

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Проректор з науково-педагогічної роботи  
доцент \_\_\_\_\_ І.В. Геруш  
“ 24 ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДОВІДНИК ДЛЯ СТУДЕНТА  
(СИЛАБУС)  
з вивчення навчальної дисципліни  
«АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ»**

Галузь знань 22 Охорона здоров'я  
(код і назва галузі знань)

Спеціальність 226 Фармація, промислова фармація  
(код і назва спеціальності)

Освітній ступінь магістр  
(магістр, бакалавр, молодший бакалавр)

Курс навчання 2

Форма навчання денна, заочна  
(денна, заочна, дистанційна)

Кафедра медичної та фармацевтичної хімії  
(назва кафедри)

Схвалено на методичній нараді кафедри  
„10” червня 2020 року (протокол №16).

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ М. К. Братенко  
(підпис)

Схвалено предметною методичною комісією з предмету фармацевтичного  
„17” червня 2020 року (протокол №6) трафіку БФМУ

Голова предметної методичної  
комісії \_\_\_\_\_ О. В. Геруш  
(підпис)

Чернівці – 2020

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ, ЯКІ ВИКЛАДАЮТЬ НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Кафедра	медичної та фармацевтичної хімії
Прізвище, ім'я, по батькові науково-педагогічних працівників, посада, науковий ступінь, вчене звання, e-mail	Присяжнюк Петро Васильович - кандидат хімічних наук, доцент, <a href="mailto:prysiazhniuk.petro@bsmu.edu.ua">prysiazhniuk.petro@bsmu.edu.ua</a> ; Панімarchук Оксана Іванівна - асистент кафедри, кандидат хімічних наук, <a href="mailto:panimarchuk@bsmu.edu.ua">panimarchuk@bsmu.edu.ua</a> ; Велика Алла Ярославівна - асистент кафедри, кандидат біологічних наук, <a href="mailto:velyka.alla@bsmu.edu.ua">velyka.alla@bsmu.edu.ua</a>
Веб-сторінка кафедри на офіційному веб-сайті університету	<a href="https://www.bsmu.edu.ua/medichnoyi-ta-farmatsevtichnoyi-himiyi/">https://www.bsmu.edu.ua/medichnoyi-ta-farmatsevtichnoyi-himiyi/</a>
Веб-сайт кафедри	<a href="http://medchem.bsmu.edu.ua/">http://medchem.bsmu.edu.ua/</a>
E-mail	<a href="mailto:chemistry@bsmu.edu.ua">chemistry@bsmu.edu.ua</a>
Адреса	м. Чернівці, вул. Богомольця 2
Контактний телефон	+38 (03722) 52-57-29

### 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Статус дисципліни	нормативна
Кількість кредитів	8
Загальна кількість годин	240
Лекції	30
Практичні заняття	120
Самостійна робота	90
Вид заключного контролю	підсумковий модульний контроль

### 2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (АНОТАЦІЯ)

Аналітична хімія є однією із фундаментальних природних дисциплін у системі вищої фармацевтичної освіти, знання якої необхідні для професійної діяльності фахівців у області фармації. Знання з аналітичної хімії дають можливість опанувати та поглибити наукові знання. Аналітична хімія є наукою про методи вивчення якісного і кількісного складу речовин, сучасними хімічними і фізико-хімічними методами аналізу, що відрізняються швидкістю і високою чутливістю – це хроматографія, полярографія, потенціометрія використання яких необхідно студентам у подальшому навчанні і практичній діяльності.

### 3. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Перелік нормативних документів:

- Положення про організацію освітнього процесу (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/polozhennya-pro-organizacziyu-osvitnogo-proczesu-u-vdnzu-bukovinskij-derzhavnij-medichnij-universitet.pdf>);
- Інструкція щодо оцінювання навчальної діяльності студентів БДМУ в умовах впровадження Європейської кредитно-трансферної системи організації навчального процесу (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/bdmu-instrukciya-shhodo-ocziyuvannya-%D1%94kts-2014-3.pdf>);
- Положення про порядок відпрацювання пропущених та незарахованих занять (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/reworks.pdf>);
- Положення про апеляцію результатів підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/07/polozhennya-pro-apelyacziyu-rezultativ-pidsumkovogo-kontrolyu-znan.pdf>);
- Кодекс академічної доброчесності ([https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/kodeks\\_academic\\_faith.pdf](https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/kodeks_academic_faith.pdf));
- Морально-етичний кодекс студентів ([https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/ethics\\_code.docx](https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/ethics_code.docx));

- Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/antiplagiat-1.pdf>);
- Положення про порядок та умови обрання студентами вибіркового дисциплін ([https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/nakaz\\_polozhennyz\\_vybirkovi\\_dyscypliny\\_2020.pdf](https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/nakaz_polozhennyz_vybirkovi_dyscypliny_2020.pdf));
- Правила внутрішнього трудового розпорядку Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет» (<https://www.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/17.1-bdmu-kolektivnij-dogovir-dodatok.doc>).

### **3.2. Політика щодо дотримання принципів академічної доброчесності здобувачів вищої освіти:**

- самостійне виконання навчальних завдань поточного та підсумкового контролю без використання зовнішніх джерел інформації;
- списування під час контролю знань заборонені;
- самостійне виконання індивідуальних завдань та коректне оформлення посилань на джерела інформації у разі запозичення ідей, тверджень, відомостей.

### **3.3. Політика щодо дотримання принципів та норм етики та деонтології здобувачами вищої освіти:**

- дії у професійних і навчальних ситуаціях із позицій академічної доброчесності та професійної етики та деонтології;
- дотримання правил внутрішнього розпорядку університету, бути толерантними, доброзичливими та виваженими у спілкуванні зі студентами та викладачами, медичним персоналом закладів охорони здоров'я;
- усвідомлення значущості прикладів людської поведінки відповідно до норм академічної доброчесності та медичної етики.

### **3.4. Політика щодо відвідування занять здобувачами вищої освіти:**

- присутність на всіх навчальних заняттях (лекціях, практичних (семінарських) заняттях, підсумковому модульному контролі) є обов'язковою з метою поточного та підсумкового оцінювання знань (окрім випадків з поважних причин).

### **3.5. Політика дедлайну та відпрацювання пропущених або незарахованих занять здобувачами вищої освіти:**

- відпрацювання пропущених занять відбувається згідно з графіком відпрацювання пропущених або незарахованих занять та консультацій.

## **4. ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ)**

<b>Перелік навчальних дисциплін, на яких базується вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>Перелік навчальних дисциплін, для яких закладається основа в результаті вивчення навчальної дисципліни</b>
загальна та неорганічна хімія	фармацевтична хімія
органічна хімія	токсикологічна хімія
фізика	фізична та колоїдна хімія
математика	біологічна хімія

## **5. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:**

**5.1. Мета** викладання навчальної дисципліни – формування у студента теоретичних і практичних знань, необхідних майбутньому фахівцю до освоєння медико-біологічних і спеціальних дисциплін.

**5.2. Завдання:** формування у студентів знань і умінь, практичних навичок з аналітичної хімії, яка є загальнотеоретичною, базовою дисципліною в системі підготовки провізора;

– підготовка студентів для оволодіння спеціальною фармацевтичною дисципліною – фармацевтичною хімією, а також отримання основних хімічних знань, необхідних для

розуміння і засвоєння ряду медико-біологічних, хімічних дисциплін, що вивчаються на фармацевтичному факультеті.

## **6. КОМПЕТЕНТНОСТІ, ФОРМУВАННЮ ЯКИХ СПРИЯЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА:**

### **6.1. інтегральні:**

здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень, здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог;

### **6.2. загальні:**

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;  
ЗК 3. Прагнення до збереження навколишнього середовища;  
ЗК 4. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вчитися і бути сучасно навченим;  
ЗК 6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;  
ЗК12. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

### **6.3. спеціальні (фахові, предметні):**

ФК 12. Здатність організувати, забезпечувати і проводити аналіз лікарських засобів та лікарської рослинної сировини в аптечних закладах і контрольно-аналітичних лабораторіях фармацевтичних підприємств відповідно до вимог Державної фармакопеї та інших нормативно-правових актів;

ФК 13. Здатність організувати та здійснювати контроль якості лікарських засобів у відповідності з вимогами Державної фармакопеї України та належних практик, визначати способи відбору проб для контролю лікарських засобів відповідно до діючих вимог та проводити їх сертифікацію, запобігати розповсюдженню фальсифікованих лікарських засобів.

ФК 14. Здатність здійснювати розробку методик контролю якості лікарських засобів, фармацевтичних субстанцій, лікарської рослинної сировини і допоміжних речовин з використанням фізичних, фізико-хімічних та хімічних методів контролю.

### **6.4. Програмні результати навчання:**

ПРЗ 2. Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

ПРЗ 3. Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

ПРЗ 4. Використовувати результати самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел для рішення типових завдань професійної діяльності.

ПРЗ 6. Аргументувати інформацію для прийняття рішень, нести відповідальність за них у стандартних і нестандартних професійних ситуаціях; дотримуватися принципів деонтології та етики у професійній діяльності.

ПРЗ 12. Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

ПРФ 12. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи контролю якості лікарських засобів та лікарської рослинної сировини.

ПРФ 13. Здійснювати всі види контролю якості лікарських засобів; складати сертифікати якості, враховуючі результати проведеного контролю.

ПРФ 14. Визначати основні органолептичні, фізико-хімічні, хімічні та фармако-технологічні показники лікарських засобів, обґрунтовувати та обирати методи для стандартизації, здійснювати статистичну обробку результатів згідно з вимогами Державної фармакопеї України.

## **7. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

### **7.1. Знати:**

- основні поняття і закони, що лежать в основі аналітичної хімії;
- основні етапи розвитку аналітичної хімії, її сучасний стан;
- основні положення теорії іонних рівноваг стосовно реакцій кислотно-основного, окисно-відновного, осаджувального і комплексметричного характеру;
- методи і способи виконання якісного аналізу;
- методи, прийоми і способи виконання хімічного і фізико-хімічного аналізу для встановлення якісного складу і кількісних визначень;
- методи виявлення катіонів та аніонів;
- методи розділення речовин (хімічні, хроматографічні, екстракційний);
- основи математичної статистики стосовно оцінки правильності та відтворюваності результатів кількісного аналізу;
- правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії;
- роль і значення методів аналітичної хімії у фармації, в практичній діяльності провізора; основні літературні джерела, довідкову літературу з аналітичної хімії.

### **7.2. Уміти:**

- користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- працювати з основними типами приладів, використовуваними в аналізі (мікроскопи, фотоелектроколометри, спектрофотометри, потенціо-метри, кондуктометри, поляриметри тощо);
- вибрати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- будувати криві титрування і встановлювати на їх основі об'єми титранту, що витрачаються на кожен компонент суміші;
- проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

### **7.3. Демонструвати:**

- здатність вибрати оптимальний метод якісного й кількісного аналізу речовини;
- здатність аргументувати вибір методів проведення експериментальних досліджень та відповідних методик для виконання завдання дослідження, аналізувати отримані результати, робити необхідні висновки;
- демонструвати навички пошуку, оброблення та аналізу інформації із різних джерел, кваліфіковано відображати й презентувати результати професійної (педагогічної, наукової, інноваційної) діяльності із застосуванням сучасних інформаційних технологій;
- здатність використовувати сучасні методи аналітичної хімії, застосування яких в аналізі диктується вимогами до ідентифікаційних і класифікаційних завдань які можна вирішувати, використовуючи сучасний інструментарій.

## **8. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

На вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія» відводиться 240 годин (8 кредити ЄКТС) Програма дисципліни структурована на два модулі, до складу кожного з яких входять змістові модулі. 1 модуль «Якісний аналіз», який складається з трьох змістових модулів, 2 модуль «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу», який складається з п'ятьох змістових модулів.

Обсяг навчального навантаження студентів описаний у кредитах ECTS – залікових кредитах, які зараховуються студентам при успішному засвоєнні ними модулів (залікових кредитів).

## **Модуль 1. Якісний аналіз.**

### *Змістовий модуль 1.*

*Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп*

#### **Тема 1. Введення в якісний аналіз**

Предмет і задачі аналітичної хімії. Основні поняття аналітичної хімії. Принципи та методи якісного аналізу. Класифікація методів аналізу.

Аналітичні ознаки речовин. Аналітичні реакції, вимоги до їх. Типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент).

Способи виконання якісних реакцій. Поняття дробного та систематичного ходу аналізу, та їх відмінність.

Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, межа визначення (відкривальний мінімум).

Аналітичні класифікації катіонів за групами. Кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Загальна характеристика катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Зв'язок аналітичних властивостей катіонів з електронною будовою та положенням у періодичній системі Д. І. Менделєєва відповідних елементів. Якісні реакції визначення катіонів I аналітичної групи та умови їх проведення.

#### **Тема 2. Теорія сильних електролітів. Гетерогенні рівноваги**

Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі. Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик.

Гетерогенні рівноваги в системі «осад-розчин». Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту (термодинамічний та концентраційний). Взаємозв'язок між розчинністю та добутком розчинності. Умови утворення осадів. Фактори, що впливають на утворення осадів і повноту осадження. Вплив домішок сторонніх електролітів, однойменних іонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект, його пояснення на підставі правила добутку розчинності. Умови розчинення осадів, приклади розчинення осадів в ході аналізу катіонів II та III аналітичних груп (зв'язування іонів осаду в малодисоційовану, комплексну або газоподібну сполуку).

Хіміко-аналітична характеристика катіонів II та III аналітичних груп.

Якісні реакції визначення катіонів II та III аналітичних груп і умови їх виконання.

#### **Тема 3. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу катіонів I-III аналітичних груп**

##### ***Введення в якісний аналіз***

Предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття, принципи і методи якісного хімічного аналізу.

Сутність і задачі якісного аналізу. Класифікація методів якісного аналізу. Дробний і систематичний аналіз.

Хіміко-аналітичні властивості катіонів та їх взаємозв'язок з положенням відповідних елементів в Періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Аналітичні реакції, способи їх виконання. Характеристики чутливості аналітичних реакцій і способи її підвищення. Специфічні, селективні та групові реакції та реагенти.

##### ***Теорія розчинів електролітів в аналітичній хімії***

Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі.

Іонна сила розчинів, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик.

Закон діючих мас і константа хімічної рівноваги. Напрямок реакцій та зсув хімічної рівноваги.

Застосування загальних положень теорії розчинів і закону діючих мас для обґрунтування вимог і вибору аналітичних реакцій визначення катіонів I-III аналітичних груп і аналізу суміші цих катіонів.

***Гетерогенні рівноваги в системі осад–насичений розчин малорозчинного електроліту***

Застосування закону діючих мас до рівноважних систем осад–насичений розчин малорозчинного електроліту. Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту.

Утворення та розчинення осадів, фактори, що впливають на ці процеси. Застосування процесів осадження в хімічному аналізі.

Приклади реакцій утворення та розчинення осадів в ході аналізу катіонів I-III аналітичних груп. Для яких цілей і при яких умовах проводять ці реакції?

***Хіміко-аналітичні властивості та аналіз катіонів I-III аналітичних груп***

Аналітичні класифікації катіонів, їх переваги та недоліки.

Кислотно-основна класифікація. Принцип розділення катіонів на аналітичні групи і групові реагенти. Дробний і систематичний хід аналізу.

Хіміко-аналітичні властивості сполук катіонів I-III аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією. Дія групових реагентів, умови розділення катіонів і переведення осадів в розчин. Розчинність хлоридів і сульфатів.

Якісні реакції катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ), II аналітичної групи ( $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ) та III аналітичної групи ( $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) із загальними реагентами: гідроксидом натрію, розчином аміаку, сірководнем і сульфідами. Реакції визначення катіонів I-III аналітичних груп. Вимоги до виконання цих реакцій та застосування їх в аналізі.

Систематичний хід аналізу суміші катіонів I-III аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією.

## **Змістовий модуль 2.**

***Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп***

**Тема 4. Кислотно-основні рівноваги в аналітичній хімії**

Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів. Типи протолітів (молекулярні, катіонні, аніонні кислоти або основи, амфоліти) Спряжена кислотно-основна пара.

Взаємозв'язок між величинами констант кислотності або основності, показниками цих констант і силою кислоти або основи.

Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою.

Буферні розчини, протолітичні рівноваги у них, буферна ємність. Значення буферних розчинів в якісному аналізі.

Сольволіз, гідроліз з точки зору протолітичної теорії кислот і основ. Кількісна характеристика гідролізу. Значення гідролізу в якісному аналізі та в аналізі катіонів V аналітичної групи.

Характеристика хіміко-аналітичних властивостей катіонів IV аналітичної групи на основі положення їх елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Особливості дробного та систематичного аналізу катіонів IV аналітичної групи. Якісні реакції визначення катіонів IV аналітичної групи та умови їх виконання.

**Тема 5. Рівноваги в реакціях комплексоутворення**

Комплексні (координаційні) сполуки, їх склад і будова. Типи комплексних сполук, які найбільш широко використовуються в якісному аналізі.

Склад і будова внутрішньокмлексних сполук. Особливості органічних лігандів.

Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук.

Загальна характеристика катіонів V і VI аналітичних груп. Застосування реакцій катіонів V і VI аналітичних груп з загальними та груповими реагентами, реакцій комплексоутворення в аналізі катіонів V і VI аналітичних груп для: відділення іонів, визначення іонів, розчинення осадів, маскуванню заважаючих іонів.

Якісні реакції катіонів V і VI аналітичних груп і умови їх проведення.

**Тема 6. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп**

***Протолітичні рівноваги в аналітичній хімії***

Протолітична теорія кислот і основ, типи протолітів.

Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та їх роль в аналітичній хімії.

Протолітична рівновага у воді. Характеристики слабких електролітів, сила кислот і основ, константи кислотності та основності,  $pK_a$  та  $pK_b$ .

Розрахунок pH і pOH у водних розчинах кислот, основ, амфолітів. Гідроліз солей, розрахунок константи и ступеня гідролізу для солей, що гідролізуються. Використання явища амфотерності та гідролізу в аналізі катіонів IV-VI аналітичних груп.

Протолітична рівновага в буферних системах і в розчинах амфолітів.

Протолітична рівновага в неводних розчинниках, константа автопротолізу (сольволізу) та ступінь сольволізу.

***Реакції комплексоутворення в аналітичній хімії***

Комплексні сполуки, їх склад, будова, типи зв'язків. Фактори, що впливають на комплексоутворення.

Класифікація комплексних сполук за зарядністю, за числом та типом лігандів.

Застосування закону діючих мас до реакцій комплексоутворення. Константа утворення та константа нестійкості комплексних сполук, як вони характеризують стійкість комплексного іону та який зв'язок між ними.

Значення комплексних сполук в аналітичній хімії. Приклади використання реакцій комплексоутворення в аналізі катіонів IV-VI аналітичних груп для розділення, маскуванню та визначення катіонів.

Органічні реагенти в аналітичній хімії, їх застосування. Функціонально-активні групування (ФАГ) та аналітико-активні групування (ААГ). Дентатність лігандів, хелатний ефект. Будова внутрішньокмлексних сполук.

***Хіміко-аналітичні властивості сполук катіонів IV-VI аналітичних груп і їх аналіз***

Загальна характеристика катіонів IV, V і VI аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією.

Дія загальних реагентів: лугів, розчину аміаку, сірководню або сульфідів. Використання цих реакцій в аналізі. Групові реагенти та умови розділення катіонів.

Реакції визначення катіонів IV-VI аналітичних груп, умови їх виконання.

Дробний та систематичний хід аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп.

**Змістовий модуль 3.**

***Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка***

**Тема 7. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії**

Сутність окисно-відновних реакцій. Процес окислення та процес відновлення. Найважливіші окисники та відновники, які застосовують в аналізі, редокс-амфотерні сполуки.

Поняття електродного потенціалу, природа його виникнення, розрахунок величини електродного потенціалу (рівняння Нернста). Поняття редокс-пари. Стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, формальний редокс-потенціал.

Вплив різних факторів на величину редокс-потенціалу. Електрорушійна сила (ЕРС) системи, константа рівноваги ( $K_p$ ) реакцій окислення-відновлення, формули їх розрахунку.

Можливість, напрямок і повнота протікання реакцій окислення-відновлення.



Загальна характеристика аніонів і аналітичні класифікації аніонів за групами.

Якісні реакції визначення аніонів і умови їх виконання.

## **Тема 8. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів, методів розділення та концентрування**

### ***Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії***

Окисно-відновні реакції, їх механізм.

Окисно-відновні потенціали редокс-пар.

Потенціал реакції (ЕРС). Напрямок перебігу окисно-відновних реакцій.

Вплив різних факторів на значення ОВ потенціалів і напрямок перебігу реакцій окислення-відновлення.

Повнота перебігу окисно-відновних реакцій. Константи рівноваги ОВР.

Використання окисно-відновних реакцій в якісному аналізі.

### ***Методи розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії***

Сутність і класифікація методів розділення та концентрування. Значення в аналітичній хімії.

Осадження і співосадження. Поняття адсорбції, оклюзії, ізоморфізму.

Екстракція в аналітичній хімії. Принципи методу екстракції. Загальні закони та кількісні характеристики.

### ***Хроматографічні методи аналізу***

Хроматографія, сутність методу.

Класифікація хроматографічних методів аналізу.

Адсорбційна хроматографія. Тонкошарова хроматографія.

Розподільна хроматографія. Паперова хроматографія.

Осаджувальна хроматографія.

### ***Хіміко-аналітичні властивості та аналіз аніонів***

Загальна характеристика аніонів. Аналітичні класифікації аніонів. Принципи розподілу аніонів по аналітичним групам і групові реагенти. Роль групових реагентів в аналізі аніонів.

Хіміко-аналітичні властивості аніонів.

Якісні реакції аніонів I аналітичної групи ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналітичної групи ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналітичної групи ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.

## **Тема 9. Аналіз сполуки невідомого складу**

Загальні етапи аналізу сполуки невідомого складу.

Попередні спостереження та дослідження суміші сухих солей.

Вибір розчинника для переведення твердого зразка в розчин.

Виявлення катіонів та аніонів.

## **Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналіза**

### **Змістовий модуль 1.**

### ***Кисотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі***

#### **Тема 1. Уведення в кількісний аналіз. Техніка зважування. Титриметричні методи аналізу. Кисотно-основне титрування**

Сутність та завдання кількісного аналізу. Галузі застосування кількісного аналізу.

Класифікація методів кількісного аналізу.

Сутність титриметричних методів аналізу. Основні поняття.

Класифікація методів титриметричного аналізу за типом хімічної реакції.

Вимоги, що висувають до титриметричних реакцій.

Умови проведення титриметричних визначень.

Вимірювання об'ємів. Мірний посуд. Перевірка ємності мірного посуду.

Титровані розчини. Способи їх приготування. Первинні та вторинні стандарти. Вимоги, що висувають до первинних стандартів. Способи вираження концентрації титрованих розчинів.

Розрахунки в титриметричному аналізі. Вираження результатів вимірювань.

## **Тема 2. Кисотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами та навпаки**

Реакції, які лежать в основі методу кислотно-основного титрування. Сутність ациди- та алкаліметрії.

Можливості кислотно-основного титрування.

Реакції кислотно-основної взаємодії та вимоги до них.

Фіксування кінцевої точки титрування.

Теорія кислотно-основних індикаторів. Іонна, хромофорна та іонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу кислотно-основного індикатора, показник титрування рТ.

Способи підбору індикаторів.

Криві титрування.

Способи приготування титрованих розчинів кислот та лугів, їх стандартизація.

## **Тема 3. Кислотнo-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами**

Можливість титрування у водному середовищі з індикаторним фіксуванням кінця титрування слабких електролітів.

Криві титрування слабких кислот і слабких основ.

Способи титрування (пряме титрування, зворотне титрування, замісне титрування).

Методи виконання титрування (піпетування та окремих наважок).

Розрахунок результатів титриметричного аналізу.

## **Тема 4. Кислотнo-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ**

Особливості титрування багатоосновних кислот і багатокислотних основ.

Розрахунок рН при титруванні розчинів багатоосновних кислот і багатокислотних основ. Розрахунок рН розчинів сумішей кислот або основ.

Аналіз кривих титрування.

Константа титрування, показник константи титрування. Обґрунтування можливості титрування за ступенями багатоосновних кислот і багатокислотних основ та диференційованого титрування сумішей кислот або основ.

## **Тема 5. Кислотнo-основне титрування. Титрування амфолітів**

Рівноваги у водних розчинах амфолітів. Вибір методу кислотно-основного титрування амфоліту.

Розрахунки констант кислотності або основності амфоліту.

Індикаторні похибки кислотно-основного титрування: протонна (воднева), гідроксидна, кислотна, основна. Причини їх виникнення.

Розрахунок індикаторних похибок.

## **Тема 6. Кислотнo-основне титрування. Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення хімічних речовин і лікарських засобів. Статистична обробка результатів аналізу**

Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення функціональних груп (карбокси-, сульфо-, аміно-, альдегідна, спиртовий гідроксил).

Застосування кислотно-основного титрування для елементного аналізу. Визначення азоту за Кьельдалем. Визначення сірки, хлору, бромю.

Визначення солей амонію, амінокислот, тощо.

Похибки в кількісному аналізі. Класифікація похибок.

Систематичні та випадкові похибки, їх причини.

Правильність та відтворюваність результатів аналізу.

Статистична обробка результатів аналізу: середнє вибірки, дисперсія, стандартне відхилення, стандартне відхилення середнього результату, довірчий інтервал, відносна погрішність середнього результату.

Порівняння двох методик за відтворюваністю.

## **Тема 7. Підсумкове заняття з розділу «Титриметричні методи аналізу. Кислотнo-основне титрування»**

### ***Титриметричні методи аналізу***

Сутність та класифікація титриметричних методів аналізу.

Вимоги до реакцій в титриметричних методах аналізу.

Титранти (стандартні розчини), способи їх приготування.

Способи вираження концентрації титрантів: молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту, титр, титр за визначуваною речовиною, коефіцієнт поправки.

Способи (пряме, зворотне та замісне) та методи (окремих наважок і піпетування) титрування. Сутність, переваги та недоліки.

Точка еквівалентності, кінцева точка титрування. Способи фіксування точки еквівалентності.

Мірний посуд, його класифікація. Точність вимірювання об'ємів. Калібрування мірного посуду.

Розрахунки в титриметричних методах.

Формули для розрахунку: наважки речовини, молярної концентрації еквівалента титранту, титру, титру титранту за визначуваною речовиною, маси та масової частки речовини за результатами титрування для різних способів і методів титрування з урахуванням різних способів вираження концентрації титрантів.

Точність запису результатів вимірювань та вираження результатів аналізу в значущих цифрах.

Правильність і відтворюваність результатів аналізу. Похибки в кількісному аналізі. Статистична обробка результатів аналізу.

### ***Кисотно-основне титрування***

Сутність кислотно-основного титрування. Ацидиметрія. Алкаліметрія.

Кислотно-основні властивості речовин. Уявлення про кислоти та основи. Катіонні, аніонні та молекулярні кислоти та основи. Амфоліти. Константи кислотності та основності.

Вплив природи розчинника на кислотно-основні властивості речовин. Класифікація неводних розчинників: протогенні (кислотні), протопільні (основні), амфіпротні та апротні.

Хімізм кислотно-основної взаємодії при титруванні сильних і слабких кислот (катіонних, аніонних, молекулярних); спряжені кислотно-основні пари.

Титранти метода кислотно-основного титрування. Приготування та стандартизація розчинів кислот і лугів. Первинні та вторинні стандарти ациди- та алкаліметрії.

Способи фіксування точки еквівалентності в кислотно-основному титруванні. рН-індикатори.

Основні характеристики рН-індикаторів: показник титрування, інтервал переходу індикатора. Структура та забарвлення метилоранжу та фенолфталеїну в різних середовищах.

Способи підбору рН-індикаторів: якісний та кількісний.

Принцип побудови кривих титрування. Розрахунок рН для побудови кривих титрування. Характер кривих титрування різних кислот і основ (сильних, слабких, багатоосновних). Вибір індикатора за кривими титрування.

Індикаторні похибки. Розрахунок протонної, гідроксидної, кислотної та основної похибок.

Можливості та галузі застосування методу кислотно-основного титрування. Обґрунтування можливості визначення речовин з кислотно-основними властивостями на основі констант кислотності або основності та констант титрування:

– титрування сильних кислот сильними основами (та навпаки);

– титрування слабких кислот сильними основами та слабких основ сильними кислотами;

– титрування багатоосновних кислот і багатокислотних основ.

Титрування в неводних середовищах (протоліометрія). Титранти та індикатори методу. Галузі застосування. Переваги та недоліки.

Елементний аналіз: кількісне визначення азоту, сірки, хлору, бромю.

Функціональний аналіз: кількісне визначення сполук, що містять карбокси-, сульфо-, аміно-, альдегідну групи, спиртовий гідроксил.

Алкаліметричне визначення:

- за способом прямого титрування:  
вільних кислот, солей (катіонних і аніонних кислот);
- за способом зворотного титрування:  
солей амонію, естерів органічних кислот;
- за способом заміщення:  
борної кислоти за присутності гліцерину або маніту; солей амонію (формольне титрування); амінокислот за присутності формальдегіду; формальдегіду у формаліні тощо.
- Ацидиметричне визначення:  
– за способом прямого титрування:  
сильних і слабких основ, солей (аніонних основ і амфолітів), сумішей карбонату натрію та гідрокарбонату натрію, гідроксиду натрію та карбонату натрію;
- за способом зворотного титрування:  
розчину аміаку, азотистих основ і алкалоїдів, малорозчинних солей кальцію, магнію тощо; гексаметилентетраміну (уротропіну); ртуті(II) амідохлориду;
- за способом заміщення:  
хлоридів і нітратів за Тананаєвим; оксиду ртуті(II).
- Визначення речовин в неводних середовищах:  
– титрування в середовищі протофільних розчинників сульфаніламідів, фенолів;  
– титрування в середовищі протогенних розчинників сульфаніламідів;  
– титрування в середовищі амфіпротних розчинників амінів і кислот.

### **Змістовий модуль 2.**

***Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів***

#### **Тема 8. Окисно-відновне титрування. Перманганатометрія**

Сутність методів окисно-відновного титрування.

Класифікація методів окисно-відновного титрування.

Вимоги до реакцій в ОВТ.

Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація. Редокс-індикатори, їх характеристика.

Криві окисно-відновного титрування. Розрахунок редокс-потенціалів в різні моменти титрування.

Перманганатометричне титрування. Сутність і основне рівняння методу. Умови проведення перманганатометричного титрування.

Титрант методу. Спосіб його приготування. Первинні стандарти методу, стандартизація розчину перманганату калію за щавлевою кислотою.

Фіксування кінцевої точки титрування в перманганатометрії.

Застосування методу перманганатометрії: визначення пероксиду водню, заліза(II), нітритів, індиферентних речовин (солей кальцію, барію та інших), окисників, органічних сполук.

#### **Тема 9. Окисно-відновне титрування. Йодиметрія, йодометрія**

Сутність методів йодиметрії та йодометрії.

Способи фіксування кінцевої точки титрування при проведенні йоди- та йодометричних визначень.

Титранти методів йоди- та йодометрії.

Способи титрування при йодиметричному визначенні відновників.

Спосіб титрування при визначенні окисників.

Умови проведення йоди- та йодометричних визначень.

Застосування йоди- та йодометрії для визначення відновників, окисників, ненасичених органічних сполук, ароматичних і гетероциклічних сполук, мінеральних кислот, катіонів металів, що утворюють осади з хромат-іонами.

#### **Тема 10. Окисно-відновне титрування. Броматометрія, бромометрія**

Сутність методу броматометрії. Титрант методу, його стандартизація.

Індикатори методу броматометрії. Механізм дії незворотних азоіндикаторів (метиловий оранжевий та метиловий червоний). Особливості проведення броматометричного титрування з використанням азоіндикаторів.

Сутність методу броматометрії. Титрант методу.

Способи фіксування КТТ в броматометрії.

Способи титрування в броматометрії.

Застосування броматометрії для визначення відновників та окисників.

Застосування броматометрії для визначення органічних сполук, здатних бромуватись, для аналізу катіонів металів, що осаджуються 8-оксихіноліном або антраніловою кислотою.

### **Тема 11. Окисно-відновне титрування. Нітритометрія**

Сутність нітритометрії, багатоякісність властивостей нітриту натрію, основні рівняння методу.

Титрант методу, спосіб його приготування та особливості стандартизації.

Умови проведення реакції діазотування.

Способи фіксування КТТ. Зовнішні та внутрішні індикатори, механізм їх дії.

Нітритометричне визначення відновників, окисників, ароматичних амінів.

### **Тема 12. Підсумкове заняття з розділу «Титриметричні методи аналізу. Окисно-відновне титрування»**

#### ***Загальні положення окисно-відновного титрування***

Сутність методів окисно-відновного титрування. Вимоги до реакцій в ОВТ. Константа рівноваги реакцій та її зв'язок зі стандартними потенціалами редокс-пар. Вплив різних факторів на величину окисно-відновного потенціалу редокс-пар (рівняння Нернста-Петерса) та напрямки реакцій. Індуковані реакції (спряжені) реакції, каталітичні та автокаталітичні реакції в аналітичній хімії. Класифікація методів окисно-відновного титрування.

Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація. Редокс-індикатори, їх механізм дії та умови застосування.

Криві окисно-відновного титрування. Принцип побудови, розрахунок редокс-потенціалів в різні моменти титрування. Підбір редокс-індикаторів за кривими титрування.

#### ***Методи окисно-відновного титрування***

Перманганатометрія. Йодо- та йодиметрія. Бромато- та бромометрія. Нітритометрія. Дихроматометрія. Йодатометрія. Хлорйодиметрія. Цериметрія.

Сутність методів. Основні рівняння.

Титранти, способи приготування та стандартизації, первинні та вторинні стандарти.

Способи фіксування кінцевої точки титрування. Індикатори.

Умови проведення визначень: способи титрування, рН, температура, каталізatori, введення добавок тощо.

#### ***Застосування методів ОВТ в аналізі***

Перманганатометричне визначення відновників (залізо(II), пероксид водню, нітрит натрію, миш'як(III) тощо), окисників (за способом зворотного титрування) та деяких індиферентних речовин (солі Ca(II), Ba(II) тощо).

Йодиметричне визначення відновників (миш'як(III), сульфіти, сульфіді, тіосульфат натрію, сульфат гідразину, формальдегід тощо), ненасичених органічних сполук (аскорбінова кислота), гетероциклічних сполук (антипірин).

Йодометричне визначення окисників (пероксид водню, активний хлор в хлорному вапні, активний хлор в хлораміні Б, мідь(II), дихромат калію, бромат калію та ін.) та катіонів деяких металів (Pb(II), Ba(II), Hg(I), Hg(II) тощо).

Броматометричне визначення відновників (миш'як(III), сурма(III), сульфат гідразину, пероксид водню та ін.);

Бромометричне визначення органічних сполук, що містять первинну ароматичну групу або фенольний гідроксил (натрію саліцилат, фенол, резорцин, стрептоцид, анестезин, новокаїн), солі деяких металів (Al(III), Mg(II), Bi(III) тощо).

Нітритометричне визначення відновників (оксид миш'яку(III), сурма(III), олово(II), гідразину сульфат та ін.), окисників (перманганат калію, дихромат калію та ін.), органічних

сполук, які містять первинну аміногрупу та гетероциклічних сполук (новокаїн, стрептоцид, антипірін тощо).

Хлорйодиметричне визначення відновників (миш'як(III), йодиди тощо) та органічних сполук (саліцилова кислота, сульфаніламід, новокаїн).

Цериметричне визначення відновників (ртуть(I), сурма(III), миш'як(III), залізо(II), йодиди, нітрити, пероксид водню, аскорбінова кислота).

Дихроматометричне визначення відновників (залізо(II), сульфіти, йодиди, арсеніти, аскорбінова кислота) та окисників (нітрати, хлорати, перманганати).

Йодатометричне визначення відновників (миш'як(III), олово(II), ртуть(I), залізо(II), йодиди тощо) та окисників (оксид свинцю(IV), оксид марганцю(IV), пероксид водню тощо).

### Змістовий модуль 3.

**Осаджувальне титрування, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів.**

#### **Тема 13. Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія**

Теоретичні основи методів осаджувального титрування. Вимоги до реакцій, які застосовуються в осаджувальному титруванні. Класифікація методів осаджувального титрування.

Криві осаджувального титрування.

Способи визначення кінцевої точки титрування. Індикатори методу осаджувального титрування (осаджувальні, абсорбційні, металохромні). Механізм дії індикаторів. Умови застосування та вибір адсорбційних індикаторів.

Аргентометричне титрування. Сутність методу. Титранти методу, їх приготування та стандартизація. Різновиди аргентометрії.

Метод Мора: спосіб титрування, титрант методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фаянса-Фішера-Ходакова: спосіб титрування, титрант методу, індикатори методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фольгарда: спосіб титрування, титранти методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу. Особливості визначення хлорид- і йодид-іонів за методом Фольгарда.

Меркурометричне титрування. Сутність методу. Титрант методу, його приготування, стандартизація. Можливості методу.

Індикатори методу меркурометрії. Механізм дії залізотіоціанатного індикатору при меркурометричному визначенні галогенідів. Роль «холостого дослідження».

Застосування в аналізі методів осаджувального титрування.

#### **Тема 14. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія**

Комплексиметричне титрування. Сутність методу. Вимоги до реакцій в комплексиметричному титруванні.

Комплексонометрія. Комплексонометрії, які застосовують в титриметричному аналізі, їх властивості.

Криві комплексонометричного титрування. Залежність стрибка титрування від констант стійкості комплексної сполуки, рН середовища тощо.

Робочі розчини комплексонометрії. Приготування та стандартизація робочого розчину трилону Б.

Фіксування КТТ в комплексонометрії. Металохромні індикатори, механізм їх дії та вимоги, що висувають до них. Властивості та застосування металохромних індикаторів: еріохрому чорного Т, мурексиду, ксиленолового оранжевого.

Умови проведення комплексонометричного титрування.

Способи комплексонометричного титрування (пряме, зворотне та замісне).

Галузі застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води. Застосування комплексонометрії в фармації та косметології.

Меркурометрія. Сутність методу, титрант і способи фіксування КТТ. Застосування меркурометрії.

## **Тема 15. Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу хімічних речовин і лікарських засобів.**

Гравіметричний аналіз. Сутність методу.

Класифікація гравіметричних методів.

Етапи гравіметричного аналізу.

Осаджувальна форма, вимоги до неї.

Гравіметрична форма, вимоги до неї.

Вибір осаджувача.

Теорія утворення осадів.

Аморфні осадки.

Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження.

Умови отримання кристалічних осадків.

Умови отримання аморфних осадків.

Розрахунки результатів аналізу. Гравіметричний фактор.

Застосування гравіметричних методів.

Переваги та недоліки гравіметрії.

## **Тема 16. Підсумкове заняття з розділу «Осаджувальне, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз»**

### ***Осаджувальне титрування***

Теоретичні основи методів осаджувального титрування. Вимоги до реакцій, які застосовуються в осаджувальному титруванні. Класифікація методів осаджувального титрування.

Способи визначення кінцевої точки титрування. Індикатори методу осаджувального титрування (осаджувальні, абсорбційні, металохромні). Механізм дії індикаторів. Умови застосування та вибір адсорбційних індикаторів.

Аргентометричне титрування. Сутність методу. Титранти методу, їх приготування та стандартизація. Різновиди аргентометрії.

Метод Мора: спосіб титрування, титрант методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фаянса-Фішера-Ходакова: спосіб титрування, титрант методу, індикатори методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фольгарда: спосіб титрування, титранти методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Меркурометричне титрування. Сутність методу. Титрант методу, його приготування, стандартизація. Індикатори методу меркурометрії. Можливості методу.

### ***Комплексиметричне титрування***

Комплексиметричне титрування. Сутність методу. Вимоги до реакцій в комплексиметричному титруванні.

Комплексонометрія. Комплексонометричні комплекси, які застосовують в титриметричному аналізі, їх властивості.

Робочі розчини комплексонометрії. Приготування та стандартизація робочого розчину трилону Б.

Фіксування КТТ в комплексонометрії. Металохромні індикатори, механізм їх дії та вимоги, що висувають до них.

Умови комплексонометричного титрування. Способи прямого, зворотного та замісного титрування в комплексонометрії.

Меркуриметрія. Сутність методу, титрант і способи фіксування КТТ. Застосування меркуриметрії.

### ***Гравіметричний аналіз***

Сутність методу. Класифікація гравіметричних методів. Етапи гравіметричного аналізу.

Осаджувальна форма, вимоги до неї. Гравіметрична форма, вимоги до неї.

Вибір осаджувача.

Теорія утворення осадків. Аморфні осадки. Кристалічні осадки.

Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження.

Розрахунки результатів аналізу. Гравіметричний фактор.

Застосування гравіметричних методів. Переваги та недоліки гравіметрії.

#### Змістовий модуль 4.

#### **Оптичні методи аналізу**

**Тема 17. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія. Умови фотометричного визначення. Визначення концентрації досліджуваного розчину**

Сутність оптичних методів аналізу, їх класифікація.

Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія, сутність та основні поняття (пропускання, оптична густина, молярний та питомий показники поглинання).

Закони світлопоглинання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Причинивідхилення від основного закону поглинання світла. Правило адитивності оптичних густин.

Фотометричні реакції, вимоги до них.

Вибір оптимальних умов проведення фотометричних визначень.

Методи колориметрії:

- Метод стандартних серій;
- Метод зрівнювання забарвлень;
- Метод розбавлення.

Методи фотоколориметрії:

- Метод стандарту;
- Метод калібрувального графіку;
- Метод визначення за молярним і питомим коефіцієнтом поглинання;
- Метод добавок.

Визначення концентрації декількох речовин при їх сумісній присутності (з використанням закону адитивності оптичних густин).

Диференційний фотометричний аналіз.

Екстракційно-фотометричний аналіз.

Фотометричне титрування.

#### **Тема 18. Оптичні методи аналізу. Рефрактометрія. Поляриметрія**

Сутність рефрактометрії. Закон заломлення Снеліусу.

Показник заломлення (абсолютний та відносний). Фактори, що впливають на величину показника заломлення.

Визначення концентрації методом рефрактометрії.

Переваги та недоліки рефрактометрії.

Сутність поляриметрії.

Оптичне обертання. Кут оптичного обертання. Питоме оптичне обертання.

Визначення концентрації методом поляриметрії.

Переваги та недоліки поляриметрії.

#### **Тема 19. Підсумкове заняття з розділу «Оптичні методи аналізу»**

Сутність оптичних методів аналізу, їх класифікація.

Природа і властивості електромагнітного випромінювання. Спектральні характеристики: довжина хвилі, хвильове число.

Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія, сутність та основні поняття (пропускання, оптична густина, молярний та питомий показники поглинання).

Закони світлопоглинання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Причинивідхилення від основного закону поглинання світла. Правило адитивності оптичних густин.

Монохроматичне світло. Способи монохроматизації світла.

Фотометричні реакції, вимоги до них.

Колориметрія. Метод стандартних серій, метод зрівнювання забарвлень, метод розбавлення. Їх сутність.



Фотоколориметрія, Спектрофотометрія. Сутність методів, переваги та недоліки, застосування.

Кількісний фотометричний аналіз: умови фотометричного визначення (вибір фотометричної реакції, аналітичної довжини хвилі, кювети, концентрації розчину), визначення концентрації аналізованого розчину.

Диференційний фотометричний аналіз.

Екстракційно-фотометричний аналіз.

Фотометричне титрування.

Люмінесцентний аналіз. Сутність методу. Класифікація.

Флуориметрія. Закон Стокса-Ломмеля, правило Левшина, закон Вавілова. Способи визначення концентрацій речовин у кількісному аналізі.

Рефрактометрія. Сутність методу та застосування в аналізі однокомпонентних та багатокомпонентних сумішей.

Поляриметрія. Сутність методу. Способи визначення концентрацій. Застосування в аналізі лікарських та косметичних засобів.

Емісійний спектральний аналіз. Сутність методу. Галузь застосування. Застосування в аналізі.

Атомно-абсорбційна полум'яна спектрометрія. Сутність методу. Застосування в аналізі.

Інфрачервона спектроскопія. Сутність методу. Галузь застосування.

Нефелометрія та турбідиметрія. Теоретичні основи методів.

### **Змістовий модуль 5.**

#### ***Електрохімічні та хроматографічні методи***

#### **Тема 20. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз.**

##### **Потенціометричне титрування**

Сутність та класифікації потенціометричних методів аналізу.

Електроди в потенціометрії, їх класифікація (за родами, за провідністю, за призначенням).

Пряма потенціометрія. рН-метрія, електродні електрохімічні процеси, застосовувані електроди.

Сутність потенціометричного титрування, можливості методу, його переваги та недоліки.

Типи хімічних реакцій, які застосовуються в потенціометричному титруванні. Індикаторні електрохімічні реакції, вимоги до них.

Підбір електродів в залежності від типу реакції, що лежить в основі потенціометричного титрування.

Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна, за Граном). Принципи їх побудови і визначення точки еквівалентності.

Приклади застосування потенціометричного титрування у кількісному аналізі речовин з використанням реакцій окислення-відновлення, осадження, комплексоутворення і кислотно-основної взаємодії.

#### **Тема 21. Хроматографічні методи аналізу. Визначення вмісту солей лужних металів в розчинах методом іонообмінної хроматографії. Тонкошарова хроматографія**

Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом розділення, агрегатним станом фаз, технікою виконання експерименту. Галузь застосування та значення у фармації.

Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що перебігають на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність.

Сорбенти в іонообмінній хроматографії, вимоги до них. Хімічна природа іонітів. Підготовка їх до роботи.

Тонкошарова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії в якісному та кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей.

#### **Тема 22. Підсумкове заняття з розділів «Електрохімічні та хроматографічні методи аналізу»**

Потенціометричний аналіз.

Класифікація електродів, що застосовуються в потенціометрії: за механізмом утворення потенціалу, за родом зворотності, за призначенням.

Іоноселективні мембранні електроди.

Електрохімічні реакції. Вимоги до них. Навести приклади електрохімічних реакцій.

Пряма потенціометрія (іонометрія). Класифікація. Індикаторні електроди. Способи визначення концентрації речовин методом іонометрії.

pH-метрія. Застосовувані електроди, електродні електрохімічні процеси.

Потенціометричне титрування. Сутність. Можливості методу. Переваги й недоліки методу. Застосування в аналізі.

Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна, за Граном). Принципи їх побудови і визначення точки еквівалентності.

Приклади застосування потенціометричного титрування у кількісному аналізі речовин з використанням реакцій окиснення-відновлення, осадження, комплексоутворення і кислотно-основної взаємодії.

Кондуктометричний аналіз. Принцип методу, основні поняття. Зв'язок концентрації розчинів електролітів з їх електричною проводимістю.

Пряма кондуктометрия. Використання в аналізі.

Кондуктометричне титрування. Сутність методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги кондуктометричного титрування.

Полярографічний аналіз. Принцип методу. Полярографічна хвиля, її характеристики. Фактори, які впливають на величину потенціалу напівхвилі.

Кількісний полярографічний аналіз. Способи визначення концентрації речовин. Умови проведення полярографічного аналізу.

Амперометричне титрування. Криві амперометричного титрування. Переваги та недоліки методу амперометричного титрування.

Кулонометричні методи аналізу. Класифікація методів. Пряма кулонометрія. Сутність прямої кулонометрії при постійному потенціалі. Способи визначення кількості електрики, що пройшла через розчин у прямій кулонометрії.

Кулонометричне титрування, умови проведення, індикація точки еквівалентності, застосування у хімічному та фармацевтичному аналізі.

Класифікація хроматографічних методів за механізмом розділення, агрегатним станом фаз, технікою виконання експерименту. Галузь застосування та значення у фармації.

Теорія хроматографії: теорія теоретичних тарілок та кінетична теорія.

Іонообмінна хроматографія, теоретичні основи. Реакції іонного обміну, що перебігають на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність.

Сорбенти в іонообмінній хроматографії, вимоги до них. Хімічна природа іонітів. Підготовка їх до роботи.

Застосування методу іонообмінної хроматографії для розділення речовин і кількісних визначень компонентів сумішей.

Поняття про іонну, іон-парну та лігандообмінну хроматографію.

Тонкошарова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії в якісному та кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей.

Газова (газоадсорбційна та газорідина) хроматографія. Сутність методів. Параметри утримання та параметри розділення. Хроматографічні колонки та детектори газової хроматографії. Методи кількісної обробки хроматограф. Застосування в аналізі.

Високоєфективна рідина хроматографія. Сутність методу. Застосування в аналізі речовин і сумішей.

## 9. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	усього	денна форма				усього	заочна форма			
		у тому числі					у тому числі			
		Аудиторні		С.р.	Інд.		Аудиторні		С.р.	Інд.
Л	П	Л	П							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Модуль 1. Якісний аналіз.</b>										
<b>Змістовий модуль 1.</b> Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп										
Тема 1.	7		4	3		8	1	1	6	
Тема 2.	10	2	4	4		8	1	1	6	
Тема 3.	6		3	3		8		1	7	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	23	2	11	10		24	2	3	19	
<b>Змістовий модуль 2.</b> Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп										
Тема 4.	9	2	4	3		8	1	1	6	
Тема 5.	10	2	4	4		7,5	0,5	1	6	
Тема 6.	6		3	3		7		1	6	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	25	4	11	10		22,5	1,5	3	18	
<b>Змістовий модуль 3.</b> Застосування закону діючих мас до окислювально-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка										

Тема 7.	9	2	4	3		7,5	0,5	1	6	
Тема 8.	6		3	3		7		1	6	
Теми 9.	8		4	4		9		2	7	
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>10</b>		<b>23,5</b>	<b>0,5</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	
<b>Підсумковий контроль засвоєння модуля 1. Якісний аналіз.</b>	<b>7</b>		<b>2</b>	<b>5</b>		<b>12</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	
<i>Усього годин</i>	<b>78</b>	<b>8</b>	<b>35</b>	<b>35</b>		<b>82</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>66</b>	
<b>Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Кисотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</b>										
Тема 1.	7	2	4	1		7,25	0,25	1	6	
Тема 2.	6	1	4	1		7,25	0,25	1	6	
Тема 3.	6	1	4	1		6,25	0,25	1	5	
Тема 4.	5		4	1		6,25	0,25	1	5	
Тема 5.	5		4	1		7,25	0,25	1	6	
Тема 6.	8	2	4	2		6		1	5	
Тема 7.	5		3	2		7		1	6	
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>9</b>		<b>47,25</b>	<b>1,25</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	
<b>Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</b>										
Тема 8.	9	2	4	3		7,25	0,25	1	6	
Тема 9.	7	1	4	2		7,25	0,25	1	6	
Тема 10.	7	1	4	2		6,25	0,25	1	5	
Тема 11.	6		4	2		6,25	0,25	1	5	
Тема 12.	6		3	3		6		1	5	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>12</b>		<b>33</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	
<b>Змістовий модуль 3. Осаджувальне титрування, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук, косметичних та лікарських засобів</b>										
Тема 13.	9	2	4	3		7,25	0,25	1	6	
Тема 14.	9	2	4	3		7,25	0,25	1	6	
Тема 15.	7		4	3		6,25	0,25	1	5	
Тема 16.	5		3	2		6		1	5	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>11</b>		<b>26,75</b>	<b>0,75</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	
<b>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</b>										

Тема 17.	9	2	4	3		7,25	0,25	1	6	
Тема 18.	8	1	4	3		6,25	0,25	1	5	
Тема 19.	7	1	3	3		7		1	6	
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>9</b>		<b>20,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	
<b>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</b>										
Тема 20.	10	2	4	4		7,25	0,25	1	6	
Тема 21.	8		4	4		6		1	5	
Тема 22.	8	2	3	3		7,25	0,25	1	6	
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>11</b>		<b>20,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	
<b>Підсумковий контроль засвоєння модуля 2. Кількісний аналіз, інструментальні методи аналізу</b>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>3</b>		<b>12</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	
<i>Усього годин</i>	<b>162</b>	<b>22</b>	<b>85</b>	<b>55</b>		<b>160</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>132</b>	
<b>УСЬОГО ГОДИН з дисципліни</b>	<b>240</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>90</b>		<b>240</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>198</b>	

## 10. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

<b>ДЕННА ФОРМА</b>		
№ п/п	Тема	К-сть годин
<b>МОДУЛЬ 1 «Якісний аналіз»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп</i>		
1.	Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Основні положення теорії сильних електролітів. Загальна та активна концентрація іонів, зв'язок між ними, коефіцієнт активності. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії.	2
2.	Застосування закону діючих мас до кислотно-основних рівноваг та їх роль в аналітичній хімії.	2
<i>Змістовий модуль 2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп</i>		
3.	Застосування закону діючих мас до рівноваг комплексоутворення та їх роль в аналітичній хімії.	2
<i>Змістовий модуль 3. Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка</i>		
4.	Використання закону діючих мас до рівноваг у гомогенних системах. Окисно-відновні рівноваги.	2
<b>МОДУЛЬ 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Кислотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</i>		
5.	Кількісний аналіз. Основні принципи та методи. Класифікація. Титриметричний аналіз. Основні поняття. Класифікація методів. Титровані розчини, їх приготування та стандартизація. Кислотно-основне титрування. Сутність методу та його можливості.	2
6.	Індикатори методу кислотно-основного титрування. Криві кислотно-основного титрування. Вибір індикаторів за кривими титрування.	2
7.	Кислотно-основне титрування. Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення хімічних речовин і лікарських засобів.	2
<i>Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</i>		
8.	Окисно-відновне титрування. Класифікація методів. Вимоги до редокс-реакцій. Криві окисно-відновного титрування. Індикатори окисно-відновного титрування. Вибір редокс-індикаторів. Перманганатометричне титрування.	2
9.	Йодиметричне та йодометричне титрування. Бромато-та бромометричне титрування. Нітритометричне титрування. Іодхлорметрія, дихроматометрія, цериметрія, іодатометрія. Теоретичні основи методів та їх застосування.	2
<i>Змістовий модуль 3. Осаджувальне титрування, комплексиометричне титрування.</i>		

<i>Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</i>		
10.	Осаджувальне титрування. Класифікація методів. Аргентометричне. Тіоціанатометричне та меркурометричне титрування. Індикатори. Застосування методів у хімічному та фармацевтичному аналізі.	2
11.	Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія. Титранти, їх стандартизація. Металохромні індикатори. Меркуриметричне титрування. Можливості методів.	2
<i>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</i>		
12.	Класифікація фізичних методів аналізу. Оптичні методи аналізу, їх класифікація. Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія. Рефрактометрія. Поляриметрія. Флуоресцентний аналіз.	4
<i>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</i>		
13.	Електрохімічні методи аналізу.	2
14.	Хроматографічні методи аналізу. Теорія хроматографії. Іонообмінна хроматографія. Газорідинна та високоефективна рідинна хроматографія.	2
<b>Всього:</b>		<b>30</b>
<b>ЗАОЧНА ФОРМА</b>		
№ п/п	Тема	К-сть годин
<b>МОДУЛЬ 1 «ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп</i>		
1.	Предмет аналітичної хімії. Методи і завдання якісного аналізу. Аналітична класифікація йонів.	2
<b>МОДУЛЬ 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Кислотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</i>		
2.	Методи кількісного аналізу. Хімічні методи кількісного аналізу.	2
<i>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</i> <i>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</i>		
3.	Інструментальні методи аналізу.	2
<b>Всього:</b>		<b>6</b>

## 11. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ

<b>ДЕННА ФОРМА</b>		
№ п/п	Тема	К-сть годин
<b>МОДУЛЬ 1 «Якісний аналіз»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп</i>		

1.	Правила роботи і безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Введення в якісний аналіз. Вчення про розчини. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів I аналітичної групи.	4
2.	Поняття про хімічну рівновагу. Якісні реакції катіонів II та III аналітичних груп.	4
3.	<b>Підсумкове заняття №1</b> з теорії і практики аналізу катіонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші катіонів I-III аналітичних груп	4
<i>Змістовий модуль 2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп</i>		
4.	Протолітична теорія кислот і основ. Протолітичні властивості води. Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи.	4
5.	Протолітичні властивості розчинів солей, комплексних сполук та буферних систем. Якісні реакції катіонів V та VI аналітичних груп.	4
6.	<b>Підсумкове заняття №2</b> з теорії і практики аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп. Аналіз суміші катіонів IV-VI аналітичних груп.	4
<i>Змістовий модуль 3. Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка</i>		
7.	Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії. Аналітичні групи аніонів. Якісні реакції аніонів I аналітичної групи. Аналіз суміші аніонів I аналітичної групи.	4
8.	Якісні реакції аніонів II-III аналітичних груп. Аналіз суміші аніонів II-III аналітичних груп.	4
9.	<b>Підсумкове заняття №3</b> з теорії і практики аналізу аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.	4
10.	Аналіз суміші сухих солей.	4
11.	Допуск до підсумкового контролю засвоєння модуля 1. Комп'ютерне тестування з «якісного аналізу».	2
12.	<b>Підсумковий модульний контроль 1</b>	2
<b>МОДУЛЬ 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Кислотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</i>		
13.	Введення в кількісний аналіз. Хімічний посуд в кількісному аналізі. Техніка зважування. Основні способи вираження кількісного складу розчинів.	4
14.	Титриметричні методи аналізу. Кислотно-основне титрування. Приготування робочого розчину натрію гідроксиду. Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення хімічних речовин і лікарських засобів.	4
15.	Кислотно-основне титрування. Алкаліметрія. Визначення масової частки ацетатної кислоти методом прямого титрування.	4
16.	<b>Підсумкове заняття №1</b> з розділу «Титриметричні методи аналізу. Кислотно-основне титрування». Ацидиметрія. Визначення вмісту карбонату та гідрогенкарбонату натрію за їх сумісної присутності.	4
<i>Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</i>		
17.	Окисно-відновне титрування. Перманганатометрія. Визначення масово-об'ємної частки гідрогену пероксиду у розчині.	4
18.	Окисно-відновне титрування. Йодиметрія, йодометрія. Визначення	4



	масової частки аскорбінової кислоти у препараті.	
19.	Окисно-відновне титрування. Броматометрія, бромометрія. Нітритометрія. Визначення масової частки стрептоциду у розчині методом нітритометрії.	4
20.	<b>Підсумкове заняття №2</b> з розділу «Окисно-відновне титрування» Визначення масової частки стрептоциду у розчині методом броматометрії.	4
<i>Змістовий модуль 3. Осаджувальне титрування, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</i>		
21.	Осаджувальне титрування. Агрентометрія. Методи Мора, Фаянса-Ходакова, Фольгарда. Визначення хлоридів у розчинах. Меркурометрія.	4
22.	Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія. Стандартизація робочого розчину трилону Б.	4
23.	Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу лікарських та косметичних засобів. Визначення кристалізаційної води у кристалічному барію хлориді.	4
24.	<b>Підсумкове заняття №3</b> з розділу «Осаджувальне, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз». Визначення загальної твердості води та вмісту іонів кальцію і магнію методом комплексонометрії.	4
<i>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</i>		
25.	Оптичні методи аналізу. Методи фотоколориметрії та спектрофотометрії. Визначення феруму (III) у розчині методом порівняння оптичних густин стандартного і досліджуваного розчинів.	4
26.	Оптичні методи аналізу. Рефрактометрія. Поляриметрія. Визначення концентрації розчинів кальцію хлориду та натрію броміду.	4
27.	<b>Підсумкове заняття №4</b> з розділу «Оптичні методи аналізу». Визначення феруму (III) у розчині методом калібрувального графіка.	4
<i>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</i>		
28.	Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування. Вимірювання рН розчинів методом прямої потенціометрії.	4
29.	Хроматографічні методи аналізу. Визначення концентрації натрію сульфосаліцилату у розчині методом іонообмінної хроматографії. Тонкошарова хроматографія. <b>Підсумкове заняття №5</b> з розділу «Електрохімічні та хроматографічні методи аналізу».	4
30.	Допуск до підсумкового контролю засвоєння модуля 2. Комп'ютерне тестування за програмою «Крок 1. Фармація».	4
31.	<b>Підсумковий модульний контроль 2</b>	4
<b>Всього:</b>		<b>120</b>
<b>ЗАОЧНА ФОРМА</b>		
<b>№ п/п</b>	<b>Тема</b>	<b>К-сть годин</b>
<b>МОДУЛЬ 1 «Якісний аналіз»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп</i>		

1.	Правила безпечної роботи в хімічній лабораторії. Методи якісного аналізу. Аналітичні реакції катіонів I-II аналітичних груп.	2
<i>Змістовий модуль 2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп</i>		
2.	Гідроліз солей. $C_{H^+}$ і рН розчинів. Аналітичні реакції катіонів III-IV аналітичних груп.	2
3.	Комплексні сполуки. Аналітичні реакції катіонів V-VI аналітичних груп.	2
<i>Змістовий модуль 3. Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка</i>		
4.	Аналітичні реакції аніонів I групи.	2
5.	Окисно-відновні рівноваги. Аналітичні реакції аніонів II-III груп.	2
6.	<b>Підсумковий модульний контроль 1</b>	2
<b>МОДУЛЬ 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу»</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Кислотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</i>		
7.	Титриметричний аналіз. Виготовлення розчинів первинного стандарту соди із фіксаналу.	2
8.	Метод нейтралізації. Ацидиметрія. Стандартизація розчину соляної кислоти та визначення загальної лужності води.	2
9.	Метод нейтралізації. Алкаліметрія. Приготування та стандартизація робочого розчину їдкового натру. Кислотність шлункового соку.	2
<i>Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</i>		
10.	Перманганатометрія. Стандартизація розчину перманганату калію за щавлевою кислотою. Визначення масової частки пероксиду водню у розчині.	2
11.	Йодометрія. Виготовлення розчину первинного стандарту дихромату калію за точною наважкою.	2
12.	Стандартизація розчину тіосульфату натрію та визначення "активного хлору" в хлорному вапні.	2
<i>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</i>		
13.	Оптичні методи аналізу. Методи фотоелектроколориметрії. Визначення феруму (III) у розчині методом порівняння оптичних густин стандартного і досліджуваного розчинів.	2
14.	Методи фотоелектроколориметрії. Визначення феруму (III) у розчині методом калібрувального графіка.	2
<i>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</i>		
15.	Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричне вимірювання рН розчинів за допомогою скляного електроду.	2
16.	Хроматографічні методи аналізу. Визначення концентрації натрію сульфосаліцилату у розчині методом іонообмінної хроматографії.	2
17.	Тестування з якісного і кількісного аналізів та інструментальних методів аналізу в комп'ютерному класі.	2
18.	<b>Підсумковий модульний контроль 1</b>	2
<b>Всього:</b>		<b>36</b>

## 12. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1 «Якісний аналіз»</b>			
<i>Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп</i>			
1.	Основні поняття якісного хімічного аналізу. Розв'язувати задачі з кількісних характеристик чутливості аналітичних реакцій. Сильні та слабкі електроліти. Основні положення сильних електролітів.	3	6
2.	Аналіз суміші катіонів I-III аналітичних груп. Розчини, як середовище для аналітичних реакцій. Розчинники. Їх класифікація	3	6
3.	Використання закону діючих мас в аналітичній хімії. Основні типи рівноваг, які використовуються в аналітичній хімії. Константа хімічної рівноваги. Кисотно-основні рівноваги. Поняття про протолітичну теорію кислот та основ. Гідроліз. Теорія розчинів електролітів. Сильні та слабкі електроліти. Основні положення теорії сильних електролітів. Активність іонів. Коефіцієнт активності.	3	8
4.	Реакції окислення-відновлення та їх використання в аналітичній хімії. Рівняння Нернста. Константа рівноваги. Використання редокс-реакцій в аналізі. Розрахунок рН і рОН у розчинах сильних та слабких кислот і основ.	3	6
5.	Загальна характеристика комплексних сполук. Рівновага в розчинах комплексних сполук. Функціонально-аналітичні та аналітико-активні групи в органічних реагентах. Застосування органічних реагентів в аналітичній хімії. Аналітичні реакції та реагенти, які застосовуються в якісному аналізі. Аналітичні класифікації катіонів на групи (сульфідна, аміачно-фосфатна, кислотно-основна). Переваги та недоліки кожної класифікації.	3	6
<i>Змістовий модуль 2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп</i>			
6.	Аналіз суміші катіонів IV-VI аналітичних груп. Буферні розчини. Протолітичні рівноваги в буферних розчинах. Розрахунок водневого показника, концентрацій компонентів та об'ємів розчинів, необхідних для приготування буферних систем.	3	6
<i>Змістовий модуль 3. Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка</i>			
7.	Методи розділення та концентрування в аналітичній хімії. Екстракція. Хроматографія.	3	6
8.	Аналітичні класифікації аніонів. Аналітичні реакції аніонів. Розрахунок водневого показника у розчинах солей, що гідролізують.	3	6
9.	Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп. Протолітичні рівноваги у розчинах малорозчинних електролітів.	3	6

10.	Аналіз невідомого зразка. Осадження та співосадження. Маскування та вилучення іонів в якісному аналізі. Крапельний аналіз.	3	6
<b>МОДУЛЬ 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу»</b>			
<i><u>Змістовий модуль 1. Кислотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі</u></i>			
11.	Кількісний аналіз. Загальні положення титрометричних методів. Основи кількісного аналізу. Кількісний аналіз. Способи вираження концентрації титрованих розчинів. Розрахунки в кількісному аналізі. Математичне опрацювання результатів кількісного аналізу.	2	6
12.	Кислотно-основне титрування. Титранти методу. Мірний посуд. Аналітичні терези. Первинні та вторинні стандарти. Стандартизація титрантів. Види титрування.	2	5
13.	Кислотно-основне титрування. рН-індикатори. Криві титрування. Похибки титрування.	3	6
14.	Кислотно-основне титрування. Титрування сильних кислот лугами і навпаки. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами. Титрування багатоосновних кислот, сумішей кислот та основ. Титрування амфолітів.	3	6
15.	Кислотно-основне титрування в неводних середовищах.	3	6
16.	Застосування кислотно-основного титрування в хімічному і фармацевтичному аналізі.	2	5
<i><u>Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</u></i>			
17.	Окисно-відновне титрування. Редокс-індикатори. Криві титрування.	2	5
18.	Окисно-відновне титрування. Перманганатометрія. Застосування перманганатометрії для визначення відновників, окисників та індиферентних речовин.	2	5
19.	Окисно-відновне титрування. Йодометрія. Йодиметрія. Застосування методів для визначення відновників, окисників та деяких органічних сполук.	2	5
20.	Окисно-відновне титрування. Броматометрія. Бромометрія. Застосування методів для визначення відновників, окисників, похідних фенолу та ароматичних амінів.	2	5
21.	Окисно-відновне титрування. Нітритометрія. Застосування нітритометрії для визначення відновників, окисників, та ароматичних амінів.	2	5
22.	Окисно-відновне титрування. Йодхлорметрія. Цериметрія. Дихроматометрія. Застосування в хімічному і фармацевтичному аналізі.	3	6
<i><u>Змістовий модуль 3. Осаджувальне титрування, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів</u></i>			
23.	Осаджувальне титрування. Криві титрування. Індикатори осаджувального титрування. Аргентометрія (методи Мора, Фаянса, Фольгарда). Меркурометрія.	2	5
24.	Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія. Комплексоми. Металохромні індикатори. Застосування комплексонометрії для аналізу косметичних та лікарських речовин.	3	6
25.	Гравіметричний аналіз. Класифікація методів гравіметричного аналізу. Основні етапи гравіметричного визначення. Осаджувальна	2	5

	та гравіметрична форма. Вимоги до цих форм. Розрахунки в гравіметричному аналізі.		
<i>Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу</i>			
26.	Класифікація фізичних методів аналізу, їх переваги та недоліки.	2	5
27.	Оптичні методи аналізу. Молекулярно-абсорбційний аналіз. Сутність, основні поняття. Закони світлопоглинання. Правило адитивності оптичних густин. Визначення концентрації фотометричними способами.	2	5
28.	Оптичні методи аналізу. Люмінесцентний аналіз.	3	6
29.	Оптичні методи аналізу. Емісійний спектральний аналіз. Атомно-абсорбційна фотометрія полум'я.	3	6
30.	Оптичні методи аналізу. ІЧ-спектрофотометрія.	2	5
31.	Оптичні методи аналізу. Нефелометрія та турбідиметрія.	2	5
32.	Оптичні методи аналізу. Поляриметрія.	2	5
<i>Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи</i>			
33.	Електрохімічні методи аналізу. Загальна характеристика. Застосування у фармацевтичному аналізі.	3	6
34.	Полярографія. Кондуктометрія. Кулонометрія. Амперометричне титрування.	3	6
35.	Хроматографічні методи аналізу. Газова хроматографія. Рідинна хроматографія. Тонкошарова та паперова хроматографія.	3	6
<b>Всього:</b>		<b>90</b>	<b>198</b>

### 13. ПЕРЕЛІК ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

I) Підготовка огляду наукової літератури однієї з тем:

1. Медико-біологічне значення катіонів I аналітичної групи.
2. Застосування в медицині препаратів II-VI аналітичних груп.
4. Медико-біологічне значення аніонів.
5. Переваги кількісного титриметричного аналізу.
6. Переваги кількісного гравіметричного аналізу.
7. Переваги інструментальних методів кількісного аналізу.

II) Доповідь на науковому гуртку і науковій конференції студентів.

III) Написання рефератів, доповідей.

IV) Підготовка демонстраційних таблиць.

### 14. ПЕРЕЛІК ТЕОРЕТИЧНИХ ПИТАНЬ ДО ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

#### Модуль 1. Якісний аналіз.

**Змістовий модуль 1. Аналітична хімія та хімічний аналіз. Теорія розчинів сильних та слабких електролітів. Закон діючих мас та його застосування до різних типів іонних рівноваг в аналітичній хімії. Використання закону діючих мас до рівноваг у гетерогенних системах та його значення в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів I-III аналітичних груп**

Основні поняття аналітичної хімії. Принципи та методи якісного аналізу. Класифікація методів аналізу.

Аналітичні ознаки речовин. Аналітичні реакції, вимоги до їх. Типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент).

Способи виконання якісних реакцій. Поняття дробного та систематичного ходу аналізу, та їх відмінність.

Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, межа визначення (відкривальний мінімум).

Аналітичні класифікації катіонів за групами. Кисотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Загальна характеристика катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Зв'язок аналітичних властивостей катіонів з електронною будовою та положенням у періодичній системі Д. І. Менделєєва відповідних елементів. Якісні реакції визначення катіонів I аналітичної групи та умови їх проведення.

Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі. Іонна сила розчину, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик.

Гетерогенні рівноваги в системі «осад-розчин». Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту (термодинамічний та концентраційний). Взаємозв'язок між розчинністю та добутком розчинності. Умови утворення осадів. Фактори, що впливають на утворення осадів і повноту осадження. Вплив домішок сторонніх електролітів, однойменних іонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект, його пояснення на підставі правила добутку розчинності. Умови розчинення осадів, приклади розчинення осадів в ході аналізу катіонів II та III аналітичних груп (зв'язування іонів осаду в малодисоційовану, комплексну або газоподібну сполуку).

Хіміко-аналітична характеристика катіонів II та III аналітичних груп.

Якісні реакції визначення катіонів II та III аналітичних груп і умови їх виконання.

Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі.

Іонна сила розчинів, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними та розрахунок цих характеристик.

Закон діючих мас і константа хімічної рівноваги. Напрямок реакцій та зсув хімічної рівноваги.

Застосування загальних положень теорії розчинів і закону діючих мас для обґрунтування вимог і вибору аналітичних реакцій визначення катіонів I-III аналітичних груп і аналізу суміші цих катіонів.

Застосування закону діючих мас до рівноважних систем осад-насичений розчин малорозчинного електроліту. Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту.

Утворення та розчинення осадів, фактори, що впливають на ці процеси. Застосування процесів осадження в хімічному аналізі.

Приклади реакцій утворення та розчинення осадів в ході аналізу катіонів I-III аналітичних груп. Для яких цілей і при яких умовах проводять ці реакції?

Якісні реакції катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ), II аналітичної групи ( $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ) та III аналітичної групи ( $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) із загальними реагентами: гідроксидом натрію, розчином аміаку, сірководнем і сульфідами. Реакції визначення катіонів I-III аналітичних груп. Вимоги до виконання цих реакцій та застосування їх в аналізі.

Систематичний хід аналізу суміші катіонів I-III аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією.

**Змістовий модуль 2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основної рівноваги та до рівноваги комплексоутворення, їх роль в аналітичній хімії. Теорія та практика аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп**

Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів. Типи протолітів (молекулярні, катіонні, аніонні кислоти або основи, амфоліти) Спряжена кислотно-основна пара.

Взаємозв'язок між величинами констант кислотності або основності, показниками цих констант і силою кислоти або основи.

Розрахунок рН у водних розчинах сильних і слабких кислот, сильних і слабких основ, буферних систем і солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою.

Буферні розчини, протолітичні рівноваги у них, буферна ємність. Значення буферних розчинів в якісному аналізі.

Сольволіз, гідроліз з точки зору протолітичної теорії кислот і основ. Кількісна характеристика гідролізу. Значення гідролізу в якісному аналізі та в аналізі катіонів V аналітичної групи.

Характеристика хіміко-аналітичних властивостей катіонів IV аналітичної групи на основі положення їх елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Особливості дробного та систематичного аналізу катіонів IV аналітичної групи. Якісні реакції визначення катіонів IV аналітичної групи та умови їх виконання.

Комплексні (координаційні) сполуки, їх склад і будова. Типи комплексних сполук, які найбільш широко використовуються в якісному аналізі.

Склад і будова внутрішньокмплесних сполук. Особливості органічних лігандів.

Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук.

Загальна характеристика катіонів V і VI аналітичних груп. Застосування реакцій катіонів V і VI аналітичних груп з загальними та груповими реагентами, реакцій комплексоутворення в аналізі катіонів V і VI аналітичних груп для: відділення іонів, визначення іонів, розчинення осадів, маскування заважаючих іонів.

Якісні реакції катіонів V і VI аналітичних груп і умови їх проведення.

**Змістовий модуль 3. Застосування закону діючих мас до окисно-відновної рівноваги. Методи розділення та концентрування. Теорія та практика аналізу аніонів і невідомого зразка**

Сутність окисно-відновних реакцій. Процес окислення та процес відновлення. Найважливіші окисники та відновники, які застосовують в аналізі, редокс-амфотерні сполуки.

Поняття електродного потенціалу, природа його виникнення, розрахунок величини електродного потенціалу (рівняння Нернста). Поняття редокс-пари. Стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, формальний редокс-потенціал.

Вплив різних факторів на величину редокс-потенціалу. Електрорушійна сила (ЕРС) системи, константа рівноваги ( $K_p$ ) реакцій окислення-відновлення, формули їх розрахунку.

Можливість, напрямок і повнота протікання реакцій окислення-відновлення.

Загальна характеристика аніонів і аналітичні класифікації аніонів за групами.

Якісні реакції визначення аніонів і умови їх виконання.

Окисно-відновні потенціали редокс-пар.

Потенціал реакції (ЕРС). Напрямок перебігу окисно-відновних реакцій.

Вплив різних факторів на значення ОВ потенціалів і напрямок перебігу реакцій окислення-відновлення.

Повнота перебігу окисно-відновних реакцій. Константи рівноваги ОВР.

Використання окисно-відновних реакцій в якісному аналізі.

Сутність і класифікація методів розділення та концентрування. Значення в аналітичній хімії.

Осадження і співосадження. Поняття адсорбції, оклюзії, ізоморфізму.

Екстракція в аналітичній хімії. Принципи методу екстракції. Загальні закони та кількісні характеристики.

Хроматографія, сутність методу.

Класифікація хроматографічних методів аналізу.

Адсорбційна хроматографія. Тонкошарова хроматографія.

Розподільна хроматографія. Паперова хроматографія.

Осаджувальна хроматографія.

Загальна характеристика аніонів. Аналітичні класифікації аніонів. Принципи розподілу аніонів по аналітичним групам і групові реагенти. Роль групових реагентів в аналізі аніонів.

Хіміко-аналітичні властивості аніонів.

Якісні реакції аніонів I аналітичної групи ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналітичної групи ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналітичної групи ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.

Загальні етапи аналізу сполуки невідомого складу.

Попередні спостереження та дослідження суміші сухих солей.  
Вибір розчинника для переведення твердого зразка в розчин.  
Виявлення катіонів та аніонів.

## **Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналіза**

### **Змістовий модуль 1. Кисотно-основне титрування та його застосування в хімічному та фармацевтичному аналізі**

Сутність та завдання кількісного аналізу. Галузі застосування кількісного аналізу.

Класифікація методів кількісного аналізу.

Сутність титриметричних методів аналізу. Основні поняття.

Класифікація методів титриметричного аналізу за типом хімічної реакції.

Вимоги, що висувають до титриметричних реакцій.

Умови проведення титриметричних визначень.

Вимірювання об'ємів. Мірний посуд. Перевірка ємності мірного посуду.

Титровані розчини. Способи їх приготування. Первинні та вторинні стандарти. Вимоги, що висувають до первинних стандартів. Способи вираження концентрації титрованих розчинів.

Розрахунки в титриметричному аналізі. Вираження результатів вимірювань.

Формули для розрахунку: наважки речовини, молярної концентрації еквівалента титранту, титру, титру титранту за визначуваною речовиною, маси та масової частки речовини за результатами титрування для різних способів і методів титрування з урахуванням різних способів вираження концентрації титрантів.

Точність запису результатів вимірювань та вираження результатів аналізу в значущих цифрах.

Правильність і відтворюваність результатів аналізу. Похибки в кількісному аналізі. Статистична обробка результатів аналізу.

Реакції, які лежать в основі методу кислотно-основного титрування. Сутність ациди- та алкаліметрії.

Можливості кислотно-основного титрування.

Реакції кислотно-основної взаємодії та вимоги до них.

Фіксування кінцевої точки титрування.

Теорія кислотно-основних індикаторів. Іонна, хромофорна та іонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу кислотно-основного індикатора, показник титрування рТ.

Способи підбору індикаторів.

Криві титрування.

Способи приготування титрованих розчинів кислот та лугів, їх стандартизація.

Можливість титрування у водному середовищі з індикаторним фіксуванням кінця титрування слабких електролітів.

Криві титрування слабких кислот і слабких основ.

Способи титрування (пряме титрування, зворотне титрування, замісне титрування).

Методи виконання титрування (піпетування та окремих наважок).

Особливості титрування багатоосновних кислот і багатокислотних основ.

Розрахунок рН при титруванні розчинів багатоосновних кислот і багатокислотних основ. Розрахунок рН розчинів сумішей кислот або основ.

Аналіз кривих титрування.

Константа титрування, показник константи титрування. Обґрунтування можливості титрування за ступенями багатоосновних кислот і багатокислотних основ та диференційованого титрування сумішей кислот або основ.

Рівноваги у водних розчинах амфолітів. Вибір методу кислотно-основного титрування амфоліту.

Розрахунки констант кислотності або основності амфоліту.

Індикаторні похибки кислотно-основного титрування: протонна (воднева), гідроксидна, кислотна, основна. Причини їх виникнення.

Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення функціональних груп (карбоксо-, сульфо-, аміно-, альдегідна, спиртовий гідроксил).



Застосування кислотно-основного титрування для елементного аналізу.

Похибки в кількісному аналізі. Класифікація похибок.

Систематичні та випадкові похибки, їх причини.

Правильність та відтворюваність результатів аналізу.

Сутність та класифікація титриметричних методів аналізу.

Вимоги до реакцій в титриметричних методах аналізу.

Титранти (стандартні розчини), способи їх приготування.

Способи вираження концентрації титрантів: молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту, титр, титр за визначуваною речовиною, коефіцієнт поправки.

Способи (пряме, зворотне та замісне) та методи (окремих наважок і піпетування) титрування. Сутність, переваги та недоліки.

Точка еквівалентності, кінцева точка титрування. Способи фіксування точки еквівалентності.

Розрахунки в титриметричних методах.

Сутність кислотно-основного титрування. Ацидиметрія. Алкаліметрія.

Кислотно-основні властивості речовин. Уявлення про кислоти та основи. Катіонні, аніонні та молекулярні кислоти та основи. Амфоліти. Константи кислотності та основності.

Вплив природи розчинника на кислотно-основні властивості речовин. Класифікація неводних розчинників: протогенні (кислотні), протофільні (основні), амфіпротні та апротні.

Хімізм кислотно-основної взаємодії при титруванні сильних і слабких кислот (катіонних, аніонних, молекулярних); спряжені кислотно-основні пари.

Титранти метода кислотно-основного титрування. Приготування та стандартизація розчинів кислот і лугів. Первинні та вторинні стандарти ациди- та алкаліметрії.

Способи фіксування точки еквівалентності в кислотно-основному титруванні. рН-індикатори.

Основні характеристики рН-індикаторів: показник титрування, інтервал переходу індикатора. Структура та забарвлення метилоранжу та фенолфталеїну в різних середовищах.

Способи підбору рН-індикаторів: якісний та кількісний.

Принцип побудови кривих титрування. Розрахунок рН для побудови кривих титрування. Характер кривих титрування різних кислот і основ (сильних, слабких, багатоосновних). Вибір індикатора за кривими титрування.

Індикаторні похибки. Розрахунок протонної, гідроксидної, кислотної та основної похибок.

Титрування в неводних середовищах (протолітометрія). Титранти та індикатори методу. Галузі застосування. Переваги та недоліки.

Елементний аналіз: кількісне визначення азоту, сірки, хлору, бромю.

Функціональний аналіз: кількісне визначення сполук, що містять карбокси-, сульфо-, аміно-, альдегідну групи, спиртовий гідроксил.

## **Змістовий модуль 2. Окисно-відновне титрування та його застосування в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів**

Сутність методів окисно-відновного титрування.

Класифікація методів окисно-відновного титрування.

Вимоги до реакцій в ОВТ.

Фіксування кінцевої точки титрування в методах ОВТ. Індикатори окисно-відновного титрування, їх класифікація. Редокс-індикатори, їх характеристика.

Криві окисно-відновного титрування. Розрахунок редокс-потенціалів в різні моменти титрування.

Перманганатометричне титрування. Сутність і основне рівняння методу. Умови проведення перманганатометричного титрування.

Титрант методу. Спосіб його приготування. Первинні стандарти методу, стандартизація розчину перманганату калію за щавлевою кислотою.

Фіксування кінцевої точки титрування в перманганатометрії.

Застосування методу перманганатометрії: визначення пероксиду водню, заліза(II), нітритів, індиферентних речовин (солей кальцію, барію та інших), окисників, органічних сполук.

Сутність методів йодиметрії та йодометрії.

Способи фіксування кінцевої точки титрування при проведенні йоди- та йодометричних визначень.

Титранти методів йоди- та йодометрії.

Способи титрування при йодиметричному визначенні відновників.

Спосіб титрування при визначенні окисників.

Умови проведення йоди- та йодометричних визначень.

Застосування йоди- та йодометрії для визначення відновників, окисників, ненасичених органічних сполук, ароматичних і гетероциклічних сполук, мінеральних кислот, катіонів металів, що утворюють осади з хромат-іонами.

Сутність методу броматометрії. Титрант методу, його стандартизація.

Індикатори методу броматометрії. Механізм дії незворотних азоіндикаторів (метилловий оранжевий та метилловий червоний). Особливості проведення броматометричного титрування з використанням азоіндикаторів.

Сутність методу бромометрії. Титрант методу.

Способи фіксування КТТ в бромометрії.

Способи титрування в бромометрії.

Застосування броматометрії для визначення відновників та окисників.

Застосування бромометрії для визначення органічних сполук, здатних бромуватись, для аналізу катіонів металів, що осаджуються 8-оксихіноліном або антраніловою кислотою.

Сутність нітритометрії, багатоякісність властивостей нітриту натрію, основні рівняння методу.

Титрант методу, спосіб його приготування та особливості стандартизації.

Умови проведення реакції діазотування.

Способи фіксування КТТ. Зовнішні та внутрішні індикатори, механізм їх дії.

Нітритометричне визначення відновників, окисників, ароматичних амінів.

**Змістовий модуль 3.Осаджувальне титрування, комплексиметричне титрування.**

**Гравіметричний аналіз. Застосування методів в аналізі хімічних сполук та лікарських засобів.**

Теоретичні основи методів осаджувального титрування. Вимоги до реакцій, які застосовуються в осаджувальному титруванні. Класифікація методів осаджувального титрування.

Криві осаджувального титрування.

Способи визначення кінцевої точки титрування. Індикатори методу осаджувального титрування (осаджувальні, абсорбційні, металохромні). Механізм дії індикаторів. Умови застосування та вибір адсорбційних індикаторів.

Аргентометричне титрування. Сутність методу. Титранти методу, їх приготування та стандартизація. Різновиди аргентометрії.

Метод Мора: спосіб титрування, титрант методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фаянса-Фішера-Ходакова: спосіб титрування, титрант методу, індикатори методу, рівняння реакцій, можливості методу.

Метод Фольгарда: спосіб титрування, титранти методу, індикатор методу, рівняння реакцій, можливості методу. Особливості визначення хлорид- і йодид-іонів за методом Фольгарда.

Меркурометричне титрування. Сутність методу. Титрант методу, його приготування, стандартизація. Можливості методу.

Індикатори методу меркурометрії. Механізм дії залізотіоціанатного індикатору при меркурометричному визначенні галогенідів. Роль «холостого досліджу».

Застосування в аналізі методів осаджувального титрування.

Комплексиметричне титрування. Сутність методу. Вимоги до реакцій в комплексиметричному титруванні.

Комплексонометрія. Комплекси, які застосовують в титриметричному аналізі, їх властивості.

Криві комплексонометричного титрування. Залежність стрибка титрування від констант стійкості комплексної сполуки, рН середовища тощо.

Робочі розчини комплексонометрії. Приготування та стандартизація робочого розчину трилону Б.

Фіксування КТТ в комплексонометрії. Металохромні індикатори, механізм їх дії та вимоги, що висувають до них. Властивості та застосування металохромних індикаторів: еріохрому чорного Т, мурексиду, ксиленолового оранжевого.

Умови проведення комплексонометричного титрування.

Способи комплексонометричного титрування (пряме, зворотне та замісне).

Галузі застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води. Застосування комплексонометрії в фармації та косметології.

Меркуриметрія. Сутність методу, титрант і способи фіксування КТТ. Застосування меркуриметрії.

Гравіметричний аналіз. Сутність методу.

Класифікація гравіметричних методів.

Етапи гравіметричного аналізу.

Осаджувальна форма, вимоги до неї.

Гравіметрична форма, вимоги до неї.

Вибір осаджувача.

Теорія утворення осадів.

Аморфні осадки.

Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження.

Умови отримання кристалічних осадків.

Умови отримання аморфних осадків.

Розрахунки результатів аналізу. Гравіметричний фактор.

Застосування гравіметричних методів.

Переваги та недоліки гравіметрії.

#### **Змістовий модуль 4. Оптичні методи аналізу**

Сутність оптичних методів аналізу, їх класифікація.

Молекулярно-абсорбційна спектрофотометрія, сутність та основні поняття (пропускання, оптична густина, молярний та питомий показники поглинання).

Закони світлопоглинання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Причини відхилення від основного закону поглинання світла. Правило адитивності оптичних густин.

Фотометричні реакції, вимоги до них.

Вибір оптимальних умов проведення фотометричних визначень.

Методи колориметрії:

- Метод стандартних серій;

- Метод зрівнювання забарвлень;

- Метод розбавлення.

Методи фотоколориметрії:

- Метод стандарту;

- Метод калібрувального графіку;

- Метод визначення за молярним і питомим коефіцієнтом поглинання;

- Метод добавок.

Визначення концентрації декількох речовин при їх сумісній присутності (з використанням закону адитивності оптичних густин).

Диференційний фотометричний аналіз.

Екстракційно-фотометричний аналіз.

Фотометричне титрування.

Сутність рефрактометрії. Закон заломлення Снеліусу.

Показник заломлення (абсолютний та відносний). Фактори, що впливають на величину показника заломлення.

Визначення концентрації методом рефрактометрії.

Переваги та недоліки рефрактометрії.

Сутність поляриметрії.

Оптичне обертання. Кут оптичного обертання. Питоме оптичне обертання.

Визначення концентрації методом поляриметрії.

Переваги та недоліки поляриметрії.

### **Змістовий модуль 5. Електрохімічні та хроматографічні методи**

Сутність та класифікації потенціометричних методів аналізу.

Електроди в потенціометрії, їх класифікація (за родами, за провідністю, за призначенням).

Пряма потенціометрія. рН-метрія, електродні електрохімічні процеси, застосовувані електроди.

Сутність потенціометричного титрування, можливості методу, його переваги та недоліки.

Типи хімічних реакцій, які застосовуються в потенціометричному титруванні. Індикаторні електрохімічні реакції, вимоги до них.

Підбір електродів в залежності від типу реакції, що лежить в основі потенціометричного титрування.

Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна, за Граном). Принципи їх побудови і визначення точки еквівалентності.

Приклади застосування потенціометричного титрування у кількісному аналізі речовин з використанням реакцій окиснення-відновлення, осадження, комплексоутворення і кислотно-основної взаємодії.

Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом розділення, агрегатним станом фаз, технікою виконання експерименту. Галузь застосування та значення у фармації.

Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що перебігають на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність.

Сорбенти в іонообмінній хроматографії, вимоги до них. Хімічна природа іонітів. Підготовка їх до роботи.

Тонкошарова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії в якісному та кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей.

## **15. ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ТА РОБІТ ДО ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

### **16.1.**

1. Проведіть аналіз і напишіть рівняння реакцій виявлення наступних катіонів при їх сумісній присутності:

As<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>  
Zn<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>  
K<sup>+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>  
Ag<sup>+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>  
Ba<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>  
Al<sup>3+</sup>, As<sup>3+</sup>, Mg<sup>2+</sup>  
Al<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>  
Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>  
Pb<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Co<sup>2+</sup>  
Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>.

$\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ , As (III), (V).

$\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$

2. Проведіть аналіз і напишіть рівняння реакцій виявлення наступних аніонів при їх сумісній присутності:

$\text{S}^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$

$\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$

$\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$

$\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$

3. Проведіть аналіз суміші сухих солей, напишіть рівняння реакцій виявлення відповідних катіонів та аніонів:

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  і  $\text{AlCl}_3$

$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  і  $\text{CuCl}_2$

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  і  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , і  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  і  $\text{MnSO}_4$

$\text{SbCl}_3$  і  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

$\text{AgNO}_3$  і  $\text{SnCl}_2$

$\text{KNO}_3$  і  $\text{BaCl}_2$

$\text{CrCl}_3$  і  $\text{KI}$

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  і  $\text{ZnSO}_4$

## 16.2.

1. Розрахуйте іонну силу розчину, отриманого змішуванням рівних об'ємів 0,06 М розчинів амонію сульфату та амонію хлориду.

2. Розрахуйте іонну силу, визначте значення коефіцієнта активності і активну концентрацію іонів  $\text{Al}^{3+}$  і  $\text{Cl}^-$  в 0,1 М розчині  $\text{AlCl}_3$ .

3. Розрахуйте рН 0,001 М розчину кислоти хлороводневої без врахування і з врахуванням іонної сили розчину.

4. Розрахуйте, при якому значенні рН почнеться осадження магнію гідроксиду із 0,1 М розчину його солі. Якщо,  $K_s \text{Mg}(\text{OH})_2 = 6 \cdot 10^{-10}$ .

5. Розрахуйте добуток розчинності срібла хлориду, якщо концентрація його насиченого розчину дорівнює  $1,33 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

6. Розрахуйте добуток розчинності кальцію фосфату, якщо відомо, що в 1 л насиченого при 18°C розчину його міститься  $2,215 \cdot 10^{-4}$  г соли.

7. Чи утвориться осад барію сульфату при зливанні рівних об'ємів  $2 \cdot 10^{-14}$  М розчинів барію хлориду та натрію сульфату?

8. Розрахуйте, в скільки разів розчинність (в г/л) карбонату свинцю в чистій воді більш розчинності його в 0,01 М розчині карбонату натрію?

9. Розрахуйте рН 0,1 М розчинів хлороводневої кислоти та гідроксиду натрію. Вкажіть, як він зміниться при розбавленні розчинів у 100 разів.

10. Розрахуйте концентрацію форміат-іонів в розчині, 1 л якого вміщує 0,1 моль кислоти мурашиної та 0,01 моль кислоти хлороводневої, вважаючи дисоціацію останньої повною.

11. Розрахуйте концентрацію іонів водню та рН розчину одержаного змішуванням 20 мл 0,05 М розчину нітритної кислоти та 30 мл 1,5 М розчину натрію нітриту

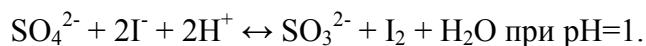
12. Розрахуйте константу і ступінь гідролізу 0,01 М розчину форміату калію, якщо  $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ .

13. Розрахуйте концентрацію іонів комплексоутворювача та аміаку в 0,1 М розчині сульфату тетраамінміді(II) ( $K_{\text{нест}}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 9,33 \cdot 10^{-13}$ ).

14. Чи розчиниться осад йодиду срібла в розчині ціаніду калію? ( $K_{\text{нест}}\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] = 1,41 \cdot 10^{-20}$ ).

15. Визначити окислювально-відновний потенціал системи:  $\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{H}^+ + 6\text{e} \leftrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ , якщо концентрації іонів в розчині дорівнюють: 1)  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 1$  моль/л;  $[\text{Cr}^{3+}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{H}^+] = 1$  моль/л.

16. Розрахуйте значення  $K_p$ , оцініть напрямок і повноту перебігу реакції:



17. При яких значеннях  $E_{\text{PC}}$  і  $K_{\text{р}}$  реакція:  $\text{AsO}_2^- + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HAsO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 3\text{H}^+$  піде в прямому напрямку?

18. Чи можливо дією дихромату калію в кислому середовищі окислити: а)  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$ ; б)  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{MnO}_4^-$ ; в)  $\text{SO}_3^{2-}$  до  $\text{SO}_4^{2-}$

19. Розрахуйте наважку декагідрату тетраборату натрію ( $M_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 381,4 \text{ г/моль}$ ) для приготування 200,0 мл 0,05000 н. розчину.

20. Наважку карбонату натрію 1,083 г розчинили в мірній колбі ємністю 200,0 мл. Розрахуйте титр і молярну концентрацію отриманого розчину.

21. До 20 мл 0,1 М розчину NaOH додали 10 мл 0,1 М розчину HCl. Розрахуйте pH одержаного розчину.

22. Розрахуйте молярну концентрацію еквівалента, титр та коефіцієнт поправки розчину гідроксиду натрію, якщо на титрування 20,00 мл 0,05075 М розчину шавлевої кислоти витрачено 19,50 мл цього розчину.

23. При якому значенні pH треба закінчити титрування 0,1 М розчину аміаку 0,1 М розчином хлороводневої кислоти?

24. Наважку солі амонію масою 1,000 г обробили надлишком концентрованого розчину NaOH. Аміак, що виділився, поглинули 50,00 мл 1,072 М розчину HCl та надлишок кислоти відтитрували 25,40 мл NaOH ( $T_{\text{NaOH}} = 0,004120 \text{ г/мл}$ ). Обчисліть масову частку (в %)  $\text{NH}_3$  у зразку.

25. Розрахуйте величини pH в першій та другій точках еквівалентності при титруванні 0,1 М розчину малеїнової кислоти 0,1 М розчином гідроксиду натрію.

26. Наважка суміші NaOH та  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,8017 г розчинена в мірній колбі на 500,0 мл. На титрування 25,00 мл розчину в присутності фенолфталеїну витрачається 20,50 мл, а в присутності метилового оранжевого - 21,53 мл 0,1035 М розчину HCl. Обчисліть масову частку (в %)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у зразку.

27. Визначте тип і розрахуйте індикаторну помилку при титруванні 0,1 М розчину аміаку 0,1 М розчином хлороводневої кислоти з метиловим червоним ( $\text{pT} = 5,0$ ).

26. До розчину суміші амінокислот, що містить 0,1046 г гліцину ( $M = 75,07 \text{ г/моль}$ ) та 0,0848 г аланіну ( $M = 89,10 \text{ г/моль}$ ), додали надлишок формаліну, попередньо нейтралізованого за фенолфталеїном. Отримані сполуки відтитрували 0,1016 М розчином NaOH. Обчисліть об'єм титранту.

27. При визначенні кальцію гравіметричним методом одержали наступні результати CaO (в %): 12,86; 12,90; 12,93; 12,84. Обчисліть стандартне відхилення у визначенні вмісту кальцію.

28. Розрахуйте окисно-відновний потенціал в розчині, отриманому при додаванні до 20,00 мл 0,1 н. розчину сульфату заліза(II) 18,00 мл 0,1 н. розчину перманганату калію.

29. При йодиметричному визначенні вмісту анальгін у препараті приготували 25,00 мл розчину, що містить 0,2015 г анальгін. На титрування цього розчину витратили 12,00 мл розчину йоду ( $T_{\text{I}_2/\text{анальгін}} = 0,01667 \text{ г/мл}$ ). Визначте масу анальгін у вихідній наважці та масову частку (в %) анальгін у препараті.

30. Алюміній із розчину сульфату алюмінію осадили у вигляді оксихіноліату, осад відфільтрували, промили, розчинили в HCl. 8-оксихінолін, що виділився, після додавання бромиду калію відтитрували розчином бромату калію з індикатором метиловим червоним. Обчисліть концентрацію (в мг/мл) розчину солі металу, якщо на титрування 25,00 мл аналізованого розчину витратили 23,00 мл 0,1085 н. розчину бромату калію.

31. Визначте масову частку (в %) оксиду сурми(III) в аналізованому зразку, що містить індиферентні домішки, якщо наважку масою 0,6215 г розчинили в хлороводневій кислоті та витратили на її титрування 12,50 мл 0,05000 н. розчину бромату калію.

32. Після розчинення наважки оксиду заліза масою 0,1000 г та відновлення заліза до  $\text{Fe}^{2+}$  на титрування витратили 12,61 мл 0,0993 М розчину монохлориду йоду. Визначити, яку формулу має аналізований оксид:  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?

33. Яка речовина була взята для аналізу (NaBr або KBr), якщо на титрування 0,2332 г його за методом Мора було витрачено 18,77 мл 0,1044 М розчину  $\text{AgNO}_3$ ?

34. Яка маса натрію містилась у взятій пробі розчину, якщо після осадження його у вигляді  $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  отриманий осад відділили, розчинили та відтитрували цинк 20,85 мл 0,1000 М розчину натрію едетату ( $K_{\text{п}} = 0,9194$ )?
35. Із наважки кам'яного вугілля масою 2,6248 г після відповідної обробки одержали 0,3248 г  $\text{BaSO}_4$ . Обчисліть масову частку (у %) сірки в кам'яному вугіллі. Перерахуйте масову частку сірки на суху речовину, якщо вміст води складає 2,58%.
36. Оптична густина розчину складає 0,205. Розрахуйте світлопропускання цього розчину в відсотках (%).
37. При визначенні заліза у вигляді моносольфосаліцилату оптична густина розчину, що містить 0,23 мг заліза в 50 мл, дорівнювала 0,264 при товщині шару 2 см. Розрахуйте значення молярного коефіцієнту світлопоглинання моносольфосаліцилату заліза.
38. З розчину солі заліза(III), що містить 6-8 моль/л  $\text{HCl}$  екстрагували рівним об'ємом етилового ефіру 78% заліза(III). Який відсоток заліза(III) перейде в органічний розчинник після 3-кратної екстракції?
39. Який загальний об'єм хлороформу необхідно взяти для зниження концентрації речовини X до  $1 \cdot 10^{-4}$ , якщо 25 мл 0,1 М розчину X проекстрагували порціями розчинника: 2 мл ( $E=9,6$ ).
40. Наважку проби масою 1,8617 г, яка містить нітрат натрію і неіоногенні домішки, розчинили в мірній колбі місткістю 100,0 мл пропустили крізь колонку з катіонітом в Н-формі. Одержаний елюат відтитрували 20,15 мл 0,09886 М розчином гідроксиду натрію. Розрахуйте масову частку нітрату натрію в пробі.
41. Розчин, що містить катіони срібла, свинцю і ртуті(I), пропустили крізь колонку, заповнену носієм, який просочений йодидом натрію. В якій послідовності розміщуються зони на хроматографічній колонці. Відповідь обґрунтуйте розрахунками.
42. При визначенні  $\text{CH}_3\text{COOH}$  10,00 мл розчину, що аналізують розбавили в мірній колбі місткістю 100,0 мл. 10,00 мл одержаного розчину відтитрували 0,05000 М розчином гідроксиду натрію. Визначте вміст (г/л)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  по наступним даним:

$V_{\text{NaOH}}$ , мл	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	15,00	17,00
Опір, Ом	75,0	68,1	62,3	57,0	43,2	50,8	51,5	52,1

43. Пробу хлороводневої кислоти об'ємом 20,00 мл кулонометрично титрували гідроксид-іонами, що електрогенерували при постійній силі струму 21,48 мА. Для досягнення моменту еквівалентності було потрібно проводити електрогенерацію на протязі 686,4 с. Розрахуйте концентрацію  $\text{HCl}$  в розчині (моль/л).
44. Наважку руди масою 1,2540 г розчинили в кислоті, відновили залізо до заліза(II) і перенесли в мірну колбу місткістю 250,0 мл. Аліквоту 2,00 мл відтитрували кулонометрично ванадієм(V), електрогенерованим з ванадієвого електроду. Розрахуйте масову частку (%) заліза в руді, якщо генерування ванадію(V) проводилось при струмі 40 мА на протязі 15 мін 40 с.
45. Визначіть полярографічну характеристику капіляру, якщо 50 крапель мають масу 445 мг, а час утворення 1 краплі складає 4,5 с.

## 16. МЕТОДИ ТА ФОРМИ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ

Протягом вивчення дисципліни всі види діяльності студента підлягають контролю, як поточному (на кожному занятті), так і підсумковому (під час контрольних заходів).

Модульний контроль – це діагностика засвоєння студентом матеріалу модулю (залікового кредиту). Семестр закінчується підсумковим модульним контролем.

**Початковий контроль знань** студентів здійснюється під час проведення практичних занять і включає в себе перевірку знань теоретичного та практичного матеріалу, який вивчався на попередніх курсах, що проводиться методом фронтального усного опитування, або написання контрольних робіт, для чого використовуються питання для контрольних робіт.

**Поточний контроль знань** студентів здійснюється під час проведення практичних занять і включає перевірку знань теоретичного матеріалу та контроль оволодіння практичними навичками, які передбачені методичними розробками занять з відповідних тем. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою усного фронтального опитування,

вирішування тестових завдань різного ступеня важкості, розв'язування типових та нетипових ситуаційних задач, а також під час перевірки правильності виконання лабораторно-дослідницьких завдань.

**Проміжний контроль знань** студентів проводиться під час проведення підсумкових контрольних робіт під час останнього заняття змістовного модуля.

**Підсумковий контроль знань** студентів здійснюється на останньому практичному занятті після завершення модуля у формі підсумкового модульного контролю. У студентів з'ясовують знання теоретичного матеріалу (згідно переліку питань). Поряд з цим студенти виконують практичну роботу, що додається до білета та розв'язують ситуаційні завдання, що також враховується при оцінюванні їх знань.

**Підсумковий модульний контроль (ПМК)** здійснюється після завершення вивчення усіх тем модуля на останньому контрольному занятті з модуля.

До підсумкового модульного контролю допускаються студенти, які відвідали усі передбачені навчальною програмою з дисципліни аудиторні навчальні заняття та одержали на них позитивні оцінки («5», «4», «3»), а також при вивченні модуля набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Студенту, який з поважних чи без поважних причин мав пропуски навчальних занять, дозволяється відпрацювати академічну заборгованість до певного визначеного терміну.

**Максимальна кількість балів, яку може набрати студент під час складання підсумкового модульного контролю, становить 80.**

Підсумковий модульний контроль вважається зарахованим, якщо студент набрав **не менше 50 балів**.

Таким чином, частки результатів оцінювання поточної навчальної діяльності і підсумкового модульного контролю становлять відповідно 60% та 40%.

**Підсумковий модульний контроль** з аналітичної хімії проводиться в письмовій формі шляхом написання студентами підсумкової роботи, яка включає 3 теоретичні питання, 5 ситуаційних задач. Оцінювання відповіді студента проводиться у відповідності до розроблених та затверджених критеріїв оцінок.

Максимальна кількість балів модульного підсумкового контролю дорівнює 80.

Модуль вважається зарахованим, якщо студент набрав не менше 50 балів.

*Написання письмової роботи включає:*

1. Контроль рівня теоретичної підготовки студентів. Кожному студенту пропонується 3 теоретичних завдання, які оцінюються в 10 балів за кожне (*всього 30 балів*)
2. Вирішення ситуаційних задач (10 балів) (*всього 50 балів*)

## **17. ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТА З ДИСЦИПЛІНИ**

Під час оцінювання засвоєння кожної теми студенту виставляються оцінки за 4-бальною (традиційною) шкалою та за 200-бальною шкалою з використанням прийнятих та затверджених критеріїв оцінювання для відповідної навчальної дисципліни. При цьому враховуються усі види робіт, передбачені методичною розробкою для вивчення теми.

Студент повинен отримати оцінку з кожної теми. Виставлені за традиційною шкалою оцінки конвертуються у бали залежно від кількості тем.

Вага кожної теми у межах одного модуля в балах має бути однаковою. Форми оцінювання поточної навчальної діяльності мають бути стандартизованими і включати контроль теоретичної та практичної підготовки. Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як арифметична сума балів за кожне заняття та за індивідуальну роботу. Максимальна кількість балів, яку може набрати здобувач за поточну діяльність під час вивченні навчальної дисципліни, враховується шляхом множення кількості балів, що відповідають оцінці «5», на кількість тем з додаванням балів за індивідуальне завдання здобувача, але не більше 200 балів.



### Розподіл балів за поточну діяльність

Номер модуля кількість навчальних годин/кількість кредитів ECTS	Кількість змістових модулів, їх номери	Кількість практичних занять	Конвертація у бали традиційних оцінок								Мінімальна кількість балів*
			Традиційні оцінки				Бали за виконання індивідуального завдання				
			5	4	3	2	5	4	3	2	
<b>денна форма навчання</b>											
Модуль 1 78/2,6	3 (№№ 1-3)	11	10	8	6	0	10	7	4	0	<b>70</b>
Модуль 2 162/5,4	5 (№№ 4-8)	18	6	5	4	0	12	9	6	0	<b>78</b>
<b>заочна форма навчання</b>											
Модуль 1 60/1,66	2 (№№ 1-2)	5	20	16	12	0	20	15	10	0	<b>70</b>
Модуль 2 64/7,34	2 (№№ 3-4)	11	10	8	6	0	10	7	4	0	<b>70</b>

Таким чином, при засвоєнні студентами модуля має місце наступна конвертація традиційних оцінок у бали (**Модуль 1. Якісний аналіз**):

Оцінка „5” – 10 балів (10 балів x 11 занять = 110 балів)

Оцінка „4” – 8 балів (8 балів x 11 занять = 88 балів)

Оцінка „3” – 6 бали (6 бали x 11 занять = 66 бали)

Оцінка „2” – 0 балів

Конвертація традиційних оцінок у бали (**Модуль 2. Кількісний аналіз**.

**Інструментальні методи аналізу**):

Оцінка „5” – 6 балів (6 балів x 18 занять = 108 балів)

Оцінка „4” – 5 балів (5 балів x 18 занять = 90 балів)

Оцінка „3” – 4 бали (4 бали x 18 занять = 72 бали)

Оцінка „2” – 0 балів

*Мінімальна кількість балів для студентів денної форми навчання, яку може набрати студент при вивченні модуля, вираховується шляхом укладання кількості балів, що відповідають оцінці «задовільно» на кожному занятті:*

**(Модуль 1. Якісний аналіз):**

**70=11 x 6+4 (ІСРС).**

**(Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу):**

**78=18 x 4+6 (ІСРС).**

*Мінімальна кількість балів для студентів заочної форми навчання, яку може набрати студент при вивченні модуля, вираховується шляхом укладання кількості балів, що відповідають оцінці «задовільно» на кожному занятті:*

**(Модуль 1. Якісний аналіз):**

**70=5 x 12+10 (ІСРС).**

**(Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу):**

**70=11 x 6+4 (ІСРС).**

## 18. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 19.1. Базова

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.
3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

## **19.2. Допоміжна**

1. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.
2. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Терносек, И.Е. Галуть. – М. : Новое знание, 2010. – 542 с.
3. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Терносек, И.Е. Галуть. – М. : Новое знание, 2010. – 542 с.

## **19.3. Інформаційні ресурси**

1. <http://moodle.bsmu.edu.ua>
2. <http://library.zsmu.edu.ua>
3. [www.ozon.ru](http://www.ozon.ru)
4. [medulka.ru/himiya](http://medulka.ru/himiya)

## **19. УКЛАДАЧІ ДОВІДНИКА ДЛЯ СТУДЕНТА (СИЛАБУСУ)**

1. Присяжнюк Петро Васильович - доцент кафедри медичної та фармацевтичної хімії, доцент, кандидат хімічних наук;
2. Панімарчук Оксана Іванівна - асистент кафедри медичної та фармацевтичної хімії, кандидат хімічних наук;
3. Велика Алла Ярославівна - асистент кафедри медичної та фармацевтичної хімії, кандидат біологічних наук