи комплексонометричного титрування (пряме, зворотне та замісне).

Галузі застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води. Застосування комплексонометрії в фармації та косметології.

Меркуриметрія. Сутність методу, титрант і способи фіксування КТТ. Застосування меркуриметрії.

### **МОДУЛЬ 3. ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ**

#### **Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу.**

**Тема 6.1. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія.**

Природа і властивості електромагнітного випромінювання. Спектральні характеристики: довжина хвилі, хвильове число. Сутність оптичних методів аналізу, їх класифікація.

Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія, сутність та основні поняття (пропускання, оптична густина, молярний та питомий показники поглинання).

Закони світлопоглинання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Причини відхилення від основного закону поглинання світла. Правило адитивності оптичних густин. Монохроматичне світло. Способи монохроматизації світла. Фотоколориметрія, спектрофотометрія.

Фотометричні реакції, вимоги до них.

Вибір оптимальних умов проведення фотометричних визначень.

Методи колориметрії:

- Метод стандартних серій;
- Метод зрівнювання забарвлень;
- Метод розбавлення.

Методи фотоколориметрії:

- Метод стандарту;
- Метод калібрувального графіку;
- Метод визначення за молярним і питомим коефіцієнтом поглинання;
- Метод добавок.

Визначення концентрації декількох речовин при їх сумісній присутності (з використанням закону адитивності оптичних густин).

Диференційний фотометричний аналіз.

Екстракційно-фотометричний аналіз.

Фотометричне титрування.

## **Тема 6.2. Оптичні методи аналізу. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія**

Флуориметрія. Люмінесцентний аналіз. Сутність методу. Класифікація.

Закон Стокса-Ломмеля, правило Левшина, закон Вавілова. Способи визначення концентрацій речовин у кількісному аналізі.

Сутність рефрактометрії. Закон заломлення Снеліусу.

Показник заломлення (абсолютний та відносний). Фактори, що впливають на величину показника заломлення. Визначення концентрації методом рефрактометрії. Переваги та недоліки рефрактометрії.

Сутність поляриметрії. Оптичне обертання. Кут оптичного обертання. Питоме оптичне обертання.

Визначення концентрації методом поляриметрії. Переваги та недоліки поляриметрії.

Емісійний спектральний аналіз. Сутність методу. Галузь застосування. Застосування в аналізі.

Атомно-абсорбційна полум'яна спектрометрія. Сутність методу. Застосування в аналізі.

Інфрачервона спектроскопія. Сутність методу. Галузь застосування.

Нефелометрія та турбідиметрія. Теоретичні основи методів.

## **Тема 6.3. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування.**

Сутність та класифікації потенціометричних методів аналізу.

Електроди в потенціометрії, їх класифікація (за механізмом утворення потенціалу, за родом зворотності, за призначенням).

Пряма потенціометрія. Рівняння Нернста. рН-метрія, електродні електрохімічні процеси, застосовувані електроди.

Іонометрія. Рівняння Нікольського. Коефіцієнт потенціометричної селективності. Індикаторні електроди та їхня класифікація. Способи визначення концентрації речовин методом іонометрії.

Сутність потенціометричного титрування, можливості методу, його переваги та недоліки.

Типи хімічних реакцій, які застосовуються в потенціометричному титруванні. Індикаторні електрохімічні реакції, вимоги до них. Підбір електродів в залежності від типу реакції, що лежить в основі потенціометричного титрування.

Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна, за Граном). Принципи їх побудови і визначення точки еквівалентності.

Приклади застосування потенціометричного титрування у кількісному аналізі речовин з використанням реакцій окислення-відновлення, осадження, комплексоутворення і кислотно-основної взаємодії.

Хронометричний варіант потенціометричного титрування.

## **Тема 6.4. Нерівноважні електрохімічні методи аналізу**

Кондуктометричний аналіз. Принцип методу, основні поняття. Електропровідність і опір розчинів, їх питомі, еквівалентні і молярні величини. Зв'язок концентрації розчинів електролітів з їх електричною провідністю.

Пряма кондуктометрія. Використання в аналізі.

Кондуктометричне титрування. Сутність методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги кондуктометричного титрування. Високочастотне титрування.

Полярографічний аналіз. Рівняння Ільковича. Принцип методу. Полярографічна хвиля, її характеристики. Граничний дифузійний струм. Фактори, які впливають на величину потенціалу напівхвилі.

Кількісний полярографічний аналіз. Способи визначення концентрації речовин. Умови проведення полярографічного аналізу.

Амперометричне титрування. Криві амперометричного титрування. Переваги та недоліки методу амперометричного титрування.

Кулонометричні методи аналізу. Об'єднаний закон Фарадея. Класифікація методів. Пряма кулонометрія. Сутність прямої кулонометрії при постійному потенціалі. Способи визначення кількості електрики, що пройшла через розчин у прямій кулонометрії.

Кулонометричне титрування, умови проведення, індикація точки еквівалентності, застосування у хімічному аналізі.

#### **Тема 6.5. Хроматографічні методи аналізу.**

Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом розділення, агрегатним станом фаз, технікою виконання експерименту.

Теорія хроматографії: теорія теоретичних тарілок та кінетична теорія. Ізотерма Ленгмюра.

Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що перебігають на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність.

Сорбенти в іонообмінній хроматографії, вимоги до них. Хімічна природа іонітів. Підготовка їх до роботи. Застосування методу іонообмінної хроматографії для розділення речовин і кількісних визначень компонентів сумішей.

Поняття про іонну, іон-парну та лігандообмінну хроматографію.

Тонкошарова та паперова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії в якісному та кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей.

Газова (газоадсорбційна та газорідинна) хроматографія. Сутність методів. Параметри утримання та параметри розділення. Хроматографічні колонки та детектори газової хроматографії. Методи кількісної обробки хроматограф. Застосування в аналізі.

Високоєфективна рідинна хроматографія. Сутність методу. Застосування в аналізі речовин і сумішей.

Хроматографічне титрування.

Проточно-інжекційний аналіз.

### 3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(денна повна форма навчання)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практика	Лабор.	Індивід.	Самост.
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз</b>						
<b>Тема 1.1.</b> Введення в якісний аналіз. Визначення катіонів I аналітичної групи	16	2		4		10
<b>Тема 1.2.</b> Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи	17	2	1	4		10
<b>Тема 1.3.</b> Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів III аналітичної групи	17	2	1	4		10
<b>Тема 1.4.</b> Кисотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів IV аналітичної групи	17	2	1	4		10
<b>Тема 1.5.</b> Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичних груп	17	2	1	4		10
<b>Тема 1.6.</b> Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I-III аналітичних груп аніонів	16	2		4		10
<b>Тема 1.7.</b> Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз сполуки невідомого складу	16	2		4		10
<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовний модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу</b>						
<b>Тема 2.1.</b> Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу	26	4	2			20
<b>Тема 2.2.</b> Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин	17	2	1	4		10
<b>Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кисотно-основне титрування</b>						



<b>Тема 3.1.</b> Титриметричні методи аналізу	21	4	1	4		12
<b>Тема 3.2.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки	21	4	1	4		12
<b>Тема 3.3.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами	18	2		4		12
<b>Тема 3.4.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ	18	2		4		12
<b>Тема 3.5.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів	16	2		4		10
<b>Змістовий модуль 4. Окисно-відновне титрування</b>						
<b>Тема 4.1.</b> Окисно-відновне титрування та його сутність	19	4	1	4		10
<b>Тема 4.2.</b> Перманганатометричне титрування	18	2		4		12
<b>Тема 4.3.</b> Йодиметрія, йодометрія	18	2		4		12
<b>Тема 4.4.</b> Броматометрія, бромометрія	18	2		4		12
<b>Тема 4.5.</b> Нітритометрія	18	2		4		12
<b>Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне титрування</b>						
<b>Тема 5.1.</b> Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія	17	2	1	4		10
<b>Тема 5.2.</b> Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	16	2		4		10
<b>Модуль 3</b>						
<b>Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу</b>						
<b>Тема 6.1.</b> Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія	19	4	1	4		10
<b>Тема 6.2.</b> Оптичні методи аналізу. Флуориметрія.	15	2	1	2		10

Рефрактометрія. Поляриметрія						
<b>Тема 6.3.</b> Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	16	2		4		10
<b>Тема 6.4.</b> Нерівноважні електрохімічні методи аналізу	19	4	1	4		10
<b>Тема 6.5.</b> Хроматографічні методи аналізу	17	4	1	2		10
<b>Усього годин</b>	<b>465</b>	<b>66</b>	<b>15</b>	<b>96</b>		<b>288</b>

**Структура навчальної дисципліни**  
(денна прискорена форма навчання)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практика	Лабор.	Індивід.	Самост.
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз</b>						
<b>Тема 1.1.</b> Введення в якісний аналіз. Визначення катіонів I аналітичної групи	15	2		4		9
<b>Тема 1.2.</b> Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи	16	2	1	4		9
<b>Тема 1.3.</b> Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів III аналітичної групи	16	2	1	4		9
<b>Тема 1.4.</b> Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів IV аналітичної групи	16	2	1	4		9
<b>Тема 1.5.</b> Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичних груп	16	2	1	4		9
<b>Тема 1.6.</b> Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I-III аналітичних груп аніонів	15	2		4		9
<b>Тема 1.7.</b> Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз сполуки невідомого складу	15	2		4		9

<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовний модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу</b>						
<b>Тема 2.1.</b> Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу	26	4	2			20
<b>Тема 2.2.</b> Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин	15	2	1	4		8
<b>Змістовний модуль 3. Титриметрія. Кисотно-основне титрування</b>						
<b>Тема 3.1.</b> Титриметричні методи аналізу	15	2	1	2		10
<b>Тема 3.2.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки	15	2	1	2		10
<b>Тема 3.3.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами	15	2	1	2		10
<b>Тема 3.4.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ	15	2	1	2		10
<b>Тема 3.5.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів	15	2	1	2		10
<b>Змістовний модуль 4. Окисно-відновне титрування</b>						
<b>Тема 4.1.</b> Окисно-відновне титрування та його сутність	15	2	1	2		10
<b>Тема 4.2.</b> Перманганатометричне титрування	14	2		2		10
<b>Тема 4.3.</b> Йодиметрія, йодометрія	14	2		2		10
<b>Тема 4.4.</b> Броматометрія, бромометрія	14	2		2		10
<b>Тема 4.5.</b> Нітритометрія	15	2		2		10
<b>Змістовний модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне титрування</b>						
<b>Тема 5.1.</b> Осаджувальне титрування. Аргентометрія.	15	2	1	2		10

Меркурометрія						
<b>Тема 5.2.</b> Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	14	2		2		10
<b>Модуль 3</b>						
<b>Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу</b>						
<b>Тема 6.1.</b> Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія	17	2	1	4		10
<b>Тема 6.2.</b> Оптичні методи аналізу. Флуорометрія. Рефрактометрія. Поляриметрія	12	2				10
<b>Тема 6.3.</b> Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	17	2	1	4		10
<b>Тема 6.4.</b> Нерівноважні електрохімічні методи аналізу	19	4	1	4		10
<b>Тема 6.5.</b> Хроматографічні методи аналізу	17	4	1	2		10
<b>Усього годин</b>	<b>405</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>72</b>		<b>261</b>

## 4. ЛЕКЦІЇ

### МОДУЛЬ 1

#### **Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія аналітичної хімії. Теорія та практика аналізу катіонів та аніонів по кислотно-основної класифікації.**

##### **Тема 1.1.** Введення в якісний аналіз

*Лекція* Предмет і задачі аналітичної хімії. Основні поняття аналітичної хімії. Принципи та методи якісного аналізу. Класифікація методів аналізу: ізотопний, елементний, функціональний, структурний, молекулярний, фазовий, макро-, мікро- та ультрамікроаналіз. Поняття дробного та систематичного ходу аналізу, їх відмінність. Аналітичні ознаки речовин. Аналітичні реакції, вимоги до них. Типи аналітичних реакцій та реагентів (групові, селективні та специфічні реагенти). Способи виконання якісних реакцій. Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, межа визначення (мінімум що відкривається).

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

##### **Тема 1.2.** Теорія сильних електролітів.

*Лекція* Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі. Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт

активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик. Принцип постійної іонної сили.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

### **Тема 1.3.** Гетерогенні рівноваги.

**Лекція** Гетерогенні рівноваги в системі «осад-розчин». Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту (термодинамічний та концентраційний). Взаємозв'язок між розчинністю та добутком розчинності. Умови утворення осадів. Фактори, що впливають на утворення осадів і повноту осадження. Вплив домішок сторонніх електролітів, однойменних іонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект, його пояснення на підставі правила добутку розчинності. Умови розчинення осадів, приклади розчинення осадів в ході аналізу катіонів II та III аналітичних груп (зв'язування іонів осаду в малодисоційовану, комплексну або газоподібну сполуку).

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

### **Тема 1.4.** Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії

**Лекція** Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів. Типи протолітів (молекулярні, катіонні, аніонні кислоти або основи, амфоліти) Спряжена кислотно-основна пара. Взаємозв'язок між величинами констант кислотності або основності, показниками цих констант і силою кислоти або основи. Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою. Буферні розчини, протолітичні рівноваги у них, буферна ємність. Значення буферних розчинів в якісному аналізі. Сольволіз, гідроліз з точки зору протолітичної теорії кислот і основ. Протолітична рівновага в неводних розчинниках, константа автопротолізу (сольволізу) та ступінь сольволізу. Кількісна характеристика гідролізу.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

### **Тема 1.5.** Рівноваги в реакціях комплексоутворення

**Лекція** Комплексні (координаційні) сполуки, їх склад і будова. Типи комплексних сполук, які найбільш широко використовуються в якісному аналізі. Органічні реагенти в аналітичній хімії, їх застосування. Функціонально-активні групування (ФАГ) та аналітико-активні групування (ААГ). Склад і будова внутрішньоконкомплексних сполук. Класифікація комплексних сполук за зарядністю, за числом та типом лігандів. Дентатність лігандів, хелатний ефект. Будова внутрішньоконкомплексних сполук. Застосування закону діючих мас до реакцій комплексоутворення. Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук. Константа утворення та константа нестійкості комплексних сполук, зв'язок між ними.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

### **Тема 1.6.** Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії

**Лекція** Сутність окисно-відновних реакцій. Процес окислення та процес відновлення. Найважливіші окисники та відновники, які застосовують в аналізі, редокс-амфотерні сполуки. Поняття електродного потенціалу, природа його виникнення, розрахунок величини електродного потенціалу (рівняння Нернста). Поняття редокс-пари. Стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, формальний редокс-потенціал. Вплив різних факторів на величину редокс-потенціалу. Електрорушійна сила (ЕРС) системи, константа рівноваги ( $K_p$ ) реакцій окислення-відновлення, формули їх розрахунку. Можливість, напрямок і повнота протікання реакцій окислення-відновлення.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

**Тема 1.7.** Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії

**Лекція** Сутність і класифікація методів розділення та концентрування. Значення в аналітичній хімії. Осадження і співосадження. Поняття адсорбції, оклюзії, ізоморфізму. Екстракція в аналітичній хімії. Принципи методу екстракції. Загальні закони та кількісні характеристики.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

## МОДУЛЬ 2

### Змістовий модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу

**Тема 2.1.** Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу

**Лекція** Сутність та завдання кількісного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу. Галузі застосування кількісного аналізу. Класифікації похибок аналізу: абсолютна та відносна похибка; систематичні, випадкові похибки, промахи.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність аналізу, коефіцієнт чутливості, межа виявлення. Статистична обробка результатів вимірювань (аналізу). Випадкова величина. Закон нормального розподілу випадкових похибок. Середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія. Довірчий інтервал, довірна ймовірність, інтервальне значення вимірювальної величини. Критерії оцінки промахів (3s-критерій, Q-критерій). Оцінка правильності аналізу. Стандартні зразки, їх виготовлення, атестація і використання. Використання методу найменших квадратів для побудови градууювального графіку.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 2.2.** Гравіметричний аналіз

**Лекція** Гравіметричний аналіз. Сутність метода. Класифікація гравіметричних методів. Етапи гравіметричного аналізу. Осаджувальна форма, вимоги до неї. Гравіметрична форма, вимоги до неї. Вибір осаджувача. Теорія утворення осадів. Кристалічні та аморфні осади. Умови отримання кристалічних

та аморфних осадів. Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження. Розрахунки результатів аналізу. Гравіметричний фактор. Застосування гравіметричних методів. Переваги та недоліки гравіметрії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

### **Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кисотно-основне титрування**

#### **Тема 3.1. Титриметричні методи аналізу**

**Лекція** Сутність титриметричних методів аналізу. Основні поняття: точка еквівалентності, кінцева точка титрування. Способи фіксування точки еквівалентності. Класифікація методів титриметричного аналізу за типом хімічної реакції.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Способи (пряме, зворотне та замісне) та методи (окремих наважок і піпетування) титрування. Вимоги, що висувають до титриметричних реакцій. Умови проведення титриметричних визначень.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 3.2. Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки**

**Лекція** Реакції, які лежать в основі методу кислотно-основного титрування. Сутність ациді- та алкаліметрії. Можливості кислотно-основного титрування. Реакції кислотно-основної взаємодії та вимоги до них. Фіксування кінцевої точки титрування.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Теорія кислотно-основних індикаторів. Іонна, хромофорна та іонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу кислотно-основного індикатора, показник титрування  $pT$ .

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 3.3. Кислотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами**

**Лекція** Можливість титрування у водному середовищі з індикаторним фіксуванням кінця титрування слабких електролітів. Способи титрування (пряме титрування, зворотне титрування, замісне титрування).

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 3.4. Кислотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ**

**Лекція** Особливості титрування багатоосновних кислот і багатокислотних основ. Розрахунок  $pH$  при титруванні розчинів багатоосновних кислот і багатокислотних основ. Розрахунок  $pH$  розчинів сумішей кислот або основ. Константа титрування, показник константи титрування. Обґрунтування

можливості титрування за ступенями багатоосновних кислот і багатокислотних основ та диференційованого титрування сумішей кислот або основ.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 3.5.** Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів

**Лекція** Рівноваги у водних розчинах амфолітів. Вибір методу кисотно-основного титрування амфоліту. Розрахунки констант кислотності або основності амфоліту. Індикаторні похибки кисотно-основного титрування: протонна (воднева), гідроксидна, кислотна, основна. Причини їх виникнення. Розрахунок індикаторних похибок.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

#### **Змістовий модуль 4. Окисно-відновне титрування**

**Тема 4.1.** Окисно-відновне титрування та його сутність

**Лекція** Сутність методів окисно-відновного титрування. Класифікація методів окисно-відновного титрування (перманганатометрія, йодиметрія, йодометрія, йодатометрія, хлорйодиметрія, броматометрія, бромометрія, нітритометрія, цериметрія, дихроматометрія). Константа рівноваги реакцій та її зв'язок зі стандартними потенціалами редокс-пар. Вплив різних факторів на величину окисно-відновного потенціалу редокс-пар (рівняння Нернста-Петерса) та напрямок реакцій. Індуковані реакції (спряжені) реакції, каталітичні та автокаталітичні реакції в аналітичній хімії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація. Редокс-індикатори, їх характеристика. Криві окисно-відновного титрування. Підбір редокс-індикаторів за кривими титрування.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 4.2.** Перманганатометричне титрування

**Лекція** Сутність і основне рівняння методу. Умови проведення перманганатометричного титрування. Титрант методу. Спосіб його приготування. Первинні стандарти методу, стандартизація розчину перманганату калію за щавлевою кислотою. Фіксування кінцевої точки титрування в перманганатометрії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 4.3.** Йодиметрія, йодометрія

**Лекція** Сутність методів йодиметрії та йодометрії. Способи фіксування кінцевої точки титрування при проведенні йоди- та йодометричних визначень. Титранти методів йоди- та йодометрії. Способи та умови титрування при йодиметричному визначенні відновників та окисників.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].



#### **Тема 4.4.** Броматометрія, бромометрія

**Лекція** Сутність методу броматометрії. Титрант методу, його стандартизація. Індикатори методу броматометрії. Механізм дії незворотних азоіндикаторів (метиловий оранжевий та метиловий червоний). Особливості проведення броматометричного титрування з використанням азоіндикаторів. Сутність методу бромометрії. Титрант методу. Способи фіксування КТТ в бромометрії. Способи титрування в бромометрії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

#### **Тема 4.5.** Нітритометрія

**Лекція** Сутність нітритометрії, багатоякісність властивостей нітриту натрію, основні рівняння методу. Титрант методу, спосіб його приготування та особливості стандартизації. Умови проведення реакції діазотування. Способи фіксування КТТ. Зовнішні та внутрішні індикатори, механізм їх дії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

### **Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне титрування**

#### **Тема 5.1.** Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія

**Лекція** Теоретичні основи методів осаджувального титрування. Вимоги до реакцій, які застосовуються в осаджувальному титруванні. Класифікація методів осаджувального титрування. Криві осаджувального титрування. Способи визначення кінцевої точки титрування. Індикатори методу осаджувального титрування (осаджувальні, абсорбційні, металохромні). Механізм дії індикаторів. Умови застосування та вибір адсорбційних індикаторів. Аргентометричне титрування. Різновиди аргентометрії: метод Мора, метод Фаянса-Фішера-Ходакова, метод Фольгарда. Меркурометричне титрування. Сутність методу. Можливості методу. Індикатори методу меркурометрії. Механізм дії залізотіоціанатного індикатору при меркурометричному визначенні галогенідів.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

#### **Тема 5.2.** Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія

**Лекція** Комплексиметричне титрування. Сутність методу. Вимоги до реакцій в комплексиметричному титруванні. Комплексонометрія. Комплекси, які застосовують в титриметричному аналізі, їх властивості. Криві комплексонометричного титрування. Залежність стрибка титрування від констант стійкості комплексної сполуки, рН середовища тощо. Фіксування КТТ в комплексонометрії. Металохромні індикатори, механізм їх дії та вимоги, що висувають до них. Меркуриметрія. Сутність методу, титрант і способи фіксування КТТ. Застосування меркуриметрії.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

### **Модуль 3**

#### **Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу**

#### **Тема 6.1.** Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія

**Лекція** Природа і властивості електромагнітного випромінювання. Спектральні характеристики: довжина хвилі, хвильове число. Сутність оптичних методів аналізу, їх класифікація. Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія, сутність та основні поняття (пропускання, оптична густина, молярний та питомий показники поглинання).

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Закони світлопоглинання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Причини відхилення від основного закону поглинання світла. Правило адитивності оптичних густин. Монохроматичне світло. Способи монохроматизації світла. Фотоколориметрія, спектрофотометрія. Фотометричні реакції, вимоги до них. Вибір оптимальних умов проведення фотометричних визначень. Диференційний фотометричний аналіз. Екстракційно-фотометричний аналіз. Фотометричне титрування.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 6.2.** Оптичні методи аналізу. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія

**Лекція** Флуориметрія. Люмінесцентний аналіз. Сутність методу. Класифікація. Закон Стокса-Ломмеля, правило Левшина, закон Вавілова. Способи визначення концентрацій речовин у кількісному аналізі. Сутність рефрактометрії. Закон заломлення Снеліусу. Показник заломлення (абсолютний та відносний). Фактори, що впливають на величину показника заломлення. Визначення концентрації методом рефрактометрії. Переваги та недоліки рефрактометрії. Сутність поляриметрії. Оптичне обертання. Кут оптичного обертання. Питоме оптичне обертання. Емісійний спектральний аналіз. Сутність методу. Атомно-абсорбційна полум'яна спектрометрія. Сутність методу. Інфрачервона спектроскопія. Сутність методу. Нефелометрія та турбідиметрія. Теоретичні основи методів.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Тема 6.3.** Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування

**Лекція** Сутність та класифікації потенціометричних методів аналізу. Електроди в потенціометрії, їх класифікація (за механізмом утворення потенціалу, за родом зворотності, за призначенням). Пряма потенціометрія. Рівняння Нернста. рН-метрія, електродні електрохімічні процеси, застосовувані електроди. Іонометрія. Рівняння Нікольського. Коефіцієнт потенціометричної селективності. Індикаторні електроди та їхня класифікація. Способи визначення концентрації речовин методом іонометрії. Сутність потенціометричного титрування, можливості методу, його переваги та недоліки. Типи хімічних реакцій, які застосовуються в потенціометричному титруванні. Індикаторні електрохімічні реакції, вимоги до них. Підбір електродів в залежності від типу реакції, що лежить в основі потенціометричного титрування. Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна, за Граном). Принципи їх побудови і

визначення точки еквівалентності. Хронометричний варіант потенціометричного титрування.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

#### **Тема 6.4.** Нерівноважні електрохімічні методи аналізу

**Лекція** Кондуктометричний аналіз. Принцип методу, основні поняття. Електропровідність і опір розчинів, їх питомі, еквівалентні і молярні величини. Зв'язок концентрації розчинів електролітів з їх електричною проводимістю. Пряма кондуктометрія. Кондуктометричне титрування. Сутність методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги кондуктометричного титрування. Високочастотне титрування. Полярнографічний аналіз. Рівняння Ільковича. Принцип методу. Полярнографічна хвиля, її характеристики. Фактори, які впливають на величину потенціалу напівхвилі. Кількісний полярнографічний аналіз. Способи визначення концентрації речовин. Умови проведення полярнографічного аналізу.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Амперометричне титрування. Криві амперометричного титрування. Переваги та недоліки методу амперометричного титрування. Кулонометричні методи аналізу. Об'єднаний закон Фарадея. Класифікація методів. Пряма кулонометрія. Сутність прямої кулонометрії при постійному потенціалі. Способи визначення кількості електрики, що пройшла через розчин у прямій кулонометрії. Кулонометричне титрування, умови проведення, індикація точки еквівалентності.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

#### **Тема 6.5.** Хроматографічні методи аналізу

**Лекція** Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом розділення, агрегатним станом фаз, технікою виконання експерименту. Теорія хроматографії: теорія теоретичних тарілок та кінетична теорія. Ізотерма Ленгмюра. Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що перебігають на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність. Сорбенти в іонообмінній хроматографії, вимоги до них. Хімічна природа іонітів. Поняття про іонну, іон-парну та лігандообмінну хроматографію.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

**Лекція** Тонкошарова та паперова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії в якісному та кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей. Газова (газоадсорбційна та газорідинна) хроматографія. Сутність методів. Параметри утримання та параметри розділення. Хроматографічні колонки та детектори газової хроматографії. Методи кількісної обробки хроматограф. Застосування в аналізі. Високоєфективна рідинна хроматографія. Сутність методу. Хроматографічне титрування. Проточно-інжекційний аналіз.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

## 5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

З метою закріплення знань, які одержали студенти при вивченні дисципліни, та формування навичок практичної оцінки умов проведення аналітичних робіт проводяться практичні заняття.

Практичні роботи виконуються з використанням методичних вказівок [3, 6]. Кожна практична робота містить завдання для самостійного виконання студентом.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		повна форма навчання	прискорена форма навчання
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
1	Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт активності	1	1
2	Розчинність та добуток розчинності	1	1
3	Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою	1	1
4	Константа утворення та константа нестійкості комплексних сполук	1	1
<b>МОДУЛЬ 2</b>			
5	Статистична обробка результатів вимірювань	2	2
6	Розрахунки гравіметричного фактора	1	1
7	Розрахунки в титриметричному аналізі	1	1
8	Побудова кривої титрування (сильна кислота – сильна основа)	1	1
9	Побудова кривої титрування (слабка основа – сильна кислота)		1
10	Побудова кривої титрування (суміш кислот або основ)		1
11	Розрахунки констант кислотності або основності амфоліту		1
12	Побудова кривої титрування (окисник – відновник та навпаки)	1	1
13	Побудова кривої осаджувального титрування	1	1
<b>МОДУЛЬ 3</b>			
14	Побудова градуовального графіка у	1	1

	фотометричному аналізу		
15	Розрахунки концентрацій у методах флуориметрії, рефрактометрії та поляриметрії	1	1
16	Розрахунки питомих, еквівалентних і молярних величин у кондуктометрії	1	1
17	Розрахунки потенціалу напівхвилі та граничного дифузійного струму	1	1
18	Розрахунки $R_f$ у тонкошаровій хроматографії	1	1
	<b>Разом</b>	<b>15</b>	<b>18</b>

## 6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

**Метою** циклу лабораторних робіт є:

- навчання студентів працювати з основними лабораторними та вимірювальними приладами;
- створення умов, які необхідні студентам для самостійного виконання хіміко-аналітичних визначень;
- створення і закріплення навиків ведення протоколів лабораторних дослідів, які з навчальною метою оформляються у вигляді журналів лабораторних робіт;
- закріплення навиків обробки результатів виміру; особливу увагу при цьому необхідно приділяти побудові графіків, оскільки саме на графіках легше всього побачити погрішність експерименту.

Лабораторні роботи виконуються з використанням методичних вказівок [2, 5, 7]. Всі лабораторні роботи оформлюються студентами у вигляді звітів.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Повна форма	Прискор. форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
1	Якісні реакції визначення катіонів I аналітичної групи та умови їх проведення	4	4
2	Якісні реакції визначення катіонів II аналітичної групи і умови їх виконання	4	4
3	Якісні реакції визначення катіонів III аналітичної групи і умови їх виконання. Систематичний хід аналізу суміші катіонів I-III аналітичних груп	4	4
4	Якісні реакції визначення катіонів IV аналітичної групи та умови їх виконання	4	4
5	Якісні реакції катіонів V і VI аналітичних груп і умови їх проведення	4	4

6	Якісні реакції аніонів I, II та III аналітичних груп. Аналіз суміші катіонів I-VI аналітичних груп	4	4
7	Аналіз сполуки невідомого складу	4	4
<b>МОДУЛЬ 2</b>			
	Гравіметричне визначення вологості харчової сировини	4	4
	Калібрування мірного посуду	4	2
	Титрування лугів сильними кислотами	4	2
	Титрування слабких основ сильними кислотами	4	2
	Титрування сумішей кислот або основ	4	2
	Титрування амфолітів	4	2
	Окисно-відновне титрування	4	2
	Перманганатометричне титрування	4	2
	Йодиметричне титрування	4	2
	Броматометричне титрування	4	2
	Нітритометричне титрування	4	2
	Аргентометричне титрування	4	2
	Комплексонометричне визначення жорсткості мінеральної води	4	2
<b>МОДУЛЬ 3</b>			
	Фотоколориметричне визначення	4	4
	Рефрактометричне вимірювання	2	
	Іонометричне визначення нітратів у овочах	4	4
	Амперометричне титрування	4	4
	Визначення $R_f$ у тонко шаровій хроматографії	2	2
	<b>Разом</b>	<b>96</b>	<b>72</b>

## 7. САМОСТІЙНА РОБОТА

Для покращення засвоєння матеріалу студентами їм рекомендується поглиблене самостійне вивчення окремих питань. Успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалами лекцій і рекомендованою літературою. Кожна лабораторна робота містить окреме завдання для самостійного виконання студентом.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Повна форма	Прискор. форма
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовний модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія аналітичної хімії. Теорія та практика аналізу катіонів та аніонів по кислотно-основної класифікації</b>			

1	<b>Тема 1.1</b> Введення в якісний аналіз. Визначення катіонів I аналітичної групи	10	9
2	<b>Тема 1.2</b> Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи	10	9
3	<b>Тема 1.3</b> Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів III аналітичної групи	10	9
4	<b>Тема 1.4</b> Кисотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів IV аналітичної групи	10	9
5	<b>Тема 1.5.</b> Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичних груп	10	9
6	<b>Тема 1.6.</b> Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I-III аналітичних груп аніонів	10	9
7	<b>Тема 1.7.</b> Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз сполуки невідомого складу	10	9
<b>Модуль 2</b>			
<b>Змістовний модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу</b>			
8	<b>Тема 2.1</b> Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу	20	20
9	<b>Тема 2.2</b> Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин	10	8
<b>Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кисотно-основне титрування</b>			
10	<b>Тема 3.1.</b> Титриметричні методи аналізу	12	10
11	<b>Тема 3.2.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки	12	10
12	<b>Тема 3.3.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами	12	10
13	<b>Тема 3.4.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ	12	10
14	<b>Тема 3.5.</b> Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів	10	10
<b>Змістовий модуль 4. Окисно-відновне титрування</b>			
15	<b>Тема 4.1.</b> Окисно-відновне титрування та його сутність	10	10
16	<b>Тема 4.2.</b> Перманганатометричне титрування	12	10
17	<b>Тема 4.3.</b> Йодиметрія, йодометрія	12	10
18	<b>Тема 4.4.</b> Броматометрія, бромометрія	12	10
19	<b>Тема 4.5.</b> Нітритометрія	12	10
<b>Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне титрування</b>			
20	<b>Тема 5.1.</b> Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія	10	10

21	<b>Тема 5.2.</b> Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	10	10
<b>Модуль 3</b>			
<b>Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу</b>			
22	<b>Тема 6.1.</b> Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія	10	10
23	<b>Тема 6.2.</b> Оптичні методи аналізу. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія	10	10
24	<b>Тема 6.3.</b> Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	10	10
25	<b>Тема 6.4.</b> Нерівноважні електрохімічні методи аналізу	10	10
26	<b>Тема 6.5.</b> Хроматографічні методи аналізу	10	10
	<b>Разом</b>	<b>288</b>	<b>261</b>

## 8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Не передбачені.

## 9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання, що використовуються при викладанні дисципліни «Комп'ютерні та інформаційні технології в хімії» можна розподілити на наступні групи:

- методи навчання, які за джерелами знань розподіляють на словесні (розповідь, пояснення, лекція, інструктаж) та наочні (демонстрація, ілюстрація);
- методи навчання, які за характером логіки пізнання розподіляють на аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний;
- методи навчання, які за рівнем самостійної розумової діяльності розподіляють на проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Для поліпшення викладання лекційного матеріалу передбачено використання кожним студентом під час лекцій дидактичних засобів навчання (слайдів або плакатів та роздавального матеріалу); передбачено постановка проблемних питань при викладанні матеріалу з кожної теми, максимальне використання статистичних даних та наукової літератури; використання відповідних комп'ютерних програм.

## 10. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Передбачається використання модульно-рейтингової системи оцінювання знань. Основною формою контролю знань студентів в кредитно-модульній системі є складання студентами контрольних точок запланованого модулю. Формою контролю є накопичувальна система. Складання модуля



передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за модуль виставляється за 100-бальною шкалою. При умові, що студент успішно здає всі контрольні точки, набравши з кожної з них не менше мінімальної кількості балів, необхідної для зарахування відповідної контрольної точки, має за результатами роботи в семестрі підсумковий рейтинг не менше 55 балів, то за бажанням студента в залежності від суми набраних балів йому виставляється підсумкова залікова оцінка за національною шкалою і шкалою ECTS. Переведення набраних студентом балів за 100-бальною шкалою в оцінки за національною (5-бальною) шкалою та шкалою ECTS здійснюється в відповідності до таблиці:

<b>Рейтинг студента за 100-бальною шкалою</b>	<b>Оцінка за національною шкалою</b>	<b>Оцінка за шкалою ECTS</b>
90-100 балів	відмінно	A
81-89 балів	добре	B
75-80 балів	добре	C
65-74 балів	задовільно	D
55-64 балів	задовільно	E
30-54 балів	незадовільно з можливістю повторного складання	FX
1-29 балів	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Контроль знань студентів передбачає проведення вхідного, поточного і підсумкового контролю.

Вхідний контроль знань проводиться на першому тижні триместру, в якому вивчається навчальна дисципліна, і включає контроль залишкових знань з окремих навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни «Комп'ютерні та інформаційні технології в хімії» і є базовими для її засвоєння, зокрема, неорганічна хімія, математика, інформатика.

Поточний контроль знань студентів включає письмові опитування під час проведення лабораторних робіт, оцінювання звітів з лабораторних робіт і контрольну роботу, яка проводиться на останньому тижні семестру.

Підсумковий контроль знань включає визначення рейтингу за підсумками роботи студента в семестрі.

Залік проводиться після завершення вивчення дисципліни з метою визначення остаточного рейтингу з навчальної дисципліни.

## Триместровий графік навчального процесу та контролю знань

### Повна денна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																											Вид підсумкового контролю								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3		4	5	6	7	8	9		
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	66
Практ. зан.		1	1	1	1			1	1	1		1						1					1			1	1			1		1		1	15	
Лабор. зан.	4	4	4	4	4	4	4			4		4		4	4	4		4	4	4	4	4	4	4			4	2	4		4	2		96		
Сам. робота	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		12		12	12	12	10		10	12	12	12	12	10	10		10	10	10		10		10	288		
КСР		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+				
Розрахункова робота																																				
Контрольні роботи		ВК	Л	Л	Л	Л	Л		К	Л		К		Л	Л	Л	Л		Л	Л	Л	Л	Л	Л			К	Л	Л		К		К			
Модулі	●—————M1—————●—————●—————M2—————●—————●—————M3—————●																																			

ВК – вхідний контроль; К– письмова контрольна робота; Л – лабораторна контрольна задача; «+» – консультація

## Триместровий графік навчального процесу та контролю знань

### Скорочена денна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																		Вид підсумкового контролю
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Лекції	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4	2	2	4	2	4	54
Практ. зан.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Лабор. зан.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72
Сам. робота	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	261
КСР		+		+		+		+		+		+		+		+		+	
Розрахункова робота																			
Контрольні роботи	ВК	Л	Л	Л	Л	Л	К	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	К	
Модулі	●—————M1—————●—————●—————M2—————●—————●—————M3—————●																		

ВК – вхідний контроль; К– письмова контрольна робота; Л – лабораторна контрольна задача; «+» – консультація

## Кредитно-модульна система оцінки знань студентів

### повна денна форма навчання

№ п/п	№ модуля	Форма контролю	№ навч. тижня	Кількість балів		Короткий зміст контрольної точки й час на її проведення	Літера тура
				макс.	мін.		
1	Модуль 1	ВК	2	20	7	Проводиться на практичному занятті	
		Л1	3	16	8	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експеримент. роботи	[1,2,8]
		Л2	4	16	8		[1,2,8]
		Л3	5	16	8		[1,2,8]
		Л4	6	16	8		[1,2,8]
		Л5	7	16	8		[1,2,8]
		Разом			100	55	
2	Модуль 2	К1	9	8	3	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]
		Л3	10	7	4	Проводиться на лабораторному занятті	[4,5,9]
		К2	12	8	4	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]
		Л4	14	7	4	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експериментальної роботи	[4,5,9]
		Л5	15	7	4		[4,5,9]
		Л6	16	7	4		[4,5,9]
		Л7	17	7	4		[4,5,9]
		Л8	19	7	4		[4,5,9]
		Л9	20	7	4		[4,5,9]
		Л10	21	7	4		[4,5,9]
		Л11	22	7	4		[4,5,9]
		Л12	23	7	4		[4,5,9]
		Л13	24	7	4		[4,5,9]
		Л14	25	7	4	[4,5,9]	
		Разом			100	55	
3	Модуль 3	К3	27	20	11	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]
		Л15	28	20	11	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експериментальної роботи	[4,5,9]
		Л16	29	20	11		[4,5,9]
		К4	31	20	11	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]
		К5	33	20	11		[4,6,9]
		Разом			100	55	
						<b>Кінцевий контроль – іспит</b>	

## Кредитно-модульна система оцінки знань студентів

### скорочена денна форма навчання

№ п/п	№ модуля	Форма контролю	№ навч. тижня	Кількість балів		Короткий зміст контрольної точки й час на її проведення	Літера тура		
				макс.	мін.				
1	Модуль 1	ВК	1	20	11	Проводиться на практичному занятті			
		Л1	2	20	11	Проводиться на лабораторному занятті	[1,2,8]		
		Л2	3	20	11		[1,2,8]		
		Л3	4	20	11		[1,2,8]		
		Л4	5	20	11		[1,2,8]		
		Разом			100	55			
2	Модуль 2	Л5	6	12	6	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експериментальної роботи	[4,5,9]		
		К1	7	16	7	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]		
		Л6	8	12	6	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експериментальної роботи	[4,5,9]		
		Л7	9	12	6		[4,5,9]		
		Л8	10	12	6		[4,5,9]		
		Л9	11	12	6		[4,5,9]		
		Л10	12	12	6		[4,5,9]		
		Л11	13	12	6		[4,5,9]		
		Разом			100	55			
		3	Модуль 3	Л12	14	20	11	Проводяться на лабораторних заняттях за результатом експериментальної роботи	[4,5,9]
				Л13	15	20	11		[4,5,9]
Л14	16			20	11	[4,5,9]			
Л15	17			20	11	[4,5,9]			
К2	18			20	11	Проводиться на практичному занятті	[4,6,9]		
Разом					100	55			
Кінцевий контроль – іспит									

## Розподіл балів, які отримують студенти денної форми навчання

### повна денна форма навчання

Поточне тестування та самостійна робота																									Підсумковий тест (екзамен)		
Модуль 1							Модуль 2										Модуль 3										
Змістовний модуль 1							Зміст. модуль 2		Змістовний модуль 3					Змістовний модуль 4					Зміст. модуль 5		Змістовний модуль 6						
T1.1	T1.2	T1.3	T1.4	T1.5	T1.6	T1.7	T2.1	T2.2	T3.1	T3.2	T3.3	T3.4	T3.5	T4.1	T4.2	T4.3	T4.4	T4.5	T5.1	T5.2	T6.1	T6.2	T6.3	T6.4		T6.5	
20	16	16	16	16	16	16	8	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	20	20	20	20	20		
100							100										100								100		

### скорочена денна форма навчання

Поточне тестування та самостійна робота																									Підсумковий тест (екзамен)		
Модуль 1							Модуль 2										Модуль 3										
Змістовний модуль 1							Зміст. модуль 2		Змістовний модуль 3					Змістовний модуль 4					Зміст. модуль 5		Змістовний модуль 6						
T1.1	T1.2-T.3		T1.4	T1.5-1.6		T1.7	T2.1-2.2		T3.1	T3.2-3.3		T3.4-3.5		T4.1-4.2		T4.3	T4.4-4.5		T5.1-5.2		T6.1	T6.2	T6.3	T6.4		T6.5	
20	20		20	20		20	12		16	12		12		12		12	12		12		20	20	20	20	20		
100							100										100								100		

**Примітка.** T1.1, T2.1 ... T8.4 – теми змістових модулів.

## **9. Методичне забезпечення**

1 Аналітична хімія. Ч. 1. Якісний аналіз: стислий конспект лекцій для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

2 Аналітична хімія. Методичні вказівки до лабораторних робіт з якісного аналізу для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

3 Аналітична хімія. Методичні вказівки до практичних робіт та самостійної роботи з якісного аналізу для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

4 Аналітична хімія. Ч. 2. Кількісний аналіз: стислий конспект лекцій для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

5 Аналітична хімія. Методичні вказівки до лабораторних робіт з кількісного аналізу для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

6 Аналітична хімія. Методичні вказівки до практичних робіт та самостійної роботи з кількісного аналізу для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. П. Холмовой. – Краматорськ : ДДМА, 2019.

## **10. Рекомендована література**

### **Базова**

7. Адамович Л.П. Руководство к лабораторным занятиям по качественному анализу: учебное пособие. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1967. – 164 с.

8. Васильев В.П. Аналитическая химия. Том 1. М.: Высшая школа, 1991 – 320 с.

9. Васильев В.П. Аналитическая химия. Том 2. М.: Высшая школа, 1991 – 384 с.

### **Допоміжна**

10. Алемасова А.С. Аналітична хімія: підручник для вищих навчальних закладів / А.С. Алемасова, В.М. Зайцев, Л.Я. Єнальєва, Н.Д. Щепіна, С.М. Гождзінський / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: «Ноулідж», 2010. – 417 с.

## **11. Інформаційні ресурси**

1. <http://www.mon.gov.ua> – Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України.
2. <http://www.dgma.donetsk.ua/metodicheskoe-obespechenie-hiop.html> - Сайт ДДМА, сторінка методзабезпечення кафедри хімії та ОП.
3. <https://yadi.sk/d/Hvbs4DeGbdTgT> - Методичні матеріали для студентів денної форми навчання.