

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

доктор с.г. наук  Ю.В. Коломієць

"___" _____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО


на засіданні кафедри аналітичної і біонеорганічної
хімії та якості води

Протокол № 8 від «24» 04 2023 р.

Завідувач кафедри  В. А. Копілевич

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОН-101 Екологія

 В.М. Боголюбов

**РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
«АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ»**

галузь знань : 10 «Природничі науки»

спеціальність: 101 «Екологія»

Факультет Захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: професор, доктор хімічних наук Копілевич В.А.

КИЇВ – 2023

© Копілевич В.А., 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	10 – Природничі науки
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Бакалавр
Спеціальність	101 - Екологія
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	3
Форма контролю	іспит
Спецпрактикум з хімічного аналізу	25 год.
Форма контролю	залік
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>	1
Форма контролю	Диференційований залік
Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки	2
Семестр	4
Лекційні заняття	30 год.
Практичні, семінарські заняття	_____ год.
Лабораторні заняття	30 год.
Самостійна робота	60 год.
Індивідуальні завдання	_____ год.
Спецпрактикум	25 год
Курсова робота	1
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	5 год. 6 год.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою і завданням навчальної дисципліни "Аналітична хімія" є ознайомлення з теорією і практикою хімічного аналізу.

Предмет навчальної дисципліни "Аналітична хімія" включає методи кількісного та якісного аналізу.

Вхідні вимоги до знань, умінь та навичок студента.

Знати: класифікацію хімічних елементів та утворюваних ними неорганічних і органічних хімічних сполук; закономірності зміни хімічної активності простих і складних речовин з позицій їх будови, природи та особливостей хімічного зв'язку в них; природу розчинів основних типів хімічних сполук s-, p- і d-елементів і їх властивості відносно процесів

електролітичної дисоціації та гідролізу; хімізм процесів зі зміною ступеня окислення елементів; природу, будову, хімічні властивості координаційних (комплексних) сполук.

Вміти: користуватися навчальною, методичною та довідковою хімічною літературою (у тому числі електронними навчальними курсами), проводити розрахунки за рівняннями хімічних реакцій, вирішувати розрахункові задачі із застосуванням обчислювальної техніки.

Мати навички роботи в хімічній лабораторії, самостійного виконання хімічних реакцій, оформляти результати досліджень у вигляді звіту в лабораторному журналі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: правила техніки роботи у аналітичній лабораторії; поняття чутливості реакцій, селективності та специфічності визначень; основи якісного аналізу; принципи аналітичної класифікації катіонів і аніонів; якісні реакції на катіони та аніони; способи усунення впливу сторонніх іонів; способи розділення іонів у розчині при їх якісному визначенні; основні поняття кількісних вимірювань; поняття і принципи використання гомогенної і гетерогенної рівноваги в аналізі розчинів і осадів; принципи і теоретичне обґрунтування кількісного аналізу методами кислотно-основного титрування, редоксметрії, комплексометрії, осаджувального титрування, гравіметрії.

вміти: виконувати якісне визначення катіонів та аніонів у розчині хімічної сполуки або суміші речовин; кількісно визначати складові хімічної речовини методами гравіметрії, кислотно-основного титрування, редоксметрії, комплексометрії, осаджувального титрування; розв'язувати розрахункові задачі з курсу аналітичної хімії; в кінцевому результаті встановлювати формулу хімічної сполуки.

мати навички ведення протоколу аналітичних досліджень та оформлення журналу роботи в аналітичній лабораторії.

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду **компетентностей:**

Загальні компетентності:

ЗК4. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування).

ЗК8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності :

СК3. Здатність до розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук;

СК5. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних і радіаційних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю;

СК7. Здатність проводити моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

СК9. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання, в тому числі і радіоактивними.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування;

ПРН8. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень;

ПРН15. Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.

ПРН21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	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
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І. АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ І ЯКІСНИЙ ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ												
ТЕМА 1. Предмет, завдання, значення аналітичної хімії та її місце серед природничих наук. Основні поняття якісного хімічного аналізу.	5	1		2		2						
ТЕМА 2. Способи класифікації катіонів і аніонів. Загальні хіміко-аналітичні властивості катіонів.	7	1		2		4						
ТЕМА 3. Використання групових, підгрупових, селективних та специфічних реагентів для встановлення або виділення катіонів із сумішей.	10	2		4		4						
ТЕМА 4. Використання групових, підгрупових, селективних та специфічних реагентів для встановлення або виділення аніонів із сумішей.	8	2		2		4						
ТЕМА 5. Використання групових, підгрупових, селективних та специфічних реагентів для встановлення якісного складу речовини за катіоном та аніоном	8	2		2		4						
Разом за змістовим модулем 1	38	8		12		18						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЗАСТОСУВАННЯ РЕАКЦІЙ ОСАДЖЕННЯ ТА РОЗЧИНЕННЯ У ЯКІСНОМУ ТА КІЛЬКІСНОМУ АНАЛІЗІ												
ТЕМА 6. Суть і завдання кількісних вимірювань і розрахунків. Способи та одиниці виразу концентрації реагентів; особливості приготування розчинів заданої концентрації.	8	2		1		5						
ТЕМА 7. Хімічна рівновага в гомогенних та гетерогенних системах. Процеси розчинення, іонізації та дисоціації. Статистичні правила дисоціації електролітів. Закон діючих мас. Константа рівноваги. Електростатичні і хімічні взаємодії іонів в розчинах.	8	2		1		5						
ТЕМА 8. Гетерогенні системи.	12	4		2		6						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд		с.р.	л	п	лаб
Рівновага реакцій осадження – розчинення. Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу. Метод гравіметрії.										
Разом за змістовим модулем 2	28	8		4		16				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЗАСТОСУВАННЯ РЕАКЦІЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ, ОКИСЛЕННЯ-ВІДНОВЛЕННЯ ТА КОМПЛЕКСОУТВОРЕННЯ У ЯКІСНОМУ ТА КІЛЬКІСНОМУ АНАЛІЗІ										
ТЕМА 9. Хімічна рівновага для кількісної оцінки гомогенних систем.	8	2		2		4				
ТЕМА 10. Суть рівноваги у титриметрії. Основні групи методів титриметрії. Теоретичні положення методу нейтралізації. Кислотно-основне титрування у експериментальних вимірюваннях.	9	2		3		4				
ТЕМА 11. Теоретичні положення методів редоксметрії. Криві титрування у методах титриметрії. Кількісні вимірювання методами перманганатометрії і йодометрії.	9	2		3		4				
ТЕМА 12. Теоретичні положення комплексонометрії. Індикатори в титриметрії. Кількісні вимірювання методом трилонометрії.	9	2		3		4				
ТЕМА 13-14. Теоретичні основи вимірювання і обробки результатів в хімічному аналізі. Математична статистика в хімічному аналізі.	12	4		3		5				
ТЕМА 15. Методика хімічного аналізу для встановлення складу речовини (до курсової роботи).	7	2				5				
Разом за змістовим модулем 3	54	14		14		26				
Усього годин	120	30		30		60				
Спецпрактикум	25									
Курсовий проект (робота)					+					

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Техніка безпеки робіт в хімічному аналізі. Техніка виконання якісних аналітичних реакцій на прикладі першої групи катіонів: NH_4^+ , Na^+ , K^+	2
2	Реакції визначення та методи розділення катіонів 2 і 3 груп: Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	2
3	Реакції визначення та методи розділення катіонів 4-ї групи Pb^{2+} , Ag^+ і загальні прийоми аналізу суміші катіонів	1
4	Експериментальна задача на суміш катіонів 1-4 груп	2
5	Реакції визначення та методи розділення аніонів: SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , BO_2^- , SiO_3^{2-} , MoO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , NO_2^- , NO_3^-	2
6	Три експериментальні контрольні завдання на аналіз хімічних сполук (солі, кислоти, оксиди, основи)	2
7	Підготовка до модульної контрольної роботи на реакції розділення та визначення катіонів, аніонів і сполук	1
8	Техніка роботи у кількісному аналізі: зважування, користування мірним посудом, фільтрування, сушіння та прожарювання осадів. Особливості розрахунків у методі гравіметрії.	2
9	Експериментальна контрольна задача на визначення вмісту барію ваговим методом. Модульна контрольна робота з гетерогенної рівноваги та вагового аналізу	2
10	Методика приготування реактивів для методу нейтралізації.	2
11	Експериментальні контрольні задачі для визначення методом нейтралізації: 1) концентрації розчину лугу; 2) тимчасової твердості води.	3
12	Методика приготування реактивів для редоксметрії	1
13	Експериментальні контрольні задачі для визначення методом перманганатометрії: 1) процентного вмісту заліза у солі Мора Експериментальні контрольні задачі по визначенню методом йодометрії: 1) процентного вмісту міді у сполуці	3
14	Методика приготування реактивів для методу трилонометрії Експериментальні контрольні задачі по визначенню методом трилонометрії: 1) загальної твердості води; 2) вмісту кальцію у розчині	4
15	Модульні контрольні роботи з гомогенної рівноваги та методів титриметрії	1
	Разом	30

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Типи аналітичних реакцій і реагентів, їх ознаки	2
2	Класифікація аналітичних реагентів і розрахунки показників чутливості реакцій	3
3	Принципи аналітичної класифікації катіонів	3
4	Принципи аналітичної класифікації аніонів	2
5	Методики якісного аналізу на вміст катіонів, аніонів	4
6	Методики якісного аналізу складу бінарних сполук	4
6	Розрахунки у приготуванні розчинів різних видів концентрації та їх співвідношення	5
7	Техніка гравіметрії, оцінка точності визначення маси	3
8	Властивості осадів, чистота осадів	3
9	Розрахунки розчинності осадів у воді та розчинах електролітів	5
10	Протолітичні рівноваги у розчинах багатоосновних кислот. Написання рівнянь матеріального балансу та електронейтральності для розчинів багато основних кислот. Розрахунок мольної частки окремої протолітичної форми.	4
11	Буферні розчини. Їх властивості. Буферна ємність. Розрахунок буферної ємності розчину. Приготування буферних розчинів. Розрахунки. Універсальні буферні розчини.	3
12	Константа гідролізу солей різних типів	3
13	Діаграми розподілу. Типи діаграм розподілу. Розрахунок і побудова діаграм розподілу та концентраційно-логарифмічних діаграм для методу кислотно-основної взаємодії	3
14	Діаграми розподілу для окисно-відновних систем	4
15	Діаграми розподілу для розчинів комплексних сполук	3
16	Оцінка достовірності аналітичних даних. Відтворюваність та правильність експериментальних даних. Типи систематичних помилок. Індивідуальні та інструментальні систематичні помилки. Визначення систематичної помилки та її вплив на результати аналізу. Випадкова помилка. Основні поняття класичної статистики.	3
17	Методика якісного і кількісного аналізу невідомої речовини і виконання розрахунків хімічної формули сполуки	3
	Разом	60

6. Спецпрактикум з хімічного аналізу

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Якісний аналіз складу природного або штучного об'єкту (солі, кислоти, основи, оксиди, добрива, вода, технологічні розчини або реагенти)	4
2	Кількісне визначення вмісту катіонів	5
3	Кількісне визначення вмісту аніонів	5
4	Кількісне визначення вмісту води або газоподібного компонента як складової хімічної речовини або як розчинника	3
5	Математична та статистична обробка одержаних даних і встановлення складу та формули речовини	4
6	Написання та захист звіту про виконання спецпрактикуму	4
	Разом	25

7. Курсова робота

Курсовий робота має єдину назву: курсова робота з аналітичної хімії «Методика якісного і кількісного аналізу невідомої речовини», але кожен студент виконує його за індивідуальними завданням та вихідними матеріалами (якісний та кількісний аналіз невідомої хімічної сполуки або розчину) в процесі проведення спецпрактикуму.

Передбачається виконання таких практичних та розрахункових робіт:

1. Вибір, обґрунтування способів якісного та кількісного аналізу невідомої речовини (солі, кислоти, основи, оксиду).
2. Практичне виконання якісного аналізу.
3. За результатами якісного аналізу обґрунтування вибору методик кількісного аналізу.
4. Практичне виконання кількісного аналізу.
5. Статистична обробка одержаних даних.

8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами (орієнтовні)

Питання 1. Що є об'єктом вивчення аналітичної хімії:

1) Методи аналізу	2) Прийоми виконання досліджень
3) Аналітичні реакції	4) Штучні та природні хімічні сполуки

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 2. Вкажіть у якому випадку вміст основного компонента у реактиві буде найменшим, а масова кількість домішок найбільшою:

1) «Ч»	2) «ЧДА»
3) «ХЧ»	4) «ОСЧ»

(у бланку відповідей вкажіть відповідне маркування і розшифруйте його)

Питання 3. Виберіть формулу і розрахуйте граничну (мінімальну) концентрацію для K_2PtCl_6 , якщо відкритий мінімум K^+ рівний 0,1 мкг, а $V_{min} = 0,001$ мл ?

1) $m = \frac{V_{min} \cdot 10^6}{h}$	2) $C_{min} = 1/h$.
3) $m = C_{min} \cdot V_{min} \cdot 10^6$	4) $h = 1 : V$

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 4. Виберіть специфічний реагент для іону Fe^{2+} і складіть реакцію його відкриття у якісному аналізі .

1) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	2) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4) HNO_3

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 5. Які типи аналітичних реакцій і реагентів використовують у якісному аналізі аніонів?

(у бланку відповідей вказати загальні назви реакцій або реагентів)

Питання 6. В якій із зазначених груп йонів знаходяться лише катіони ?

1) CH_3COO^- , Ca^{2+} , Cl^-	2) Na^+ , Fe^{2+} , NH_4^+	3) Sr^{2+} , PO_4^{3-} , NO_3^-	4) NO_2^- , I^- , SO_4^{2-}
---	---	--	--

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 7. Які з перелічених речовин відносяться до групових або підгрупових реагентів на катіони?

1) HCl	2) HClO_3	3) H_2SO_3	4) HNO_3	5) HI
6) NaOH	7) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	8) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9) H_2O	10) H_2SO_4

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 8. Яка сума коефіцієнтів у реакції відкриття Cu^{2+} за допомогою $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$?:

1) 2	2) 4	3) 6	4) 8	5) 10	6) 12
------	------	------	------	-------	-------

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 9. Визначити еквівалент кислоти в реакції:



1) 98	2) 32,67	3) 49	4) 16,33	5) правильної відповіді не має
-------	----------	-------	----------	--------------------------------

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 10. Який показник і як характеризує процес гідролізу солі утвореної сильною кислотою та слабкою основою?

1) нормальність	2) молярність	3) масова частка	4) титр
5) ДР	6) $\text{pH} > 7$	7) $\text{pH} = 7$	8) $\text{pH} < 7$

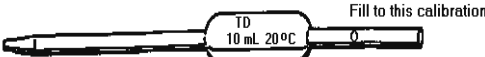
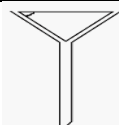
(у бланку відповідей зазначити правильну відповідь)

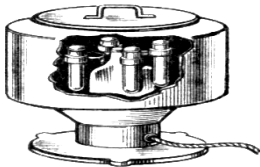
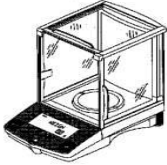

Питання 11. Визначіть відповідність реагентів і катіонів?

A	$\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$	1	Fe^{3+}
B	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	2	Pb^{2+}
C	KI	3	Sr^{2+}
D	H_2SO_4	4	Ag^+
E	HCl	5	Co^{2+}
F	NH_4SCN	6	Na^+

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 12. Визначіть, які аналітичні пристосування чи прилади необхідні для гравіметричного аналізу:

A	
B	

С	
D	
E	

(у бланку відповідей зазначити назви відповідних пристосувань)

Питання 13. За допомогою якого реактиву можна розділити Al^{3+} і Mn^{2+} ?

1) KOH | 2) HCl | 3) $(NH_4)_2CO_3$ | 4) Na_2HPO_4 | 5) правильної відповіді не має

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 14. Нормальна концентрація розчину вказує на

1) Кількість молів речовини у 1 л | 2) Кількість моль-еквівалентів речовини у 1 л
3) Кількість грамів речовини у 1 л | 4) Кількість грамів речовини у 1 кг

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 15. В якому методі у якості індикатора використовується метиловий оранжевий?

(у бланку відповідей вказати назву методу аналізу)

Питання 16. Розрахувати молярну концентрацію іонів Ba^{2+} в 0,001 М розчині Na_2CO_3 , якщо

$$D_{рBaCO_3} = 10^{-9}$$

1) 10^{-12} | 2) 10^{-10} | 3) 10^{-8} | 4) 10^{-6} | 5) правильної відповіді не має

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 17. Розрахувати титр розчину, у 1 л якого міститься 10 г HCl, і вказати яка реакція розчину:

1) 1 кисла | 2) 0,1 лужна
3) 0,01 кисла | 4) 0,001 лужна

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 18. На що вказує індикатор в методі перманганатометрії?

1) На склад титранту | 2) На склад речовини, яку титрують | 3) На колір продуктів реакції | 4) На ОВП реакційної суміші

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 19. Виберіть вірну формулу розрахунку наважки реагенту для приготування розчинів з певною молярною концентрацією:

1) $N_1V_1=N_2V_2$ | 2) $m = V \cdot d$ | 3) $m = M \cdot M_r \cdot V$ | 4) $m = T \cdot V$

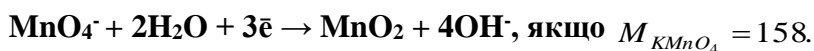
(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 20. При титруванні розчину шавлевої кислоти перманганатом калію витрати останнього в чотирьох повтореннях склали: 10,1; 10,2; 10,0 та 11,4 мл. Яка максимальна відносна похибка експерименту?

1) 0,1% | 2) 1% | 3) 2% | 4) 10%

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 21. Розрахувати еквівалент $KMnO_4$ для реакції :



(у бланку відповідей виконати розрахунки)

Питання 22. Якими одиницями вимірюється титр розчину ?

1) г/мл 2) г/л 3) г/моль 4) моль/л 5) моль-екв / л 6) г / 100 г

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 23 . На яких типах реакцій не базуються титриметричні методи аналізу?

1) Реакції сполучення йонів 2) Реакції з переносом електронів 3) Реакції осадження 4) Реакції розчинення

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 24. Розрахувати рОН розчину, у якому концентрація іонів H^+ складає 10^{-9} г-іон/л і вказати яка його реакція:

1) 5 кисла 2) 5 лужна 3) 9 кисла 4) 9 лужна

(у бланку відповідей виконати розрахунки)

Питання 25. Мікролітр по відношенню до літра складає частку, що рівна:

1) 10^{-3} 2) 10^{-6} 3) 1/100 4) 1/1000 5) 1/10000 6) 1/100000

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 26. Якими одиницями вимірюється процентна концентрація розчину ?

(у бланку відповідей виконати завдання)

Приклади завдань у контрольних роботах до окремих тем Якісний аналіз катіонів

Питання 1. Вкажіть у якому випадку вміст основного компоненту у реактиві буде найменшим, а масова кількість домішок найбільшою:

1) «Ч» 2) «ЧДА»
3) «ХЧ» 4) «ОСЧ»

(у відповіді вкажіть відповідне маркування і розшифруйте його)

Питання 2. Виберіть специфічний реагент для іону Cu^{2+} і складіть реакцію його відкриття у якісному аналізі .

1) $K_3[Fe(CN)_6]$ 2) $(NH_4)_2CO_3$
3) $NH_3 \cdot H_2O$ 4) $NaOH$

(у відповіді виконати завдання)

Питання 3. Які типи аналітичних реакцій і реагентів використовують у якісному аналізі аніонів?

(у відповіді вказати загальні назви реакцій або реагентів)

Питання 4. В якій із зазначених груп іонів знаходяться лише катіони ?

1) CH_3COO^- , Ca^{2+} , Cl^- 2) Na^+ , Fe^{2+} , NH_4^+ 3) Sr^{2+} , PO_4^{3-} , NO_3^- 4) NO_2^- , I^- , SO_4^{2-}

(у відповіді виконати завдання)

Питання 5. Які з перелічених речовин відносяться до групових або підгрупових реагентів на катіони?

1) HCl 2) $HClO_3$ 3) H_2SO_3 4) HNO_3 5) HI
6) $NaOH$ 7) $(NH_4)_2HPO_4$ 8) $NH_3 \cdot H_2O$ 9) H_2O 10) H_2SO_4

(у відповіді виконати завдання)

Питання 6. Яка сума коефіцієнтів у реакції відкриття Na^+ за допомогою цинкураніацетату?:

1) 2 2) 4 3) 6 4) 8 5) 10 6) 14

(у відповіді скласти відповідне рівняння реакції і виконати завдання)

Питання 7. Визначіть відповідність реагентів і катіонів?

А	$K[Sb(OH)_6]$	1	Fe^{3+}
В	$K_4[Fe(CN)_6]$	2	Pb^{2+}
С	KI	3	Sr^{2+}

D	H₂SO₄	4	Ag⁺
E	HCl	5	Co²⁺
F	NH₄SCN	6	Na⁺

(у бланку відповідей виконати завдання)

Питання 8. За допомогою якого реактиву можна розділити Pb²⁺ і Cu²⁺?

1) KOH	2) HCl	3) (NH ₄) ₂ CO ₃	4) Na ₂ HPO ₄	5) правильної відповіді не має
--------	--------	--	-------------------------------------	--------------------------------

(у відповіді скласти відповідне рівняння реакції)

Питання 9. Специфічною реакцією на іон NH₄⁺ є дія на розчин солі:

1) Кислотою	2) Лугом	3) Магnezіальною сумішшю	4) Вапняною водою
-------------	----------	--------------------------	-------------------

(у відповіді скласти відповідне рівняння реакції)

Гетерогенна рівновага – метод гравіметрії

Питання 1. Навести приклад гетерогенної реакції, яку можна застосувати у методі гравіметрії, і вказати характерні ознаки для її використання

Питання 2. Як добуток розчинності малорозчинної сполуки математично зв'язаний з константою рівноваги її реакції дисоціації?

Питання 3. У чому різниця між осаджуваною і ваговою формами у методі гравіметрії?

Питання 4. Дайте визначення нормальної (еквівалентної) концентрації розчину

Питання 5. ДР хлориду срібла дорівнює 10⁻¹⁰. Розрахувати молярну концентрацію AgCl у розчині і її розчинність в г/л.

Питання 6. Розрахувати яку наважку SrCl₂ потрібно взяти і скільки мл 0,05 М H₂SO₄ потрібно використати для одержання 0,4 г осаду SrSO₄ ?

Гомогенна рівновага – метод нейтралізації

Питання 1. Навести приклад гомогенних реакцій, які можна застосувати у методі нейтралізації, і вказати характерну ознаку для їх використання

Питання 2. Як константа дисоціації електроліту математично зв'язана з його ступенем дисоціації?

Питання 3. У чому різниця між розчином з приготованим титром і встановленим титром?

Питання 4. Дайте визначення нормальної (еквівалентної) концентрації розчину

Питання 5. Визначте рН 0,001 М розчину азотної кислоти. Як зміниться цей показник при розведенні розчину в 10 разів:

1) 0,001 і 0,0001	2) 0,1 і 0,01	3) 1 і 2	4) 3 і 4
-------------------	---------------	----------	----------

Питання 6. Скільки мл 31,7%-ного розчину соляної кислоти (d=1,15 г/мл) потрібно для приготування 2 л 0,5 молярного розчину ?

1) 200	2) 100	3) 50	4) 10
--------	--------	-------	-------

Редоксметрія – Окислювально-відновне титрування

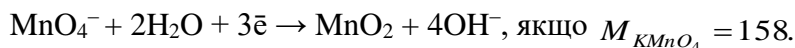
Питання 1. Навести приклад окислювально-відновних реакцій, які можна застосувати у методі редоксметрії, і вказати характерну ознаку для їх використання

Питання 2. Дайте визначення поняття «титрований розчин»

Питання 3. За якими показниками встановлюють придатність ОВ-реакції для кількісних визначень

Питання 4. Дайте визначення нормальної (еквівалентної) концентрації розчину

Питання 5. Розрахувати еквівалент KMnO_4 для реакції :



Питання 6. Розрахувати величину наважки щавлевої кислоти для приготування 200 мл 0,05 N розчину і визначити його титр.

Комплексонометрія

Питання 1. Навести приклад реакцій комплексоутворення, які можна застосувати у методи комплексометрії, і вказати характерну ознаку для їх використання

Питання 2. Дайте визначення поняття «титрований розчин»

Питання 3. Вкажіть переваги комплексонометричного титрування перед іншими титриметричними методами

Питання 4. Дайте визначення нормальної (еквівалентної) концентрації розчину і як вона математично зв'язана з процентною концентрацією

Питання 5. Розрахувати еквівалент трилону Б, якщо його молярна маса дорівнює 372 г/моль і об'єднати розрахунок будовою молекули

Питання 6. Розрахувати величину наважки CaCO_3 для приготування 100 мл титрованого розчину, придатного для встановлення концентрації трилону Б з приблизною нормальністю 0,1 г-екв/л.

Приклад тестів для визначення рівня знань студентів

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР бакалавр Спеціальність: «Екологія»	Кафедра аналітичної і біоорганічної хімії та якості води	Екзаменаційний білет № ___ з дисципліни <i>Аналітична хімія</i>	Затверджую зав. кафедри _____ (підпис) проф. Копілевич В.А. _____ 20 р.
Екзаменаційні питання			Оцінка
1. Особливості якісного аналізу аніонів : навести приклади класифікації аніонів, дії групових, селективних і специфічних реагентів на аніони SO_3^{2-}, I			4
2. ДР SiI дорівнює 10^{-12}. Розрахувати молярну концентрацію йодиду міді(I) у розчині і розчинність осаду в г/л.			5
Тестові завдання			
Питання 1. Що є предметом аналітичної хімії ?			1
Питання 2. Вкажіть специфічний реагент для іону Fe^{2+} і складіть реакцію його відкриття у якісному аналізі			1
Питання 3. Розрахувати, чому дорівнює процентна концентрація розчину, якщо у 200 мл води розчинили 10 г хлориду натрію?			2
A. 4,76%	B. 5,00%	C. 5,26%	D. 5,06%
Питання 4. Визначити еквівалент кислоти в реакціях: $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Mr кислоти = 98) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$			2
Питання 5. Який показник і як характеризує процес гідролізу солі, утвореної сильною кислотою та слабкою основою?			1
Питання 6. За допомогою якого реактиву можна розділити Al^{3+} і Mn^{2+} ?			1
1) KOH	2) HCl	3) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	4) Na_2HPO_4 5) правильної відповіді не має
Питання 7. Нормальна концентрація розчину вказує на ?			2

Питання 8. В якому методі у якості індикатора використовується метиловий оранжевий і для якого інтервалу рН?	1				
Питання 9. При титруванні розчину щавлевої кислоти перманганатом калію витрати останнього в чотирьох повтореннях склали: 10,1; 10,2; 10,0 і 9,9. Яка максимальна відносна похибка вимірювань?	2				
Питання 10. Яку частку складає мікрограм по відношенню до граму?	1				
Питання 11. Яка величина іонного добутку води при 22 °С і при 100°С ?	1				
Питання 12. Яке значення рН 0,01 н. розчину НСІ?	2				
Питання 13. Яку речовину не можна використати в методах редоксметрії як вихідну (первинний стандарт)?	1				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$</td> </tr> </table>	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$		
Питання 14. Дайте визначення поняттю «чутливість аналізу»	1				
Питання 15. З яких операцій (основних етапів) складається якісний аналіз солей	1				
Питання 16. Суміші яких розчинів мають буферну дію ?	1				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{KOH} + \text{HCl}$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{NaOH} + \text{NaNO}_3$</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$</td> </tr> </table>	$\text{KOH} + \text{HCl}$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$	$\text{NaOH} + \text{NaNO}_3$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	
$\text{KOH} + \text{HCl}$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$	$\text{NaOH} + \text{NaNO}_3$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$		

Екзаменатор

()

Методи навчання

Метод навчання – взаємопов'язана діяльність викладача та студентів, спрямована на засвоєння студентами системи знань, набуття умінь і навичок, їх виховання і загальний розвиток

Виділяють три групи методів навчання: словесні, наочні, практичні.

Словесні методи навчання:

- лекція – це метод навчання, який передбачає розкриття у словесній формі сутності явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою в логічному зв'язку, об'єднані загальною темою.

Важливе місце в групі словесних методів посідає метод роботи з книгою. Належність його до цієї групи дещо умовна. Студенти мають усвідомлювати, що основним джерелом отримання наукової інформації є книга. Тому так важливо навчити студентів методам і прийомам самостійної роботи з нею: читання, переказ, виписування, складання плану, таблиць, схем та ін.

Чільне місце в інформаційному забезпеченні навчання займає електронний навчальний курс (ЕНК) з дисципліни. Студенти повинні володіти методикою використання матеріалів ЕНК (навчальний посібник, електронні лекції, лабораторні роботи) для вчасного виконання навчальних завдань, а також проходження контролю набуття знань, умінь, навичок у вигляді виконання самостійної підготовки і модульних контрольних робіт.

Наочні методи передбачають, передусім, використання демонстрації та ілюстрації.

- демонстрація – це метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їхньому натуральному вигляді, в динаміці.
- ілюстрація – метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх символічному зображенні (фотографії, малюнки, схеми, графіки та ін.).

Практичні методи навчання спрямовані на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню умінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретного розділу, теми. В аналітичній хімії цей вид навчання здійснюється у формі лабораторних робіт.

Лабораторна робота передбачає організацію навчальної роботи з використанням спеціального обладнання та за визначеною технологією для отримання нових знань або перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень.

9. Форми контролю

Основними формами контролю знань студентів є контроль на лекції, на семінарських і практичних заняттях, у позанавчальний час, на консультаціях, заліках і іспитах.

I. Контроль на лекції може проводитись як вибіркове усне опитування студентів або з застосуванням тестів за раніше викладеним матеріалом, особливо за розділами курсу, які необхідні для зрозуміння теми лекції, що читається, або ж для встановлення ступеня засвоєння матеріалу прочитаної лекції (проводиться за звичай у кінці першої або на початку другої години лекції).

Поточний контроль на лекції покликаний привчити студентів до систематичної проробки пройденого матеріалу і підготовки до майбутньої лекції, встановити ступінь засвоєння теорії, виявити найбільш важкі для сприйняття студентів розділи з наступним роз'ясненням їх. Контроль на лекції не має віднімати багато часу.

II. Поточний контроль на практичних і лабораторних заняттях проводиться з метою виявлення готовності студентів до занять у таких формах:

1. Письмова (до 30 хв.) контрольна робота, у т.ч. за технологією eLearn.
2. Колоквіум по самостійних розділах теоретичного курсу (темах або модулях).
3. Контроль за результатами виконання експериментальних робіт.

III. Заліки. З деяких видів роботи (спецпрактикум, курсова робота) застосовується диференційований залік з виставленням оцінок за п'ятибальною шкалою.

Курсові роботи є продуктом багатоденної праці. Вони включають елементи наукового дослідження. Захист курсової роботи – це особлива форма заліку в комісії з двох-трьох викладачів. Кращі з курсових робіт подаються на наукові студентські конференції.

IV. Іспити. Іспити є підсумковим етапом вивчення усієї дисципліни або її частини і мають за мету перевірку знань студентів по теорії і виявлення навичок застосування отриманих знань при вирішенні практичних завдань, а також навиків самостійної роботи з навчальною і науковою літературою.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

У робочому навчальному плані дисципліни передбачено в одному навчальному семестрі лекцій – 30 годин, лабораторних занять – 45 годин та самостійної роботи - 90 години, що в сумі становить 165 годин (5,5 кредити ECTS). Після вивчення дисципліни заплановано іспит.

Крім того вивчення аналітичної хімії завершується спецпрактикумом з хімічного аналізу – 25 годин лабораторних робіт, що складає 1 кредит ECTS. Завершується спецпрактикум заліком про виконання навчальної практики.

За результатами спецпрактикуму виконується курсова робота, на яку відводиться 1 кредит ECTS самостійної роботи. Курсова робота згідно Положення оцінюється за національною шкалою та шкалою ECTS.

Тривалість навчального семестру – 15 тижнів.

Виконання спецпрактикуму – 1 тиждень.

Витрати на вивчення дисципліни «Аналітична хімія» в цілому - 190 годин (6 кредитів ECTS).

Відповідно до «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (затверджено 26 квітня 2023 р., протокол №10) рейтинг студента з навчальної роботи $R_{нр}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R_{зм}^{(1)} \cdot K_{зм}^{(1)} + \dots + R_{зм}^{(n)} \cdot K_{зм}^{(n)})}{K_{дис}} + R_{др} - R_{штр},$$

де $R_{зм}^{(1)}, \dots, R_{зм}^{(n)}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K_{зм}^{(1)}, \dots, K_{зм}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K_{зм}^{(1)} + \dots + K_{зм}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{штр}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K_{зм}^{(1)} = \dots = K_{зм}^{(n)}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R_{зм}^{(1)} + \dots + R_{зм}^{(n)})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

Навчальне навантаження студента для їх вивчення та засвоєння складає:

1-й модуль (R_1) – 2 кредита (K_1)

2-й модуль (R_2) – 1,5 кредита (K_2)

3-й модуль (R_3) – 2 кредита (K_3)

Критерії оцінки змістових модулів:

R_1 складається з 6 лабораторних робіт та 1 модульної контрольної роботи. Виконання і захист результатів 2 експериментальних робіт оцінюються 30 і 20 балами відповідно; 2 контрольні роботи оцінюються 10 балами кожна, самостійна робота в ЕНК – 10 балами, модульна контрольна робота в ЕНК – 20 балів.

R_2 складається з 2 лабораторних робіт та 1 модульної контрольної роботи. Виконання і захист експериментальної роботи оцінюються у 40 балів. Контрольна робота оцінюються у 25 балів, самостійна робота в ЕНК – 15 балами, модульна контрольна робота в ЕНК – 25 балів.

R_3 складається з 7 лабораторних робіт та модульної контрольної роботи. Виконання і захист 5 експериментальних робіт оцінюються 10 балами кожна, 3 контрольні роботи оцінюються 10 балами кожна, самостійна робота в ЕНК – 10 балами, модульна контрольна робота в ЕНК – 10 балів.

Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$ додається до $R_{нр}$ і не може перевищувати 10 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{штр}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{нр}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

Для допуску до атестації студенту необхідно набрати з навчальної роботи не менше 60% з кожного змістового модуля, а загалом не менше, ніж 42 бали з навчальної роботи.

Реальний рейтинг з дисципліни $R_{дис}$. Визначається за формулою:

$$R_{дис} = R_{нр} + R_{ат}$$

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 26.04.2023 р., протокол № 10).

Таблиця 1

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

Рейтинг з навчальної практики (спецпрактикум) R_{np} у балах визначається відповідно до кількості годин – 25, передбачених робочим навчальним планом. Форма контролю – залік.

Згідно із зазначеним Положенням *підготовка і захист курсового проекту (роботи)* оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Атестації з дисципліни, курсового проекту та навчальної практики оцінюються за 100 бальною шкалою згідно ECTS (табл. 1).

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Методичне забезпечення

1. Аналітична хімія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, Д.А. Савченко. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2022. – 260 с.
2. Аналітична хімія. Теоретичні відомості та лабораторний практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук – К.: ДДП «Експо-Друк», 2017. – 300 с.
3. Копілевич В.А., Прокопчук Н.М., Ущипівська Т.І., Войтенко Л.В. Аналітична хімія для напряму підготовки «Екологія» і «Біотехнологія». Навчальний посібник. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2015. – 413 с.

Основна література

1. Копілевич В.А., Косматий В.Є., Войтенко Л.В. та ін. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз). Посібник. – К.: НАУ, 2002, 2003, 2004, 2008. – 295 с.
2. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія. – К.: Вища шк., 1982. - 544 с.

Допоміжна

1. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Монографія. – К.: «Наукова думка», 2007. – 456 с.

Інформаційні ресурси

1. ЕНК «Аналітична хімія» для студентів ОР «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія» / В.А. Копілевич. – Режим доступу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1233>
2. Посібник з аналітичної хімії. – Режим доступу: dmeti.dp.ua/file/uchebное_posobie.doc
3. Лекції з аналітичної хімії. - Національний авіаційний університет, кафедра хімії і хімічної технології, 2008. – Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/21696>
4. Аналітична хімія (якісний аналіз) – Режим доступу: <https://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/23888/3/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F%20%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>
5. Аналітична хімія /В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, Д.А. Савченко. - Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u342/posanhim_ekol_2020.pdf