

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В. о. президента  
Національного університету  
«Київо-Могилянська академія»



В. М. Ожоган

27 травня 2020 р.

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ З ФАХУ**  
для вступників на навчання до аспірантури для здобуття ступеня  
доктора філософії (PhD) за спеціальністю  
102 «ХІМІЯ»  
(галузь знань: 10 Природничі науки»)

Схвалено  
Вченою радою  
факультету природничих наук  
(протокол № 3 від 26 травня 2020 р.)

КИЇВ –2020

## I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Складання вступного іспиту з фаху передбачено Правилами прийому до Національного університету «Києво-Могилянська академія» в 2020 р. (далі – Правила) для тих абітурієнтів, які вступають на навчання до аспірантури НаУКМА для здобуття ступеня доктора філософії (PhD) з відповідних спеціальностей, зазначених у додатку 1 до Правил.

Вступний іспит з фаху за спеціальністю 102 «Хімія» має за мету з'ясування рівня фахових компетентностей, теоретичних знань і практичних навичок абітурієнтів із засадничих дисциплін з хімії; визначення готовності вступників до засвоєння програми підготовки науково-педагогічних і наукових кадрів вищої кваліфікації, яка відповідає третьому (освітньо-науковому) рівню вищої освіти та восьмому кваліфікаційному рівню за Національною рамкою кваліфікацій.

Вступний іспит з фаху за спеціальністю 102 Хімія, проводиться у формі усного екзамену, під час якого кожен абітурієнт надає відповіді на три питання, вміщені в обраному ним білеті.

**Кількість білетів – 10**

**Час на підготовку до відповіді – 30 хв.**

**Тривалість опитування одного абітурієнта – до 30 хв.**

## II. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВСТУПНОГО ІСПИТУ З ФАХУ

**Оптичні методи аналізу.** Природа електромагнітного випромінювання. Хвильові і корпускулярні властивості світла. Спектр електромагнітного випромінювання, його основні характеристики та способи їх виразу (довжина хвилі, частота, хвильове число, інтенсивність випромінювання). Ділянки спектра, які використовуються в аналізі.

Спектр атомів. Основні і збуджені стани атомів та їх характеристика. Енергетичні переходи. Імовірності електронних переходів і час життя збуджених атомів. Спектральні лінії. Зв'язок інтенсивності з числом випромінювальних частинок.

Спектр молекул. Повна енергія молекули як сума електронної коливної і обертальної енергії. Основні і збуджені стани молекул. Особливості молекулярних спектрів. Залежність виду спектра від агрегатного стану речовини.

**Фотометричні методи аналізу.** Колориметричні методи. Фотоколориметрія і спектрофотометрія розчинів. Теоретичні основи методу. Закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера та його математичний вираз. Величини, що характеризують поглинання як основну характеристику чутливості фотометричної реакції. Ефективний та істинний молярний коефіцієнт поглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання.

Причини відхилення, пов'язані з немонохроматичністю світлового потоку та станом поглинаючих світло частинок у розчині. Способи визначення концентрації речовин у фотометричному аналізі: розрахунковий за відомим молярним коефіцієнтом, калібрувальний графік, порівняння оптичних густин, добавок.

УФ-видима спектроскопія (введення та принципи). Визначення УФ-випромінювання. Принципи УФ-видимої спектроскопії. Спектри поглинання та закони поглинання. Типи переходів, хромофорний ефект, правило Woodward-Feiser, ефекти розчинника.

### **Атомно-абсорбційний спектральний аналіз**

Теоретичні основи методу. Способи атомізації. Джерела характеристичного випромінювання. Методи визначення концентрації: метод порівняння, метод калібрувального графіку, метод добавок. Можливості та застосування методу.

**Люмінесцентний спектральний аналіз.** Явище люмінесценції. Флуоресценція і фосфоресценція. Люмінофори. Закон Стокса. Енергетичний вихід люмінесценції, залежність від ряду факторів. Види люмінесцентного аналізу: сортовий аналіз, кількісний люмінесцентний аналіз, хімічний люмінесцентний аналіз, люмінесцентна хроматографія.

**Інфрачервона-спектроскопія.** Походження ІЧ - спектрів. Валентні та деформаційні коливання. Ймовірність коливальних переходів. Основні спектральні лінії. Обертони. Можливості Фур'є-спектроскопії та її переваги порівняно з традиційною спектроскопією. Фундаментальні переходи в коливальних спектрах хімічних сполук; Фактори, що впливають на інтенсивність смуги поглинання. Залежність коливальних спектрів від хімічної будови молекул. Найважливіші характеристичні смуги поглинання в області основних частот коливань неорганічних, органічних та полімерних сполук. Ідентифікація речовин за ІЧ - спектрами. Атласи спектрів. Застосування ІЧ - спектроскопії для аналізу об'єктів навколишнього середовища.

### **Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.**

Радіоспектрометри. Розчинники та внутрішні еталони. Основні параметри спектру ЯМР (хімічний зсув сигналу, мультиплетність сигналу та константа спінової взаємодії, інтегральна інтенсивність). Можливості методу по визначенню будови сполук, кількісному аналізу сумішей, дослідженню швидких перегрупувань та реакцій обміну. Недоліки методу спектроскопії ЯМР  $H^1$ .

Спектроскопія магнітного резонансу на інших ядрах ( $^{13}C$ ,  $^{15}N$ ,  $^{19}F$ ,  $^{31}P$ ). Особливості запису спектрів. Основні параметри спектру ЯМР інших ядер (хімічний зсув сигналу, мультиплетність сигналу та константа спінової взаємодії, інтегральна інтенсивність). Методики спрощення спектрів ЯМР інших ядер. Можливості методу магнітного резонансу. Твердотільний ЯМР.

**Структурна мас-спектрометрія.** Методи йонізації молекул. Принципи отримання мас-спектрів і схема мас-спектрометра. Типи йонів, що фіксуються в мас-спектрометрії. Напрямки фрагментації в мас-спектрі для визначення структурних елементів у молекулі речовини. Особливості мас-спектрів сполук різних класів. Можливості методу структурної мас-спектрометрії. Визначення структурних елементів сполук за їх мас-спектрами. Поняття про хромато-мас-спектрометрію.

Сумісне використання спектральних методів для визначення будови сполук. Визначення за УФ-спектром спряжених кратних зв'язків, ароматичного ядра та карбонільної групи. Підтвердження за ІЧ-спектром вмісту вищезгаданих груп та визначення інших функціональних груп за характеристичними частотами коливань. Підтвердження за даними спектрів ЯМР наявності в молекулі знайдених функціональних груп та визначення розташування різних атомів в молекулі. Основні напрямки фрагментації в мас-спектрі для визначення структурних елементів у молекулі речовини.

**Термофізичні методи аналізу.** Основні поняття принципів термофізичних методів дослідження. Термічні переходи в полімерних і неpolімерних матеріалах. Короткі характеристики методів дослідження диференціально-сканувальної калориметрії (ДСК) та термо-гравіметричного аналізу (ТГА)

**Хроматографія.** Основні принципи методу і його переваги. Види хроматографічного методу. Газова та рідинна хроматографія. Високоєфективна рідинна хроматографія. Хроматографічні характеристики (коефіцієнт ємкості, коефіцієнт розділення, характеристики піків). Основні теоретичні положення. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Хроматографічний аналіз (якісний і кількісний). Йонообмінна хроматографія.

### **Потенціометричні методи аналізу**

Загальна характеристика методу. Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Потенціометричне титрування: вимірювання електродного потенціалу в процесі титрування. Криві титрування. Реакції, що використовуються в потенціометричному титруванні, та вимоги до них. Переваги і недоліки потенціометричного титрування.

### **Полярнографічні методи аналізу**

Суть методу і його переваги. Явище поляризації та його види. Характеристика полярнографічної, кривої та умови її одержання. Конденсаторний (ємкісний), міграційний і дифузійний струми. Граничний дифузійний струм.

## **Кондуктометричні методи аналізу**

Теоретичні основи методу. Питома та еквівалентна електропровідність і зв'язок між ними. Вплив концентрації електролітів на електропровідність. Пряма кондуктометрія і кондуктометричне титрування. Реакції, які застосовуються в кондуктометричному титруванні. Високочастотне титрування.

**Електронна мікроскопія.** Компоненти електронної мікроскопії. Види електронної мікроскопії. Просвічувальна електронна мікроскопія (ПЕМ) та можливості її застосування до різних об'єктів. Сканувальна електронна мікроскопія (СЕМ, СТМ). Кількісний аналіз поверхні твердих тіл. Методи фазової електронної мікроскопії та їх використання. Принцип дії електронного мікроскопа.

**Рентгено-фотоелектронна спектроскопія (РФЕС - XPS).** Застосування РФЕС для хімічного аналізу. Оже-електрони і рентгенівські кванти. Хімічні зсуви в РФЕ спектрах. Кількісний аналіз поверхні твердих тіл. Структура максимумів РФЕ спектрів.

### III. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ

1. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М., "Мир", 2003.
2. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М: Мир, 1992.
3. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
4. Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, David L. Bryce Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2014, 464 p.
5. Tony Owen // Fundamentals of modern UV-visible spectroscopy, Agilent Technologies, 2000.
6. Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Second Edition / Brian C. Smith .- Taylor & Francis, 2011.- 207 p.
7. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications / B. Stuart .- John Wiley & Sons, 2004.-203p.
8. Spectrometric identification of organic compounds // RM Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, D.L. Bryce. – 2014.
9. Thermal analysis of polymers. Fundamental and applications. Eds.: J.D. Menczel, R.B.Prime. - Willey: Hoboken, 2009, 385.
10. Дорохова Э.Н., Прохорова Г.В. Физико-химические методы анализа. М.: "Высшая школа", 1991. - 255с.
11. Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях: навч.-метод. посібн. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 304с.
12. Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Л.: Каменяр, 1993. - 164с.
13. Ньюбури Д. Е. Основы аналитической электронной микроскопии / Д. Е. Ньюбури, Дж.М. Каули и др ; пер. с англ. Под ред Усикова.М.П. -М.: Металлургия, 1990, -583 с.
14. Stokes, Debbie J. (). Principles and Practice of Variable Pressure Environmental Scanning Electron Microscopy (VP-ESEM). Chichester: John Wiley & Sons. 2008,- 467 p.
15. Hüfner, S. Photoelectron spectroscopy: principles and applications. Springer Verlag. 1995.

#### IV. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Результати вступного іспиту з фаху за спеціальністю «Хімія» оцінюються за 100-бальною шкалою.

Сумарна кількість балів за усні відповіді на питання білета	Критерії оцінювання
91 – 100	Абітурієнт надав правильні та повні відповіді на всі 3 екзаменаційні питання, виявив глибоке розуміння їхньої суті та змісту, а також високий рівень теоретичних знань і практичних умінь з фахових дисциплін. Відповіді абітурієнта засвідчують здатність до аналізу й інтерпретації засвоєного матеріалу, відмінне володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.
76 – 90	Абітурієнт надав правильні та повні відповіді не менше ніж на 2 екзаменаційні питання або правильно, але недостатньо повно, відповів на всі 3 питання. Відповіді абітурієнта засвідчують у цілому високий рівень засвоєння програмного матеріалу, здатність до його аналізу та інтерпретації, належне володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.
50 – 75	Абітурієнт надав правильну та повну відповідь не менше ніж на одне екзаменаційне питання. Відповіді абітурієнта засвідчують задовільний рівень засвоєння програмного матеріалу і здатності до його засвоєння та інтерпретації, а також достатнє володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.
0 – 49	Абітурієнт не надав правильної та повної відповіді на жодне екзаменаційне питання. Відповіді абітурієнта засвідчують незадовільний рівень засвоєння програмного матеріалу і здатності до його засвоєння та інтерпретації, недостатнє володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.

Абітурієнт вважається таким, що склав вступний іспит з фаху за «Хімія», якщо його оцінка за усні відповіді на питання екзаменаційного білету становить **50 – 100 балів**.

У випадку, якщо екзаменаційна оцінка є нижчою за 50 балів (**0 – 49 балів**), абітурієнт вибуває з конкурсного відбору.