

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Заступник голови приймальної комісії  
проректор з наукової роботи**

**Київського національного університету**

**імені Тараса Шевченка**



**Ганна ТОЛСТАНОВА**

**2023 р.**

## **ПРОГРАМА ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ДО АСПІРАНТУРИ**

**на здобуття ступеня доктора філософії  
(третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти)**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 10 ПРИРОДНИЧІ НАУКИ  
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 102 ХІМІЯ**

**ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА «ХІМІЯ»**

**КИЇВ – 2023**

## Розробники програми:

1. Воловенко Ю.М. д.х.н., проф., декан хімічного факультету
2. Фрицький І.О. д.х.н., проф., завідувач кафедри фізичної хімії
3. Лампека Р.Д. д.х.н., проф., завідувач кафедри неорганічної хімії
4. Григоренко О.О. д.х.н., завідувач кафедри органічної хімії
5. Тананайко О.Ю. д.х.н., доц., завідувач кафедри аналітичної хімії
6. Савченко І.О. д.х.н., проф., завідувач кафедри хімії високомолекулярних сполук

УХВАЛЕНО

Вченою радою хімічного факультету  
« 22 » лютого 2023 р., протокол № 10

Голова вченої ради хімічного факультету



Юліан ВОЛОВЕНКО

Гарант освітньо-наукової програми



Василь ПИВОВАРЕНКО

# 1. НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

## 1. Загальна хімія

**Основні поняття та закони хімії.** Атомно-молекулярна теорія. Хімічний елемент, проста речовина і хімічна сполука. Атомна та молекулярна маси, способи їх визначення. Формульна маса. Визначення хімічних формул. Молекулярні та структурні формули. Розміри атомів, молекул і кристалів.

**Спроби систематики хімічних елементів** (Деберейнер, де Шанкуртуа, Ньюлендс, Л.Мейєр). Відкриття періодичного закону Д.І. Менделєєвим (1869 р.). Зміст періодичного закону. Періодична система елементів та її структурні одиниці. Головні та побічні підгрупи.

**Будова атома.** Електрони та їх практичне використання. Визначення масових чисел. X-гау промені. Закон Мозлі. Радіоактивність. Теорія радіоактивного розпаду Резерфорда - Содді. Закон Содді - Фаянса. Розвиток уявлень про будову атома. Ядро та його заряд. Нуклони. Будова ядра. Ізотопи, ізобари, ізотони. Поширеність хімічних елементів. Енергетичний рівень підрівень, електронний шар, орбіталь. Квантові числа. Просторова інтерпретація атомних орбіталей. Максимальна ємність електронних оболонок. Основні принципи заселення атомних орбіталей. Принцип Паулі. Правило Гунда. Електронні формули. Розвиток періодичного закону Д.І. Менделєєва.

**Хімічний зв'язок.** Уявлення про валентність та хімічний зв'язок. Іонний зв'язок. Електронегативність та ступінь окиснення. Іонізаційний потенціал. Спорідненість до електрона. Ненаправленість та ненасиченість електровалентних зв'язків.

**Ковалентний зв'язок.** Метод валентних зв'язків (ВЗ). Основні положення методу(ВЗ). Направленість і насиченість ковалентного зв'язку. Полярний зв'язок. Дипольний момент. Полярність молекул. Ефективний заряд атомів у полярних сполуках. Поняття про метод молекулярних орбіталей (МО). Основні положення методу МО. Метод МО ЛКАО.  $\sigma$ -,  $\pi$ - та  $\delta$ - зв'язки. Кратні зв'язки. Зв'язуючі, незв'язуючі та розрихляючі орбіталі. Будова найпростіших молекул з позиції МО. Поняття про гібридизацію орбіталей. Типи гібридизації. Координаційний та дативний зв'язки як форми ковалентного зв'язку. Багатоцентрові зв'язки. Водневий

зв'язок. Внутрішньо- та міжмолекулярний водневий зв'язок. Типи кристалічних ґраток. Металічний зв'язок. Валентність і металічний зв'язок. Будова речовини з металічним типом зв'язку.

**Енергетика хімічних реакцій.** Закон Гесса. Ентропія. Швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас. Енергія активації. Ланцюгові реакції. Каталіз. Хімічна рівновага. Вплив зовнішніх факторів на хімічну рівновагу. Принцип Ле-Шательє.

**Розчини.** Процес розчинення. Ненасичені, насичені та пересичені розчини. Азеотропні суміші. Коефіцієнт розчинності. Перекристалізація як метод очистки речовин. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Осмос у природі. Пружність пари над розчинами. Закон Рауля. Зменшення температури замерзання та підвищення температури кипіння розчинів. Кріоскопія та ебуліоскопія.

**Хімічні властивості розчинів.** Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації, константа дисоціації. Властивості розчинів сильних електролітів. Добуток розчинності. Дисоціація води. Водневий показник. Гідроліз солей. Ступінь та константа гідролізу.

**Класифікація хімічних реакцій.** Окисно-відновні реакції. Окисники та відновники. Рівняння окисно-відновних реакцій. Окисно-відновні потенціали. Ряд напруг та його наукове обґрунтування. Практичне використання окисно-відновних реакцій.

## 2. АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Предмет і завдання аналітичної хімії, її значення в системі природничих наук, у народному господарстві та в охороні об'єктів навколишнього середовища. Види аналізу за природою речовини, що аналізується. Хімічні, фізико-хімічні, фізичні й біологічні методи аналізу.

Хімічна рівновага в гомогенних і гетерогенних системах. Кислотно-основні реакції, реакції окиснення-відновлення, комплексоутворення й осадження в аналізі. Константи рівноваги у гомогенних і гетерогенних системах: термодинамічні, концентраційні, умовні константи, їх загальна характеристика. Розрахунки рН у розчинах кислот, основ і солей. Буферні розчини. Розчини амфолітів. Вплив неводних розчинників на протолітичні рівноваги кислот, основ, солей. Основи неводного титрування.

Електродні потенціали. Рівняння Нернста. Стандартні й реальні потенціали. Константа рівноваги окисно-відновної реакції, напрямок реакцій. Вплив конкурентних реакцій, осадження, комплексоутворення та рН розчину на окисно-відновний потенціал.

Комплексні сполуки в аналізі. Константа стійкості комплексних сполук. Комплекси металів з органічними й неорганічними лігандами. Внутрішньокмплесні та хелатні сполуки. Циклоутворення. Іонні асоціати. Комплекси іонів металів з макроциклічними лігандами. Комплекси іонів металів з кисневмісними, азотовмісними та сірковмісними лігандами, їх застосування в аналізі. Реакції маскування та демаскування в аналізі.

Метрологічні основи аналізу. Похибки, правильність і точність аналізу. Методи оцінки правильності: використання стандартних зразків, метод добавок, зіставлення з іншими методами аналізу. Статистичні критерії перевірки гіпотез, їх застосування для оцінки правильності. Помилки першого та другого роду. Критерії точності: дисперсія, стандартне відхилення, відносне стандартне відхилення вибіркової сукупності результатів хімічного аналізу, розмах вибірки. Довірчий інтервал. Основи дисперсійного та регресивного аналізу. Характеристика чутливості методів аналізу. Межа виявлення та межа кількісного визначення. Способи їх розрахунку. Нижня і верхня границі визначуваних концентрацій

Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу. Гравіметрія. Співосадження. Електрогравіметрія. Основи методу. Титриметричні методи аналізу. Індикатори кислотно-основного та окисно-відновного титрування. Методи аргентометрії та їх застосування для визначення гілогенід- іонів. Комплексонометрія. Металохромні індикатори. Особливості застосування комплексонометрії для визначення іонів металів.

### 3. ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

#### 1. Загальні положення

- 1.1. Предмет органічної хімії. Унікальні властивості Карбону, що є причиною розгляду його сполук в окремій галузі хімії. Різноманітність класів і безмежне число органічних сполук.

Джерела органічної сировини. Методи вилучення, очищення та ідентифікації органічних сполук. Принципи кількісного елементного аналізу, визначення молекулярної формули сполуки.

Органічні речовини і життя. Значення органічних речовин у практичній діяльності людини.

- 1.2. Основні поняття органічної хімії. Гомологічні ряди. Формування та основні положення теорії будови органічних сполук. Валентність і координаційне число. Основні типи структурних фрагментів органічних молекул: прості й кратні зв'язки, карбонові ланцюги і цикли, радикали та функціональні групи. Ряди і класи органічних сполук.

Типи хімічних формул: емпіричні, структурні, скорочені, бруто-формули, формули просторової будови. Структурні формули як засіб відображення будови органічних сполук. Структурна ізомерія та її різновиди. Просторова ізомерія. Молекулярні моделі. Комп'ютерні програми для візуалізації хімічних структур

Номенклатура в органічній хімії як засіб позначення хімічних сполук і реакцій. Номенклатура тривіальна, замісна, радикально-функціональна, систематична (номенклатура IUPAC). Значення теорії будови для розвитку органічного синтезу. Комп'ютерні програми для побудови систематичних назв органічних сполук.

- 1.3. Органічний синтез: мета, планування і шляхи реалізації. Мета: одержання відомих речовин з практично корисними властивостями (барвники, ліки, парфуми, харчові добавки, інсектициди, гербіциди, репеленти, атрактанти, рідкі кристали, мономери, реактиви, розчинники тощо); синтез аналогів природних речовин з вищою ефективністю дії; встановлення в ряду аналогів зв'язку хімічної будови з фізичними і хімічними властивостями та фізіологічною дією, прогнозований синтез нових структур з наперед заданими властивостями; зустрічний синтез для доказу структур невідомих сполук; розуміння причин аномалій, що виникають при проведенні запланованих реакцій; створення ключових, проблемних структур; планомірне заповнення банку структур.

#### 2. Вуглеводні

2.1. Алкани. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алканів, алкільні групи. Природні джерела. Нафта, газ та їх переробка. Електронна й просторова будова

алканів, довжини зв'язків і валентні кути. Поворотна ізомерія, конформації та їхні відносні енергії, формули Ньюмена. Бар'єр обертання. Фізичні властивості алканів і їх залежність від довжини карбонового ланцюга й ступеня його розгалуженості. Теплота утворення. Енергія атомізації. Спектральні характеристики алканів: спектри УФ, ПМР та  $^{13}\text{C}$ -ЯМР.

Методи синтезу: гідрування ненасичених вуглеводнів, відновлення різних класів органічних сполук, реакція Вюрца, декарбоксілювання і електроліз солей карбонових кислот (анодна реакція Кольбе), гідроліз магній- і літійорганічних сполук.

Хімічні властивості алканів. Гомолітичний тип розриву зв'язку. Вільні радикали, якісне трактування їхньої електронної будови; фактори, що визначають відносну стабільність вільних радикалів. Первинний, вторинний, третинний радикали. Загальні уявлення про механізм ланцюгових вільнорадикальних реакцій заміщення в алканах: галогенування, сульфохлорування, нітрування. Окиснення, дегідрування, крекінг, піроліз алканів. Гетеролітичний тип розриву зв'язків в алканах. Карбокатиони, їх електронна будова і фактори, що визначають відносну стабільність, основні шляхи перетворення карбокатионів. Реакції алканів в надкислих системах. Сполуки включення (клатрати). Біологічно активні алкани. Поняття про феромони комах. Основні шляхи використання алканів: моторне паливо, пальне, розчинники в органічному синтезі.

2.2. Алкени. Номенклатура, *Z,E*- (*цис-,транс-*) ізомерія. Електронна будова і геометрична ізомерія алкенів. Фізичні властивості і спектральні характеристики алкенів: спектри ПМР і  $^{13}\text{C}$ -ЯМР, розпізнавання геометричних ізомерів за спектрами. Способи утворення подвійного зв'язку, дегідрування алканів, часткове гідрування алкінів, дегідрогалогенування і правило Зайцева, дегалогенування, дегідратація спиртів, термічний розклад четвертинних амонієвих основ (реакція Гофмана) та оксидів амінів (реакція Коупа), перетворення карбонільної групи на групу  $\text{C}=\text{C}$  (реакція Віттіга).

2.5. Алкіни. Номенклатура та ізомерія алкінів. Опис потрійного зв'язку виходячи з уявлень про *sp*-гібридизацію. Фізичні властивості й основні спектральні характеристики алкінів. Способи утворення потрійного зв'язку. Карбідний і піролітичний методи одержання ацетилену.

Хімічні властивості алкінів: каталітичне гідрування, відновлення натрієм у рідкому амоніаку, реакція Кучерова, приєднання спиртів, карбонових кислот, галогеноводнів, ціановодню; реакції Фаворського і Реппе на основі ацетилену. Оксосинтез з використанням алкінів. Нуклеофільне приєднання до потрійного зв'язку. Перетворення ацетилену на вінілацетилен, промислове значення цієї реакції. Циклоолігомеризація алкінів; алкіни як дієнофіли. Окисні перетворення алкінів. Кислотні властивості термінальних ацетиленів, ацетиленіди металів,

реактиви Йоцича. Застосування алкінів і ацетиленідів металів в органічному синтезі. Карбін.

2.6. Ароматичні вуглеводні (арени). Бензен і його гомологи: толуен, ксилени, кумен; номенклатура, ізомерія. Сучасна символіка бензену та його похідних. Формули Кекуле, Армстронга, Ладенбурга, Дьюара. Фізичні властивості й основні спектральні характеристики бензену та його гомологів. Спектри ПМР та  $^{13}\text{C}$ -ЯМР, ефект кільцевих  $\pi$ -електронних струмів. Дипольні моменти. Джерела ароматичних вуглеводнів: кам'яновугільна смола, продукти переробки нафти.

Електронна будова бензенового кільця і хімічні властивості бензену: відносна стійкість до окиснення, схильність до реакцій заміщення, термохімія гідрування і згоряння бензену, його утворення в реакції диспропорціонування циклогексену і циклогексадієну ("необоротний каталіз" Зелінського), ізомеризація дьюарівського бензену. Поняття про ароматичність, правило Хюкеля. Небензоїдні ароматичні системи: циклопропенілій- і тропілій-катіони; циклопентадієнілій-аніон, азулен, анулени. Гідрування бензену, відновлення натрієм у рідкому амоніаку до дигідробензену (Берч). Реакції ароматичного електрофільного заміщення: сульфування, нітрування, галогенування, алкілювання, ацилювання. Реакція Фріделя – Крафтса. Значення цих реакцій для переробки ароматичних вуглеводнів, уявлення про їхній механізм та його експериментальне обґрунтування. Синтетичне використання електрофільного ароматичного заміщення. Вплив замісників у бензеновому кільці на ізомерний склад продуктів і швидкість реакції. Правила орієнтації та їх теоретичне обґрунтування. Реакції радикального заміщення і приєднання,  $\pi$ -комплексотворення аренів з перехідними металами.

5.5. Шестичленні нітрогенові гетероцикли з двома гетероатомами. Піримідин. Способи побудови піримідинового ядра, засновані на взаємодії сечовини та її похідних з малоновим естером, естерами  $\beta$ -альдегідо- і  $\beta$ -кетокислот. Схожість і відмінність хімічних властивостей піридину і піри мідину. Урацил, цитозин, тимін. Пурин як конденсована система імідазолу і піримідину. Кофеїн, сечова кислота. Уявлення про нуклеотиди і нуклеїнові кислоти.

## 4. ФІЗИЧНА ХІМІЯ

### 1. Основи термодинаміки.

Система та її стани. Класифікація систем: відкриті, закриті, адіабатичні, ізольовані. Параметри та функції стану системи. Рівняння стану для однокомпонентної системи.



Внутрішня енергія. Закон збереження енергії для ізольованої системи. Теплота та робота. Перший закон термодинаміки Ізохорний процес, теплота ізохорного процесу як міра зміни внутрішньої енергії системи. Ізобарний процес, ентальпія. Теплоємність при сталому об'ємі ( $C_v$ ) та при сталому тиску ( $C_p$ ). Зв'язок між  $C_p$  та  $C_v$ , залежність теплоємності від температури. Правило Дюлонга – Пті.

Термохімія. Тепловий ефект хімічної реакції при сталому об'ємі ( $Q_v$ ) та сталому тиску ( $Q_p$ ). Закон Гесса та його термодинамічне обґрунтування. Теплоти утворення та горіння речовин, наслідки із закону Гесса. Стандартні ентальпії. Залежність теплових ефектів хімічної реакції від температури, формула Кірхгофа.

Ізотермічний процес розширення-стиснення для ідеального газу. Адіабатичний процес, рівняння адиабати, робота та зміна внутрішньої енергії в адіабатичному процесі.

Теплові машини. Цикл Карно в  $p - V$  координатах. Робота циклу Карно та його коефіцієнт корисної дії. Зворотний цикл Карно. Теореми Карно. Приведена теплота. Інтенсивні та екстенсивні величини. Ентропія. Цикл Карно в  $T - S$  координатах.

Обчислення зміни ентропії в різних процесах. Зміна ентропії в ізотермічних процесах. Зміна ентропії при фазових переходах, правила Трутона та Річардсона. Ентропія змішування. Зміна ентропії в ізохорному та ізобарному процесах.

Постулат Планка. Обчислення абсолютних ентропій твердих тіл, рідин та газів. Фізичний зміст ентропії, ентропія як міра молекулярного хаосу, рівняння Больцмана.

Функції стану. Вільна енергія: енергія Гельмгольца та енергія Гіббса. Рівняння Гіббса - Гельмгольца. Співвідношення Максвелла та їх використання. Методи обчислення та фізичний зміст вільної енергії.

Оборотні (рівноважні) та необоротні (нерівноважні, спонтанні) процеси. Критерії самочинного перебігу спонтанних процесів. Принцип Бертоле. Напрямок самочинного перебігу спонтанних процесів в ізольованій системі. Другий закон термодинаміки. Роль ентропії, формулювання Клаузіуса. Інші формулювання другого закону. Принцип мінімуму вільної енергії як критерій самочинного перебігу необоротних процесів. Філософські аспекти другого закону термодинаміки.

## 2. Термодинаміка однокомпонентних систем.

Термодинаміка фазових переходів. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Залежність тиску насиченої пари від температури. Залежність тиску насиченої пари від зовнішнього тиску, що створений інертним газом. Діаграми стану однокомпонентних систем у  $p - T$ ,  $p - V$  та  $p - V - T$  координатах. Діаграма стану води та її аналіз.

Реальні гази. Рівняння стану, рівняння Ван дер Ваальса та його фізичне обґрунтування. Зв'язок параметрів рівняння Ван дер Ваальса з критичними параметрами. Рівняння Ван дер Ваальса в приведених координатах. Визначення термодинамічних функцій реальних газів з використанням рівняння Ван дер Ваальса. Леткість реальних газів та методи її обчислення.

## 3. Розчини неелектролітів і електролітів.

Властивості розведених розчинів. Тиск насиченої пари над розчином, закон Рауля. Розчинність газів у рідинах, закон Генрі. Температури кипіння та твердіння розчинів, явища ебуліоскопії та криоскопії. Залежність розчинності від температури. Осмотичні явища, формула Вант-Гоффа.

## 8. Основи хімічної кінетики

Основні поняття хімічної кінетики. Механізм реакції, прості та складні реакції. Швидкість реакції. Кінетичні криві. Кінетичні рівняння. Порядок реакції та методи його визначення. Константа швидкості реакції. Період напівперетворення. Молекулярність елементарних реакцій та її зв'язок з порядком реакції. Інтегрування кінетичних рівнянь для реакцій різних порядків.

Складні реакції. Паралельні реакції. Послідовні реакції. Метод стаціонарного стану. Оборотні реакції. Зв'язок між кінетикою та термодинамікою.

Молекулярно-кінетична теорія газів. Розподілення Максвелла-Больцмана. Середня та середньоквадратична швидкості. Переріз зіткнення. Фактор зіткнення. Частота зіткнень. Довжина вільного пробігу.

## 5. ХІМІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК

### 1. Загальні питання хімії полімерів.

Класифікація полімерів. Природні та синтетичні, органічні, елементорганічні та неорганічні полімери. Лінійні, розгалужені та зшиті полімери. Гомополімери, кополімери, блок-кополімери. Стереохімія полімерів. Середньочислові й середньомасові молекулярні маси та ступені полімеризації. Методи визначення молекулярних мас. Молекулярно-масовий розподіл та ступінь полідисперсності. Зміна властивостей при переході від мономерів до олігомерів та полімерів. Фізичні стани у полімерів. Вискоеластичний стан. Аморфні та кристалічні полімери. Методи аналізу полімерів. Фізичні та фізико-хімічні методи дослідження полімерів.

## 2. Полімеризація.

Елементарні стадії полімеризації та їх класифікація залежно від природи активного центру. Кінетичні особливості реакцій полімеризації. Умови стаціонарної та нестаціонарної кінетики. Термодинаміка полімеризації. Теплові ефекти полімеризації вінільних мономерів та вплив на них стеричного та електронних факторів.

## 3. Кополімеризація.

Рівняння складу кополімера. Методи визначення сталих кополімеризації. Кополімеризація як метод оцінки реакційної здатності мономерів. Схема Q-e Алфрея-Прайса. Вплив механізму полімеризації на склад кополімера. Методи одержання блок та щеплених кополімерів. Практичне значення кополімеризації.

## 4. Радикальна полімеризація.

Загальні поняття про вільні радикали. Методи генерації вільних радикалів. Термічна, радіаційна та фотополімеризація. Радикальна полімеризація з хімічним ініціюванням. ініціатори, регулятори, інгібітори. Кінетична схема радикальної полімеризації. Вплив різних факторів на швидкість полімеризації. Гель-ефект. Зв'язок молекулярної маси полімеру з кінетикою радикальної полімеризації.

## 5. Двокомпонентні полімерні системи.

Особливості систем полімер-розчинник. Набухання та розчинення. Термодинамічні критерії розчинення. Якість розчинника. Застосування правила фаз до систем полімер-розчинник. Діаграми стану. Термодинаміка розчинів. Теорія розчинів. Розведені розчини. Критерій Дебая. Рівняння Флорі-Фокса. Характеристична в'язкість, її залежність від молекулярної маси полімеру для

гнучких, напівжорстких та жорстких макромолекул. Конформація макромолекул в розчині. Вплив якості розчинника на розміри статистичного клубка.  $\theta$ -температура та  $\theta$ -розчинник. Напіврозведені та концентровані розчини полімерів. Ефективна в'язкість. Структура полімеру в розчині. Залежність в'язкості розчину від молекулярної маси полімеру. Драгли, їх особливості та способи одержання. Термодинамічно рівноважні та нерівноважні драгли. Уявлення про синерезис, тіксотропію, структурну пам'ять драглів. Поліелектроліти та поліамфоліти. Властивості в твердому стані та розчині. Поліелектролітний ефект. Ізоелектрична та ізоіонна точки поліамфолітів. Поліелектролітні комплекси. Іонообмінні високомолекулярні сполуки.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

1. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А. Золотова. В 2 кн. Общие вопросы. Методы разделения. Серия "Классический университетский учебник". Кн.1. М.: Высшая школа, 2004. - 360 с. Основы аналитической химии, Под ред. Ю.А. Золотова. В 2 кн. Методы химического анализа. Серия "Классический университетский учебник". Кн.2. М.: Высшая школа, 2004. - 504 с.
2. *Скуг Д., Уест Д.* Основы аналитической химии, т. 1,2, М., Мир, 1979.
3. *Пятницкий И.В.* Теоретические основы аналитической химии. - Киев, Вища школа, 1978.
4. *Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В.* Аналитическая химия. т. 1,2, М. Химия, 1990.
5. *Васильев В.П.* Аналитическая химия, т. 1,2, М., Высшая школа, 1989.
6. Аналитическая химия. В 2 томах под ред. Р. Кельнера, Ж-М Мерме, М. Отто, Г. М. Видмера, М.: Мир, 2004.
7. *Отто М.* Современные методы аналитической химии, М. Техносфера, 2006.
8. *Лисенко О.М., Набиванець Б.Й.* Вступ до хроматографічного аналізу. К.: "Корвін Пресс". 2005.
9. *Пилипенко А.Т., Пилипенко Л.А., Зубенко А.И.* Органические реагенты в неорганическом анализе. — К., 1994.
10. *Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна І.В.* Аналітична хімія природного середовища. — К., 1996.
11. *Кузьмин Н.М., Золотов Ю.А.* Концентрирование следов элементов. - М.: Наука, 1988. - 268 с.
12. *Москвин Л.Н., Царицына Л.Г.* Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. - Л.: Химия, 1991. - 256 с.
13. *Карпов Ю.А., Савостин А.П.* Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: Бином, 2003. - 243 с.

### НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. *Третьяков Ю.Д., Мартиненко Л.Н., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю.* Неорганическая химия, т 1,2 – М. Химия, 2001, 2006.
2. *Голуб А.М.* Загальна та неорганічна хімія: У 2т.- К.,1970.
3. *Шрайвер Д., Эткисл,* Неорганическая химия т. 1,2 – М. Мир 2004.
4. *Коттон Ф. Уилкинсон Дж.* Основы неорганической химии. – М.,1979.

5. *О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Иванов* «Загальна та неорганічна хімія» в 2Ч. Київ: «Педагогічна преса» 2000.
6. *Некрасов Б.В.* Основы общей химии : В 2 т.- М., 1973.
7. *Ахметов П.С.* Неорганическая химия .- М.,1975.
8. *Реми Г.* Курс неорганической химии : В 2 т. - М.,1968.

## ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

### Основна:

1. *Моррисон Р., Бойд Р.* Органическая химия. – М.: Мир, 1974.
2. *Робертс Дж., Кассерио М.* Основы органической химии: В 2 т. – М.: Мир, 1978.
3. *Терней А.* Современная органическая химия: В 2 т. – М.: Мир, 1981.
4. *Марч Дж.* Органическая химия: В 4 т. – М.: Мир, 1987-1988.
5. *Нейланд О.Я.* Органическая химия. – М.: Высш.шк., 1990.
6. *Агрономов А. Е.* Избранные главы органической химии. – М.: Химия, 1990.
7. *Ластухін Ю.О., Воронов С.А.* Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2006.
8. *Реутов О. А., Куриц А. Л., Бутин К. П.* Органическая химия: В 4 ч. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004 г.
9. *Чирва В. Я., Ярмолюк С. М., Толкачова Н. В., Земляков О. Є.* Органічна хімія. Львів: БаК, 2009.

### Додаткова:

1. *Дрюк В.Г., Карцев В.Г., Хиля В.П.* Курс органической химии. Биологические аспекты. – Симферополь: ЧП «Фактор», 2007.
2. *Ковтуненко В.О.* Загальна стереохімія (2-е видання, перероблене). Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К., Кондор, 2005.
3. *Джоуль Дж., Миллс К.* Химия гетероциклических соединений. – М.: Мир, 2004.
4. *Шабаров Ю.С.* Органическая химия. М., Химия, 2002.
5. *Органикум. Практикум по органической химии.* В 2 т. – М.: Мир, 1992.
6. *Сайкс П.* Механизмы реакций в органической химии. – М.: Химия, 1991.
7. *Потапов В.М.* Стереохимия. – М.: Химия, 1988.
8. *Кери Ф., Сандберг Р.* Углублённый курс органической химии. В 2 т. М.: Химия, 1981.
9. *Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А.* Начала органической химии: В 2 кн. – М., Л.: Химия, 1969-1970.
10. *Clayden J., Greeves N., Warren S., Wothers P.* Organic Chemistry, 1st ed., OxfordUniversity Press, New York, 2001.

## ФІЗИЧНА ХІМІЯ

1. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия. – М. Мир, 1978. – 646 с.
2. Эткинс П. Физическая химия в 2 т. – М., Мир, 1980. – т. 1 – 580 с.; т. 2 – 584 с.
3. Курс физической химии /под ред. Я.И. Герасимова, в 2 т., М. Химия, т. I – 1970, 592с.; т. II – 1973, 623с.
4. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. – М., Высшая школа, 1999. – 527 с.
5. Товбин М.В. Физическая химия. – К., 1975.
6. Яцимирський В.К. Фізична хімія.- К., Перун, 2005. 500с.

## ХІМІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК

1. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія. (ч. 1. Радикальна полімеризація).- К., 1999.
2. Z. FloljanczykiS. Penczek. Съешіа polimerow t. 1-3. Warszawa. 1995-1997.
3. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения.- М., 1992.
4. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. - М., 1974.
5. Тагер А.А. Физико-химия полимеров.- М., 1968.
6. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения.- М., 1981.
7. Бартенев Г.М. Физика и механика полимеров. - М., 1983
8. Ерусалимский Б.Л. Процессы ионной полимеризации.- Л., 1974.
9. Зильберман Е.Н. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений. - М., 1984.
10. Кеннеди Дж. Катионная полимеризация. - М., 1978.
11. Практикум по химии и физике полимеров. / Под ред. проф. Куренкова В.Ф. - М., 1990.
12. Соколов Л.Б. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. -М., 1979.
13. Усков І.А., Єременко Б.В., Пелішенко С.С., Нижник В.В. Колоїдна хімія з основами фізико-хімії ВМС. - К., 1988.
14. Энциклопедия полимеров т. 1-3. -К., 1973-1975.