

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
з дисципліни
“ АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ”
(для бакалаврів)

Київ – 2017

Підготовлено: доцентом кафедри фармації Рибак Любов Миколаївна
Затверджено на засіданні кафедри фармації (Протокол №1 від 1 березня
2017 р.)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління
персоналом

Рибак Л.М. Навчальна програма з дисципліни “Аналітична хімія” (для
бакалаврів). — К.: МАУП, 2017. - 18 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, тематичний план,
зміст дисципліни, методичні вказівки до виконання контрольної роботи,
варіанти контрольних робіт, питання для самоконтролю, а також список
літератури.

Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП), 2017

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

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

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

правила техніки роботи у аналітичній лабораторії;
основи якісного аналізу;
якісні реакції на катіони та аніони;
способи усунення впливу сторонніх іонів;
способи розділення іонів у розчині при їх якісному визначенні;
основи гравіметричного аналізу.

Студент повинен вміти:

- виконувати якісне визначення катіонів та аніонів у розчині, що містить інші іони, які заважають визначенню;
- визначати елементи, що входять до складу складного зразка (сплаву та суміші речовин);
- кількісно визначати елементи методом гравіметрії;
- розв'язувати розрахункові задачі з курсу аналітичної хімії.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Нормативна навчальна дисципліна "Аналітична хімія" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр", є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як "Хімія комплексних сполук", "Комплексні сполуки в аналізі об'єктів довкілля", "Хроматографія в аналізі об'єктів довкілля", "Основи хроматографії", "Застосування органічних реагентів в аналізі", "Застосування органічних реагентів в аналізі об'єктів навколишнього середовища", "Хімія навколишнього середовища", „Функціональні матеріали: отримання, будова, застосування”, „Екстракція в аналізі”, „Методи концентрування та розділення при аналізі об'єктів навколишнього середовища”, „Сучасні електрохімічні методи аналізу”, „Електрохімічні методи аналізу об'єктів довкілля”, „Отримання та застосування сорбентів в аналізі об'єктів довкілля”, „Вступ до сучасної аналітичної хімії”, „Методи молекулярної спектроскопії”, „Основи атомної спектроскопії”, „Атомно-абсорбційний та атомно-емісійна спектроскопія”, „Рентген-флуоресцентний аналіз”.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна "Аналітична хімія" в першому семестрі оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 4 модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою в кожному семестрі окремо.

Форми поточного контролю: оцінювання домашніх самостійних завдань; тестів та контрольних робіт виконаних студентами під час практичних занять.

Студент може отримати максимально **108** балів за усні відповіді, **36** балів за доповнення на усіх лабораторних та практичних заняттях впродовж семестру.

- | | |
|---|------------------|
| - усна відповідь, домашня письмова робота – | по 3 бали; |
| - доповнення – | по 1 балу; |
| - письмові самостійні - | всього 40 балів |
| - модульні контрольні роботи – | всього 100 балів |

Модульний контроль: 6 модульних контрольних робіт (на перший семестр).

Змістовий модуль 1

Максимальна кількість балів – **80**. Передбачається проведення зі студентами **4** лабораторних, **4** семінарських занять та написання **2** контрольних робіт з теми якісні реакції на катіони I, II та III аналітичних груп.

Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів, написання кожної контрольної роботи – **10** балів, самостійна робота – **10** балів, активність – **10** балів (у тому числі усна відповідь – **3** бали (на кожному занятті), доповнення – **1** бал).

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0–3** бали (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0–3** бали (**0** – незадовільно (відсутній), **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- виконання навчальної задачі: **0–3** бали (**0** – невірно, **1** – зі значними помилками, **2** – з незначними помилками, **3** – вірно);
- робота в лабораторії: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 1:

20 (контрольні роботи) + **40** (лабораторні роботи) + **10** (самостійна робота) + **10** (активність студента) = **80** балів.

Змістовий модуль 2

Максимальна кількість балів – **120**. Передбачається проведення зі студентами **6** лабораторних, **6** семінарських занять та написання **2** контрольних робіт з теми якісні реакції на катіони IV, V аналітичних груп, рідкісних елементів та аналізу сплаву.

Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів, написання кожної контрольної роботи – **20** балів, самостійна робота – **10** балів, активність – **10** балів (у тому числі усна відповідь – **3** бали (на кожному занятті), доповнення – **1** бал).

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0–3** бали (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0–3** бали (**0** – незадовільно (відсутній), **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- виконання навчальної задачі: **0–3** бали (**0** – невірно, **1** – зі значними помилками, **2** – з незначними помилками, **3** – вірно);
- робота в лабораторії: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

40 (контрольні роботи) + **60** (лабораторні роботи) + **10** (самостійна робота) + **10** (активність студента) = **120** балів.

Змістовий модуль 3

Максимальна кількість балів – **86**. Передбачається проведення зі студентами **5** лабораторних, **5** семінарських занять та написання **1** контрольної роботи з теми якісні реакції на аніони I, II та III аналітичних груп, визначення функціональних груп органічних речовин, аналізу невідомої речовини та суміші речовин.

Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів, написання контрольної роботи – **20** балів, самостійна робота – **6** балів, активність – **10** балів (у тому числі усна відповідь – **3** бали (на кожному занятті), доповнення – **1** бал).

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0–3** бали (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0–3** бали (**0** – незадовільно (відсутній), **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- виконання навчальної задачі: **0–3** бали (**0** – невірно, **1** – зі значними помилками, **2** – з незначними помилками, **3** – вірно);
- робота в лабораторії: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 3:

20 (контрольна робота) + **50** (лабораторні роботи) + **6** (самостійна робота) + **10** (активність студента) = **86** балів.

Змістовий модуль 4

Максимальна кількість балів – **100**. Передбачається проведення зі студентами **3** лабораторних та **3** семінарських занять та написання **1** контрольної роботи з теми гравіметричний метод аналізу.

Виконання кожної лабораторної роботи – **20** балів, написання контрольної роботи – **20** балів, самостійна робота – **10** балів, активність – **10** балів (у тому числі усна відповідь – 3 бали (на кожному занятті), доповнення – 1 бал).

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0–6** бали (**0** – незадовільно, **2** – задовільно, **4** – добре, **6** – відмінно);
- оформлення протоколу: **0–6** бали (**0** – незадовільно (відсутній), **2** – задовільно, **4** – добре, **6** – відмінно);
- виконання навчальної задачі: **0–6** бали (**0** – невірно, **2** – зі значними помилками, **4** – з незначними помилками, **6** – вірно);
- робота в лабораторії: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовний модуль 4:

20 (контрольна робота) + **60** (лабораторні роботи) + **10** (самостійна робота) + **10** (активність студента) = **100** балів.

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен з чотирьох модулів у семестрі та оцінки за іспит за наступною формулою.

І семестр

	Змістовий модуль 1 (ЗМ1)	Змістовий модуль 2 (ЗМ2)	Змістовий модуль 3 (ЗМ3)	Змістовий модуль 4 (ЗМ4)	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Вагові коефіцієнти (%)	10 % $k_1=0,10$	20 % $k_2=0,20$	15 % $k_3=0,15$	15 % $k_4=0,15$	40 % $k_{\text{ісп}}=0,40$	100 %
Максимальна оцінка в балах	80	120	86	100	100	100
Оцінка в балах	8	24	13	15	40	100

Розрахунок підсумкової оцінки за перший семестр (зваженої):

$$ПО = k_1 \cdot ЗМ1 + k_2 \cdot ЗМ2 + k_3 \cdot ЗМ3 + k_4 \cdot ЗМ4 + k_{\text{ісп}} \cdot КПМ$$

Шкала відповідності

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою		
90 – 100	5	відмінно	«відмінно»
85 – 89	4	добре	«добре» (« <i>дуже добре</i> »)
75 – 84			«добре»
65 – 74	3	задовільно	«задовільно»
60 – 64			«задовільно» (« <i>достатньо</i> »)
35 – 59	2	незадовільно	«незадовільно» з <i>можливістю повторного складання</i>
1 – 34			«незадовільно» з <i>обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав за чотири змістовні модуля сумарну середню арифметичну максимальну оцінку в балах *менше ніж 16 балів*, то студент не допускається до іспиту і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни "Аналітична хімія".

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

I СЕМЕСТР

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин			
		Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Предмет та завдання аналітичної хімії. Якісний та кількісний хімічний аналіз»					
1	Вступ. Предмет, завдання, значення аналітичної хімії та її місце серед природничих наук.	4			
2	Значення аналітичної хімії для розвитку галузей природознавства, техніки і науки.				2
3	Якісний та кількісний хімічний аналіз. Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Їх метрологічні характеристики.	4			
4	Роль українських вчених у розвитку аналітичної хімії. Основні наукові аналітичні центри.				2
5	Якісне визначення катіонів I-III аналітичних груп		16	9	4
Модульна контрольна робота 1					1
Модульна контрольна робота 2					2
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Застосування реакцій осадження та кислотно-основної взаємодії у якісному та кількісному аналізі»					
6	Рівновага у гетерогенних системах. Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу.	6			2
7	Рівновага у гомогенних системах. Кислотно-основна рівновага.	6			
8	Якісне визначення катіонів IV та V аналітичних груп		16	4	2
Модульна контрольна робота 3					2
9	Якісне визначення катіонів рідкісних елементів		4	2	2
10	Аналіз сплаву		4	2	2
Модульна контрольна робота 4					2
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. «Застосування реакцій комплексоутворення у якісному та кількісному аналізі»					
11	Рівновага у гомогенних та гетерогенних системах. Реакції комплексоутворення.	6			
12	Рівновага окисно-відновних реакцій.	2			
13	Якісний хімічний аналіз. Класифікація катіонів та аніонів.	2			2
14	Якісне визначення аніонів I - III аналітичних груп		8	4	2
15	Аналіз індивідуальних речовин та їх суміші		12	4	4
Модульна контрольна робота 5					2
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. «Кількісний хімічний аналіз. Гравіметрія»					
16	Кількісний хімічний аналіз. Пробовідбір та пробопідготовка. Основні метрологічні характеристики методики.	2			4
17	Гравіметричний аналіз. Основи методу.	4	12	4	4
Модульна контрольна робота 6					2
Всього		36	72	36	144

Загальний обсяг **288 + 324 год.**

в тому числі: I семестр - **288 год.**,

Лекції – **36 год.**

Лабораторні – **72 год.**

Практичні – **36 год.**

Самостійна робота - **144 год.**

I СЕМЕСТР

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. ПРЕДМЕТ ТА ЗАВДАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ. ЯКІСНИЙ ТА КІЛЬКІСНИЙ ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ

ТЕМА 1. Вступ. Предмет, завдання, значення аналітичної хімії та її місце серед природничих наук

Лекція 1. Предмет аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії серед природничих наук

Вступ. Предмет, завдання, значення аналітичної хімії та її місце серед природничих наук.

Лекція 2. Значення аналітичної хімії для розвитку техніки і науки

Аналітичний контроль техногенних процесів, аналіз сировини та сертифікація готової продукції, екологічний контроль тощо.

ТЕМА 2. Значення аналітичної хімії для розвитку галузей природознавства, техніки і науки

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Значення аналітичної хімії для розвитку галузей природознавства, техніки і науки

Література [1, 4, 7, 8 – осн.].

ТЕМА 3. Якісний та кількісний хімічний аналіз. Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Їх основні метрологічні характеристики.

Лекція 3. Якісний та кількісний аналіз

Якісний і кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Хімічні, фізичні та фізико-хімічні методи аналізу.

Лекція 4. Вимоги до реакцій, які застосовуються у якісному та кількісному аналізі

Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії: реакції осадження, комплексоутворення, кислотно-основні та окисно-відновні реакції. Селективність хімічних реагентів. Метрологічні характеристики аналітичних реакцій: межа визначення, граничне розведення.

ТЕМА 4. Роль українських вчених у розвитку аналітичної хімії. Основні наукові аналітичні центри

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Роль українських вчених у розвитку аналітичної хімії. Основні наукові аналітичні центри.

Література [9 - додаткова].

ТЕМА 5. Якісне визначення катіонів I-III аналітичних груп

Лабораторна робота 1 (4 год.). Якісне визначення катіонів I-II аналітичних груп

1. Правила роботи та техніки безпеки в лабораторії якісного аналізу.
2. Характерні реакції та задача на катіони I та II груп: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} .
3. Виконання задачі на суміш катіонів I та II аналітичних груп.

Практичне заняття 1 (2 год.). Якісне визначення катіонів I-II аналітичних груп

1. Класифікація неорганічних катіонів за сірководневою схемою. Інші види класифікацій неорганічних катіонів.
2. Характерні реакції на катіони I-II груп.
3. Схема виконання задачі на катіони I-II групи.
4. Підготовка до колоквіуму на катіони I-II груп катіонів.

Лабораторна робота 2 (4 год.). Якісне визначення катіонів III аналітичної групи

1. Продовження виконання задачі на суміш катіонів I та II аналітичних груп.
2. Характерні реакції на катіони III аналітичної групи катіонів: Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} .

Практичне заняття 2 (2 год.). Якісне визначення катіонів III аналітичної групи.

1. Колоквіум на катіони I-II груп. (Модульна контрольна робота 1 (1 год.)
2. Груповий реагент, загальні та якісні реакції на катіони III аналітичної групи.
3. Схема виконання задачі на суміш катіонів III та I-III аналітичних груп.

Лабораторна робота 3 (4 год.).

1. Задача на суміш катіонів III аналітичної групи.
2. Задача на суміш катіонів I-III аналітичних груп.
3. Підготовка до колоквіуму на катіони III аналітичної групи.

Практичне заняття 3 (2 год.). Визначення катіонів I-III аналітичних груп у суміші

1. Схема виконання задачі на суміш I-III груп катіонів.
2. Підготовка до колоквіуму на катіони III групи.
3. Вирішення задач на добуток розчинності.

Лабораторна робота 4 (4 год.).

1. Продовження виконання задачі на суміш катіонів I-III аналітичних груп.
2. Підготовка до колоквіуму на катіони III аналітичної групи.

Практичне заняття 4 (2 год.). Модульна контрольна робота 2

Колоквіум на катіони III аналітичної групи.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Константа розчинності.
2. Іонна сила. Розрахунок іонної сили.
3. Активність іонів у розчині. Розрахунок коефіцієнтів активності іонів.
4. Розчинність осадів у присутності електролітів.

Література [6, 8-12 - осн].

Контрольні запитання до змістового модуля I

1. Що являє собою предмет аналітичної хімії?
2. Які завдання вирішує аналітична хімія?
3. Які типи хімічних реакцій і як використовуються в аналітичній хімії?
4. Що є предметом якісного хімічного аналізу?
5. Як і для чого класифікують іони у якісному аналізі?
6. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони I та II аналітичних груп: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ?
7. Як визначають катіони I та II аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
8. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони III аналітичної групи: Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} ?
9. Як визначають катіони I-III аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЗАСТОСУВАННЯ РЕАКЦІЙ ОСАДЖЕННЯ ТА КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У ЯКІСНОМУ ТА КІЛЬКІСНОМУ АНАЛІЗІ

ТЕМА 6. Рівновага у гетерогенних системах. Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу

Лекція 5. Хімічна рівновага в гомогенних та гетерогенних системах

Процеси розчинення, іонізації та дисоціації. Статистичні правила дисоціації електролітів. Закон діючих мас. Константа рівноваги. Термодинамічна, концентраційна і умовна константи рівноваги. Електростатичні і хімічні взаємодії іонів в розчинах. Конкуруючі реакції. Активність, коефіцієнт активності та іонна сила розчину. Розрахунки коефіцієнтів активності. Вплив концентрації та введення однойменних іонів на дисоціацію електролітів.

Лекція 6. Гетерогенні системи. Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу.

Вплив температури і концентрації однойменних іонів на розчинність. Статистичні правила розчинності. Розчинність малорозчинних солей сильних та слабких кислот в кислотах. Розчинність при утворенні комплексних сполук. Кількісна інтерпретація розчинності осадів у воді. Константа рівноваги реакції осадження - розчинення.

Лекція 7. Рівновага реакцій осадження - розчинення

Добуток розчинності і добуток активності та залежність між цими величинами Типи задач, які можна вирішувати на підставі правила добутку розчинності. Розрахунки добутку розчинності осадів у воді, обчислення добутку розчинності із даних розчинності.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Написання рівнянь матеріального балансу.
2. Принцип електронейтральності.

Література [11, 12 - осн].

ТЕМА 7. Рівновага у гомогенних системах. Кислотно-основна рівновага

Лекція 8. Кислотно-основна рівновага

Кислотно-основні реакції у хімічному аналізі. Сучасні поняття про кислоти і основи. Протолітична теорія Бренстеда і Лоурі. Поняття про рН. Константи кислотності і основності. Супряжені протолітичні пари. Автопротоліз води.

Лекція 9. рН розчинів сильних і слабких кислот і основ

Ступінчаста рівновага в розчинах багатоосновних кислот. Гідроліз, константа гідролізу. Розрахунок рН розчинів солей слабких кислот і сильних основ, сильних кислот і слабких основ, та солей слабких кислот і слабких основ.

Лекція 10. Буферні розчини та їх властивості

Розрахунок рН буферних розчинів, формула Гендерсона-Хоссельбаха. Буферна ємність. Суміш розчинів слабких кислот з кислими солями і кислих солей з середніми солями. Рівняння для обчислення рН кислих солей.

ТЕМА 8. Якісне визначення катіонів IV та V аналітичних груп

Лабораторна робота 5 (4 год.). Якісне визначення катіонів IV аналітичної групи

1. Характерні реакції на катіони IV групи катіонів: Pb^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} .
2. Задача на суміш катіонів III-IV груп – паперова хроматографія.

Практичне заняття 5 (2 год.). Характерні реакції на катіони IV групи катіонів та задача на суміш катіонів III-IV аналітичних груп.

1. Груповий реагент, загальні та характерні реакції на катіони IV групи катіонів

2. Схема виконання задачі на катіони III-IV груп катіонів
3. Вирішення задач на розчинність осадів у кислотах.

Лабораторна робота 6 (4 год.).

1. Характерні реакції на катіони V групи: Sn (II, IV), Sb (III, V), As (III, V) .
2. Задача на катіони IV-V груп.
3. Підготовка до колоквіуму на катіони IV-V груп

Практичне заняття 6 (2 год.). Характерні реакції на катіони V аналітичної групи.

1. Груповий реагент, загальні та характерні реакції на катіони V групи
2. Схема виконання задачі на катіони IV-V груп
3. Підготовка до колоквіуму на катіони IV-V груп.
4. Вирішення задач на розрахунок рН розчинів.

Лабораторна робота 7 (4 год.). Якісне визначення катіонів I–V аналітичних груп у суміші

1. Виконання задачі на суміш катіонів I-V груп.

Практичне заняття 7 (2 год.). Модульна контрольна робота 3

1. Написання колоквіуму на катіони IV-V груп

Лабораторна робота 8 (4 год.). Якісне визначення катіонів I–V аналітичних груп у суміші

1. Продовження виконання задачі на суміш катіонів I-V груп.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Протолітичні рівноваги у розчинах багатоосновних кислот.
2. Написання рівнянь матеріального балансу та електронейтральності для розчинів багатоосновних кислот.
3. Розрахунок мольної частки окремої протолітичної форми.

Література [11, 12 - осн].

ТЕМА 9. Якісне визначення катіонів рідкісних елементів

Практичне заняття 8 (2 год.). Характерні реакції на рідкісні елементи

1. Груповий реагент, загальні та характерні реакції на рідкісні елементи
2. Схема виконання задачі на рідкісні елементи.
3. Вирішення задач на напрямок окисно-відновних реакцій.
4. Вирішення задач на розчинність осадів у присутності комплексоутворювачів.
5. Підготовка до колоквіуму на рідкісні елементи.

Лабораторна робота 9 (4 год.). Якісне визначення іонів рідкісних елементів

1. Якісні реакції на іони рідкісних елементів: TiO^{2+} , ZrO^{2+} , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- .
2. Задача на суміш рідкісних елементів.

Практичне заняття 9 (2 год.). Модульна контрольна робота 4

1. Написання колоквіуму на рідкісні елементи.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Протолітичні рівноваги у розчинах слабких основ.
2. Написання рівнянь матеріального балансу та електронейтральності для розчинів слабких основ.

Література [8-12 – осн., 8 – додатк.].

ТЕМА 10. Аналіз сплаву

Лабораторна робота 10 (4 год.). Аналіз сплаву.

1. Відбір проби сплаву та якісне визначення основи сплаву.
2. Якісне визначення елементів, що входять до складу сплаву.

Практичне заняття 10 (2 год.). Якісне визначення елементів, що входять до складу сплаву.

1. Типи сплавів, склад чорних, кольорових, легких та дорогоцінних сплавів.
2. Схеми аналізу сплавів різних типів.
3. Вирішення задач різних типів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Діаграми розподілу для двоосновних та трьохосновних кислот.

Література [8-12, осн., 8 – додатк.].

Контрольні запитання до змістового модуля 2

1. Хімічна рівновага у розчині кислот та основ. Константа кислотно-основної рівноваги.
2. Термодинамічна, концентраційна та умовна константи рівноваги.
3. Константа основності та константа дисоціації.
4. Константа розчинності.
5. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони IV групи катіонів: Pb^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} ?
6. Як визначають катіони III та IV аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
7. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони V аналітичної групи: Sn (II, IV), Sb (III, V), As (III, V)?
8. Як визначають катіони IV-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
9. Як визначають катіони I-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
10. Як визначають іони рідкісних елементів: TiO^{2+} , ZrO^{2+} , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- ?
11. Аналіз сплаву. Відбір проби, розчинення. Визначення основи сплаву. Визначення компонентів сплаву.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЗАСТОСУВАННЯ РЕАКЦІЙ КОМПЛЕКСООУТВОРЕННЯ У ЯКІСНОМУ ТА КІЛЬКІСНОМУ АНАЛІЗІ

ТЕМА 11. Рівновага у гомогенних та гетерогенних системах. Реакції комплексоутворення

Лекція 11. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії

Визначення поняття *комплексна сполука*: за Грінбергом, Яцимирським, Бабком. Властивості і застосування комплексних сполук в хімічному аналізі. Стійкість комплексних сполук. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте утворення комплексів. Застосування в аналізі окремих груп комплексних сполук з неорганічними лігандами - аміакати, галогеніди, тіоціанати та ціанідні комплекси, фосфатні комплекси тощо.

Лекція 12. Стійкість комплексних сполук

Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості (ступінчасті та загальні константи). Принцип методів визначення стійкості комплексних сполук у розчинах. Закомплексованість, функція утворення Б'єрума (середнє лігандне число). Метод Ледена. Вплив властивостей центральних іонів - комплексоутворювачів на стійкість комплексних сполук. Класифікація катіонів металів залежно від будови їх електронних оболонок. Характер зміни стійкості комплексів у межах кожної групи.

Лекція 13. Органічні реагенти в аналітичній хімії.

Органічні реагенти (реактиви) в аналітичній хімії. Загальна характеристика. Солетвірні та комплексоутворюючі групи (функціональні групи) атомів. Вплив структури молекули на властивості органічних реагентів, роль замісників та хромофорних груп. Гіпотеза аналогій В.І.Кузнецова: взаємодія іонів металів з неорганічними реагентами типу H_2O , NH_3 , H_2S та оксиген-, нітроген- і сульфуровмісними органічними реагентами. Внутрішньоконкомплексні, або хелатні сполуки. Замкнені цикли. Хелатний ефект. Закономірності утворення внутрішньоконкомплексних сполук, залежність ступеня утворення від рН. Маскуючі речовини. Загальна характеристика маскуючих речовин, найважливіші їх представники. Амінополікарбоніві кислоти (комплексони). Комплексонати металів, етилендіамінтетраоцтова кислота, будова і властивості її комплексів. Використання реагенту для маскування іонів металів.

ТЕМА 12. Рівновага окисно-відновних реакцій

Лекція 14. Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії.

Реакції окиснення-відновлення, їх особливості та складність. Загальні способи складання рівнянь реакцій окиснення-відновлення у розчинах. Напрямок реакцій окиснення-відновлення. Рівноважний електродний потенціал. Рівняння **Нерста**. Стандартні та реальні (формальні) окисно-відновні потенціали, методи їх визначення. Реальний окисно-відновний потенціал як функція концентрації водневих іонів, концентрації ліганда та іонної сили розчину. Властивості потенціалів: залежність від концентрації потенціалутворюючих іонів, від рН розчину і конкуруючих реакцій осадження та комплексоутворення.

Константа рівноваги реакцій окиснення-відновлення та її зв'язок з стандартними потенціалами реагуючих компонентів (пар). Кінетичні і каталітичні методи аналізу.

ТЕМА 13. Якісний хімічний аналіз. Класифікація катіонів та аніонів

Лекція 15. Якісний хімічний аналіз

Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу, їх переваги та недоліки. Принципи сірководневого, фосфатного та кислотного-основного методів якісного аналізу; класифікація катіонів та аніонів, методи їх систематичного якісного визначення. Принцип дробного методу аналізу та найбільш поширені методи дробного методу визначення катіонів та аніонів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Буферні розчини. Їх властивості.
2. Буферна ємність. Розрахунок буферної ємності розчину.
3. Приготування буферних розчинів. Розрахунки.

4. Універсальні буферні розчини.
Література [2, 4, 8-12 – осн.].

ТЕМА 14. Якісне визначення аніонів I - III аналітичних груп

Лабораторна робота 11 (4 год.). Якісні реакції на аніони.

1. Характерні реакції та задача на аніони: CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, BO_3^{3-} , Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SCN^- , NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- .
2. Якісне визначення аніонів у суміші.

Практичне заняття 11 (2 год.). Характерні реакції на аніони I-III аналітичних груп.

1. Класифікація неорганічних аніонів на групи.
2. Характерні реакції на неорганічні аніони I-III груп.
3. Схема виконання задачі на аніони I-III груп.
4. Вирішення розрахункових задач різних типів.

Лабораторна робота 12 (4 год.). Якісне визначення аніонів у суміші.

1. Продовження виконання задачі на якісне визначення аніонів у суміші.
2. Аналіз індивідуальних речовин (солей).

Практичне заняття 12 (2 год.). Якісне визначення аніонів I-III аналітичних груп у суміші

1. Підготовка до колоквіуму на аніони
2. Схема аналізу індивідуальних неорганічних речовин.
3. Вирішення розрахункових задач різних типів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

2. Діаграми розподілу. Типи діаграм розподілу.
3. Діаграми розподілу для розчинів комплексних сполук.
4. Діаграми розподілу для окисно-відновних систем.

Література [2, 4, 8-12 –осн.].

ТЕМА 15. Аналіз індивідуальних речовин та їх суміші

Лабораторна робота 13 (4 год.). Аналіз індивідуальних речовин

1. Аналіз індивідуальних речовин (солей).
2. Аналіз суміші речовин (професорська задача).

Практичне заняття 13 (2 год.). Якісне дослідження складної суміші

1. Схема якісного аналізу складної неорганічної суміші.
2. Розв'язання практичних задач різних типів.
3. Підготовка до колоквіуму на аніони

Лабораторна робота 14 (4 год.). Аналіз суміші речовин неорганічної природи

1. Аналіз суміші речовин (професорська задача).

Практичне заняття 14 (2 год.). Функціональний аналіз

1. Написання хімічних реакцій, що використовують для якісного визначення основних функціональних груп органічних сполук.
2. Задача на визначення функціональних груп органічних сполук.
3. Підготовка до колоквіуму на аніони

Лабораторна робота 15 (4 год.). Аналіз функціональних груп органічних речовин

1. Аналіз органічних сполук на основні функціональні групи.

Практичне заняття 15 (2 год.). Модульна контрольна робота 5

1. Написання колоквіуму по аніонам.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Оцінка достовірності аналітичних даних. Відтворюваність та правильність експериментальних даних.

2. Типи систематичних помилок. Індивідуальні та інструментальні систематичні помилки. Визначення систематичної помилки та її вплив на результати аналізу.
3. Випадкова помилка. Основні поняття класичної статистики. Застосування статичних методів до малої вибірки. Довірчий інтервал.
4. Статичні методи перевірки гіпотез. Вилучення даних. Q-критерій.
5. Умови значимості цифр.

Література [8-12 осн.].

Контрольні запитання до змістового модуля 3

1. Рівновага реакцій комплексоутворення.
2. Константа стійкості комплексу. Термодинамічна, концентраційна та реальна константа стійкості комплексу.
3. Ступінчасте комплексоутворення. Ступінчаста константа стійкості комплексу.
4. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони I аналітичної групи аніонів у розчині: CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, BO_3^{3-} ?
5. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони II аналітичної групи аніонів у розчині: Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SCN^- ?
6. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони III аналітичної групи аніонів у розчині: NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- ?
7. Схема визначення аніонів у суміші.
8. Схема проведення якісного аналізу складної речовини.
9. Схема проведення якісного аналізу суміші речовин.
10. Якісні реакції на функціональні групи органічних речовин.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. КІЛЬКІСНИЙ ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ. ГРАВІМЕТРІЯ

ТЕМА 16. Кількісний хімічний аналіз. Пробовідбір та пробопідготовка. Основні метрологічні характеристики методики

Лекція 16. Кількісний хімічний аналіз

Предмет і значення кількісного аналізу. Відбір проб для аналізу. Представництво проби для аналізу, скорочення проби. Відбір середньої проби неоднорідних речовин та її підготовка. Математична статистика в аналітичній хімії, правильність і відтворюваність аналізу. Помилки аналізу: систематичні, випадкові, грубі помилки. Середнє значення, дисперсія, стандартне відхилення. Способи встановлення правильності аналітичних визначень. Статистична обробка експериментальних даних аналізу. Визначення основних компонентів і домішок. Загальний хімічний аналіз і фазовий аналіз.

Класифікація хімічних методів аналізу: методи, які ґрунтуються на вимірюванні кількості продукту реакції (гравіметрія, електрогравіметрія, фотометрія). Класифікація хімічних методів аналізу: Кулонометрія і вольтамперометрія. Методи, які ґрунтуються на вимірі кількості реагенту (титриметрія). Класифікація титриметричних методів за типом хімічних реакцій і за способом встановлення точки еквівалентності.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Хімічний посуд. Мірні колби, піпетки, бюретки. Техніка роботи та правила поводження.
2. Правила роботи з платиною.
3. Аналітичні терези та правила роботи з ними.
4. Сушильна шафа та муфельна піч. Правила техніки безпеки при роботі з ними.

Література [2, 6 – осн.].

ТЕМА 17. Гравіметричний аналіз. Основи методу.

Лекція 17. Гравіметричний аналіз

Суть, значення, переваги гравіметрії і загальна схема аналізу. Вимоги до осадів. Критерій практичної нерозчинності осадів. Методи зменшення розчинності осадів. Виникаючі реагенти (гомогенне осадження). Механізм утворення осадів, відносно пересичення розчину, теорія кристалізації. Аморфні та кристалічні осадки. Залежність форми осадів від швидкості утворення первинних кристалів (зародків) та від швидкості їх росту.

Лабораторна робота 16 (4 год.). Гравіметричний аналіз

1. Правила техніки безпеки в лабораторії кількісного аналізу.
2. Посуд та правила роботи в лабораторії кількісного аналізу.
3. Кількісне осадження феруму (III) у формі гідроксиду.
4. Кількісне осадження сульфату у формі сульфату барію.

Практичне заняття 16 (2 год.). Гравіметричний аналіз. Типи осадів, умови утворення

2. Теорія гравіметричного аналізу.
3. Типи осадів, умови утворення.
4. Явище співосадження, типи співосадження.
5. Гравіметричне визначення феруму (III) та сульфатів.
6. Гравіметричне визначення нікелю з диметилгліоксимом.
7. Підготовка до колоквиуму по гравіметрії.

Лекція 18. Умови утворення гравіметричної форми

Співосадження. Причини співосадження на аморфних та кристалічних осадах. Органічні співосаджувачі. Класифікація різних видів співосадження - адсорбція на поверхні осаду, внутрішня адсорбція, ізоморфізм. Правило В.Г.Хлопіна. Методи зменшення співосадження та його використання в аналізі. Електрогравіметрія. Фізичні та хімічні умови осадження металів на катоді. Внутрішній електроліз та електроліз на ртутному катоді.

Лабораторна робота 17 (4 год.). Гравіметричне визначення феруму (III) та сульфату

1. Техніка зважування на аналітичних терезах.
2. Отримання гравіметричної форми оксиду феруму (III).
3. Отримання гравіметричної форми сульфату барію.

Практичне заняття 17 (2 год.). Гравіметричний аналіз.

1. Гравіметричне визначення нікелю з диметилгліоксимом.
2. Написання хімічних реакцій пов'язаних з гравіметричним визначенням нікелю, плюмбуму, алюмінію.
3. Розв'язання розрахункових задач з гравіметрії (задачі на гравіметричний фактор, масу наважки для аналізу, кількість осаджувача, оптимальне рН розчину, кількість промивної рідини, масу гравіметричної форми)
4. Підготовка до колоквиуму по гравіметрії.

Лабораторна робота 18 (4 год.). Гравіметричне визначення нікелю

1. Виконання задачі на гравіметричне визначення нікелю з диметилгліоксимом.
2. Підготовка до колоквиуму по гравіметрії.

Практичне заняття 18 (2 год.). Модульна контрольна робота 6

1. Написання колоквиуму по гравіметрії.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Гравіметричне визначення стануму.
 2. Гравіметричне визначення алюмінію.
 3. Гравіметричне визначення плюмбуму.
 4. Гравіметричне визначення кобальту.
 5. Гравіметричне визначення нікелю.
 6. Методи генерування осаджувачів в гравіметричному аналізі.
 7. Гравіметричне визначення органічних функціональних груп.
 8. Застосування електролітичного методу осадження для визначення деяких органічних катіонів.
- Література [6, 9 – осн., 2 – додатк.].

Контрольні запитання до змістового модуля 4

1. Яке завдання вирішує кількісний хімічний аналіз? Класифікація методів кількісного аналізу.
2. Гравіметричний аналіз. Основи методу.
3. Умови утворення осаду. Типи осадів та особливості отримання гравіметричної форми.
4. Гравіметричне визначення сульфату.
5. Гравіметричне визначення феруму.
6. Гравіметричне визначення стануму.
7. Гравіметричне визначення алюмінію.
8. Гравіметричне визначення плюмбуму.
9. Гравіметричне визначення кобальту.
10. Гравіметричне визначення нікелю.
11. Можливості, переваги та недоліки методу.
12. Рівновага реакцій комплексоутворення.

Перелік запитань на іспит

1. Що являє собою предмет аналітичної хімії?
2. Які завдання вирішує аналітична хімія?
3. Які типи хімічних реакцій і як використовуються в аналітичній хімії?
4. Що є предметом якісного хімічного аналізу?
5. Як і для чого класифікують іони у якісному аналізі?
6. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони I та II аналітичних груп: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ?
7. Як визначають катіони I та II аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
8. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони III аналітичної групи: Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} ?
9. Як визначають катіони I-III аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
10. Хімічна рівновага у розчині кислот та основ. Константа кислотно-основної рівноваги.
11. Термодинамічна, концентраційна та умовна константи рівноваги.
12. Константа основності та константа дисоціації.
13. Константа розчинності.
14. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони IV групи катіонів: Pb^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} ?
15. Як визначають катіони III та IV аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
16. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони V аналітичної групи: Sn (II, IV), Sb (III, V), As (III, V)?
17. Як визначають катіони IV-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
18. Як визначають катіони I-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
19. Як визначають іони рідкісних елементів: TiO^{2+} , ZrO^{2+} , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- ?
20. Аналіз сплаву. Відбір проби, розчинення. Визначення основи сплаву. Визначення компонентів сплаву.
21. Рівновага реакцій комплексоутворення.
22. Константа стійкості комплексу. Термодинамічна, концентраційна та реальна константа стійкості комплексу.
23. Ступінчасте комплексоутворення. Ступінчаста константа стійкості комплексу.
24. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони I аналітичної групи аніонів у розчині: CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, BO_3^{3-} ?
25. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони II аналітичної групи аніонів у розчині: Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SCN^- ?
26. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони III аналітичної групи аніонів у розчині: NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- ?
27. Схема визначення аніонів у суміші.
28. Схема проведення якісного аналізу складної речовини.
29. Схема проведення якісного аналізу суміші речовин.
30. Якісні реакції на функціональні групи органічних речовин.
31. Яке завдання вирішує кількісний хімічний аналіз? Класифікація методів кількісного аналізу.
32. Гравіметричний аналіз. Основи методу.
33. Умови утворення осаду. Типи осадів та особливості отримання гравіметричної форми.
34. Гравіметричне визначення сульфату.
35. Гравіметричне визначення феруму.
36. Гравіметричне визначення стануму.
37. Гравіметричне визначення алюмінію.
38. Гравіметричне визначення плюмбуму.
39. Гравіметричне визначення кобальту.
40. Гравіметричне визначення нікелю.
41. Можливості, переваги та недоліки методу.
42. Рівновага реакцій комплексоутворення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітична хімія: підруч. Федущак Н. К., Бідниченко Ю. І., Крамаренко С. Ю. та ін. Вінниця: Нова книга, 2012. - 640 с.
2. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2011. - 424 с.
3. Аналітична хімія: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. За заг. ред. В.В.Болотова. - Х.: Вид-во НФаУ Оригінал, 2004. - 480 с.
4. Основы аналитической химии: Практическое руководство Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
5. Аналитическая химия в схемах и таблицах: Справочник Пд. общ. ред. В.В.Болотова. Х.: НФАУ: Золотые страницы, 2002. - 172 с.

<http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/links.html>

<http://www.library.ucsb.edu/istl/98-winter/interne1.html>

<http://www.anchem.ru/>

<http://www.chem.ucla.edu/chempointers.html>