

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра _____ загальної, органічної та фізичної хімії _____

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
Харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

_____ Л.В. Баль-Прилипка

“ ____ ” _____ 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри загальної,
органічної та фізичної хімії

Протокол № 10 від “22” травня 2020 р.

Завідувач кафедри

_____ Л.О. Ковшун

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

_____ Аналітична хімія _____

спеціальність _____ 181 «Харчові технології» _____

освітня програма _____ Харчові технології _____

Факультет (ННІ) _____ Харчових технологій та управління якістю продукції АПК _____

Розробники: _____ доцент, к. х. н. Кочкодан О.Д. _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Аналітична хімія

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	181 «Харчові технології»	
Освітня програма	Харчові технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2020/2021 (1,2 курс)	2020/2021 (1 курс)
Семестр	2,3	2
Лекційні заняття	30 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	- год	- год
Лабораторні заняття	60 год.	8 год.
Самостійна робота	60 год.	134 год.
Індивідуальні завдання	- год	- год
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Основна *мета* курсу «Аналітична хімія» – формування у студентів теоретичних знань з аналітичної хімії та навиків виконання базового хімічного експерименту, які допоможуть їм добре засвоїти профільючі дисципліни, а в професійній роботі кваліфіковано вибирати і використовувати методи аналізу сировини, готової продукції та методи поточного контролю виробництва.

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 інженера-технолога харчової промисловості. 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 харчової промисловості.

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 виробництва, переробки, зберігання та консервування харчової продукції

вміти:

- користуватися навчальною, методичною та довідковою літературою;
- виконувати базові експериментальні роботи, що складають основу хімічного аналітичного дослідження, узагальнювати та систематизувати одержані результати;
- визначати склад, будову 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:

загальні компетентності (ЗК):

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел.

Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності .

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

Здатність організувати та проводити контроль якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та харчових продуктів із застосуванням сучасних методів аналізу.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для

– повного терміну денної (заочної) форми навчання

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи якісного та кількісного хімічного аналізу

Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпеки харчових продуктів. Класифікація методів аналізу

Предмет та завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпеки харчових продуктів. 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. Реакції, що застосовуються в якісному і кількісному хімічному аналізі. Хімічні рівноваги

Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії: реакції осадження, комплексоутворення, кислотно-основної та окисно-відновної взаємодії.

Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу. Вплив температури і концентрації однойменних йонів на розчинність. Розчинність при утворенні комплексних сполук. Константа рівноваги реакції осадження - розчинення. Добуток розчинності і добуток активності та залежність між цими величинами.

Кислотно-основні реакції в хімічному аналізі. Протолітична теорія Бренстеда і Лоурі. Константи кислотності і основності.

Напрямок реакцій окиснення-відновлення. Стандартні та реальні окисно-відновні потенціали. Константа рівноваги реакцій окиснення-відновлення та її зв'язок зі стандартними потенціалами реагуючих компонентів.

Змістовий модуль 2. Якісний хімічний аналіз

Тема 3. Основні поняття якісного аналізу

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.

Тема 4. Аналітична класифікація катіонів та аніонів. Якісні реакції виявлення та методи розділення

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.

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

Тема 5. Аналіз невідомої речовини

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

Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Гравіметричний метод аналізу **Тема 6. Кількісний аналіз. 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 7. Метрологічні характеристики та статистична обробка результатів

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

Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний аналіз

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.

Змістовий модуль 4. Титриметричні методи аналізу

Тема 9. Рівновага в гомогенних системах. Метод кислотно-основного титрування

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

Тема 10. Рівновага окисно-відновних реакцій. Методи окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Йодометрія

Класифікація методів редоксметрії. Загальні положення. Кількісна характеристика напряму та повноти проходження окисно-відновних реакцій.

Криві окисно-відновного титрування. Титровані розчини в методах редоксметрії та індикатори.

Суть методів перманганатометрії та йодометрії. Приклади практичного застосування: визначення вмісту нітритів, феруму, купруму, інших біогенних металів в сполуках.

Тема 11. Реакції комплексоутворення в аналізі. Метод комплексонометрії

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.

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. Теоретичні основи якісного та кількісного хімічного аналізу														
Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпечності харчових продуктів. Класифікація методів аналізу		12	2		4		6	12	2					10
Тема 2. Реакції, що застосовуються в якісному і кількісному хімічному аналізі. Хімічні рівноваги		16	4		6		6	14						14
Разом за змістовим модулем 1		28	6		10		12	26	2					24
Змістовий модуль 2. Якісний хімічний аналіз														
Тема 3. Основні поняття якісного аналізу		14	2		6		6	10						10
Тема 4. Аналітична класифікація катіонів та аніонів. Якісні реакції виявлення та методи розділення		16	4		6		6	16			2			14

Тема 5. Аналіз невідомої речовини		14	2		6		6	14			2	12
Разом за змістовим модулем 2		44	8		18		18	40			4	36
Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Гравіметричний метод аналізу												
Тема 6. Кількісний аналіз. Способи вираження складу розчинів.		12	2		4		6	16	2			14
Тема 7. Метрологічні характеристики та статистична обробка результатів.		10	2		4		4	10				10
Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний аналіз		16	4		6		6	14	2			12
Разом за змістовим модулем 3		38	8		14		16	40	4			36
Змістовий модуль 4. Титриметричні методи аналізу												
Тема 9. Рівновага в гомогенних системах. Метод кислотно-основного титрування		12	2		6		4	14			2	12
Тема 10. Рівновага окисно-відновних реакцій. Методи окисно-відновного титрування. Перманганатометрія. Йодометрія		16	4		6		6	16			2	14
Тема 11. Реакції комплексоутворення в аналізі. Метод комплексонометрії		12	2		6		4	14	2			12
Разом за змістовим модулем 4		40	8		18		14	44	2		4	38
Усього годин		150	30		60		60	150	8		8	134

4. Теми семінарських занять

Не заплановано

5. Теми практичних занять

Не заплановано

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила роботи та техніки безпеки в лабораторії якісного аналізу. Аналіз катіонів за аміачно-фосфатною класифікацією.	2
2.	Якісні реакції катіонів I аналітичної групи: NH_4^+ , Na^+ , K^+ . Методика розділення суміші катіонів.	4
3.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони II аналітичної групи, властивостей осадів, що утворюються при дії групового реагенту. Якісні реакції виявлення катіонів II аналітичної групи: Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+}	4
4.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони III аналітичної групи, властивостей осадів, що утворюються при дії групового реагенту. Якісні реакції виявлення катіонів III аналітичної групи: Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}	2
5.	Аналіз суміші катіонів I-III аналітичних груп.	4
6.	Класифікація аніонів. Характерні 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
7.	Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп	4
8.	Контрольні задачі на якісний аналіз сполук невідомого складу.	4
9.	Правила техніки безпеки в лабораторії кількісного аналізу. Обладнання та правила роботи з вимірювальними приладами	2
10.	Гравіметричний аналіз. Типи осадів, умови утворення. Розв'язання розрахункових задач з гравіметрії (задачі на гравіметричний фактор, масу наважки для аналізу, кількість осаджувача, кількість промивної рідини, масу гравіметричної форми).	2
11.	Визначення вмісту барію в неорганічних сполуках гравіметричним методом. Розрахунок наважки речовини, яку аналізують. Одержання осаджуваної і гравіметричної форми. Розрахунки результатів аналізу.	4
12.	Розчини. Способи вираження концентрацій розчинів. Розв'язання розрахункових задач в титриметричному аналізі.	2
	Виконання експериментальної задачі на приготування розчинів заданої концентрації.	2
13.	Титриметричний аналіз. Метод нейтралізації. Титрант, способи стандартизації, вимоги до речовин – первинних стандартів. Приготування розчинів NaOH та HCl з фіксаналу та наважки.	2
14.	Стандартизація розчину HCl . Виконання експериментальної задачі на визначення концентрації NaOH . Визначення кислотності молока	2
15.	Визначення карбонатної твердості води.	2
16.	Метод перманганатометрії. Стандартизація робочого розчину KMnO_4 . Виконання експериментальної задачі на визначення вмісту Fe^{2+} в солі Мора.	4
17.	Визначення вмісту нітритів в розчині методом перманганатометрії.	2
18.	Метод йодометрії. Приготування робочого та стандартного розчинів. Визначення концентрації робочого розчину	4

	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O. Виконання експериментальної задачі на визначення вмісту Cu ²⁺ в технічному зразку купрум(II) сульфаті.	
19.	Метод комплексонометрії. Приготування та стандартизація розчинів. Виконання експериментальної задачі на визначення вмісту Zn ²⁺ в технічному зразку цинк сульфату.	2
20.	Визначення загальної твердості води методом комплексонометрії	2
	Усього годин	60

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Якісний аналіз Модуль I

Завдання №1

- Груповий реагент на катіони I аналітичної групи відсутній тому, що _____.
 - Утворення жовтого кристалічного осаду при додаванні розчину Na₃[Co(NO₂)₆] свідчить про наявність катіонів: _____.
 - Mg²⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Ba²⁺, Fe²⁺ об'єднані в II-A аналітичну групу катіонів тому, що _____.
 - Утворення білого осаду у разі дії на розчин реагентом K₂C₂O₄ свідчить про можливу присутність в розчині катіонів _____.
 - Утворення жовтого осаду при дії на розчин реагентом K₂CrO₄ свідчить про наявність в розчині катіону _____.
 - Утворення темно-синього осаду у разі дії на розчин реагентом K₃[Fe(CN)₆] свідчить про наявність в розчині катіону _____.
 - Утворення темно-синього осаду при дії на розчин, що містить Fe³⁺, свідчить про використання для його виявлення реагенту _____.
 - Утворення на кроваво-червоного забарвлення розчину при дії реагентом KSCN свідчить про наявність в розчині катіону _____.
 - Відсутність темно-синього осаду при дії на розчин реагентом K₃[Fe(CN)₆] свідчить про _____.
 - Дробним аналізом виявляють катіони _____.
 - Систематичним аналізом виявляють катіони _____.
 - Систематичний аналіз починають з виявлення катіона _____.
 - Якщо при дії NH₄Cl_{кристал} на лужний розчин задачі при нагріванні утворюється білий осад, це свідчить про наявність катіону _____.
 - Дією 10% H₂O₂, в присутності буферної суміші (NH₄Cl та NH₃·H₂O) при нагріванні відокремлюють катіони _____ від катіонів _____.
 - Mg²⁺ відокремлюють від Ca²⁺ і Ba²⁺ дією реагенту _____.
 - Наявність Mg²⁺ виявляють за допомогою _____.
 - Ca²⁺ відокремлюють від Ba²⁺ дією _____.
 - До окремих порцій розчину, що містить катіони II групи, додали:
 - (NH₄)₂C₂O₄ – утворився білий осад;
 - K₂CrO₄ в присутності CH₃COONa – осад не утворився;
 - NaBiO₃ в присутності HNO₃ розб. – колір розчину не змінився;
 - K₄[Fe(CN)₆] – утворився темно-синій осад;
- Присутність і відсутність яких катіонів можна вважати доведеною? _____

Завдання №2.

Узагальнити в таблиці результати експериментальної роботи:

Катіон	Реагент	Йонне Рівняння реакції	Спостереження (аналітичний сигнал)	Розчинність осадів, що утворюються під дією групового реагенту в		
				NH ₃ ·H ₂ O	CH ₃ COOH	NaOH
Cu ²⁺						

Zn²⁺						
Co²⁺						
Ni²⁺						

Завдання №3.

- Запропонувати хід аналізу суміші катіонів Na^+ , NH_4^+ .
- Скласти молекулярні та йонні рівняння реакцій виявлення катіонів (на прикладі хлоридів). Зазначити умови їх виконання.
- Скласти молекулярні та йонні рівняння реакцій (на прикладі хлоридів), що відбуваються при дії:
 - групового реагенту на розчин, що містить Mn^{2+} ;
 - CH_3COOH , HCl , NH_4OH на осад фосфату, що утворився в попередній реакції.
- Запропонувати хід аналізу суміші катіонів: Mg^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} .
Скласти молекулярні та йонні рівняння реакцій виявлення катіонів.
- Дати відповіді на тестові завдання:

Питання №1. Повноту видалення NH_4^+ перевіряють використовуючи:

- $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$;
- $\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + \text{KOH}$;
- $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$;
- $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.

Питання №2. Катіони I аналітичної групи визначають у такій послідовності:

- Na^+ , K^+ , NH_4^+ ;
- K^+ , Na^+ , NH_4^+ ;
- NH_4^+ , Na^+ , K^+ ;
- NH_4^+ , K^+ , Na^+ .

Питання №3. Відсутність осаду при додаванні до розчину задачі $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ свідчить про:

- відсутність Na^+ ;
- відсутність K^+ ;
- присутність NH_4^+ ;
- присутність K^+ .

Питання №4. Йони NH_4^+ видалають, використовуючи:

- фільтрування;
- охолодження;
- прожарювання;
- осадження.

Питання №5. Якщо при дії на розчин задачі реагентом $\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + \text{KOH}$ утворився червоно-бурий осад, наступною (за ходом аналізу) виконується:

- проба на K^+ ;
- проба на Na^+ ;
- проба на NH_4^+ ;
- видалення NH_4^+ .

Питання №6. Для виявлення Mg^{2+} в суміші катіонів його відокремлюють від Ca^{2+} і Ba^{2+} дією:

- $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;
- H_2O_2 .

Питання №7. Утворення буро-синього осаду при дії на розчин реагентом $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ свідчить про:

- наявність катіону Fe^{3+} ;
- відсутність Fe^{3+} ;
- наявність катіону Fe^{2+} ;
- відсутність Fe^{2+} .

Питання №8. Розчинення осаду фосфатів, що утворюються при дії групового реагенту, в CH_3COOH свідчить про наявність катіонів:

- Ca^{2+} , Mn^{2+} ;
- Ba^{2+} , Fe^{3+} ;
- Fe^{2+} , Ba^{2+} ;
- Mg^{2+} , Al^{3+} .

Питання №9. З катіонів II групи Mg^{2+} виявляють останнім тому, що:

- Mg^{2+} осаджується у вигляді MgNH_4PO_4 ;
- MgNH_4PO_4 – білий кристалічний осад;
- Mg^{2+} заважає виявленню Mn^{2+} ;
- Mg^{2+} визначають дією групового реагенту.

Питання №10. Для виявлення катіону Fe^{2+} застосовують реагент:

- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$;
- KSCN .

Питання №11. Розчинення осаду фосфату в надлишку NH_4OH свідчить про належність катіону до:

- I-ої аналітичної групи;
- II-A аналітичної групи;
- II-B аналітичної групи;
- III-ої аналітичної групи.

Питання №12. Реагент $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ застосовують для визначення катіонів:

- Zn^{2+} ;
- Cu^{2+} ;
- Fe^{2+} ;
- Fe^{3+} .

Питання №13. Утворення жовтого осаду при дії на розчин солі реагентом KNO_2 в присутності CH_3COOH свідчить про наявність:

- Mn^{2+} ;
- Ni^{2+} ;
- Co^{2+} ;
- Cu^{2+} .

Питання №14. При дії $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ на розчин, що містить Zn^{2+} , утворюється осад складу:

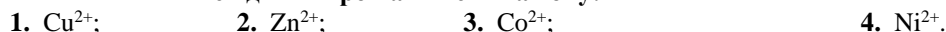
- $\text{K}_3[\text{ZnOH})_6]$;
- $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{NO}_2)_6]$;



Питання № 15. Для виявлення катіону Ni^{2+} застосовують реагент:



Питання № 16. Розчинення осаду фосфатів, що утворюються при дії групового реагенту, в NaOH свідчить про наявність катіону:



Модуль II

Завдання №1.

За наведеними спостереженнями зробити висновок стосовно аніону.

До розчину, що містить аніон I аналітичної групи, додали розчин:

- $BaCl_2$. Утворився білий осад, який не розчиняється при додаванні HCl. Це свідчить про наявність Ap^- _____;
 - $BaCl_2$. Білий осад, що утворився, повністю розчиняється при додаванні HCl без видимого ефекту. Ap^- _____;
 - $BaCl_2$. Утворився білий осад, який розчиняється в HCl з виділенням бульбашок газу. Ap^- _____;
 - $BaCl_2$. Утворився білий осад, який розчиняється в HCl з виділенням характерного запаху. Ap^- _____;
 - $KMnO_4$. У разі створення кислого середовища малиново-фіолетовий колір розчину $KMnO_4$ знебарвлюється. Ap^- _____;
 - I_2 . У разі створення кислого середовища коричневе забарвлення розчину I_2 не зникає. Ap^- _____;
 - магнезійну суміш. Утворився білий осад. Ap^- _____;
 - молібденову рідину й нагріли. Жовтий осад не утворюється. Висновок. _____.
- Відсутність білого осаду при дії на розчин груповим реагентом на I аналітичну групу аніонів свідчить про _____

За наведеними спостереженнями зробити висновок стосовно аніону.

До розчину, що містить аніон II аналітичної групи, додали розчин:

- $Pb(CH_3COO)_2$. Білий осад, що утворився, не розчиняється при додаванні HNO_3 . Це свідчить про присутність аніонів _____;
- $AgNO_3$. Випав білий осад, який розчинився в $NH_3 \cdot H_2O$. Ap^- _____;
- $Pb(CH_3COO)_2$. Утворився жовтий осад. Ap^- _____;
- Cl_2 , H_2SO_4 і C_6H_6 . Після ретельного перемішування шар бензолу набуває жовтого кольору. Ap^- _____

Завдання №2.

Узагальнити в таблиці результати виконаної експериментальної роботи:

Аніон	Реагент для виявлення аніону	Йонне рівняння реакції	Розчинність в HCl осаду, що утворився при дії $BaCl_2$	Спостереження (аналітичний сигнал)
SO_4^{2-}				
CO_3^{2-}				
SO_3^{2-}				
PO_4^{3-}				

Завдання №3. Самостійна робота

1. Скласти молекулярні та йонні рівняння реакцій (на прикладі солей калію), що відбуваються при дії:
 - групового реагенту на CO_3^{2-} ;
 - HCl на осад карбонату, що утворився в попередній реакції.
2. Написати реакції виявлення аніонів PO_4^{3-} , J, NO_3^- ;
3. Скласти молекулярні та йонні рівняння реакцій (на прикладі солей натрію), що відбуваються при дії:
 - групового реагенту на SO_3^{2-} ;
 - HCl на осад сульфіту, що утворився в попередній реакції.

4. Запропонувати хід аналізу суміші аніонів Br^- і CO_3^{2-} ;

5. Дати відповіді на тестові завдання:

Питання №1. До II-ї аналітичної групи аніонів належать:

1. SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} ;
2. Cl^- , Br^- , I^- ;
3. PO_4^{3-} , Cl^- ;
4. NO_2^- , NO_3^- .

Питання №2. При додаванні до розчину, що містить I^- , групового реактиву – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ утворюється жовтий осад складу:

1. $\text{Pb}(\text{OH})_2$;
2. PbI_2 ;
3. PbSO_4 ;
4. PbOHI .

Питання №3. При виявленні аніону CH_3COO^- дією FeCl_3 зовнішнім ефектом є:

1. утворення специфічного запаху;
2. утворення жовтого осаду;
3. утворення інтенсивно-синього забарвлення розчину;
4. утворення бурого осаду.

Питання №4. Реагентом для виявлення аніону PO_4^{3-} є:

1. BaCl_2 ;
2. HCl ;
3. $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$;
4. NH_4OH .

Питання №5. Аналіз суміші аніонів починають з:

1. проби на SO_4^{2-} ;
2. проби на III групу аніонів
3. проби на I групу аніонів
4. проби на виділення газів

Питання №6. При додаванні до розчину задачі групового реагенту AgNO_3 утворився осад. Наступною операцією є:

1. перевірка розчинності осаду в HCl
2. проба на Cl^-
3. перевірка розчинності осаду в HNO_3
4. проба на Br^- і I^-

Питання №7. Осад, одержаний при дії BaCl_2 , розчинили в HCl . До одержаної суміші додали розчин KMnO_4 . Знебарвлення розчину KMnO_4 свідчить про:

1. присутність NO_2^-
2. присутність SO_3^{2-}
3. відсутність SO_4^{2-}
4. відсутність CO_3^{2-}

Питання №8. Відокремлення NO_2^- від NO_3^- проводять за допомогою:

1. 10 % NH_4OH
2. NH_4Cl крист.
3. NaOH
4. 12 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Питання №9. Виявлення аніонів III-ої групи починають з реакції на:

1. NO_2^-
2. NO_3^-
3. CH_3COO^-
4. послідовність визначення аніонів не має значення

Модуль III

Завдання №1.

Якісний аналіз невідомої речовини передбачає дотримання певної послідовності у виконанні аналітичних реакцій.

- Основу методики складає виявлення:
 - а) _____
 - б) _____
- Виявлення катіона починають з _____.
- Якщо при дії $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (у присутності _____ і _____) утворюється осад фосфатів, за його розчинністю в _____ визначають _____: якщо осад
 - розчиняється – катіон належить до _____ аналітичної групи;
 - не розчиняється – катіон належить до _____ аналітичної групи.
- Якщо осад не розчиняється в _____ перевіряють його розчинність в _____ для встановлення _____:
 - якщо осад розчиняється – катіон належить до _____ групи;
 - якщо осад не розчиняється – катіон належить до _____ групи.
- У межах встановленої групи (підгрупи) виконують індивідуальні якісні реакції виявлення конкретного катіону:
 - спочатку виявляють катіони за допомогою _____ реагентів. З катіонів II-A підгрупи до них належать _____;
 - потім виявляють катіони за допомогою _____ реагентів. З катіонів II-A підгрупи до них належить _____.
- З катіонів II-A підгрупи останнім виявляють _____ тому, що _____.

➤ Виявлення аніона починають з

➤ Далі _____

Завдання №2.

За спостереженнями, одержаними під час аналізу солі невідомого складу, зробити відповідні висновки, зазначити склад солі:

Спостереження	Висновки
1. розчин солі + $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{A}\downarrow$;	
2. $\text{A}\downarrow + \text{NH}_4\text{OH}_{\text{надлишок}} \rightarrow$ осад не розчинився;	
3. $\text{A}\downarrow + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ розчин;	
4. розчин солі + $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$ білий осад	
5. розчин солі + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$ жовтий осад	
Кт – ?	
6. розчин солі + $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{B}\downarrow$;	
7. $\text{B}\downarrow + \text{HCl} \rightarrow$ осад розчинився з виділенням газу	
Ан – ?	
Склад солі:	

Завдання №3.

Запропонувати хід аналізу солі: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

1. За наведеними спостереженнями зробити висновок про якісний склад солі:

Спостереження	Висновки
• розчин солі + $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{A}\downarrow$;	
• $\text{A}\downarrow + \text{NH}_4\text{OH}_{\text{надлишок}} \rightarrow$ осад не розчиняється;	
• $\text{A}\downarrow + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ розчин складу Б ;	
• р-н солі + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$ жовтий осад не утворюється	
• р-н солі + $\text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ розчину забарвлюється в малиново-фіолетовий колір	
Кт – ?	
• розчин солі + $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{B}\downarrow$;	
• $\text{B}\downarrow + \text{HCl} \rightarrow$ осад розчинився з виділенням газу.	
Ан – ?	

Склад солі ?

Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій виявлення катіона і аніона солі.

Дати відповіді на тестові завдання:

Питання 1. Якщо при дії на розчин солі реагентом BaCl_2 утворюється осад, наступною (за ходом аналізу солі) виконують:

1. пробу на аніони II-ої аналітичної групи;
2. перевірку розчинності в HCl ;
3. перевірку розчинності в CH_3COOH ;
4. пробу на PO_4^{3-} .

Питання 2. Розчинення в NH_4OH осаду, що утворюється при дії на розчину солі $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ (в присутності NH_4Cl), свідчить про присутність:

1. Cu^{2+} або Zn^{2+} ;
2. Fe^{2+} або Fe^{3+} ;
3. Fe^{3+} або Al^{3+} ;
4. Na^+ або K^+ .

75 **Питання 3.** Вірною є така послідовність визначення катіонів Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ba^{2+} в розчині суміші їх солей:

1. Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} ;
2. Mn^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ;
3. Ba^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} ;
4. будь-яка послідовність.

Питання 4. Якщо фосфати, що утворюються при дії на розчин солі $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ (в присутності NH_4Cl), нерозчинні в NH_4OH і CH_3COOH наступною (за ходом аналізу солі) виконують:

1. пробу на Na^+ або K^+ ;
2. пробу на Zn^{2+} або Cu^{2+} ;
3. пробу на Fe^{3+} або Al^{3+} ;
4. пробу на Fe^{2+} або Mn^{2+} .

Кількісний аналіз

Модуль I

Завдання №1. Використовуючи рекомендовану літературу, скласти порівняльну характеристику хімічних методів кількісного аналізу, що визначають вибір методу аналізу для кожного конкретного випадку:

№ п/п	Гравіметричний(ваговий) метод	Титриметричний(об'ємний) метод
<i>Основні етапи виконання аналізу</i>		
1.	Взяття наважки досліджуваної речовини.	Взяття наважки досліджуваної речовини.
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
<i>Переваги методів</i>		
1.		
2.		
3.		
<i>Недоліки методів</i>		
1.		
2.		
3.		

1. Дати відповіді на тестові завдання:

Питання №1. До вихідної речовини висувають такі вимоги:

- | | |
|--|---|
| 1. має бути стійка при зберіганні, як в сухому вигляді, так і у розчині; | 3. мати велику молярну масу, що зменшує похибки під час зважування наважки; |
| 2. не повинна містити сторонніх домішок; | 4. повинна мати відомий склад, який точно відповідає хімічній формулі. |

Питання №2. Первинний стандартний розчин:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. це розчин з встановленим титром; | 3. це розчин з приготуванням титром; |
| 2. готують з вихідної речовини; | 4. готують з фіксаналів. |

Питання №3. Для вторинного стандартного розчину вірними є ствердження:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. це стандартний робочий розчин; | 3. це розчин, який стандартизують; |
| 2. готують з будь-якої речовини; | 4. готують приблизної концентрації. |

Завдання №2.

Виконати розрахунки для приготування розчинів речовин, що використовують під час оцінки якості молока, м'яса, риби та продуктів їх переробки. Обчислити концентрацію, що відсутня, та заповнити пропуски в таблиці.

Розчинена речовина	Маса розчиненої речовини, г	Маса розчину, г	Об'єм розчину, л	Концентрація			Густина розчину, г/см ³
				w (розч. реч.), %	C, моль/л	C _{екв.} , моль/л	
H ₂ O ₂			3,0	5,0			1,002
CH ₃ COOH			2,0	18,0			1,011
ZnSO ₄			0,5			0,2	1,324
KMnO ₄			1,5			0,05	1,081
(NH ₄) ₂ CO ₃			0,2		2,0		1,012

Завдання №3.

Відповідно до наведеного у таблиці прикладу, узагальнити формули, необхідні для розрахунків, що здійснюють під час приготування розчинів заданої концентрації, та формули, що пов'язують між собою різні концентрації.

Концентрація розчину	Позначення, одиниці вимірювання	Формули	
		для розрахунків	для перерахунків
<i>Масова частка розчиненої речовини</i>	w, % або частка одиниці	$w = m(\text{реч})/m(\text{р-ну});$ $m(\text{реч}) = w \cdot m(\text{р-ну});$ $\rho = m(\text{р-ну})/V(\text{р-ну});$ $m(\text{р-ну}) = V(\text{р-ну}) \cdot \rho;$ $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{реч}).$	$C(\text{р-ну}) = w \cdot \rho / M(\text{реч}.);$ $C_E = m / M_E \cdot V;$ $C_E = w \cdot m(\text{розчину}) / M_E \cdot V;$ $T = w \cdot m(\text{розчину}) / V.$

--	--	--	--

Завдання №4.

1. Виконати розрахунки, необхідні для приготування розчинів:

- ◆ 0,5 л 0,7 М розчину K_3PO_4 . Розрахувати C_E ;
- ◆ 300 г розчину бури з масовою часткою $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 15%;
- ◆ 250 мл 2 н. розчину HNO_3 з 60% HNO_3 ($\rho = 1,12$ г/мл);
- ◆ 2,5 л 0,4 н. розчину $CaCl_2$. Обчислити титр.

2. За допомогою «правило хреста» обчислити об'єм води, який необхідно додати до 120 мл 9% розчину оцтової есенції для одержання 4% оцту, що використовують для заправки овочевих салатів, добавки до пельменів тощо.

3. Дати відповіді на тестові завдання:

Питання №1. Кількістю грамів розчиненої речовини в 100 г розчину вимірюється концентрація:

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. молярна; | 3. еквівалентна; |
| 2. процентна; | 4. титр. |

Питання №2. Титр - це:

- | | |
|---|---|
| 1. відношення маси розчиненої речовини до маси розчину; | 3. кількість грамів розчиненої речовини в 1 мл розчину; |
| 2. кількість моль еквівалентів розчиненої речовини в 1 л; | 4. кількість молів розчиненої речовини в 1 л розчину. |

Питання №3. Маса $K_3[Fe(CN)_6]$ (М.м.=329,14), необхідна для приготування 0,1л 0,1М розчину складає:

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 3,29 г; | 3. 329,14 г; |
| 2. 32,91 г; | 4. 109,71 г. |

Питання №4. Маса 10 мл розчину H_2SO_4 з густиною 1,155 дорівнює:

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 10,25; | 3. 15,55; |
| 2. 11,55; | 4. 115,5. |

Модуль II

Завдання №1. Для приготування стандартного розчину (розчину з приготовленим титром) наважку

_____:

- зважують на _____, потім на _____ терезах;
- переносять в _____, розчиняють у дистильованій воді;
- _____;
- концентрацію обчислюють за формулами: $T =$ _____;
 $N =$ _____.
- Робочим розчином (титрантом) методу нейтралізації є _____;
- Його готують _____ концентрації, тому що _____ не відповідає вимогам, які ставляться до стандартних вихідних речовин:
- _____;
- _____.
- Для приготування розчину титранту:
- розрахований об'єм розчину _____ відміряють _____;
- переносять в _____, що містить _____;
- доводять _____, _____ і _____;
- встановлюють концентрацію за стандартною речовиною – _____;
- результати титрувань обчислюють за формулою _____.
- Кінцеву точку титрування в методі нейтралізації встановлюють за допомогою _____.
- Індикатори обирають за характеристиками:
 - _____ – це _____;
 - _____ – це _____.
- Придатним для титрування вважається індикатор, що змінює забарвлення _____.
- Найкращим для конкретного аналізу вважається індикатор, _____ якого _____.
- Основними причинами похибок при титруванні є:
 - _____;
 - _____.

- Прикладом практичного застосування методу нейтралізації є визначення тимчасової твердості води, що обумовлена вмістом _____.
- Тимчасова твердість води вимірюється у _____ і обчислюється за формулою _____ або _____.
- Вода вважається м'якою, якщо її твердість складає _____.

Завдання №2.

1. Підібрати умови для виконання аналізу методом нейтралізації зазначених у таблиці речовин:

Речовина, що аналізують	Титрант	Індикатор	Характеристика індикатора		Зміна забарвлення індикатора в кінцевій точці титрування
			інтервал переходу	pT	
Na ₂ CO ₃					
CH ₃ COOH					
Mg(HCO ₃) ₂					
NH ₃ ·H ₂ O					
KNO ₂					
NH ₄ NO ₃					

2. Під час кислотно-основних визначень можливі похибки, що погіршують результати аналізу (проаналізувати, починаючи з підготовчих стадій):

- _____;
- _____;
- _____;

3. За допомогою кривих титрування дати обґрунтовану відповідь, де точність титрування буде найбільшою:

- при титруванні сильної кислоти лугом;
- при титруванні слабкої кислоти лугом

Завдання №3.

Виконати розрахунки для приготування 0,25 л 0,1 н. розчину NaOH.

1. Криві титрування та їх застосування для вибору індикатора. (на прикладі аналізу NH₄Cl).
2. Розрахувати титр, молярну та еквівалентну концентрації розчину HCl, якщо на титрування 25 мл 0,0936 н. розчину бури витрачено 21,4 мл розчину HCl.
3. Обчислити карбонатну твердість води, якщо на титрування 100 мл цієї води витрачено 6,25 мл 0,008 н. розчину HCl.
5. Дати відповіді на тестові завдання:

Питання №1. Розрахунки за результатами титрування проводять, виходячи з закону еквівалентів, за формулою:

1. $m = V_1 \cdot C_{E1} \cdot M_E / 1000$;
2. $T = C_M \cdot M_m / 1000$;
3. $V_1 \cdot C_{E1} = V_2 \cdot C_{E2}$;
4. $\rho = m/V$.

Питання №2. Стандартний розчин HCl приготувати безпосередньо з наважки не можна, тому що:

1. він розкладається під час зберігання;
2. сильний відновник;
3. поступово змінює концентрацію;
4. містить домішки.

Питання №3. Тимчасова твердість води:

1. зумовлена наявністю у воді розчинених гідрогенкарбонатів кальцію і магнію;
2. усувається при кип'ятінні води;
3. зумовлена наявністю у воді хлоридів, сульфатів, нітратів кальцію і магнію;
4. при кип'ятінні води не усувається.

Питання №4. Для повної нейтралізації 20 мл 0,05 н. Na₂CO₃ треба взяти 0,1 н. розчину HCl в кількості:

1. 10.0 мл;
2. 15.0 мл;
3. 35.0 мл;
4. 56.0 мл.

Питання №5. На титрування 27,0 мл 0,15 н. розчину H₂SO₄ витрачено 0,11 н. розчин луку в кількості:

1. 40.61 мл;
2. 52.19 мл;
3. 36.82 мл;
4. 15.20 мл.

8. Методи навчання.

При вивченні дисципліни «Аналітична хімія» використовуються наступні методи навчання:

1. методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- словесні (розповідь-пояснення, бесіда, лекція);
- наочні (ілюстрація, демонстрація);
- практичні (лабораторні роботи, реферати);

2. методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- стимулювання інтересу до навчання (створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу, навчальні дискусії);
- стимулювання обов'язку й відповідальності (роз'яснення мети навчального предмету, дисциплінарні і організаційно-педагогічні вимоги до вивчення предмету, заохочення та покарання в навчанні);

3. методи контролю, корекції за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності: проміжні опитування. контрольні роботи, індивідуальні співбесіди

9. Форми контролю.

Для здійснення контролю за якістю знань та вмінь студентів використовуються:

- контрольні роботи;
- колоквіуми;
- залік;
- іспит;
- індивідуальні співбесіди.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і лабораторних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістових модулів – результати виконання тестових завдань, лабораторних робіт, складання колоквіумів. Підсумковий контроль знань здійснюється на іспиті і заліку

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія. Методичні вказівки для виконання лабораторного практикуму для студентів спеціальності 181 – Харчові технології. – К. : ДДП «Експо-Друк», 2020. – 167 с.

2. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт та завдання для самостійної роботи студентів спеціальності 181 – «Харчові технології». – К. : ДДП «Експо-Друк», 2017. - 156 с.

12. 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. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз. – К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.
3. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. – К.:ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002.– 544 с.
4. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз. – К.: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2004. – 280 с.
5. Жаровский Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія. – К., 1982.
6. Антрапцева Н.М., Щегров Л.М., Захаренко М.О., Миколаюк І.Г. Неорганічна та аналітична хімія. Програма навчальної дисципліни для підготовки фахівців з напрямку 1303 “Зооінженерія” в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації. – К.: Аграрна освіта, 2002. – 13 с.

Допоміжна

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. Київ: „Либідь”, 1996- 304 с.
2. Пилипенко А. Т., Пятницький И.В., Аналитическая химия.- М.: Химия.- 1990.- Т.2.
3. Сегеда А.С., Галаган Р.Л., Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Якісний аналіз. – К.: ЦУЛ, фітосоціоцентр, 2002. – 429 с.
4. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.
5. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. - М.:Высш.шк., 1991. - 256 с.
6. Бабко А.К., Пятницький И.В. Количественный анализ. – М.: « Высшая школа», 1968- 596 с.
7. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: Учеб. Пособие для вузов /В.И.Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др.; Под. ред. Ю.А.Золотова. – М.:Высш. шк., 2002. – 402 с.
8. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. –М.: Мир, 1989
9. Челябієва В.М. Аналітична хімія. Навчальний посібник / В.М Челябієва., О.І.Сиза, О.Л. Гуменюк – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т.– 2015. – 199с.

12.Інформаційні ресурси

Електронна бібліотека НУБіПУ: <https://nubip.edu.ua/node/17325>
www.xumuk.ru/encyklopedia/271.html

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lecture-courses-nonchem/anal.html>

<http://intranet.tdmu.edu.te.ua>

http://www.ph4s.ru/book_him.html

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>