ІНСТИТУТ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ ім. Л.В. ПИСАРЖЕВСЬКОГО

НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Приймальної комісії
Директор Інституту фізичної хімії
ім. Л.В. Писаржевського НАН України
академік НАН України

_____ Віталій ПАВЛІЩУК
«_01_» _____2026 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ

на здобуття ступеня доктора філософії

Рівень вищої освіти: **Третій (освітньо-науковий)**

Галузь знань: **Е Природничі науки, математика та статистика**

Спеціальність: **Е3 Хімія**

Освітньо-наукова програма **«Хімія»**

Київ - 2026

Програма складена відповідно до Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502), за яким передбачено проведення вступного іспиту зі спеціальності в обсязі програми рівня вищої освіти магістра з відповідної спеціальності, а також згідно з Переліком галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. №266 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2024 р. №1021), Порядком прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2026 році (далі – Порядок прийому), затвердженим наказом МОН України від 26 лютого 2026 року № 373 та зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 20 березня 2026 року за № 374/45768, та Правилами прийому на навчання до аспірантури Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського Національної академії наук України для здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії, затвердженими рішенням вченої ради Інституту (протокол від 30.04.2026 р. №8).

Ухвалено
Вченою радою Інституту фізичної хімії
ім. Л.В. Писаржевського НАН України
протокол від 01.06.2026 №10

Атомно-молекулярне вчення в хімії. Поняття атома, молекули, хімічного елемента, речовини. Прості та складні речовини. Алотропія. Поняття моля, закон Авогадро. Атомні та молекулярні маси; одиниці та методи їх визначення.

Основні закони хімії: закон еквівалентів і закони стехіометрії, закон постійності складу (закон Пруста) і його обмеження, дальтоніди і бертоліди.

Параметри газових систем. Ідеальні та реальні гази, суміші ідеальних газів. Закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Менделєєва-Клапейрона. Закон парціальних тисків.

Способи вираження концентрації розчинів. Методи визначення молекулярної маси розчиненої речовини за осмотичним тиском, температурою замерзання і кипіння розчину. Розчинність, добуток розчинності.

Рушійні сили хімічних процесів, рівноважні і нерівноважні реакції.

Окисно-відновні реакції. Реакції диспропорціювання і конпропорціювання.

Моделі будови атома. Постулати Бора, атомні спектри. Хвилі де-Бройля. Принцип невизначеності Гейзенберга. Рівняння Шредінгера та принципи його розв'язування для найпростіших систем.

Атомні орбіталі. Квантування орбітального, магнітного та спінового моментів. Квантові числа. Принцип Паулі. Правила заповнення енергетичних рівнів багатоелектронних атомів. Правила Гунда.

Потенціали іонізації. Поняття спорідненості до електрона і електронегативності.

Будова атомного ядра. Радіоактивність. Ізотопи.

Періодичний закон Д.І.Менделєєва. Зміна характеристик елементів по періодах і групах. Вторинна та внутрішня періодичність. Лантаноїдне та актиноїдне стиснення та його вплив на хімічні властивості елементів.

Теорії, що описують хімічний зв’язок. Іонний і ковалентний зв’язок. Метод валентних зв’язків. Гібридизація. Донорно-акцепторна взаємодія. Будова молекул і іонів в рамках методу валентних зв'язків. Полярний і неполярних ковалентний зв'язок, дипольний момент. Метод молекулярних орбіталей (МО) і метод МО як лінійна комбінація атомних орбіталей (МО ЛКАО). Побудова діаграм МО для двоатомних гомо- і гетероядерних молекул. Кратність зв’язку. Металічний зв’язок. Водневий зв’язок. Міжмолекулярна взаємодія. Основні положення теорії Вернера. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках. Теорія кристалічного поля.

Теорії кислотно-основних взаємодії. Кислотність Бренстеда і Льюїса. Константи дисоціації кислот та основ. Теорія жорстких і м'яких кислот та основ. Константи комплексоутворення.

Будова твердого тіла. Кристалічний стан речовини. Типи кристалічних граток, енергія кристалічної гратки іонного кристалу. Постійна Маделунга.

Рівняння стану ідеального газу. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса.

Типи термодинамічних систем. Повна та внутрішня енергія системи. Закон Гесса. Ентальпія. Стандартні ентальпії утворення та згоряння речовин. Перший закон термодинаміки. Цикл Борна-Габера.

Другий закон термодинаміки. Зв’язана теплота Клаузіуса. Функція стану – ентропія. Вплив зміни ентропії на перебіг процесів.

Вільні енергії Гіббса і Гельмгольца. Термодинамічні потенціали. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Самовільні процеси. Хімічний потенціал. Критерії можливості та напряму протікання самовільних процесів у відкритих системах.

Розрахунок функцій стану: ентропії, внутрішньої енергії, ентальпії, енергії Гельмгольца та енергії Гіббса. Робота і теплота хімічних процесів.

Термодинамічні властивості газових сумішей. Закон розподілу Больцмана-Максвела.

Третій закон термодинаміки.

Основи статистичної термодинаміки.

Гомогенна рівновага. Закон діючих мас. Способи вираження константи рівноваги. Хімічна рівновага в ідеальних і неідеальних системах. Зміна енергії Гіббса і Гельмгольца в хімічних перетвореннях. Використання енергії Гіббса для розрахунку константи хімічної рівноваги. Розрахунок виходу продуктів хімічних реакцій різних типів. Принцип Ле-Шательє. Гетерогенні хімічні рівноваги та їх особливості.

Поверхневі явища. Адсорбція на межі розділу тверде тіло-газ. Фізична і хімічна адсорбція.

Реальні розчини. Коефіцієнти активності. Тиск насиченої пари рідких розчинів. Закон Рауля, закон Генрі. Явище осмосу. Термодинаміка осмотичного тиску. Парціальні мольні величини. Рівняння Гіббса-Дюгема.

Швидкість хімічних реакцій. Константа швидкості хімічної реакції. Порядок та молекулярність реакції. Методи вимірювання швидкостей хімічних реакцій.

Залежність швидкості від температури. Правило Вант-Гофа. Рівняння Арреніуса. Теорія активованого комплексу і перехідного стану.

Основні поняття каталізу. Класифікація каталітичних реакцій. Механізми дії каталізаторів. Гомогенний каталіз. Гетерогенний каталіз та його особливості.

Теорія електролітів Арреніуса. Сильні та слабкі електроліти. Іонна сила. Закон іонної сили. Іонні рівноваги. Теорія сильних електролітів Дебая-Хюкеля. Електропровідність розчинів електролітів.

Подвійний електричний шар. Питома та еквівалентна електропровідність. Електродний потенціал та електрорушійна сила. Рівняння Нернста. Гальванічні елементи.

Електроліз водних розчинів та розплавів електролітів. Закони Фарадея. Хімічні джерела струму.

Фізичні і фізико-хімічні методи дослідження і аналізу. Задачі, які можна вирішити з використанням таких методів.

Основи ІЧ-спектроскопії. Основи електронної спектроскопії неорганічних і органічних речовин. Закон Бугера-Ламберта–Бера, молярний коефіцієнт світлопоглинання. Люмінесценція і фосфоресценція. Рентгенівська флуоресценція.

Основи спектроскопії ЯМР і ЕПР. Рентгенфотоелектронна спектроскопія.

Основи мас-спектрометрії.

Взаємодія рентгенівських променів з кристалічною речовиною. Закони дифракції рентгенівських променів. Принципи рентгенофазового і рентгеноструктурного аналізу кристалічних речовин.

Електрохімічні методи дослідження: полярографія, циклічна вольтамперометрія, амперометрія, кулонометрія.

Хроматографічні методи аналізу. Теоретичні основи хроматографії.

Особливості електронної будови атомів, властивості елементів. Електронні конфігурації та характерні ступені окиснення елементів.

Зміна властивостей елементів в групах і періодах Періодичної системи. Закономірності зміни найбільш стабільних ступенів окиснення елементів в групах

Закономірності зміни окисно-відновних властивостей сполук елементів в залежності від положення в групі.

Закономірності зміни кислотно-основних властивостей кисеньвмісних сполук елементів в групі.

Класи неорганічних сполук. Методи одержання сполук різних класів – оксидів неметалів, оксидів металів, кислот, основ, лугів, галогенідів та оксогалогенідів, бінарних сполук з воднем. Взаємодія простих речовин з воднем, металами, киснем, водою, кислотами і лугами. Взаємодія оксидів елементів з водою. Термічна стійкість солей кисеньвмісних кислот, що містять атоми галогенів, халькогенів, N, P та інших елементів. Взаємодія оксидів і галогенідів елементів з водою.

Поняття про механізми неорганічних реакцій.

Загальна характеристика хімічних властивостей елементів та сполук елементів головних підгруп 1-8 груп періодичної системи, металів 3d, 4d, 5d рядів.

Основи аналітичної хімії. Методи визначення елементів головних підгруп періодичної системи та їх сполук, металів 3d, 4d, 5d рядів та їх сполук. Хімічні методи кількісного аналізу. Титрометричний аналіз, гравіметричний аналіз.

Основи органічної хімії. Теорія хімічної будови органічних сполук. Основні класи органічних сполук. Алкани, алкени, алкіни, кисеньвмісні органічні сполуки, азотвмісні органічні сполуки.

Поняття про механізми органічних реакцій - нуклеофільне і електрофільне заміщення, радикальні реакції. Ароматичність. Індукційні і мезомерні ефекти в органічних сполуках.

Основи хімії високомолекулярних сполук. Мономери, реакції полімеризації і поліконденсації. Механізми реакцій полімеризації - іонна, радикальна полімеризація, хімічне і фотохімічне ініціювання полімеризації. Лінійні і розгалужені полімери. Штучні і природні полімери.

Основи колоїдної хімії. Типи дисперсних середовищ та їх основні характеристики.

Критерії оцінювання, структура оцінки та порядок оцінювання підготовленості вступників

1. Вступний іспит із спеціальності - форма оцінювання в Інституті, що передбачає оцінювання здобутих раніше компетентностей (результатів навчання) в обсязі стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня з спеціальності Е3 Хімія, необхідних для опанування освітньої програми третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Вступний іспит спрямовано на оцінку знань та розуміння абітурієнтом основних положень хімії, будови речовини та хімічного зв’язку, методів одержання сполук різних класів, загальних закономірностей, які описують хімічні властивості речовин, хімічні перетворення та фізичні процеси, які їх ініціюють або супроводжують, а також здатності абітурієнта до логічного мислення і аналізу.

Вимоги до абітурієнта:

- розуміння фізичного змісту величин, якими він/вона оперує;
- розуміння змісту законів і формул, які він/вона наводить;
- вміння аналізувати закономірності зміни хімічних властивостей елементів і їх сполук в рядах аналогів;
- вміння прогнозувати зміни, що будуть відбуватися в системі при зміні параметрів рівнянь, що описують такі системи;
- здатність ілюструвати відповідь прикладами.

2. Вступний іспит зі спеціальності проводиться в усній формі. Час, відведений на підготовку до відповіді, не перевищує одну (астрономічну) годину.

3. Іспит проводиться за білетами, які складені предметною екзаменаційною комісією не пізніше ніж за місяць до проведення іспиту та затверджені головою приймальної комісії Інституту.

4. Результат іспиту визначається як середньоарифметичне усіх оцінок, які вступник отримав за кожне з питань екзаменаційного білета.

Максимальна кількість балів – 100, мінімальна позитивна оцінка іспиту зі спеціальності складає 60 балів. Для вступників, які отримали на іспиті зі спеціальності менше 60 балів, ухвалюється рішення про негативну оцінку вступника («незадовільно»). Такі вступники позбавляються права на участь у конкурсному відборі на зарахування до аспірантури Інституту.

Бал, одержаний за іспит, переводиться у 200-бальну шкалу відповідно до Таблиці 4 Правил прийому на навчання до аспірантури Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського Національної академії наук України для здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії у 2026 році.

5. Відповіді на питання у білеті оцінюються за такими критеріями і балами:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Критерії
90-100	Відмінно	Відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з, можливими, незначними недоліками. Глибоке розуміння теоретичних концепцій та прикладного аналізу завдання; відповідь повністю висвітлена та відповідає вимогам всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; чітке володіння понятійним апаратом, методами та інструментами, передбаченими програмою. У відповіді продемонстровано здібності у розумінні, викладі та використанні програмного матеріалу.
75-89	Добре	В цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок. Чітке представлення теоретичних вмінь і навичок; всі завдання повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками; відповідь демонструє виявлення знань основного програмного матеріалу, володіння теорією та необхідними методами, передбаченими програмою; вміння використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремі незначні помилки.

60-74	Задовільно	Посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків; мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь). Здатність до самостійного виконання завдання з використанням базових знань; у відповіді присутні значні прогалини у знаннях основного матеріалу за програмою; не досить упевнене володіння окремими поняттями, методами та теорією, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.
0-59	Незадовільно	Незадовільний рівень знань. Відповідь демонструє обмежене розуміння питань і завдань, недостатню здатність застосовувати теоретичні знання на практиці, що призводить до невірних висновків та помилок у відповідях на запитання.

ЛІТЕРАТУРА

D.F. Shriver and P.W. Atkins. Inorganic Chemistry. OUP Oxford, 2009. – 824 p.

F.A. Cotton, G. Wilkinson. Advanced Inorganic Chemistry. Third Edition. Interscience Publishers., 1972. – 1171 p.

Atkins P., de Paula J. Atkins' Physical Chemistry. 11th edition. Oxford: Oxford University Press, 2018. — 1264 p.

F. Daniels and R.A. Alberty, Physical Chemistry 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1961 – 744 p.

Гомонай В., Гомонай О. Фізична хімія. Ужгород: ВАТ «Патент», 2004 - 712 с.

R.S. Drago. Physical Methods in Chemistry. W B Sanders Company, 1977. – 653 p.

Колоїдна хімія: підручник / М.О. Мчедлов-Петросян, В.І. Лебідь, О.М. Глазкова, О.В. Лебідь; за ред. проф. М.О. Мчедлова-Петросяна. – 2-ге вид., випр. і доп. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012 – 500 с.

A.L. Ternay. Contemporary Organic Chemistry W. B. Saunders Company, 1976 - 1039 p.

Analytical chemistry. Seventh edition / Gary D. Christian, Purnendu K. (Sandy) Dasgupta, Kevin A. Schug, John Wiley & Sons, 2014 – 850 p.