

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

« 06 » 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

для здобувачів освіти

галузь знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
освітній ступінь **“бакалавр”**
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	IV
Кількість кредитів ECTS	9
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач (лектор): доц. **Тананайко Оксана Юріївна**

Пролонговано: на **2023/2024** н.р. _____ (_____) «____» _____ 20__ р.
на **2024/2025** н.р. _____ (_____) «____» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

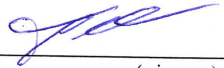
Розробники¹:

Запорожець Ольга Антонівна, доктор хімічних наук, професор
Тананайко Оксана Юріївна, зав. кафедрою аналітичної хімії, доктор
хімічних наук, доцент

Зінько Ліонель Степанівна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент
Іщенко Микола Володимирович, доцент, кандидат хімічних наук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри аналітичної хімії

 (Оксана ТАНАНАЙКО)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол №12 від “22” червня 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від “29” червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  (Олександр РОЇК)

¹Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (радї навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни «Інструментальні методи аналізу» є ознайомлення з теоретичними основами і практикою інструментальних методів аналізу.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основи загальної та неорганічної хімії, основи рівноваг у розчинах, основи хімічного аналізу (титриметрії) та основи вищої математики.
2. Вміти складати хімічні рівняння та проводити хімічні розрахунки з використанням базових формул, працювати з обчислювальною технікою (калькулятор) .
3. Володіти навичками роботи у хімічній лабораторії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Курс «Інструментальні методи аналізу» присвячений поглибленому вивченню теоретичних основ фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, а також опануванню практичних навичок роботи у лабораторії кількісного аналізу, в тому числі з використанням необхідного для проведення процедури визначення мікрокомпонентів класичного та сучасного аналітичного обладнання. Основна увага приділяється електрохімічним, спектроскопічним (методи атомної абсорбційної та емісійної спектроскопії, методам молекулярної абсорбційної та молекулярної емісійної спектроскопії), методам концентрування та відокремлення мікрокомпонентів від матриці, а також хроматографічним методам аналізу (розглядаються основи газової та високоефективної рідинної хроматографії)

4. Завдання вивчення дисципліни: формування у студентів теоретичних знань про основи фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, розуміння ними можливостей, переваг та обмежень фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, вміння застосовувати їх для аналізу об'єктів неорганічної та органічної природи, вміння обрати метод аналізу відповідно до об'єкту, аналізу та вимог аналізу.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

Загальні компетентності: Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2); Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5).

Спеціальні (фахові) компетентності: Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК1); Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії

(СК3); Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (СК4); Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК8); Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.(СК10).

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Код</i>	<i>Результати навчання (1.Знати; 2. Уміти; 3. Комунікація; 4. Автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання *</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
1. Знання				
1.1	Правила техніки роботи у аналітичній лабораторії, правила проведення якісного аналітичного експерименту за описом методики з використанням спеціального лабораторного обладнання.	Лекції, лабораторні самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.2	Теоретичні основи електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу; можливості, переваги та обмеження інструментальних методів аналізу	Лекції, лабораторні самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Способи усунення впливу сторонніх іонів, розділення і концентрування речовин при їх визначенні;	Лекції, лабораторні самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.4	Способи обробки отриманих результатів аналізу методами математичної статистики	Лекції, лабораторні самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2. Уміння				
2.1	Провести аналітичний експеримент за описом методики з використанням спеціального лабораторного обладнання.	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.2	Кількісно визначати елементи та сполуки в досліджуваних зразках з використанням електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10

<i>Код</i>	<i>Результати навчання (1.Знати; 2. Уміти; 3. Комунікація; 4. Автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання *</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
2.3	Використовувати інструментальні методи аналізу для визначення мікрокомпонентів у зразках природного та техногенного походження	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.4	Розв'язувати розрахункові задачі з електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу, з методів концентрування та пробопідготовки	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі аналітичної хімії	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-1, тК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	Лабораторні самостійні роботи	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Самостійно аналізувати та інтерпретувати інформацію лекцій і джерел літератури	Самостійна робота	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	Лабораторні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5

* поточний контроль, активність під час лекційних – **ПтК-1**, лабораторних **ПтК-2** і контроль самостійної роботи **ПтК-3**, підсумковий контроль **ПсК**

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2
P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
P02. Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.			+	+	+		+	+	+	+			
P04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.		+	+	+	+		+	+	+	+			
P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.		+	+	+	+	+	+	+	+				
P08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.		+	+	+	+	+	+	+		+		+	+
P09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.						+	+	+	+	+			
P16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.						+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

- семестрове оцінювання

1. Виконання лабораторних робіт
2. Виконання самостійних робіт
3. Аудиторне бліц-опитування
4. Виконання контрольних робіт
5. Модульні контрольні роботи

- підсумкове оцінювання – комплексний підсумковий модуль -іспит.

7.1. Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна «Інструментальні методи аналізу» оцінюється за модульно-рейтинговою системою і складається з 3 модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

Модульний контроль включає **3** змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (**іспит**).

Загалом за семестр: **3** модульні контрольні роботи, **1** поточна контрольна робота, **20** лабораторно-практичних занять, **20** лабораторних занять (включає виконання **16** лабораторних робіт, пошук даних, оформлення та захист літературної задачі.

Максимальна оцінка за семестр **60 балів**.

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів**.

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**.

Змістовий модуль 1

Максимальна кількість балів (ЗМ1) = 100 балів

Модуль включає:

Теоретичний блок: **модульна контрольна робота 1 (МКР1) (40 балів)** з теми «Електрохімічні методи аналізу»

Практичний блок:

7 лабораторних робіт (кожна по **10 балів**);

Оцінка за кожну лабораторну роботу включає в себе:

3 бали виконання , враховуючи точність (відносну похибку):

до 1% - **3**; 1,5-3% - **2**; 3,5-5% - **1**

5 балів - оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування);

2 бали протокол - оформлення протоколу:

7 лабораторно-практичних занять (в сумі **15 балів**, оцінка включає три відповіді на практичних заняттях, кожна по 5 балів),

1 поточну контрольну роботу з теми «Статистичні методи обробки результатів аналізу» (**10 балів**)

Оцінку самостійної роботи студентів (всього **10 балів**).

Максимальна кількість балів за практичний блок 1:

$$\text{СБП1} = 70 + 15 + 10 + 10 = \mathbf{105 \text{ балів}}$$

Перерахунковий коефіцієнт за практичний блок $k_1 = 0,57$

Максимальна кількість балів за практичний блок: $\text{СБП1} \times k_1 = 105 \times 0,57 = 60$ балів

Максимальна кількість балів за змістовий модуль 1: $\mathbf{ЗМ1} = 60 + 40 = 100$ балів

Перерахунковий коефіцієнт за ЗМ1 $k_2 = 0,20$

Максимальна оцінка за ЗМ 1: $\text{ОМ1} = \text{ЗМ1} \times k_2 = 100 \times 0,20 = 20$ балів

Змістовний модуль 2

Максимальна кількість балів (ЗМ2) = **100 балів**

Модуль включає:

Теоретичний блок:

МКР2 з теми «Спектроскопічні методи аналізу» (**40 балів**)

Практичний блок:

6 лабораторних робіт (кожна по **10 балів**; оцінка включає: теоретичну підготовку (5 бали), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (2 бали)) - в сумі **60 балів**.

6 лабораторно-практичних занять (загалом **15 балів**, оцінка включає три відповіді на семінарських заняттях по 5 балів кожна)

Оцінку самостійна робота студентів (**10 балів**, за розв'язування задач)

Максимальна кількість балів за практичний блок 2:

$$\text{СБП2} = 60 + 15 + 10 = \mathbf{85 \text{ балів}}$$

Перерахунковий коефіцієнт за практичний блок (k_3) 0,86

Максимальна кількість балів за практичний блок: $\text{СБП2} \times k_3 = 85 \times 0,86 = 60$ балів

Максимальна кількість балів за модуль $\mathbf{ЗМ2} = 60 + 40 = 100$ балів

Перерахунковий коефіцієнт $k_4 = 0,20$

Максимальна оцінка за змістовий модуль 2: $\mathbf{ОМ2} = \text{ЗМ2} \times k_4 = 100 \times 0,20 = 20$ балів

Змістовий модуль 3

Максимальна кількість балів (ЗМ3) = 100 балів

Модуль включає:

Теоретичний блок:

модульну контрольну роботу (МКР3) з теми «Методи пробопідготовки, концентрування, хроматографічні методи аналізу» (**40 балів**).

Практичний блок:

3 лабораторні роботи (кожна по 10 балів; оцінка включає: теоретичну підготовку (5 балів), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (2 бали)), **всього 30 балів**

6 лабораторно-практичних занять (загалом 10 балів, оцінка включає дві відповіді по 5 балів кожна)

Літературну задача - максимум **20 балів** (10 – оформлення реферату, 10 – захист)

Максимальна кількість балів за практичний блок **СБПЗ=30+10+20=60 балів**

Максимальна кількість балів за змістовий модуль 3: **ЗМЗ= 60 + 40 = 100 балів**

Перерахунковий коефіцієнт (k_3) 0,20

Максимальна оцінка за модуль 3: **ОМЗ=ЗМЗ× k_3 = 100 ×0,20 = 20 балів**

7.2. За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожний з трьох модулів у семестрі та оцінки за іспит за наступною формулою: (див. таблицю)

Розрахунок підсумкової оцінки (ПО) за семестр:

$$ПО = ОМ1 + ОМ2 + ОМ3 + КПМ$$

де КПМ – комплексний підсумковий модуль (іспит)

	Змістовий модуль 1 (ЗМ1)	Змістовий модуль 2 (ЗМ2)	Змістовий модуль 3 (ЗМ3)	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Вагові коефіцієнти	20% $k_1=0,20$	20% $k_2=0,20$	20% $k_3=0,20$	40 % $k_{\text{ісп}}=0,40$	100 %
Мінімальна кількість балів	60	60	60	60	
Максимальна кількість балів	100	100	100	100	
Мінімальна оцінка в балах	12	12	12	24	60
Максимальна оцінка в балах	20	20	20	40	100

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав за три змістовні модулі сумарну середню арифметичну оцінку менше, ніж 36 балів, а також не відпрацював хоча б одну лабораторну роботу (без поважної

причини) та не написав модульну контрольну роботу, то він /вона не допускається до іспиту і вважається таким, який не виконав усі види робіт, що передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни «Інструментальні методи аналізу».

!Оцінка за іспит **не може бути меншою 24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» від 31 серпня 2018 року

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	лабора- торні роботи	самос- тійна робота
Змістовий модуль 1. Електрохімічні методи аналізу				
1	Тема 1. Рівновага в реакціях окиснення-відновлення. Метод редоксиметрії. Статистичні методи обробки результатів аналізу.	4	17	22
	Поточна контрольна робота			
2	Тема 2. Електрохімічні методи. Методи, що ґрунтуються на рівноважних електрохімічних процесах. Потенціометрія	4	16	28
4	Тема 4. Методи, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах.	4	30	54
	Модульна контрольна робота 1			
Змістовий модуль 2. Спектроскопічні методи аналізу				
5	Тема 5. Методи атомної спектроскопії	4	14	16
6	Тема 6. Методи молекулярної спектроскопії	6	16	18
	Модульна контрольна робота 2			
Змістовий модуль 3. Методи розділення і концентрування				
7	Тема 7. Методи розділення і концентрування. Хроматографічні методи аналізу.	4	4	20
8	Тема 8. Аналіз об'єктів. Інновації в хімічному аналізі.	4	7	18
	Модульна контрольна робота 3			
	УСЬОГО	30	104 ²	136

Загальний обсяг **270 год**

в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Лабораторні роботи – **104 год**

Самостійна робота – **136 год**

²У робочій програмі навчальної дисципліни зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*). Загальна кількість годин на модуль повинна бути кратна 0,5 кредита (18 год), наприклад: 3+3,5+3,5 = 10 кредитів

Теми, що виносяться на іспит

1. Окисно- відновний потенціал та його зв'язок з концентрацією редокс пари (рівняння Нернста).
2. Фактори, що впливають на значення окисно- відновного (ОВ) потенціалу.
3. Стандартний та формальний окисно- відновний (ОВ) потенціал
4. Константа рівноваги ОВ реакції і напрямок ОВ реакції
5. Криві титрування в окисно-відновних методах аналізу.
6. Розрахунок потенціалу в точці еквівалентності.
7. Індикатори в методах окиснення-відновлення. Принцип вибору індикатора.
8. Автокаталітичні реакції в титриметрії. Застосування перманганатометрії в аналізі.
9. Титриметричне визначення пероксиду водню та ферум(II).
10. Особливості йодометрії. Області застосування йодометрії.
11. Йодометричне визначення визначення купрум(II) та аскорбінової кислоти.
12. Значущі цифри і математичні дії з ними.
13. Типи похибок в аналізі і способи їх усунення.
14. Випадкові похибки. Їх характеристика та способи оцінки.
15. Застосування титриметрії в аналізі реальних об'єктів.
16. Електрохімічні методи аналізу. Загальна характеристика. Методи, що ґрунтуються на рівноважних процесах.
17. Потенціометрія. Особливості вимірювання величини потенціалу. Електрохімічна комірка. Гальванічний елемент. ЕРС комірки.
18. Типи електродів в методі потенціометрії: індикаторні електроди (інертні, I і II роду), електроди порівняння.
19. Типи іон-селективних електродів. Класифікація за матеріалом мембрани. Електродна функція, коефіцієнт селективності.
20. Будова та принцип роботи скляного електроду.
21. Розрахунок концентрацій речовин в методі прямої потенціометрії
22. Іонна сила розчину та активність іонів. Розрахунки за методом добавок в іонометрії.
23. Визначення нітратів у продуктах харчування методом прямої потенціометрії.
24. Потенціометричне титрування. Класифікація за типом хімічної реакції. Індикаторні електроди, що застосовуються в кожному з методів.
25. Обробка кривих потенціометричного титрування. Методи встановлення кінцевої точки титрування.
26. Визначення аскорбінової кислоти методом потенціометричного титрування.
27. Застосування потенціометрії для визначення константи дисоціації слабкої кислоти (основи).
31. Процеси, що відбуваються у розчинах електролітів при проходженні електричного струму. Закони Фарадея.
32. Пряма кулонометрія при постійному потенціалі. Вимоги до реакцій, речовини, що можна визначати, обмеження методу.

33. Способи вимірювання кількості електрики в методі прямої кулонометрії, хімічні кулонометри.
34. Кулонометричне титрування при постійній силі струму. Електрогенований титрант. Методи встановлення кінцевої точки титрування. Переваги методу порівняно з класичною титриметрією.
35. Визначення аналіту за допомогою електрогенованого титранту методом кулонометричного титрування.
36. Хімічні та фізичні умови проведення електрогравіметричного аналізу.
37. Електрогравіметрія при контрольованій силі струму та потенціалі.
38. Електрогравіметричне визначення купруму у сплавах.
39. Полярографічна хвиля, її характеристика, явище концентраційної поляризації. Рівняння полярографічної хвилі.
40. Рівняння Ільковича. Якісний та кількісний полярографічний аналіз.
41. Граничний, залишковий та дифузійний струми. Роль інертного електроліту в полярографії. Максимуми I та II роду. Методи їх усунення.
42. Полярографія металів.
43. Полярографія органічних сполук
44. Методи вольтамперометрії. Інверсійна вольтамперометрія. Характеристика методу та області застосування. Умови отримання та вигляд інверсійної вольтамперної кривої.
45. Визначення рухомих форм плюмбуму(II) у ґрунтах методом інверсійної вольтамперометрії.
46. Амперометричне титрування. Переваги і недоліки у порівнянні з класичною титриметрією та полярографією. Приклади кривих амперометричного титрування.
47. Походження атомних та молекулярних спектрів випромінювання та поглинання.
48. Зв'язок між забарвленням сполуки та її будовою. Спектр поглинання забарвленої сполуки (напівширина смуги поглинання, $\lambda_{\max}$, $A_{\max}$).
49. Оптична густина та пропускання розчину. Кількісні закони абсорбційних методів аналізу: закон Бугера-Ламберта-Бера (молярний та питомий коефіцієнти світлопоглинання); закон адитивності оптичних густин.
50. Інструментальні та хімічні причини відхилень від закону Бугера-Ламберта-Бера.
51. Вимоги до реакцій, реагентів та продуктів реакції, що застосовуються у фотометрії.
52. Основні типи комплексних сполук, що застосовуються для фотометричного визначення металів.
53. Методи вимірювання інтенсивності забарвлення: візуальні та інструментальні.
54. Прямий та непрямий фотометричний аналіз.
55. Фотометричне визначення феруму в сплаві.
56. Фотометричне визначення цинку з піридин-азо-резорцином.

57. Фотометричне визначення алюмінію з арсеназо І.
58. Люмінесценція. Класифікація люмінесцентних методів залежно від джерела збудження.
59. Походження спектрів люмінесценції молекул з позицій квантової теорії.
60. Спектри поглинання, збудження, люмінесценції, фосфоресценції.
61. Кількісні характеристики люмінесцентного аналізу.
62. Походження спектрів випромінювання атомів.
63. Основні типи атомізаторів, що використовуються у атомно-емісійній спектроскопії.
64. Кількісний та якісний аналіз методом фотометрії полум'я.
65. Визначення натрію і калію методом фотометрії полум'я.
66. Суть методу атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС). Елементи, що визначаються методом ААС.
67. Атомізатори полуменеві та безполуменеві і джерела опромінення в методі ААС. Їх переваги та недоліки.
68. Визначення нікелю/феруму методом ААС.
69. Загальна характеристика рентгенфлуоресцентного методу аналізу (РФА). Кристали-аналізатори.
70. Закон Мозлі. Якісний та кількісний аналіз елементів рентгенфлуоресцентним методом.
71. Методи концентрування і розділення речовин. Основні кількісні характеристики концентрування.
72. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
73. Газова хроматографія. Особливості та області застосування.
74. Визначення вуглеводів методом газової хроматографії.
75. Основи рідинної хроматографії. Метод високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), особливості застосування.
76. Іонообмінна хроматографія, застосування для визначення металів.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

а) основна:

1. *D. Skoog, D. West, F. Holler, S. Crouch*, Fundamentals of Analytical chemistry, **9th ed**, Mary Finch, **2013**
2. *Бабко А. К., П'ятницький І. В.* Кількісний аналіз. Київ, «Вища школа», 1974, 304 с.
3. Analytical chemistry. -- Seventh edition / Gary D. Christian, Purnendu K. (Sandy) Dasgupta, Kevin A. Schug, John Wiley & Sons, 2014.
4. *Є.М.Дорохова, Г.В.Прохорова.* Задачі та запитання з аналітичної хімії: Навч. посібник. – К.:ВПЦ „Київський університет”, 2001. -282 с.
5. Analytical Chemistry 1st Ed. by Robert Kellner (Editor), Matthias Otto (Editor), H. Michael Widmer (Editor), Wiley-VCH; 1st edition (March 9, 1998), 942 p.
6. *Ракс В.А., Єсауленко А.М.* Сучасна хроматографія на гребні хвилі прогресу. Київ.- Видавничий будинок «Аванпост примо», 2014.-162 с.
7. *Лисенко О.М., Набиванець Б.Й.* Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник. – К.: Корвін-прес, 2005.-187 с.
8. Контрольні запитання для самостійної підготовки з курсу «Інструментальні методи аналізу». Навчальний посібник для студентів 2 курсу хімічного факультету, частини 1, 2 *під ред. О.А. Запорожець*.-К.: 2015,.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії для студентів другого курсу хімічного факультету, *під заг. ред. О.А.Запорожець*- К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2005.- 50 с
- 10.*Зінько Л.С., Запорожець О.А.* «Рівноваги в розчинах електролітів». Видавництво та друкарня НУДПС України, 2014.
11. *Пилипюк Я.С., Іщенко М.В., Запорожець О.А.* Методи атомно-абсорбційної спектроскопії. Видавництво УФСЦ: Київ, 2013.

б) додаткова:

1. *Harris D.C.*, Quantitative Chemical Analysis, , W.H.Freeman and Co, NY, 2000. (Palgrave, 8 Ed, 2010).
2. *Rubinson J.F.*, Rubinson K.A. Contemporary Chemical Analysis, Prentice-Yall, Inc. (1998) 1-st ed.
3. *Rubinson J.F.*, Rubinson K.A. Contemporary Instrumental Analysis, Prentice-Yall, Inc. (2000)
4. *Harvey D.C.*, Mordern Analytical Chemistry, McGrow- Hill, 1st Ed, 1999.
5. *Z. Marchenko.* Separation, preconcentration, and spectrophotometry in inorganic analysis. Elsevier Science B.V., New York, 2000.
6. *Pradyot Patnaik* *Dean's Analytical Chemistry Handbook* 2nd Edition. McGraw Hill; 2nd edition , 2004.

7. Енциклопедія Київського національного університету імені Тараса Шевченка <http://eu.univ.kiev.ua/departments/khimichnyy-fakul%60tet/>