

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра аналітичної хімії

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана  
з навчальної роботи

В.О.Павленко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ<sup>1</sup>**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ  
ХІМІЇ**

для студентів

галузь знань **0401 Природничі науки**

напрямок підготовки **040101 - Хімія**

**КИЇВ – 2015**

---

<sup>1</sup> Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

Робоча програма **Фундаментальні основи аналітичної хімії** для студентів *напрямку підготовки 040101 - Хімія*. «30» серпня 2015 року – 21 с.

Розробники<sup>1</sup>: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

*Запорожець Ольга Антонівна, професор, доктор хімічних наук, професор*

*Зінько Ліонель Степанівна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент*

*Кеда Тетяна Євгенівна, доцент, кандидат хімічних наук*

*Сухан Василь Васильович, професор, доктор хімічних наук, професор*

*Зуй Марина Федорівна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент*

**Лектор:** *доктор хімічних наук, професор Сухан В.В.*

Робоча програма дисципліни **Фундаментальні основи аналітичної хімії** затверджена на засіданні кафедри аналітичної хімії

Протокол № 1 від “30” серпня 2015 року

Завідувач кафедри аналітичної хімії \_\_\_\_\_ (О.А. Запорожець)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
Протокол № .....від “....” 20\_\_ року

Завідувач кафедри аналітичної хімії \_\_\_\_\_ (О.А. Запорожець)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
Протокол № .....від “....” 20\_\_ року

Завідувач кафедри аналітичної хімії \_\_\_\_\_ (О.А. Запорожець)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Схвалено науково - методичною комісією факультету

Протокол від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року №\_\_\_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (С.А.Неділько)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

© \_\_\_\_\_, 20\_\_ рік

© \_\_\_\_\_, 20\_\_ рік

© \_\_\_\_\_, 20\_\_ рік

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

## ВСТУП

Навчальна дисципліна **Фундаментальні основи аналітичної хімії** є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «БАКАЛАВР» галузі знань 0401 Природничі науки з *напрямку підготовки 040101 – Хімія*.

Дана дисципліна нормативна. Викладається у **3 семестрі 2 курсу в обсязі – 324 год. (9 кредитів ECTS)** зокрема: *лекції – 34 год., лабораторні – 119 год., самостійна робота – 171 год.* У курсі передбачено **3 змістових модулі** та **3 модульні контрольні роботи**. Завершується дисципліна – **іспитом**.

**Мета дисципліни** – ознайомлення з теорією і практикою аналізу.

**Завдання** – ознайомлення з теорією і практикою якісного та кількісного хімічного аналізу

*Структура курсу:* дисципліна «**Фундаментальні основи аналітичної хімії**» включає навчальний матеріал про класичні та сучасні методи кількісного аналізу, що поділений на **3 змістових модуля**. Змістовий модуль 1 має обсяг **3 кредити (108 год.)**, змістовий модуль 2 – **3,5 кредити (126 год.)**, змістовий модуль 3 – **3,5 кредити (126 год.)**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**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 дисципліни** (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Нормативна навчальна дисципліна "Інструментальні методи аналізу" 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”.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** Курс «Фундаментальні основи аналітичної хімії» пов'язаний з наступними нормативними дисциплінами: «Інструментальні методи хімічного аналізу», «Загальна хімія», «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Будова речовини», «Фізична хімія», «Фізико-хімічні методи дослідження», «Фізика».

**Система контролю знань та умови складання іспиту.** Навчальна дисципліна "Аналітична хімія" оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з **3** модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою.

**Форми поточного контролю:** оцінювання домашніх самостійних завдань; тестів та поточних контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять, оцінка кожної лабораторної роботи (**всього 13 робіт за семестр**).

**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 – 2** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре, **2** - відповідно всім вимогам);
- виконання навчальної задачі: **0 – 5** балів, а саме:

*для навчальних задач зі змістових модулів 1-3 (ЗМ1 та ЗМ2)* оцінка за виконання навчальної задачі виставляється таким чином: **0** – невірно (не виконано), **1** – невірно зі значними помилками, **2** – невірно з незначними помилками, **3** – вірно, здано з III спроби, **4** – вірно, здано з II спроби, **5** – вірно, здано з I спроби.

*для навчальних задач зі змістового модуля 3 (ЗМ3)* оцінка за виконання навчальної задачі виставляється таким чином: **0** – невірно (з помилкою більше 10 %), **1** – здано з помилкою 5–10 % , **2** – здано з помилкою 3–5 % , **3** – здано з помилкою 2–3 % , **4** – здано з помилкою 1–2 % , **5** – вірно, здано з помилкою менше 1 %.

Оцінка за лабораторну роботу виставляється лише після оформлення студентом (у письмовій формі) детального опису виконання навчальної задачі у формі протоколу.

**Модульний контроль:** **3** модульні контрольні роботи.

**Змістовий модуль 1** (3,5 залікових кредити = 126 год). Максимальна кількість балів – **140**. Передбачається проведення зі студентами **5** лабораторних

робіт (7 лабораторних занять), 7 лабораторно-практичних занять та написання 2 контрольних робіт (КР1-КР2), 1 самостійної роботи (СР1) та 1 модульної контрольної роботи (МКР1).

Виконання кожної лабораторної роботи – 10 балів, написання контрольних робіт: КР1 („Якісні реакції на катіони I-III аналітичних груп”) – 20 балів, КР2 („Якісні реакції на катіони IV, V аналітичних груп”) – 20 балів, СР1 („Окисно-відновний потенціал (розрахункові задачі за рівнянням Нернста)”) – 15 балів, написання модульної контрольної роботи – 20 балів, самостійна робота – 5 балів, активність – 10 балів (зокрема усна відповідь або письмове домашнє завдання – 3 бали (на кожному занятті), доповнення – 1 бал).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 1:

75 (контрольні роботи + самостійна робота 1) + 50 (лабораторні роботи) + 5(сам. робота) + 5 (активність студента) = 140 балів.

**Змістовий модуль 2** (2,0 залікових кредити = 72 год). Максимальна кількість балів – 80. Передбачається проведення зі студентами 4 лабораторних робіт (5 лабораторних занять), 5 лабораторно-практичних занять та написання 1 поточної контрольної роботи (КР3) з теми „Визначення функціональних груп органічних речовин” та 1 модульної контрольної роботи (МКР2) з тем „Якісні реакції на аніони I, II та III аналітичних груп”, „Аналіз невідомої речовини та суміші речовин”.

Виконання кожної лабораторної роботи – 10 балів, написання поточної контрольної роботи (КР4) – 5 балів, написання модульної контрольної роботи (МКР2) – 20 балів, самостійна робота – 5 балів, активність – 10 балів (зокрема усна відповідь або домашнє завдання – 3 бали (на кожному занятті), доповнення – 1 бал).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

25 (контрольні роботи) + 40 (лабораторні роботи) + 5 (сам. робота) + 5 (активність студента) = 80 балів.

**Змістовий модуль 3** (3,5 залікових кредити = 126 год). Максимальна кількість балів – 90.

Передбачається проведення зі студентами 3 лабораторні роботи (4 лабораторних заняття), 5 лабораторно-практичних занять, усна доповідь студента за темою «Гравіметричне визначення Са, Mg, Sn(II, IV, 0), Pb, Al» (КР4), написання модульної контрольної роботи (МКР3) з теми «Гравіметричний аналіз».

Виконання кожної лабораторної роботи – 10 балів, усна доповідь (КР4) —20 балів, написання модульної контрольної роботи (МКР3) – 20 балів, самостійна робота – 10 балів, активність – 10 балів (зокрема усна відповідь або домашнє завдання – 3 бали (на кожному занятті), доповнення – 1 бал).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 3: **40** (контрольні роботи) + **30** (лабораторні роботи) + **10** (сам. робота) + **10** (активність студента) = **90** балів.

За результатами семестрової діяльності 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 наведеною нижче формулою.

### Розрахунок підсумкової оцінки за семестр за результатами навчальної діяльності

	<i>Змістовий модуль 1 (ЗМ1)</i>	<i>Змістовий модуль 2 (ЗМ2)</i>	<i>Змістовий модуль 3 (ЗМ3)</i>	<i>Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит</i>	<i>Підсумкова оцінка (ПО)</i>
Вагові коефіцієнти, % (к, відн. од)	25 % ( $k_1=0,18$ )	15 % ( $k_2=0,19$ )	20 % ( $k_3=0,22$ )	40 % ( $k_{\text{ісп}}=0,40$ )	100 %
Максимальна кількість балів	140	80	90	100	100
<b>Оцінка</b> в балах	25	15	20	40	100

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

### Шкала відповідності

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

*До іспиту допускаються студенти, які виконали всі обов'язкові види навчальної діяльності (виконали 13 лабораторних робіт, написали 6 поточних контрольних робіт та 3 модульні контрольні роботи). Студент, що за результатами модульно-рейтингового контролю отримав за чотири змістові модулі сумарну оцінку в балах менше, ніж 36 балів (60% від 60 максимально можливих), не допускається до іспиту і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни "Фундаментальні основи аналітичної хімії".*

**НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН  
ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні (лабораторно-практичні)	Самостійна робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Предмет та завдання аналітичної хімії. Якісний та кількісний хімічний аналіз (3,5 залікових кредити = 126 год)</b>				
1	Вступ. Предмет, завдання, значення аналітичної хімії та її місце серед природничих наук.	2		10
2	Якісний та кількісний хімічний аналіз. Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Їхні метрологічні характеристики.	4		10
3	Застосування реакцій осадження та кислотно-основної взаємодії у якісному та кількісному аналізі	8		37
4	Якісне визначення катіонів I-V аналітичних груп		47	
<b>Контрольні заходи (КР1, КР2, СР)</b>			4	
<b>Модульна контрольна робота 1</b>			2	
<i>Всього за модуль 1</i>		<b>14</b>	<b>55</b>	<b>57</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Застосування реакцій комплексоутворення у якісному та кількісному аналізі (2,0 залікових кредити = 72 год)</b>				
5	Рівновага у гомогенних та гетерогенних системах в присутності комплексоутворюючих реагентів	8		10
6	Якісне визначення аніонів I-III аналітичних груп		10	10
7	Функціональний аналіз		5,5	8
<b>Контрольний захід (КР3)</b>			0,5	
8	Аналіз індивідуальних речовин та їх суміші		8	10
<b>Модульна контрольна робота 2</b>			2	
<i>Всього за модуль 2</i>		<b>8</b>	<b>26</b>	<b>38</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Кількісний хімічний аналіз (3,5 залікових кредити = 126 год)</b>				
9	Кількісний хімічний аналіз. Пробовідбір та пробопідготовка. Основні метрологічні характеристики методики.	4		20
10	Гравіметричний аналіз. Основи методу.	8	34	56
<b>Контрольний захід (КР4)</b>			2	
<b>Модульна контрольна робота 3</b>			2	
<i>Всього за модуль 3</i>		<b>12</b>	<b>38</b>	<b>76</b>
<b>Всього</b>		<b>34</b>	<b>119</b>	<b>171</b>

Загальний обсяг - 324 год.,

Лекції – 34 год.

Лабораторні – 119 год.

Самостійна робота студентів - 171 год.

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

#### **Завдання для самостійної роботи до теми 1 (10 год.)**

Значення аналітичної хімії для розвитку галузей природознавства, техніки і науки

*Література* [1, 4, 7, 8 – осн.].

### **ТЕМА 2. Якісний та кількісний хімічний аналіз. Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Їхні основні метрологічні характеристики.**

#### **Лекція 2. Якісний та кількісний аналіз**

Якісний і кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Класифікація методів аналізу. Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу, їх переваги та недоліки. Принципи сірководневого, фосфатного та кислотно-основного методів якісного аналізу. Принцип дробного методу аналізу та найбільш поширені способи дробного визначення катіонів та аніонів.

#### **Лекція 3. 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. Вибірковість хімічних реагентів. Метрологічні характеристики аналітичних реакцій: межа виявлення, граничне розведення.

#### **Завдання для самостійної роботи до теми 2 (10 год.)**

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

*Література* [9 - додаткова].

### **ТЕМА 3. Застосування реакцій осадження та кислотно-основної взаємодії у якісному та кількісному аналізі**

#### **Лекція 4. 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 5. Гетерогенні системи. Реакції осадження і розчинення осадів і їхнє 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 6. Рівновага у гомогенних системах. Рівноваги у розчинах протолітів**

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. 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. Буферні розчини та їх властивості. Розрахунок рН буферних розчинів, формула Гендерсона-Хоссельбаха. Буферна ємність.

### **Лекція 7. 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 **Нернста**. Стандартні та реальні (формальні) окисно-відновні потенціали, методи їхнього 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.

#### **Завдання для самостійної роботи до теми 3 (37 год.)**

1. Протолітичні рівноваги у розчинах багатоосновних кислот.
2. Написання рівнянь матеріального балансу та електронейтральності для розчинів багатоосновних кислот.
3. Буферні розчини. Їх властивості.
4. Буферна ємність. Розрахунок буферної ємності розчину.
5. Приготування буферних розчинів. Розрахунки.
6. Універсальні буферні розчини.
7. Константа розчинності.
8. Іонна сила. Розрахунок іонної сили.
9. Активність іонів у розчині. Розрахунок коефіцієнтів активності іонів.
10. Розчинність осадів у присутності електролітів.
11. Рівняння матеріального балансу.
12. Принцип електронейтральності.

*Література* [2, 4, 8-12 – осн.].

### **ТЕМА 4. Якісне визначення катіонів I–V аналітичних груп**

#### **Тиждень 1. Заняття 1-1 (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 контрольної роботи на катіони I-III груп катіонів. Термодинамічна константа рівноваги реакцій осадження-розчинення. Активність іонів у розчині.

**Тиждень 1. Заняття 1-2 (5 год).*****Теоретична частина заняття 1-2 (1 год, 3М1).***

Специфіка виконання аналітичної реакції. Проведення аналітичної реакції крапельним методом та у пробірці. Створення умов для вибіркової взаємодії визначуваної речовини (аналіту) з реагентом шляхом варіювання кислотності середовища.

***Лабораторна робота 1. (4 год, 3М1)*****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:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .
3. Виконання задачі на суміш катіонів I та II аналітичних груп.

**Тиждень 2. Заняття 2-1 (2 год, 3М1).****Якісне визначення катіонів III аналітичної групи.**

1. Груповий реагент, загальні та якісні реакції на катіони III аналітичної групи.
2. Виконання реакції на один катіон у присутності сторонніх катіонів.
3. Схема виконання задачі на суміш катіонів III аналітичної групи.
4. Підготовка до контрольної роботи на катіони I-III груп катіонів. Реальна константа рівноваги реакцій осадження-розчинення. Іонна сила розчину, коефіцієнти активності. Взаємозв'язок реальної і термодинамічної констант рівноваг.

**Тиждень 2. Заняття 2-2 (5 год).*****Теоретична частина заняття 2-2 (1 год, 3М1).***

Взаємодія катіонів неорганічної природи з органічними реагентами. Маскування як спосіб поліпшення вибіркової аналітичної реакції.

***Лабораторна робота 2. (4 год, 3М1)*****Якісне визначення катіонів III аналітичної групи.**

1. Характерні реакції на катіони III аналітичної групи:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .
2. Задача на суміш катіонів III аналітичної групи.

**Тиждень 3. Заняття 3-1 (2 год, 3М1).****Визначення катіонів I-III аналітичних груп у суміші**

1. Схема виконання задачі на суміш I-III груп катіонів.
2. Підготовка до контрольної роботи на катіони I-III групи.
3. Вирішення задач на розчинність осадів і добуток розчинності без урахування і з урахуванням іонної сили розчину

**Тиждень 3. Заняття 3-2 (5 год)*****Теоретична частина заняття 3-2 (1 год, 3М1).***

Написання рівнянь реакції за участю катіонів III аналітичної групи та органічних реагентів. Маскування сторонніх іонів створенням рН та застосуванням маскуючих агентів.

***Лабораторна робота 3 (4 год, 3М1). Визначення катіонів I-III аналітичних груп у суміші***

1. Схема виконання задачі на суміш катіонів I-III аналітичної групи.
2. Виконання задачі на суміш катіонів I-III аналітичних груп.

**Тиждень 4. Заняття 4-1 (2 год, 3М1)**

Написання **Контрольної роботи 1 (КР1)** (I-III аналітична група катіонів).

**Тиждень 4. Заняття 4-2 (5 год.)**

*Теоретична частина заняття 4-2 (2 год, 3М1).*

Якісні реакції IV та V аналітичних груп катіонів.

1. Груповий реагент, загальні та характерні реакції на катіони IV аналітичної групи катіонів:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg(II)}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ .
2. Груповий реагент, загальні та характерні реакції на катіони V аналітичної групи катіонів:  $\text{Sn}$  (II, IV),  $\text{Sb}$  (III, V),  $\text{As}$  (III, V)

*Лабораторна робота 3 (3 год, 3М1). Якісні реакції катіонів IV–V аналітичних груп.*  
Характерні реакції на катіони IV-V аналітичної груп:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sn}$  (II, IV),  $\text{Sb}$  (III, V).

**Тиждень 5. Заняття 5-1 (2 год, 3М1)**

1. Підготовка до контрольної роботи КР2 на катіони IV-V аналітичних груп. Розчинність сульфідів, фосфатів, галогенідів катіонів IV та V груп катіонів у розчинах кислот.
2. Умовна константа рівноваги реакцій осадження-розчинення.  $\alpha$ - коефіцієнт. Взаємозв'язок умовної, реальної і термодинамічної констант.
3. Визначення катіонів IV-V аналітичних груп у суміші

**Тиждень 5. Заняття 5-2 (5 год, 3М1).**

*Теоретична частина заняття 5-2 (1 год, 3М1).*

Схема виконання задачі на катіони IV-V аналітичних груп катіонів.

*Лабораторна робота 4. (4 год, 3М1) Визначення катіонів IV-V аналітичних груп у суміші.*

**Тиждень 6. Заняття 6-1 (2 год, 3М1)**

1. Підготовка до контрольної роботи КР2 на катіони IV-V груп. Вирішення задач на розчинність осадів у кислотах.
2. Характерні реакції на деякі іони рідкісних елементів ( $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3^-$ ).

**Тиждень 6. Заняття 6-2 (5 год.)**

*Теоретична частина заняття 5-2 (2 год, 3М1).* Характерні реакції на іони рідкісних елементів, зокрема  $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ; взаємодія органічних реагентів з визначуваними іонами рідкісних елементів

*Лабораторна робота 4. (3 год, 3М1) Якісні реакції іони рідкісних елементів*

**Тиждень 7. Заняття 7-1 (2 год, 3М1).**

**Контрольний захід.** Написання **Контрольної роботи 2 (КР2 - «Катіони IV–V аналітичних груп»)**

**Характерні реакції**

1. Характерні реакції на іони  $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3^-$ .

## Тиждень 7. Заняття 7-2 (5 год, 3М1).

1. **Теоретична частина заняття 7-2 (1 год, 3М1).** Схема виконання задачі на суміш іонів рідкісних елементів  $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3^-$ .
2. Окисно-відновний потенціал. Вирішення задач на напрямок окисно-відновних реакцій.

### Лабораторна робота 5. (4 год, 3М1)

Виконання задачі на суміш рідкісних елементів (Ti(IV), Zr(IV), Mo(VI), W(VI)).

### 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:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ?
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:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ?
9. Як визначають катіони I-III аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
10. Константа розчинності.
11. Іонна сила. Розрахунок іонної сили.
12. Активність іонів у розчині. Розрахунок коефіцієнтів активності іонів.
13. Розчинність осадів у присутності електролітів.
14. Хімічна рівновага у розчині кислот та основ. Константа кислотно-основної рівноваги.
15. Термодинамічна, концентраційна та умовна константи рівноваги.
16. Константа основності та константа дисоціації.
17. Константа розчинності.
18. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони IV групи катіонів:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ?
19. Як визначають катіони III та IV аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
20. За допомогою яких характерних реакцій виявляють у розчині катіони V аналітичної групи: Sn (II, IV), Sb (III, V), As (III, V)?
21. Як визначають катіони IV-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
22. Як визначають катіони I-V аналітичних груп при сумісній присутності у розчині?
23. Як визначають іони рідкісних елементів:  $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3^-$ ?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЗАСТОСУВАННЯ РЕАКЦІЙ КОМПЛЕКСООУТВОРЕННЯ У ЯКІСНОМУ ТА КІЛЬКІСНОМУ АНАЛІЗІ

### ТЕМА 5. Рівновага у гомогенних та гетерогенних системах в присутності комплексоутворюючих реагентів

#### Лекція 8. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії.

Визначення поняття *комплексна сполука*: за Грінбергом, Яцимирським, Бабком. Властивості і застосування комплексних сполук в хімічному аналізі. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте комплексоутворення. Застосування в аналізі окремих груп комплексних сполук з неорганічними лігандами - аміакати, галогеніди, тіоціанати та ціанідні комплекси, фосфатні комплекси тощо. Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості (ступінчасті та загальні константи).

#### Лекція 9. Кількісна оцінка рівноваги реакцій комплексоутворення.

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 10. Аналітичні реакції за участю органічних комплексоутворюючих реагентів

Органічні реагенти (реактиви). Загальна характеристика. Солетвірні та комплексоутворюючі групи (функціональні групи) атомів у складі органічного реактиву. Вплив структури молекули на властивості органічних реагентів, роль замісників та хромофорних груп. Гіпотеза аналогій В.І.Кузнєцова: взаємодія іонів металів з неорганічними реагентами типу  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  та оксиген-, нітроген- і сульфуровмісними органічними реагентами.

#### Лекція 11. Комплексні сполуки, утворені за участю органічних комплексоутворюючих реагентів

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. Амінополікарбонові кислоти (комплексони). Комплексонати металів, етилендіамінтетраоцтова кислота, будова і властивості її комплексів. Використання реагенту для маскування іонів металів.

#### Питання для самостійної роботи до теми 5 (10 год)

1. Описання рівноважних процесів, що відбуваються в розчині в присутності комплексоутворюючих лігандів.
2. Написання рівнянь реакцій за участю органічних аналітичних реагентів.

*Література* [2, 4, 8-12 – осн.].

## ТЕМА 6. Якісне визначення аніонів I - III аналітичних груп

### Тиждень 8. Заняття 8-1 (2 год, 3М2).

**Контрольний захід. Написання самостійної роботи (СР).** Окисно-відновний потенціал (розрахункові задачі за рівнянням Нернста). Підготовка до модульної контрольної роботи №1 на катіони I-V аналітичних груп та рідкісних елементів

### Тиждень 8. Лабораторне заняття 8-2 (5 год.)

*Теоретична частина заняття 5-2 (2 год, 3М1).* Характерні реакції на аніони I-III аналітичних груп.

1. Класифікація неорганічних аніонів, методи їхнього систематичного та дробного якісного визначення.
2. Характерні реакції на неорганічні аніони I-III груп.
3. Схема виконання задачі на аніони I-III груп.

*Лабораторна робота 6 (3 год, 3М2)*

**Якісне визначення аніонів у суміші.**

1. Характерні реакції та задача на аніони:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

### Тиждень 9. Заняття 9-1 (2 год, 3М1)

**Аналіз суміші катіонів I-V аналітичних груп**

1. Схема аналізу суміші катіонів I-V аналітичних груп.
2. Підготовка до модульної контрольної роботи №1 на якісні реакції катіонів I-V аналітичних груп та рідкісних елементів.

### Тиждень 9. Заняття 9-2 (5 год.)

*Теоретична частина заняття 5-2 (2 год, 3М1).* **Контрольний захід.** Написання **Модульної контрольної роботи №1** «Аналіз катіонів I-V аналітичних груп (теоретичний аналіз суміші) та рідкісних елементів»..

*Лабораторна робота 6. (3 год, 3М2)*

**Якісне визначення аніонів у суміші.**

Виконання задачі «Якісне визначення аніонів у суміші».

**Питання для самостійної роботи до теми 6 (10 год)**

1. Одночасне визначення  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  в суміші.
2. Визначення аніонів-відновників у суміші.
3. Визначення  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  у суміші.
4. Визначення  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  у суміші.

*Література [2, 4, 8-12 – осн.]*

## ТЕМА 7. Функціональний аналіз

### Тиждень 10. Заняття 10-1 (2 год, 3М2)

**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 **Модульної контрольної роботи 2 (МКР2)** «Якісні реакції аніонів I-III аналітичних груп»

#### **Тиждень 10. Заняття 10-2 ( 5 год.)**

*Теоретична частина заняття 10-2 (2 год, ЗМ2).* Написання контрольної роботи (КР3) з теми „Функціональний аналіз” (0,5 год). Підготовка до **Модульної контрольної роботи 2 (МКР2)**.

*Лабораторна робота 7. (3 год, ЗМ2).*

#### **Аналіз функціональних груп органічних речовин.**

Якісні реакції основних функціональних груп органічних сполук.

#### **Питання для самостійної роботи до теми 7 (8 год)**

1. Застосування ідентифікації функціональних груп органічних речовин в практиці аналізу.
2. Написання рівнянь реакцій за участю **функціональних груп** органічних речовин.

#### **ТЕМА 8. Аналіз індивідуальних речовин та їх суміші**

#### **Тиждень 11. Заняття 11-1 (2 год, ЗМ1).**

3. **Підготовка до модульної контрольної №2 (МКР2)** «Якісні реакції на аніони I-III аналітичних груп». Розв'язання задач на розчинність осадів у присутності комплексоутворювачів та однойменних іонів.

#### **Тиждень 11. Заняття 11-2 (5 год.)**

*Практична частина заняття (2 год, ЗМ2).*

#### **Якісне визначення компонентів речовин та сумішей**

1. Аналіз неорганічних речовин різних класів. Схема аналізу індивідуальних неорганічних речовин.
2. Переведення зразків у розчин.
3. Схема визначення компонентів «Професорської задачі».

*Лабораторна робота 8. Аналіз індивідуальних речовин (3 год, ЗМ2)*

Аналіз індивідуальних речовин (мінімум 5 речовин).

#### **Тиждень 12. Заняття 12-1 (2 год, ЗМ3).**

**Контрольний захід.** Написання **Модульної контрольної роботи 2 (МКР2)**.

#### **Тиждень 12. Заняття 12-2 (5 год.)**

*Лабораторна робота 8. Аналіз індивідуальних речовин (2 год, ЗМ2)*

Продовження аналізу індивідуальних речовин .

*Лабораторна робота 9.*

**Аналіз суміші речовин неорганічної природи (3 год, ЗМ2)**

Аналіз суміші речовин (професорська задача).

**Питання для самостійної роботи до теми 8 (10 год)**

1. Типи сплавів. Склад та властивості.
2. Якісне визначення елементів, що входять до сплавів.

*Література* [2, 4, 8-12 – осн.].

***Контрольні запитання до змістового модуля 2***

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:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ?
5. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони II аналітичної групи аніонів у розчині:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SCN}^-$ ?
6. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони III аналітичної групи аніонів у розчині:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ?
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 3. КІЛЬКІСНИЙ ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ

### ТЕМА 9. Кількісний хімічний аналіз. Пробовідбір та пробопідготовка. Основні метрологічні характеристики методики

#### Лекція 12. 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.

#### Лекція 13. Класифікація хімічних методів аналізу.

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 до теми 9 (15 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 10. Гравіметричний аналіз. Основи методу.

#### Лекція 14. 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.

**Лекція 15.** Аморфні та кристалічні осадки. Залежність форми осадів від швидкості утворення первинних кристалів (зародків) та від швидкості їх росту.

#### Лекція 16. 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.

**Лекція 17.** Методи зменшення співосадження та його використання в аналізі. Електрогравіметрія. Фізичні та хімічні умови осадження металів на катоді. Внутрішній електроліз та електроліз на ртутному катоді.

#### Тиждень 13. Заняття 13-1 (2 год, ЗМЗ)

**Кількісний аналіз.** Гравіметрія. Статистичні методи обробки результатів

### **Розрахунки в гравіметричному аналізі.**

1. Основні операції гравіметричного визначення речовин.
2. Розрахунок гравіметричного фактора.
3. Розрахунок вмісту речовин за результатами гравіметричного аналізу.
4. Розрахунок маси наважки.
5. Розрахунок кількості осаджувача.

### **Тиждень 13. Заняття 13-2 (5 год)**

#### ***Теоретична частина заняття (2 год, 3М3).***

**Розрахунки в гравіметричному аналізі.** Створення оптимальних умов осадження регулюванням рН розчину. Чистота осаджуваної форми. Промивання осадів (кристалічних та аморфних). Розрахунок кількості промивної рідини. Розрахунок складу речовини за результатами елементного аналізу.

#### ***Лабораторна робота 10 (3 год, 3М3)***

#### **Гравіметричне визначення феруму(III)**

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.

#### **Завдання для самостійної роботи (20 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 значущості цифр.

*Література [8-12 осн.].*

### **Тиждень 14. Заняття 14-1 (2 год, 3М3)**

#### **Гравіметричний аналіз**

1. Написання хімічних реакцій, що використовують для гравіметричного визначення нікелю, плюмбуму, алюмінію, кальцію, магнію.
2. 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)

### **Тиждень 14. Заняття 14-2 (5 год)**

***Теоретична частина заняття (2 год, 3М3)*** Підготовка до Модульної контрольної роботи 3 (МКР3) – Гравіметричний аналіз.

#### ***Лабораторна робота 11. (3 год, 3М3) Гравіметричне визначення сульфату***

1. Техніка зважування на аналітичних терезах.

2. Отримання гравіметричної форми оксиду феруму (III).

**Тиждень 15. Заняття 15-1 (2 год, ЗМЗ).**

**Гравіметричне визначення нікелю.** Особливості отримання гравіметричної форми після осадження іонів нікелю з диметилглюксимом. Розрахунок кількості осаджувача та вагової форми.

**Тиждень 15. Заняття 15-2 (5 год.)**

*Теоретична частина заняття 15 (2 год.).* Підготовка до Модульної контрольної роботи №3 (МКР3) «Гравіметричний аналіз».

*Лабораторна робота 12. (3 год.).* Отримання гравіметричної форми сульфату барію.

**Тиждень 16. Практичне заняття 16-1 (2 год, ЗМЗ).**

**Контрольний захід. (2 год.) Гравіметричне визначення Ca, Mg, Sn(II, IV, 0), Pb, Al. (КР4).** (У формі доповідей студентів (5-6 хв) за таким планом: схема визначення, зразки та умови переведення елементів у розчин, маскування та відокремлення сторонніх іонів, умови осадження (реагент, температурні та концентраційні умови, швидкість додавання осаджувача тощо, умови отримання гравіметричної форми, причини похибок)

**Тиждень 16. Заняття 16-2 (5 год)**

**Контрольний захід. Написання модульної контрольної роботи №3.** Гравіметричний аналіз.

*Лабораторна робота 13. (3 год, ЗМЗ).*

**Гравіметричне визначення нікелю.**

**Тиждень 17. Заняття 17-1 (2 год, ЗМЗ)**

**Контрольний захід. Написання Модульної контрольної роботи 3 (МКР3).**

**Тиждень 17. Заняття 17-2 (5 год.)**

*Практична частина заняття (5 год, ЗМЗ)*

**Відпрацювання заборгованостей за семестр**

**Завдання для самостійної роботи по темі 9 (30 год.)**

1. Гравіметричне визначення стануму.
2. Гравіметричне визначення алюмінію.
3. Гравіметричне визначення плюмбуму.
4. Гравіметричне визначення кобальту.
5. Методи генерування осаджувачів в гравіметричному аналізі.
6. Гравіметричне визначення органічних функціональних груп.
7. Застосування електролітичного методу осадження для визначення деяких органічних катіонів.

Література [6, 9 – осн., 2 – додатк.].

**Контрольні запитання до змістового модуля 3**

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:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ?
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:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ?
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:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ?
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:  $\text{Sn}$  (II, IV),  $\text{Sb}$  (III, V),  $\text{As}$  (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:  $\text{TiO}^{2+}$ ,  $\text{ZrO}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3^{-}$ ?
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:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ?
25. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони II аналітичної групи аніонів у розчині:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SCN}^-$ ?
26. За допомогою яких якісних реакцій визначають аніони III аналітичної групи аніонів у розчині:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ?
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

#### а) основна:

1. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. – М., 1973.
2. Жаровский Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія. – К., 1982.
3. Клячко Ю.А., Шапиро С.А. Курс химического качественного анализа. – М., 1960.
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии.- М., 1976.
5. Петрашень ВИ. Качественный химический анализ. –М., 1948.
6. Бабко А. К., П'ятницький І. В. Кількісний аналіз. Київ, «Вища школа», 1974, 304 с.
7. Пилипенко А. Т., П'ятницький І.В., Аналітичеська хімія.- М.: Хімія.- 1990.-Т.2.
8. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Учеб. для вузов. / Золотов Ю.А., Дорохова Я.Н., Фадеева и др. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Высш. шк. 2000.
9. Основы аналитической химии. Практическое руководство Учеб. пособие для вузов. / В.И.Фадеева, Т.Н. Шеховцева и др. Под ред. Золотова Ю.А.. М.: Высш. шк., 2001.
10. Скуг Д., Уэст Д., Основы аналитической химии, М.: Мир, 1979. Т. 1,2.
11. 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.
12. Є.М.Дорохова, Г.В.Прохорова. Задачі та запитання з аналітичної хімії: Навч. посібник. – К.:ВПЦ „Київський університет”, 2001. -282 с.

#### б) додаткова:

1. Файгель Ф. Капельный анализ. М., 1933.
2. *Н.М.Коренман.* Методы определения органических соединений.-М.:химия,1970.-334 с.
3. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з оптичних методів аналізу для студентів хімічного факультету. – К.:ВПЦ «Київський університет», 2002. – 47 с.
4. *Блюм И.А.* Экстракционно-фотометрические методы с применением основных красителей. – М., 1978..
5. Серия «Аналитическая химия элементов».
6. *Умланд Ф., Янсен А., Тириг Д., Вюни Г.* Комплексные соединения в аналитической химии: теория и практика применения / Пер. с нем.- М.: Мир,1975.-532 с.
7. *З. Марченко.* Фотометрическое определение элементов. М., 1971.-с. 9 - 35.
8. *Лурье Ю.Ю.* Справочник по аналитической химии. -М.,1989.
9. Хіміки Київського університету. Довідник./ *Слободяник М.С.* та ін. – К.:ВГЛ „Обрії”, 2003. – 140 с.