

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної, органічної та фізичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК
Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО



“08” травня 2024 р.
Протокол №10

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри загальної,
органічної та фізичної хімії

Протокол №11 від “08” травня 2024 р.

Завідувач кафедри

Андрій ГАЛСТЯН

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП

Нутриціологія здорового харчування

Гарант ОП

Олег ШВЕЦЬ

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Галузь знань 22 Охорона здоров'я

Спеціальність 229 Громадське здоров'я

Освітня програма Нутриціологія здорового харчування

Факультет Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

Розробники: доцент, кандидат хімічних наук, доцент Надія Володимирівна Солод

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни Аналітична хімія

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>229 Громадське здоров'я</i>	
Освітня програма	<i>Нутриціологія здорового харчування</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	1 (2024-2025)	
Семестр	1	
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>- год.</i>	<i>год.</i>
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	<i>год.</i>
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	<i>4 год.</i>	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати

Основна мета курсу «Аналітична хімія» – формування у студентів теоретичних знань з аналітичної хімії та навиків виконання базового хімічного експерименту, які допоможуть їм добре засвоїти профільюючі дисципліни, а в професійній роботі кваліфіковано вибирати і використовувати аналітичні методи.

Завданням дисципліни є надання базових знань про найбільш загальні закономірності і процеси проведення якісного та кількісного аналізу і показати, як і де ці закономірності та процеси можуть бути використані в роботі фахівця з контрольно-аналітичної діяльності у сфері громадського здоров'я. Вивчаючи аналітичну хімію, студенти не тільки оволодівають принципами і методами аналізу, але і досягають більш поглибленого розуміння хімічних процесів і закономірностей їх протікання. Разом з тим, робота в навчальних аналітичних лабораторіях сприяє розвитку науково-дослідних навиків, які необхідні майбутнім

фахівцям цієї галузі.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні теоретичні положення аналітичної хімії;
- основні закони хімії, які використовують в аналітичній хімії;
- логічний зв'язок між методами аналітичної хімії і хімічними та фізичними властивостями атомів, молекул, йонів, функціональних груп;
- основи якісного та кількісного аналізу;
- якісні реакції на катіони та аніони;
- способи усунення впливу сторонніх йонів;
- способи розділення йонів у розчині при їх якісному визначенні;
- галузі використання, переваги та недоліки основних методів кількісного аналізу;
- застосування їх у практиці контрольно-аналітичної діяльності;

вміти:

- користуватися навчальною, методичною та довідковою літературою;
- виконувати базові експериментальні роботи, що складають основу хімічного аналітичного дослідження, узагальнювати та систематизувати одержані результати;
- визначати склад та хімічні властивості сполук, що мають важливе значення в технології виробництва, переробки, зберігання харчової продукції;
- використовувати набуті знання, уміння, навички для вивчення загальнобіологічних, спеціальних дисциплін та для вирішення практичних питань з аналізу якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Набуття компетентностей

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у процесі професійної діяльності або навчання у сфері громадського здоров'я, що передбачає застосування теорій та методів громадського здоров'я і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК 1. Здатність критично осмислювати та застосовувати сучасні теорії, концепції, принципи, методи, методики та технології сфери громадського здоров'я.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 2. Критично осмислювати факти, аналізувати та узагальнювати інформацію у професійній сфері.

ПРН 8. Збирати, оцінювати та аналізувати дані щодо громадського здоров'я, зокрема, результати лабораторних досліджень, демографічні та епідеміологічні показники та здійснювати епіднагляд.

ПРН 14. Оцінювати ефективність програм і послуг сфери громадського здоров'я, спрямованих на поліпшення здоров'я населення; оцінювати фізіологічну

потребу організму в харчових та біологічно активних речовинах; здійснювати розрахунки енергетичної цінності та нутрієнтного складу раціону харчування; виявляти статус харчування організму та його порушень.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для – повного терміну денної форми навчання

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття аналітичної хімії. Якісний аналіз

Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії. Класифікація методів аналізу

Предмет та завдання аналітичної хімії. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Значення аналітичної хімії та її роль серед інших природничих наук.

Класифікація методів хімічного аналізу: хімічні, фізичні, фізико-хімічні; макро-, мікро- і напівмікрометод. Поняття про хімічні методи аналізу (гравіметричний, титриметричний, газометричний аналізи) та інструментальні методи аналізу (оптичні, електрохімічні, хроматографічні методи).

Тема 2. Основні поняття якісного аналізу. Принципи аналітичної класифікації катіонів. Якісні реакції виявлення та методи розділення

Аналітичні реакції і хімічні реагенти. Вимоги до аналітичних реакцій та умови проведення. Селективність хімічних реагентів. Метрологічні характеристики аналітичних реакцій: межа визначення, граничне розведення.

Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу, їх переваги та недоліки.

Схема систематичного аналізу як сполучення методів розділення і виявлення. Класифікація катіонів. Принципи розподілу катіонів на аналітичні групи на прикладі аміачно-фосфатної схеми аналізу катіонів. Характерні реакції виявлення катіонів I-III аналітичної групи. Інші схеми систематичного аналізу катіонів.

Тема 3. Закон діючих мас в гомогенних системах. Буферні системи

Розчини як однорідні суміші. Закон діючих мас для оборотних реакцій. Поняття про слабкі та сильні електроліти. Ступінь електролітичної дисоціації. Йонний добуток води. Водневий показник. Обчислення рН розчинів кислот і основ.

Використання буферних систем в аналітичній хімії. Механізм буферної дії.

Тема 4. Принципи аналітичної класифікації аніонів

Аналіз аніонів. Аналітична класифікація аніонів. Загальні реакції. Дія групового реагенту. Характерні реакції аніонів I-III аналітичної групи. Аналіз суміші аніонів.

Тема 5. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії

Загальна характеристика комплексних сполук. Теорія Вернера. Класифікація комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук. Константи нестійкості і утворення. Хелати і внутрішньокмплесні сполуки. Руйнування комплексних іонів. Значення комплексних сполук для аналізу.

Тема 6. Аналіз невідомої речовини

Аналіз сполук невідомого складу. Попередні дослідження. Відкриття катіонів. Відкриття аніонів.

Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз

Тема 7. Основні поняття кількісного аналізу. Способи вираження складу розчинів

Предмет і завдання кількісного аналізу. Основні поняття кількісного хімічного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу. Хімічні методи аналізу: гравіметричний, титриметричний, газовий аналіз. Способи вираження складу розчинів. Приготування розчинів заданої концентрації.

Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний метод аналізу

Метрологічні характеристики методів кількісного аналізу. Вимоги до стандартних зразків. Проба. Похибки в кількісному аналізі: джерела та класифікація. Точність вимірювань. Статистична обробка результатів хімічного експерименту.

Суть та основні етапи гравіметричного аналізу. Поняття про добуток розчинності. Оптимальні умови осадження кристалічних та аморфних осадів. Гравіметрична та осаджувана форми, вимоги до них.

Основні гравіметричні прилади. Зважування та правила користування терезами. Розрахунки в гравіметричному аналізі.

Визначення вмісту кристалізаційної води, фосфору, барію та інших елементів у неорганічних сполуках. Практичне використання гравіметричних методів для аналізу харчової продукції.

Тема 9. Титриметричні методи аналізу.

Загальна характеристика та класифікація титриметричних методів аналізу. Стандартні та робочі розчини. Прийоми титрування: пряме, зворотне та замісне.

Суть методів кислотно-основного титрування. Основні положення методу нейтралізації. Розрахунки рН розчинів. Буферні розчини. Індикатори методу кислотно-основного титрування. Правила вибору індикаторів. Криві титрування. Похибки титрування.

Приклади практичного застосування: визначення концентрації розчинів лугів, кислот, солей та їх сумішей. Визначення кислотності харчових продуктів.

Класифікація методів редоксметрії. Загальні положення. Кількісна характеристика напрямку та повноти проходження окисно-відновних реакцій. Криві окисно-відновного титрування. Титровані розчини в методах редоксметрії та індикатори. Суть методу перманганатометрії. Приклади практичного застосування: визначення вмісту нітритів, Феруму та інших біогенних елементів в сполуках.

Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії. Стійкість комплексних сполук. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте утворення комплексів. Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості. Основні етапи комплексонометричного аналізу. Індикатори методу комплексонометрії. Визначення вмісту біогенних металів в сполуках методом комплексонометрії.

Тема 10. Фізико-хімічні методи аналізу

Основи фотометричного, потенціометричного і хроматографічного методів аналізу. Устаткування, методика проведення аналізу, статистична обробка результатів.

Застосування фізико-хімічних методів для аналізу об'єктів навколишнього середовища та харчової продукції.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основні поняття аналітичної хімії. Якісний аналіз														
Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії. Класифікація методів аналізу	1	8	2		2		4							
Тема 2. Основні поняття якісного аналізу. Принципи аналітичної класифікації катіонів. Якісні реакції виявлення та методи розділення	2-3	12	4		2		6							
Тема 3. Закон діючих мас в гомогенних системах. Буферні системи	3-4	10	2		2		6							
Тема 4. Принципи аналітичної класифікації аніонів	5	10	2		2		6							
Тема 5. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії	6	8	2		2		4							
Тема 6. Аналіз невідомої речовини	7	8	2		2		4							
Разом за змістовим модулем 1	56		14		12		30							
Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз														
Тема 7. Основні поняття кількісного аналізу. Способи вираження складу розчинів	8-9	14	4		4		6							
Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний метод аналізу	10-11	16	4		4		8							
Тема 9. Титриметричні методи аналізу	12-14	22	6		8		8							

Тема 10. Фізико-хімічні методи аналізу	15	12	2	2	8						
Разом за змістовим модулем 2	64		16	18	30						
Усього годин	120		30	30	60						

3. Теми лабораторних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Якісний аналіз. Правила роботи та техніки безпеки в лабораторії якісного аналізу. Аналіз катіонів за аміачно-фосфатною класифікацією. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи: NH_4^+ , Na^+ , K^+	2
2.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони II аналітичної групи. Якісні реакції виявлення катіонів Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+}	2
3.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони III аналітичної групи. Якісні реакції виявлення катіонів Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}	2
4.	Класифікація аніонів. Якісні реакції на аніони I-III аналітичних груп: SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , Br^- , I^- , NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^-	4
5.	Контрольна задача: якісний аналіз сполуки невідомого складу на прикладі неорганічної солі.	2
6.	Кількісний аналіз. Правила роботи з аналітичними вагами та вимірювальними приладами.	2
7.	Визначення вмісту барію гравіметричним методом. Розрахунок маси наважки для аналізу, кількості осаджувача, кількості промивної рідини, маси гравіметричної форми. Одержання осаджуваної і гравіметричної форми. Розрахунки результатів аналізу	4
8.	Розчини. Приготування розчинів заданої концентрації.	2
9.	Метод нейтралізації. Приготування робочих розчинів методу нейтралізації та встановлення їх концентрації. Експериментальне визначення кислотності молока і тимчасової твердості води.	2
10.	Метод перманганатометрії. Стандартизація робочого розчину KMnO_4 . Експериментальне визначення вмісту нітритів методом перманганатометрії.	2
11.	Метод комплексонометрії. Приготування та стандартизація розчинів. Експериментальне визначення вмісту кальцію, магнію і вітаміну С в молоці.	2
12.	Експериментальне визначення загальної твердості води методом комплексонометрії.	2
13.	Фотометричне визначення купруму у формі аміаку.	2
	Усього годин	30

4. Теми самостійної роботи

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Повторення хімічних властивостей основних класів неорганічних сполук: основ, кислот, солей (середніх, основних, кислих). Написання молекулярних та йонних рівнянь реакцій.	2
2.	Поняття про хімічні реактиви, їх класифікація, умови зберігання та використання.	2
3.	Хімічний посуд загального, спеціального призначення та мірний посуд. Підготовка посуду для аналізу, техніка роботи та правила поводження.	2
4.	Хімічна рівновага в гомогенних системах: розчинах солей, кислот, основ. Водневий та гідроксильний показники. Визначення середовища розчину. Буферні розчини.	2
5.	Використання комплексних сполук в якісному аналізі. Повторення будови, номенклатури та хімічних властивостей комплексних сполук: дисоціація, участь в реакціях йонного обміну.	2
6.	Дія найважливіших групових та селективних реагентів в аміачно-фосфатній схемі аналізу катіонів.	2
7.	Опрацювання методики аналізу суміші катіонів I аналітичної групи.	2
8.	Підготовка методики аналізу суміші катіонів II аналітичної групи.	2
9.	Якісні реакції виявлення катіонів III аналітичної групи.	2
10.	Опрацювання методики аналізу суміші аніонів I – III аналітичних груп.	2
11.	Основні принципи та етапи якісного аналізу речовини невідомого складу за катіоном і за аніоном. Підготовка методики якісного аналізу солі невідомого складу.	2
12.	Підготовка до колоквиуму з модулю №1.	
13.	Основні поняття кількісного аналізу. Способи вираження концентрації розчинів	2
14.	Розв'язок задач на приготування розчинів заданої концентрації.	4
15.	Точність, правильність та відтворюваність результатів кількісного аналізу. Види помилок.	2
16.	Поняття про добуток розчинності. Умови осадження аморфних та кристалічних осадів.	2
17.	Розв'язок задач на основі правила добутку розчинності. Розрахунки добутку розчинності осадів у воді, обчислення добутку розчинності із даних розчинності.	4
18.	Переваги і недоліки вагових та об'ємних методів кількісного аналізу.	2
19.	Криві титрування. Обчислення рН у точці еквівалентності. Похибки титрування.	2
20.	Класифікація та суть методів редоксметрії. Окисно-відновний потенціал і напрям реакцій окиснення-відновлення.	2
21.	Загальна характеристика методу йодометрії. Техніка та етапи йодометричних визначень на прикладі визначення концентрації купруму.	2
22.	Використання органічних реагентів в аналітичній хімії. Поняття про комплексоны.	2

23.	Комплексні сполуки з органічними лігандами. Оцінка їх стійкості.	2
24.	Загальні положення методів комплексоутворення. Робочі розчини, індикатори, умови виконання комплексонометричних визначень. Комплексонометричне визначення біогенних металів на прикладі цинку.	2
25.	Загальна характеристика та можливості сучасних інструментальних методів аналізу. Спектрофотометричний аналіз.	2
26.	Потенціометричне титрування. Метрологічні характеристики потенціометрії, переваги і недоліки.	2
27.	Хроматографічні методи аналізу.	2
28.	Підготовка до колоквиуму з модулю №2	2
	Усього годин	60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- розрахункові роботи;
- захист лабораторних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція);
- практичний метод (лабораторні);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних робіт.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371).

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2535>);

Навчально-методичні матеріали:

1. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія: навчальний посібник – К. : ТОВ «Центр поліграфії «КОМПРИНТ», 2021. – 308 с.

2. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія. Методичні вказівки для виконання лабораторного практикуму і самостійної роботи для студентів спеціальності 229 – Громадське здоров'я. – К. : ДДП «Експо-Друк», 2021. – 180 с.

3. Kochkodan O.D., Zhyla R.S. Analytical chemistry. Methodical guidelines for the course of lectures for students enrolled in the specialty 229 - «Public health». - К.: ДДП «Експо-Друк», 2022.- 161 с.

Рекомендована література

Основна

1. Копілевич В.А., Косматий В.Є, Войтенко Л.В., ін. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз). – К., 2003. – 295 с.

2. [Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз : навч. посібник \[для студ. вищ. навч. закл.\] / \[Юрченко О. І. , Бугаєвський О. А., Дрозд А. В., та інші; за ред. Юрченко О. І.\] . – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 418 с.](#)

3. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз. – К.: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2004. – 280 с.

Допоміжна

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. Київ: „Либідь”, 1996- 304 с.

2. [Аналітична хімія. Задачі та вправи: навчальний посібник / Більченко М. М., Пшеничний Р. М. – Суми: Університетська книга, 2015. – 205 с.](#)

3. [Розв'язування задач з аналітичної хімії \(Загальні теоретичні основи\) : Навчально-методичний посібник / Мінаєва В. О., Шафорост Ю. А. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2017. – 322 с.](#)

4. Челябієва В.М. Аналітична хімія. Навчальний посібник / В.М Челябієва., О.І. Сиза, О.Л. Гуменюк – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т.– 2015. – 199 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Хімія. Шкільний курс. URL: <http://www.chemistry.in.ua/>

2. Хімія і хіміки – журнал хіміків-ентузіастів. URL: <http://chemistry-chemists.com/>
4. WebElements (англомовний сервер, що містить докладні зведення про хімічні елементи). URL: www.webelements.com.
5. E library (велика бібліотека підручників з органічної та біоорганічної хімії хімічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка). URL: <http://library.chem.univ.kiev.ua>.