

Програма Державного іспиту

для студентів Природничого коледжу Львівському національному університеті імені Івана Франка

спеціальність: **0507302 "Аналітичний контроль якості хімічних сполук"**

Державний іспит з хімії для випускників хімічного відділення природничого коледжу Львівського національного університету імені Івана Франка покликаний узагальнити і підсумувати отримані студентами під час навчання знання з основних дисциплін професійної і фундаментальної підготовки. Програма державного іспиту включає в себе основні хімічні курси, а саме: загальну і неорганічну хімію, аналітичну хімію, фізичну і колоїдну хімію, органічну хімію, а також спецкурси "Спектральні методи аналізу", "Електроаналітичні методи", "Розділення і концентрування мікроелементів".

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. Основні положення і поняття атомно-молекулярної теорії.

Атом, молекула, йон, радикал. Прості і складні речовини. Хімічний елемент, атомна одиниця маси, відносна атомна маса, кількість речовини. Агрегатні стани речовини. Закон Авогадро та висновки з нього. Закон Бойля-Маріотта, Гей-Люсака, рівняння стану газу, рівняння Менделєєва-Клапейрона. Універсальна-газова стала. Закон парціальних тисків.

2. Будова атомів.

Розвиток уявлень про будову атомів. Ядерна модель Резерфорда. Закон Мозлі, атомні спектри. Рівняння Рідберга, Двоїста природа світла. Рівняння Планка. Основні ідеї квантової механіки. Постулати Бора. Основний і збуджений стан електрона. Квантово-механічна модель атома. Корпускулярно-хвильовий дуалізм мікросвіту. Принцип невизначеності Гейзенберга. Хвильове рівняння Шредінгера. Атомна орбіталь. Радіальна і сферична складові хвильової функції. Радіальний розподіл ймовірності перебування електрона навколо ядра. Форми атомних орбіталей та їх орієнтація в просторі. Характеристика стану електрона квантовими числами. Головне квантове число, енергетичний рівень, орбітальне квантове число. Магнітне квантове число, спінове квантове число. Будова багатоелектронних атомів. Розподіл електронів по енергетичних рівнях і підрівнях.

3. Хімічний зв'язок і будова молекул.

Розвиток уявлень про хімічний зв'язок. Природа хімічного зв'язку, типи хімічного зв'язку. Властивості взаємодіючих атомів: ефективний радіус, ефективний заряд, електронегативність, ступінь окиснення, валентність, координаційне число. Кількісні характеристики хімічного зв'язку. Метод валентних зв'язків, валентні можливості елементів. Обмінний та донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку. Кратність хімічного зв'язку. Гібридизація атомних орбіталей. Метод молекулярних орбіталей. Типи молекулярних орбіталей: зв'язуюча, антизв'язуюча, незв'язуюча. Енергетичні діаграми розподілу електронів на молекулярних орбіталях. Порядок зв'язку. Йонний зв'язок. Енергія йонного

кристала. Водневий зв'язок, природа і особливості. Вплив водневого зв'язку на властивості речовин. Металічний зв'язок.

4. *Періодичний закон і періодична система елементів Д.І.Менделєєва.*

Варіанти зображення таблиць періодичної системи. Структура періодичної системи: малі і великі періоди, групи, головні і побічні підгрупи, родини елементів. Періодична залежність спорідненості до електрона та йонізаційних потенціалів від протонного числа. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів головних і побічних підгруп.

5. *Хімічна кінетика і рівновага.*

Хімічні реакції в гомогенних та гетерогенних системах. Швидкість реакції та фактори, які її визначають, Вплив природи реагуючих речовин та їх концентрацій. Закон діючих мас. Константа швидкості. Молекулярність і порядок реакції. Вплив температури на швидкість реакції. Механізми хімічних реакцій.

6. *Властивості розчинів електролітів.*

Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Електропровідність розчинів. Рівновага в розчинах слабких електролітів. Константа дисоціації. Властивості розчинів сильних електролітів. Активність та коефіцієнт активності. Йонна сила розчину. Способи визначення рН середовища. Гідроліз солей. Ступінь гідролізу, константа гідролізу.

7. *Окисно-відновні характеристики елементів.*

Поняття потенціалу іонізації та спорідненості до електрона. Електронегативність, шкали електронегативності. Правила визначення ступеня окиснення. Окисно-відновні реакції, процеси окиснення та відновлення. Типи окисно-відновних реакцій: міжмолекулярні, внутрішньомолекулярні, самоокиснення-самовідновлення. Фактори, що впливають на перебіг окисно-відновних реакцій.

8. *Класифікація та номенклатура неорганічних сполук.*

Взаємозв'язок між основними класами неорганічних сполук. Прості речовини, метали і неметали в періодичній системі. Зміна хімічних і фізичних властивостей у групах і періодах. Форми знаходження металів і неметалів в природі. Бінарні сполуки, їх склад і будова. Сполуки водню, гідриди. Сполуки з киснем: субоксиди, оксиди, пероксиди, озоніди. Типи оксидів. Зміна хімічних властивостей оксидів у межах періодів і груп. Галогеніди, халькогеніди, нітриди, фосфіди.

Характеристика хімічних властивостей елементів головних та побічних підгруп періодичної системи.

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

1. *Хімічна рівновага в гомогенній системі. Кисотно-основні реакції.*

Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі: кислотно-основна, комплексоутворення, окисно-відновна. Константа рівноваги. Стан речовини в

ідеальних та реальних системах. Сольватація, іонізація, дисоціація. Теорія Дебая-Хюккеля. Коефіцієнт активності. Концентраційні константи. Опис складних рівноваг. Метод конкуруючих реакцій. Загальна і рівноважна концентрації. Умовні константи. Графічний опис рівноваг (розподільча і концентраційно-логіфімічна рівновага).

Сучасні уявлення про кислоти і основи. Теорія Бренстеда-Лоурі. Рівновага в системі кислота – спряжена основа – розчинник. Константи кислотності і основності. Кислотні та основні властивості розчинників. Константа автопротолізу. Вплив природи розчинника на силу кислоти та основи. Кислотно-основна рівновага в багатокомпонентній системі. Буферні розчини та їхні властивості. Буферна ємність. Чинники, які впливають на величину буферної ємності. Обчислення рН розчинів сильних та слабких протолітів, буферних розчинів

2. *Хімічна рівновага між твердою фазою та розчином.*

Константа рівноваги реакції осадження-розчинення. Термодинамічна, реальна і умовна константи. Обчислення константи добутку розчинності і розчинності за константою добутку розчинності для електролітів різних типів. Фракційне осадження. Застосування правила добутку розчинності в аналізі.

Вплив хімічних чинників на розчинність важкорозчинних електролітів (концентрації водневих іонів, комплексоутворювачів, окисно-відновних процесів). Розчинність осадів у кислотах. Вплив кислотності середовища на розчинність солей сильних і слабких кислот. Обчислення розчинності в кислотах важкорозчинних електролітів різного складу. Значення надлишку реактиву. Вплив на розчинність однойменних іонів, іонної сили, температури, розміру і форми частинок, структури осаду. Обчислення розчинності важкорозчинного електроліту різного складу у присутності однойменних і різнойменних іонів.

3. *Кінетика утворення осаду. Гравіметричний аналіз*

Осади та їхні властивості. Кристалічні та аморфні осади. Залежність структури осаду від його індивідуальних властивостей (розчинність, полярність молекул) та умов осадження (концентрації, іонної сили, рН, температури). Залежність форми осаду від швидкості утворення первинних частинок і їхнього росту. Розчинність осаду залежно від структури та розміру частинок. Умови одержання кристалічних осадів. Гомогенне осадження. Старіння осадів. Причини забруднення осадів (сумісне осадження, співосадження та післяосадження). Класифікація різних видів співосадження (адсорбція, оклюзія, ізоморфізм та ін.). Особливості утворення колоїдно-дисперсних систем та їх використання в хімічному аналізі. Концентрування мікроелементів співосадженням на неорганічних колекторах.

4. *Метрологічні основи хімічного аналізу*

Основні метрологічні поняття і уявлення: методи та засоби виміру, метрологічні вимоги до результатів вимірів, основні принципи і способи забезпечення достовірних результатів виміру, похибки. Аналітичний сигнал і перешкоди. Обсяг інформації в аналітичному сигналі.

Абсолютні (безеталонні) та відносні методи аналізу. Класифікація похибок аналізу. Систематичні і випадкові похибки. Похибки окремих стадій хімічного аналізу.

Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворення, коефіцієнт чутливості, межа виявлення, нижня і верхня межі вмісту, який визначається. Статистична обробка результатів вимірів. Q-тест. Закон нормального розподілу випадкових похибок, t-і f-розподіл. Середнє, дисперсія, стандартне відхилення. Перевірка гіпотези нормальності, гіпотези однорідності результатів виміру. Порівняння дисперсій та середніх двох методів аналізу. Способи оцінки правильності: використання стандартних зразків, метод добавок, метод зміни наважок, зіставлення з іншими методами. Стандартні зразки, їхнє виготовлення, атестація і використання.

Вимоги до метрологічної оцінки залежно від об'єкта і мети аналізу. Організація та методологія метрологічного забезпечення діяльності аналітичної служби. Перевірка апаратури, атестація нестандартних засобів виміру. Метрологічна атестація аналітичних лабораторій.

5. *Титриметричний аналіз*

Методи титриметричного аналізу. Класифікація. Вимоги до реакцій у титриметричному аналізі. Види титриметричних визначень: пряме і обернене титрування, визначення за заміщенням, суть названих видів визначень, їх порівняння за точністю. Точність вимірювання об'ємів рідин. Способи вираження концентрації розчинів у титриметрії. Обчислення еквівалентних мас у різних методах титриметричного аналізу. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування. Первинні стандарти, вимоги до них. Фіксанали. Вторинні стандарти, робочі розчини. Методи окремих наважок та піпетування.

Обчислення результатів аналізу.

6. *Протолітометрія (кисотно-основне титрування)*

Обчислення рН у різних точках титрування для побудови кривих нейтралізації: сильних та слабких кислот і основ, багатоосновних кислот та основ. Індикатори методу. Іонна і хромофорна теорії індикаторів. Рівновага в розчині індикаторів. Константа іонізації індикаторів та інтервал переходу забарвлення. Індикаторні похибки. Характеристика деяких індикаторів. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Помилка титрування при визначенні сильних і слабких кислот та основ.

Кисотно-основне титрування у водному середовищі. Робочі розчини титрантів. Первинні стандарти (вихідні речовини) для встановлення концентрації робочих розчинів титрантів. Виготовлення розчинів лугу, що не містять карбонатів. Виготовлення розчинів сильних кислот. Встановлення нормальності (титру).

Практичне застосування методу кислотно-основного титрування. Титрування фосфорної (карбонатної, боратної) кислоти. Аналіз суміші натрію карбонату і бікарбонату. Визначення тимчасової і постійної твердості води. Визначення нітрогену методом К'ельдаля і солей амонію прямим і непрямим методами. Визначення нітратів і нітритів.

7. *Метод осадження*

Загальна характеристика. Вимоги до реакцій, які використовуються у методах осадження. Вплив адсорбції на точність титрування. Побудова кривих титрування. Вплив розчинності сполук, концентрації і температури на характер кривих титрування. Способи визначення кінцевої точки титрування.

Індикаторні методи. Похибки титрування.

Аргентометрія. Метод Мора. Вплив констант розчинності утворюваних сполук, рН середовища і концентрації індикатора. Метод Фольгарда. Пряме титрування - визначення Аргентуму. Зворотне титрування - визначення хлоридів, бромідів, йодидів. Титрування за допомогою адсорбційних індикаторів. Теоретичне обґрунтування методу.

Меркурометрія. Індикатори меркурометрії. Практичне застосування: визначення галогенідів і роданідів.

8. *Комплексні сполуки в аналітичній хімії*

Типи комплексних сполук, які використовуються в аналітичній хімії. Класифікація комплексних сполук. Дентатність лігандів. Хелати, внутрішньокмплесні сполуки.

Ступінчасте комплексоутворення. Кількісна характеристика комплексних сполук: константа стійкості (ступінчаста і загальна), функція утворення (середнє лігандне число), функція закомплексованості. Кінетична стійкість комплексних сполук. Вплив комплексоутворення на розчинність сполук, кислотно-основну рівновагу. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії. Реакції комплексоутворення, які використовують у титриметрії, вимоги до них.

Меркуриметрія. Меркурій (II) нітрат як титрант. Індикатори. Практичне застосування: визначення хлоридів. Використання амінополікарбонічних кислот у комплексонометрії. Способи комплексонометричного титрування. Металохромні індикатори, вимоги до них. Селективність титрування та способи її підвищення. Побудова кривих титрування в методі комплексонометрії. Похибки титрування. Визначення Кальцію, Магнію, Феруму, Алюмінію в розчинах чистих солей в разі сумісної наявності.

9. *Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії*

Окисно-відновні реакції. Оборотні і необоротні окисно-відновні системи та їхні потенціали. Математичний вираз величини потенціалу системи (стандартні та реальні потенціали окисно-відновних систем). Константи рівноваги окисно-відновних реакцій. Напрямок та інтенсивність перебігу реакцій окиснення-відновлення. Швидкість реакцій в хімічному аналізі. Елементарні стадії реакцій. Каталізатори та інгібітори. Автокаталітичні реакції. Індуковані, ланцюгові і спряжені реакції. Поняття про індуктор, -актор, акцептор. Індукційний фактор. Приклади прискорення і сповільнення реакцій та процесів, які використовують у хімічному аналізі. Вплив концентрації реагуючих речовин, концентрації іонів гідрогену, комплексоутворення та інших факторів на окисно-відновні процеси. Поняття про змішані потенціали. Зв'язок між константою рівноваги і нормальними потенціалами. Обчислення потенціалу в різних точках титрування при побудові

кривих. Методи визначення кінцевої точки титрування . Окисно-відновні індикатори. Індикаторні помилки.

Основні окисники і відновники, що використовують у практиці оксидиметричних визначень, їхня стійкість. Методи попереднього окиснення чи відновлення визначуваного елемента перед титруванням. Можливість послідовного визначення декількох окисників чи відновників у суміші. Перманганометрія, Виготовлення робочого розчину калій перманганату. Первинні стандарти. Встановлення концентрації розчину перманганату. Практичне застосування перманганометрії: визначення оксалатів, Феруму (II і III), Мангану, гідроген пероксиду, нітритів.

Йодометрія. Система йод-йодид-окисник чи відновник залежно від нормальних потенціалів окисно-відновних систем і рН розчинів. Робочі розчини в йодометрії. Первинні стандарти. Виготовлення робочого розчину йоду точної концентрації.

Крохмаль як індикатор. Тіосульфат як відновник. Йодометричне визначення арсенатів, нітритів, Феруму (III), Купруму (II), вільного хлору, броду, гідроген пероксиду. Йодометричне визначення концентрації кислот. Реактив Фішера для визначення води.

Бромометрія. Система бромат-бромід. Визначення кінцевої точки титрування. Практичне застосування бромометрії.

Біхроматометрія. Система біхромат-хром (III). Індикатори методу. Практичне застосування біхроматометрії (визначення Феруму (III)).

ФІЗИЧНА І КОЛОЇДНА ХІМІЯ

1. Перший закон термодинаміки.

Аналітичний вираз для першого закону термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки для ідеальних газів.

Ентальпія. Рівноважні та нерівноважні, оборотні та необоротні процеси. Максимальна робота ізотермічного, ізобаричного та адіабатичного розширення ідеального газу. Тепловий ефект хімічного процесу. Закон Гесса та висновок з нього. Теплота утворення хімічної сполуки. Розрахунок теплових ефектів хімічних реакцій. Енергія хімічного зв'язку. Оцінка теплот хімічних реакцій за енергіями зв'язків. Залежність теплового ефекту реакції від температури. Рівняння Кірхгофа. Теплоємність.

2. Другий закон термодинаміки.

Формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія як міра хаосу в системі. Зміна ентропії ізольованої системи та напрям процесу. Методи розрахунку ентропії. Статистичний зміст другого закону термодинаміки. Постулат Планка. Обчислення ентропії твердих, рідких та газоподібних речовин. Ізобарно-ізотермічний та ізохорно-ізотермічний потенціали. Критерії можливості та напряму перебігу самочинних процесів. Зв'язок між максимальною корисною роботою та тепловим ефектом реакції. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Хімічний потенціал. Леткість та активність. Рівняння ізотерми хімічної реакції.

3. Розчини

Загальна характеристика розчинів. Концентрація. Розчинність газів у рідинах. Закон Генрі. Закон Генрі-Дальтона. Рівняння Сеченова. Закон Рауля. Відхилення від закону Рауля. Ідеальні та неідеальні розчини. Взаємна розчинність рідин. Склад та тиск насиченої пари над розчином. Розчини твердих речовин у рідинах. Кріоскопія та ебуліоскопія. Осмотичний тиск розчинів. Коефіцієнт Вант-Гоффа.

4. Вчення про хімічну рівновагу.

Закон діючих мас. Термодинамічний вивід. Константа рівноваги. Способи вираження константи рівноваги та зв'язок між різними її видами. Обчислення констант рівноваги за допомогою стандартних термодинамічних величин. Залежність константи рівноваги від температури.

5. Хімічна кінетика та каталіз.

Кінетика хімічних реакцій. Швидкість та константа швидкості реакції. Методи визначення порядку реакції. Реакції нульового, першого та другого порядків. Поняття про складні реакції (паралельні, послідовні, оборотні). Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Рівняння Арреніуса. Ефективна енергія активації та її визначення з дослідних даних. Теорія активних зіткнень. Число активних зіткнень. Стеричний множник. Теорія активного комплексу. Поверхні потенціальної енергії. Фотохімічні реакції. Квантовий вихід. Ланцюгові процеси. Кінетика гетерогенних процесів. Загальні положення каталізу. Автокаталіз. Кислотно-основний каталіз. Автоколивальні хімічні процеси. Ферментативний каталіз. Фактори, які впливають на швидкість ферментативних реакцій.

6. Рівновага в розчинах електролітів.

Основні положення про будову розчинів електролітів. Теорія електролітів С. Арреніуса. Рівноваги в розчинах електролітів. Активність та коефіцієнт активності. Закон іонної сили. Сучасні теорії дисоціації "слабких" та "сильних" електролітів. Основні поняття теорії асоціації іонів, сольватація. Електропровідність розчинів електролітів. Залежність питомої та еквівалентної електропровідності від різних чинників. Закон Кольрауша. Рівняння Онзагера. Рухливість іонів. Аномальна рухливість іонів H^+ та OH^- . Кондуктометричне титрування. Електропровідність неводних розчинів.

7. Дисперсні системи та їх молекулярно-кінетичні властивості.

Умови виникнення, характерні властивості та стійкість дисперсних систем. Класифікація дисперсних систем. Методи одержання колоїдних систем. Конденсація та диспергування. Очистка дисперсних систем. Діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація.

Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. Спільність молекулярно-кінетичних властивостей дисперсних систем та істинних розчинів. Броунівський рух. Дифузія. Осмотичні властивості. Седиментація та методи седиментаційного аналізу дисперсних систем. Ультрацентрифуга. Структурно-механічні властивості дисперсних систем. Тиксотропія. Емульсії, їх класифікація та методи одержання.

Оборотність фаз в емульсіях. Методи стабілізації емульсій. Піни, методи одержання, стійкість.

8. *Оптичні та електричні властивості дисперсних систем*

Оптичні властивості колоїдних систем. Світлорозсіювання в колоїдних системах. Ефект Тіндала. Закон Релея. Використання нефелометрії, турбідиметрії, електрофотометрії для визначення концентрації та розмірів частинок дисперсної фази. Ультрамiкроскопія. Електронний мiкроскоп. Електричні властивості дисперсних систем. Електрокінетичні явища. Електрофорез, електроосмос. Будова подвійного електричного шару. Електрокінетичний потенціал. Будова колоїдних міцел.

9. *Стійкість та коагуляція дисперсних систем.*

Стійкість дисперсних систем. Агрегативна та седиментаційна стійкість. Термодинамічна стійкість ліофільних дисперсних систем. Умови самочинного диспергування. Фактори стабілізації ліофобних дисперсних систем. Електричний фактор стійкості. Значення електрокінетичного потенціалу для дисперсних систем. Кінетичний фактор стійкості. Коагуляція колоїдних систем електролітами. Теорії коагуляції: фізична теорія коагуляції електролітами, адсорбційна теорія коагуляції. Кінетика коагуляції. Значення електрокінетичного потенціалу і будова дифузійного шару в явищах коагуляції та стабілізації дисперсних систем. Правило Шульце-Гарді.

СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

1. *Спектри атомів і молекул.*

Спектр електромагнітного випромінювання, основні його характеристики (довжина хвилі, частота, хвильове число) та одиниці їхнього виміру. Ділянки спектра, які використовуються в аналізі.

Спектри атомів. Основні і збуджені стани атомів. Енергетичні переходи. Правила відбору. Імовірності електронних переходів і час життя збуджених атомів. Закони випромінювання і поглинання атомами світлової енергії. Спектральні лінії: їх положення у спектрі, інтенсивність, напівширина. Зв'язок інтенсивності з числом випро-мінюючих частинок.

Спектри молекул. Повна енергія молекул як сума енергій електронних переходів, коливання та обертання. Основні і збуджені стани молекул. Особливості молекулярних спектрів. Залежність вигляду спектра від агрегатного стану речовини. Класифікація оптичних методів аналізу за взаємодією світла з речовиною.

2. *Фотометричний аналіз.*

Теоретичні основи методу. Основний закон світло поглинання (закон Бугера – Ламберта –Бера), його математичний і графічний вираз. Величини, що характеризують поглинання світла забарвлення сполуками в розчині. Ефективний та істинний молярний коефіцієнт поглинання як міра чутливості фотометричної реакції.

Відхилення від основного закону світлопоглинання. Причини відхилення пов'язані з немонохроматичністю світлового потоку і станом частинок у розчині, що поглинають світло. Способи усунення причин, що викликають відхилення від основного закону світлопоглинання.

Реакції, що використовуються у фотометричному методі та вимоги до них. Вплив різних факторів на перебіг фотометричної реакції і максимальний вихід забарвленого продукту реакції: кислотності середовища, концентрацій компонентів реакції, сторонніх речовин, розчинника, температури. Вибір реагентів у фотометричному аналізі з метою забезпечення чутливості, селективності визначення і контрастності кольорової реакції.

Методи фотометричного аналізу. Фотометрія і спектрофотометрія. Диференційна спектрофотометрія. Сполучення фотометрії з титриметрією. Гібридні методи - екстракційно-фотометричні, хроматофотометричні.

Нефелометрія і турбідиметрія. Закони Релея. Теоретичні основи методів. Значення вибору оптимальних умов одержання суспензій. Застосування методів.

Способи визначення концентрації речовини у фотометрії - градуйованого графіка, порівняння, добавок, молярного коефіцієнта. Умови їх застосування. Апаратура фотометричного методу. Способи монохроматизації світлового потоку. Фотоколориметрія і спектрофотометрія. Світлофільтри, характеристика і вибір. Монохроматори. Детектори світлової енергії – фотоелементи, фотомножники та напівпровідникові приймачі світла. Принципові схеми спектрофото-метра СФ-46. фотоколориметрів ФСК-56М, КФК-2, КФК-3 та послідовність роботи на них під час вимірювання аналітичного сигналу.

Метрологічні характеристики фотометричного методу - чутливість – (інструментальна чутливість), нижня межа виявлення, інтервал визначуваних концентрацій, точність. Селективність фотометричних визначень.

Основні напрями розвитку фотометричного методу.

Застосування фотометрії для визначення окремих елементів: Fe, Mn, Ni, Co, Cr, Ti, Si, P, іонів NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Cl, SO_4^{2-} , F у природних та штучних об'єктах. Фотометрія як метод дослідження стану речовини і рівноваг у розчині, визначення констант стійкості комплексних сполук. Фотометричний аналіз органічних речовин.

3. *Атомно-емісійний та атомно-абсорбційний спектральний аналіз.*

Джерела атомізації речовини і збудження атомів: електрична дуга сталого і змінного струму, іскровий розряд, індуктивне зв'язана плазма, полум'я. Основні характеристики джерел - температура, склад атмосфери джерела, концентрація електронів. Фізичні і хімічні процеси у джерелах атомізації.

Метрологічні характеристики спектральних методів. Значення фонового сигналу і відношення сигнал/фон. Оцінка мінімального аналітичного сигналу. Межа виявлення і нижня межа визначення. Стандарти у спектральних методах та вимоги до них.

Атомно-емісійний аналіз. Методи аналізу за способом реєстрації сигналу. Якісний та кількісний аналіз. Рівняння зв'язку. Способи визначення концентрації речовини. Хіміко-спектральні методи.

Емісійна фотометрія полум'я. Підготовка проби до аналізу, особливості введення проби в полум'я. Рівняння зв'язку, способи визначення концентрації. Принципова схема фотометра для полум'я.

Техніка визначень і поводження з горючими газами.

Атомно-абсорбційний аналіз. Теоретичні основи методу. Рівняння зв'язку. Способи атомізації речовини. Джерела характеристичного випромінювання. Способи визначення концентрації речовини у розчині. Гібридні і непрямі методи. Можливості методу порівняно з емісійним варіантом полуменевої фотометрії.

Застосування полуменевої фотометрії в аналізі об'єктів довкілля, біологічних матеріалів.

ЕЛЕКТРОАНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ.

Загальна характеристика і класифікація електрохімічних методів аналізу. Рівноважні і нерівноважні електрохімічні системи. Електрохімічний ланцюг. Явища, що виникають в процесі проходження струму – омичний опір, спад напруги, концентраційна і кінетична поляризація. Поляризаційні криві. Чутливість і селективність електрохімічних методів.

1. Електрогравіметричний аналіз.

Теоретичні основи. Рівноважний потенціал і потенціал розкладання. Перенапруга, її види і значення. Вплив фізичних і хімічних факторів на виділення і розділення металів електролізом. Зовнішній і внутрішній електроліз. Схема приладу для зовнішнього і внутрішнього електролізу. Електроліз з ртутним катодом. Практичне застосування електролізу для визначення Сг, Pb і Zn Аналіз кольорових металів і сплавів.

2. Кулонометрія.

Теоретичні основи. Рівняння Фарадея. Зв'язок кулонометрії з електрогравіметриєю. Умови реалізації кулонометричного визначення. Способи визначення кількості електрики. Пряма кулонометрія, кулонометричне титрування та його особливості. Способи генерації титранта. Титрування електроактивних і електронеактивних компонентів. Визначення кінцевої точки титрування. Метрологічні характеристики кулонометрії. Переваги і обмеження методу. Приклади застосування методу: визначення малих кількостей кислот і основ, мангану (VI), хрому(VI), феруму (III), натрію тіосульфату.

3. Кондуктометрія.

Теоретичні основи методу. Питома і еквівалентна електропровідність. Зв'язок між ними. Вплив концентрації електролітів на електропровідність. Пряма кондуктометрія і кондуктометричне титрування., Схема приладу для кондуктометричного титрування. Практичне застосування методу.

Контроль якості води, визначення вуглекислоти, кислот, основ і солей у водному і неводному середовищі. Хронокондуктометричне і високочастотне титрування.

4. *Потенціометрія.*

Теоретичні основи методу. Механізми електродних процесів: іонно-електронний (інертний електрод і редокс-система, система метал-іонна), іонно-обмінний (мембранний електрод). Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Індикаторні електроди і електроди порівняння. Металеві, металооксидні, мембранні електроди. Електроди для вимірювання концентрації іонів H^+ – водневий, хінгідронний, стибієвий. Скляний електрод. Схема, принцип дії. Переваги і недоліки скляного електрода. Класифікація іонселективних електродів: електроди з гомогенними і гетерогенними кристалічними мембранами, електроди з рухливими носіями, "ферментні і газочутливі електроди. Іонометричний аналіз. Електродна функція і коефіцієнт селективності електродів, час відклику. Пряма потенціометрія та її особливості. Можливості і обмеження. Способи знаходження концентрації речовини: градуювання електрода, стандартних добавок. Прилади практичного застосування прямої потенціометрії – визначення рН розчинів, іонів лужних металів, NH_4^+ , F^- , NO_3^- . Теоретичні основи методу. Механізми електродних процесів: іонно-електронний (інертний електрод і редокс-система, система метал-іонна), іонно-обмінний (мембранний електрод). Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Індикаторні електроди і електроди порівняння. Металеві, металооксидні, мембранні електроди. Електроди для вимірювання концентрації іонів H^+ – водневий, хінгідронний, стибієвий. Скляний електрод. Схема, принцип дії. Переваги і недоліки скляного електрода. Класифікація іонселективних електродів: електроди з гомогенними і гетерогенними кристалічними мембранами, електроди з рухливими носіями, "ферментні і газочутливі електроди. Іонометричний аналіз. Електродна функція і коефіцієнт селективності електродів, час відклику. Пряма потенціометрія та її особливості. Можливості і обмеження. Способи знаходження концентрації речовини: градуювання електрода, стандартних добавок. Прилади практичного застосування прямої потенціометрії – визначення рН розчинів, іонів лужних металів, NH_4^+ , F^- , NO_3^- .

Потенціометричне титрування. Вимірювання електродного потенціалу в процесі титрування. Реакції, що використовують у потенціометричному титруванні та вимоги до них. Стрибок на кривих титрування та фактори, що визначають його величину: природа реагуючих речовин, концентрації проби і титранта, розчинник, температура. Способи знаходження кінцевої точки титрування. Принципова схема приладу для потенціометричного титрування.

Приклади практичного застосування потенціометричного титрування. Визначення кислот, основ і солей у водному і неводному середовищі. Титрування в реакціях осадження - визначення Ca^{2+} -іонів. Редокс-титрування - визначення $Mn(II)$, $Cr(VI)$.

5. *Вольтамперометрія.*

Теоретичні основи. Ртутний крапельний електрод. Поляризація електрода. Схема приладу для полярографічного визначення. Вольтамперометрична крива (полярограма) та умови її одержання. Ємнісний, міграційний і дифузійний струми. Граничний дифузійний струм. Класична полярографія. Рівняння Ільковича та висновки з нього. Рівняння полярографічної хвилі Ільковича-Гейровського.

Графічна обробка полярографічної хвилі. Знаходження висоти хвилі і потенціалу півхвилі ($E_{1/2}$). Фактори, що впливають на величину ($E_{1/2}$)- Значення стійкості комплексних іонів. Якісний і кількісний полярографічні аналізи. Способи знаходження концентрації деполаризатора. Приклади практичного застосування полярографічного визначення Cd(II), Pb(II). Аналіз органічних речовин.

Сучасні різновиди вольтамперометрії: диференційна, осцилографічна, зміннострумова, інверсійна. Переваги і недоліки порівняно з класичною.

Амперометричне титрування. Принцип методу. Індикаторні електроди. Вибір потенціалу індикаторного електрода. Титрування з одним і двома поляризійними індикаторними електродами, комплексоутворення і окиснення-відновлення.

Найпростіша схема приладу для амперометричного титрування. Метрологічні характеристики вольтамперометрії і амперометричного титрування. Приклади застосування - титрування Ca + трилоном Б, Pb (II) - дихроматом. Аналіз сплавів, об'єктів довкілля.

КОНЦЕНТРУВАННЯ І РОЗДІЛЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ.

Основні методи розділення і концентрування, їх вибір та оцінка. Гібридні методи. Одноступінчасті та багаступінчасті процеси розділення. Константа розподілу. Ступінь добування. Фактор розділення. Коефіцієнт концентрування.

1. Екстракція.

Теорія екстракційних методів. Закон розподілу. Класифікація екстракційних процесів. Швидкість екстракції. Типи екстракційних систем. Реекстракція. Природа і характеристика екстрагентів. Основні органічні реагенти, які використовують у методі екстракції. Селективне розділення елементів шляхом підбору органічних розчинників, зміна рН водної фази, маскування та демаскування. Прилади для екстракції.

2. Хроматографія.

Основні принципи методу, види хроматографічного методу (іонообмінна, рідинна, розподільча, газова, газорідинна та ін.). Основні теоретичні положення. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Типи стаціонарних та рухливих фаз. Іонний обмін та іонообмінна хроматографія. Газова хроматографія. Основні теоретичні положення. Вимоги до стаціонарної та рухливої фази. Газові хроматографи, основні типи детекторів. Паперова хроматографія.

3. Фізичні методи концентрування мікроелементів.

Фільтрація, флотація, виморожування; виділення летких сполук, співосадження, сорбція, електро-виділення). Визначення у ґрунті вмісту Купруму, Цинку, Нікелю, Кобальту, Молібдену методом послідовної екстракції та з окремих аліквотних частин. Класифікація співосаджувачів. Застосування неорганічних та органічних співосаджувачів для співосадження окремих елементів та сумарного їх співосадження.

Концентрування летких речовин з повітря при відборі у рідке середовище, на тверді сорбенти (їх типи), па фільтри. Способи видалення речовин із пастки.

Література

1. [Harvey D. Modern Analytical Chemistry. - USA: McGraw-Hill Higher Education, 2000. - 543p.](#)
2. [Кельнер Р., Мерме Ж.-М., Отто М., Видмер Г.М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. / Пер. с английского под ред. Золотова Ю.А.- Т.1 М.: Мир, 2004.- 608с.; Т.2 М.: Мир, 2004.- 728с.](#)
3. [Клещев Н.Ф., Алферов Е.А., Базалей Н.В. и др. Задачник по аналитической химии.- М.: Химия, 1993.- 224с.](#)
4. [Крешков А.П., Мочалов К.Н., Михайленко Ю.А. и др. Бессероводородные методы полумикроанализа.- М.: Высшая школа, 1979.- 271 с.](#)
5. [Мусакин А.П., Храпковский А.И., Шайкинд С.П. и др. Задачник по количественному анализу.- Л.: Химия, 1972.- 376с.](#)
6. [Ляликов Ю.С., Булатов М.И., Бодю В.И. и др. Задачник по физико-химическим методам анализа.- М.: Химия, 1972.- 268с.](#)
7. А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Аналитическая химия. М: Химия, 1990. - 845с.
8. Н.Н. Ушакова. Курс аналитической химии для почвоведов. М.: МГУ, 1984. - 348 с.
9. В.Н.Алексеев. Курс качественного химического полумикроанализа. М., 1973. - 574с.
10. В.Н. Алексеев. Количественный анализ. М.: Химия, 1972.- 503 с.
11. Ф.Г. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. П'ятницький. Аналітична хімія. К., 1982. - 544с.
12. А.К. Бабко, І.В. П'ятницький. Кількісний аналіз. К., 1974. - 352 с.
13. Б.Й. Набиванець, В.В. Сухан, Л.В. Калабіна. Аналітична хімія природного середовища. К.: Либідь, 1996, - 304 с.
14. [Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия.- М.: Высшая школа, 2001.- 743 с.](#)
15. [Глинка Н.Л. Общая химия.- Л.: Химия, 1979.- 720с.](#)
16. [Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу.- М.: Химия, 1965.- 390с.](#)
17. [Реми Г. Курс неорганической химии., Т.1.- М., 1966.- 920с.; Т.2.- М., 1966.- 836с.](#)
18. [Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.1.- М.: Химия, 1973.- 656с.; Т.2.- М.: Химия, 1973.- 688с.](#)
19. [Коренев Ю.М., Овчаренко В.П. Общая и неорганическая химия. Т.1.- М.: МГУ, 2000.- 60с.; Т.2.- М.: МГУ, 2000.- 36с.; Т.3.- М.: МГУ, 2002.- 48с.](#)
20. [Мингулина Э.И., Масленникова Г.Н., Коровин Н.В. и др. Курс общей химии.- М.: Высшая школа, 1990.- 446 с.](#)
21. [Шиманович И.Е., Павлович М.Л., Тикавий В.Ф. и др. Общая химия в формулах, определениях, схемах.- М., 1990.- 528 с.](#)
22. [Chambers C., Hollydey A. Modern Inorganic Chemistry. - GB: Butterworths, 1975. - 455p.](#)
23. [Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах.- М., 1997.- 116с.](#)
24. Х.А. Угай. Общая и неорганическая химия. - М.: Высш. Шк., 1997. – 527 с.
25. А.М. Голуб. Загальна та неорганічна хімія. – К.: Вища шк., 1971. – 414 с.
26. О.І. Бодак, В.С. Телегус, Щ.С. Заречнюк, В.В. Кінжибало. Основи загальної хімії. Текст лекцій. – Львів: ЛДУ, 1991, 1992, 1994, 1996.
27. Н.Л. Глинка. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1983. – 263 с.
28. Я.М. Каличак, Б.Я. Котур, В.В. Кінжибало, М.Т. Миськів, Р.В. Сколоздра. Хімія. Задачі, вправи, тести. – Львів: ЛДУ, 1999, - 168 с.

29. Ф.А. Деркач. Неорганічна хімія. Лабораторний практикум. – К.: Вища шк., 1987. – 232 с.
30. В.Г. Васильева, А.А. Грановская, А.А. Таперова. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. – Л.: Химия, 1986. – 287 с.
31. Е.М. Соколовская. Практикум по общей химии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 400 с.
32. Ф.А. Деркач. Практикум з неорганічної хімії. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1962 – 448 с.
33. [Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований.- М.: Мир, 1992.- 403с.](#)
34. [Драго Р. Физические методы в химии, Т.1.- М.: Мир, 1981.- 422 с.; Т.2.- М.: Мир, 1981.- 456 с.](#)
35. [Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений / Под ред. С.Сиггия.- М.: Мир, 1974.- 464с.](#)
36. [Breitmaier E. Strukture elucidation by NMR in organic chemistry.- Bonn.: John Wiley&Sons, LTD.- 2002.- 259p.](#)
37. [Fundamental processes of dye chemistry / Edition by Paul W. Vittum.- New York: Eastman Kodak Company.- 1949.- 480p.](#)
38. [Industrial biotransformations / Edition by Liese A.- New York, 2002.- 396p.](#)
39. Курс физической химии/ под ред. Герасимова Я.И. М.: Химия, 1975. Т.1-2.
40. В.И. Горшков, И.А. Кузнецов. Физическая химия. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1986.
41. Эткинс П. Физическая химия. М.: Мир, 1980. Т.1-2.
42. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. М.: Высшая шк., 1990.
43. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая шк., 1990.
44. Кудряшльв И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. М.: Высшая шк., 1991.
45. Практические работы по физической химии / под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Л.: Химия, 1982.
46. Щукин Е.Д., Перов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
47. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975.
48. Фролов Д.А. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1982.
49. Расчеты и задачи по коллоидной химии / под ред. Барановой В.И. М.: Высшая шк., 1989.
50. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / под ред. Ю.Г. Фролова, А.С. Городского. М.: Химия.
51. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.В., Кашева В.Н. Введение в химию полимеров. М.: Высшая школа, 1988.
52. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. М.: Высшая шк., 1981.
53. Боечко Ф.Ф. Основи хімії полімерів. Київ: Рад. шк. 1988.
54. Зильберман Е.Н., Наволокина Р.А. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений. М.: Высшая школа, 1984.
55. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя. М.: Химия, 1983.
56. [Волков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии.- М.: Высшая школа, 1989.- 288 с.](#)
57. [Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложение.- М.: Мир, 1971.- 317 с.](#)
58. [Гармаш А.В. Введение в спектроскопические методы анализа. Оптические методы анализа.- М., 1995.- 38с.](#)

59. [Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. - М.: Мир, 1984. - 480с.](#)
60. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – Л.: Химия, 1986. –432с.
61. Упор Э., Мохай М., Новак Д. Фотометрические методы определения следов неорганических соединений. –М.: Мир, 1985. –359с.
62. Кузяков Ю.Я., Семенов К.А., Зоров Н.Б. Методы спектрального анализа. –М.: Изд-во МГУ, 1990.- 213с.
63. Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод. М.: Химия. 1987.304с.
64. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. – Л.: Химия, 1983. –144с.
65. Смит А. Прикладная ИК- спектроскопия. –М.: Мир, 1982. –328с.
66. Головина А.П., Левшин Л.В. Химический люминесцентный анализ неорганических веществ. –М.: Химия, 1978.-248с.
67. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. М.: Мир, 1971.-501с.
68. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. –М.: Химия, 1975. –360с.
69. Бабко А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. Методы определения неметаллов. М.: Химия, 1974. –360с.
70. David K. Gosser, Jr. Cyclic voltammetry: simulation and analysis of reaction mechanisms - Cuny, the city college of New York, chemistry department, 1994. - 161p.
71. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока.- М.: Высшая школа, 1980.- 423 с.
72. Байзер М., Лунд Х. Органическая электрохимия / Пер. с английского под ред. Петросяна В.А. и Фиоктистова Л.Г.- Т.1.- М.: Химия, 1988.- С.1-469.; Т.2.- М.: Химия, 1988.- С.470-1024с.
73. Бахчисарайцян Н. Г., Борисоглебский И.Г., Буркат Г.К. и др. Практикум по прикладной электрохимии.- Л.: Химия, 1990.- 304с.
74. Осипова Е.А. Электроаналитические методы и проблема охраны окружающей среды.- Соросовский образовательный журнал. 2001, Т.7, №2.- С.47-54.
75. Айвазов Б.М. Практическое руководство по хроматографии.- М.: Высшая школа, 1968.- 280 с.
76. James M. Miller Chromatography: concepts and contrasts.- New York/ Chichester/ Brisbane/ Toronto/ Singapore: John Wiley & Sons, 2004. - 294p.
77. Cazes J., Scott R.P.W. Chromatography Theory.- New York/ Basel: Marsel Dekker, Inc, 2002.- 477p.
78. Бражников В.В. Детекторы для хроматографии.- М.: Машиностроение, 1992.- 320с.
79. Фритц Дж., Гьерде Д., Поланд К. Ионная хроматография.- М.: Мир, 1984.- 216 с.
80. Лебедев К.Б., Казанцев Е.И., Розманов В.М. и др. Иониты в цветной металлургии.- М.: Металлургия, 1975.- 352 с.
81. Мархол М. Ионообменники в аналитической химии., Т.1.- М.: Мир, 1985.- 264 с.
82. Мархол М. Ионообменники в аналитической химии., Т.2.- М.: Мир, 1985.- 280 с.
83. Сычев С.Н., Сычев К.С., Гаврилина В.А. Высокоэффективная жидкосная хроматография на микроколоночных хроматографах серии "милихром". Монография.- Орел, 2002.- 134с.
84. Гейсс Ф. Основы тонкослойной хроматографии., Т.1.- М.- 1988.- 405с.; Т.2.- М.- 1988.- 418с.
85. Рудаков О.Б., Востров И.А., Федоров С.В. и др. Спутник хроматографиста. Методы жидкосной хроматографии.- Воронеж, 2004.- 528с.
86. Осипова Е.А. Экстракция как метод разделения и концентрирования.- Соросовский образовательный журнал 1999, №6.- С.39-46.

87. Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография. - Барнаул, 2000.- 156с.
88. Б.И.Набиванец, Е.А.Мазуренко. Хроматографический анализ. К.: Вища школа, 1979.
89. Д.Петерс, Дт.Хайес. Химическое разделение и измерение. М.: Химия, 1978.
90. Т.А.Белявская, Т.А.Большова, Г.Д.Брыкина. Хроматография неорганических веществ. М.: Высшая школа, 1986.
91. Б.В.Айвазов. Введение в хроматографию. М.: Химия, 1983.
92. Ю.А.Золотов, Н.М.Кузьмин. Концентрирование микроэлементов. М.: Химия, 1982.
93. Д.Скут, Д.Уэст. Основы аналитической химии. Т.2. М.: Мир, 1979.
94. М.П.Волынец. Тонкослойная хроматография в неорганическом синтезе. М.: Наука, 1974.
95. Ю.А.Золов, Н.М.Кузьмин. Экстракционное концентрирование. М.: Химия, 1971.
96. Х.З.Брайнина, Е.Я.Нейман. Инверсионная электроаналитическая химия. М.: Химия, 1981.
97. Р.Кальвода, Я.Зыка, К.Штулик, Е.Я.Нейман. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды. М.: Химия, 1990.