

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

**«Затверджено»**

Голова приймальної комісії

Волинського національного  
університету імені Лесі Українки

Анатолій ЦЬОСЬ

«25 березня» 2022 р.

**ПРОГРАМА**

**ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ**

**ДЛЯ ВСТУПУ НА НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ**

**МАГІСТРА (ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ**

**СПЕЦІАЛІСТА)**

**ДЛЯ ЗДОБУТТЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ (PhD)**

**ГАЛУЗІ ЗНАНЬ 10 ПРИРОДНИЧІ НАУКИ**

**ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 102 ХІМІЯ**

**(освітньо-наукова програма «Синтез та дослідження властивостей  
неорганічних та органічних речовин»)**

## **Розділ 1. ВСТУП**

Матерія та форми її руху. Фундаментальні закони. Основні класифікаційні поняття: система, фаза, компонент. Атомно-молекулярне вчення в хімії. Закони стехіометрії. Закон Пруста і його обмеження. Дальтоніди і бертоліди. Еквівалент. Закон еквівалентів. Моль. Закон Авогадро. Закони стехіометрії. Атомні та молекулярні маси; одиниці та методи їх визначення. Правило Дюлонга-Пті. Параметри газових систем. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Закон розподілу Больцмана-Максвелла. енергія частинок газу. Закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Менделєєва-Клапейрона. Закон парціальних тисків. Ідеальні та реальні гази.

## **Розділ 2. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКИ**

Типи термодинамічних систем. повна та внутрішня енергія системи. 1-й закон термодинаміки; ентальпія. Закон Гесса та наслідки з нього. Стандартні ентальпії утворення та згоряння. Цикл Борна-Габера. 2-й закон термодинаміки та різні його формулювання. Ентропія. Зміна ентропії в різних процесах. ентропія як критерій можливості та напрямку протікання самовільних процесів в ізольованих системах. Вільні енергії Гіббса і Гельмгольца. Термодинамічні потенціали та співвідношення між ними. Критерії можливості та напрямку протікання самовільних процесів у закритих системах. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Співвідношення ентальпійного та ентропійного факторів. Хімічний потенціал. Критерії можливості та напрямку протікання самовільних процесів у відкритих системах. 3-й закон термодинаміки.

Поняття швидкості. Експериментальне визначення швидкості. Закон діючих мас. Константа швидкості. Порядок та молекулярність реакції. Класифікація складних реакцій. Залежність швидкості від температури. Правило Вант-Гофа. Рівняння Ареніуса. Стеричний фактор. Теорія активованого комплексу або перехідного стану. Каталіз. Класифікація каталітичних реакцій. Загальні закономірності та механізм каталізу.

Гомогенний каталіз. Кінетика ферментативного каталізу. Гетерогенний каталіз та його особливості.

Хімічна рівновага. Різноманітні вирази констант рівноваги та співвідношення між ними. Стандартні енергії Гіббса та Гельмгольца. Принцип Ле-Шательє-Брауна. Гетерогенні хімічні рівноваги та їх особливості.

### **Розділ 3. БУДОВА АТОМА**

Історичні моделі будови атома. Експериментальні основи квантової механіки. Постулати Бора та спектр атома Гідрогену. Хвилі де-Бройля та принцип невизначеності Гейзенберга. Основні постулати квантової механіки. Рівняння Шредінгера для найпростіших систем. Полярні координати для атома Гідрогену. Розв'язок рівняння Шредінгера для атома Гідрогену. Атомні орбіталі і їх класифікація. Квантова числа гідрогеноподібного атома. Квантування орбітального, магнітного та спінового моментів. Багатоелектронні атоми. Наближені методи розв'язку рівняння Шредінгера. Принцип Паулі. Екранування ядра електронами. Ефективні заряди ядра. Правила заповнення енергетичних рівнів багатоелектронних атомів. Потенціали іонізації, спорідненості до електрона, електронегативності. Квантові числа багатоелектронного атома. Терми. Правила Гунда. Визначення терма основного стану. Будова атомного ядра. Природна і штучна радіоактивність. Період напіврозпаду. Ядерні реакції.

### **Розділ 4. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА**

Періодичний закон Д.І.Менделєєва та його сучасне формулювання. Ізотопи, ізобари, ізотони. Будова Періодичної таблиці. Зміна характеристик елементів по періодах і групах. Вторинна та внутрішня періодичність. Лантаноїдне та актиноїдне стиснення. Зв'язок порядкового номера з поширеністю елемента в природі.

### **Розділ 5. ТЕОРІЯ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Основні характеристики хімічного зв'язку. Метод валентних зв'язків. Схеми Льюїса для ковалентних молекул. Типи гібридизації. Кратні ковалентні зв'язки. Ароматичний цикл. Насиченість та напрямленість

ковалентного зв'язку. Індукційні ефекти в різних атомних групах. Донорно-акцепторна взаємодія. Валентний кут аналогів. Дипольний момент та поляризація ковалентного зв'язку. Зв'язки з надлишком та недостатчею електронів. Модель Гейтлера-Лондона. Метод молекулярних орбіталей (МО). Метод МО як лінійна комбінація атомних орбіталей (МО ЛКАО). Побудова діаграм МО для двоатомних гомоядерних молекул. Кратність зв'язку. Молекулярні терми двоатомних гомоядерних молекул. Гетероядерні молекули за методом МО. Ізоелектронні сполуки. Діаграма МО молекули HF. Схема утворення іонного зв'язку. Енергія іонного кристалу. Постійна Маделунга. Металічний зв'язок. Водневий зв'язок. Міжмолекулярна взаємодія.

## **Розділ 6. РОЗЧИНИ**

Класифікація та загальна характеристика розчинів. Способи вираження складу розчину. Суміші ідеальних газів. Термодинамічні властивості газових сумішей. Парціальні мольні величини. Реальні розчини. Метод активностей. Коефіцієнти активності. Тиск насиченої пари рідких розчинів. Закон Рауля. Відхилення від закону Рауля. Закон Генрі. Колігативні властивості розчинів. Кріоскопія. Ебуліоскопія. Осмос. Діаграма стану розчину. Правило важеля. Закони Коновалова. Азеотропні суміші. Розшарування розчинів. Закон розподілу, коефіцієнт розподілу. Теплові ефекти при розчиненні.

Теорія електролітів Арреніуса. Сильні та слабкі електроліти. Закон іонної сили. Іонні рівноваги. Теорія сильних електролітів Дебая-Хюкеля. Електропровідність розчинів електролітів. Протолітична теорія. Теорія Льюїса. Сучасні погляди на теорію кислот і основ.

## **Розділ 7. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ**

Ступінь окиснення елемента та окисно-відновні реакції. Подвійний електричний шар. Електричні потенціали на межі поділу фаз. Електродний потенціал та електрорушійна сила. Формула Нернста. Водневий електрод. Класифікація електрохімічних кіл. Гальванічні елементи. Електроліз водних розчинів та розплавів електролітів. Закони Фарадея. Електродна поляризація та її види. Хімічні джерела струму. Корозія металів та боротьба з нею.

## **Розділ 8. КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ**

Способи класифікації неорганічних сполук. Бінарні сполуки, їх класифікація та номенклатура. Тернарні та більш складні сполуки. Основи, кислоти. Ізо- та гетерополікислоти, їх класифікація та номенклатура. Солі. Середні, кислі та основні солі. Подвійні та змішані солі. Оскосолі та -ілові сполуки. Номенклатура цих сполук.

Основні положення теорії Вернера. Будова комплексного іона. Дентатність лігандів. Класифікація, ізомерія та номенклатура комплексних сполук. Хімічний зв'язок у комплексах з позицій методу валентних зв'язків. Метод МО для комплексів. Теорія кристалічного поля. Теорія поля лігандів.

### **Розділ 9. ГІДРОГЕН**

Положення Гідрогену в Періодичній системі. Будова атома та основні ступені окиснення. Хімічний зв'язок у молекулі водню. Знаходження в природі. Добування водню в промисловості й лабораторії. Взаємодія водню з металами та неметалами. Вода як найпоширеніша сполука Гідрогену. Фізичні й хімічні властивості води.

### **Розділ 10. ЕЛЕМЕНТИ VII ГРУПИ**

Особливості електронної будови атомів галогенів. Зміна металічних, окисно-відновних властивостей елементів підгрупи галогенів. Вторинна періодичність у підгрупі галогенів. Знаходження галогенів у природі. Лабораторні та промислові методи добування галогенів. Фізичні та хімічні властивості галогенів. Відношення галогенів до металів та неметалів, води, лугів та кислот. Фізичні та хімічні особливості плавикової кислоти. Зміна окисно-відновних властивостей у ряду  $\text{HCl} - \text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$ . Сила кислот та окисні властивості в ряду  $\text{HClO} - \text{HBrO} - \text{HIO}$ .

Елементи VIIб підгрупи. Загальна характеристика підгрупи. Електронні конфігурації та найстійкіші ступені окиснення. Знаходження в природі та методи добування Mn, Tc, Re. Фізичні та хімічні властивості. Найважливіші сполуки та їх властивості.

### **Розділ 11. ЕЛЕМЕНТИ VI ГРУПИ**

Алотропні модифікації Оксигену. Схема зв'язків у їх молекулах. Характеристика оксидів елементів 3-го періоду. Пероксиди і надпероксиди. Властивості озону, озоніди. Алотропні модифікації та діаграма стану сірки. Сполуки Сульфуру з Гідрогеном, металами, Оксигеном, галогенами. Одержання і властивості сульфатної кислоти. Олеум. Ізо- та гетерополікислоти Сульфуру. Фізичні властивості, металічність та окисна здатність елементів підгрупи Селену. Відношення речовин Se, Te, Po до водню, металів, кисню, води, кислот і лугів. Оксигеновмісні кислоти халькогенів та їх солі.

Характеристика елементів VIб підгрупи.

## **Розділ 12. ЕЛЕМЕНТИ V ГРУПИ**

Будова атома Нітрогену та молекули азоту. Характерні ступені окиснення Нітрогену. Знаходження в природі. Проблема зв'язування атмосферного азоту. Фізичні та хімічні властивості азоту. Амоніак. Солі амонію. Сполуки Нітрогену з негативними ступенями окиснення. Отримання і властивості оксидів Нітрогену. Нітритна кислота і її солі. Нітратна кислота; отримання будова молекули. Взаємодія нітратної кислоти з металами та неметалами. Нітратні добрива, екологічні аспекти їх використання. Термічний розклад нітратів.

Алотропні модифікації Фосфору. Знаходження в природі. Електронна будова та можливі ступені окиснення. Отримання та фізичні властивості фосфору. Хімічні властивості фосфору. Сполуки Фосфору. Фосфіди. Отримання і властивості. Оксиди Фосфору. Галогеніди Фосфору. Фосфорні кислоти. Солі фосфорних кислот. Отримання і застосування. Знаходження у природі й отримання As, Sb, Ві. Властивості простих речовин As, Sb, Ві. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості оксидів елементів підгрупи Арсену. Галогеніди та оксогалогеніди As, Sb, Ві.

Характеристика елементів Vб підгрупи.

## **Розділ 13. ЕЛЕМЕНТИ IV ГРУПИ**

Карбон у природі. Алотропні модифікації Карбону. Особливості електронної будови атома. Типи зв'язків у алмазі, графіті, карбені. Хімічні

властивості вуглецю. Сполуки Карбону з металами. Карборунд. Метан, етилен, ацетилен. Карбон монооксид. Карбоніли металів. Карбон диоксид. Хімічні властивості. Карбонатна кислота і її солі. Галогеніди Карбону. Оксогалогеніди карбону. Фосген. Сполуки Карбону з Сульфуром. Ціанідна кислота і її солі. Роданіди. Карбамід. Інші нітрогеновмісні сполуки Карбону.

Силіцій у природі. Отримання кремнію в чистому вигляді. Електронна будова та ступені окиснення атома Силіцію. Фізичні властивості кремнію, їх залежність від чистоти зразка. Хімічні властивості кремнію. Сполуки Силіцію. Властивості силіцій диоксиду. Кислоти Силіцію та їх солі. Силікати. Силікатна промисловість. Ситали. Цеоліти. Силіційорганічні сполуки. Знаходження в природі Ge, Sn, Pb. Методи їх добування. Фізичні та хімічні властивості. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи Германію. Олов'яні кислоти. Основні сплави олова і свинцю.

Характеристика елементів IVб підгрупи.

#### **Розділ 14. ЕЛЕМЕНТИ III ГРУПИ**

Знаходження Бору в природі та методи його отримання. Електронна будова атома Бору. Типи зв'язків у сполуках. Взаємодія бору з кислотами і лугами. Сполуки Бору з Гідрогеном, металами. Оксигеном. Борні кислоти і їх солі. Галогеніди бору. Сполуки Бору з Нітрогеном. Алюміній у природі. Методи добування, фізичні та хімічні властивості алюмінію. Сполуки Алюмінію з галогенами, Сульфуром, Нітрогеном, Гідрогеном. Оксид та гідроксид Алюмінію. Знаходження в природі та фізичні властивості Ga, In, Tl. Хімічні властивості елементів підгрупи Галію. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи Галію. Безкисневі сполуки Ga, In, Tl.

Характеристика елементів IIIб підгрупи.

Характеристика лантаноїдів. Характеристика актиноїдів.

#### **Розділ 15. ЕЛЕМЕНТИ II ГРУПИ**

Метали IIа-підгрупи в природі. Методи отримання простих речовин елементів IIа-підгрупи. Електронна будова атомів та типи зв'язків у сполуках. Зміна по підгрупі металічних, кислотно-основних властивостей. Фізичні та хімічні властивості простих речовин елементів IIа-підгрупи.

Сполуки Be, Mg, Ca, Sr, Ba з металами, Гідрогеном, Оксигеном, галогенами, халькогенами. Твердість води та способи її усунення. В'яжучі будівельні матеріали.

Характеристика елементів IIb підгрупи.

### **Розділ 16. ЕЛЕМЕНТИ I ГРУПИ**

Знаходження лужних металів у природі. Методи добування лужних металів. Електронна будова атомів і типи зв'язків у сполуках. Фізичні властивості лужних металів. Взаємодія лужних металів з киснем, галогенами, сіркою, азотом, воднем. Відношення лужних металів до води, кислот та основ. Властивості сполук лужних металів з Оксигеном. Отримання та властивості лугів. Застосування лужних металів. Отримання та властивості карбонатів лужних металів. Отримання та властивості нітратів лужних металів. Подвійні солі, галуни, тектогідрати.

Характеристика елементів Ib підгрупи.

### **Розділ 17. ЕЛЕМЕНТИ VIII ГРУПИ**

Характеристика елементів тріади Феруму. Характеристика платинових металів. Характеристика підгрупи благородних газів.

### **Розділ 18. ВУГЛЕВОДНІ. ОКСИГЕНОВМІСНІ СПОЛУКИ.**

Алкани – насичені вуглеводні. Гомологічний ряд алканів, номенклатура та ізомерія, алкільні радикали. Природні джерела алканів. Методи одержання. Електронна та просторова будова молекул алканів, їх хімічні властивості. Гомолітичний тип розриву зв'язків. Вільні радикали: фактори, що обумовлюють їх відносну стабільність. Загальна уява про механізм ланцюгових радикальних реакцій заміщення в алканах. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком. Поняття про подвійний зв'язок. Енергія утворення подвійного зв'язку, його стереохімія. Номенклатура та ізомерія олефінів. Хімічні властивості подвійного зв'язку C=C. Полімеризація алкенів. Алкіни - вуглеводні з потрійним зв'язком. Номенклатура та ізомерія. Способи утворення потрійного зв'язку, sp-гібридизація. Хімічні перетворення алкінів. Алкіни як дієнофіли. Кислотні властивості термінальних ацетиленів. Алкадієни, класифікація, ізомерія. Найважливіші 1,3-дієни та методи їх



отримання. Спряження подвійних зв'язків - ефект кон'югації. Хімічні властивості 1,3-дієнів. Полімеризація 1,3-дієнів та її значення в техніці. Природний та штучний каучук. Галогенопохідні вуглеводнів. Моногалогенопохідні аліфатичних вуглеводнів, їх номенклатура та ізомерія. Стереохімія органічних сполук. Хіральність молекул, S- і R-номенклатура. Проекційні формули. Енантіомери та рацемати. Конфігураційні ряди (D- та L-). Діастереомери: трео-, ерітро та мезо-форми. Обертання конфігурації. Асиметричний синтез. Оптична активність сполук, що не мають асиметричного атому Карбону. Способи утворення зв'язку C-Hal. Особливості утворення зв'язків C-F та C-I. Хімічні властивості моногалогеналканів. Уява про механізми тину  $S_N1$ ,  $S_N2$ , E1, E2. Полігалогенпохідні. Хлороформ,  $CCl_4$ .

Бензол, його електронна будова. Поняття ароматичності. Номенклатура та ізомерія ароматичних вуглеводнів. Способи одержання. Механізм електрофільного заміщення в бензольному ядрі:  $\sigma$ - та  $\pi$ -комплекси. Електронний вплив різних замісників на спрямування цих реакцій. Реакції приєднання. Окремі представники. Ароматичні аміни. Класифікація, ізомерія. Методи отримання первинних ароматичних амінів. Феноли. Номенклатура, способи отримання. Електронна будова фенолів. Інші класи ароматичних сполук.

Спирти та етери. Способи утворення спиртів. Водневий зв'язок та властивості спиртів. Кислотність та основність спиртів. Окиснення спиртів. Багатоатомні спирти: етиленгліколь, гліцерин. Нітратні естери багатоатомних спиртів (лікарські препарати та вибухові речовини). Етери. Їх номенклатура, ізомерія. Методи їх отримання. Оксосополики (альдегіди та кетони). Номенклатура. Способи утворення карбонільної групи. Електронна будова групи C=O, її зв'язок з реакційною здатністю. Якісні реакції альдегідів. Нуклеофільні реакції оксосополук. Кето-енольна таутомерія. Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів. Окиснення альдегідів та кетонів. Полімери з формальдегіду. Ацетон та його значення. Ненасичені альдегіди та кетони. Карбоксильні (карбонові) кислоти. Одноосновні

аліфатичні кислоти, їх номенклатура. Способи одержання кислот. Природні джерела карбонових кислот. Електронна будова карбоксильної групи. Водневі зв'язки за її участю. Кислотність. Хімічні властивості кислот. Взаємні перетворення функціональних похідних кислот. Вищі карбонові кислоти. Мила. Жири, масла. Дикарбонові кислоти. Ненасичені карбонові кислоти. Вугільна кислота та її похідні. Сечовина. Аліфатичні аміни. Номенклатура, ізомерія, електронна будова аміногрупи. Способи утворення амінів. Основність амінів. Хімічні властивості. Четвертинні солі амонію. Діаміни, їх отримання, значення в промисловості. Гідроксикислоти. Загальні способи утворення гідроксикислот. Хімічні властивості. Природні гідроксикислоти.

### **Розділ 19. ВУГЛЕВОДИ**

Класифікація вуглеводів. Моносахариди: відкрита та циклічна форми. Таутомерія. Реакції за участю моносахаридів, їх взаємоперетворення. Глікозидний гідроксил. Стереохімія моносахаридів: D- та L-ряди, аномери, епімери. Мутаротація вуглеводів. Сахароза. Крохмаль, целюлоза, їх будова та властивості. Біологічне значення вуглеводів..

### **Розділ 20. АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ**

Амінокислоти та білки. Номенклатура, ізомерія, способи їх отримання амінокислот. Електронна будова  $\alpha$ -амінокислот, їх стереохімія, основно-кислотні властивості. Бетаїни. Загальні уявлення про пептиди та білки. Будова білків та їх значення в природі..

### **Розділ 21. Теоретичні основи аналітичної хімії. Якісний аналіз речовин.**

Предмет аналітичної хімії, її місце в системі наук, зв'язок з практикою. Види аналізу: елементний, фазовий, молекулярний, функціональний, ізотопний. Якісний і кількісний аналіз. Основні аналітичні проблеми: межі виявлення, точність, селективність, експресність, локальність. Класифікація методів аналізу. Аналітичний сигнал, об'єм інформації в аналітичному сигналі. Типи реакцій у якісному аналізі. Групові й характерні реакції. Основні характеристики аналітичних реакцій – чутливість і селективність.

Відкриваний мінімум, мінімальне розведення, межа виявлення, фактор селективності. Основні методи виявлення. Аналіз сухим і мокрим шляхом. Термохімічний метод, розтирання порошку. Мікрористалоскопічний, краплинний методи. Способи підвищення чутливості й селективності реакцій. Дробний і систематичний аналіз. Аналітичні класифікації катіонів на групи (сірководнева, кислотно-основна, амонійно-фосфатна). Загальна характеристика методів розділення. Основні методи розділення, їх вибір і оцінка. Кристалізація, осадження, випаровування, дистиляція, сублімація, екстракція, хроматографія. Загальна характеристика методів концентрування. Абсолютне й відносне, групове і індивідуальне концентрування. Осадження як основний метод розділення елементів у якісному аналізі. Принцип, види і особливості методів екстракції та хроматографії. Основні поняття про термодинамічну та хімічну системи, хімічна рівновага. Закон дії мас. Константи рівноваги (термодинамічна, концентраційна, умовна). Активність, коефіцієнт активності, іонна сила розчину. Рівняння Дебая–Хюккеля. Уявлення про кислоти та основи (Арреніуса, Бренстеда–Лоурі, Льюїса, Усановича). Поняття про дисоціацію та іонізацію. Кислотні та основні властивості розчинників. Автопротоліз. Нівелююча та диференціююча дія розчинників. Іонний добуток води, поняття про рН та рОН. Рівноваги у водних розчинах кислот, основ, солей. Буферні розчини в аналізі. Буферна ємність, розрахунок рН. Добутки розчинності та активності. Зв'язок між добутком розчинності та розчинністю. Розчинність осадів у кислотах та в присутності комплексоутворювачів. Вплив іонної сили на розчинність. Поняття про комплексні сполуки. Класифікації комплексів. Поняття про різнолігандні комплекси та іонні асоціати. Константи рівноваги реакцій комплексоутворення, ступінчате комплексоутворення. Вплив різних факторів на комплексоутворення. Найважливіші органічні реагенти, їх переваги та недоліки. Використання реакцій комплексоутворення в аналізі. Загальна характеристика реакцій окиснення-відновлення, їх роль в аналітичній хімії. Поняття про окисно-відновний потенціал, рівняння Нернста. Напрямок протікання реакцій, константа рівноваги, її зв'язок з окисно-відновним

потенціалом. Вплив різних факторів на потенціал, залежність величини потенціалу від конкурентних реакцій осадження та комплексоутворення.

## **Розділ 22. Титриметричний аналіз.**

Основні стадії аналітичного процесу. Відбір і підготовка проби. Класифікація похибок. Правильність та відтворюваність методу. Крива нормального та t-розподілу Гауса. Статистична обробка результатів, виявлення промахів. Порівняння різних методів аналізу. Класифікація титриметричних методів. Вимоги до реакцій. Точки еквівалентності та кінця титрування. Поняття про індикатори, їх класифікація. Види титриметричних визначень (пряме, методи заміщення і залишків). Концентрації розчинів. Розрахунки в титриметрії. Титранти, первинні і вторинні стандарти, способи їх приготування. Загальна оцінка методу. Індикатори (інтервал переходу, показник титрування, найважливіші представники). Криві титрування (на прикладі титрування сильної чи слабкої кислоти сильною чи слабкою основами). Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Підбір індикаторів, індикаторні похибки. Приклади аналітичних визначень. Принципи та особливості методу. Поняття про комплексонометрію та їх сполуки з іонами металів. Металохромні індикатори (інтервал переходу, показник титрування, принцип дії, найважливіші представники). Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Найважливіші способи (пряме, зворотне, заміщення, кислотно-основне). Приклади аналітичних визначень. Принцип методу, класифікація. Способи фіксування кінцевої точки титрування. Специфічні, незворотні, універсальні окисно-відновні індикатори (інтервал переходу, показник титрування, найважливіші представники). Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Підбір індикаторів, індикаторні похибки. Характеристика, особливості, аналітичне використання методів перманганатометрії, хроматометрії, йодометрії, броматометрії. Приклади аналітичних визначень. Принцип методу, обмеження. Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Основні типи індикаторів (осаджувальні, металохромні, адсорбційні). Аргентометрія,

методи Гей-Люссака, Мора, Фольгарда, Фаянса. Сульфатометрія, меркурометрія (особливості, використання в аналізі).

### **Розділ 23. Гравіметричний аналіз.**

Основи та особливості методу. Схема утворення осаду, залежність структури осаду від умов осадження (концентрація, температура, час тощо). Співосадження, основні види – адсорбція, оклюзія, післяосадження. Корисність і шкідливість співосадження для потреб аналітичної хімії. Типи осадів, умови їх отримання. Найважливіші операції методу. Розрахунки, фактор перерахунку. Осадження з гомогенного розчину. Осаджувальна та гравіметрична форми, вимоги до них. Органічні та неорганічні осаджувачі. Розрахунки, фактор перерахунку. Приклади використання методу.

### **Розділ 24. Оптичні методи аналізу.**

Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу (ФХМА). Завдання, проблеми, особливості та місце ФХМА у вирішенні проблем аналізу. Класифікація ФХМА. Вимоги до методів аналізу та їх метрологічні характеристики. Чутливість, точність, правильність, відтворюваність, селективність, експресність, простота, вартість, можливість автоматизації. Сучасний стан та перспективи розвитку ФХМА. Фотометрія, спектрофотометрія. Загальна характеристика оптичних методів аналізу. Класифікація методів спектроскопії. Принципи методів. Основний закон світлопоглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярний коефіцієнт світлопоглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання, фізичні та хімічні. Вибір світлофільтра, правила вибору. Реакції, які використовуються у фотометрії. Вимоги до реакцій. Принципова схема фотоколориметра. Методи кількісного фотометричного аналізу. Метод калібрувального графіку, метод добавок, метод порівняння, метод молярного коефіцієнта поглинання. Фотометричні, екстракційно-фотометричні методи. Загальна оцінка методів, межі застосування. Люмінісцентні методи аналізу. Принцип методу. Механізм люмінісцентного випромінювання. Класифікація люмінісценсії по типу джерела збудження і по механізму виникнення. Енергетичний та квантовий виходи люмінісценсії. Основні закони та

правила люмінесценсії. Закон Вавілова, Стокса-Ломеля, правило дзеркальної симетрії Левшина. Залежність інтенсивності люмінесценсії від концентрації речовини. Гашення люмінесценсії. Якісний та кількісний люмінесцентний аналіз. Принципова схема флуориметра. Використання люмінесценсії в аналізі. Основа методу. Емісійні атомні лінійчастих спектри їх природа та характеристика. Принципова схема спектрометра. Джерела збудження (атомізації). Електрична дуга, іскра, плазмотрон, полум'яні атомізатори. Стилоскопи, спектрографи, спектрометри, квантометри. Якісний спектральний аналіз, суть, методика дешифрування спектру з використанням внутрішнього стандарту. Ширина спектральної лінії, залежність від природи і умов дослідження. Кількісний спектральний аналіз, рівняння Ломакіна, почорніння та його залежність від концентрації атома. Метод трьох еталонів та метод стандартних добавок. Межі використання емісійного спектрального аналізу. Принцип методу. Схема атомно-абсорбційного спектрофотометра. Закономірності поглинання світла атомами. Причини відхилення від основного закону Бугера-Ламберта-Бера. Основні джерела атомізації. Джерела випромінювання. Лампи з порожнистим катодом. Вплив різних факторів на величину аналітичного сигналу в ААС. Застосування методу. Теоретичні основи. Принципова схема полуменевого фотометра. Полум'я та його характеристика. Методи визначення лужних металів. Фактори, які впливають на величину та відтворюваність аналітичного сигналу в полум'яній фотометрії. Метрологічні характеристики методу.

## **Розділ 25. Електрохімічні методи аналізу.**

Теоретичні основи методу. Електрохімічний потенціал, механізм виникнення та методи вимірювання. Рівняння Нернста. Класифікація електродів. Електроди першого та другого роду; електроди порівняння та вимірювальні. Стандартний водневий електрод, хлорсрібний електрод. Іонселективні електроди їх класифікація та характеристика. Принципова схема потенціометра. Залежність електродного потенціалу від концентрації досліджуваного іону, температури, іонної сили розчину, конкуруючих реакцій. Потенціометричне титрування. Приклади. Побудова кривих

потенціометричного титрування. Потенціометричне титрування в неводному середовищі. Вимоги до реакцій, які використовуються у потенціометричному титруванні. Застосування методу. Полярографія. Теоретичні основи методу. Класифікація методів вольтамперометрії. Принципова схема полярографа. Рівняння Ільковича. Краплинний ртутний електрод. Полярографічна хвиля та її характеристика. Дифузійний, залишковий, міграційний струм. Якісний та кількісний полярографічний аналіз. Природа полярографічних максимумів першого та другого роду, шляхи їх усунення. Порівняльна характеристика різних вольтамперометричних методів аналізу. Межі застосування. Інверсійна вольтамперометрія. Зміннострумова вольтамперометрія. Диференційно-імпульсна вольтамперометрія. Кулонометрія. Теоретичні основи методу. Пряма кулонометрія. Внутрішній електроліз. Використання електролізу в аналізі. Закони Фарадея. Вихід по струму та його значення в кулонометричному аналізі. Кулонометричне титрування. Різновиди кулонометрії. Загальна оцінка методів. Кондуктометрія. Теоретичні основи методу. Класифікація речовин за електропровідністю. Питома та еквівалентна електропровідність, методи їх вимірювання. Кондуктометричне титрування. Високочастотна кондуктометрія. Переваги та застосування методу.

#### **Розділ 24. Хроматографічні методи аналізу.**

Хроматографічний аналіз. Теоретичні основи хроматографії. Історія виникнення та розвиток методу. Класифікація хроматографії: за агрегатним станом фаз, по механізму елементарного акту, по способу відносного переміщення фаз, за апаратурним оформленням процесу, за призначенням. Найважливіші поняття хроматографії: розмивання зон, ефективність колонки, число теоретичних тарілок, висота теоретичної тарілки. Характеристики аналітичного сигналу. Якісний та кількісний хроматографічний аналіз. Високоефективна рідинна хроматографія. Рухомі і нерухомі фази у рідинній хроматографії. Вибір фаз у рідинній хроматографії. Тонкошарова хроматографія. Способи одержання хроматограм (висхідна, низхідна, радіальна, двомірна). Техніка проведення розділення. Проявники в

методі ТШХ. Якісний та кількісний аналіз методом ТШХ. Суть методу. Іонний обмін. Іоніти, їх класифікація. Аніоніти, катіоніти, амфоліти. Властивості іонітів. Використання іонообмінної хроматографії в аналізі. Газова та газорідина хроматографія. Суть. Природа рухомої та нерухомої фаз, вимоги до них. Принципова схема газорідинного хроматографа. Характеристика колонок. Класифікація та принцип дії детекторів (катарометра, полум'яно-іонізаційного, електронного захоплення, полум'яно-фотометричного, хемілюмінесцентного). Рівняння Ван-Демтера. Індеси утримування Ковача. Области використання газової хроматографії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Яворський, Віктор Теофілович. Неорганічна хімія [Текст] : підручник / Віктор Яворський ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. - 265 с.
2. Неорганічна хімія. Хімія s-, p-, та d-елементів, їх роль у природі та біологічних процесах [Текст] : [навч. посіб.] / І. Й. Сейфулліна, О. Е. Марцинко. - Одеса : ОНУ, 2015. - 306 с
3. Телегус В. С. Основи загальної хімії / В. С. Телегус, О. І. Бодак, О. С. Заречнюк, В. В. Кінджибало. – Л.: Світ, 2000. – 424 с.
4. Хаускрофт К. Современный курс общей химии. В 2-х т.: Пер. с англ. / Хаускрофт К., Констебл Э. – М.: Мир, 2002. – 540 с.
5. Загальна та неорганічна хімія [Текст] : навч. посіб. / Г. С. Дмитрів, В. В. Павлюк ; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. - Л. : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. - 300 с.
6. Переш Є. Ю. Хімія твердого тіла [навч. посіб. для студ. хім. та фіз. спец. вищ. навч. закл.] / Є. Ю. Переш, В. М. Різак, О. О. Семрад. – [2-ге вид.]. – Ужгород: Патент, 2011. – 447 с.
7. Y. Waseda X-Ray Diffraction Crystallography. Introduction, Examples and So20 pozlved Problems / E. Matsubara, K. Shinoda – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 2011. - 310 p.



8. Олексеюк І.Д. Халькогенідні системи / [Олексеюк І.Д., Парасюк О.В., Піскач Л.В. та ін.]. – Луцьк: Волинський національний університет ім. Л.Українки, 2011. – 217 с.
9. Олексеюк І.Д. Хімія твердого тіла / Олексеюк І.Д., Парасюк О.В., Іващенко І.А., – Луцьк: Вежа, 2015. – 316 с.  
<http://esnuir.eenu.edu.ua/handle/123456789/8767>
10. Базель Я.Р. Практичний курс аналітичної хімії / Базель Я.Р., Воронич О.Г., Кормош Ж.О. - Луцьк.: Вежа, 2004.- 256 с.
11. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / М. В. Шевряков [та ін.]. - Херсон : Олді-Плюс, 2017.  
- 515 с.
12. Жаровский Ф.Г. Аналітична хімія / Жаровский Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. - К. : Вища школа, 1982. - 544 с.
13. Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз [Текст] : навч. посіб. / [Юрченко О. І. та ін.] ; за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. О. І. Юрченка ; Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. - Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. - 342 с.
14. Органічна хімія: навч. посіб. / М. Д. Обушак, Є. Є. Біла ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2004 - 2018. - 255 с.
15. Органічна хімія аліфатичних сполук [Текст] : навч. посіб. для студентів хім. ф-ту спец.: Екологія та охорона навколиш. середовища / Фаринюк Ю. І., Сливка М. В. ; ДВНЗ "Ужгород. нац. ун-т", Хім. ф-т, Каф. орган. хімії. - Ужгород : Говерла, 2019. - 243 с.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання відповіді вступника до аспірантури відбувається на підставі виявленого рівня його підготовленості до науково-дослідної й дослідно-експериментальної діяльності в галузі теорії навчання, ступеня й глибини бачення ним нагальних педагогічних проблем і шляхів їх вирішення.

*Критерії оцінювання:*

- знання першоджерел і вміння використовувати їх зміст й основні ідеї при аналізі педагогічних проблем;
- оволодіння змістом педагогічних принципів та категорій, вміння оперувати ними при викладенні теоретичного матеріалу;
- уміння демонструвати та аргументувати свої погляди;
- здатність до проведення самостійних наукових досліджень в обраній галузі (спеціалізації).

Оцінювання відповідей на вступних іспитах відбувається за 5-бальною шкалою. Вступника допускають до участі в конкурсному відборі, якщо кількість балів з вступного випробування складає не менше 3 за 5-бальною шкалою.

Результати вступних іспитів оголошують вступникам у день складання.

**Відмінно 5 балів** виставляється вступникам, які в повному обсязі виконали завдання, продемонстрували обізнаність з усіма поняттями, фактами, термінами; адекватно оперують ними при розв'язанні завдань; виявили творчу самостійність, здатність аналізувати факти, які стосуються наукових проблем. Усі завдання розв'язані (виконані) правильно, без помилок.

**Добре 4 бали** виставляється за умови достатньо повного виконання завдань. Розв'язання завдань має бути правильним, логічно обґрунтованим, демонструвати творчо-пізнавальні уміння та знання теоретичного матеріалу. Разом з тим, у роботі може бути допущено декілька несуттєвих помилок.

**Задовільно 3 бали** виставляється за знання, які продемонстровані в неповному обсязі. Вони, зазвичай, носять фрагментарний характер. Теоретичні та фактичні знання відтворюються репродуктивно, без глибокого

осмислення, аналізу, порівняння, узагальнення. Відчувається, що вступник недостатньо обізнаний з матеріалом джерел із навчальної дисципліни та не може критично оцінити наукові факти, явища, ідеї.

**Незадовільно 2 бали** виставляється за неправильну або поверхневу відповідь, яка свідчить про неусвідомленість і нерозуміння поставленого завдання. Літературу з навчальної дисципліни вступник не знає, її понятійно-категоріальним апаратом не володіє. Відповідь засвідчує вкрай низький рівень володіння програмним матеріалом.

Відповідальний секретар



Олег ДИКИЙ