

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Державна наукова установа
"НТК "Інститут монокристалів" НАН України

Рішення Вченої ради
НТК «Інститут монокристалів»
від 24.03.2025
протокол № 4

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший заступник генерального
директора
чл.-кор. НАН України
Валентин ЧЕБАНОВ

« 24 » березня 2025 р.

ВСТУПНА ПРОГРАМА
із спеціальності ЕЗ «Хімія»

Харків – 2025

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. Історія уявлень про будову молекул. Основні поняття квантової механіки. Рівняння Планка. Дуалізм характеру мікрооб'єктів. Гіпотеза де Бройля. Співвідношення невизначеності Гейзенберга.

2. Сучасні уявлення про планетарну модель атома. Хвильова функція. Поняття про квантові числа Рівняння Шредінгера як математичний вираз, що зв'язує три квантові числа: головне, орбітальне та магнітне. Спінове квантове число. Енергетичний рівень, підрівень, орбіталь. s-, p-, d- та f-електрони. Виродження орбіталей.

3. Принципи заповнення атомних орбіталей: принцип мінімуму енергії, принцип Паулі. Максимальна ємність атомних орбіталей. Деталізація принципу мінімуму енергії для багатоелектронних атомів: правило Гунда, правило Клечковського, правило максимальної симетрії електронного розподілу. Порядок заповнення електронних орбіталей. Ефект екранування заряду ядра електронами та ефект проникнення електронів до ядра.

4. Експериментальні докази хвильової природи матеріальних частинок. Походження атомних спектрів на прикладі атома гідрогену. Спектральні серії Лаймона, Бальмера, Пашена. Походження характеристичних рентгенівських спектрів. Закон Мозлі.

5. Періодична система елементів як форма вираження періодичного закону. Структурні одиниці періодичної системи. Формування періодів та особливості електронної структури атомів. Електронна аналогія як основа періодичної змінюваності хімічних властивостей елементів. s-, p-, d- та f-елементи. Змінюваність властивостей в головних та побічних групах періодичної системи.

6. Ковалентний зв'язок. Основні положення методу валентних зв'язків (ВЗ). Механізми утворення ковалентного зв'язку: обмінний, донорно-акцепторний та дативний. σ -, π -, δ -зв'язки. Основні властивості ковалентного зв'язку: направленість, насиченість, поляризуємість. Гібридизація атомних орбіталей, залежність валентних кутів від типу гібридизації та геометрична форма молекул.

7. Поняття про метод молекулярних орбіталей (МО). Принцип побудови енергетичних діаграм. Послідовність заповнення молекулярних орбіталей. Порівняльна характеристика методів ВЗ та МО.

8. Іонний зв'язок як граничний випадок полярного ковалентного зв'язку. Енергія іонного зв'язку. Енергія ґратки іонного кристалу. Рівняння Борна-Майєра та Капустинського. Поняття про взаємну поляризацію іонів. Поляризуюча дія іонів та характер хімічного зв'язку.

9. Металічний зв'язок. Поняття про електронний газ. Уявлення зонної теорії будови твердих тіл. Провідники, напівпровідники, діелектрики. Зв'язок між властивостями металічних систем та особливостями металічного зв'язку.

10. Міжмолекулярні взаємодії. Природа сил Ван-дер-Ваальса. Постійний, наведений та миттєвий дипольні моменти. Орієнтаційна та індукційна взаємодія молекул. Вплив електростатичної взаємодії на властивості речовини.

11. Водневий зв'язок та його особливості. Міжмолекулярний та внутрішньомолекулярний зв'язок. Вплив між- та внутрішньомолекулярного водневого зв'язку

на властивості речовини.

12. Твердий стан. Кристалічний, аморфний та склоподібний стан речовин. Внутрішня будова кристалів. Анізотропія та симетрія кристалів. Кристалічна ґратка. Хімічний зв'язок в кристалах. Іонна, атомна та молекулярна ґратки. Острівні, шаруваті та каркасні структури. Ізоморфізм та поліморфізм. Зонна теорія кристалічного стану.

13. Основні положення координаційної теорії Вернера: центральний атом, ліганди (аденти): зовнішня та внутрішня сфери, координаційне число центрального атома, ядро комплексу та його заряд, головна та побічні валентності, координаційна ємність (дентатність) ліганду.

14. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Поєднання електростатичної та ковалентної взаємодії центрального атома або іона з лігандами. Структура комплексних сполук з позиції методу ВЗ. Низькоспінові та високоспінові комплекси. Внутрішньо- та зовнішньоробітальні комплекси. Гібридизація орбіталей при утворенні октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів.

15. Основні положення теорії кристалічного поля (ТКП). Розщеплення d-орбіталей центрального іона в кристалічному полі октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів.

16. Окисно-відновні реакції. Суть окисно-відновних реакцій. Процеси окиснення та відновлення. Окисники та відновники. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Метод електронного балансу, метод напівреакцій. Основні типи окисно-відновних реакцій: міжмолекулярні, внутрішньомолекулярні, диспропорціонування, комутації.

17. Хімія s- та p-елементів. Загальний огляд властивостей s- та p-елементів Періодичної системи. Загальні закономірності: внутрішня та вторинна періодичність. Ступені окиснення s- та p-елементів. Координаційні числа s- та p-елементів.

18. Хімія d-елементів. Валентні орбіталі. Зміна потенціалу іонізації та радіусів атомів в групах та періодах. Зміна стійкості валентних станів в групах. Утворення комплексних сполук.

19. Хімія f-елементів. Особливості будови атомів лантаноїдів та актиноїдів. Характерні валентні стани та ступені окиснення. Аналогії та відмінності в будові електронних оболонок та ступенів окиснення лантаноїдів та актиноїдів.

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

1. Перший закон термодинаміки. Тепловий ефект хімічної реакції, формула Кірхгофа. Другий закон термодинаміки. Ентропія, постулат Планка та абсолютна величина ентропії. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Ентропія та термодинамічна вірогідність – формула Больцмана. Закони розподілу Максвелла–Больцмана. Статистична сума по станам.

2. Рівняння Гіббса–Гельмгольца. Термодинамічний принцип рівноваги та критерії самочинного проходження процесів. Стандартна енергія Гіббса реакції та константа рівноваги. Закон діючих мас. Ізотерма хімічної реакції. Рівняння Вант-Гоффа для залежності константи рівноваги від температури.

3. Розчини. Хімічний потенціал. Рівняння Гіббса–Дюгема. Ідеальні та гранично розбавлені розчини. Активність, коефіцієнти активності, стандартизація активності. Гранично розбавлені та регулярні розчини.

4. Гетерогенна рівновага. Фази, компоненти. Правило фаз Гіббса. Агрегатні перетворення. Рівняння Клаузіуса–Клапейрона. Двокомпонентні системи. Розчинність газів та твердих тіл в рідинах. Рівновага розчин – насичена пара.

5. Основні типи макроскопічних систем та необоротних процесів. Узагальнений фізико-хімічний опис властивостей неперервних систем. Диференціальні рівняння балансу маси, потенціальної енергії, кінетичної енергії центру мас.

6. Основні принципи термодинаміки неперервних систем. Принцип локальної рівноваги, баланс ентропії, виробництво ентропії. Лінійні закони термодинаміки необоротних процесів. Потoki та сили. Термодинамічне рівняння руху. Співвідношення взаємності. Теорема Онсагера.

7. Поверхневий шар. Міжфазний натяг. Фундаментальне адсорбційне рівняння Гіббса. Адсорбція на межі поділу фаз. Основні типи рівнянь ізотерм адсорбції.

8. Адсорбція на межі вода-повітря. Поверхнева активність і поверхнево-активні речовини. Двovірний стан речовини та рівняння стану моношарів.

9. Електричні властивості поверхні. Подвійний електричний шар та його структура за Штерном. Специфічна адсорбція іонів. Рівняння Ліппмана. Електрокапілярні криві. Потенціал нульового заряду.

10. Швидкість реакції. Основний постулат хімічної кінетики. Кінетичні рівняння простих реакцій. Оборotні реакції. Послідовні реакції. Залежність констант швидкості від температури. Рівняння Арреніуса. Енергія активації.

11. Теорія активованого комплексу (перехідного стану). Швидкості бімолекулярних газових реакцій. Число зіткнень молекул. Стеричний фактор. Перед-експоненційний множник для газових мономолекулярних реакцій.

12. Фотохімічні реакції. Закон фотохімічної еквівалентності. Відхилення від цього закону. Квантовий вихід. Хімічна дія випромінювання енергії. Ланцюгові реакції. Теорія розгалужених ланцюгів Семенова.

13. Вплив розчинника на швидкість молекулярних та іонних процесів. Сольові ефекти. Правила Хьюза-Інгольда та рівняння Скетчарда.

14. Гетерогенні реакції. Стадії гетерогенних процесів. Швидкість гетерогенних реакцій, кінетична та дифузійна області.

15. Каталітичні реакції. Загальні властивості каталізаторів. Класифікація каталітичних реакцій. Основні типи гомогенного каталізу. Кисотно-основний каталіз. Гетерогенний каталіз. Теорії каталізу.

16. Електролітична дисоціація. Міжіонні взаємодії в розчинах електролітів. Активність іонів. Теорія Дебая-Гюккеля. Сольватація іонів та молекул. Вплив діелектричної проникності та водневих зв'язків на рівноваги у розчинах. Теорія електролітичної диссоціації М. А. Ізмайлова. Іонна асоціація. Типи іонних пар.

17. Класифікація розчинників за їх полярністю та спроможністю бути донорами водневих зв'язків, особливості іонних рівноваг у розчинниках різної природи. Уявлення про сольватохромію. Дескриптори розчинників. Кисотно-основні рівноваги в розчинах. Функція рН у водних та неводних розчинах,

стандартизація рН. Функція кислотності Гаммета.

18. Супрамолекулярні взаємодії. Сили, що обумовлюють асоціацію по типу гість-хазяїн. Краун-естери, криптанди та інші основні типи порожнинних молекул.

19. Електрична провідність розчинів електролітів. Теоретична інтерпретація електричної провідності. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти. Рівняння Онсагера. Кондуктометрія. Дифузійний потенціал. Вплив розчинника на рухливість іонів. Правило Вальдена, його використання та обмеженість.

20. Електрохімічний елемент. Електрорушійна сила. Електрохімічний потенціал та загальні умови рівноваги на межі електрод – розчин. Термодинаміка гальванічних елементів. Типи електродів та електрохімічних елементів. Вольта-потенціал. Хімічні та реальні активності іонів.

21. Електроліз. Кінетика електродних процесів. Поляризація електродів, перенапруга, рівняння Тафеля. Полярографія. Хімічні джерела струму. Корозія металів.

22. Загальні уявлення щодо нанохімії. Квантові ефекти. Основні методи виготовлення наночастинок. Типи кремнеземних, вуглецевих та металічних наноматеріалів. Наночастинки типу core-shell.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. Історичний розвиток теоретичних уявлень в органічній хімії. Теорія радикалів і теорія типів. Теорія хімічної будови. Структурні формули. Гомологія. Ізомерія. Вуглеводневі радикали і функціональні групи. Класифікація органічних сполук.

2. Основні вчення про просторову будову органічних сполук. Стереохімічна гіпотеза Вант-Гоффа і Ле Беля. Поняття про конформації та способи їх зображення (формули Ньюмена, моделі Стюарта-Бріглеба). Види просторової ізомерії. Геометрична ізомерія в лінійних та циклічних сполуках. Цис-, транс-ізомери; E,Z-номенклатура. Оптична ізомерія, енантіомерія. Асиметричний атом вуглецю. Поняття про хіральність. Оптичні антиподи, мезоформи та рацемати. Проекційні формули Фішера. D,L- і R,S-номенклатура.

3. Типи хімічних зв'язків в органічних сполуках. Октетна модель хімічного зв'язку. Ковалентний та іонний зв'язок. Координаційний зв'язок. Семіполярний зв'язок. Квантово-механічна теорія ковалентного зв'язку. sp^3 -, sp^2 - і sp -гібридизації орбіталей атома вуглецю та розташування гібридних орбіталей у просторі. Валентний стан атома вуглецю. σ -Зв'язок. Методи опису кратних зв'язків. π -Зв'язок. Поняття про «бананоподібні» зв'язки. Фізичні характеристики одинарного та кратних зв'язків: довжина й енергія утворення.

23. Поняття про полярність зв'язків і часткові заряди. Індукційний вплив у системі σ -зв'язків. Позитивний і негативний індукційний вплив. Спряження (мезомерія, резонанс) в системі π -зв'язків. Мезомерний ефект та способи його зображення. Енергія резонансу. Ефект надспряження (гіперкон'югація).

4. Принципи класифікації і номенклатури органічних сполук. Тривіальна, радикально-функціональна, замісникова номенклатура. Принципи номенклатури

ІЮПАК і реферативного журналу Chemical Abstracts.

5. Особливості та класифікація реакцій органічних сполук. Класифікація реакцій за результатом (заміщення, приєднання, відщеплення, перегрупування). Класифікація за типом розриву зв'язків та природою реагуючих часток: гомолітичний та гетеролітичний розрив зв'язків. Радикальні, електрофільні та нуклеофільні реагенти. Перехідний стан (активний комплекс), проміжний продукт. Порядок реакцій. Кінетичний та термодинамічний контроль перебігу реакцій. Статичний та динамічний підходи у вивченні електронної будови і реакційної здатності молекули. Статичний підхід: індекси реакційної здатності, енергія граничних МО, молекулярні діаграми. Динамічний підхід: природа реагенту, субстрату, середовища, їх взаємний вплив, енергетичний профіль реакції, енергетичний бар'єр реакції, енергія активації, енергія перехідного стану, тепловий ефект реакції. Механізм реакції.

6. Алкани та циклоалкани. Гомологічний ряд алканів, номенклатура та ізомерія, алкільні радикалі. sp^3 -гібридизація. Хімічні властивості алканів. Гомолітичний та гетеролітичний тип розриву хімічних зв'язків. Механізм ланцюгових радикальних реакцій заміщення в алканах. Циклоалкани: номенклатура, класифікація, реакційна здатність.

7. Алкени та алкіни – вуглеводні з кратним зв'язком. Номенклатура та ізомерія алкенів. sp^2 -гібридизація. Реакції приєднання: механізм електрофільного та радикального приєднання, правила Марковнікова та Хараша. Реакції окиснення і полімеризації. Алкадієни: класифікація, ізомерія. Спряження (кон'югація) подвійних зв'язків. Номенклатура та ізомерія алкінів. sp -Гібридизація. Хімічні реакції алкінів: каталітичне гідрування, електрофільне приєднання.

8. Галогенопохідні аліфатичних вуглеводнів, їх номенклатура та ізомерія. Хіральність органічних молекул, проєкційні формули, R/S-номенклатура. Енантіомери, рацемати. Діастереомери: трео-, ерітро та мезо-форми. Хімічні властивості галогенопохідних, механізми SN_1 , E_1 , SN_2 , E_2 . Металорганічні сполуки.

9. Спирти і етери. Насичені одно- та поліатомні спирти: класифікація, номенклатура, ізомерія. Водневий зв'язок. Хімічні властивості спиртів. Етери: номенклатура, ізомерія, методи отримання. Циклічні етери, краун-ефіри. Органічні оксиди: утворення, реакційна здатність.

10. Оксосполуки (альдегіди та кетони). Номенклатура. Способи утворення карбонільної групи. Електронна будова групи $C=O$, її зв'язок з реакційною здатністю. Якісні реакції альдегідів. Нуклеофільні реакції оксосполук: взаємодія зі слабкими та сильними нуклеофілами, альдольно-кротонова конденсація. Кетенольна таутомерія. Дикарбонільні сполуки.

11. Карбонові кислоти: будова їх молекул, номенклатура. Кислотність. Взаємні перетворення функціональних похідних карбонових кислот. Двохосновні кислоти. Альдегідо- та кето-кислоти.

12. Аліфатичні аміни. Номенклатура, ізомерія, електронна будова аміногрупи. Основність амінів. Хімічні властивості. Четвертинні солі амонію.

13. Вуглеводи. Класифікація. Моносахариди: відкрита та циклічна форми. Таутомерія. Глікозидний гідроксил.

14. Амінокислоти. Номенклатура, ізомерія, способи одержання. Електронна будова α -амінокислот, їх стереохімія, кислотно-основні властивості. Загальні

уявлення про пептиди та білки.

15. Ароматичні вуглеводні. Бензен, його електронна будова. Ароматичність. Номенклатура та ізомерія ароматичних вуглеводнів. Механізми електрофільного $SE(Ar)$ та нуклеофільного $SN(Ar)$ заміщення в бензольному ядрі. Електронний вплив замісників на спрямування цих реакцій. Ароматичні галоген-, сульфо- та нітропохідні. Ароматичні аміно-, діазо- та азосполуки.

16. Феноли та ароматичні спирти. Номенклатура, способи одержання. Електронна будова, кислотність фенолів. Хімічні властивості: реакції за участю ОН-групи та бензольного кільця.

17. Ароматичні альдегіди та кетони. Способи одержання, електронний вплив карбонільної групи на ароматичне ядро. Хімічні властивості: окиснення та відновлювання, реакції конденсації та перегрупування. Ароматичні моно- та багатоосновні кислоти.

18. Багатоядерні ароматичні сполуки. Дифеніл, ди- та трифенілметани, нафталін, антрацен, фенатрен.

19. Гетероциклічні сполуки: номенклатура, класифікація. П'ятичленні гетероцикли: фуран, тіофен, пірол, індол. Шестичленні гетероцикли: піридин, хінолін. Азотовмісні основи нуклеїнових кислот – похідні піримідину та пурину.

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

1. Історія, предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів хімічного аналізу. Аналітичні властивості та систематичний аналіз катіонів та аніонів.

2. Підготовка об'єкта до аналізу. Методи розділення, концентрування та маскування. Екстракція та сорбція.

3. Механізм утворення твердої фази у розчині. Колоїдні системи. Забруднення осадів.

4. Кількісний аналіз. Загальні поняття. Метрологічні характеристики методів аналізу. Статистичні методи обробки результатів хімічного аналізу.

5. Гравіметрія. Основні положення. Етапи аналізу. Фактори, що впливають на розчинність осадів. Вибір оптимальних умов осадження. Практичне застосування та метрологічні характеристики гравіметрії.

6. Титриметрія. Принцип методу, основні поняття. Кислотно-основне титрування. Реагенти та індикатори. Криві кислотно-основного титрування. Похибки титрування. Використання концентраційно-логарифмічних діаграм. Оцінка похибки титриметричних визначень. Практичне використання кислотно-основного титрування.

7. Комплексонометрія. Редоксиметрія. Окиснювально-відновні реакції в титриметрії. Потенціал системи, стандартний та формальний потенціали. Приклади практичного застосування редоксиметрії: іодометрія, перманганатометрія, дихроматометрія, броматометрія.

8. Класифікація інструментальних методів аналізу за принципом вимірювань та природою аналітичного сигналу. Вступ до електрохімічних методів аналізу.

9. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія. Електроди. Градувальна характеристика. Пряма потенціометрія. Методи відомих добавок. Потенціометричне титрування. Метрологічні характеристики потенціометрії, переваги і недоліки. Практичні застосування.

10. Електроліз при постійній прикладеній напрузі та при постійній силі струму. Явища при протіканні струму через розчин. Електрогравіметрія. Кулонометрія. Пряма кулонометрія та кулонометричне титрування. Вольтамперометрія. Полярографічна комірка. Принцип утворення аналітичного сигналу. Інверсійна вольтамперометрія. Амперометричне титрування.

11. Оптичні методи аналізу. Основні поняття, класифікація методів. Атомно-емісійний аналіз. Атомно-абсорбційний аналіз. Порівняльна характеристика атомно-емісійного аналізу і атомно-абсорбційного аналізу, області їх застосування.

12. Молекулярна абсорбційна спектрометрія (спектрофотометрія). Спектри поглинання молекул і інших частинок у розчинах. Закон Бугера–Ламберта–Бера і градувальна характеристика молекулярної абсорбційної спектрометрії. Інструментальні і методичні похибки спектрофотометрії. Багатокомпонентний аналіз. Методи та метрологічні характеристики спектрофотометрії.

13. Люмінесцентні методи аналізу. Діаграма Яблонського. Флуоресценція та фосфоресценція. Аналітичний сигнал та градувальна характеристика люмінесцентного аналізу. Абсорбційна спектрометрія в інфрачервоному діапазоні. Інфрачервоний (коливальний) спектр поглинання. Застосування ІЧ-спектрометрії в аналізі. Спектроскопія дифузного відбиття, функція Кубелки-Мунка; нефелометрія; турбідиметрія.

14. Кінетичні методи аналізу, каталіметрія.

15. Хроматографія. Основні поняття, принцип розділення та класифікація методів. Хроматограма, її характеристики. Тонкошарова (ТШХ) та паперова хроматографія. Сорбенти і розчинники для ТШХ. Одержання та обробка хроматограм на тонкошарових пластинках, способи проявлення зон. Особливості паперової хроматографії.

16. Газова хроматографія. Гази-носії, колонки. Основні вузли газового хроматографу. Рівняння Ван-Дееметра, оптимальна швидкість рухомої фази. Принципи дії детекторів.

17. Методи ідентифікації компонентів і методи кількісного хроматографічного аналізу: нормування, абсолютного градування, внутрішнього стандарту.

18. Високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ). Стаціонарні і рухомі фази для ВЕРХ. Основні вузли хроматографу, детектори. Градієнтне елюювання. Іонообмінна, іонна, ексклюзійна хроматографія.

19. Огляд фізичних методів аналізу. Принцип мас-спектрометричного аналізу. Хроматомасспектрометрія. Рентгеноспектральні методи. Рентгенофлуоресцентний аналіз.

ЛІТЕРАТУРА

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. *Неділько С.А., Попель П.П.* Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.
2. *Степаненко О.Г., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В.* Загальна та неорганічна хімія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. В 2-х томах. Ч. 1. – Київ: Педагогічна преса. 2000. – 784 с.
3. *Романова Н.В.* Загальна та неорганічна хімія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун». 1998. – 480 с.
4. *Степаненко О.Г., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В.* Загальна та неорганічна хімія: у 2-х частинах. Ч.2. – Київ: Педагогічна преса. 2002. – 520 с.
5. *Голуб А. М.* Загальна та неорганічна хімія.- в 2 томах. Ч.1. – Київ: Вища шк., 1968. – 442 с.
6. *Голуб А. М.* Загальна та неорганічна хімія.- в 2 томах. Ч.2. – Київ: Вища шк., 1971. – 416 с.

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

1. *Лебідь В. І.* Фізична хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. *Черних В.П., Зименковський Б.С., Грищенко І.С.* Органічна хімія, у 3-х томах. Харків, «Основа», 1993-1997.
2. *Ластухін Ю.О., Воронов С.А.* «Органічна хімія», Львів, видав. «Центр Європи», 2000. – 864 с.
3. *Гуляєва Н.І., Іщенко І.К., Орлов В.Д., Полуянов В.П.* «Органічна хімія» в 2-х томах. Харків, ХВУ, ХДУ, ч. 1. – 201 с.
4. *Обушак М.Д., Біла Є.Є.* «Органічна хімія», ч. 1, Львів, вид. ЛНУ ім. І Франка, 2004. – 203 с.

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

1. *Кузьма Ю., Ломницька Я., Чабан Н.* Аналітична хімія. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2001 – 298 с.
2. *Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О.* Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.
3. *Зінчук В.К., Гута О.М.* Хімічні методи якісного аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2006 – 151 с.
4. Теоретичні основи та способи розв'язання задач з аналітичної хімії: Навчальний посібник./ *О.А. Бугаєвський, А.В. Дрозд, Л.П. Логінова, О.О. Рещетняк, О.І. Юрченко.* – Харків: ХНУ, 2003. – 320 с.