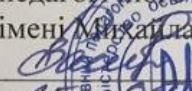


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО**

ЗАТВЕРДЖУЮ

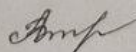
В.о. ректора Вінницького державного
педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

 **Наталія ЗАМКОВА**
«15»  2026 р.

ПРОГРАМА

**додаткового фахового вступного випробування (фахового заліку) з хімії
для здобуття ступеня вищої освіти доктор філософії
галузі знань: А Освіта
спеціальності: А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (Хімія)
денної та заочної форм навчання
освітньо-наукова програма «Теорія та методика навчання хімії»**

Голова фахової атестаційної комісії



доц. Блажко А.В.

Вінниця - 2026

Розробники:

Блажко Олег Анатолійович, гарант освітньо-наукової програми, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри хімії та методики навчання хімії, перший проректор з науково-педагогічної роботи;

Блажко Аліна Віталіївна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та методики навчання хімії;

Худоярова Ольга Степанівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії та методики навчання хімії.

Програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри хімії та методики навчання хімії (протокол № 15 від 06 травня 2026 р.).

ВСТУП

Відповідно до Правил прийому до аспірантури Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського особам, які вступають до аспірантури з іншої галузі знань (спеціальності), ніж та, яка зазначена в дипломі магістра (спеціаліста), рішенням Приймальної комісії університету призначається додаткове вступне випробування зі спеціальності відповідно до змісту галузі знань А Освіта, предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (хімія).

Додаткове вступне випробування зі спеціальності до аспірантури спрямоване на визначення хімічної компетентності здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії зі предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (Хімія).

Програма додаткового вступного випробування зі предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (хімії) складається з розділів:

Розділ 1. Загальна та неорганічна хімія

Розділ 2. Органічна хімія

Розділ 3. Аналітична хімія

1. Мета, завдання та вимоги до знань та вмінь

1.1 Метою додаткового вступного випробування зі предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (Хімія) є з'ясування ступеня хімічної компетентності вступника.

1.2 Основними завданнями додаткового вступного випробування зі предметної спеціальності А4.06 Середня освіта (Хімія) є діагностика основних знань та умінь майбутнього здобувача наукового ступеня з хімії, зокрема, загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, аналітичної хімії.

Проходячи додаткове вступне випробування, майбутній аспірант має показати основні знання з ключових тем курсів загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, аналітичної хімії.

2. Інформаційний обсяг програми додаткового вступного випробування зі спеціальності А4.06 Середня освіта (хімія)

Розділ 1. Загальна та неорганічна хімія

Хімія як наука. Об'єкт, предмет та завдання хімії як науки. Основні історичні етапи розвитку хімії. Структура та основні напрями сучасної хімії. Хімічний експеримент як метод наукового пізнання. Місце хімії серед наук, її роль у формуванні природничо-наукової картини світу. Сучасні досягнення хімічної науки та перспективи розвитку хімічних технологій. Значення хімії для розв'язання сировинної та енергетичної проблем. Хімія і проблеми сталого розвитку людства.

Основні поняття та закони хімії. Основні положення і поняття атомно-молекулярної теорії. Атом, молекула, йон. Хімічний елемент. Атомна одиниця маси. Відносні атомна та молекулярна маси. Методи визначення атомних мас. Проста і складна речовина. Алотропія та алотропні модифікації. Поліморфізм. Кількість речовини. Моль. Молярна маса і молярний об'єм. Мас-спектрометрія. Правило Дюлонга і Пті. Хімічні реакції як хімічна форма руху матерії. Необхідні умови для проходження реакцій. Ознаки хімічної реакції. Класифікація хімічних реакцій за різними ознаками: тепловим ефектом, складом реагентів, агрегатним станом, механізмом перебігу і т.д. Стехіометричні закони хімії. Закон збереження маси. Закон сталості складу. Речовини з молекулярною та немoleкулярною структурою. Дальтоніди і бертоліди. Закон еквівалентів. Поняття: еквівалент, еквівалентна маса, молярна маса та молярний об'єм еквівалентної речовини. Визначення молярних мас еквівалентів хімічних елементів та їх сполук (оксидів, кислот, основ, солей). Залежність молярної маси еквівалента від умов хімічної реакції. Закон простих кратних відношень Дальтона. Закони ідеальних газів. Нормальні (н.у.) та стандартні умови. Закони газового стану: Бойля-Маріотта, Шарля, Гей-Люссака. Закон Авогадро та висновки з нього. Густина газу. Відносна густина газу. Розрахунок молярної маси газуватих речовин (за молярним об'ємом, за відносною густиною). Закон простих об'ємних відношень.

Будова атома . Історія розвитку уявлень про складність будови атома. Модель атома

Томсона. Планетарна модель будови атома Резерфорда. Рентгенівські спектри. Закон Мозлі. Атомні спектри. Двоїста природа світла. Рівняння Планка. Основні ідеї квантової механіки. Постулати Бора. Переваги та недоліки теорії Бора. Сучасні уявлення про будову атома. Протонно-нейтронна модель ядра (Іваненко, Гапон, Гейзенберг). Нуклони та їх різновиди. Масове число. Нуклід. Ізотопи. Ізобари. Ізотони. Поняття радіоактивності. Поняття про ефективний заряд ядра атома. Екранування заряду ядра електронами. Поняття про дефект маси. Хвильовий характер електрона. Рівняння Луї де Бройля. Хвильова механіка. Принцип невизначеності Гейзенберга. Квантова механіка. Рівняння Шредінгера. Електронна густина. Атомна орбіталь. Характеристика стану електрона квантовими числами. Головне квантове число. Енергетичний рівень. Орбітальне квантове число. Енергетичний підрівень (s-, p-, d-, f-підрівень). Магнітне квантове число. Енергетична комірка. Форми атомних орбіталей та їх орієнтація у просторі. Спінове квантове число. Спін електрона. Будова багатоелектронних атомів. Принцип заборони Паулі. Принцип мінімуму енергії. Правило Хунда. Правила Клечковського. Розподіл електронів на енергетичних рівнях і підрівнях і послідовність заповнення атомних орбіталей електронами. Способи зображення електронних структур атомів: графічний, аналітичний, квантових комірок. Стабільні і нестабільні електронні конфігурації. Основний і збуджений стан атома. Валентні стани елементів.

Хімічні елементи та їх систематика. Перші спроби систематики хімічних елементів. Відкриття періодичного закону. Сучасне формулювання періодичного закону. Варіанти зображення Періодичної системи. Структура Періодичної системи елементів. Класифікація хімічних елементів за будовою електронної оболонки (s-, p-, d-, f-елементи) і за властивостями ізолюваних атомів хімічних елементів (метали, неметали, інертні елементи). Зв'язок періодичної системи з будовою атомів. Типи періодичності зміни властивостей елементів. Основна, вторинна і внутрішня періодичність. Поняття про кайносиметрію. Зміна хімічної активності металів і неметалів по періодах і групах. Зміна кислотно-основних властивостей оксидів і гідроксидів по періодах і групах. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів А- і В-підгруп. Періодичні та неперіодичні властивості елементів. Розміри атомів і йонів. Ковалентні та атомні радіуси. Зміна атомних і йонних радіусів у періодах і групах. Лантаноїдне стиснення. Енергія йонізації атомів. Зміна величин енергії йонізації атомів по періодах і групах. Енергія спорідненості до електрона. Зміна величин енергії спорідненості до електрона по періодах і групах. Поняття про електронегативність елементів. Ступінь оксидації (окиснення) ізолюваних атомів хімічних елементів та в сполуках. Ступінь оксидації хімічних елементів за періодами і підгрупами Періодичної системи елементів.

Хімічний зв'язок. Основні типи хімічного зв'язку. Кількісні характеристики хімічних зв'язків: енергія зв'язку, довжина зв'язку. Розвиток уявлень про хімічний зв'язок: валентність, теорії Косселя і Льюїса, теорія ковалентного зв'язку. Метод валентних зв'язків, основні положення. Обмінний механізм утворення ковалентного зв'язку. Способи перекривання електронних орбіталей. σ -, π - та δ - зв'язки. Одинарний і кратні зв'язки. Властивості ковалентного зв'язку: напрямленість, насиченість, поляризованість. Концепція гібридизації атомних орбіталей. Прості типи гібридизації: sp , sp^2 , sp^3 . Просторова конфігурація молекул, типи молекулярних структур. Основні положення теорії молекулярних орбіталей (МО). Визначення порядку (кратності) зв'язків. Донорно-акцепторний механізм ковалентного зв'язку. Йонний зв'язок. Ненаправленість і ненасиченість йонного зв'язку. Водневий зв'язок, природа і особливості водневого зв'язку. Види водневого зв'язку: міжмолекулярний і внутрішньомолекулярний. Вплив водневого зв'язку на властивості речовин. Металічний зв'язок. Зонна теорія твердого тіла. Утворення енергетичних зон при перекриванні орбіталей. Зона провідності, заборонена зона, валентна зона. Електроні дірки. Типи твердих тіл з позиції зонної теорії: метали, напівпровідники, ізолятори (діелектрики).

Міжмолекулярна взаємодія. Дипольний момент хімічного зв'язку. Полярні і неполярні молекули. Дипольний момент молекул. Здатність молекул до поляризації. Сили Ван-дер-Ваальса. Орієнтаційна, індукційна і дисперсійна взаємодія. Вплив вандерваальсових сил на властивості речовин.

Фазовий стан речовини. Агрегатний стан. Фазові переходи. Кристалічний стан. Класифікація кристалічних форм. Типи хімічного зв'язку кристалах, типи кристалічних ґраток. Фізичні властивості речовин з різними типами кристалічних ґраток. Металічний стан. Природа металічного зв'язку. Зонна теорія твердого тіла. Зона провідності, заборонена зона, валентна зона. Типи твердих тіл з позиції зонної теорії: метали, напівпровідники, ізолятори (діелектрики). Рідкі кристали. Аморфний стан.

Класифікація хімічних сполук. Класифікація речовин за якісним складом та за типом хімічних зв'язків. Порівняльна характеристика органічних, неорганічних та елементорганічних сполук. Класифікація неорганічних сполук за їх складом, хімічними та функціональними ознаками. Номенклатура неорганічних сполук: мінералогічна(тривіальна), раціональна, систематична (правила ІЮПАК). Прості речовини. Метали і неметали в Періодичній системі. Границя Цинтля. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів, фізичних властивостей і хімічної активності у групах і періодах. Бінарні сполуки, їх класифікація, номенклатура. Гідриди. Сполуки з Оксигеном: субоксиди, оксиди, пероксиди, супероксиди, озоніди. Галогеніди. Халькогеніди. Нітриди, фосфіди. Карбіди, силіциди. Бориди. Металіди. Клатрати.

Типи оксидів: солетворні і несолетворні; основні, кислотні, амфотерні. Тип хімічного зв'язку в оксидах. Залежність хімічного характеру оксидів від положення елемента у Періодичній системі та від ступеня оксидації елемента. Способи добування оксидів. Хімічні властивості оксидів.

Кислоти. Основність кислот. Класифікація кислот: безоксигенові, оксигеномісні, пероксокислоти, сульфуромісні, галогеномісні; сильні, слабкі; одноосновні, двоосновні, багатоосновні; оксидники, неоксидники; нейтральні, заряджені; спряжені; оксокислоти, ізополікислоти, гетерополікислоти. Ангідриди, галоген- та тіоангідриди кислот. Номенклатура кислот. Одержання кислот. Хімічні властивості кислот.

Основи (гідроксиди). Кислотність основи. Номенклатура основ. Сильні основи (луги) і слабкі основи. Добування основ. Хімічні властивості основ. Амфотерні гідроксиди. Номенклатура. Добування амфотерних гідроксидів. Хімічні властивості амфотерних гідроксидів.

Солі. Солі оксигеномісних і безоксигенових кислот. Типи солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і оксосолі), подвійні, змішані та комплексні. Номенклатура солей. Одержання солей. Фізичні та хімічні властивості. Термічний розклад солей.

Хімічна рівновага. Оборотні та необоротні реакції. Константа рівноваги. Зміщення рівноваги під впливом різних чинників. Принцип Ле Шательє та його значення для керування хімічними та біологічними процесами.

Розчини. Класифікація дисперсних систем. Істинні розчини, тонкодисперсні (колоїдні) розчини, грубодисперсні системи (суспензії, емульсії). Тверді та рідкі розчини. Загальна характеристика розчинів. Роль водних розчинів в біосфері та в хімічній технології. Способи кількісного вираження складу розчинів. Масові, об'ємні та безрозмірні концентрації розчинів та їх взаємні перерахунки. Природа розчинів. Розчинність. Механізм розчинення. Енергетика розчинення. Вплив на розчинність природи розчинних речовин (газоподібних, рідких, твердих), температури, тиску. Тиск насиченої пари розчинів. Закон Генрі. Осмос. Осмотичний тиск.

Електроліти та неелектроліти. Властивості розчинів електролітів. Ізотонічний коефіцієнт. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Ступінь електролітичної дисоціації. Способи визначення ступеня електролітичної дисоціації. Сильні, середні та слабкі електроліти. Коефіцієнт активності. Вплив природи розчиненої речовини та розчинника, температури концентрації розчинів на дисоціацію. Константа електролітичної дисоціації. Закон розбавлення Оствальда. Константи дисоціації кислот та основ. Іонна рівновага в гетерогенних системах. Добуток розчинності. Дисоціація молекул води. Іон гідроксонію. Амфоліти. Іонний добуток води. Водневий показник рН. Визначення рН. Кислотно-основні індикатори. Буферні розчини. Гідроліз. Типи гідролізу солей. Константа гідролізу. Ступінь гідролізу. Вплив різних факторів (розбавлення, температура, додавання кислоти чи лугу) на зміщення рівноваги гідролізу. Роль гідролізу в хімічних і біологічних процесах.

Основи і кислоти з точки зору теорії електролітичної дисоціації. Амфотерні гідроксиди.

Теорії кислот та основ. Кислотно-основна теорія Арреніуса. Протолітична теорія Бренстеда-Лоурі. Теорія сольвосистем. Протонна теорія. Електронна теорія Льюїса. Сутність реакції нейтралізації у світлі кожної з теорій.

Комплексні сполуки. Основні поняття координаційної хімії (комплексна сполука, аддукт, центральна частинка, атом-комплексоутворювач, ліганд, донорний атом, координаційна сфера, зовнішня сфера, координаційне число, дентатність). Основні положення координаційної теорії Вернера. Характеристика комплексоутворювачів та лігандів. Класифікація координаційних сполук за різними ознаками. Катіонні, аніонні та нейтральні комплекси. Сучасна номенклатура координаційних сполук. Способи одержання комплексних сполук. Дисоціація комплексів. Константа дисоціації. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках. Теорія валентних зв'язків. Гібридизація орбіталей центрального атома при утворенні октаедричних, тетраедричних і квадратних комплексів. Внутрішньоорбітальні та зовнішньоорбітальні комплекси. Магнітні властивості. Теорія кристалічного поля (ТКП). Розщеплення d-орбіталей центрального атома в кристалічному полі октаедричного, тетраедричного і квадратного комплексу. Низькоспінові і високоспінові комплекси. Енергія розщеплення. Спектрохімічний ряд лігандів. Теорія поля лігандів як розвиток теорії кристалічного поля. Ізмерія координаційних сполук. Методи синтезу координаційних сполук. Закономірність транс-впливу І.І.Черняєва. Цис-вплив. Хімічні властивості координаційних сполук. Застосування координаційних сполук, їх поширення та значення в природі.

Окисно-відновні реакції. Процеси окиснення і відновлення. Окисники і відновники. Ступінь окиснення атомів елементів у сполуках. Електронна будова атомів та функції речовини в окисно-відновних реакціях. Вплив середовища на перебіг окисно-відновних реакцій. Методи електронного та електронно-іонного балансу. Класифікація окислювально-відновних реакцій.

Електродні потенціали. Рівняння Нернста. Водневий електрод порівняння. Стандартні окисно-відновні потенціали. Електрохімічний ряд напруг металів. Вплив різних факторів (концентрація, температура, рН середовища) на окисно-відновні потенціали. Рівняння Нернста. Напрямок проходження окисно-відновних реакцій в розчинах.

Гальванічні елементи. Робота гальванічних елементів. Електрорушійна сила гальванічних елементів. Застосування гальванічних елементів.

Електроліз як окислювально-відновний процес. Електроліз розплавів. Закони Фарадея. Електроліз водних розчинів електролітів. Застосування електролізу. Акумулятори. Принцип роботи акумуляторів: кислотного та лужного.

Неорганічна хімія. Предмет та завдання хімії елементів. Поширеність хімічних елементів, способи її вираження. Кларк хімічного елемента. Закономірності поширення хімічних елементів. Класифікації хімічних елементів за поширеністю в природних об'єктах. Геохімічна класифікація за Гольдшмідтом.

Гідроген та його сполуки. Гідроген – найбільш поширений елемент у Всесвіті. Подвійне положення Гідрогену в Періодичній системі хімічних елементів (ПСХЕ). Ізотопи Гідрогену. Водень: способи добування, фізичні та хімічні властивості. Бінарні сполуки водню (оводні), їх класифікація. Фізико-хімічні властивості, добування гідридів сольової природи, полімерних гідридів, гідридів d- та p- елементів. Тверді розчини водню в металах. Застосування водню та його сполук. Воднева енергетика.

Вода, її хімічні та фізичні властивості, добування, застосування, значення в природі. Важка вода. Проблема чистої води. Кристалогідрати. Аквакомплекси.

Оксиген та його сполуки. Оксиген, будова атома, валентність, ступені окиснення. Поширення в природі. Кисень, будова молекули. Механізм утворення молекули кисню з позиції методів ВЗ (валентних зв'язків) та МО (молекулярних орбіталей). Молекулярні йони кисню. Будова O_2^+ , O_2^- , O_2^{2-} з точки зору методу МО. Історія відкриття. Лабораторні та промислові способи одержання кисню, його фізичні і хімічні властивості та застосування. Колообіг Оксигену. Роль кисню в біологічних та геологічних процесах на землі. Окиснення, гниття, тління, горіння. Проблема чистого повітря.

Бінарні оксигеновмісні сполуки. Оксиди. Субоксиди. Пероксиди, надпероксиди. Їх хімічна

будова та фізико-хімічні властивості, добування. Гідроген пероксид: хімічна будова, фізичні та хімічні властивості, добування, застосування, практичне значення.

Озон. Будова молекули, фізико-хімічні властивості, добування, застосування, значення в природі. Озонування води та повітря. Озоніди, їх одержання, властивості та застосування.

Елементи головної підгрупи VIII групи. Загальна характеристика, особливості будови атомів інертних хімічних елементів. Прості речовини – атом-молекули. Історія відкриття інертних газів. Знаходження у природі, методи виділення. Властивості та практичне використання інертних газів. Класифікація основних типів неорганічних сполук Ксенону, Криптону, Радону, їх фізико-хімічні властивості. Окисні властивості сполук інертних елементів. Клатрати інертних газів.

р-елементи VII групи та їх сполуки. Галогени. Загальна характеристика елементів VIIA групи. Будова атомів, валентність, ступені окиснення. Особливості зміни періодичних властивостей атомів. Порівняльна характеристика хімічної будови, фізичних властивостей (агрегатний стан, забарвлення, температури плавлення та кипіння, розчинність у воді та неполярних розчинниках) та хімічної активності простих сполук р-елементів VIIA групи (галогенів). Знаходження в природі, біологічна роль. Історія відкриття. Способи добування галогенів у промисловості та в лабораторних умовах. Фізичні та хімічні властивості галогенів. Особливості властивостей фтору та сполук Флуору.

Класифікація сполук галогенів за ступенями їх окиснення. Водневі сполуки галогенів, способи їх одержання та властивості. Порівняльна характеристика кислотних і окислювально-відновних властивостей галогеноводнів і їх водних розчинів. Класифікація галогенідів за типом хімічного зв'язку, характеристика їх властивостей, застосування. Хлоридна кислота: одержання, властивості, застосування. Сполуки Хлору, Брому і Йоду з киснем (оксиди, кислоти) в різних ступенях окиснення, порівняльна характеристика їх стійкості, кислотних і окисних властивостей. Солі оксигеновмісних кислот галогенів. Бертолетова сіль. Хлорне вапно. Хімізм бактерицидної дії хлору, йоду та їх сполук. Застосування сполук р-елементів VIIA групи.

р-елементи VI групи та їх сполуки. Халькогени. Загальна характеристика елементів VIA групи. Будова атомів, валентність, ступені окиснення. Особливості зміни періодичних властивостей атомів. Особливості хімічних зв'язків між атомами р-елементів VI групи. Явище катенації. Поширення в природі елементів-халькогенів, біологічна роль Сульфуру. Історія відкриття. Порівняльна характеристика сполук халькогенів з Гідроеном. Порівняння кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів р-елементів VI групи, їх гідратних форм, солей.

Сульфур, Селен, Телур, Полоній. Загальна характеристика простих сполук елементів підгрупи Сульфуру: хімічна будова, фізичні та хімічні властивості, одержання, застосування. Алотропія сірки, селену і телуру.

Класифікація сполук халькогенів за ступенями їх окиснення.

Сполуки елементів підгрупи Сульфуру з від'ємними ступенями окиснення, характеристика їх властивостей. Гідроген сульфід, сульфідна кислота, її солі: фізичні, хімічні властивості, добування, застосування. Застосування халькогенідів у хімічному аналізі та в напівпровідниковій техніці. Полісульфіди. Сульфани. Сполуки елементів підгрупи Сульфуру з позитивними ступенями окиснення. характеристика їх властивостей.

Сульфур(IV) оксид, сульфитна кислота, сульфіти: фізичні, хімічні властивості, добування, застосування. Дитіоніти.

Сульфур(VI) оксид, сульфатна кислота, сульфати: фізичні, хімічні властивості, добування, застосування. Проблема охорони навколишнього середовища при виробництві сульфатної кислоти. Пероксокислоти. Тіосірчана кислота та її солі.

Застосування сполук підгрупи Сульфуру.

р-елементи V групи та їх сполуки. Пніктогени. Загальна характеристика елементів VA групи. Будова атомів, валентність, ступені окиснення. Особливості зміни періодичних властивостей атомів. Особливості хімічних зв'язків між атомами р-елементів V групи. Поширення в природі елементів-пніктогенів, їх біологічна роль. Історія відкриття. Порівняльна

характеристика сполук пніктогенів з Гідрогеном. Порівняння кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів р-елементів V групи, їх гідратних форм, солей.

Нітроген, Фосфор, Арсен, Стибій, Бісмут. Загальна характеристика простих сполук елементів VA групи: хімічна будова, фізичні та хімічні властивості, одержання, застосування. Будова молекули азоту з позиції методу МО та ВЗ. Алотропія фосфору, арсену. Колообіг Нітрогену. Проблема зв'язаного азоту.

Класифікація сполук пніктогенів за ступенями їх окиснення. Сполуки Нітрогену та Фосфору з від'ємними ступенями окиснення (-3 ; -2 ; -1). Аміак, фосфін, солі амонію і фосфонію, аміди, іміди, нітриди і фосфіди. Їх одержання, будова, фізичні і хімічні властивості та застосування. Фізико-хімічні умови промислового синтезу аміаку. Рівноважність взаємодії аміаку з водою. Аміак як ліганд. Гідразин, солі гідразонію. Азидна кислота і гідроксиламін, солі – азиди та гідроксил амонію. Їх властивості та застосування.

Сполуки Нітрогену з позитивними ступенями окиснення. Оксиди Нітрогену ($+1$, $+2$, $+3$, $+4$, $+5$): способи одержання, будова і природа зв'язку, фізичні та хімічні властивості. Нітритна кислота, нітрити; їх одержання, характеристика кислотно-основних і окиснювально-відновних властивостей. Нітратна кислота, будова молекули. Одержання, фізичні та хімічні властивості нітратної кислоти. Взаємодія з металами і неметалами. Царська горілка. Нітрати, селітри: одержання, властивості, термічний розклад. Застосування сполук Нітрогену. Азотні добрива. Проблема наявності нітрат- та нітрит-аніонів в харчових продуктах, питній воді.

Сполуки Фосфору з позитивним ступенем окиснення. Оксиди Фосфору (III, V): будова молекул, одержання, властивості. Оксигеновмісні кислоти Фосфору ($+1$, $+3$, $+5$): фосфорнувата (гіпофосфітна), фосфориста (фосфітна), мета-, піро- і ортофосфорна. Будова їх молекул, одержання і властивості. Солі: гіпофосфіти, фосфіти, фосфати (метафосфати, пірофосфати, ортофосфати), гідро- і дигідрофосфати. Їх одержання, властивості, застосування. Фосфорні добрива.

Арсен, Стибій, Бісмут. Сполуки з негативним (арсеніди, стибіди, бісмутити, арсин, стибін, бісмутин) та позитивними ($+3$, $+5$) ступенями окиснення (оксиди, їх гідратні форми, солі), їх добування, властивості. Токсичність сполук Арсену і Стибію. Застосування сполук елементів підгрупи Арсену.

р-елементи IV групи та їх сполуки. Загальна характеристика атомів р-елементів IV групи. Будова атомів, валентність, ступені окиснення. Особливості зміни періодичних властивостей атомів. Поширення в природі, їх біологічна роль. Радіовуглецевий аналіз. Порівняльна характеристика сполук р-елементи IV групи з Гідрогеном. Порівняння кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів р-елементів IV групи, їх гідратних форм, солей.

Карбон. Алотропія Карбону: алмаз, графіт, карбін. Аморфний вуглець. Їх будова, одержання, властивості, застосування. Хімічні властивості Карбону. Класифікація сполук Карбону за ступенем його окиснення.

Сполуки Карбону з воднем та металами їх характеристика та застосування. Класифікація карбідів.

Оксиди Карбону (II, IV): будова молекул, одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Фізіологічна дія чадного газу. Карбоніли металів як представники нейтральних комплексів. Карбонатна кислота, одержання властивості. Солі карбонатної кислоти (карбонати та гідрокарбонати), їх одержання та властивості, їх взаємоперетворення.

Фосген, його одержання та властивості. Сполуки Карбону з галогенами (чотирьоххлористий вуглець, фреони). Сполуки Карбону з Сульфуром (сірковуглець, тіокарбонатна кислота, тіокарбонати). Сполуки Карбону з Нітрогеном (диціан, ціановодень, ціанідна (синильна) кислота, ціанова кислота, тіоціановодень). Ціаніди, ціанати, роданіди (тіоціанати). Одержання сечовини (карбаміду), історичне значення даного синтезу. Застосування сполук Карбону. Колообіг Карбону та проблема охорони атмосфери.

Силіцій. Силікати та алюмосилікати як основа Земної кори. Кремній: кристалічна будова, одержання, застосування. Фізичні та хімічні властивості силіцію. Кремній як напівпровідник.

Силіциди металів, їх одержання та застосування. Водневі сполуки силіцію (силани): будова,

одержання, властивості. Порівняння будови та властивостей силанів з вуглеводнями.

Оксиди Силіцію (II, IV). Кристалічні модифікації Силіцій(IV) оксиду, його одержання, хімічні властивості. Силікатні кислоти, їх одержання, фізичні та хімічні властивості. Силікагель. Силікати: будова, властивості, застосування. Штучні силікати (скло, його одержання, ситали, цементи). Сполуки Силіцію з галогенами. Гексафторосилікатна кислота, одержання, властивості, застосування. Тіосилікатна кислота, нітрид Силіцію, карбід Силіцію, їх властивості. Силіційорганічні сполуки. Застосування сполук Силіцію.

Підгрупа Германію. Германій, олово, свинець: одержання простих речовин, їх фізичні та хімічні властивості. Алотропні модифікації олова. Германій у напівпровідниковій техніці.

Класифікація сполук елементів підгрупи Германію за ступенями їх окиснення. Водневі сполуки елементів підгрупи Германію. Сполуки з металами. Оксиди Германію, Стануму, Плюмбуму (II, IV), їх гідратні форми, одержання, властивості. Солі Германію, Стануму, Плюмбуму (II, IV). Кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук елементів (II) та (IV) підгрупи Германію. Свинцевий акумулятор. Лудіння. Сплави олова й свинцю. Застосування сполук підгрупи Германію.

р-елементи III групи та їх сполуки. Загальна характеристика елементів IIIA групи. Будова атомів, валентність, ступені окиснення. Особливості зміни періодичних властивостей атомів. Ефекти, що впливають на монотонний характер зміни періодичних властивостей атомів елементів IIIA групи. Поширення в природі, біологічна роль. Історія відкриття. Порівняльна характеристика сполук р-елементів III групи з Гідрогеном, їх будови, властивостей, методів одержання. Порівняльна характеристика сполук р-елементів III групи з Оксигеном (оксидів, їх гідратних форм) на основі кислотно-основних та окисно-відновних властивостей.

Алотропні модифікації Бору, їх будова, одержання, властивості. Сполуки Бору з воднем (борани), металами (бориди): будова, особливості хімічних зв'язків, методи одержання, фізико-хімічні властивості, застосування. Сполуки Бору з Нітрогеном: будова, особливості хімічних зв'язків, властивості, застосування. Нітрид Бору(білий графіт, боразон), боразан, боразен, боразин, боразол. Кисневі сполуки Бору. Сполуки з Карбоном та галогенами. Оксид Бору. Борні кислоти, борати, (мета-, орто-, пірборати), їх одержання, властивості. Поліметаборати (перли бури) та їх застосування в хімічному аналізі, зокрема при польовому аналізі мінералів. Застосування Бору та його сполук.

Алюміній: одержання, фізичні та хімічні властивості, амфотерність, застосування. Алюмініди. Сплави алюмінію. Сполуки з Оксигеном, їх одержання, фізичні та хімічні властивості, амфотерність, застосування. Корунд, штучні рубіни, лазерні матеріали. Алюмінати. Комплексні сполуки Алюмінію. Сполуки Алюмінію з галогенами. Одержання штучного кріоліту. Природні та штучні алюмосилікати. Галуни. Проблема кантамінації харчових продуктів сполуками Алюмінію. Застосування сполук Алюмінію.

Галій, Індій, Талій. Одержання металів, їх фізичні та хімічні властивості.. Зміна стійкості сполук з ступенями окиснення елементів (I) та (III) в ряду Галій-Індій-Талій. Окисно-відновні властивості сполук Талію, їх використання при виробництві оптичних матеріалів. Амфотерність оксидів та гідроксидів елементів підгрупи Галію. Їх солі та комплексні сполуки. Застосування сполук елементів підгрупи Галію.

Загальні властивості металів. Сплави. Корозія металів. Загальна характеристика металів. Знаходження металів у природі. Методи одержання металів: пірометалургія, гідрометалургія, електрометалургія. Одержання чистих і надчистих металів. Фізичні властивості металів. Хімічні властивості металів: взаємодія з неметалами, відношення до води, кислот, лугів, солей. Явище корозії металів. Види корозійних руйнувань. Типи корозійних процесів: хімічна, електрохімічна і електрокорозія. Швидкість корозії. Методи захисту металів від корозії. Сплави. Дослідження сплавів. Фізико-хімічний аналіз. Діаграми стану сплавів.

s-елементи I й II групи та їх сполуки. Загальна характеристика s-елементів I і II групи. Знаходження у природі, методи одержання, фізичні і хімічні властивості s – елементів I групи та їх сполук. Гідриди, оксиди, гідроксиди (луги), пероксиди, надпероксиди, озоніди, їх одержання та властивості, солі лужних металів. Добування соди. Застосування лужних металів, та їх солей.

Калійні добрива. Застосування калійних добрив. Фізичні та хімічні властивості s – елементів II групи та їх сполук. Гідриди, оксиди, гідроксиди (луги), пероксиди, солі, їх одержання та властивості. Карбонати, гідрогенкарбонати, галіди, сульфати, та їх властивості. Негашене та гашене вапно. В'язучі матеріали. Біологічне значення Літію, Натрію, Калію, Кальцію, Магнію та застосування їх сполук в медицині та фармації. Твердість води: тимчасова та постійна. Методи усунення твердості води.

d, f – елементи III групи та їх сполуки. Загальна характеристика d, f-елементів III групи. Знаходження у природі Скандію, Ітрію, Лантану, Актинію, їх одержання, фізичні і хімічні властивості Оксиди, гідроксиди, солі Скандію, Ітрію, Лантану, Актинію одержання, властивості. Комплексні сполуки елементів підгрупи Скандію. f -елементи III групи: родина лантанодів і актиноідів. Загальна характеристика f – елементів III групи, особливості будови електронних оболонок, “лантанодне” та “актиноідне” стиснення. Внутрішня періодичність. Характерні валентності та ступені окислення атомів. Фізичні та хімічні властивості простих речовин, та їх зв'язок з електронною будовою атомів. Найважливіші оксиди, гідроксиди та солі лантанодів і актиноідів, їх одержання та властивості. Комплексні сполуки лантанодів і актиноідів їх одержання та властивості. Застосування лантанодів і актиноідів.

d-елементи IV групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів IV групи. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості Сполуки елементів підгрупи Титану: оксиди, гідроксиди, солі їх одержання, властивості. Комплексні сполуки елементів підгрупи Титану. Порівняння властивостей елементів головної та побічної підгрупи IV групи та їх сполук.

d-елементи V групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів V групи. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості Сполуки елементів підгрупи Ванадію: оксиди, гідроксиди, солі їх одержання, властивості. Комплексні сполуки елементів підгрупи Ванадію. Порівняння властивостей елементів головної та побічної підгрупи V групи та їх сполук.

d-елементи VI групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів VI групи та їх сполуки. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості. Сполуки елементів підгрупи Хрому (II, III, VI): оксиди, гідроксиди, солі їх одержання, властивості. Кислотно-основний характер оксидів і гідроксидів Хрому (II, III, VI). Солі Хрому (III), одержання, властивості, застосування. Галуни, хроміти, комплексні сполуки Хрому (III), їх будова та ізомерія. Оксид Хрому (VI), його одержання, властивості. Хроматні кислоти, хромати і дихромати, їх взаємні переходи, одержання та властивості. Хромово суміш. Хлорид хроміту. Пероксид хрому та пероксихроміти, їх одержання, властивості. Окислювальні властивості сполук Хрому (VI) в залежності від рН середовища, окиснення органічних сполук (спиртів). Найважливіші сполуки Молібдену та Вольфраму: оксиди, гідроксиди, їх солі, властивості та застосування. Молібдатна та вольфраматна кислоти. Ізополі- і гетерокислоти. Молібдати і вольфрамати, застосування простих речовин та їх сполук. Біологічне значення d-елементів VI групи. Порівняльна окислювально-відновна характеристика сполук Хрому, Молібдену та Вольфраму.

d-елементи VII групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів VII групи та їх сполуки. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості. Сполуки елементів підгрупи Мангану (II, III, IV, V, VI, VII), їх одержання та властивості. Зміна кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів, гідроксидів в залежності від ступеня окиснення. Сполуки Мангану (II, III), здатність солей Мангану (II) до комплексоутворення. Сполуки Мангану (IV, V, VI, VII): оксиди, гідроксиди, їх солі. Перманганати, їх окислювальні властивості при різних значеннях рН, окислення органічних сполук, термічний розклад. Застосування калію перманганату і його розчинів в медицині та аналітичній хімії. Сполуки Технецію (IV, VII) і Ренію (IV, VII): оксиди, гідроксиди, солі. Пертехнечатна і перренатна кислоти, їх окислювальні властивості. Солі пертехнечати та перренати, їх окислювачі властивості. Застосування простих речовин d-елементів VII групи та їх сполук. Біологічне значення і застосування d- елементів VII групи, та її сполук. Порівняння властивостей головної та побічної підгруп VII групи та їх сполук.

d-елементи VIII групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів VIII групи та поділ її на підгрупи Феруму, Кобальту, Нікелю та родини Феруму і Платини. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості. Чавун і сталь. Хімічна схема виробництва чавуну і сталі. Сполуки Феруму (II, III), Кобальту (II, III), Нікелю (II, III), їх одержання, кислотно-основні, окисно-відновні, комплексоутворюючі властивості. Сполуки Феруму (VI), ферати, їх одержання та властивості. Платинові метали. Сполуки елементів родини Платини (II, III, IV, VI, VII, VII): оксиди, гідроксиди, солі, їх одержання та властивості. Порівняння властивостей елементів родини Платини і Феруму. Біологічне значення і застосування d-елементів VIII групи та їх сполук.

d-елементи I групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів I групи. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості. Сполуки Купруму (I, II, III), Аргентуму (I, II, III), Ауруму (I, II, III), їх одержання, кислотно-основні, окисно-відновні та комплексоутворюючі властивості.

d-елементи II групи та їх сполуки. Загальна характеристика d-елементів II групи. Знаходження у природі, одержання, фізичні і хімічні властивості. Сполуки Цинку (II), Кадмію (II), Меркурію (I, II), їх одержання кислотно-основні та окисно-відновні та комплексоутворюючі властивості та термічний розклад. Біологічне значення і застосування d-елементів I групи та їх сполук. Порівняння властивостей елементів головної та побічної підгрупи II групи.

Розділ 2. Органічна хімія

Основні положення органічної хімії. Органічна хімія як наука, технологія, навчальний предмет. Виникнення та етапи розвитку органічної хімії. Загальна органічна хімія.

Склад та хімічна будова органічних речовин. Основні елементи, що входять до складу органічних сполук. Емпірична та молекулярна формули. Скелет, функціональна група, гомологічні ряди, структурна формула, структурна ізомерія та її види. Стереохімія і стереоізомерія. Стереохімічні формули. Оптична активність. Конфігурації (R,S). Конформаційний аналіз. Конформаційна ізомерія.

Номенклатура органічних сполук. Тривіальна, раціональна, IUPAC-номенклатури. Принципи назв моно-бі-та поліфункціональних органічних сполук.

Електронна будова органічних речовин. Властивості органічних сполук. Електронні зміщення. Індукційний та мезомерний електронні ефекти. Теорія резонансу. Гіперкон'югація. Електронні формули. Залежність властивостей органічних сполук від складу та будови. Хімічні властивості: насиченість, ненасиченість, дієновість, ароматичність, кислотно-основні та окисно-відновні властивості, електрофільно-нуклеофільні властивості.

Алкани. Насиченість органічних сполук. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей, синтезу, аналізу. Реакції заміщення та їх механізми. Крекінг, піроліз, ізомеризація, окиснення. Синтез алканів: без зміни ланцюгу; зі зміною: з зменшенням або збільшенням ланцюгу.

Алкени. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Реакції приєднання та їх механізми. Реакції карбонілування, полімеризації, окиснення. Реакції алільного заміщення. Алкілування. Методи синтезу: дегідрогалогенування, дегідратація спиртів, дегалогенування, відновлення алкінів. Етилен, пропілен, бутени.

Алкадієни. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Дієновість. Алкадієни зі спряженими зв'язками. Особливості реакцій приєднання, їх механізми. Реакції окиснення, відновлення. Реакція Дільса-Альдера. Особливості реакцій полімеризації. Синтез алкадієнів. Аналіз. Бутадієн, ізопрен.

Алкіни. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Особливості реакцій приєднання. Реакції вінілування. Гідратація (реакція Кучерова). Реакції циклізації і полімеризації. Особливості реакцій окиснення. Карбонілування алкінів. Утворення солей. Методи синтезу: без зміни скелету і зі збільшенням скелету. Аналіз. Ацетилен.

Аліциклічні вуглеводні. Класифікація. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання: з дигалогенопохідних алканів, солей дикарбонових кислот, складно ефірною та ацилоїною конденсацією естерів дикарбонових кислот. Одержання циклогексану та його похідних

каталітичною гідрогенізацією ароматичних сполук. Природні джерела аліциклічних вуглеводнів. Хімічні властивості: реакції заміщення, окиснення до дикарбонових кислот, гідрогеноліз в алкани та дегідування у ароматичні сполуки. Ізомеризація циклів. Розширення та звуження циклів. Специфічні реакції малих циклів: приєднання галогенів та галогеноводнів. Будова циклоалканів. Теорія напруги Байєра. Оцінка напруги циклів на основі теплот спалювання. Сучасні уявлення про будову та різну стійкість циклоалканів. Природа С-С зв'язків у малих та інших циклоалканах. Кутова та торсійна напруга. Конформація циклів. Аксиальні та екваторіальні зв'язки. Поняття про конформаційний аналіз. Циклогексан, циклогексанон, одержання, властивості. Циклоалкени та циклоалкадієни. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання, властивості. Необоротний каталіз Зелінського. Циклопентадієн, його властивості.

Галогенопохідні вуглеводнів. Моногалогенопохідні насичених, ненасичених аліфатичних вуглеводнів: реакційна здатність в залежності від будови вуглеводневого радикалу. Нуклеофільне заміщення галогенів. Реакції елімінування. Методи синтезу: заміщення атому гідрогену на галоген, приєднання HNaI до ненасичених вуглеводнів, з спиртів, через солі діазонію. Полігалогенопохідні. Особливості властивостей ди-, тригалогенопохідних. Методи синтезу. Хлористий етил, вініл, аліл, хлороформ, чотирехлористий Карбон.

Спирти. Одноатомні спирти. Склад, будова, номенклатура. Фізичні властивості спиртів. Кислотно-основні властивості. Електрофільно-нуклеофільні властивості. Дегідратація спиртів. Окисно-відновні властивості. Алкоголяти. Методи синтезу: гідроліз галогенопохідних вуглеводнів, взаємодія карбонільних сполук з магнійорганікою, відновлення карбонільних сполук. Гідратація алкенів. Багатоатомні спирти. Реакція з гідроксидами важких металів. Синтез. Аналіз спиртів. Метанол, етанол, етиленгліколь, гліцерин.

Етери. Склад, будова, номенклатура. Температура кипіння і розчинність в порівнянні зі спиртами. Кислотно-основні властивості, розщеплення етерів, гідроліз вінілових етерів. Методи синтезу: дегідратація спиртів, синтез Вільямсона, приєднання спиртів до алкенів. Диетиловий етер. Епоксиди. Розкриття кільця в присутності кислот, основ. Синтез.

Сульфурпохідні вуглеводнів. Тіоли та тіофеноли. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Кислотно-основні властивості, окиснення. Методи синтезу. Сульфіди. Основні властивості. Синтез. Сульфоксиди і сульфени. Сульфурпохідні кислоти. Сульфокислоти та їх властивості. Методи синтезу. Аміносульфокислоти.

Нітрогенпохідні вуглеводнів. Аміни: особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Кислотно-основні властивості. Нуклеофільні властивості амінів, взаємодія з нітратною (III) кислотою. Окиснення амінів, четвертинні амонійні сполуки. Методи синтезу: алкілування амоніаку, відновлення нітросполук, амідів, нітрилів, взаємодія з NaOBr . Аналіз. Метиламін, етилендіамін, гексаметилендіамін. Аліфатичні нітросполуки: методи синтезу, фізичні та хімічні властивості.

Оксопохідні вуглеводнів (карбонільні сполуки). Карбонільна група: склад, будова. Номенклатура альдегідів та кетонів. Реакції нуклеофільного приєднання, реакції нуклеофільного приєднання з відщепленням, реакції конденсації. Реакції галогенування, заміщення карбонільного Оксигену на галоген, окисно-відновні реакції, реакції самоокиснення-самовідновлення. Реакція Кляйзена-Тіщенко, Властивості α -атому Гідрогену. Методи синтезу: окиснення і дегідрування спиртів, озоноліз алкенів, гідратація ацетиленів, піроліз солей карбонових кислот, кетонне розщеплення естерів β -кетокислот. Аналіз. Формальдегід, ацетальдегід, ацетон, акролеїн.

Карбонові кислоти. Монокарбонові кислоти. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Кислотно-основні властивості. Реакції нуклеофільного заміщення (приєднання з відщепленням). Відновні реакції. Декарбоксилювання при нагріванні, при електролізі. Реакції за участю α -атому Гідрогену. Методи синтезу: окиснення первинних спиртів, альдегідів, аренів, алканів, алкенів, кетонів, гідроліз похідних карбонових кислот. Приєднання вуглекислого газу до магнійорганічних сполук. Аналіз. Мурашина, оцтова, пальмітинова, стеаринова кислоти.

Похідні карбонових кислот. Реакції нуклеофільного заміщення. Ацилгалогеніди.

Ангідриди (реакція Перкіна). Естери (конденсація Кляйзена). Ацетооцтовий естер. Аміди. Кисотно-основні властивості, реакція з нітратною (III) кислотою, реакція Гофмана. Нітрили. Солі карбонових кислот. Методи синтезу похідних карбонових кислот.

Ненасичені монокарбонові кислоти. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Реакції нуклеофільного приєднання. Методи синтезу. Метакрилова, кротонова кислоти.

Дикарбонові кислоти. Властивості: кислотність в залежності від будови, властивості насичених, ненасичених, ароматичних кислот. Методи синтезу: окиснення двоатомних спиртів, гідроліз динітрилів. Диетилмалонат. Гідроксикарбонові кислоти. Щавлева, маленова, адипінова, малеїнова, фумарова, фталева, терефталева, яблучні та винні кислоти. Натріймаленовий естер та синтези на його основі.

Арени. Ароматичність органічних сполук. Правило Хюккеля. Одноядерні арени. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Реакції електрофільного заміщення. Загальний механізм. Правила заміщення в бензеновому ядрі. Замісники першого та другого роду. Реакції приєднання. Реакції окиснення по бокових ланцюгах в аренах. Методи синтезу: по Фріделю-Крафтсу, Вюрца-Фіттіга, Вюрца-Грін'єра. Аналіз. Бензен, толуен, ксилени, кумен, стирен.

Моногалогенопохідні ароматичних вуглеводнів. Реакційна здатність в залежності від будови вуглеводневого радикалу. Нуклеофільне заміщення галогенів. Реакції елімінування. Методи синтезу.

Ароматичні сульфокислоти. Властивості сульфокислот. Методи синтезу. Аміносульфокислоти.

Нітропохідні ароматичних вуглеводнів. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Застосування.

Ароматичні аміни. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Основні властивості. Нуклеофільні властивості амінів. Окиснення амінів. Аналіз. Анілін, толуїдин.

Діазо-, азосполуки. Діазосполуки. Солі діазонію. Стійкість, властивості солей діазонію: реакції з виділенням та без виділення азоту. Методи синтезу: реакція діазотування, реагенти, умови, контроль реакції. Аналіз.

Феноли. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей. Мезомерний ефект ОН-групи. Кисотно-основні властивості в порівнянні зі спиртами. Електрофільно-нуклеофільні властивості фенолів. Алкілування та ацилювання фенолів. Реакції електрофільного заміщення. Реакція Кольбе, Реймера-Тімана. Окисно-відновні реакції. Методи синтезу: сплавлення солей сульфокислот з лугами, розклад солей діазонію, гідроліз галогенопохідних. Аналіз. Фенол, крезол, гідрохінон.

Багатоатомні феноли і ароматичні спирти. Дво- і триатомні феноли. Кето-енольна таутомерія багатоатомних фенолів. Пірокатехін, способи його синтезу. Синтез резорцину, відновлення його воднем у момент виділення, карбоксилювання феноляту, азот'єднання. Одержання гідрохінону, пірогалолу та флороглюцину. Окислення пірогалолу, використання у газовому аналізі. Фотопроявники. триатомні феноли. Ароматичні спирти: методи синтезу, хімічні властивості, окремі представники.

Ароматичні альдегіди та кетони. Класифікація, номенклатура та ізомерія альдегідів і кетонів. Методи синтезу альдегідів і кетонів. Фізичні й хімічні властивості. Реакції нуклеофільного приєднання: утворення ціангідринів, бісульфітних сполук, основ Шиффа, гідразонів, оксимів, фенілгідразонів. Відновлення альдегідів і кетонів до спиртів. Реакція Тищенко. Бензальдегід, фенілоцтовий альдегід і ароматичні кетони, їх промислові синтези та застосування. Хінони: загальна характеристика.

Ароматичні карбонові кислоти. Класифікація. Способи синтезу ароматичних карбонових кислот. Вплив природи і положення замісників на константи дисоціації бензойних кислот. Властивості бензойної кислоти. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Ненасичені жирно-ароматичні кислоти. Корична кислота та синтез. Властивості, застосування.

Синтез п- амінобензойної кислоти та її біологічна активність. Антранілова кислота, синтез, її реакції за участю тільки аміногрупи чи тільки карбоксильної групи. Фталеві кислоти та їхнє одержання. Властивості. Фталевий ангідрид, взаємодія зі спиртами і зокрема, з гліцирином (гліфталі). Фталіди. Одержання фталіміду. Конденсація фталевого ангідриду з фенолом, резорцином. Фенолфталеїн, флуоресцеїн, еозин, їхні індикаторні властивості. Поліефірні волокна. Ароматичні карбонові кислоти з карбоксилем у бічному ланцюзі.

Багатоядерні ацени з неконденсованими ядрами. Будова, номенклатура. Дифеніл, сполуки ди- і трифенілметанового ряду. Ізомерія похідних дифенілу (атропоізомерія). Методи одержання, властивості. Реакції за участю бензильного ядра і метанового атому вуглецю. Солі трифенілметану (гіалохромія). Трифенілметильний радикал, катіон та аніон. Причини, які визначають їхню стабільність. Барвники трифенілметанового ряду: основні (пара фуксин, малахітовий зелений, кристалічний фіолетовий) і кислотні (фенолфталеїн, флуоресцеїн). Зв'язок будови із забарвленням.

Багатоядерні ароматичні вуглеводні з конденсованими ядрами. Ізомерія і номенклатура похідних. Промислові джерела їхнього одержання. Вуглеводні лінійної й анулярної будови. Порівняльна оцінка ароматичного характеру бензолу, нафталіну, антрацену, фенатрену. Нафталін. Синтез із сполук ряду бензолу. Реакції електрофільного заміщення і приєднання в ряді нафталіну. Правила орієнтації під час електрофільного заміщення в нафталіні і його похідних. Окиснення та гідрування нафталіну. Синтез нафтолів і нафтиламінів. Значення похідних нафталіну у промисловості. Антрацен і фенатрен. Будова, ізомерія, номенклатура похідних. Методи одержання. Особливості реакцій приєднання, окиснення та відновлення. Алізарин. Протравне фарбування. Лаки. Вищі конденсовані системи. Поняття про канцерогенні речовини.

Аліфатичні сполуки зі змішаними функціями. α -, β -, γ -Галогенкарбонові кислоти. Залежність властивостей від положення атома галогену. Методи синтезу. Спиртокислоти. Стереохімія кислот. Властивості: відношення до нагрівання, розщеплення α -кислот. Методи синтезу. Властивості та одержання. Класифікація жирних і ароматичних амінокарбонових кислот. Особливості їх будови, біполярний йон. Властивості: відношення до нагрівання, лактім-лактамна таутомерія, кислотно-основні, електрофільно-нуклеофільні властивості. Методи синтезу: гідроліз білків, амоніліз галогенокислот, синтез Габрієля. Аміноаренкарбонові кислоти. Антранілова кислота. Аміносальфокислоти. Сальфанілова кислота. Особливі властивості оксокарбонових кислот. Таутомерія оксокислот. Методи синтезу. Гліоксилова, піровиноградна, ацетооцтова кислоти. Ацетооцтовий естер.

Вуглеводи. Моносахариди. Гліцириновий альдегід. Д- та L-ряди моноцукрів. Оптична активність. Перехід від пентоз до гексоз і навпаки. Хімічні докази на користь відкритої (Фішер) та циклічної (Толленс) форм. Кільчато-ланцюгова таутомерія. Особливі властивості глікозидного гідроксилу. Мутаротація. α - і β -стереоізомери. Формули Хеуорса. Окремі представники моноз: рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза. Хімічні властивості альдоз і кетоз. Особливості складу, будови, класифікації, номенклатури, властивостей: окиснення, відновлення, дегідратації, епімеризації, алкілювання, ацилювання, утворення глікозидів. Методи синтезу. Пентози, альдози, кетогексози. Олігосахариди. Дисахариди. Відновлюючи і невідновлюючи сахара. Сахароза, мальтоза, лактоза, целобіоза.

Ліпіди. Жири: їх будова і склад. Властивості жирів. Воски. Фосфатиди і гліколіпіди: класифікація, будова, властивості.

Терпени. Цеклогексен, його природні похідні. Класифікація терпенів. Монотерпени, циклічні монотерпени. Тетратерпени, Сексвітерпени. Дитерпени, Тритерпени, тетратерпени. Каратиноїди. Політерпени (каучук).

Природні високомолекулярні сполуки. Особливості складу, будови (хімічної, стереохімічної), класифікації, номенклатури, властивостей: фізичних і хімічних. α -Амінокислоти, що входять до складу білків. Пептиди. Будова білків: первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білків. Визначення послідовності амінокислотних залишків. Пептидний синтез. Полісахариди. Будова, властивості. Крохмаль, амілоза, амілопектин, глікоген,

целюлоза. Методи синтезу аналогів природних ВМС: полімеризація, поліконденсація.

Гетероциклічні сполуки. Загальна характеристика гетероциклів. Класифікація і номенклатура. Структура та властивості: дієновість, ароматичність, кислотно-основні властивості, окисно-відновні властивості, синтез. П'ятичленні гетероцикли. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (пірол, фуран, тіофен), з декількома гетероатомами (оксазоли, тіазоли, імідазоди, піразоли). Порівняльна характеристика. Вплив гетероатома на ароматичність, ненасиченість та ацидофобність. Кислотно-основні перетворення, гідрування та галогенування, окиснення киснем. Шестичленні гетероцикли: з одним гетероатомом (піридин, хінолін, ізохінолін), з декількома атомами (з однаковими чи різними гетероатомами). Піридин. Піридинові основи з кам'яновугільної смоли. Синтетичні методи одержання піридину та його найпростіших похідних. Будова піридину та вплив його гетеро атома на розподіл електронної густини в ядрі. Основність та нуклеофільність піридину. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення при взаємодії піридину з амідом натрію, їдким калі, феніллітієм. Реакції з мінеральними кислотами, алкілгалогенідами. Конденсовані гетероцикли. П'ятичленні гетероцикли конденсовані з ароматичним ядром. Індол, карбазол. Синтез індолу та його похідних. Реакції електрофільного заміщення в молекулі індолу, орієнтація заміщення (порівняння з піролом). Протонна рухливість (кислотність) водню NH-групи. Оксигеновмісні похідні індолу. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом, конденсовані з бензольним ядром. Хінолін і його похідні. Синтез. Властивості: реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення, утворення четвертинних солей. Відношення хіноліну до окиснювачів та відновників. Синтез заміщених похідних у бензольному та піридиновому ядрах хіноліну. Алкалоїди, вітаміни, антибіотики. Загальні уявлення про хімічну будову, виділення з природних об'єктів та синтез. Біологічна дія та шляхи використання. Значенні органічної хімії в життєдіяльності людини.

Розділ 3. Аналітична хімія

Об'єкт, предмет, завдання та методи аналітичної хімії. Аналітична хімія та її завдання. Становлення аналітичної хімії як науки. Методи аналітичної хімії. Стандарти та їх значення.

Якісний хімічний аналіз як перший ступінь аналітичного дослідження. Предмет і завдання якісного аналізу. Методи якісного аналізу. Класифікація аналітичних реакцій. Типи реакцій, які використовуються в аналізі. Аналітична характеристика хімічних реакцій: границя визначення, чутливість, специфічність, граничне відношення іонів.

Маскування. Системи якісного аналізу катіонів, які базуються на осадженні: сульфідна, кислотно-лужна, амоніачно-фосфатна. Аналітичні групи катіонів кислотно-лужної системи та періодична система Д. І. Менделєєва. Систематичний і дробний хід аналізу.

Характерні реакції катіонів I аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів I аналітичної групи.

Гомогенні і гетерогенні рівноваги. Теорія електролітичної дисоціації і закон дії мас. Іонний добуток води. Шкала pH і pOH.

Характерні реакції катіонів II аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів II аналітичної групи.

Буферні розчини. Сучасні уявлення про природу кислот і основ. Розрахунки pH і pOH в буферних розчинах.

Характерні реакції катіонів III аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів III аналітичної групи.

Рівновага в гетерогенних системах. Реакції осадження. Розчинення і утворення осадів. Добуток розчинності. Вплив одноіменних йонів на розчинність осадів. Розчинність осадів у кислотах. Розрахунки розчинності і добутку розчинності. Сольовий ефект. Розчинність осадів при утворенні комплексів. Осади кристалічні та аморфні.

Хід аналізу суміші катіонів I-III аналітичних груп.

Рівноваги у розчинах солей, що гідролізують. Амфотерні гідроксиди. Розрахунки pH в розчинах солей, що гідролізують.

Характерні реакції катіонів IV аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів IV аналітичної групи. Характерні реакції катіонів V аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів V аналітичної групи.

групи.

Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовують у якісному аналізі. Методика розрахунків електродних потенціалів. Окислювальний потенціал і напрям окислення-відновлення. Константа рівноваги окислювально-відновної реакції. Вплив рН на глибину проходження окислювально-відновних реакцій в аналізі.

Характерні реакції катіонів VI аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів VI аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів IV -VI аналітичних груп.

Координаційні сполуки у водневих розчинах. Основи теорії утворення та розкладу координаційних сполук. Комплексні сполуки з аніонами сильних і слабких кислот. Вплив рН, концентрації лігандів на утворення комплексних сполук. Розрахунки констант стійкості і нестійкості, концентрацій іонів в розчині. Застосування комплексних сполук в аналізі. Колоїдні системи в якісному аналізі.

Якісний аналіз аніонів. Особливості якісного аналізу аніонів. Класифікації аніонів. Характерні реакції аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз сухої речовини невідомого складу.

Предмет, методи кількісного аналізу. Предмет кількісного аналізу. Задачі та методи кількісного аналізу. Загальна характеристика методів кількісного аналізу.

Гравіметричний метод. Суть гравіметричного аналізу. Методи гравіметрії. Умови для осадження кристалічних та аморфних осадів, умови промивання, висушування та прожарювання осадів. Застосування органічних осаджувачів у гравіметричному аналізі. Аналітичні ваги. Відбір середньої проби та взяття наважки. Точність кількісного аналізу. Розрахунки в гравіметричному аналізі.

Титриметричний метод. Суть методу і вимоги, які ставляться до реакцій в титриметричному аналізі. Методи титриметричного аналізу. Способи вираження концентрації розчинів в титриметричному аналізі. Виготовлення вихідних і робочих титрованих розчинів. Мірний посуд. Калібрування мірного посуду. Розрахунки в титриметричному аналізі.

Метод кислотно-основного титрування (метод нейтралізації). Суть методу. Ацидиметрія і алкаліметрія. Робочі розчини, їх приготування, стандартизація. Індикатори методу кислотно-основного титрування. Інтервал переходу індикаторів, показник індикатора рК, показник титрування рТ. Криві титрування. Індикаторні похибки титрування. Титрування в неводних середовищах. Можливості методу і практичне застосування.

Методи окислювально-відновного титрування (редоксиметрії). Суть і класифікація методів редоксиметрії. Редокс-потенціали і напрям реакції. Константи рівноваги редокс-реакцій. Криві титрування редокс-методів. Індикатори методів редоксиметрії (редокс-індикатори). Перманганатометрія. Йодометрія. Робочі розчини, їх приготування і стандартизація. Можливості методу і практичне застосування.

Методи осаджувального титрування. Суть і теоретичні основи методів осадження. Індикатори методів осадження. Меркуриметрія і меркурометрія. Суть комплексонометрії. Робочі розчини методу. Визначення точки еквівалентності. Методи комплексонометричного титрування. Можливості методу і практичне застосування.

Методи комплексиметричного титрування. Суть і теоретичні основи методів комплексиметричного титрування. Індикатори методів. Суть комплексонометрії. Робочі розчини методу. Визначення точки еквівалентності. Методи комплексонометричного титрування. Можливості методу і практичне застосування. Можливості методу і практичне застосування.

Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу. Принципи класифікації аналітичних методів. Характеристика та класифікація фізико-хімічних методів аналізу. Основні методи розрахунку концентрацій у фізико-хімічних визначеннях. Абсолютні та відносні методи. Метрологічні основи фізико-хімічних методів аналізу. Аналітичний сигнал, вимірювання. Вибір методу аналізу. Похибки хімічного аналізу. Систематичні і випадкові похибки. Обробка результатів вимірювань.

Оптичні методи аналізу. Фотометричний аналіз. Вимоги до реакцій, що застосовуються у фотометрії та утворених забарвлених сполук. Методи визначення концентрації у фотометрії.

Колориметрія. Фотоелектроколориметрія. Поглинання світла речовиною. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптична густина, коефіцієнт поглинання. Техніка виконання аналізів. Калібрувальний графік, його побудова та використання. Різновиди спектроскопічних методів аналізу (УФ, ІЧ, ЯМР, мас-спектроскопія, рентгеноструктурний та люмінесцентний аналіз).

Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія та потенціометричне титрування. Теоретичні основи методу, апаратура, техніка виконання аналізів. Залежність величини електродних потенціалів від концентрації. Потенціометричне визначення рН водних розчинів. Стандартний електрод. Електрод визначення. Хлорсрібний електрод. Рівняння Нернста. Складний електрод. Складний електрод з водневою функцією. Методика визначення рН розчинів.

Хроматографічні методи аналізу. Теоретичні основи і класифікація методів хроматографії. Адсорбційна хроматографія: рідинна адсорбційна хроматографія; газова адсорбційна хроматографія. Розподільча хроматографія: на колонці, на папері, тонкошарова хроматографія, газорідинна хроматографія. Осаджувальна та іонно-обмінна хроматографія.

Критерії
оцінювання знань вступників з хімії для додаткового фахового випробування на ступінь
вищої освіти «доктор філософії»

Оцінка	Зміст критеріїв оцінки
Склав	Вступник показує глибокі знання навчального матеріалу, правильно, повно та аргументовано розкриває всі питання, демонструє вміння самостійно аналізувати теоретичний матеріал, викладає матеріал чітко і логічно, застосовує знання з хімії у нестандартних умовах.
Не склав	Вступник має слабкі знання навчального матеріалу, не повністю розкриває основний зміст питань з порушенням послідовності їх викладу, допускає певні помилки та неточності, не достатньо володіє навиками застосування знань.

Список рекомендованої літератури

Основна:

1. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія. К.: Ірпінськ: ВТФ «Перун», 1998. 480 с.
2. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовских В.М., Иванов С.С. Загальна та неорганічна хімія. В 2 ч. К.: Пед. преса, ч 1. 2002. 520 с., ч 2. 2000. 784 с.
3. Лакстухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Л.: Центр Європи, 2000. 864 с.
4. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992. 503 с.
5. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз: навчально-методичний посібник. К.: ЦУЛ. 2002. 524с.
6. Сегеда А.С., Галаган Р.Л. Аналітична хімія. Кількісний аналіз: навчально-методичний посібник. К.: ЦУЛ. 2002. 604с.

Додаткова:

1. Яворський В.Т. Основи теоретичної хімії. Л.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2008. 348 с.
2. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи. К.: Либідь, 2001. 400 с.
3. Глубіш П.А. Органічна хімія: Навчальний посібник. ч. I: Аліфатичні та ароматичні вуглеводні. К.: «Віпол», 2002; ч. II: Аліфатичні та ароматичні функціональні похідні. К.: «Віпол», 2004.
4. Черних В.П., Зилянковський Б.С., Гриценко І.С.. Органічна хімія. Харків, «Основа», 1997.
5. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз: збірник задач і вправ з аналітичної хімії. К.: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002. 429с.
6. Луцевич Д.Д., Мороз А.С., Грибальська О.В. Аналітична хімія: підручник. 2-е вид., перероб. і доп. К.: Медицина. Ч.1. 2009. 416с.