




Донбаська державна машинобудівна академія
Факультет інтегрованих технологій та обладнання
Кафедра хімії та охорони праці

Затверджує:
Декан факультету інтегрованих
технологій та обладнання
 О.І. Гринь
« 1 » вересня 2022 р.

Гарант освітньої професійної
програми, д.х.н., професор
 М.А. Турчанін
« 1 » вересня 2022 р.

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри ХіОП
Протокол № 1 від 30.08.2022 р.
Завідувач кафедри
 /Авдєєнко А.П./
« 30 » серпня 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Аналітична хімія»

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>
галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
спеціальність	<u>102 Хімія</u>
ОПП	<u>Хімія харчових продуктів</u>
відділення	денне, 2 курс

Розробник: Холмовой Юрій Петрович, доцент кафедри ХіОП, к.х.н.

2022/23 навч. рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузі знань, напрями підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 18	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна
Модулів – 3		Рік підготовки:
Змістових модулів – 6		2-й
Індивідуальне розрахункове завдання –		Семестр
Загальна кількість годин – 540		3, 4
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,9 самостійної роботи студента – 10,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції
		66 год
		Практичні
		33
		Лабораторні
		96
		Самостійна робота
345		
		Індивідуальні завдання: –
		Вид контролю: іспит

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання 195 / 345.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни 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 курсу:

- 1 Сформувати знання про теоретичні основи аналітичної хімії,
- 2 Сформувати знання про якісні реакції катіонів та аніонів,
- 3 Сформувати знання про методи кількісного хімічного аналізу,
- 4 Сформувати знання про методи інструментального аналізу,
- 5 Оволодіти розрахунками іонних рівноваг та визначаємих концентрацій,
- 6 Оволодіти розрахунками результатів аналізу та їх статистичної обробки,

- 7 Оволодіти практичними прийомами лабораторної роботи в якісному аналізі,
- 8 Оволодіти навичками експериментального виконання кількісного хімічного аналізу;
- 9 Оволодіти навичками експериментального виконання кількісного інструментального аналізу.

Для виконання екзаменаційних вимог необхідно засвоїти теоретичні відомості, оволодіти відповідними уміннями і навичками, виконати розрахункові завдання, виконати та захистити лабораторні роботи.

Вивчення дисципліни передбачає:

- вивчення та розрахунок граничних характеристик виявлення катіонів та аніонів в аналізованих об'єктах;
- вивчення та розрахунок іонних рівноваг у кислотно-основних, осаджувальних, комплексоутворюючих та окислювально-відновних взаємодіях;
- вивчення та розрахунок гравіметричних та титриметричних визначень різних компонентів у воді та продуктах харчування;
- вивчення теорії та практичного виконання спектральних, електрохімічних та хроматографічних методів аналізу;
- вивчення та розрахунок статистичних характеристик результатів аналізу.

Основні загальнокультурні та фахові компетенції

В результаті вивчення дисципліни бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з визначенням якісного та кількісного складу харчової сировини та продуктів харчування та мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з аналітичної хімії:

Загальні компетенції:

- здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових та складних ідей;
- здатність до адаптації та дії в новій ситуації, приймати обґрунтовані рішення і діяти свідомо та соціально відповідально за результати прийняття стратегічних рішень;
- прагнення до збереження навколишнього середовища;
- здатність працювати у команді, саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідати за навчання інших.

Фахові компетентності спеціальності:

- здатність застосовувати знання і розуміння математики, фізики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії;
- здатність оцінювати ризики, володіння навичками безпечного

використання спеціального лабораторного обладнання при підготовці і проведенні експерименту, забезпечення необхідного рівня охорони праці та індивідуальної безпеки у разі виникнення небезпечних ситуацій;

– здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження під керівництвом та автономно;

– здатність використовувати стандартне хімічне обладнання, володіння навичками, що необхідні для проведення експерименту з використанням спеціального лабораторного обладнання та приладів в аналітичній роботі;

– здатність використовувати знання про властивості основних об'єктів довкілля, що впливають на строки, способи та методи відбору проб, пробопідготовки та аналіз хімічного складу для підбору хіміко-аналітичних, метрологічних, експлуатаційних характеристик найбільш поширених методів аналізу;

– здатність до перенесення системи наукових хімічних та біологічних знань у площину навчального предмету хімії в школі;

– здатність здійснювати добір і інтеграцію змісту, форм і методів навчання хімії, спрямованих на розвиток здібностей учнів з урахуванням їх індивідуальних та вікових особливостей та формування в учнів цілісної природничо-наукової картини світу.

Програмні результати навчання

– розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії;

– оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

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

Предмет і задачі аналітичної хімії. Основні поняття аналітичної хімії. Класифікація методів аналізу. Типи аналітичних реакцій та реагентів. Способи виконання якісних реакцій. Характеристика чутливості аналітичних реакцій.

Тема 1.2. Теорія сильних електролітів.

Основні положення теорії сильних електролітів. Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик. Принцип постійної іонної сили.

Тема 1.3. Кисотно-основні рівноваги в аналітичній хімії

Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів. Типи протолітів. 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. Сольволіз, гідроліз з точки зору протолітичної теорії кислот і основ. Протолітична рівновага в неводних розчинниках, константа автопротолізу (сольволізу) та ступінь сольволізу. Кількісна характеристика гідролізу.

Тема 1.4. Гетерогенні рівноваги.

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.

Тема 1.5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення

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. Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук. Константа утворення та константа нестійкості комплексних сполук, зв'язок між ними.

Тема 1.6. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії

Сутність окисно-відновних реакцій. Процес окиснення 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 окиснення-відновлення, формули їх розрахунку. Можливість, напрямок і повнота протікання реакцій окиснення-відновлення.

Тема 1.7. Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії

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.

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 градууювального графіку.

Тема 2.2. Гравіметричний аналіз

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 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. Кисотно-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.

Тема 3.2. Способи та методи титрування

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

Тема 3.3. Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки

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

Тема 3.4. Теорія кисотно-основних індикаторів.

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

Тема 3.5. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами

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

Тема 3.6. 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. Константа титрування, показник константи титрування. Обґрунтування можливості титрування за ступенями багатоосновних кислот і багатоокислотних основ та диференційованого титрування сумішей кислот або основ.

Тема 3.7. 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, 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.

Тема 4.2. Кінцева точка титрування в методах ОВТ

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.

Тема 4.3. 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.

Тема 4.4. 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.

Тема 4.5. 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 броматометрії. Титрант методу. Способи фіксування КТТ в броматометрії. Способи титрування в броматометрії.

Тема 4.6. 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.

Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне 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. 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.

Тема 5.2. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія

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.

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).

Тема 6.2. 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.

Тема 6.3. 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. Емісійний спектральний аналіз. Сутність методу. Атомно-абсорбційна полум'яна спектрометрія. Сутність методу. Інфрачервона спектроскопія. Сутність методу. Нефелометрія та турбідиметрія. Теоретичні основи методів. Кольориметрія.

Тема 6.4. 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. Хронометричний варіант потенціометричного титрування.

Тема 6.5. 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 проводимістю. Пряма кондуктометрія. Кондуктометричне титрування. Сутність методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги кондуктометричного титрування. Високочастотне титрування. Полярографічний аналіз. Рівняння Ільковича. Принцип методу. Полярографічна хвиля, її характеристики. Фактори, які впливають на величину потенціалу напівхвилі. Кількісний полярографічний аналіз. Способи визначення концентрації речовин. Умови проведення полярографічного аналізу.

Тема 6.6. 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.

Тема 6.7. 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. Поняття про іонну, іон-парну та лігандообмінну хроматографію.

Тема 6.8. Окремі методи хроматографії

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. Титриметрична хроматографія. Проточно-інжекційний аналіз.

3. Структура навчальної дисципліни (повна форма навчання)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		Лекції	Практика	Лабор.	Індивід.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз					
Тема 1.1. Введення в якісний аналіз. Визначення характеристики чутливості аналітичних реакцій. Визначення катіонів I аналітичної групи	23	2	2	4	13
Тема 1.2. Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи	22	2	2	4	14
Тема 1.3. Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів III аналітичної групи	22	2	2	4	14
Тема 1.4. Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів IV аналітичної групи	22	2	2	4	14
Тема 1.5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичної групи	22	2	2	4	14
Тема 1.6. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I, II і III аналітичної групи аніонів	22	2	2	4	14
Тема 1.7. Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз зразка невідомого складу	20	2		4	14
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Хімічні методи кількісного аналізу					
Тема 2.1. Введення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу	24	4	2	4	14
Тема 2.2. Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин	21	2	2	4	13
Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кислотно-основне титрування					
Тема 3.1. Титриметричні методи аналізу	23	4	2	4	13
Тема 3.2. Кислотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки	21	2	2	4	13
Тема 3.3. Кислотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ	19	2		4	13

сильними кислотами						
Тема 3.4. Кислотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ	19	2		4		13
Тема 3.5. Кислотно-основне титрування. Титрування амфолітів	19	2		4		13
Змістовий модуль 4. Окисно-відновне титрування						
Тема 4.1. Окисно-відновне титрування та його сутність	21	4	2	4		13
Тема 4.2. Індикатори окисно-відновного титрування. Перманганатометрія, йодометрія, бромометрія, нітриметрія	19	2		4		13
Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне титрування						
Тема 5.1. Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія	23	4	2	4		13
Тема 5.2. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	21	2	2	4		13
Модуль 3						
Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу						
Тема 6.1. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія, фотометричне титрування	23	4	2	4		13
Тема 6.2. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія	17	2		2		13
Тема 6.3. Кольорометрія, кольориметричне титрування	19	2		4		13
Тема 6.4. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	21	2	2	4		13
Тема 6.5. Нерівноважні електрохімічні методи аналізу	20	2	1	4		13
Тема 6.6. Вольтамперометрія і амперометричне титрування	20	2	1	4		13
Тема 6.7. Хроматографічні методи аналізу	18	2	1	2		13
Тема 6.8. Окремі методи хроматографії	15	2				13
Усього годин	540	66	33	96		345

4 Лекції

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія аналітичної хімії. Теорія та практика аналізу катіонів та аніонів за кислотно-основною класифікацією.

Тема 1.1. Введення в якісний аналіз. Визначення характеристики чутливості аналітичних реакцій.

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).

Дидактичні засоби: плакати, комп'ютер.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.2. Теорія сильних електролітів.

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.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.3. Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії

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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.4. Гетерогенні рівноваги.

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).

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення

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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.6. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії

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.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [1, 8].

Завдання на СРС: [3].

Тема 1.7. Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії

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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

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

Сутність та завдання кількісного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу. Галузі застосування кількісного аналізу. Класифікації похибок аналізу: абсолютні та відносні, систематичні та випадкові, промахи. 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 градувального графіку.

Дидактичні засоби: плакати, комп'ютер.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 2.2. Гравіметричний аналіз

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 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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Змістовий модуль 3. Титриметрія. Кисотно-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.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

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

Реакції, які лежать в основі методу кисотно-основного титрування. Сутність ациді- та алкаліметрії. Можливості кисотно-основного титрування. Реакції кисотно-основної взаємодії та вимоги до них. Фіксування кінцевої точки титрування. Теорія кисотно-основних індикаторів. Іонна, хромофорна та іонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу кисотно-основного індикатора, показник титрування рТ.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

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

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

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

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 3.5. Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів

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.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

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. 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 (спряжені) реакції, каталітичні та автокаталітичні реакції.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 4.2. Індикатори окисно-відновного титрування. Перманганатометрія йодометрія, бромометрія, нітритометрія.

Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація та характеристика. Криві окисно-відновного титрування. Підбір редокс-індикаторів за кривими титрування. Сутність і основне рівняння методів перманганатометрії, йодометрії, бромометрії,

нітритометрії. Умови проведення титрування. Титранти методів. Спосіб їхнього приготування. Первинні стандарти, стандартизація розчинів.

Дидактичні засоби: плакати.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Змістовий модуль 5. Осаджувальне та комплексиметричне 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. 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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 5.2. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія

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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Модуль 3

Змістовий модуль 6. Інструментальні методи аналізу

Тема 6.1. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія, фотометричне титрування

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. Диференційний фотометричний аналіз. Екстракційно-фотометричний аналіз. Фотометричне титрування

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 6.2. 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. Емісійний спектральний аналіз. Сутність методу. Атомно-абсорбційна полум'яна спектрометрія. Сутність методу. Інфрачервона спектроскопія. Сутність методу. Нефелометрія та турбідиметрія. Теоретичні основи методів.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 6.3. Кольориметрія, кольориметричне титрування. Сутність кольориметрії та кольориметричного титрування. Шкала RGB. Інструментальне оформлення.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 6.4. 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. Хронометричний варіант потенціометричного титрування.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

Тема 6.5. 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 проводимістю. Пряма кондуктометрія. Кондуктометричне титрування. Сутність методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги кондуктометричного титрування. Високочастотне титрування. Полярографічний аналіз. Рівняння Ільковича. Принцип методу. Полярографічна хвиля, її характеристики. 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.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

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. 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. Хроматографічне титрування. Проточно-інжекційний аналіз.

Дидактичні засоби: плакати, слайди.

Література: [4, 9].

Завдання на СРС: [6].

5. Практичні роботи

З метою закріплення теоретичних знань, які студенти одержали при вивченні дисципліни, та оволодіння прийомами розрахункового визначення практичних параметрів методик аналізу проводяться наступні практичні заняття:

№	Найменування заняття	Кількість годин
1	Визначення характеристики чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, межа визначення)	2
2	Розрахунок іонної сили розчину, активності іонів, коефіцієнтів активності	2

3	Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою	2
4	Визначення розчинності та добутку розчинності	2
5	Розрахунок іонних рівноваг комплексоутворення	2
6	Розрахунок іонних рівноваг окисно-відновних систем	2
7	Статистична обробка результатів хімічних вимірювань	2
8	Розрахунок гравіметричного фактора та його використання у розрахунках результатів гравіметричного аналізу	2
9	Розрахунки в титриметричному (прямому, зворотному ы непрямому) аналізі	2
10	Розрахунок ТЕ у титруванні сильна кислота – сильна основа та слабка основа – сильна кислота	2
11	Розрахунок ТЕ у титруванні суміші кислот або основ	2
12	Розрахунок ТЕ у титруванні окисник – відновник та навпаки	2
13	Розрахунок ТЕ у осаджувальному титруванні	2
14	Побудова градувального графіка у фотометричному аналізі та розрахунок його метрологічних характеристик	2
15	Розрахунки концентрацій у методах флуориметрії, рефрактометрії та поляриметрії	2
16	Розрахунки питомих, еквівалентних і молярних величин у кондуктометрії	1
17	Розрахунки потенціалу напівхвилі та граничного дифузійного струму	1
18	Розрахунки R_f у тонкошаровій хроматографії та часу утримання у колонковій хроматографії	1
Разом		33

6. Лабораторні роботи

З метою закріплення теоретичних знань, які студенти одержали при вивченні дисципліни, та оволодіння прийомами практичної експериментальної роботи виконуються наступні лабораторні роботи:

№	Найменування роботи	Кількість годин
1	Визначення катіонів I аналітичної групи	4
2	Визначення катіонів II аналітичної групи	4
3	Визначення катіонів III аналітичної групи	4
4	Визначення катіонів IV аналітичної групи	4
5	Визначення катіонів V аналітичної групи	4
6	Визначення катіонів VI аналітичної групи	4
7	Визначення аніонів I аналітичної групи аніонів	4
8	Визначення аніонів II аналітичної групи аніонів	4
9	Визначення аніонів III аналітичної групи аніонів	4
10	Аналіз зразка невідомого складу	4
11	Гравіметричне визначення сульфатів у водному розчині	4
12	Титрування соляної кислоти їдким натром та навпаки	4
13	Титрування оцтової кислоти їдким натром	4
14	Титрування суміші соляної та оцтової кислот їдким натром	4
15	Титрування розчину Fe(II) перманганатом калію	4
16	Титрування I ₂ тиосульфатом натрію	4
17	Осаджувальне титрування: визначення Cl ⁻ -іонів	4

18	Комплексиметричне титрування: визначення катіонів Mg^{2+}	4
19	Фотоколориметричне визначення заліза(III) у розчині	4
20	Кольориметричне титрування розчину соди	4
21	Визначення рН води та водних розчинів	4
22	Потенціометричне титрування розчину соди	4
23	Рефрактометричне визначення сахарози	4
24	Експериментальне визначення R_f у тонкошаровій хроматографії	4
Разом		96

7. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
1. Введення в якісний аналіз. Визначення характеристики чутливості аналітичних реакцій. Визначення катіонів I аналітичної групи	13
2. Теорія сильних електролітів. Визначення катіонів II аналітичної групи	14
3. Кисотно-основні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення катіонів III аналітичної групи	14
4. Гетерогенні рівноваги. Визначення катіонів IV аналітичної групи	14
5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення. Визначення катіонів V і VI аналітичної групи	14
6. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Визначення аніонів I, II і III аналітичної групи аніонів	14
7. Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії. Аналіз зразка невідомого складу	14
8. Уведення в кількісний аналіз. Статистична обробка результатів хімічного аналізу	14
9. Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин	13
10. Титриметричні методи аналізу	13
11. Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки	13
12. Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами	13
13. Кисотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ	13
14. Кисотно-основне титрування. Титрування амфолітів	13
15. Окисно-відновне титрування та його сутність	13
16. Індикатори окисно-відновного титрування. Перманганатометрія, йодометрія, бромометрія, нітритометрія	13
17. Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія	13
18. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	13
19. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія, фотометричне титрування	13
20. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія	13
21. Кольориметрія, кольориметричне титрування	13
21. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	13
22. Нерівноважні електрохімічні методи аналізу	13
23. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та	13

спектрофотометрія, фотометричне титрування	
24. Флуориметрія. Рефрактометрія. Поляриметрія	13
25. Кольорометрія, кольорометричне титрування	13
Разом	345

Під час самостійної роботи студенти вивчають як матеріал аудиторних занять курсу, так і питання винесенні на самостійне вивчення.

Самостійна робота планується на кожен годину аудиторного часу і на питання винесенні на самостійне вивчення.

Розподіл часу самостійної роботи виконується згідно плану навчального процесу та робочого плану дисципліни.

Під час самостійної роботи студенти звертаються до літератури теоретичного курсу та допоміжної методичної літератури в разі необхідності.

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Для поліпшення викладання лекційного матеріалу передбачено використання кожним студентом під час лекції індивідуального графічно-табличного матеріалу, який наведено у навчальних посібниках [3, 6].

Викладання дисципліни передбачає також використання електронних обчислювальних засобів: комп'ютерів, ноутбуків, планшетів, смартфонів, калькуляторів.

9. Методи контролю

Контроль знань студентів передбачає проведення поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- захист кожної лабораторної роботи (тестування чи усний захист);
- виконання контрольного аналітичного експерименту на визначення якісного або кількісного складу контрольного зразка;
- захист звіту по кожній лабораторній роботі;
- письмові контрольні роботи з кожної теми (тестування).

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- контроль за результатами виконання та захисту лабораторних робіт, виконання контрольних робіт (тестування, рішення практичних завдань);
- залік (письмовий) після завершення вивчення модуля 1 наприкінці семестру (перевірка рівня засвоєння теоретичного матеріалу та рішення практичних завдань);

– іспит (письмовий) після завершення вивчення дисципліни наприкінці семестру (перевірка рівня засвоєння теоретичного матеріалу та рішення практичних завдань).

10. Критерії оцінювання знань студентів

Формою контролю є накопичувальна система. Складання дисципліни передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за дисципліну 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, виконує та успішно захищає лабораторні роботи, самостійно виконує і успішно захищає індивідуальні завдання, та має за результатами роботи в триместрі 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:

Рейтинг студента за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
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

Контрольні роботи з теоретичної та практичної частин дисципліни за модулями розподілені таким чином:

№	Теми контрольної роботи	Кількість балів	
		max	min
Модуль 1			
1	Визначення катіонів I аналітичної групи	7	4
2	Визначення катіонів II аналітичної групи	7	4

3	Визначення катіонів III аналітичної групи	7	4
4	Визначення катіонів IV аналітичної групи	7	4
5	Визначення катіонів V аналітичної групи	7	4
6	Визначення катіонів VI аналітичної групи	7	4
7	Визначення аніонів I аналітичної групи аніонів	7	4
8	Визначення аніонів II аналітичної групи аніонів	7	3
9	Визначення аніонів III аналітичної групи аніонів	7	3
10	Аналіз зразка невідомого складу	7	3
11	Визначення характеристики чутливості аналітичних реакцій	5	3
12	Розрахунок іонної сили розчину, активності іонів, коефіцієнтів активності	5	3
13	Розрахунок pH у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою	5	3
14	Визначення розчинності та добутку розчинності	5	3
15	Розрахунок іонних рівноваг комплексоутворення	5	3
16	Розрахунок іонних рівноваг окисно-відновних систем	5	3
Всього		100	55
Модуль 2			
1	Гравіметричне визначення сульфатів у водному розчині	4	3
2	Титрування соляної кислоти їдким натром та навпаки	4	3
3	Титрування оцтової кислоти їдким натром	4	3
4	Титрування суміші соляної та оцтової кислот їдким натром	4	2
5	Титрування розчину Fe(II) перманганатом калію	4	2
6	Титрування I ₂ тіосульфатом натрію	4	2
7	Осаджувальне титрування: визначення Cl ⁻ -іонів	4	2
8	Комплексиметричне титрування: визначення катіонів Mg ²⁺	4	2
9	Фотоколориметричне визначення заліза(III) у розчині	4	2
10	Спектрофотометричне визначення метиленового синього	4	2
11	Визначення pH води та водних розчинів	4	2
12	Потенціометричне та кольориметричне титрування розчину соди	4	2
13	Кондуктометричне титрування їдкого натру соляною кислотою	4	2
14	Експериментальне визначення R _f у тонкошаровій хроматографії	4	2
15	Статистична обробка результатів хімічних вимірювань	4	2
16	Розрахунок гравіметричного фактора	4	2
17	Розрахунки в титриметричному (прямому, зворотному та непрямому) аналізі	4	2
18	Розрахунок TE у титруванні сильна кислота – сильна основа та слабка основа – сильна кислота	4	2
19	Розрахунок TE у титруванні суміші кислот або основ	4	2
20	Розрахунок TE у титруванні окисник – відновник та навпаки	4	2
21	Розрахунок TE у осаджувальному титруванні	4	2

22	Побудова градувального графіка у фотометричному аналізі та розрахунок його метрологічних характеристик	4	2
23	Розрахунки концентрацій у методах флуориметрії, рефрактометрії та поляриметрії	3	2
24	Розрахунки питомих, еквівалентних і молярних величин у кондуктометрії	3	2
25	Розрахунки потенціалу напівхвилі та граничного дифузійного струму	3	2
26	Розрахунки R_f у тонкошаровій хроматографії та часу утримання у колонковій хроматографії	3	2
Всього		100	55

Семестровий графік навчального процесу та контролю знань

Модуль 1

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	
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗАЛІК
Лаб. роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Практика	2		2		2		2		2		2		2		1	
КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		
Контроль	КР1 ЗЛР 1	ЗЛР 2	КР2 ЗЛР 3	ЗЛР 4	КР3 ЗЛР 5	ЗЛР 6	КР4 ЗЛР 7	ЗЛР 8	КР5 ЗЛР 9	ЗЛР 10	КР6 ЗЛР 11	ЗЛР 12	КР7 ЗЛР 13	ЗЛР 14	КР8 ЗЛР 15	
Модулі	●————— М1 —————●							●————— М2 —————●								

Модуль 2

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	16	17	18	
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ІСПИТ
Лаб. роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Практика		2		2		2		2		2		2		2		2		2	
КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР		КСР	
Контроль	КР10	ЗЛР 16	КР11	ЗЛР 17	КР12	ЗЛР 18	КР13	ЗЛР 19	КР14	ЗЛР 20	КР15	ЗЛР 21	КР16-17	ЗЛР 22	КР18	ЗЛР 23	КР19	ЗЛР 24	
Модулі	●————— М2 —————●							●————— М3 —————●											

ЗЛР- захист лабораторної роботи; КР– письмова контрольна робота; КСР – консультація

11. 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.

12. Рекомендована література

1. 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 – Донецьк: «Ноулідж», 2010. – 417 с.
2. Гордієнко О. А, Євсєєва М. В, Звездецька Н. С. Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз. Лабораторний практикум. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 112 с.
3. Супрунович В.І., Плаксієнко І.Л., Федорова Н.Г., Шевченко Ю.Г. Аналітична хімія в аналізі технологічних та природних об'єктів. Навчальний посібник – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2003. – 152 с.
4. Тулюпа Ф.М., Панченко І.С. Аналітична хімія. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 657 с.
5. Циганок Л.П., Бубель Т.О., Вишнікін А.Б., Вашкевич О.Ю. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник. – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О.Гончара, 2014. – 252 с.
6. Аналітична хімія: Навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III – IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

10. Електронні ресурси з дисципліни

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.
4. <http://www.nbu.gov.ua/> – Національна бібліотека імені В.І.Вернадського