

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Аналітична хімія
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра теоретичної та прикладної хімії
Розробник(и)	Пономарьова Людмила Миколаївна
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 3-го семестру, 16 тижнів протягом 4-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 10 кред. ЄКТС, 300 год., з яких 144 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 112 год. лабораторних занять)
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 102 "Хімія"
Передумови для вивчення дисципліни	Дисципліни: «Загальна хімія», «Неорганічна хімія», «Математика», «Фізика»
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів цілісної системи знань з аналітичної хімії, засвоєння принципів методів аналізу, використання аналітичних реагентів і аналітичних реакцій; формування навичок практичного застосування цих методів, формування уявлень про роль та місце кожного методу аналізу, критеріїв вибору методів аналізу певних об'єктів; планування та виконання найпростіших операцій хімічного аналізу.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Предмет та задачі аналітичної хімії.

Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів хімічного аналізу: хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні методи; методи виявлення, розподілу та визначення; структурний, елементний та компонентний аналіз; макро-, мікро- і ультрамікроаналіз. Класифікація об'єктів аналізу. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал. Основні аналітичні проблеми: значення межі виявлення, підвищення точності, експресність, аналіз мікрооб'єктів, локальний та дистанційний аналіз. Основні етапи розвитку аналітичної хімії, її роль у розвитку природознавства, техніки, економіки.

Тема 2 Загальна характеристика методів виявлення. Якісний аналіз.

Аналітичні реакції у розчинах і візуальні ефекти: виділення осаду чи газу, утворення забарвлених сполук. Селективність реагентів. Підвищення селективності аналітичних реакцій шляхом розділення та маскуванню компонентів. Екстракція та сорбція – методи розділення і концентрування. Ефективність розділення: повнота виділення і селективність. Екстрагенти для розділення і виділення неорганічних компонентів. Дробний і систематичний аналіз. Схема систематичного аналізу як сполучення методів розділення і виявлення. Принципи розподілу компонентів на аналітичні групи на прикладі кислотно-основної схеми аналізу катіонів. Систематичний аналіз аніонів, відмінності від аналізу катіонів. Приклади аналітичних реакцій. Застосування тест-методів в аналізі доквілля та інших галузях.

Тема 3 Хімічна рівновага. Закон діючих мас (ЗДМ). Найпростіші розрахунки на основі ЗДМ.

Основні типи хімічних реакцій. Загальна та рівноважна концентрація, активність, коефіцієнти активності. Константи ЗДМ. Вплив температури та іонної сили розчину на константи ЗДМ. Довідкові дані. Прогнозування можливості хімічного перетворення на основі констант ЗДМ. Обчислення констант ЗДМ для реакцій довільної складності. Кислотно-основні реакції. Сучасні уявлення про кислоти та основи (теорія Льюїса, теорія Бренстеда-Лаурі). Кислотно-основні властивості розчинника. Константа автопротолізу, іонний добуток. Протонування основ та дисоціація кислот. Ступінчаті реакції. Зв'язок між загальними та ступінчастими константами ЗДМ. Рівновага в гетерогенних системах. Розчинення осаду. Добуток розчинності. Розподіл речовини між двома рідкими фазами. Розчинення газів. Гідроксокомплекси металів. Комплексоутворення. Загальні та ступінчаті константи стійкості комплексів. Поліядерні, різнолігандні комплекси. Значення внутрішньоконплексних сполук стосовно аналізу. Окисно-відновні реакції. Електродний потенціал та рівняння Нернста. Значення реакції окиснення-відновлення, які використовуються в аналізі. Приклади окисно-відновних реакцій для різних груп катіонів та аніонів. Найпростіші застосування ЗДМ для теоретичного дослідження хімічних систем: прогнозування можливості хімічних перетворень, черговість випадання осадів.

Тема 4 Буферні розчини.

Обчислення рН та рівноважного складу у розчинах сильних і слабких кислот і основ. рН-буферні розчини. Принцип буферної дії. Буферна ємність. Розрахунки, пов'язані з приготуванням буферних розчинів: розрахунок рН буферного розчину; розрахунок загальних концентрацій компонентів буферу з заданим значенням рН.

Тема 5 Метрологічні характеристики методів аналізу. Основи статистичної обробки результатів вимірювань.

Основні поняття метрології. Похибки вимірювань: систематичні та випадкові. Показники якості результатів вимірювань: точність, правильність, прецизійність та її показники – повторюваність (збіжність) та відтворюваність. Одиниці вимірювання хімічного складу. Аналітичний сигнал. Градувальна характеристика, градувальний графік. Класифікація методів за способом вимірювань (прямі методи, методи молярної властивості, методи доданків). Основні метрологічні характеристики методів та методик вимірювання хімічного складу: границі діапазону вмісту, що визначають; межа визначення; чутливість; селективність; трудомісткість; тривалість; апаратурне оснащення. Нормальний розподіл випадкових похибок. Генеральна сукупність. Вибірка значень. Довірча імовірність. Середнє арифметичне, стандартне відхилення, дисперсія. Виявлення промахів. Обчислення довірчого діапазону. Порівняння середніх і дисперсій двох методів аналізу. Поширення похибок вимірювання на результати обчислень. Формули поширення похибок (систематичних і випадкових). Загальна невизначеність результатів. Способи оцінки правильності результатів аналізу: застосування стандартних зразків складу, метод доданків, метод варіювання наважок, співставлення з результатами, одержаними іншими методами аналізу.

Тема 6 Хімічні методи визначення. Гравіметрія.

Загальні поняття кількісного аналізу. Етапи хімічного аналізу. Пробовідбір і пробопідготовка. Первинна, лабораторна та аналітична проба. Репрезентативність проби. Відбір середньої проби твердих, рідких, газоподібних речовин: гомогенізація, скорочення і зберігання проби. Підготовка об'єкту до аналізу: озолення органічної матриці, мокре і сухе озолення. Концентрування. Фізичні методи, що базуються на випаровуванні чи виморожуванні розчинника. Осадження. Механізм утворення твердої фази у розчині. Кристалічні і аморфні осади. Вплив перенасичення на структуру осаду. Залежність розчинності від структури і розміру частинок осаду. Процеси при визріванні осаду: перекристалізація і агрегація первинних часток, визрівання, термічне старіння. Умови одержання кристалічних осадів. Механізми забруднення осадів: співосадження (адсорбція, окклюдія, ізоморфізм) і післяосадження. Позитивна і негативна роль співосадження в аналізі. Колоїдні системи, причини їх утворення. Коагуляція, седиментація і пептизація. Роль колоїдоутворення в хімічному аналізі. Промивання осадів. Принцип методу гравіметрії, градувальна характеристика. Вимірювання маси. Аналітичні терези. Джерела похибок при зважуванні, їх усунення. Поширення похибок зважування на результати гравіметрії. Етапи гравіметричного визначення. Форма осадження і гравіметрична форма, вимоги до них. Розрахунок наважки та кількості осаджувача. Вибір матеріалу для фільтрування та режиму термооброб

Тема 7 Хімічні методи визначення. Титриметрія, принцип методу, основні поняття.

Принцип методу і основні поняття: титрант, точка стехіометричності (ТС) і кінцева точка титрування (КТТ). Розрахунки в титриметрії. Використання величин, пов'язаних з еквівалентом речовини. Число еквівалентності. Титрант, способи стандартизації, вимоги до речовин - первинних стандартів. Вимірювання об'єму розчину. Мірний посуд. Похибки вимірювання об'єму. Перевірка місткості мірного посуду. Класифікація методів титриметрії згідно типу реакції, способу індикації КТТ. Прямі, зворотні і побічні титриметричні визначення. Криві титрування.

Тема 8 Кислотно-основне титрування.

Реагенти та індикатори. Інтервал переходу забарвлення індикатору, показник титрування, їх зв'язок з константою ЗДМ для індикаторної реакції. Фактори, що впливають на перехід забарвлення індикатора. Стандартизація розчинів кислоти і лугу. Криві титрування. Вплив сили протолізу та концентрації на стрибок титрування. Обчислення рН у ТС. КЛД для гомогенних систем, алгоритм побудови. Буферна ємність та її оцінка. Побудова графічної залежності $\lg(\dots)$

Тема 9 Комплексометричне титрування.

Амінополікарбонові кислоти, їх комплекси з металами. Переваги комплексонів як титрантів. Металохромні індикатори. Способи комплексометричного визначення: пряме, зворотне, побічне, по витісненню. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: концентрація іонів металу, стабільність комплексу, конкуруючі реакції. Умовні константи стійкості комплексів, їх залежність від рН. Селективність титрування і способи її підвищення. Обґрунтування умов комплексометричних визначень. Визначення похибки титрування на основі матеріального балансу іонів металу або титранту, використання КЛД. Приклади оцінки методичної похибки комплексометричних визначень. Приклади практичного застосування комплексометрії. Визначення металів у суміші.

Тема 10 Окисно-відновне титрування.

Електродний потенціал та рівняння Нернста. Стандартний та формальний потенціали. Зв'язок константи ЗДМ зі стандартним потенціалом. Окисно-відновні реакції в титриметрії. Потенціал системи в процесі титрування. Обчислення потенціалу системи в ТС. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: різниця стандартних потенціалів взаємодіючих речовин, комплексоутворення, рН. Способи індикації КТТ: самоіндикація, специфічні індикатори, редокс-індикатори. Інтервал переходу забарвлення рН-залежних та рН-незалежних редокс-індикаторів. Джерела похибок окисно-відновних визначень. Приклади практичного застосування редоксиметрії. Перманганатометрія. Кінетичні особливості, джерела похибок. Визначення пероксиду, оксалату, жорсткості води. Дихроматометрія. Особливості та переваги методу дихроматометрії. Йодометрія та йодиметрія; рівняння реакцій, компоненти, що визначаються. Джерела похибок в йодометрії (леткість та диспропорціювання йоду, окислення йодиду, нестабільність розчину тіосульфату) та способи їх усунення. Крохмаль як специфічний індикатор на йод. Броматометрія. Бромуюча суміш, визначення органічних сполук

Тема 11 Фізико-хімічні методи аналізу.

Класифікація методів і коротка характеристика. Фотометричний аналіз. Спектрофотометричні методи аналізу. Закони світло поглинання і причини відхилення від них. Електрохімічні методи аналізу. Визначення міді. Внутрішній електроліт. Потенціометричний метод. Основи потенціометричного титрування. Апаратура, індикаторні електроди і електроди порівняння. Криві титрування. Застосування потенціометрії: титрування кислотно-основне, окислювально-відновне. Кондуктометричний метод. Основні принципи методу. Залежність електропровідності від концентрації йонів.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати та використовувати знання властивостей хімічних елементів, речовин або матеріалів на їх основі для вирішення задач професійної спрямованості
РН2	Планувати і проводити хімічні експерименти, проводити обробку їх результатів та оцінювати похибки, математично моделювати хімічні процеси та явища
РН3	Використовувати основні експериментальні методи хімічного дослідження речовин і сполук

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 102 Хімія:

ПР1	Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук і 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
ПР4	Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики
ПР8	Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.
ПР9	Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПР13	Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань
ПР14	Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ та закономірностей
ПР15	Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних
ПР20	Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ. Предмет та задачі аналітичної хімії.	
Лк1	"Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів, об'єктів хімічного аналізу. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал." (денна) Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів хімічного аналізу: хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні методи; методи виявлення, розподілу та визначення; структурний, елементний та компонентний аналіз; макро-, мікро- і ультрамікроаналіз. Класифікація об'єктів аналізу. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал. Основні аналітичні проблеми: значення межі виявлення, підвищення точності, експресність, аналіз мікрооб'єктів, локальний та дистанційний аналіз. Основні етапи розвитку аналітичної хімії, її роль у розвитку природознавства, техніки, економіки.
Тема 2. Загальна характеристика методів виявлення. Якісний аналіз.	
Лк2	"Аналітичні реакції у розчинах і візуальні ефекти" (денна) Аналітичні реакції у розчинах і візуальні ефекти: виділення осаду чи газу, утворення забарвлених сполук. Селективність реагентів. Підвищення селективності аналітичних реакцій шляхом розділення та маскуванню компонентів. Екстракція та сорбція – методи розділення і концентрування. Ефективність розділення: повнота виділення і селективність. Екстрагенти для розділення і виділення неорганічних компонентів. Дробний і систематичний аналіз. Схема систематичного аналізу як сполучення методів розділення і виявлення.
Лб1	"Кислотно-лужна класифікація катіонів." (денна) Дробний і систематичний аналіз. Схема систематичного аналізу як сполучення методів розділення і виявлення. Принципи розподілу компонентів на аналітичні групи на прикладі кислотно-основної схеми аналізу катіонів.
Лб2	"Перша група катіонів: якісні реакції" (денна) Перша група катіонів: якісні реакції
Тема 3. Хімічна рівновага. Закон діючих мас (ЗДМ). Найпростіші розрахунки на основі ЗДМ.	

Лк3 "Хімічна рівновага. Закон діючих мас (ЗДМ). Кислотно-основні реакції. Рівновага в гетерогенних системах." (денна)

Основні типи хімічних реакцій. Загальна та рівноважна концентрація, активність, коефіцієнти активності. Константи ЗДМ. Вплив температури та іонної сили розчину на константи ЗДМ. Довідкові дані. Прогнозування можливості хімічного перетворення на основі констант ЗДМ. Обчислення констант ЗДМ для реакцій довільної складності. Кислотно-основні реакції. Сучасні уявлення про кислоти та основи (теорія Льюїса, теорія Бренстеда-Лаурі). Кислотно-основні властивості розчинника. Константа автопротолізу, іонний добуток. Протонування основ та дисоціація кислот. Ступінчаті реакції. Зв'язок між загальними та ступінчатими константами ЗДМ. Рівновага в гетерогенних системах. Розчинення осаду. Добуток розчинності. Розподіл речовини між двома рідкими фазами. Розчинення газів.

Лк4 "Гідроксокомплекси металів. Комплексоутворення." (денна)

Гідроксокомплекси металів. Комплексоутворення. Загальні та ступінчаті константи стійкості комплексів. Поліядерні, різнолігандні комплекси. Значення внутрішньоконкомплексних сполук стосовно аналізу.

Лк5 "Окисно-відновні реакції. Електродний потенціал та рівняння Нернста." (денна)

Окисно-відновні реакції. Електродний потенціал та рівняння Нернста. Значення реакції окиснення-відновлення, які використовуються в аналізі. Приклади окисно-відновних реакцій для різних груп катіонів та аніонів.

Лб3 "Рівновага в гетерогенних системах. Осадження." (денна)

Рівновага в гетерогенних системах. Осадження.

Лб4 "Друга група катіонів: якісні реакції" (денна)

Друга група катіонів: якісні реакції

Лб5 "Розчинність. Третя група катіонів: якісні реакції." (денна)

Розчинність. Третя група катіонів: якісні реакції.

Лб6 "Контрольний аналіз суміші катіонів II і III гр." (денна)

Контрольний аналіз суміші катіонів II і III гр.

Лб7 "Амфотерність." (денна)

Амфотерність.

Лб8 "Четверта група катіонів: якісні реакції." (денна)

Четверта група катіонів: якісні реакції.

Лб9 "Гідроліз солей." (денна)

Гідроліз солей.

Лб10 "Четверта група катіонів: Контрольний аналіз" (денна)

Четверта група катіонів: Контрольний аналіз

Лб11 "Окисно-відновні реакції. Кількісна характеристика ОВР." (денна) Окисно-відновні реакції. Кількісна характеристика ОВР.
Лб12 "П'ята група катіонів." (денна) П'ята група катіонів.
Лб13 "Реакції комплексоутворення." (денна) Реакції комплексоутворення.
Лб14 "Шоста група катіонів." (денна) Шоста група катіонів.
Лб15 "Контрольний аналіз суміші катіонів II-VI гр. Планування та обговорення ходу аналізу" (денна) Контрольний аналіз суміші катіонів II-VI гр. Планування та обговорення ходу аналізу
Лб16 "Контрольний аналіз суміші катіонів II-VI гр. Виконання аналізу" (денна) Контрольний аналіз суміші катіонів II-VI гр. Виконання аналізу
Лб17 "Якісні реакції аніонів." (денна) Якісні реакції аніонів.
Лб18 "Якісні реакції аніонів. Контрольний аналіз." (денна) Якісні реакції аніонів. Контрольний аналіз.
Лб19 "Контрольний аналіз суміші аніонів. Планування експерименту" (денна) Контрольний аналіз суміші аніонів. Планування експерименту
Лб20 "Контрольний аналіз суміші аніонів. Виконання аналізу" (денна) Контрольний аналіз суміші аніонів. Виконання аналізу
Лб21 "Аналіз сухої речовини. Планування експерименту." (денна) Аналіз сухої речовини. Планування експерименту. Підготовка до виконання аналізу.
Лб22 "Аналіз сухої речовини. Виконання аналізу." (денна) Аналіз сухої речовини. Виконання аналізу.
Лб23 "Підсумкова робота з якісного аналізу. Захист контрольного аналізу сухої речовини." (денна) Підсумкова робота з якісного аналізу. Захист контрольного аналізу сухої речовини. Обговорення отриманих результатів та помилок.
Лб24 "Підсумкова робота з якісного аналізу." (денна) Підсумкова робота з якісного аналізу. Виконання контрольних завдань.
Тема 4. Буферні розчини.

Лк6 "рН-буферні розчини. Принцип буферної дії. Буферна ємність." (денна)

Обчислення рН та рівноважного складу у розчинах сильних і слабких кислот і основ. рН-буферні розчини. Принцип буферної дії. Буферна ємність. Розрахунки, пов'язані з приготуванням буферних розчинів: розрахунок рН буферного розчину; розрахунок загальних концентрацій компонентів буферу з заданим значенням рН.

Тема 5. Метрологічні характеристики методів аналізу. Основи статистичної обробки результатів вимірювань.

Лк7 "Основні поняття метрології. Похибки вимірювань: систематичні та випадкові. Основні метрологічні характеристики методів та методик вимірювання хімічного складу." (денна)

Основні поняття метрології. Похибки вимірювань: систематичні та випадкові. Показники якості результатів вимірювань: точність, правильність, прецизійність та її показники – повторюваність (збіжність) та відтворюваність.

Лк8 "Основні метрологічні характеристики методів та методик вимірювання хімічного складу. Способи оцінки правильності результатів аналізу." (денна)

Нормальний розподіл випадкових похибок. Генеральна сукупність. Вибірка значень. Довірча імовірність. Середнє арифметичне, стандартне відхилення, дисперсія. Виявлення промахів. Обчислення довірчого діапазону. Порівняння середніх і дисперсій двох методів аналізу. Поширення похибок вимірювання на результати обчислень. Формули поширення похибок (систематичних і випадкових). Загальна невизначеність результатів. Способи оцінки правильності результатів аналізу: застосування стандартних зразків складу, метод доданків, метод варіювання наважок, співставлення з результатами, одержаними іншими методами аналізу.

Тема 6. Хімічні методи визначення. Гравіметрія.

Лк9 "Загальні поняття кількісного аналізу. Пробовідбір і пробопідготовка. Підготовка об'єкту до аналізу." (денна)

Загальні поняття кількісного аналізу. Етапи хімічного аналізу. Пробовідбір і пробопідготовка. Первинна, лабораторна та аналітична проба. Репрезентативність проби. Відбір середньої проби твердих, рідких, газоподібних речовин: гомогенізація, скорочення і зберігання проби. Підготовка об'єкту до аналізу: озолення органічної матриці, мокре і сухе озолення. Концентрування. Фізичні методи, що базуються на випаровуванні чи виморожуванні розчинника. Осадження. Механізм утворення твердої фази у розчині. Кристалічні і аморфні осади. Вплив перенасичення на структуру осаду. Залежність розчинності від структури і розміру частинок осаду. Процеси при визріванні осаду: перекристалізація і агрегація первинних часток, визрівання, термічне старіння. Умови одержання кристалічних осадів. Механізми забруднення осадів: співосадження (адсорбція, окклюзія, ізоморфізм) і післяосадження. Позитивна і негативна роль співосадження в аналізі. Колоїдні системи, причини їх утворення. Коагуляція, седиментація і пептизація. Роль колоїдоутворення в хімічному аналізі. Промивання осадів.

<p>Лк10 "Метод гравіметрії. Осадження. Етапи гравіметричного визначення. Форма осадження і гравіметрична форма, вимоги до них. Розрахунок наважки та кількості осаджувача. Вибір матеріалу для фільтрування та режиму термообробки." (денна)</p> <p>Принцип методу гравіметрії, градувальна характеристика. Вимірювання маси. Аналітичні терези. Джерела похибок при зважуванні, їх усунення. Поширення похибок зважування на результати гравіметрії. Етапи гравіметричного визначення. Форма осадження і гравіметрична форма, вимоги до них. Розрахунок наважки та кількості осаджувача. Вибір матеріалу для фільтрування та режиму термообробки. Джерела інструментальних похибок та їх оцінка. Похибки гравіметрії, що зумовлені розчинністю осаду. Фактори, що впливають на розчинність (іонна сила, температура, конкуруючі реакції, надлишок осаджувача). Умовний добуток розчинності, його залежність від рН. Розрахунок розчинності малорозчинних солей у різних умовах. Усунення похибок, зумовлених забрудненням осаду. Вибір промивної рідини. Осадження з повільною генерацією іонів осаджувача у розчині. Найважливіші реагенти і метрологічні характеристики гравіметрії. Роль гравіметрії як високоточного методу визначення.</p>
<p>Лб25 "Аналітичні терези, вправи по зважуванню" (денна)</p> <p>Аналітичні терези, вправи по зважуванню</p>
<p>Лб26 "Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Взяття наважки досліджувальної солі і осадження" (денна)</p> <p>Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Взяття наважки досліджувальної солі і осадження</p>
<p>Лб27 "Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Фільтрування і промивання осаду" (денна)</p> <p>Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Фільтрування і промивання осаду</p>
<p>Лб28 "Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Висушування і прожарювання осаду" (денна)</p> <p>Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Висушування і прожарювання осаду</p>
<p>Лб29 "Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Зважування гравіметричної форми та розрахунки за результатами аналізу" (денна)</p> <p>Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Зважування гравіметричної форми та розрахунки за результатами аналізу</p>
<p>Лб30 "Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Визначення вмісту барію у кристалогідраті $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Захист лабораторної роботи</p>
<p>Тема 7. Хімічні методи визначення. Титриметрія, принцип методу, основні поняття.</p>

Лк11 "Принцип методу і основні поняття титриметрії. Класифікація методів титриметрії. Прямі, зворотні і побічні титриметричні визначення. Криві титрування" (денна)

Принцип методу і основні поняття: титрант, точка стехіометричності (ТС) і кінцева точка титрування (КТТ). Розрахунки в титриметрії. Використання величин, пов'язаних з еквівалентом речовини. Число еквівалентності. Титрант, способи стандартизації, вимоги до речовин - первинних стандартів. Вимірювання об'єму розчину. Мірний посуд. Похибки вимірювання об'єму. Перевірка місткості мірного посуду. Класифікація методів титриметрії згідно типу реакції, способу індикації КТТ. Прямі, зворотні і побічні титриметричні визначення. Криві титрування.

Лб31 "Перевірка місткості мірного посуду. Титриметричний аналіз. Розрахунки в титриметрії. Техніка виконання титриметричного аналізу. Перевірка місткості мірної колби. Перевірка місткості піпетки. Калібрування бюреток." (денна)

Перевірка місткості мірного посуду. Титриметричний аналіз. Розрахунки в титриметрії. Техніка виконання титриметричного аналізу. Перевірка місткості мірної колби. Перевірка місткості піпетки. Калібрування бюреток

Лб32 "Перевірка місткості мірного посуду. Титриметричний аналіз. Розрахунки в титриметрії. Техніка виконання титриметричного аналізу. Перевірка місткості мірної колби. Техніка роботи з піпетками. Техніка роботи з бюретками" (денна)

Перевірка місткості мірного посуду. Титриметричний аналіз. Розрахунки в титриметрії. Техніка виконання титриметричного аналізу. Техніка роботи з піпетками. Техніка роботи з бюретками

Тема 8. Кислотно-основне титрування.

Лк12 "Реагенти та індикатори. Стандартизація розчинів кислоти і лугу. Криві титрування. Джерела похибок в титриметрії та їх оцінка." (денна)

Реагенти та індикатори. Інтервал переходу забарвлення індикатора, показник титрування, їх зв'язок з константою ЗДМ для індикаторної реакції. Фактори, що впливають на перехід забарвлення індикатора. Стандартизація розчинів кислоти і лугу. Криві титрування. Вплив сили протолізу та концентрації на стрибок титрування. Обчислення рН у ТС. КЛД для гомогенних систем, алгоритм побудови. Буферна ємність та її оцінка. Побудова графічної залежності $\lg(\dots)$

Лб33 "Метод кислотно-основного титрування. Приготування робочих і стандартних розчинів. Приготування стандартного розчину оксалатної кислоти." (денна)

Метод кислотно-основного титрування. Приготування робочих і стандартних розчинів. Приготування стандартного розчину оксалатної кислоти.

Лб34 "Метод кислотно-основного титрування. Стандартизація розчину натрій гідроксиду за розчином оксалатної кислоти" (денна)

Метод кислотно-основного титрування. Стандартизація розчину натрій гідроксиду за розчином оксалатної кислоти

Лб35 "Метод кислотно-основного титрування. Визначення H_2SO_4 у розчині з невідомою концентрацією." (денна)

Метод кислотно-основного титрування. Визначення H_2SO_4 у розчині з невідомою концентрацією.

<p>Л636 "Метод кислотно-основного титрування. Приготування робочих і стандартних розчинів. Визначення H_2SO_4 у розчині з невідомою концентрацією. Захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Метод кислотно-основного титрування. Приготування робочих і стандартних розчинів. Визначення H_2SO_4 у розчині з невідомою концентрацією. Захист лабораторної роботи</p>
<p>Л637 "Теорія індикаторів. Криві титрування. Приготування розчину хлоридної кислоти. Стандартизація розчину хлоридної кислоти за розчином натрію тетраборату" (денна)</p> <p>Теорія індикаторів. Криві титрування. Приготування розчину хлоридної кислоти. Стандартизація розчину хлоридної кислоти за розчином натрію тетраборату</p>
<p>Л638 "Визначення $NaOH$ і Na_2CO_3 при спільному знаходженні." (денна)</p> <p>Визначення $NaOH$ і Na_2CO_3 при спільному знаходженні.</p>
<p>Л639 "Визначення грамowego вмісту оцтової кислоти. Стандартизація розчину натрій гідроксиду за розчином оксалатної кислоти" (денна)</p> <p>Визначення грамowego вмісту оцтової кислоти. Стандартизація розчину натрій гідроксиду за розчином оксалатної кислоти</p>
<p>Л640 "Визначення грамowego вмісту оцтової кислоти. Титриметричне визначення оцтової кислоти у розчині" (денна)</p> <p>Визначення грамowego вмісту оцтової кислоти. Титриметричне визначення оцтової кислоти у розчині</p>
<p>Тема 9. Комплексометричне титрування.</p>
<p>Лк13 "Способи комплексометричного визначення: пряме, зворотнє, побічне, по витісненню. Криві титрування." (денна)</p> <p>Амінополікарбонoві кислоти, їх комплекси з металами. Переваги комплексонів як титрантів. Металохромні індикатори. Способи комплексометричного визначення: пряме, зворотнє, побічне, по витісненню. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: концентрація іонів металу, стабільність комплексу, конкуруючі реакції. Умовні константи стійкості комплексів, їх залежність від рН. Селективність титрування і способи її підвищення. Обґрунтування умов комплексометричних визначень. Визначення похибки титрування на основі матеріального балансу іонів металу або титранту, використання КЛД. Приклади оцінки методичної похибки комплексометричних визначень. Приклади практичного застосування комплексометрії. Визначення металів у суміші.</p>
<p>Л641 "Метод комплексометрії. Приготування та стандартизація титрованого розчину комплексону III." (денна)</p> <p>Метод комплексометрії. Приготування та стандартизація титрованого розчину комплексону III.</p>
<p>Л642 "Метод комплексометрії. Визначення загальної та карбонатної твердості води." (денна)</p> <p>Метод комплексометрії. Визначення загальної та карбонатної твердості води.</p>
<p>Тема 10. Окисно-відновне титрування.</p>

Лк14 "Окисно-відновні реакції в титриметрії. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих. Інтервал переходу забарвлення рН-залежних та рН-незалежних редокс-індикаторів." (денна)

Електродний потенціал та рівняння Нернста. Стандартний та формальний потенціали. Зв'язок константи ЗДМ зі стандартним потенціалом. Окисно-відновні реакції в титриметрії. Потенціал системи в процесі титрування. Обчислення потенціалу системи в ТС. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: різниця стандартних потенціалів взаємодіючих речовин, комплексоутворення, рН. Способи індикації КТТ: самоіндикація, специфічні індикатори, редокс-індикатори. Інтервал переходу забарвлення рН-залежних та рН-незалежних редокс-індикаторів. Джерела похибок окисно-відновних визначень.

Лк15 "Перманганатометрія. Дихроматометрія. Йодометрія та йодиметрія. Броматометрія" (денна)

Приклади практичного застосування редоксиметрії. Перманганатометрія. Кінетичні особливості, джерела похибок. Визначення пероксиду, оксалату, жорсткості води. Дихроматометрія. Особливості та переваги методу дихроматометрії. Йодометрія та йодиметрія; рівняння реакцій, компоненти, що визначаються. Джерела похибок в йодометрії (легкість та диспропорціонування йоду, окислення йодиду, нестабільність розчину тіосульфату) та способи їх усунення. Крохмаль як специфічний індикатор на йод. Броматометрія. Бромуюча суміш, визначення органічних сполук.

Лб43 "Метод окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Приготування та стандартизація розчину калій перманганату" (денна)

Метод окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Приготування та стандартизація розчину калій перманганату

Лб44 "Метод окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Визначення Fe^{2+} у солі Мора." (денна)

Метод окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Визначення Fe^{2+} у солі Мора.

Лб45 "Метод окисно-відновного титрування. Йодометрія. Приготування стандартного розчину калію дихромату. Приготування титрованого розчину натрію тіосульфату. Стандартизація розчину натрію тіосульфату за розчином калію дихромату" (денна)

Метод окисно-відновного титрування. Йодометрія. Приготування стандартного розчину калію дихромату. Приготування титрованого розчину натрію тіосульфату. Стандартизація розчину натрію тіосульфату за розчином калію дихромату

Лб46 "Метод окисно-відновного титрування. Йодометрія. Визначення Cu^{2+} у мідному купоросі." (денна)

Метод окисно-відновного титрування. Йодометрія. Визначення Cu^{2+} у мідному купоросі.

Лб47 "Титриметрія. Підсумкове заняття. Захист робіт" (денна)

Титриметрія. Підсумкове заняття. Захист робіт.

Тема 11. Фізико-хімічні методи аналізу.

Лк16 "Класифікація методів фізико-хімічного аналізу, їх коротка характеристика. Фотометричний аналіз. Електрохімічні методи аналізу. Кондуктометричний метод." (денна)

Класифікація методів і коротка характеристика. Фотометричний аналіз. Спектрофотометричні методи аналізу. Закони світло поглинання і причини відхилення від них. Електрохімічні методи аналізу. Визначення міді. Внутрішній електроліт. Потенціометричний метод. Основи потенціометричного титрування. Апаратура, індикаторні електроди і електроди порівняння. Криві титрування. Застосування потенціометрії: титрування кислотно-основне, окислювально-відновне. Кондуктометричний метод. Основні принципи методу. Залежність електропровідності від концентрації йонів.

Лб48 "Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту нітрат-іонів в овочах та фруктах." (денна)

Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту нітрат-іонів в овочах та фруктах.

Лб49 "Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту нітрит-іонів в овочах та фруктах." (денна)

Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту нітрит-іонів в овочах та фруктах.

Лб50 "Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту фторид-іонів у шихті." (денна)

Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Визначення вмісту фторид-іонів у шихті.

Лб51 "Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Захист робіт" (денна)

Пряма потенціометрія з використанням іоноселективних електродів. Захист робіт

Лб52 "Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою з побудовою градуйованого графіка. Приготування стандартних розчинів та побудова градуйованого графіка" (денна)

Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою з побудовою градуйованого графіка. Приготування стандартних розчинів та побудова градуйованого графіка

Лб53 "Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою" (денна)

Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою

Лб54 "Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою з побудовою градуйованого графіка. Захист лабораторної роботи" (денна)

Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою з побудовою градуйованого графіка. Захист лабораторної роботи

Лб55 "Підсумкова робота" (денна)

Підсумкова робота

Лб56 "Захист підсумкової роботи" (денна)

Захист підсумкової роботи

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Лекції-дискусії;
НД2	Підготовка до лабораторних занять
НД3	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД4	Розв'язок розрахункових задач
НД5	Вирішення теоретичних завдань
НД6	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Пошукова лабораторна робота
МН3	Інтерактивне тестування

Лекції надають студентам теоретичні матеріали з тем дисципліни, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 2, РН 3). Лекції доповнюються лабораторними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 1 та РН 4). Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій та лабораторних занять.

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до лабораторних робіт та їх виконання розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, планування та виконання хімічних експериментів, висловлення думок у письмовій та усній формі.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Діагностичне тестування
МФО2	Перевірка та оцінювання письмових завдань
МФО3	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Тестування за темами лекцій
МСО2	Письмові контрольні роботи за матеріалами лекційних та лабораторних занять
МСО3	Оформлення та захист лабораторних робіт
МСО4	Індивідуальні домашні завдання

Контрольні заходи:

3 семестр		100 балів
МСО1. Тестування за темами лекцій		10
		10
МСО2. Письмові контрольні роботи за матеріалами лекційних та лабораторних занять		32
	4x8	32
МСО3. Оформлення та захист лабораторних робіт		48
	24x2	48
МСО4. Індивідуальні домашні завдання		10
		10
4 семестр		100 балів
МСО2. Письмові контрольні роботи за матеріалами лекційних та лабораторних занять		50
	2x25	50
МСО3. Оформлення та захист лабораторних робіт		40
	10x4	40
МСО4. Індивідуальні домашні завдання		10
		10

Контрольні заходи в особливому випадку:

Форма підсумкового контролю – диференційований залік. Студент, який впродовж навчального періоду виконав усі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну кількість рейтингових балів, яка відповідає позитивній оцінці (не менше 60 балів), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю (ПСК) з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється. Студент, який впродовж поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний складати захід ПСК. Складання заходу ПСК здійснюється після завершення модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена. При успішному складанні заходу ПСК використовується оцінка «задовільно» (ECTS - "E") – 60 балів, яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без

урахування накопичених балів. Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії; Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав кількість рейтингових балів менше 35, не допускається до ПСК, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо)
ЗН3	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	1. Аналітична хімія. Якісний аналіз. Навчально-методичний посібник Т.Д. Рева, О.М. Чихало, Г.М. Зайцева К.: ВСВ «Медицина», 2017.– 280 с.
2	Малишев В. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз . навч. посіб./ В.В. Малишев, А.І. Габ, Д.Б. Шахнін. – К.:Університет «Україна», 2018. – 212 с.
3	Габ А.І. Аналітична хімія. Кількісний аналіз / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В.Малишев. – К.:Університет «Україна», 2017. – 87 с.
4	Габ А.І. Аналітична хімія. Якісний аналіз. Навч. посіб. для студ. природничих та інженерних спеціальностей / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев. – К.:Університет «Україна», 2017. – 112 с
5	Більченко М. Аналітична хімія. Задачі та вправи / М. Більченко, Р. Пшеничний. – Суми: Університетська книга, 2015. – 205 с.
Допоміжна література	
1	Федушак Н.К. Аналітична хімія: підручник / Н.К. Федушак, Ю.І. Бідниченко, С.Ю. Крамаренко, В.О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 640 с
2	Шевряков М.В. Аналітична хімія: навчально-методичний посібник / М.В. Шевряков, М.В. Повстяний, Б.В. Яковенко, Т.А. Попович. – Херсон: Айлант, 2011. – 404 с
3	Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз / А.С. Сегеда. – К.: ЦУЛ, 2003. – 311 с.
4	Analytical chemistry / Dash, Dhruva Charan: Second Edition. – India: PHI Learning, 2017. - 628 p.
5	Аналитическая химия в схемах и таблицах: Справочник для студ. фармац. вузов / В.В. Болотов, Т.В. Жукова, Е.Е. Микитенкои др.; Под общ. ред. В.В. Болотова. – Х.: Изд-во НФАУ: Золотые страницы, 2002. – 172 с.
6	Analytical Chemistry: A Chemist and Laboratory Technician's Toolkit / Bryan M. Ham, Aihui MaHam. – Canada: Wiley-Blackwell. - 2015. – 688 p.