


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра аналітичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувачка кафедри аналітичної хімії

 **Л.О. Дубенська**
“28” серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА

освітній рівень _____ перший (бакалаврський) рівень вищої освіти _____

галузь знань _____ Е Природничі науки, математика та статистика _____
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність _____ Е1 “Біологія та біохімія” _____
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

освітня програма _____ Біологія та біохімія _____

Факультет _____ біологічний _____

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія аналітична» для студентів
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальності Е1 “Біологія та біохімія”, 2025. – 24 с.

Розробники:

Коркуна О.Я., доцентка кафедри аналітичної хімії, кандидатка хімічних наук, доцент,

Стельмахович Б.М., доцент кафедри аналітичної хімії, кандидат хімічних наук, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри аналітичної хімії

Протокол від “28” серпня 2025 року № 1

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна “Хімія аналітична” є нормативною дисципліною для спеціальності “Біологія” освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”. Читається у 2 семестрі в обсязі 4 кредитів ECTS, закінчується заліком.

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика (шифр, назва)	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність Е1 “Біологія та біохімія” (шифр, назва)	<i>Рік підготовки:</i>	
Змістових модулів – 3		1	1
Курсова робота –		<i>Семестр</i>	
Загальна кількість годин – 90		2	1, 2
Тижневих годин для денної форми навчання: II семестр аудиторних – 4 самостійної роботи – 1,625	Освітньо-кваліфікаційний рівень: БАКАЛАВР	<i>Лекції</i>	
		32 год	10 год
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		–	–
		<i>Лабораторні</i>	
		32 год	10 год
		<i>Самостійна робота</i>	
		26 год	70 год
ІНДЗ: –			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання: **2,46:1**;

для заочної форми навчання: **1:3,5**.

Метою викладання навчальної дисципліни “Хімія аналітична” є поглиблене вивчення теоретичних основ хімічного та фізико-хімічних методів аналізу, їх практичного використання.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Хімія аналітична” є формування цілісної системи знань з аналітичної хімії, засвоєння принципів хімічного та фізико-хімічних методів аналізу, використання аналітичних реагентів і аналітичних реакцій, формування критеріїв вибору методів аналізу певних об’єктів, отримання практичних навичок виконання аналізу різними методами.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні положення аналітичної хімії, методи кількісного та якісного аналізу.

У результаті успішного вивчення курсу студент набуває **загальних компетентностей**:
ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей

СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

В результаті вивчення цієї навчальної дисципліни студенти повинні досягти програмних результатів:

знати:

ПР1. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення польових, лабораторних, клініко-лабораторних досліджень, у т.ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.

- правила техніки роботи в аналітичній лабораторії;
- основи якісного аналізу;
- основи титриметричного аналізу;
- основи гравіметричного аналізу;
- основи спектральних методів аналізу;
- основи електрохімічних методів аналізу;
- статистичну обробку результатів аналізу.

вміти:

ПР2. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності..

- визначати якісний склад речовин;
- визначати компоненти титриметричним методом;
- визначати компоненти фізико-хімічними методами;
- проводити статистичну обробку результатів аналізу;
- розв'язувати розрахункові задачі з курсу аналітичної хімії.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності: нормативна навчальна дисципліна "Хімія аналітична" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр", є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як *Біохімія, Імунологія, Фізіологія та біохімія рослин, Фізіологія людини і тварин.*

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «ХІМІЧНА РІВНОВАГА В ГОМОГЕННІЙ СИСТЕМІ»

ТЕМА 1. Вступ. Предмет аналітичної хімії (1 год)

ТЕМА 2. Підготовка проби та вибір методу аналізу (1 год)

Лекція №1. Предмет аналітичної хімії. Методи аналізу. Аналітичні реакції. Підготовка проби до аналізу. Критерії вибору методу аналізу

Предмет аналітичної хімії. Якісний та кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Роль аналітичної хімії у розвитку інших природничих наук. Сучасний стан аналітичної хімії. Вимоги, що ставляться до аналізу – чутливість, селективність, точність і експресивність.

Хімічні, фізико-хімічні і фізичні методи аналізу. Макро-, напівмікро-, мікро- і ультрамікроаналіз. Прямі і непрямі методи аналізу. Абсолютні та відносні методи аналізу. Характеристика методів і приклади їх застосування в аналізі хімічних і біологічних об'єктів.

Характеристика аналітичних реакцій: чутливість і вибірковість (селективність). *Способи підвищення чутливості і вибіркової реакції.* Методи виявлення та ідентифікації. Порційний та систематичний аналіз. Застосування реакцій утворення осадів, забарвлення сполук, виділення газів. Мікрокристалоскопічний, пірохімічний аналіз. Крапельний аналіз.

Основні вимоги до проби в аналізі. Відбір проб гомогенного та гетерогенного характеру. Способи одержання середньої проби твердих, рідких та газоподібних речовин. Первинна обробка і зберігання проби. Основні способи переведення проб у форму потрібну для аналізу – розчинення, сплавляння, спікання, розклад під тиском, розклад за допомогою ВЧ розряду. Особливості підготовки аналізу зразків, які містять органічні речовини.

Вибір методу аналізу. Підходи до вибору методу – формування завдання, одержання інформації про склад досліджуваного об'єкта. Вимоги до методу і методики. Коротка характеристика природних і штучних об'єктів як об'єктів аналізу. Об'єкти довкілля – повітря, природні і стічні води, ґрунти, донні відкладення, біологічні об'єкти і об'єкти медицини. Завдання аналізу і санітарно-гігієнічний контроль.

Лабораторна робота 1 (10 год). Виявлення катіонів та аніонів в суміші солей

1. Аналітичні властивості катіонів I та II аналітичної груп згідно-аміачно-фосфатглі класифікації..
2. Аналітичні властивості катіонів III, V групи: Cu^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ag^{+} .
3. Схема виконання задачі на суміш III, V груп катіонів
4. Розв'язування задач на гомогенну рівновагу
5. Аналітичні властивості аніонів. SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , I^- , S^{2-} , NO_3^- , NO_2^- .
6. Схема аналізу суміші аніонів 1-3 аналітичних груп.
7. Пояснення до аналізу індивідуальних сполук.
8. Виконання задачі на суміш солей
9. Підготовка до колоквиума
10. Колоквиум №1

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Якісний аналіз. Класифікація катіонів згідно кислотно-основної та сульфідної схеми. Написання реакцій катіонів з груповими, загальними і вибірковими реагентами, які не виконуються під час лабораторних робіт.
2. Розв'язок теоретичних задач на суміш катіонів.
3. Написання реакцій аніонів з груповими, загальними і вибірковими реагентами, які не виконуються під час лабораторних робіт.
4. Розв'язок теоретичних задач на суміш аніонів.
5. Реакції на функціональні групи органічних сполук.
6. Пробовідбір і пробопідготовка об'єктів навколишнього середовища.

Література [1, 2, 3, 6, 9].

ТЕМА 3. Рівновага в гомогенній системі (6 год)

Лекція №2. Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі. Константа рівноваги. Стан речовини в ідеальних та реальних системах. Коефіцієнт активності. Константи рівноваги.

Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі: кислотно-основна, комплексоутворення, окисно-відновна. Константа рівноваги. Стан речовини в ідеальних та реальних системах. Сольватація, іонізація, дисоціація. Теорія Дебая-Хюккеля. Коефіцієнт активності. Закон діючих мас стосовно розчинів електролітів. Загальна (аналітична) і рівноважна концентрація. Константи рівноваги: термодинамічна, реальна (концентраційна) та умовна константами рівноваги, зв'язок між ними.

Лекція №3. Протолітична теорія кислот та основ Бренстеда-Лоурі. Рівновага в системі кис-лота – спряжена основа – розчинник. Амфоліти.

Протолітична теорія кислот та основ Бренстеда-Лоурі. Поняття про кислоти і основи. Рівновага в системі кислота – спряжена основа – розчинник. Константи кислотності і основності. Амфоліти. Кислотно-основні спряжені пари. Кислотні та основні властивості розчинників. Автопротоліз. Вплив природи розчинника на силу кислот і основ. Нівелююча і диференціююча дія розчинника.

Лекція №4. Розрахунок рН водних розчинів сильних і слабких протолітів. Буферні системи, рН буферних розчинів.

Розрахунок рН водних розчинів сильних і слабких протолітів. Буферні системи та їх принцип дії. Розрахунок рН буферних систем. Буферна ємність. Значення буферних розчинів.

Лабораторна робота 2 (8 год). Протолітометрія. Визначення кислоти та проведення метрологічної обробки результатів

1. Розв'язування задач на гетерогенну рівновагу.
2. Правила техніки безпеки в лабораторії кількісного аналізу.
3. Аналітичні ваги. Правила роботи на аналітичних терезах.Зважування.
4. Протолітометрія. Виготовлення розчину оксалатної кислоти. Розрахункові задачі.
5. Виготовлення розчину NaOH та його стандартизація
6. Протолітометричне визначення концентрації хлоридної кислоти та здійснення метрологічної обробки результатів.
7. Розв'язування задач з титриметрії та побудова кривих титрування в протолітометрії.

Завдання для самостійної роботи (5 год.)

1. Розв'язання задач на способи вираження концентрації речовини у розчині.
2. Стан речовини в ідеальних та реальних системах.
3. Рівняння матеріального балансу всіх форм речовини у розчині.
4. Розрахунок мольної частки речовини у розчині.
5. Розв'язування задач на обчислення рН водних розчинів.

Література [1, 2, 3, 6, 7, 9].

Типові завдання до колоквиуму №1.

1. Наведіть по одному прикладу розчинників різних типів: апротонного, протогенного, протофільного, амфіпротного.
2. Константа автопротолізу безводного метанолу рівна $2,0 \cdot 10^{-17}$. Приведіть рН нейтрального розчину метанолу.
3. Який з розчинників – вода, аміак, етанол, проявляє по відношенню до протону акцепторні властивості в найбільшій мірі?
4. Який з розчинників - вода чи аміак, проявляє по відношенню до протона донорні властивості в більшій мірі?

5. Наведіть рівняння автопротолізу аміаку, метанолу. Вкажіть іони ліонію та ліату.
6. Якою кислотою - сильною чи слабкою, буде ацетатна кислота в аміачному розчині? Чому?
7. Напишіть рівняння протолізу карбонат-іону в воді.
8. Напишіть рівняння протолізу ацетатної кислоти в її аміачному розчині.
9. Напишіть рівняння протолізу ацетатної кислоти в її сульфатнокислому розчині.
10. Напишіть рівняння протолізу гідрогенкарбонат-іону у воді. Наведіть приклади відповідних термодинамічних констант протолізу.
11. Наведіть значення $pK_{a,HSO_3^-}^T$ і $pK_{b,HSO_3^-}^T$,
12. Наведіть значення $pK_{a,NH_4^+}^T$, $pK_{a,HCO_3^-}^T$.
13. Наведіть значення $K_{a,HPO_4^{2-}}^T$, $K_{b,HPO_4^{2-}}^T$.
14. Вкажіть спряжені кислоти для таких основ: сульфід-іон, гідрогеноксалат-іон.
15. Вкажіть спряжені кислоту і основу для гідрогенсульфіт-іону.
16. Виведіть формули для розрахунку рН розчинів сильних основ з врахуванням і без врахування міжіонної взаємодії.
17. Виведіть формули для розрахунку рН розчинів сильних кислот з врахуванням і без врахування міжіонної взаємодії.
18. Виведіть формулу для розрахунку рН буферних сумішей.
19. Напишіть формулу для розрахунку $a(H^+)$ і рН розчинів слабких основ.
20. Як вирахувати рН суміші сильної і слабкої кислоти, суміші двох сильних кислот, суміші двох слабких кислот?
21. Напишіть формулу для розрахунку $a(H^+)$ і рН розчинів слабких кислот.
22. Розрахуйте K_{b,NH_3}^C при іонній силі 0,05.
23. Наведіть загальну формулу для розрахунку рН розчинів амфолітів? Приведіть часткові вирази цієї формули для таких амфолітів: $NaHCO_3$, NH_4CN .
24. Що таке буферна ємність?
25. Для рівноважного процесу $2A + B = 3C$ наведіть формули концентраційної і умовної констант, враховуючи термодинамічну константу (зв'язок констант).
26. Наведіть формули для визначення іонної сили розчину і зв'язку іонної сили з величиною коефіцієнта активності.
27. Що таке "коефіцієнт конкуруючої реакції"? Наведіть формулу для розрахунку $\alpha_{s^{2-}}$.
28. Розрахуйте K_{a,CH_3COOH}^C при іонній силі 0,04.
29. Розрахуйте рН 0,05 М розчину амоній нітрату
30. Розрахуйте $\alpha_{s^{2-}}$ при рН = 6,0.
31. Скільки грамів твердого натрій гідроксиду треба розчинити в 500 мл 0,10 М розчину ацетатної кислоти, щоб одержати буферний розчин, рН якого 4,30?
32. Розрахуйте рН і ступінь протолізу аміаку в розчині, одержаному при 100-кратному розбавленні водою 10 мл 30,0 %-ного розчину аміаку ($\rho=0.892$ г/мл).
33. Розрахуйте $a_{H_3O^+}$ і рН розчину, одержаного розведенням водою 5 мл 10,56 %-го розчину сульфатної кислоти ($\rho= 1,070$ г/мл) до загального об'єму 400 мл.
34. Скільки грамів ацетатної кислоти міститься у 300 мл її розчину, рН якого 4,0?
35. Скільки мг твердого гідроксиду натрію необхідно розчинити в 300 мл 0,05 М розчину соляної кислоти, щоб збільшити рН розчину на 3 одиниці?
36. Розрахуйте рН розчину, одержаного змішуванням 200 мл 0,050 М розчину амоній хлориду і 5 мл 3%-ного розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,03$ г/мл).

37. Як класифікуються методи хімічного аналізу по величині проби?
38. Які завдання елементного і фазового аналізів?
39. На які групи поділяють визначувані компоненти за їх вмістом у зразку для аналізу?
40. Назвіть основні характеристики аналітичних реакцій. Що таке аналітичний сигнал?
41. Що таке поріг виявлення, граничне розведення? Наведіть формулу залежності цих величин.
42. Дайте коротке визначення поняття груповий реагент. Перерахуйте основні вимоги до групових реагентів.
43. Які способи підвищення вибіркової аналітичних реакцій Вам відомі? Наведіть приклади конкретного застосування способу.
44. В чому суть крапельного аналізу? Наведіть конкретний приклад його застосування.
45. Напишіть в молекулярному і в іонному вигляді рівняння:
 - а) розчинення барій фосфату ацетатній кислоті;
 - б) реакція окиснення хром(III) сульфату гідроген пероксидом у лужному середовищі.
46. Напишіть молекулярні й іонні рівняння таких реакцій:
 - а) розчинення алюміній фосфату в надлишку їдкою натру;
 - б) окиснення манган(II) нітрату натрію бісмутатом.
47. Напишіть молекулярні та іонні рівняння таких реакцій:
 - а) розчинення кальцій фосфату в кислотах;
 - б) окиснення хром(III) сульфату калій перманганатом у сульфатнокислому середовищі.
48. Аналіз суміші іонів K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Ba^{2+} .
49. Наведіть схему аналізу суміші катіонів другої групи.
50. Аналіз суміші двохзарядних катіонів II аналітичної групи.
51. Напишіть рівняння реакцій виявлення хрому (III).
52. Складіть схему аналізу суміші таких іонів: NH_4^+ , Fe^{3+} , K^+ , Ba^{2+} .

Типове домашнє завдання №1.

1. Напишіть рівняння автопротолізу таких розчинників: метанол, аміак, ацетатна кислота. Вкажіть іони ліонію та ліата для кожного з них.
2. Наведіть значення K_a^T , pK_a^T для іона CO_3^{2-} .
3. Наведіть умову матеріального балансу за с(S) для розчину H_2SO_3 .
4. Обчисліть рН і $[OH^-]$ для 15%-го розчину калій гідроксиду ($\rho=1,160$ г/мл).
5. Розрахувати ступінь протолізу 0,1М розчину амоніаку у 500 мл якого розчинили 5,0 г натрій сульфату.
6. Обчисліть рН 0,06%-вого розчину CH_3COOH ($\rho=1,0$ г/мл) і ступінь протолізу кислоти у такому розчині.
7. Буферний розчин одержаною змішуванням 200 мл 0,05М розчину H_3PO_4 і 150 мл 0,02М розчину NaOH. Обчисліть рН такого розчину.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «РІВНОВАГА В ГЕТЕРОГЕННІЙ СИСТЕМІ. ГРАВІМЕТРІЯ»

ТЕМА 4. Рівновага між твердою фазою і розчином. (4 год)

Лекція №5. Розчинність електролітів. Рівновага між твердою фазою та розчином. Зв'язок розчинності з константою розчинності. Вплив різних чинників на розчинність важкорозчинних електролітів.

Розчинність електролітів. Рівновага між твердою фазою та розчином. Термодинамічна, концентраційна та умовна константи розчинності. Зв'язок розчинності з константою розчинності. Вплив на розчинність важкорозчинних електролітів одноіменних іонів, іонної сили, комплексоутворення, окисно-відновних процесів. Розчинність осадів у кислотах.

Лекція №6. Фракційне осадження. Вплив різних чинників на повноту осадження

Повнота осадження. Вплив різних чинників на повноту осадження (концентрація водневих іонів, комплексоутворювачів, окисно-відновних процесів). Фракційне осадження.

Лабораторна робота 3 (6 год). Комплексометричне визначення металів або твердості води

1. Комплексометричне визначення іонів металів. Переваги методу. Індикатори.
2. Приготування стандартного розчину Трилону Б. Розрахункові задачі.
3. Розрахунок вмісту речовини за результатами комплексометричного титрування.
4. Комплексометричне визначення металів або твердості води.

ТЕМА 5. Кінетика утворення осаду. Гравіметричний аналіз (2 год.)

Лекція №7. Осади, їх утворення та властивості. Кристалічні та аморфні осади. Причини забруднення осадів. Гравіметричний аналіз.

Осади, їх утворення та властивості. Кристалічні та аморфні осади. Залежність структури осаду від його індивідуальних властивостей (розчинність, полярність молекул) та умов осадження (концентрації, іонної сили, рН, температури). Залежність форми осаду від швидкості утворення первинних частинок. Умови утворення кристалічних осадів. Гомогенне осадження. Старіння осадів. Причини забруднення осадів. Види співосадження. Використання співосадження для концентрування мікроелементів. Концентрування мікроелементів співосадженням на неорганічних колекторах. Оптимальні умови кількісного осадження гідроксидів, карбонатів, сульфідів тощо.

Гравіметричний аналіз. Неорганічні і органічні осаджувачі. Осаджувана і вагова форми, вимоги до них. Осадження, фільтрування і промивання осадів. Приклади гравіметричного визначення: визначення води, феруму, кальцію, магнію, алюмінію, галогенів, фосфору, сульфур та інш.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Особливості утворення колоїдно-дисперсних систем та їх використання в хімічному аналізі.
2. Розв'язання задач на знаходження добутку розчинності та розчинності осадів при дії різних чинників.
3. Розв'язання задач з гравіметрії.
4. Гравіметричного визначення: визначення води, феруму, кальцію, магнію, алюмінію, галогенів, фосфору, сульфур

Література [1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11].

ТЕМА 6. Метрологічні основи аналітичної хімії (1 год)

Лекція №8. Частина 1. Основні метрологічні поняття та уявлення. Аналітичний сигнал та перешкоди при його отриманні. Похибки в кількісному аналізі. Статистична обробка результатів аналізу.

Основні метрологічні поняття: методи та засоби вимірювання, метрологічні вимоги до результатів вимірювань. Основні принципи та способи забезпечення достовірних результатів вимірювання, похибки. Аналітичний сигнал та перешкоди при його отриманні. Похибки в кількісному аналізі. Класифікація похибок. Похибки систематичні і випадкові. Абсолютні і відносні похибки. Правильність і відтворюваність результатів аналізу, коефіцієнт чутливості, межа виявлення. Статистична обробка результатів аналізу. Q-тест. Закон нормального розподілу випадкових похибок, t - і f -розподіл. Середнє відхилення, стандартне відхилення, дисперсія. Способи оцінювання правильності результатів: використання стандартних зразків, метод

добавок, метод зміни наважок, зіставлення із іншими методами аналізу. Стандартні зразки, їх виготовлення, атестація і використання.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вимоги до метрологічної оцінки залежно від об'єкта і мети аналізу
2. Розв'язання задач на статистичну обробку результатів аналізу

Література [1, 2, 3, 4, 7, 11].

Типові завдання до колоквиуму №2.

1. Що називається термодинамічною константою розчинності? Від яких чинників вона залежить?
2. Процеси утворення осаду.
3. Що називається концентраційною та умовною константами розчинності? Від яких чинників вони залежать? Зв'язок цих констант між собою та з термодинамічною константою.
4. Кристалічні осадки та умови їх осадження.
5. Що називається молярною розчинністю? Виведіть формулу для розрахунку розчинності $M_m A_n$.
6. Аморфні осадки та умови їх осадження.
7. Вплив одноіменного іона на розчинність осаду.
8. Вплив іонної сили на розчинність осаду. Що таке солевий ефект?
9. Що таке сумісне осадження та післяосадження?
10. Причини забруднення осаду.
11. Що таке фракційне осадження? Навести приклади.
12. Що таке осаджувана та вагова форми? Які вимоги ставляться до них?
 1. Перетворення одних малорозчинних сполук в інші. Навести приклади.
 2. Що таке оклюзія та ізоморфне співосадження?
 3. Вплив різних чинників на повноту осадження.
 4. Що таке фактор перерахунку? Навести приклад.
 5. Розчинність малорозчинних сполук в кислотах.
 6. Причини забруднення осаду.
 7. Що називається молярною розчинністю? Виведіть формулу для розрахунку розчинності $M_m A_n$.
 8. Що таке осаджувана та вагова форми? Які вимоги ставляться до них?
 9. Що таке фракційне осадження? Навести приклади.
 10. Процеси утворення осаду.
 11. Виведіть формулу для розрахунку розчинності $M_m A_n$ в присутності однойменного аніону.
 12. Від чого залежить величина та форма кристалів?
 13. Вплив іонної сили на розчинність осаду. Що таке солевий ефект?
 14. Що таке фактор перерахунку? Навести приклад.
 15. Які фактори впливають на розчинність осаду?
 16. Яка роль коагуляції та пептизації при утворенні осадків?.
 17. Гравіметричне визначення вологості ґрунту.
 18. Гравіметричне визначення кальцію.
 19. Гравіметричне визначення нікелю.
 20. Гравіметричне визначення сульфур.
 21. Гравіметричне визначення феруму.
 13. Розрахувати розчинність аргентум хлориду у воді та в 0,01 М розчині калій нітрату.
 14. Яка із двох солей $BaCO_3$ чи $SrCO_3$ більш розчинна у воді і у скільки разів? Відповідь обґрунтувати.

15. Розрахуйте константу розчинності аргентум хромату, якщо у 500 мл води розчиняється 0,011 г цієї солі.
16. Розрахуйте константу розчинності кальцій фториду, якщо розчинність цієї солі у воді становить $2,1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
17. Розрахувати фактор перерахунку при визначенні барію у вигляді BaSO_4 .
18. Який об'єм сульфатної кислоти ($\rho=1,25$ г/мл) необхідно взяти для перетворення 0,35 г CaO в CaSO_4 ?
19. Технічний барій хлорид містить 97 % $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Яку наважку необхідно взяти для одержання 0,3 г осаду BaSO_4 ?
20. Який об'єм 2 %-го розчину NH_4OH необхідно взяти для осадження феруму із 0,2 г речовини, яка містить 20 % Fe_2O_3 , якщо реагуючі речовини беруться у стехіометричних співвідношеннях?
21. Скільки мілілітрів хлоридної кислоти ($\rho=1,15$ г/мл) необхідно для осадження срібла у вигляді аргентум хлориду із 0,2 г речовини, яка містить 22 % срібла, якщо реагуючі речовини беруться у стехіометричних співвідношеннях?
22. Скільки мілілітрів 0,1 М барій хлориду необхідно взяти для осадження сірки у вигляді барій сульфату із наважки 2,0 г кам'яного вугілля, яке містить 4 % сірки, якщо осаджувач додати у стехіометричному співвідношенні?
23. Який об'єм 0,1 М розчину аргентум нітрату необхідний для осадження хлору із 2 г суміші, яка містить однакові кількості $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і NaCl (в грамах), якщо осаджувач доданий у стехіометричному співвідношенні?
24. Скільки мл 0,1 М розчину амоній оксалату необхідно взяти для осадження кальцію із 200 мл розчину, який містить в 1 л 0,555 г CaCl_2 , якщо осаджувач взятий у стехіометричному співвідношенні?

Типове домашнє завдання №2.

1. Розташувати речовини в порядку зростання розчинності а) у воді, б) у кислому середовищі: CuI , ZnCO_3 , ZnC_2O_4 .
2. Розрахувати, скільки г сульфату барію розчиниться в 100 мл 0,01 М розчину NaNO_3 .
3. Визначити розчинність MgNH_4PO_4 в розчині, який в 100 мл містить 0,1 моль Na_2SO_4 .
4. Змішали рівні об'єми 0,1 М $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ і 0,4 М $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Чи випаде осад MgC_2O_4 ?
5. Чи можна кількісно розділити йони Sr^{2+} і Ba^{2+} , концентрації яких у розчині однакова, якщо поступово додавати сульфат натрію?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. «ТИТРИМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ»

ТЕМА 7. Титриметричний аналіз (2 год)

Лекція №8. Частина 2. Загальна характеристика титриметричного аналізу. Класифікація методів.

Загальна характеристика титриметричного аналізу. Класифікація методів. Вимоги до реакцій, що використовуються в титриметричному аналізі. Способи вираження концентрацій розчинів у титриметрії, обчислення еквівалентних мас у різних методах титриметричного аналізу.

Лекція №9. Частина 1. Титрування. Точка еквівалентності і точка кінця титрування. Робочі розчини титрантів. Первинні і вторинні стандарти.

Титрування. Точка еквівалентності і точка кінця титрування. Робочі розчини. Первинні і вторинні стандарти; виготовлення стандартних розчинів для встановлення концентрації робочих розчинів. Фіксанали. Вимоги, що ставляться до первинних стандартів. Види

титриметричних визначень: пряме і обернене титрування, визначення за заміщенням. Обчислення результатів аналізу у титриметричному методі.

Література [1, 2, 3, 4, 5, 7, 11].

ТЕМА 8. Протолітометрія (кисотно-основне титрування) 2 год.

Лекція №9. Частина 2. Методи кисотно-основного титрування. Обчислення рН при побудові кривих титрування сильних, слабих кислот і основ. Індикатори кисотно-основного титрування

Методи кисотно-основного титрування. Первинні та вторинні стандарти методу. Точка еквівалентності при титруванні кислот і основ. Обчислення величини рН при побудові кривих титрування сильних, слабих кислот і основ.

Індикатори в методі кисотно-основного титрування, іонна та іонно-хромофорна теорія індикаторів. Показник титрування та інтервал переходу забарвлення індикатора. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Похибки титрування.

Лекція №10. Частина 1. Практичне застосування методу протолітометрії.

Практичне застосування методу кисотно-основного титрування. Визначення тимчасової твердості води. Визначення солей амонію. Визначення загального, білкового і залишкового азоту методом Кельдаля.

Література [1, 2, 3, 4, 5, 7, 11].

ТЕМА 9. Окисно-відновне титрування. (2 год)

Лекція №10. Частина 2. Методи окислювально-відновного титрування. Рівняння Нернста. Криві титрування. Індикатори методів редоксиметрії.

Методи окислювально-відновного титрування (редоксметоди). Вплив різних чинників на величину редокспотенціалу. Криві титрування. Індикатори методів редоксиметрії. Класифікація методів редоксиметрії

Лекція №11. Частина 1. Перманганатометрія. Йодометрія.

Перманганатометрія. Виготовлення робочого розчину перманганату калію. Первинні стандарти методу. Встановлення нормальності перманганату калію. Визначення оксалату, феруму (II), нітритів.

Йодометрія. Первинні стандарти і робочі розчини в йодометрії. Крохмаль як індикатор. Йодометричне визначення арсенітів, сульфітів, купрум, йоду, кислот, аналіз білильного вапна.

Лабораторна робота 4 (4 год). Фотометричне визначення Fe із сульфосаліциловою кислотою методом порівняння

1. Інструктаж з техніки безпеки при роботі із електрообладнанням.
2. Ознайомлення із принципом роботи фотоколориметра
3. Фотометричне визначення Fe із сульфосаліциловою кислотою методом порівняння оптичних густин
4. Розв'язування задач з використанням закону Бугера-Ламберта-Бера

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Методи окремих наважок та піпетування в титриметрії.
2. Розв'язання задач за результатами титрування.
3. Протолітометричне титрування в неводних середовищах
4. Методи окислювально-відновного титрування. Біхроматометрія (титрант, індикатор, рівняння реакцій, перехід забарвлення, особливості визначення).
5. Броматометрія (робочі розчини, індикатор, перехід забарвлення).

Література [1, 2, 3, 4, 5, 7, 11].

ТЕМА 10. Комплексні сполуки в аналітичній хімії. (1 год).

Лекція №11. Частина 2. Використання комплексних сполук в аналізі. Комплексонометрія. Індикатори комплексонометрії.

Використання комплексних сполук в аналізі. Методи комплексонометричного титрування. Комплексонометрія. Принцип методу. Металоіндикатори в комплексонометрії. Комплексонометричне визначення загальної твердості води.

ТЕМА 11. Титрування за методом осадження. (1 год).

Лекція №12. Частина 1. Реакції, які використовують у методах осадження. Аргентометрія. Меркурометрія.

Загальна характеристика методу. Вимоги до реакцій, які використовують у методах осадження. Вплив адсорбції на точність титрування. Побудова кривих титрування. Вплив розчинності сполук, концентрації реагентів і температури на характер кривих титрування. Аргентометрія. Метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса. Пряме титрування – визначення аргентуму. Обернене титрування – визначення галогенідів та роданіду. Меркурометрія. Практичне застосування: визначення галогенідів і роданідів. Застосування адсорбційних та специфічних індикаторів в методах осадження.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Внутрішньо-комплексні сполуки та їх властивості. Основні фактори, що впливають на кількість лігандів (природа центрального іона, дентатність ліганду, просторові фактори тощо).
2. Основні органічні реагенти, що застосовуються в аналізі: 8-оксихінолін, диметілгліоксим, дитизон.
3. Комплексонометричне визначення іонів металів. Переваги методу. Індикатори.
4. Розв'язання задач за результатами комплексонометричного титрування.

Література [1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11].

ТЕМА 12. Фізико-хімічні методи аналізу. Оптичні методи аналізу (4 год)

Лекція №12. Частина 2. Спектри електромагнітного випромінювання, основні його характеристики.

Спектри електромагнітного випромінювання, основні його характеристики (довжина хвилі, частота, хвильове число). Ділянки спектра, які використовують в аналізі.

Лекція №13. Спектрофотометричний аналіз. Реакції, що використовуються у фотометрії. Основний закон світлопоглинання.

Спектрофотометричний аналіз. Основні величини, що характеризують поглинання світла речовиною. Основний закон світлопоглинання – закон Бугера-Ламберта-Бера його математичний і графічний вираз. Молярний коефіцієнт поглинання, ефективне та істинне значення молярного коефіцієнта поглинання. Причини відхилення від основного закону світлопоглинання.

Реакції, що використовуються у фотометрії. Фактори, що впливають на вихід забарвленого продукту. Способи визначення концентрації речовини у фотометрії. Застосування фотометрії для визначення деяких елементів (заліза, мангану і ін.).

Лекція №14. Частина 1. Полуменева фотометрія. Види полуменевої фотометрії. Фізико-хімічні процеси в полум'ї.

Полуменева фотометрія. Теоретичні основи. Види полуменевої фотометрії – атомно-адсорбційний та атомно-емісійний аналіз. Полум'я та його характеристика. Фізико-хімічні процеси в полум'ї. Вплив різних факторів на інтенсивність випромінювання і поглинання в

полум'ї. Застосування полуменевої фотометрії для визначення деяких елементів (калію, натрію).

Метрологічні характеристики оптичних методів аналізу.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Спектрофотометричне визначення металів та неметалів.
2. Нефелометрія і турбідиметрія. Закони Релея.
3. Розв'язування задач за результатами спектрофотометричного аналізу.

Література [1, 2, 6, 7, 8, 10, 12].

ТЕМА 13. Електрохімічні методи аналізу (3 год)

Лекція №14. Частина 2. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія. Прямая потенціометрія і потенціометричне титрування. Класифікація і характеристика електродів.

Класифікація і загальна характеристика електрохімічних методів аналізу.

Потенціометрія. Теоретичні основи. Прямая потенціометрія і потенціометричне титрування. Класифікація і характеристика електродів. Індикаторні електроди і електроди порівняння. Електроди I-го і 2-го роду. Залежність електродного потенціалу від концентрації іону в розчині. Потенціометричне титрування. Стрибок потенціалу на кривих титрування і вплив деяких факторів на величину стрибка. Практичне застосування потенціометрії. Іонометрія, використання методу при аналізі складних біологічних об'єктів.

Лабораторна робота 5 (4 год). Потенціометричне визначення рН

1. Ознайомлення із будовою рН-метра.
2. Калібрування рН-метра за допомогою буферних розчинів.
3. Вимірювання рН водопровідної води.
4. Приготування до модульної роботи.
5. Модульна робота.

Лекція №15. Вольтамперометрія. Класична полярографія, рівняння Ільковича.

Вольтамперометрія. Теоретичні основи. Ртутний крапельний електрод. Поляризація електрода. Вольтамперометрична крива та умови її одержання. Ємісійний, міграційний та дифузійний струми. Граничний дифузійний струм. Класична полярографія, рівняння Ільковича. Рівняння полярографічної хвилі, графічна обробка полярографічної хвилі. Якісний та кількісний полярографічний аналіз. Метрологічні характеристики методу.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Рівноважні і нерівноважні електрохімічні системи. Електрохімічний ланцюг.
2. Кулонометрія, електрогравіметрія та кондуктометрія

Література [1, 2, 6, 7, 8, 10, 12].

ТЕМА 14. Методи розділення. Екстракція. Хроматографія. (2 год)

Лекція №16. Основні методи розділення та концентрування в аналізі. Хроматографія, основні принципи методу. Види хроматографії.

Основні методи розділення та концентрування, їх вибір. Константа розподілу, ступінь екстракції, фактор розділення, коефіцієнт концентрування.

Хроматографія, основні принципи методу. Види хроматографії (іонообмінна, рідинна, розподільча, газорідинна). Іонообмінна хроматографія. Константа іонного обміну. Коефіцієнт селективності. Тонкошарова хроматографія. Застосування хроматографічних методів у аналізі.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Хроматограма, параметри для якісного і кількісного аналізу.

Література [1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12].

Завдання до модульної роботи**Типова модульна робота****Титриметрія**

1. В чому полягає суть титриметричного методу аналізу?
2. Індикатори в методі кислотно-основного титрування. Які вимоги ставляться до них?
3. Метод перманганатометрії. Які вихідні речовини використовуються в цьому методі. Напишіть рівняння реакції.
4. Комплексонометричне визначення твердості води.
5. Визначити N і T 20% розчину H_2SO_4 , а також титр її по CaO ($\rho_{H_2SO_4} = 1,140$).

Фізико-хімічні методи аналізу

1. Вибрати прилади фотометрії:
 - А) гальванометр
 - Б) фотоколориметр
 - В) полярограф
 - Г) спектрофотометр.
2. Розрахувати, яку мінімальну масу феруму (III) (у мг) можна визначити за реакцією з сульфосаліциловою кислотою в аміачному середовищі при використанні кювети з товщиною шару 5 см; об'єм забарвленого розчину дорівнює 20 мл; коефіцієнт молярного поглинання дорівнює 4000 л/(моль·см); мінімальна оптична густина, яка вимірюється приладом, становить 0,011.
3. Скляний електрод, який використовується для визначення кислотності середовища належить до електродів:
 - А) першого роду;
 - Б) порівняння;
 - В) індикаторних;
 - Г) допоміжних;
 - Д) інертних.

Запитання до модуля по протолітометрії, комплексонометрії та редоксиметрії

1. В чому полягає суть титриметричного методу аналізу?
2. Індикатори в методі кислотно-основного титрування. Які вимоги ставляться до них?
3. Метод перманганатометрії. Які вихідні речовини використовуються в цьому методі. Напишіть рівняння реакції.
4. Комплексонометричне визначення твердості води.
5. Які вимоги ставляться до реакцій, які використовуються в титриметрії?
6. Іонно-хромофорна теорія індикаторів.
7. Що таке стандартний окислювально-відновний потенціал?
8. Перманганатометричне визначення заліза.
9. Як класифікується титриметричний метод аналізу по характеру хімічної реакції.
10. Що таке інтервал переходу індикатора. Що таке рТ індикатора кислотно-основного титрування?
11. Які фактори впливають на окислювально-відновний потенціал?
12. Стандартизація розчину перманганату калію.
13. Як класифікується титриметричний метод аналізу по способу титрування?
14. Криві титрування в методі кислотно-основного титрування. Наведіть приклад. Що таке скачок титрування?

15. Константа рівноваги реакцій окиснення-відновлення. Як розраховується K ?
16. Стандартизація розчину NaOH в методі кислотно-основного титрування.
17. Що таке первинні та вторинні стандарти? Що таке фіксанали?
18. Побудувати криву титрування сильної кислоти сильною основою.
19. Індикатори методів редоксиметрії.
20. Охарактеризуйте метод комплексонометрії
21. Яким вимогам повинні відповідати речовини, що використовуються як первинні стандарти?
22. Побудувати криву титрування слабої кислоти сильною основою.
23. Що таке показник титрування і рТ окисно-відновних індикаторів?
24. Метод йодометрії. Дайте коротку характеристику.
25. Які способи вираження концентрації використовуються в титриметрії?
26. Які індикаторні похибки методу кислотно-основного титрування?
27. Криві титрування в редокс-методах. Наведіть приклади.
28. Йодометричне визначення міді.
29. Що таке точка еквівалентності і що таке кінцева точка титрування?
30. Побудувати криву титрування слабої основи сильною кислотою.
31. Похибки в редоксметодах. Наведіть приклади.
32. Стандартизація розчину тіосульфату натрію у йодометрії.
33. Яка точність вимірювання об'єму в титриметрії? Які типи піпеток та бюреток застосовують в титриметрії.
34. За яких умов на кривій титрування поліпротного протоліту будуть чітко спостерігатися кілька стрибків титрувань?
35. Перманганатометричне визначення пероксиду.
36. Стандарти методу комплексонометрії.
37. Які види індикаторів використовують в титриметричному аналізі залежно від типу хімічної реакції, що лежить в основі методу?
38. В чому суть методу ацидометрії?
39. Які величини відкладають на осях абсцис і ординат на кривій титрування в методі редоксиметрії?
40. Для визначення яких речовин використовують метод йодометрії? Чому?
41. В чому суть оберного титрування і коли його застосовують?
42. Які речовини використовують для стандартизації розчинів кислот?
43. Від чого залежить величина стрибка титрування в методі редоксиметрії.
44. Чому йодометричне титрування не можна застосовувати для титрування в сильноокислому та лужному середовищах.
45. В чому суть титрування по залишку? Навести приклади.
46. Які речовини використовують для стандартизації розчинів основ?
47. Чому Калій перманганат не може бути первинним стандартом методі перманганатометрії?
48. Визначення іонів металів методом комплексонометрії
49. Який вид титриметричного аналізу є найселективнішим? Для яких вмістів визначуваного компонента використовують титриметричні методи аналізу?
50. В чому суть методу алкаліметрії?
51. Побудувати криву титрування 0,1 М феруму (II) 0,1 М перманганатом.
52. Що таке металохромні індикатори?
53. Що таке вторинні стандарти в титриметрії?
54. Навести приклади та дати характеристику найбільш широко вживаних кислотно-основних індикаторів.
55. Для визначення яких речовин використовують метод перманганатометрії? Чому?
56. Основні умови яким повинні відповідати індикатори в методі комплексонометрії

4. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин			
		Лек	Лаб	Пр	Сам. роб.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Хімічна рівновага в гомогенній системі»					
1	Вступ. Предмет аналітичної хімії	1	10		2
2	Підготовка проби та вибір методу аналізу	1			1
3	Рівновага в гомогенній системі	6			5
Колоквіум 1					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Рівновага в гетерогенній системі. Гравіметрія»					
4	Рівновага між твердою фазою і розчином.	4	8		2
5	Кінетика утворення осаду. Гравіметричний аналіз	2			1
6	Метрологічні основи аналітичної хімії	1			2
Колоквіум 2					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. «Титриметричні методи аналізу Фізико-хімічні методи аналізу»					
7	Титриметричний аналіз	2			1
8	Протолітометрія (кислотно-основне титрування)	2	6		1
9	Окисно-відновне титрування.	2			3
10	Комплексні сполуки в аналітичній хімії.	1			2
11	Титрування за методом осадження.	1			1
12	Фізико-хімічні методи аналізу. Оптичні методи аналізу	4	4		3
13	Електрохімічні методи аналізу	3	4		1
14	Методи розділення. Екстракція. Хроматографія	2			1
Модульна контрольна робота 3					
Всього		32	32		26

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть год
1	Виявлення катіонів та аніонів в суміші солей	10
2	Протолітометрія. Визначення кислоти та проведення метрологічної обробки результатів	8
3	Комплексонометричне визначення металів або твердості води	6
4	Фотометричне визначення Fe із сульфосаліциловою кислотою методом порівняння	4
5	Потенціометричне визначення рН	4

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-сть год
1	Якісний аналіз. Класифікація катіонів згідно кислотно-основної та сульфідної схеми. Написання реакцій катіонів з груповими, загальними і вибірковими реагентами, які не виконуються під час лабораторних робіт	1
2	Написання реакцій аніонів з груповими, загальними і вибірковими реагентами, які не виконуються під час лабораторних робіт	1
3	Пробовідбір і пробопідготовка об'єктів навколишнього середовища.	1
4	Розв'язання задач на способи вираження концентрації речовини у розчині.	1
5	Стан речовини в ідеальних та реальних системах	1
6	Рівняння матеріального балансу всіх форм речовини у розчині	1
7	Розрахунок мольної частки речовини у розчині	1
8	Розв'язування задач на обчислення рН водних розчинів пролітів	1
9	Особливості утворення колоїдно-дисперсних систем та їх використання в хімічному аналізі	1
10	Розв'язання задач на знаходження добутку розчинності та розчинності осадів при дії різних чинників.	1
11	Розв'язання задач з гравіметрії.	1
12	Вимоги до метрологічної оцінки залежно від об'єкта і мети аналізу	1
13	Розв'язання задач на статистичну обробку результатів аналізу	1
14	Методи окремих наважок та піпетування в титриметрії	1
15	Розв'язання задач за результатами титрування.	1
16	Протолітометричне титрування в неводних середовищах	1
17	Методи окислювально-відновного титрування. Біхроматометрія (титрант, індикатор, рівняння реакцій, перехід забарвлення, особливості визначення)	1
18	Внутрішньо-комплексні сполуки та їх властивості. Основні фактори, що впливають на кількість лігандів (природа центрального іона, дентатність ліганду, просторові фактори тощо)	1
19	Основні органічні реагенти, що застосовуються в аналізі: 8-оксихінолін, диметілглюксим, дитизон тощо.	1
20	Комплексонометричне визначення іонів металів. Переваги методу. Індикатори	1
21	Розв'язання задач за результатами комплексонометричного титрування	1
22	Спектрофотометричні методи визначення металів та неметалів.	1
23	Нефелометрія і турбідиметрія. Закони Релея	1
24	Розв'язування задач за результатами спектрофотометричного аналізу.	1
25	Кулонометрія, електрогравіметрія та кондуктометрія	1
26	Хроматограма, параметри для якісного і кількісного аналізу.	1
	Всього	26

7. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Протягом семестру кожен студент отримує як індивідуальні завдання два комплекти задач для самостійного розв'язування, згідно з темами, які вивчаються у відповідних модулях. Оцінка за виконання домашнього завдання враховується у загальну суму балів, набрану студентом за семестр.

8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуються такі методи навчання:

- а) *словесні* – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт;
- б) *наочні* – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами, графіками та демонстрація хімічних дослідів на лабораторних заняттях;
- в) *практичні* – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи з використанням спеціального обладнання та за визначеною технологією для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень та формування вмінь і навичок виконання лабораторних досліджень різноманітних об'єктів; розв'язування задач для якнайповнішого засвоєння і закріплення теоретичного матеріалу.

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Контроль вивчення даного курсу ведеться шляхом контрольних опитувань з теоретичних питань, а також за результатами практичного виконання і захисту лабораторних робіт.

Навчальна дисципліна "Хімія аналітична" оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з **3** змістовних модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

Модульний контроль включає **3** змістові модулі а в сумі підсумковий модуль, за які студент може отримати 20 – 34 балів за перший та другий модуль, 11-32 балів за третій модуль.

Загалом за семестр: 2 колоквиуми, одна модульна контрольна робота, 2 домашні завдання, 5 лабораторних робіт.

Змістовий модуль 1

Максимальна кількість балів – **34**. Передбачається проведення зі студентами **2** лабораторних занять, написання **1** колоквиуму на тему «Хімічна рівновага в гомогенній системі», написання домашнього завдання (розрахункові задачі).

Виконання кожної **лабораторної роботи** оцінюється в **8** балів,
написання колоквиуму – **12** балів,
домашнє завдання – **6** балів.

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0 – 4** бали (**1** – незадовільно, **2** – задовільно, **3** – добре, **4** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **0,5** – неохайне оформлення, **1** – охайно, хімізм, методика і результати);
- виконання навчальної задачі: **0 – 3** балів (**1** – невірно (не виконано), **2** – вірно, здано з 2 спроби, **3** – вірно, здано з 1 спроби).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 1:

12 (колоквиум) + **16** (лабораторні роботи) + **6** (самостійна робота) = **34** бали.

Змістовий модуль 2

Максимальна кількість балів – **34**. Передбачається проведення зі студентами **2** лабораторних занять, написання **1** колоквиуму на тему «Рівновага в гетерогенній системі. Гравіметрія», написання домашнього завдання (розрахункові задачі).

Виконання кожної **лабораторної роботи** оцінюється в **8** балів,
написання колоквиуму – **12** балів,
домашнє завдання – **6** балів.

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0 – 4 бали** (**1** – незадовільно, **2** – задовільно, **3** – добре, **4** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0 – 1 бали** (**0** – незадовільно, **0,5** – неохайне оформлення, **1** – охайно, хімізм, методика і результати);
- виконання навчальної задачі: **0 – 3 балів** (**1** – невірно (не виконано), **2** – результат з помилкою, трохи більшою за допустиму, **3** – результат з допустимою помилкою).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

12 (колоквіум) + **16** (лабораторні роботи) + **6** (самостійна робота) = **34** бали.

Змістовий модуль 3

Максимальна кількість балів – **32**. Передбачається проведення зі студентами **1** лабораторної роботи, написання **1** модульної контрольної роботи з теми «Титриметричні методи аналізу Фізико-хімічні методи аналізу».

Виконання кожної лабораторної роботи – **8** бали,
написання модульної контрольної роботи – **24** балів,

Оцінка за лабораторну роботу (див. модуль 2).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 3:

24 (модульна контрольна робота) + **8** (лабораторна робота) = **32** бали.

10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЩО ПРИСВОЮЄТЬСЯ СТУДЕНТАМ

Дисципліна закінчується формою контролю «залік», для допуску до здачі якого студент протягом семестру повинен одержати не менше 51 бали, при умові, що ним відроблені і захищені всі лабораторні роботи та здані всі змістовні модулі. За семестр студент максимально може отримати 100 балів.

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ECTS	Оцінка в балах	За національною шкалою		
		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку		Залік
A	90 – 100	5	Відмінно	Зараховано
B	81-89	4	Дуже добре	
C	71-80		Добре	
D	61-70	3	Задовільно	
E	51-60		Достатньо	
FX	21-50	2	Незадовільно	Не зараховано
F	1-20		Незадовільно (без права перездачі)	Не зараховано (без права перездачі)

Поточне тестування та самостійна робота											Сума (залік)		
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		T12	T13
20-34			20-34			11-32					51-100		

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав за два змістові модулі сумарну оцінку **менше ніж 51 бал (підсумкових)** і **не виконав хоча б одну лабораторну роботу**, то він/вона не допускається до заліку, оскільки не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр.

1. Денна форма навчання

Навчальна дисципліна "Хімія аналітична" оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з трьох змістовних модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою, які студент може отримати продовж семестру.

Модульний контроль включає три змістові модулі а в сумі підсумковий модуль, за які студент може отримати 20–34 бали за перший та другий модуль, 11–32 бали за третій модуль.

№	Змістовний модуль	Види контролю	К-ть видів	Сума балів
1	Хімічна рівновага в гомогенній системі	Колоквіум	1	8–12
		Лабораторна робота	2	8–16
		Домашнє завдання	1	4–6
2	Рівновага в гетерогенній системі. Гравіметрія.	Колоквіум	1	8–12
		Лабораторна робота	2	8–16
		Домашнє завдання	1	4–6
3	Титриметричні методи аналізу Фізико-хімічні методи аналізу	Модульна робота	1	7–24
		Лабораторні роботи	1	4–8

Рейтингова оцінка контролю знань студентів (у балах)

№	Вид контролю	К-ть форм контролю	Межі балів	Сумарний бал
1	Виконання і захист лабораторних робіт	5	4–8	20–40
2	Колоквіум	2	8–12	16–24
3	Домашнє завдання	2	4–6	8–12
4	Модульна робота	1	7-24	7–24
	Σ балів за всіма формами контролю			51–100

Політика нарахування балів

Оцінка за колоквіум визначається сумою набраних балів за правильні відповіді на теоретичні питання і правильно розв'язані задачі. У білеті для контрольного опитування для кожного питання зазначається відповідний бал, який студент може отримати за правильну відповідь. Сумарно за колоквіум студент може отримати від 8 до 12 балів. Якщо отримана кількість балів менша ніж 8, то оцінка не зараховується, а контрольну роботу студент складає повторно.

Оцінка за модульну роботу визначається сумою набраних балів за відповіді на 4 питання та два тестові завдання, правильно розв'язані задачі (дві), що містяться в білеті. За одне теоретичне питання студент може отримати до 3 бали (3 – повна відповідь на питання з наведенням необхідних формул та рівнянь реакцій; 2 – повна відповідь на питання з окремими несуттєвими помилками і неточностями; 1 – часткова відповідь на питання за відсутності грубих помилок), за розв'язану задачу студент може отримати до 4 балів (4 – задача розв'язана правильно; 3 – задача в цілому розв'язана, проте допущено окремі незначні помилки у запису формул і рівнянь; 2 – часткова відповідь на питання за відсутності грубих помилок, задача не розв'язана до кінця; 1 – часткова відповідь на питання за внаслідок грубих помилок, задача не розв'язана до кінця) а за тестове завдання 2 бали. Сумарно за модульну роботу студент може отримати від 11 до 24 бали. Якщо отримана кількість балів менша ніж 11, то оцінка не зараховується, а контрольну роботу студент складає повторно.

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється па підставі результату виконання роботи та її захисту. Критерії оцінювання результату роботи такі. Для робіт з виявлення речовин результат вважається добрим, якщо перевиявлено (недовиявлено) не більше одного іона, задовільним – не більше двох іонів, незадовільним – більше двох іонів. Для робіт з кількісного визначення речовин результат вважається добрим, якщо відносна похибка визначення не

перевищує 2 %, задовільним – відносна похибка визначення є в межах 2-5 %, незадовільним – більше 5 %. Робота з незадовільним результатом не зараховується і повинна бути переробленою.

На захист лабораторної роботи виносяться теоретичні основи роботи та методика її виконання. Критерії оцінювання захисту роботи такі: захист вважається відмінним при безпомилковому знанні теоретичних основ і методики виконання роботи, добрим – при допущенні несуттєвих помилок або неточностей, задовільним – при допущенні окремих значних помилок, незадовільним – при відсутності розуміння теоретичних основ та методики роботи.

Таблиця 1. Рейтингове оцінювання виконання та захисту лабораторної роботи

Результат виконання	Захист	Бал
відмінний, добрий	відмінний	7
задовільний	відмінний	6
відмінний	добрий	6
відмінний, добрий	задовільний	5
добрий	добрий	6
задовільний	добрий	5
задовільний	задовільний	4
відмінний, добрий або задовільний	незадовільний	3

Крім того оцінка за лабораторну роботу включає в себе оформлення протоколу: 0 – 1 бал (0,5 – незадовільно, 1 – охайно, хімізм, методика і результати)

Домашнє завдання складається з розрахункових задач та теоретичних питань. Студент повинен представити зошит з розв'язанням задач та захистити домашнє завдання. При захисті студенту пропонується розв'язати одну-дві задачі, подібні до задач домашнього завдання. Критерії оцінювання захисту домашнього завдання такі: захист вважається відмінним при безпомилковому знанні теоретичних основ і розв'язанні запропонованих задач; добрим – при допущенні несуттєвих помилок або неточностей у розв'язанні, наприклад, при обчисленні; задовільним – при допущенні окремих значних помилок, а також при розв'язуванні задач після додаткового пояснення викладача; незадовільним – при відсутності розуміння теоретичних основ та методики розв'язання задач.

Таблиця 2. Рейтингове оцінювання виконання та захисту домашнього завдання

Результат виконання	Захист	Бал
відмінний, добрий	відмінний	6
відмінний, добрий	добрий	5
відмінний, добрий	задовільний	4
відмінний, добрий	незадовільний	3
задовільний	незадовільний	2
задовільний	відмінний, добрий	4
задовільний	задовільний	3

2. Заочна форма навчання.

Контроль вивчення даного курсу ведеться за результатами однієї модульної контрольної роботи та за результатами практичного виконання і захисту чотирьох лабораторних робіт.

Дисципліна закінчується формою контролю «залік». За семестр студент максимально може отримати 100 балів. До заліку допускають студента, який набрав протягом вивчення курсу ≥ 51 бал, при умові, що ним відроблені і захищені всі лабораторні роботи та написана контрольна робота.

Курс поділяється на 2 змістовні модулі.

№	Модуль	Види контролю	К-ть видів	Сума балів
1	Хімічна рівновага в гомогенній системі та гетерогенній системах. Гравіметрія.	Лабораторна робота	3	30
		Домашнє завдання	1	12
2	Титриметричні методи аналізу Фізико-хімічні методи аналізу	Лабораторна робота	1	10
		Контрольна робота (модульна)	1	48

Рейтингова оцінка контролю знань студентів (у балах)

№	Вид контролю	К-ть форм контролю	Макс. бал	Сумарний бал
1	Виконання і захист лабораторних робіт	4	5–10	20–40
2	Домашнє завдання	1	6–12	6–12
3	Контрольна робота (модульна)	1	25–48	25–48
	Σ балів за всіма формами контролю			51–100

Політика нарахування балів

Оцінка за модульну контрольну роботу визначається сумою набраних балів за відповіді на 8 контрольних питань та задач. За одне теоретичне питання або розв'язану задачу студент може отримати до 6 балів (6 – повна відповідь на питання з наведенням необхідних формул та рівнянь реакцій, задача розв'язана правильно; 4 – повна відповідь на питання з окремими несуттєвими помилками і неточностями, задача в цілому розв'язана, проте допущено окремі незначні помилки у запису формул і рівнянь; 2 – часткова відповідь на питання за відсутності грубих помилок, задача не розв'язана до кінця). Сумарно за модульну роботу студент може отримати до 48 балів. Якщо отримана кількість балів менша ніж 25, то оцінка не зараховується, а контрольну роботу студент складає повторно.

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється па підставі результату виконання роботи та її захисту. Критерії оцінювання результату роботи такі. Для робіт з виявлення речовин результат вважається добрим, якщо перевиявлено (недовиявлено) не більше одного іона, задовільним – не більше двох іонів, незадовільним – більше двох іонів. Для робіт з кількісного визначення речовин результат вважається добрим, якщо відносна похибка визначення не перевищує 2 %, задовільним – відносна похибка визначення є в межах 2-5 %, незадовільним – більше 5 %. Робота з незадовільним результатом не зараховується і повинна бути переробленою.

На захист лабораторної роботи виносяться теоретичні основи роботи та методика її виконання. Критерії оцінювання захисту роботи такі: захист вважається відмінним при безпомилковому знанні теоретичних основ і методики виконання роботи, добрим – при допущенні несуттєвих помилок або неточностей, задовільним – при допущенні окремих значних помилок, незадовільним – при відсутності розуміння теоретичних основ та методики роботи.

У таблиці нижче наведено критерії оцінювання лабораторних робіт.

Окрім того, оцінка за лабораторну роботу включає в себе додатковий бал за оформлення протоколу: 2 бали – робота оформлена охайно, наведено хімізм процесу, методику і результати; 1 бал – робота оформлена з помилками, не наведено окремих реакцій чи усіх обчислень; 0 балів – протокол не оформлено належним чином або з низкою грубих помилок.

Рейтингове оцінювання виконання та захисту лабораторної роботи

Результат виконання	Захист	Бал
відмінний, добрий	відмінний	8
задовільний	відмінний	7
відмінний	добрий	6
відмінний, добрий	задовільний	5

добрий	добрий	6
задовільний	добрий	5
задовільний	задовільний	4
відмінний, добрий або задовільний	незадовільний	3

Домашнє завдання складається з 6 розрахункових задач та теоретичних питань. Студент повинен представити зошит з розв'язанням задач та захистити домашнє завдання. При захисті студенту пропонується розв'язати одну-дві задачі, подібні до задач домашнього завдання. Критерії оцінювання виконання та захисту домашнього завдання такі: робота здана на відмінно (12 балів) при безпомилковому знанні теоретичних основ і розв'язанні запропонованих задач; на добре (8 балів) – при допущенні несуттєвих помилок або неточностей у розв'язанні, наприклад, при обчисленні; на задовільно (6 балів) – при допущенні окремих значних помилок, а також при розв'язуванні задач після додаткового пояснення викладача; незадовільним (4 бали) – при відсутності розуміння теоретичних основ та методики розв'язання задач.

11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. *Коркуна О.Я.* Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни “Аналітична хімія” для студентів біологічного факультету / О.Я.Коркуна, Б.М. Стельмахович – Львів : Малий вид. центр фіз. та хім. ф-тів ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 70 с.
2. Електронний конспект лекцій “Хімія аналітична”.
3. *Ломницька Я., Чабан Н., Кузьма Ю.* Лабораторний практикум з аналітичної хімії. –Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. -231 с.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література:

2. *Кузьма Ю., Ломницька Я., Чабан Н.* Аналітична хімія. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, –2001 – 298 с.
3. *Ломницька Я., Чабан Н., Кузьма Ю.* Лабораторний практикум з аналітичної хімії. –Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. –231 с.
4. *Алемасова А.С., Зайцев В.М., Єнальєва Л.Я. та ін.* Аналітична хімія: підручник для вищих навчальних закладів / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: “Ноулідж”, 2010. – 417 с.
5. Аналітична хімія. Якісний аналіз: Навч.-метод. посіб. (ВНЗ III–IV р. а.). / Рева Т.Д., Чихало О.М., Зайцева Г.М. та ін. — К., 2017. — 280 с.
6. *Мідяний С.* Аналітична хімія: навч. посібник / С. Мідяний, О. Мицук, І. Антонишин. – Львів: ЛНУВМБ, 2009. – 368 с.
7. *Циганок Л.П.* Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу : навчальний посібник / Л. П.Циганок, Т. О.Бубель, А. Б.Вишнікін, О. Ю.Вашкевич; [за ред. проф. Л.П.Циганок]. – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О. Гончара, 2014, . – 252 с.
8. *Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В.* Аналітична хімія. К. 1982. 544с.
9. *Бабко А.К., П'ятницький І.В.* Кількісний аналіз. К. 1974. 352с.
10. *Федущак Н.К., Калібабчук В.О.* та ін. Аналітична хімія. – К.: Нова книга. – 2012. – 640 с.
11. *Масленко С.Н., Величко В.В., Великонська Н.М., Перескока В.В.* Аналітична хімія і методи аналізу: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. –162 с.

Додаткова література:

1. *Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О.* Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. –Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. –362 с.

2. Аналітична хімія. Інструментальні методи аналізу: навч. Посібник /А.Г. Матвієнко, О.М. Глушкова, О.В. Новобранова. – Донецьк: вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2010. – 327 с.
3. *Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В.*. Аналітична хімія природного середовища. В-во "Либідь", 1996, 304 с.
4. Аналітична хімія. Практикум: навч. посіб. для студ. вищих фармацев. навч. заклад. і фармацев. ф-тів вищих мед. навч. закладів / Т. Д.Рева, В. Л. Сліпчук, Г. М.Зайцева [та ін.]. – Вінниця: Нова Книга, 2012. –352 с.
5. Аналітична хімія: підручник для студентів напряму “Фармація” і “Біотехнологія” вищих навчальних закладів / Н.К. Федущак, Ю.І. Бідниченко, С.Ю. Крамаренко, В.О. Калібабчук [та ін.] – Вінниця: Нова Книга, 2012. – 640 с.
6. *Болотов В.В., Свечнікова О.М., Голік М.Ю. та ін.* Аналітична хімія: якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / За ред. проф. В. В. Болотова. – Вінниця: Нова Книга, 2011. – 424 с.
7. *Болотов В.В., Свечнікова О.М., Колісник С.В., Жукова Т.В. та ін.* Аналітична хімія: Навч. посіб. Для фармацев. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / Під ред. В.В. Болотова. – Х.: Вид-во НФаУ, 2004.– 480 с.
8. *Величко В. В.* Аналітична хімія : Навч. посібник / В. В. Величко, Н. М. Великонська, В. В. Перескока – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 122 с.
9. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу : навчальний посібник [Т.А. Пальчевська, А.П. Строкань, Г.В. Тарасенко та ін.]. – К. : КНУТД, 2013. . – 237с.
10. *Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф.* Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 365 с.
11. *Більченко М.М.* Аналітична хімія. Задачі та вправи: навчальний посібник / Більченко М.М., Пшеничний Р.М. – Суми: Університетська книга, 2015. – 205 с.
12. Методичні вказівки до розв’язку типових задач з курсу “Аналітична хімія” для студентів напряму підготовки 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / Уклад.: Л.І. Бутченко, О.П. Хохотва, О.М. Терещенко – К.: "Політехніка", 2010. – 56 с.
13. Розв’язування задач з аналітичної хімії. Частина 1. Рівновага в гомогенній системі / Укл. І.О. Пацай. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2006. –34 с.
14. Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science / Ed. by R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, M. Valcarcel, H.M. Widmer. – UK: Wiley, 2004. – 1181 p.
15. *Harris D. C.* Quantitative chemical analysis, 8th Edition. – W.H. Freeman, 2010. – 892 p.
16. *Skoog D. A., West D. M., Holler F. J., Crouch S. R.* Fundamentals of Analytical Chemistry, 9th edition. – Brooks/Cole, 2014. – 1090 p.

Рейтингова оцінка знань

з нормативної навчальної дисципліни “ Хімія аналітична ” для студентів біологічного факультету

(І курс – бакалаври, ІІ семестр)

Загальна кількість годин 120 (лекцій – 32, лабораторних робіт – 32, самостійна робота 56).

Кількість кредитів за курс – 4.

Курс поділяється на три змістовні модулі, за перший та другий із яких студент може отримати 20 – 34 бали, за третій модуль 11-32 бали, а разом це 100 балів.

№	Модуль	Види контролю	К-ть видів	Сума балів
№	Змістовний модуль	Види контролю	К-ть видів	Сума балів
1	Хімічна рівновага в гомогенній системі	Колоквіум	1	8–12
		Лабораторна робота	2	8–16
		Домашнє завдання	1	4–6
2	Рівновага в гетерогенній системі. Гравіметрія.	Колоквіум	1	8–12
		Лабораторна робота	2	8–16
		Домашнє завдання	1	4–6
3	Титриметричні методи аналізу Фізико-хімічні методи аналізу	Модульна робота	1	7–24
		Лабораторні роботи	1	4–8

Рейтингова оцінка контролю знань студентів (у балах)

№	Вид контролю	К-ть форм контролю	Межі балів	Сумарний бал
1	Виконання і захист лабораторних робіт	5	4–8	20–40
2	Колоквіум	2	8–12	16–24
3	Домашнє завдання	2	4–6	8–12
4	Модульна робота	1	7-24	7–24
	Σ балів за всіма формами контролю			51–100

До заліку допускають студента, який набрав протягом вивчення курсу ≥ 51 бали, при умові, що ним відроблені і захищені всі лабораторні роботи та здані всі змістовні модулі. При отриманні відповідної суми балів студент претендує на певну оцінку:

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ECTS	Оцінка в балах	За національною шкалою		
		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку		Залік
A	90 – 100	5	Відмінно	Зараховано
B	81-89	4	Дуже добре	
C	71-80		Добре	
D	61-70	3	Задовільно	
E	51-60		Достатньо	
FX	21-50	2	Незадовільно	Не зараховано
F	1-20		Незадовільно (без права перездачі)	Не зараховано (без права перездачі)

Склали

доцент Коркуна О.Я.