

Міністерство освіти і науки України  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗИНА  
Хімічний факультет

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Приймальної комісії  
ректор Харківського національного  
університету імені В. Н. Каразіна

\_\_\_\_\_ проф. В. С. Бакіров

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ПРОГРАМА**

**ДОДАТКОВОГО ФАХОВОГО ІСПИТУ  
ЗА СТУПЕНЕМ “МАГІСТР”**

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

Затверджено на засіданні вченої ради хімічного факультету  
Протокол № 2 від « 25 » січня 2019 р.

Голова вченої ради

О. М. Калугін

Харків 2019

## **Розділ 1. Механіка**

Системи відліку. Переміщення. Шлях. Швидкість. Прискорення. Прискорення при криволінійному русі. Поступальний та обертальний рухи.

Кутова швидкість. Кутове прискорення. Зв'язок між лінійною та кутовою швидкостями. Закони Ньютона. Інерційні та неінерційні системи відліку.

Принцип відносності Галілея. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр інерції механічної системи. Момент сили. Момент пари сил. Момент сили відносно осі. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Робота. Потужність. Кінетична енергія. Консервативні та неконсервативні сили. Поле сил. Потенційна енергія. Зв'язок між потенційною енергією та силою. Закон збереження механічної енергії.

Сили інерції. Сили інерції в системах відліку, що обертаються. Доцентрова сила інерції. Сила Кориоліса. Сила тяжіння та вага тіла. Степені свободи механічної системи. Плоский рух твердого тіла. Кінетична енергія тіла, що обертається, при довільному плоскому русі. Момент імпульсу твердого тіла відносно осі. Рівняння руху для тіла, що обертається. Обчислення моментів інерції. Момент імпульсу твердого тіла. Головні моменти інерції двоатомної молекули. Гіроскопи. Прецесія гіроскопів.

## **Розділ 2. Коливання та хвилі**

Коливання. Гармонічні коливання. Енергія гармонічного коливання. Графічне зображення гармонічних коливань. Вектор амплітуди. Складання гармонічних коливань одного напрямку. Биття. Складання взаємно перпендикулярних коливань. Затухаючі коливання. Змушені коливання. Резонанс. Хвилі. Пружні хвилі. Рівняння плоскої хвилі. Рівняння сферичної хвилі. Хвильове число. Хвильовий вектор. Хвильове рівняння. Енергія пружної хвилі. Потік енергії. Хвильові пакети. Групова швидкість. Нормальна та аномальна дисперсія хвиль. Інтерференція хвиль. Дифракція хвиль. Стоячі хвилі. Коефіцієнт стоячої хвилі. Звукові хвилі.

## **Розділ 3. Молекулярна фізика і термодинаміка**

Термодинамічна система. Параметри стану. Ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу. Внутрішня енергія термодинамічної системи. Перше начало термодинаміки. Робота, виконувана газом, при зміні об'єму. Внутрішня енергія та теплоємність ідеального газу. Рівняння адіабати ідеального газу. Робота, виконувана газом, при адіабатичному процесі. Молекулярно-кінетична теорія газів. Розподіл молекул за швидкостями Максвелла. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Теплові машини. ККД теплових машин. Друге начало термодинаміки. Цикл Карно. ККД для цикла Карно. Нерівність Клаузіуса.

Ентропія. Теорема Нернста. Макро- та мікростани термодинамічної системи. Статистична вага. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля–Томсона. Зрідження газів. Кипіння та випаровування. Плавлення та кристалізація. Діаграма стану.

Рідини. Властивості рідин. Поверхневий натяг. Тиск над вигнутою поверхнею рідини. Особливості кристалічної будови. Фізичні типи кристалічних решіток. Тепловий рух в кристалах. Закон Дюлонга і Пті. Теорія теплоємності Ейнштейна. Теорія теплоємності Дебая. Фонони.

## **Розділ 4. Електрика та магнетизм**

Електричне поле в вакуумі. Електричні заряди. Закон Кулона. Електричне поле. Робота сил електричного поля. Потенціал. Зв'язок між напруженістю електричного поля та потенціалом. Електричний диполь. Поле електричного диполя. Диполь у зовнішньому електричному полі. Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса. Застосування теореми Гауса для обчислення напруженості електричного поля.

Електричне поле в діелектриках. Поляризація діелектриків. Вектор поляризації. Теорема Гауса для вектора поляризації. Електрична індукція. Діелектрична сприйнятливність. Діелектрична проникність. Електричне поле всередині діелектрика. Електричне поле на межі розділу двох діелектриків.

Провідники в електричному полі. Розподіл зарядів на провіднику. Енергія системи точкових зарядів. Енергія електричного поля. Щільність енергії електричного поля.

Постійний електричний струм. Сила струму. Щільність струму. Опір провідників. Електрорушійна сила. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа.

Магнітне поле в вакуумі. Взаємодія струмів. Магнітний момент контуру з струмом. Магнітна індукція. Магнітне поле в речовині. Напруженість магнітного поля. Магнітна сприйнятливість. Магнітна проникність. Магнітне поле на границі розділу двох магнетиків.

Магнітні властивості речовини. Магнітні моменти атомів. Парамагнетика. Феромагнетика. Діамагнетика.

Електромагнітна індукція. Правило Ленца. ЕРС електромагнітної індукції. Струми Фуко. Явище самоіндукції. Індуктивність. Взаємна індукція. Енергія магнітного поля. Щільність енергії магнітного поля.

Змінний струм. Квазістаціонарний струм. Коло з активним опором, реактивним індуктивним опором та реактивним ємнісним опором. Потужність, що виділяється в колі змінного струму.

Електричні коливання. Незатухаючі електричні коливання. Затухаючі електричні коливання. Змушені електричні коливання.

Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння для електромагнітної хвилі. Фазова швидкість електромагнітних хвиль. Плоскі електромагнітні хвилі. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойнтинга. Збудження електромагнітних хвиль.

Електронні властивості твердого тіла. Носії струму в металах. Класична теорія електропровідності металів. Зонна теорія твердих тіл. Стан електронів в атомах. Утворення енергетичних зон. Заповнення енергетичних зон в металах, напівпровідниках та діелектриках. Розподіл електронів по рівням зони провідності в металі. Енергія Фермі. Імпульс Фермі. Розподіл Фермі-Дірака. Електропровідність напівпровідників. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Ефект Холла. Контактні явища. Робота виходу. Контактна різниця потенціалів.

## **Розділ 5. Взаємодія речовини з електромагнітним випромінюванням**

Поглинання і емісія випромінювання. Основні характеристики випромінювання (довжина хвилі, частота, хвильове число, потужність та інтенсивність випромінювання). Спектр електромагнітного випромінювання. Відповідність між діапазонами спектру і енергетичними переходами в речовині. Ультрафіолетова, видима і інфрачервона області спектру.

Енергетичні переходи в атомах. Основний і збуджений електронний стан атому. Атомні спектри емісії і поглинання, якісна і кількісна характеристика спектральної лінії : довжина хвилі і інтенсивність. Ширина спектральної лінії, причини уширення ліній.

## **Розділ 6. Оптика та елементи атомної фізики**

Геометрична і хвильова оптика. Закони геометричної оптики. Світлова хвиля. Світловий вектор. Інтенсивність світлової хвилі. Когерентність світлових хвиль. Інтерференція світлових хвиль. Умова інтерференційних максимумів та мінімумів. Відбиття та заломлення плоскої хвилі на границі розділу двох діелектриків. Інтерференція від тонких пластинок. Смуги рівної товщини. Багатопроменева інтерферометрія. Інтерферометр Фабрі-Перо. Інтерференційні прилади.

Дифракція світла. Дифракція Френеля. Зони Френеля. Дифракція Френеля від круглого отвору. Дифракція Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера від щілини. Дифракційна решітка. Дисперсія та роздільна здатність оптичних приладів.

Природне та поляризоване світло. Поляризація при відбитті та заломленні світла. Поляризація при подвійному променезаломленні. Інтерференція поляризованих променів. Штучна оптична анізотропія. Ефект Керра. Обертання площини поляризації. Ефект Фарадея.

Дисперсія світла. Елементарна теорія дисперсії світла. Поглинання світла. Розсіювання світла.

Теплове випромінювання. Характеристики теплового випромінювання. Закони теплового випромінювання. Формула Релея та Джинса. Формула Планка. Зовнішній фотоэффект. Фотони.

### **Розділ 7. Будова атома**

Речовина і поле як матерія. Речовина як система. Рівні організації речовини: фундаментальні та елементарні частинки, атомне ядро, атом, молекула, комплексна частинка, кристал, біологічні, геологічні, космічні та інші об'єкти.

Квантовий характер випромінювання. Рівняння Планка. Дуалізм мікрооб'єктів. Рівняння де Бройля. Співвідношення невизначеності Гайзенберга.

Ядро як фундаментальна основа атома. Протонно-нейтронна модель ядра. Дефект маси. Умови стабільності ядер. Ізотопи, ізобари, ізотони. Закон постійності ізотопного складу. Відносні атомні та молекулярні маси. Шкали атомних мас (воднева, киснева, вуглецева).

Природна та штучна радіоактивність. Види радіоактивних перетворень. Основний закон радіоактивних перетворень. Період напіврозпаду. Правило зсуву. Методи одержання та виділення штучних радіоактивних ізотопів (методи адсорбції, хроматографії, екстракції, співсаджень). Практичне значення радіоактивних речовин. Метод мічених атомів.

Розвиток уявлень про будову атома. Планетарну модель атома. Постулати Бора. Походження атомних спектрів на прикладі атома водню. Походження характеристичних рентгенівських спектрів. Закон Мозлі.

Квантовий опис електрона в атомі. Хвильова функція. Рівняння Шредингера і його рішення для атома водню. Квантові числа, їх фізичний зміст. Енергетичний рівень, підрівень, орбіталь. s-, p-, d- та f- орбіталі. Багатоелектронні атоми.

Принципи заповнення атомних орбіталей: принцип мінімуму енергії, принцип Паулі. Максимальна ємність атомних орбіталей. Деталізація принципу мінімуму енергії для багатоелектронних атомів: правило Хунда, правило Клечковського, правило максимальної симетрії електронного розподілу. Порядок заповнення електронних орбіталей. Ефект екранування заряду ядра електронами та ефект проникнення електронів до ядра. Поняття про ефективний заряд ядра та про ефективне головне квантове число. Побудова періодичної системи елементів.

### **Розділ 8. Аналітична геометрія на площині**

Метод координат. Прямокутні декартові координати на площині та у просторі. Відстань між двома точками. Перетворення прямокутних координат на площині. Полярні координати на площині. Циліндричні та сферичні координати. Пряма лінія на площині. Рівняння прямої на площині. Кут між двома прямими, умови паралельності та перпендикулярності двох прямих. Відстань від точки до прямої. Лінії другого порядку. Канонічні рівняння та графіки кола, еліпса, гіперболи, параболи. Рівняння еліпса, гіперболи, параболи в полярних координатах. Класифікація кривих другого порядку.

### **Розділ 9. Алгебра**

Матриці та визначники. Поняття матриці. Лінійні дії з матрицями, множення матриць. Визначники та їх властивості. Обернена матриця. Системи лінійних рівнянь. Матричний запис системи лінійних рівнянь. Правило Крамера, метод Гаусса. Критерій сумісності системи лінійних рівнянь. Метод оберненої матриці. Однорідна система рівнянь.

Лінійні дії з векторами. Умова колінеарності двох векторів. Радіус-вектор точки. Орти, напрямні косинуси вектора. Лінійна залежність і незалежність векторів. Скалярний добуток двох векторів. Кут між векторами, умова ортогональності. Векторний добуток і його властивості. Змішаний добуток і його властивості. Координатна форма скалярного, векторного та змішаного добутків. Умова компланарності трьох векторів. Вектор-функція скалярного аргументу.

Площина та пряма у просторі. Рівняння площини, поняття нормалі. Рівняння прямої: як перетин двох площин, параметричне, канонічне. Відстань від точки до площини. Кут між площинами, між прямими. Взаємне розташування двох площин, прямої і площини.

Прості поверхні. Рівняння поверхні. Рівняння поверхні обертання. Поверхні обертання другого порядку: сфера, еліпсоїд, параболоїд, циліндричні та конічні поверхні.

Комплексні числа. Арифметична форма комплексного числа. Тригонометрична форма комплексного числа. Дії з комплексними числами.

### **Розділ 10. Математичний аналіз**

Границі та функції. Границя числової послідовності. Число  $e$ . Границя функції. Однобічні та нескінченні границі. Поняття нескінченно великих і нескінченно малих функцій. Порівняння нескінченно малих функцій.

Основні теореми про границі. Неперервні функції та їх властивості. Неперервність складної функції. Класифікація точок розриву. Експонента, натуральний логарифм.

Похідні та диференціали. Рівняння дотичної і нормалі до плоскої кривої. Поняття похідної, похідна складної функції. Похідні елементарних функцій, основні правила диференціювання. Диференціювання оберненої, неявної, параметрично заданої, векторної функцій.

Поняття диференціала, його геометричний зміст. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.

Локальний екстремум функції, його дослідження за допомогою першої і другої похідних. Опуклість функції, точки перегину. Асимптоти. Дослідження функцій, побудова графіків з використанням першої та другої похідних.

Невизначений інтеграл. Первісна. Невизначений інтеграл і його властивості.

Таблиця основних невизначених інтегралів. Інтегрування частинами, заміна змінної. Інтегрування простих раціональних, ірраціональних і трансцендентних функцій.

Визначений інтеграл. Визначений інтеграл як границя інтегральної суми. Геометричний зміст, основні властивості.

Інтеграли від необмежених функцій. Абсолютна збіжність невласного інтеграла. Ознаки збіжності невласних інтегралів.

### **Розділ 11. Диференціальне обчислення функцій кількох змінних**

Визначення функції кількох змінних (ФКЗ). Границя та неперервність ФКЗ. Частинні похідні, повний диференціал. Частинні похідні і диференціал складної та неявно заданої ФКЗ. Дотична площина і нормаль до поверхні.

Скалярні та векторні поля, градієнт скалярного поля. Похідна за напрямком. Частинні похідні та диференціали вищих порядків. Ознака повного диференціала.

Екстремум функції двох змінних, необхідні та достатні умови існування екстремума. Метод найменших квадратів.

### **Розділ 12. Інтегральне обчислення функцій кількох змінних**

Подвійні інтеграли, визначення та властивості. Обчислення подвійного інтеграла, заміна меж інтегрування в кратних інтегралах.

Обчислення площі кривої поверхні. Потрійний інтеграл, визначення та властивості, зведення до кратного. Обчислення потрійних інтегралів в циліндричних і сферичних координатах.

Умова незалежності криволінійного інтеграла від шляху інтегрування. Інтегрування повних диференціалів. Поверхневі інтеграли 1-го і 2-го роду, їх обчислення.

Векторне поле, потік векторного поля крізь поверхню. Формула Гаусса–Остроградського. Дивергенція. Циркуляція та ротор векторного поля. Формула Стокса. Лапласіан і гамільтоніан.

Звичайні диференціальні рівняння (ДР). Основні визначення, задача Коші. ДР 1-го порядку зі змінними, що розділяються. Однорідні ДР.

Лінійні ДР 1-го порядку. Задача про радіоактивний розпад.

ДР вищих порядків, випадки зниження порядків. Лінійні ДР 2-го порядку, структура розв'язання. Принцип суперпозиції.

### **Розділ 13. Ряди**

Чисельні ряди, їх збіжність. Необхідна умова збіжності ряду. Ознаки порівняння, Даламбера, Коші, інтегральний для рядів з додатними членами. Знакозмінний ряд, ознака Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність ряду.

Функціональні ряди, основні визначення. Рівномірна збіжність, ознака Вейерштрасса. Властивості рівномірно збіжних рядів. Степеневі ряди. Ряд Тейлора.

### **Розділ 14. Теорія ймовірностей та статистичні методи обробки результатів вимірювань**

Випадкові події та їх ймовірності. Теореми додавання та множення ймовірностей. Незалежність випадкових подій. Формула повної ймовірності.

Випадкова дискретна величина та її закон розподілу. Математичне сподівання, дисперсія та їх властивості. Неперервна випадкова величина. Функція та щільність розподілу.

Рівномірний розподіл. Нормальний розподіл випадкових похибок. Генеральна сукупність. Вибірка значень. Довірча ймовірність. Середнє арифметичне, стандартне відхилення, дисперсія. Виявлення промахів. Обчислення довірчого діапазону. Порівняння середніх і дисперсій двох методів аналізу. Число визначень, що забезпечує задані границі довірчого інтервалу.

Поширення похибок вимірювання на результати обчислень. Формули поширення похибок (систематичних і випадкових).

Регресійний аналіз у хімії. Уявлення про рівняння регресії. Метод найменших квадратів. Стандартне відхилення та коефіцієнт кореляції.

### **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Гусак А.А. Высшая математика: Учебник для студентов вузов в двух томах. – Минск: Тетрасистемс, 2001.
2. Баврин И.И. Высшая математика. – М., 2001.
3. Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. Краткий курс высшей математики. – М., 1975.
4. Мышкис А.Д. Лекции по высшей математике. – М., 1969.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., 1972.
6. Минорский В.П. Сборник задач по высшей математике. – М., 1987.
7. Савельев И.В. Курс общей физики. Механика: Учебное пособие для вузов. М: АСТ, Астрель, 2002. -336 с.
8. Савельев И.В. Курс общей физики. Электричество и магнетизм: Учебное пособие для вузов. М: АСТ, Астрель, 2002.-336 с.
9. Савельев И.В. Курс общей физики. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для вузов. М: АСТ, Астрель, 2002.-208 с.
10. Савельев И.В. Курс общей физики. Волны. Оптика: Учебное пособие для вузов. М: АСТ, Астрель, 2002.-256 с.
11. Савельев И.В. Курс общей физики. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для вузов. М: АСТ, Астрель, 2002.-368 с.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Т 1: Механика. М.: Наука, 1974.-519 с.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Т 2: Термодинамика и молекулярная физика.-М.: Наука, 1975.-551 с.

14. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Т 3: Электричество. М.: Наука, 1977.-688 с.
15. Основы аналитической химии. В 2 кн. / Под ред. Ю.А. Золотова. – 2-е изд., перераб и доп. –М.: Высш. шк., 2002.
16. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред.. Ю.Д. Третьякова. – М.: Издательский центр «Академия». Т. 1 – 2004, 240 с., Т. 2 – 2004, 368 с.
17. Хьюи Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. – М.: Химия, 1987. – 696 с.

### Критерії оцінювання

Екзаменаційний білет для письмової роботи містить 5 завдань, що охоплюють різні розділи фізики та математики, які застосовуються в хімії. Максимальна оцінка за завдання (задачу) складає 20 балів. Оцінка за завдання (задачу) виставляється у відсотках від максимальної відповідно до відсотку правильних відповідей. Загальна сума балів всіх завдань – 100. **Успішним «склав» вважається складання додаткового вступного випробування з загальною сумою  $\geq 50$  балів.**

При оцінюванні беруться до уваги такі фактори:

- 1) загальне розуміння логіки вирішення задачі;
- 2) правильність написання формул хімічних сполук, визначення валентності та ступенів окиснення, зарядів іонів;
- 3) знання головних хімічних властивостей основних класів хімічних сполук (органічних та неорганічних);
- 4) правильність написання рівнянь хімічних реакцій, в тому числі окисно-відновних;
- 5) правильність написання структурних формул речовин (в першу чергу, органічних);
- 6) правильність вживання хімічної номенклатури, вміння дати назву речовині за формулою та записати формулу за назвою;
- 7) знання основних співвідношень для кількісних розрахунків – вміння обчислити кількість речовини, молярну масу, масову частку, концентрацію, вміння вживати закони ідеальних газів для обчислення об'єму, тиску та відносної густини газів;
- 8) правильність арифметичних розрахунків;
- 9) правильність вживання одиниць вимірювання.

Максимальним балом оцінюється правильно розв'язана задача з урахуванням всіх факторів, що вказані вище.

Оцінка вище 85% від максимальної виставляється в разі правильного в цілому розв'язання задачі з незначними арифметичними помилками або невірними одиницями вимірювання.

Оцінка 70-85% від максимальної виставляється в разі правильного шляху розв'язання задачі при наявності більш суттєвих помилок, які впливають на кінцевий результат.

Оцінка 50-85% від максимальної виставляється за часткове розв'язання задачі або в разі наявності дуже серйозних помилок.

Затверджено на засіданні Приймальної комісії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
Протокол № 2 від « 11 » лютого 2019 р.

Відповідальний секретар  
Приймальної комісії

О.О. Анощенко

Голова фахової  
атестаційної комісії

О.І. Юрченко