

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Голова приймальної комісії  
  
/ Руслан БІЛОСКУРСЬКИЙ/  
«\_\_» \_\_\_\_\_

Програма вступного іспиту  
для навчання за третім рівнем вищої освіти  
*доктор філософії*  
спеціальність ЕЗ – Хімія  
Освітня програма «Хімія»

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
Вченою радою Інституту  
біології, хімії та біоресурсів  
Голова Вченої ради

  
**Руслан БЕСПАЛЬКО**  
Протокол №  
від 12.02.2025 р.

Чернівці, 2025

## **Загальна, аналітична та неорганічна хімія**

1. Атомно-молекулярне вчення, основні закони, хімічний зв'язок, розчини.
2. Хімічна кінетика, закони хімічної взаємодії. Каталізатори. Оборотноість хімічних процесів, константа рівноваги, зсув рівноваги, принцип Ле-Шательє.
3. Основні термодинамічні функції: ентальпія, ентропія, вільна енергія. Напрямок хімічного процесу.
4. Сучасні уявлення про будову атома: електрони (орбіталі), ядро (нуклони).
5. Рентгенівські спектри, їх значення для встановлення будови атома.
6. Періодична система елементів, її конструкція, зв'язок положення елементів з електронною структурою їх атомів. Metalli і неметали в періодичній системі, енергія іонізації, електронегативність.
7. Іонний та ковалентний зв'язки, їх характеристики. Насиченість і напруженість хімічного зв'язку, гібридизація орбіталей. Кратність зв'язку в МВС та ММО.
8. Кристалічний стан речовини, фізичні властивості речовин. Розчини, їх концентрація. Фізичні властивості розчинів. Електролітична дисоціація, кислоти та основи. Іонний добуток води, рН, гідроліз, добуток розчинності.
9. Природа та будова комплексів, хімічний зв'язок. Низько- та високоспінові комплекси, теорія кристалічного поля. Різновиди комплексів, їх значення, номенклатура.
10. Окисно-відновні реакції. Електродні потенціали металів, формула Нернста.
11. Гальванічний елемент, його е.р.с. Стандартні редокс-потенціали на півелементів.
12. Гідроген, властивості, ізотопи, сполуки.
13. VIIA-підгрупа. Галогени, прості речовини та сполуки. VIIB-підгрупа. Манган та його аналоги, основні сполуки.
14. VIA-підгрупа. Оксиген та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки. VIB-підгрупа. Хром та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки.
15. VA-підгрупа. Нітроген та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки. VB-підгрупа. Ванадій та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки.
16. IVA-підгрупа. Карбон та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки. IVB-підгрупа. Титан та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки.
17. IIIA-підгрупа. Бор, алюміній та їх аналоги. Прості речовини та їх сполуки. IIIB-підгрупа. Підгрупа Скандію, родини лантанідів та актинідів. Прості речовини та їх сполуки.
18. IIA-підгрупа. Берилій, Магній та лужноземельні метали. Прості речовини та їх сполуки. IIB-підгрупа. Цинк та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки.
19. IA-підгрупа. Лужні метали. Прості речовини та їх сполуки. IB-підгрупа. Купрум та його аналоги. Прості речовини та їх сполуки.
20. VIIIA-підгрупа. Інертні гази. Прості речовини та їх сполуки. VIIB-підгрупа. Тріади Феруму та платинових металів. Прості речовини та їх сполуки.

## **Фізична хімія**

1. Перший закон термодинаміки. Ентальпія. Теплоємність. Термохімія. Закон Гесса. Ентальпія утворення хімічних сполук. Теплота згорання. Енергія хімічних зв'язків та ентальпія реакції. Закон Кірхгофа.
2. Другий та третій закони термодинаміки. Ентропія. Зміна ентропії в рівноважних процесах. Статистичне трактування ентропії. Термодинамічні потенціали. Умови термодинамічної рівноваги. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Термодинамічні потенціали для ідеальних та реальних газів.

3. Фазова рівновага в однокомпонентних системах. Фазові переходи 1-го роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Залежність тиску насиченої пари від температури. Діаграми стану однокомпонентних систем. Багатокомпонентні системи.
4. Розчини. Способи вираження концентрації розчинів.
5. Хімічні потенціали. Використання хімічних потенціалів для опису рівноваги компоненту у двох фазах. Залежність хімічного потенціалу від парціального тиску, леткості; концентрації та активності. Однорідні (гомогенні) функції складу. Рівняння Гіббса-Дюгема. Тиск насиченої пари бінарних рідких розчинів. Закони Рауля та Генрі. Позитивні та негативні відхилення від закону Рауля у реальних розчинах.
6. Діаграма рівноваги рідина – пара у бінарних системах. Проста перегонка. Закони Коновалова. Азеотропи. Температура кипіння розчинів нелетких речовин. Ебуліометрія. Залежність розчинності твердих речовин від температури. Виділення твердого розчинника з розчинів. Кріометрія. Правило фаз Гіббса. Бінарні системи. Проста евтектика. Термічний аналіз. Системи з хімічною взаємодією. Тверді розчини. Необмежена і обмежена розчинність. Трикомпонентні системи. Способи зображення. Розчинність трьох рідин.
7. Хімічна термодинаміка. Закон діючих мас. Рівняння ізобари Вант-Гоффа. Кінетика незворотних реакцій 1-го порядку. Кінетика незворотних реакцій 2-го та n-го порядків. Методи визначення порядку реакції. Кінетика складних реакцій: Зворотні реакції 1-го порядку. Паралельні реакції. Послідовні реакції. Лімітуюча стадія реакції. Вплив температури на швидкість реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Активні зіткнення. Поверхня потенціальної енергії, активний комплекс, координата та шлях реакції. Передекспоненційний множник рівняння Арреніуса. Теорія активного комплексу. Теорія зіткнень. Кінетика реакцій у розчині. Рівняння Бренстеда Бьюрума.
8. Первинний та вторинний сольові ефекти. Ланцюгові реакції. Стадії ланцюгового процесу. Розгалужені та нерозгалужені ланцюгові реакції. Довжина ланцюга. Кінетика синтезу фосгену. Довжина гілки розгалужених реакцій. Фотохімічні реакції. Квантовий вихід. Основні типи фотохімічних процесів.
9. Гомогенний каталіз. Автокаталітичні процеси. Гетерогенний каталіз.
10. Провідники першого та другого роду. Електрохімічні реакції. Електричні параметри та одиниці. Питома електропровідність електролітів. Методи вимірювання питомої електропровідності. Залежність питомої електропровідності від концентрації розчинів. Еквівалентна електропровідність. Рухливість іонів. Закони Кольрауша. Аномальна рухливість іонів  $H^+$  та  $OH^-$  у водних розчинах.
11. Колігативні властивості. Ізотонічний коефіцієнт. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса. Причини електролітичної дисоціації. Недоліки теорії дисоціації Арреніуса. Закон розведення Оствальда. Ізотонічний коефіцієнт і його зв'язок зі ступенем дисоціації. Активність і коефіцієнт активності розчинів електролітів та окремих іонів, а також зв'язок між ними.
12. Основні положення теорії Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера та її радіус. Іонна сила розчину. Зв'язок коефіцієнта активності з іонною силою розчину в різних наближеннях теорії Дебая-Гюккеля. Електрофоретичний та релаксаційний ефект. Залежність рухливості іонів від температури.
13. Числа перенесення іонів. Уявні та істинні числа перенесення. Методи визначення чисел перенесення. Виникнення стрибка потенціалу на межі провідників 1-го та 2-го роду. Механізм виникнення. Електрохімічний потенціал. Потенціал нульового заряду. Подвійний електричний шар (ПЕШ). Ємність ПЕШ. Теорії будови ПЕШ: Гельмгольца, Гуї-Чапмана, Штерна.

14. Стрибок потенціалів на границі двох різних провідників 1-го роду. Гальвані та вольта потенціали. Закон Вольта. Правильно розімкнутий електрохімічний ланцюг. ЕРС електрохімічного ланцюга.
15. Електрохімічний елемент. Зворотні та незворотні елементи. Елемент Вольта. Елемент Даніеля-Якобі. Знаки ЕРС елементів. Елемент Даніеля-Якобі. ЕРС та напруга. Методи вимірювання ЕРС електрохімічного елементу.
16. Електродний потенціал. Стандартний водневий електрод порівняння. Електрохімічний ряд напруг металів. Залежність електродного потенціалу від активності та концентрації електроліту. Рівняння Нернста. Стандартний електродний потенціал. Електроди 1-го та 2-го роду. Електроди порівняння. Хлор-срібний електрод.
17. Окисно-відновні електроди. Редокс-системи. Хінгдронний електрод. Скляний електрод. Іон-селективні електроди. Термодинаміка електрохімічного елементу. Корисна робота. Теплота, що виділяється в елементі при оборотних та необоротних процесах. Природа генерування електричної енергії в електрохімічному елементі.
18. Концентраційні елементи. Елементи з переносом і без переносу та ЕРС для них. Дифузійний потенціал. Механізм виникнення дифузійного потенціалу. Вплив дифузійного потенціалу на величину ЕРС гальванічного елементу. Розрахунок дифузійного потенціалу. Сольовий мостик.
19. Хімічні джерела струму (ХДС). Класифікація ХДС. Електричні характеристики ХДС: напруга розімкненого ланцюга, ємність, енергозапас, питомі величини. Розрядні/зарядні криві. Ємність теоретична та практична. Фактори, що зменшують практичну ємність ХДС. Первинні ХДС. Марганцево-цинкові ХДС. Сольові та лужні батареї. Схема, електродні реакції, конструкція, характеристики, переваги та недоліки. Повітряно-цинкові та інші первинні ХДС. Вторинні ХДС. Свинцевий (кислотний) акумулятор. Схема та конструкція. Електродні процеси при заряді та розряді. Технічні характеристики. Переваги та недоліки. Лужні акумулятори. Нікель-кадмієві та нікель-залізні. Електродні реакції. Переваги та недоліки. Нікель-металогідридні акумулятори. Вторинні ХДС на основі літію. Літій-іонні акумулятори. Принцип роботи, конструкція та характеристики. Застосування в сучасній техніці. Літій-полімерні акумулятори. Паливні елементи. Принцип роботи. Переваги, недоліки та перспективи використання.
20. Електрохімічна кінетика. Електроліз. Закони Фарадея. Катодний і анодний струми. Струми обміну. Поляризація електроду. Густина струму. Поляризаційна крива. Схема триелектродної комірки. Гетерогенність усіх електрохімічних процесів. Лімітуюча стадія процесу. Процеси масоперенесення: конвекція, міграція, дифузія. Концентраційна поляризація.
21. Електрохімічна поляризація. Катодні та анодні струми. Основне рівняння електрохімічної кінетики. Коефіцієнт перенесення. Рівняння Тафеля. Перенапруга та напруга розкладу водних розчинів електролітів.
22. Основні аспекти прикладної електрохімії. Катодні процеси. Електрохімічне осадження металів. Швидкість зародження та росту зародків осаду. Розсіююча здатність електроліту. Вплив адсорбуючих добавок на якість осадів. Анодні процеси: травлення, полірування, окисдування, пасивування. Пасивація металів. Корозія металів. Хімічна та електрохімічна корозія. Методи захисту від корозії.

## Органічна хімія

1. Предмет органічної хімії. Теорії будови органічних сполук. Класифікація органічних реакцій. Класифікація та номенклатура органічних сполук.
2. **Алкани.** Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алканів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Конформація насичених вуглеводнів (етан, бутан).
3. **Алкени.** Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алкенів. Будова етилену. Способи одержання олефінів. Фізичні властивості алкенів. Хімічні властивості алкенів.
4. **Алкіни.** Будова молекули ацетилену. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алкінів. Методи одержання алкінів. Фізичні властивості алкінів. Хімічні властивості алкінів.
5. **Алкадієни.** Класифікація, номенклатура та ізомерія дієнів. Спряжені дієни. Методи одержання 1,3 – бутадієну, ізопрену та хлоропрену. Фізичні властивості дієнів. Хімічні властивості спряжених дієнів. Полімеризація дієнів. Каучук. Гума.
6. **Аліциклічні вуглеводні.** Класифікація. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання. Хімічні властивості. Будова циклоалканів. Циклоалкени та циклоалкадієни. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання, властивості.
7. **Ароматичні вуглеводні.** Класифікація. Бензен, його гомологи. Номенклатура й ізомерія. Будова молекули бензену. Ароматичність та антиароматичність. Енергія резонансу. Фізичні властивості бензену та його гомологів. Хімічні властивості аренів. Правила орієнтації електрофільного заміщення у монозаміщених похідних бензену. Дизаміщені ацени. Узгоджена та неузгоджена орієнтація в реакціях  $S_E2$ -заміщення.
8. **Багатоядерні ароматичні вуглеводні з неконденсованими ядрами.** Дифеніл, сполуки ди- і трифенілметанового ряду. Ізомерія. Методи одержання, властивості.
9. **Багатоядерні ароматичні вуглеводні з конденсованими ядрами.** Ізомерія і номенклатура похідних. Нафтален. Методи одержання, властивості. Правила орієнтації під час електрофільного заміщення.
10. **Галогенопохідні насичених і ненасичених вуглеводнів.** Номенклатура та ізомерія. Хімічні властивості галогеноалканів.. Реакції  $S_N1$  та  $S_N2$ . Дегідрогалогенування – елімінування. Механізм і кінетика реакцій  $E_1$  і  $E_2$ . Галогенопохідні алільного та вінільного типів, їх одержання з алканів, дієнів, ацетилену. Причина різної рухливості галогену в алільному та вінільному положеннях.
11. **Галогенопохідні ароматичних вуглеводнів.** Методи одержання. Хімічні властивості галогенаренів. Ароматичні галогенопохідні з галогеном у бічному ланцюзі.
12. **Спирти, етери.** Класифікація, ізомерія і номенклатура спиртів. Промислові методи одержання етанолу. Синтези гомологів етанолу. Фізичні властивості. Хімічні реакції спиртів.
13. Багатоатомні спирти. Класифікація, номенклатура та ізомерія багатоатомних спиртів. Двоатомні спирти – гліколі. Хімічні властивості гліколей. Трьохатомні спирти. Гліцерин. Синтез гліцерину з пропілену. Хімічні властивості гліцерину. Ненасичені спирти. Вініловий спирт. Аліловий спирт. Пропаргіловий спирт. Етери. Номенклатура та ізомерія етерів. Методи одержання. Фізичні властивості етерів. Хімічні властивості.
14. **Феноли.** Класифікація. Способи одержання. Хімічні властивості фенолів. Поняття про антиоксиданти. Дво- і триатомні феноли. Методи одержання, хімічні властивості.
15. **Альдегіди і кетони.** Аліфатичні альдегіди та кетони. Класифікація, номенклатура та ізомерія. Фізичні й хімічні властивості. Ненасичені альдегіди і кетони. Методи синтезу та хімічні властивості. Ароматичні альдегіди та кетони. Класифікація. Способи синтезу

ароматичних альдегідів – промислові та лабораторні. Властивості ароматичних альдегідів і кетонів.

16. **Карбонові кислоти.** Класифікація, ізомерія та номенклатура. Одержання карбонових кислот. Фізичні властивості кислот. Реакції карбонових кислот. Функціональні похідні карбонових кислот: галогенангідриди, ангідриди, амідні кислот, методи синтезу і властивості. Естери. Синтез і хімічні властивості ненасичених кислот. Двоосновні кислоти. Ароматичних кислоти.
17. **Аміни.** Класифікація і номенклатура амінів. Способи одержання. Фізичні властивості амінів. Основні властивості амінів. Хімічні властивості амінів. Номенклатура, ізомерія ароматичних амінів. Одержання ароматичних амінів. Порівняльна характеристика амінів жирного та жирно-ароматичного рядів.
18. **Гідроксикислоти.** Гідроксикислоти. Класифікація, номенклатура. Методи синтезу. Реакції гідроксикислот.
19. **Вуглеводи.** Класифікація і номенклатура вуглеводів. Моноцукри – альдози, кетози. Оптична активність. Особливі властивості глікозидного гідроксилу. Хімічні властивості альдоз і кетоз. Дицукри. Будова і властивості. Полісахариди. Будова крохмалю, целюлози. Хімічні властивості. Штучне волокно.
20. **Амінокислоти.** Амінокислоти. Класифікація. Методи синтезу. Властивості. Білки. Склад. Гідроліз. Якісні реакції на білки. Первинна та вторинна структури білків. Поняття про третинну структуру.
21. **Гетероциклічні сполуки.** Загальна характеристика гетероциклів. Класифікація. Номенклатура. Ароматичні гетероцикли. Характер делокалізації р-електронів у п'яти- та шестичленних гетероциклах, вплив гетероатома. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом: фуран, пірол та тіофен. Методи одержання і властивості. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин. Піперидин. Методи одержання і властивості.

### Список рекомендованої літератури

1. Аналітична хімія / Гайдукевич О.М. та ін. – Харків: Золоті сторінки, 2000. – 340 с.
2. Аналітична хімія / Луцевич Д.Д. та ін. – К: Здоров'я, 2003. – 296 с.
3. В. Телегус, О.Бодак та інші. Основи загальної хімії. – Львів: Світ, 2000, 424 с.
4. Загальна та неорганічна хімія: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів: У 2-х ч.- Ч.І. О.М. Степаненко, Л. Г. Рейтер, В. М. Ледовських, С. В. Іванов.- К.: Пед. преса, 2002.- 520 с.
5. Загальна та неорганічна хімія: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. Том 2. О. М. Степаненко, Л. Г. Рейтер, В. М. Ледовських, С. В. Іванов. — К.: Пед преса, 2000. — 784 с.
6. Ф. М. Боднарюк, Загальна та неорганічна хімія, част. І, – Рівне: НУВГП, 2006, 241 с.
7. Ф. М. Боднарюк, Загальна та неорганічна хімія, част. ІІ, – Рівне: НУВГП, 2009, 312 с.
8. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія.-Львів: Центр Європи, 2000.-864 с.
9. Чирва В.Я., Ярмолук С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія. - Львів: БаК, 2009. -996 с.
10. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. - К.: Вища школа, 1992.- 503 с.
11. Грищук Б.Д. Органічна хімія. – Тернопіль: «Підручники і посібники», 2010. – 448 с.
12. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія. Підручник. – Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 800 с.
13. Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тіщенко В.М., Берегова О.М. Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с

14. Загальна хімія: підручник / Панасенко О. І. [та ін.]. – Запоріжжя: Вид-во ЗДМУ, 2015. - 422 с
15. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Видавництво: Львівська політехніка, 2021; С. 488.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Білет містить чотири запитання основної програми. Кожне оцінюється в 25 балів в залежності від повноти відповіді. За результатами відповіді вступника комісія може задати йому(їй) додаткові запитання, відповіді на які враховуються при оцінюванні відповідного питання.

Оцінювання кожного питання здійснюється за наступною бальною шкалою.

1. **21-25 балів** заслуговує відповідь, у якій вступник\_ця:

- виявив\_ла всебічне і глибоке знання хімії, включаючи ґрунтовні знання методик, джерел, основної та додаткової навчально-наукової літератури;
- довів\_ла спроможність аналітично мислення та самостійно узагальнювати й побувати вичерпні відповіді на запитання екзаменаційного білету і додаткові/уточнюючі запитання комісії.

2. **11-20 балів** заслуговує відповідь вступника\_ці, у якій:

- продемонстрував\_ла ґрунтовні знання в обсязі навчальної програми, знань основних джерел та матеріалів з літератури і ключових понять і категорій, а також принципів і методології дослідження актуальних проблем хімії в межах питання у залежності від глибини його розкриття.

3. **5-10 балів** - якщо вступник\_ця:

- володіє знаннями з питання в обсязі навчальної програми і знає лише основні поняття та проблематику;
- дає часткові відповіді на запитання або на окремі додаткові питання

4. **менше 5 балів** заслуговує відповідь вступника\_ці, який\_а:

- погано володіє основним матеріалом;
- не оперує ключовими поняттями і категоріями хімії;
- не може чітко і логічно розкрити зміст
- робить грубі логічні помилки у відповідях.

5. **0 балів** – відповідь на питання відсутня.

Кінцева оцінка формується за формулою  $O=100 + P1+P2+P3+P4$ .

Гарант програми



Петро ФОЧУК