

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА
Інститут природничо-географічної освіти та екології

«Затверджено»

на засіданні Приймальної комісії
НПУ імені М.П. Драгоманова
протокол № 4 від «19» березня 2012 р.
Голова приймальної комісії
В.П. Андрущенко



«Рекомендовано»

Вченою радою
Інституту природничо-
географічної освіти та екології
протокол № 6 від «29» лютого 2012 р.
Голова Вченої ради



В.П. Покась

Програма
вступного фахового випробування
з хімії

при вступі на навчання
для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «**Магістр**» на базі освітньо-
кваліфікаційного рівня «**Спеціаліст**»

спеціальність **8.070301 Хімія**

Укладачі праграмы: Толмачова В.С., Богатиренко В.А., Вуколова С.І.,
Ковтун О.М., Нікітіна С.В., Пакірбаева Л.В.,
Прокопенко В.П., Прибора Н.А.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

У програмі вступного фахового випробування для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» на базі освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» висвітлено обсяг знань, умінь і навичок з теоретичних основ та практичних курсів хімічних дисциплін: загальної, неорганічної, органічної, фізикоїдної, аналітичної і біохімії, хімії природних та високомолекулярних сполук.

Вступне випробування з хімії передбачає виявити у абітурієнтів знання про:

- основні поняття і закони хімії, атомно-молекулярне вчення;
- класифікацію неорганічних та органічних сполук і реакцій;
- сучасну хімічну номенклатуру;
- будову атома, періодичний закон і періодичну систему елементів Д.І. Менделєєва в світлі теорії будови атома;
- типи хімічних зв'язків і будову речовин;
- основні поняття і закони хімічної термодинаміки;
- основні поняття і закони хімічної кінетики;
- властивості розчинів, способи вираження складу розчинів;
- теорію електролітичної дисоціації;
- окисно-відновні процеси, стандартні електродні потенціали, ряд напруг металів;
- окисно-відновні властивості простих речовин та основних сполук елемента з різними ступенями окиснення;
- сучасні поняття про будову органічних сполук на основі теорії електронних зміщень: індукційного та мезомерного ефектів;
- основні типи ізомерії органічних сполук: структурну, просторову;
- сучасні теорії кислот і основ: Арреніуса – Оствальда, Бренстеда – Лоурі, Льюїса;
- вуглеводні ациклічної будови: алкани, алкени, алкадієни, алкіни;
- аліциклічні вуглеводні: циклоалкани, циклоалкени;
- ароматичні вуглеводні: бензен та його гомологи, багатоядерні арени з конденсованими та ізольованими кільцями бензену;
- галогенопохідні вуглеводнів: галогеноалкани, галогеноалкени, галогеноарени, арилалкілгалогеніди;
- нітрогеновмісні похідні вуглеводнів: нітро- та аміносполуки аліфатичного і ароматичного рядів;
- спирти, етери, феноли ;
- альдегіди і кетони аліфатичного і ароматичного рядів;
- карбонові кислоти всіх типів та їх функціональні похідні;
- білки;
- п'яти- та шестичленні гетероциклічні сполуки;
- піримідинові та пуринові основи;
- моно-, ди-, полісахариди;

- ☑ нуклеотиди, нуклеозиди, нуклеїнові кислоти;
- ☑ основні обміни: білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів та ліпідів;
- ☑ природні сполуки: терпеноїди, стероїди, алкалоїди, фенольні сполуки;
- ☑ високомолекулярні сполуки;
- ☑ застосування неорганічних і органічних речовин в науці, техніці, побуті;
- ☑ процеси колообігу хімічних елементів, простих і складних речовин у природі, їх екологічна роль;

Вступне випробування з хімії дозволить перевірити сформовані уміння:

- ☑ на основі періодичної системи елементів, законів хімії, рівнянь хімічних реакцій виконувати стехіометричні розрахунки маси, об'єму, кількості речовини, з'ясовувати причинно-наслідкові зв'язки між різними поняттями, встановлювати загальні закономірності для розвитку теоретичного мислення;
- ☑ на основі основних законів хімії, вчення про періодичність визначати властивості атомів та їх зміну за періодичною системою;
- ☑ на основі законів квантової хімії, вчення про періодичну систему визначати електронні конфігурації атомів, властивості атомів та їх зміну в періодичній системі, передбачати тип хімічного зв'язку і на його основі властивості сполук елементів;
- ☑ за таблицями термодинамічних величин рівнянь хімічних реакцій, розраховувати теплові ефекти та зміну ентальпії, ентропії, енергії Гіббса в різних фізико-хімічних процесах для визначення реакційної здатності речовин, напрямку реакції;
- ☑ на основі знань термодинаміки аналізувати, інтерпретувати результати досліджень, встановлювати закономірності перебігу хімічних процесів для розвитку теоретичного мислення;
- ☑ на основі закону діючих мас, правила Вант-Гоффа, розраховувати швидкості хімічної реакції та їх зміну в залежності від концентрації;
- ☑ за результатами експерименту, встановлювати залежність швидкості реакції від температури;
- ☑ на основі закону діючих мас, загальних умов рівноваги розраховувати рівноважні концентрації речовин і константи рівноваги, з'ясовувати вплив на неї різних факторів;
- ☑ на основі теоретичних знань з хімічної кінетики і рівноваги аналізувати, інтерпретувати результати досліджень, встановлювати закономірності перебігу хімічних процесів та явищ для розвитку теоретичного мислення;
- ☑ згідно впливу різних факторів на розчинність речовин, розраховувати концентрації розчинів, перераховувати одну концентрацію на іншу;
- ☑ згідно теорії електролітичної дисоціації, властивості відповідних солей розраховувати рН розчинів солей, ступінь та константи гідролізу;
- ☑ на основі сучасної теорії розчинів електролітів, йонообмінних реакцій аналізувати, інтерпретувати експериментальні дані;

- ☑ згідно стандартних електродних потенціалів розраховувати електро-рушійні сили гальванічних елементів (ЕРС);
- ☑ на основі теорії гетерогенних окисно-відновних процесів аналізувати, інтерпретувати експериментальні факти;
- ☑ згідно величини окисно-відновного потенціалу, ступеня окиснення елемента прогнозувати його окисно-відновні властивості, розраховувати напрямок окисно-відновних реакцій;
- ☑ на основі окисно-відновних властивостей речовин скласти схеми окисно-відновних реакцій, урівнювати їх методом електронного балансу та напівреакцій;
- ☑ згідно особливостей окисно-відновних реакцій аналізувати, інтерпретувати результати досліджень, встановлювати закономірності перебігу хімічних процесів та явищ для розвитку теоретичного мислення;
- ☑ за алгоритмом вивчення хімії елементів за періодичною системою Д.І. Менделєєва: за положенням елемента в періодичній системі скласти електронну формулу атома елемента, визначити ковалентні можливості атома елемента, прогнозувати склад і властивості основних неорганічних сполук хімічного елемента, здатність атома до комплексоутворення, характеризувати основні типи комплексних сполук, окисно-відновні властивості простих речовин і сполук хімічного елемента;
- ☑ згідно основних законів хімії аналізувати, порівнювати, узагальнювати окремі факти, виявляти закономірності в зміні властивостей сполук, встановлювати зв'язки між ними з метою формування наукового світогляду;
- ☑ визначити тип гібридизації електронних орбіталей атомів та типи зв'язків у молекулах органічних сполук згідно теорії напрямлених валентностей;
- ☑ визначити вплив індукційного і мезомерного ефектів замісників на реакційну здатність речовин згідно теорії електронних зміщень;
- ☑ скласти структурні формули сполук та їх ізомерів на основі електронної будови атомів, теорії будови органічних сполук і пояснювати їхні фізичні та хімічні властивості;
- ☑ класифікувати органічні сполуки згідно теорії будови органічних сполук та особливостей будови характеристичних груп;
- ☑ утворювати назви органічних сполук за тривіальною, раціональною, радикально-функціональною та систематичною (IUPAC) номенклатурами;
- ☑ класифікувати органічні реакції згідно теорії будови органічних сполук, особливостей хімічного зв'язку та теорії електронних зміщень;
- ☑ визначити в органічних сполуках реакційні центри;
- ☑ визначити в сполуках кислотні і основні центри, порівнювати силу органічних кислот і основ, використовуючи теорії Арреніуса, Бренстеда-Лоурі та Льюїса;
- ☑ пояснювати та прогнозувати механізми хімічних перетворень, використовуючи теорію будови органічних сполук, характер розподілу

електронної густини у молекулах;

- ☑ на основі хімічних властивостей класів органічних сполук, здійснювати їх хімічні перетворення з метою одержання сполук з наперед зазначеними властивостями;
- ☑ на основі теоретичних знань пояснювати лабораторний експеримент як самостійне дослідження з постановкою наукової задачі, експериментальною перевіркою гіпотези і теоретичним обґрунтуванням висновків;
- ☑ встановлювати закономірності в зміні властивостей сполук, зазначати зв'язки між ними, виявляти спільне та відмінне з метою формування наукового світогляду;
- ☑ класифікувати хімічні речовини, явища та процеси, методи синтезу, виділення, очистки та ідентифікації хімічних сполук;
- ☑ використовуючи знання про функціональні можливості різних класів хімічних сполук, встановлювати залежність хімічних властивостей від будови, прогнозувати продукти перетворень речовин;
- ☑ здійснювати хімічні перетворення з метою одержання сполук різних класів та готувати реактиви для цих перетворень;
- ☑ розраховувати хімічні та фізико-хімічні величини за формулами, рівняннями реакцій хімічних процесів;
- ☑ аналізувати, порівнювати, узагальнювати окремі факти, аналізувати та інтерпретувати результати експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків;
- ☑ з'ясовувати екологічні проблеми, пов'язані з антропогенними джерелами хімічних сполук, прогнозувати можливість зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Розділ I. « ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ »

Поняття про матерію. Речовина та поле – конкретні види матерії. Рух як форма існування матерії; форми руху матерії; хімічна форма руху. Предмет і завдання хімії, місце загальної хімії в системі хімічних наук. Зв'язок хімії з біологією, фізикою та іншими науками про природу.

Основні етапи розвитку хімії. Хімія і навколишнє середовище. Завдання хімії як навчального предмету у формуванні особистості вчителя. Педагогічна діяльність великих учених-хіміків. Внесок українських вчених у розвиток хімічної науки.

1. ОСНОВНІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ І ЗАКОНИ У СВІТЛІ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЧЕННЯ

Атомно-молекулярна теорія як фундамент сучасної хімії. Закон збереження маси і енергії. Атоми і молекули, їх розміри і маса. Відносні атомні і молекулярні маси. Хімічний елемент. Символи хімічних елементів. Хімічний елемент, проста речовина. Алотропія. Хімічні елементи у земній корі, поняття про геохімію. Складні речовини. Закон сталості складу. Закон кратних відношень. Закон простих об'ємних відношень. Закон Авогадро і висновки з нього. Стала Авогадро.

Моль – одиниця кількості речовини. Молярна маса і молярний об'єм. Методи визначення атомних і молекулярних мас. Еквівалент, закон еквівалентів. Валентність. Співвідношення між молярною масою, еквівалентом та молярною масою еквівалента. Встановлення формул хімічних сполук. Масова частка елемента в складній речовині. Виведення хімічної формули речовини за масовою часткою елементів, що входять до її складу. Рівняння хімічних реакцій та стехіометричні розрахунки.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Класифікація неорганічних сполук та простих речовин за правилами IUPAC.

Класифікація бінарних речовин за складом: оксиди, пероксиди, сульфідиди, галогенідиди, нітриди, карбідиди, гідридиди. Інтерметалідиди.

Класифікація складних речовин за функціональними ознаками: кислоти, основи, солі, кислотні, основні та амфотерні оксиди і гідроксидиди.

Кислоти. Класифікація кислот: за складом – безоксигенові, оксигеновмісні, полікислоти, ізополікислоти та гетерополікислоти; за силою – сильні, середні, слабкі; за окиснювальною здатністю – кислоти окиснювачі та кислоти неокиснювачі. Одно- і багатоосновні кислоти. Властивості та номенклатура кислот. Загальні способи добування кислот.

Основи: одно- і багатоосновні основи. Луги. Властивості і номенклатура основ. Способи добування основ.

Солі. Класифікація солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і оксосолі) змішані, подвійні солі. Способи добування середніх, кислих і основних

солей. Номенклатура солей. Правила техніки безпеки при вивченні кислотно-основної взаємодії речовин.

Генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук.

3. ЕНЕРГЕТИКА І НАПРЯМЛЕНІСТЬ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Хімічна термодинаміка. Внутрішня енергія речовин. Зміна внутрішньої енергії системи в хімічних процесах. Ентальпія. Теплові ефекти хімічних реакцій. Теплоти утворення хімічних сполук. Перший закон термодинаміки. Закон Г.І. Гесса.

Ентропія. Ізобарно-ізотермічний потенціал (енергія Гіббса). Роль ентальпійного та ентропійного факторів в напрямленості процесів за різних умов. Використання табличних даних стандартних ентальпій, ентропій та стандартних ізобарних потенціалів утворення вихідних і кінцевих речовин для вирішення питання про можливість перебігу хімічних реакцій.

4. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Швидкість хімічної реакції. Фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин. Закон діючих мас. Застосування закону діючих мас для гомогенних та гетерогенних систем. Константа швидкості реакції. Залежність швидкості реакції від температури, температурний коефіцієнт. Поняття про активні молекули і енергію активації процесу.

Каталіз. Вплив каталізаторів на швидкість реакції. Види каталізу: гомогенний, гетерогенний та мікрогетерогенний, автокаталіз, поняття про інгібітори. Роль каталізаторів в біологічних процесах.

Хімічна рівновага. Необоротні та оборотні хімічні реакції. Умови необоротності хімічних процесів. Хімічна рівновага. Константа хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє. Зміщення хімічної рівноваги при зміні концентрації реагуючих речовин, тиску і температури. Каталізатори в оборотних процесах. Значення вчення про швидкість реакції і хімічну рівновагу для управління хімічними процесами.

5. ВОДА. РОЗЧИНИ

Склад, електронна будова, просторова конфігурація, полярність молекул води. Характеристика водневого зв'язку. Асоціація молекул води. Аномалії фізичних властивостей води. Діаграма стану води. Вода як розчинник. Хімічні властивості води. Термічна дисоціація. Взаємодія з простими і складними речовинами. Роль води в біологічних процесах. Важка вода: добування, властивості, застосування. Вода в природі. Проблема чистої води.

Характеристика дисперсних систем. Істинні розчини, колоїдні розчини, грубодисперсні системи (суспензії, емульсії). Механізм процесу розчинення. Сольватація (гідратація) при розчиненні. Праці Д.І. Менделєєва з теорії

розчинів. Зв'язок теплоти розчинення речовини з енергією кристалічної ґратки і теплою гідратації молекули речовини.

Поняття “концентрація розчину”, кількісний склад розчинів. Розподіл розчинів за концентрацією розчинених речовин (ненасичені, насичені, пересичені розчини) і дисперсністю та станом розчинених речовин (молекулярні, йонні, колоїдні розчини).

Розчинність твердих речовин у воді. Коефіцієнт розчинності. Криві розчинності. Кристалізація твердих речовин із розчинів. Кристалогідрати. Очистка речовин перекристалізацією із розчинів. Розчинність газів. Закон Генрі.

Способи вираження складу розчинів. Масова частка розчиненої речовини. Молярна концентрація. Позасистемні способи вираження складу розчинів: молярна концентрація еквівалента (поняття “нормальність”), моляльність, титр. Розрахунки для виготовлення розчинів різного складу. Еквівалент речовини в кислотно-основних реакціях, окисно-відновних реакціях та процесах комплексоутворення. Методики приготування розчинів. Правила техніки безпеки при роботі з концентрованими розчинами кислот і лугів.

6. РІВНОВАГА В РОЗЧИНАХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Електроліти і неелектроліти. Теорія електролітичної дисоціації. Фізична теорія розчинів С.Арреніуса та фізико-хімічна теорія Д.Менделєєва, В.О. Кістяківського, Т.О. Каблукова. Механізм дисоціації речовин з різним типом хімічного зв'язку. Роль полярних молекул води в процесах дисоціації. Механізм гідратації аніонів і катіонів. Утворення йона гідроксонію. Енергетика процесу дисоціації.

Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні, середні, слабкі електроліти. Фактори, що впливають на ступінь дисоціації: природа електроліту, природа розчинника, температура, концентрація розчинів, діелектрична проникність розчинника.

Застосування закону діючих мас до процесу дисоціації слабких електролітів. Константа дисоціації. Зміщення рівноваги дисоціації слабких електролітів. Кислоти, основи, амфотерні гідроксиди, солі у світлі теорії електролітичної дисоціації. Ступінчаста дисоціація слабких електролітів. Сучасні теорії кислот і основ.

Електролітична дисоціація води. Йонний добуток води. Концентрація йонів Гідрогену в розчинах. Водневий показник. Буферні розчини. Значення сталої величини рН у хімічних і біологічних процесах.

Рівновага в насичених розчинах малорозчинних електролітів. Добуток розчинності (ДР). Напрявленість обмінних реакцій у розчинах електролітів. Використання значень стандартних ентальпій і стандартних ізобарних потенціалів для оцінки спрявленості йонних процесів.

Поняття гідролізу солей. Різні випадки гідролізу солей. Ступінь і константа гідролізу. Фактори, що впливають на зміщення рівноваги гідролізу. Роль гідролізу в біологічних та хімічних процесах.

7. ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

Реакції, що відбуваються із зміною ступеня окиснення атомів елементів. Електронна теорія окиснення. Окисники і відновники. Правила складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Метод електронного балансу та електронно-іонний метод. Вплив середовища на окисно-відновний процес. Класифікація окисно-відновних реакцій.

Взаємодія металів з кислотами і солями у водних розчинах як окисно-відновний процес. Перетворення хімічної енергії окисно-відновних реакцій в електричну. Поняття про гальванічний елемент. Електродний потенціал, водневий електрод порівняння. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг металів. Стандартні окисно-відновні потенціали. Напряменість окисно-відновних реакцій у розчинах. Значення окисно-відновних процесів у живій і неживій природі, у техніці. Електроліз як окисно-відновний процес. Електроліз розчинів і розплавів кислот, лугів, солей.

Розділ II. « НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ »

1. ГІДРОГЕН

Особливості положення Гідрогену в періодичній системі. Характеристика молекули водню з позиції методу валентних зв'язків та молекулярних орбіталей. Водень у природі, ізотопи Гідрогену. Промислові та лабораторні методи добування водню, його фізичні та хімічні властивості. Правила роботи з воднем. Відновні властивості атомарного і молекулярного водню. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості бінарних сполук Гідрогену з Оксигеном (H_2O , H_2O_2). Застосування водню в промисловості. Водень – паливо майбутнього.

2. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ VII ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронні формули, радіуси атомів, йонізаційні потенціали, спорідненість до електрона, електронегативність, ступені окиснення, валентності, координаційні числа, розповсюдження в природі.

Загальна характеристика простих речовин. Запобіжні заходи при роботі з галогенами.

Флюор. Флюор у природі, способи добування, фізичні і хімічні властивості. Сполуки Флюору. Гідрогенфлюорид, добування і властивості. Асоціація молекул гідрогенфлюориду. Плавикова кислота, флюориди, оксиген флюорид. Застосування флюору та його сполук.

Хлор. Хлор у природі. Промислові та лабораторні методи добування, його фізичні та хімічні властивості. Сполуки хлору з металами. Механізм взаємодії хлору з воднем. Гідрогенхлорид, соляна кислота: промислові способи її добування. Хлориди, сполуки Хлору з Оксигеном: оксиди, кислоти, солі. Гіпохлоритна кислота та її солі. Хлорне вапно. Хлоратна та

хлорна кислоти. Бертолетова сіль. Порівняльна характеристика оксигеновмісних кислот хлору. Застосування сполук Хлору. Поняття про гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, зокрема, хлору.

Бром. Йод. Поширення в природі, промислові та лабораторні методи добування. Фізичні і хімічні властивості простих речовин. Гідрогенбромід та гідрогенйодид, бромідна та йодидна кислоти, їх солі. Оксигеновмісні сполуки Йоду і Броду. Порівняльна характеристика сили гідрогенгалогенідних кислот та відновних властивостей їх аніонів. Порівняльна характеристика оксигеновмісних кислот галогенів. Біологічна роль простих речовин і сполук, утворених галогенами.

3. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ VII ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, зміна радіусів атомів, енергій йонізації із збільшенням порядкового номеру елемента.

Манган. Природні сполуки мангану. Добування мангану. Фізичні і хімічні властивості простої речовини манган. Застосування мангану та його сплавів. Манган як мікроелемент. Добування і властивості сполук мангану (II, IV, VI, VII). Залежність кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів і гідроксидів мангану від ступеня окиснення атомів Мангану. Солі Мангану(II), здатність катіона Мангану(II) до комплексоутворення. Кислоти Мангану. Манганати(VI) і манганати(VII), їх окисні властивості. Залежність окисних властивостей манганатів від рН середовища.

Технецій і Реній. Властивості технецію та ренію. Добування, властивості сполук Технецію та Ренію: оксидів, гідроксидів, солей. Ренати і технецати. Зміна окисних властивостей в ряду: манганат(VII) – технецат(VII) – ренат(VII). Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп VII групи.

4. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ VI ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів і простих речовин.

Оксиген. Ізотопний склад природного Оксигену. Хімічний зв'язок у молекулі кисню з точки зору методів ВЗ та МО. Пояснення парамагнетизму кисню. Промислові та лабораторні способи добування кисню, його фізичні та хімічні властивості. Кисень – окисник. Взаємодія кисню з простими і складними речовинами. Оксиди: способи добування, властивості, класифікація і номенклатура. Алотропія кисню. Озон, його властивості, добування, утворення в природі. Застосування кисню. Значення кисню у природі. Повітря. Складові частини повітря, властивості повітря. Проблема чистого повітря.

Сульфур. Сульфур в природі. Алотропія сірки. Фізичні властивості її найважливіших модифікацій. Хімічні властивості та практичне застосування сірки. Водневі сполуки Сульфуру. Дигідрогенсульфід: добування, фізичні і хімічні властивості. Фізіологічна дія дигідрогенсульфіду, його ГДК.

Дигідрогенсульфідна кислота, сульфідни, їх відновні властивості. Полісульфідни. Кисневі сполуки Сульфур: будова молекул, характер валентних зв'язків. Сульфур(IV) оксид: фізичні та хімічні властивості, промислові та лабораторні способи добування, його ГДК. Властивості сульфитної кислоти та сульфитів. Тіосульфатна кислота, тіосульфати, їх практичне застосування. Сульфур(VI) оксид, фізичні та хімічні властивості. Сульфатна кислота. Властивості концентрованої та розбавленої сульфатної кислоти. Взаємодія з металами, неметалами та складними речовинами. Правила користування концентрованою сульфатною кислотою. Контактний спосіб добування сульфатної кислоти. Виробництво сульфатної кислоти і проблема охорони навколишнього середовища. Олеум. Сульфати, їх властивості. Значення сульфатної кислоти та її солей у хімічній та суміжних галузях промисловості. Біологічна роль Сульфур, колообіг у природі.

Селен. Телур. Фізичні та хімічні властивості, значення у сучасній техніці. Сполуки Селену і Телуру з Гідрогеном і Оксигеном. Характер зміни властивостей сполук елементів з Гідрогеном у підгрупі: міцність і полярність молекул, валентні кути, сила відповідних кислот, відновні властивості аніонів кислот.

5. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ VI ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів. Особливості електронної будови, валентності і ступені окиснення елементів.

Хром у природі. Фізичні властивості. Застосування хрому і його сплавів. Хімічні властивості хрому та його сполук. Сполуки Хрому (II, III, VI) – оксиди, гідроксиди, солі: добування, властивості. Кисотно-основні властивості оксидів та гідроксидів Хрому(III), комплексні сполуки Хрому(III). Окисно-відновні властивості сполук Хрому(III).

Хромові кислоти, дихромати і хромати, умови їх існування. Хромова суміш. Окисні властивості сполук Хрому(VI).

Молібден, Вольфрам. Добування молібдену і вольфраму із природних сполук. Фізичні властивості, застосування молібдену, вольфраму та їх сплавів. Хімічні властивості молібдену, вольфраму та їх сполук: оксидів, гідроксидів. Молібденова і вольфрамова кислоти, здатність цих кислот до утворення гетерополікислот. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп VI групи.

6. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ V ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів і простих речовин. Нітроген. Нітроген у природі. Хімічний зв'язок у молекулі азоту з точки зору методів ВЗ і МО. Фізичні та хімічні властивості азоту. Взаємодія азоту з киснем, оксиди Нітрогену. Промислові і лабораторні методи добування азоту.

Сполуки Нітрогену з Гідрогеном. Амоніак. Електронна будова і геометрія молекули. Промислові та лабораторні методи добування, фізичні та хімічні властивості амоніаку. Окиснення амоніаку. Донорно-акцепторний

механізм взаємодії амоніаку з водою, з кислотами, утворення амоніакатів. Солі амонію, їх властивості. Продукти термічного розкладу різних солей амонію. Аміді і нітриди металів. Застосування амоніаку та солей амонію. Гідразин: будова молекули, хімічні властивості. Амінгідроксид.

Сполуки Нітрогену з Оксигеном: будова молекул, їх стійкість, добування і властивості. Молекула Нітроген(II) оксиду з точки зору методу МО. Властивості нітроген (IV) оксиду. Димеризація нітроген (IV) оксиду. Нітритна кислота, нітрити. Характеристика окисно-відновних властивостей нітритної кислоти та її солей. Нітратна кислота. Електронна будова і геометрія молекул. Лабораторні і промислові способи добування нітратної кислоти. Властивості нітратної кислоти: взаємодія з металами і неметалами. «Царська вода». Нітрати. Термічний розклад нітратів. Біологічна роль азоту, проблема зв'язування атмосферного азоту. Нітратні добрива. ГДК нітрат-іонів у продуктах харчування. Колообіг азоту в природі.

Фосфор. Фосфор у природі, добування. Алотропні видозміни Фосфору, їх властивості, токсичність білого фосфору, запобіжні заходи при роботі з ним. Фосфіди металів. Сполуки Фосфору з Гідрогеном. Властивості фосфінів.

Кисневі сполуки Фосфору. Оксиди Фосфору. Фосфітна та фосфатна кислоти: будова молекул, властивості. Зміна стійкості, кислотності, окисно-відновних властивостей в ряду оксигеновмісних кислот Фосфору. Метафосфати, поліфосфати. Ортофосфати, їх практичне значення. Галогеніди Фосфору, їх властивості. Біологічна роль Фосфору. Фосфатні добрива. Використання фосфатних добрив на ґрунтах з різним значенням рН.

Арсен, Стібій, Бісмут. Поширення у природі, добування простих речовин. Порівняльна характеристика фізичних та хімічних властивостей арсену, стібію, бісмуту. Оксиди і гідроксиди Арсену, Стібію, Бісмуту різних ступенів окиснення. Галогеніди Арсену, Стібію, Бісмуту. Гідроліз солей. Порівняння окисно-відновних властивостей сполук Арсену, Стібію, Бісмуту в ступенях окиснення (III), (V). Фізіологічна дія Арсену та його сполук.

7. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ V ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів. Можливі валентні стани і ступені окиснення в залежності від електронної будови атомів.

Ванадій, Ніобій, Тантал у природі. Способи добування. Фізичні властивості і застосування. Хімічні властивості простих речовин і найважливіших сполук елементів: оксидів, гідроксидів, солей. Здатність елементів Ніобію, Ванадію, Танталу до комплексоутворення і утворення ізополікислот. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп V групи.

8. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ IV ГРУПИ

Загальна характеристика елементів головної підгрупи IV групи. Карбон. Карбон в природі. Алотропні видозміни Карбону: алмаз, графіт,

карбін. Тип гібридизації орбіталей атомів Карбону в його алотропних видозмінах. Активоване вугілля. Застосування його як сорбента. Хімічні властивості карбону. Практичне застосування відновних властивостей карбону.

Неорганічні сполуки Карбону. Карбіди металів. Сполуки Карбону з Оксигеном. Карбон(II) оксид. Будова його молекули з позиції методів ВЗ і МО, хімічні властивості. Фізіологічна дія чадного газу та перша допомога при отруєнні. Карбон(IV) оксид: будова молекули, фізичні та хімічні властивості. Промислові і лабораторні способи добування. Карбон(IV) оксид у природі. Фотосинтез. Карбонатна кислота і її солі. Диціан. Цианідна кислота. Цианіди, ціанідні комплексні сполуки. Колообіг карбону в природі та проблема охорони атмосфери.

Силіцій та його сполуки. Силіцій у природі. Силікати. Способи добування силіцію. Властивості силіцію. Сполуки Силіцію з Гідрогеном. Силіциди металів. Силіцій діоксид. Кварц. Кварцове скло. Силікатні кислоти. Силікати, розчинне скло. Штучні силікати. Цемент. Бетон.

Германій, Станум, Плюмбум в природі. Добування простих речовин, їх фізичні та хімічні властивості. Алотропія. Оксиди і гідроксиди, їх кислотно-основні та окисно-відновні властивості. α - та β -олов'яні кислоти. Відновні властивості сполук Станума(II). Зниження стійкості сполук вищих ступенів окиснення в ряду Германій – Станум – Плюмбум. Застосування германію, олова, свинцю та їх сполук. Захист навколишнього середовища від важких металів.

9. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ ІV ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів. Титан, Цирконій, Гафній у природі. Добування цих металів, їх фізичні та хімічні властивості. Практичне застосування титану, цирконію, гафнію та їх сплавів. Найважливіші сполуки: оксиди, гідроксиди, солі. Комплексні сполуки Титану, Цирконію, Гафнію. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп IV групи.

10. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ III ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, зміна радіусів атомів, енергії йонізації, стандартних електродних потенціалів в ряду Бор – Талій. Найважливіші природні сполуки.

Бор. Алотропні відозміни. Фізичні, хімічні властивості аморфного та кристалічного бору. Добування бору. Бор як мікроелемент. Сполуки Бору: борани, бориди металів. Нітрид Бору. Оксид та гідроксид Бору: структура, властивості, застосування. Ортоборна кислота. Бура.

Алюміній. Фізичні та хімічні властивості простої речовини, добування. Алюмотермія. Застосування алюмінію та його сплавів. Добування і властивості найважливіших сполук Алюмінію: оксиду, гідроксиду, солей; практичне застосування цих сполук.

Галій, Індій, Талій. Фізичні та хімічні властивості простих речовин, їх практичне застосування. Добування і властивості сполук елементів: оксидів, гідроксидів, солей.

Закономірності зміни кислотно-основних властивостей гідроксидів елементів головної підгрупи III групи зі збільшенням зарядів ядер їх атомів.

11. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ III ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: Скандій, Ітрій Лантан, Актиній. Особливості електронних структур атомів елементів. Поширення у природі. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Найважливіші сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.

Родина лантаноїдів. Можливі валентні стани і ступені окиснення атомів залежно від особливостей електронних структур, лантаноїдне стиснення. Поширення у природі. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Найважливіші сполуки лантаноїдів: оксиди, гідроксиди, характер зміни властивостей гідроксидів. Солі. Практичне застосування лантаноїдів.

Родина актиноїдів. Історія відкриття. Положення в періодичній системі: електронна будова, валентності та ступені окиснення, актиноїдне стиснення. Загальна характеристика властивостей простих речовин. Синтез нових елементів. Проблема верхньої межі періодичної системи та номенклатура важких елементів. Уран. Поширення в природі. Природні, штучні ізотопи Урану. Добування, фізичні і хімічні властивості урану. Практичне застосування урану.

Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп III групи.

12. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Місце металів у періодичній системі елементів. Особливості електронної будови атомів металів. Металічний стан речовини, зонна теорія будови кристалів, металічний зв'язок. Типи кристалічних ґраток металів. Метали у природі. Основні руди, збагачення руд. Найважливіші методи добування металів із руд. Добування металів електролізом розплавів і розчинів. Фізичні та хімічні властивості металів. Металотермія. Напрявленість металотермічних реакцій з позицій хімічної термодинаміки. Електрохімічний механізм взаємодії металів з водою і водними розчинами електролітів. Електрохімічний ряд напруг металів. Праці М.М. Бекетова. Стандартні електродні потенціали металів. Зміни хімічної активності металів у групах та періодах періодичної системи.

Корозія металів. Види корозії, основні засоби захисту від корозії. Інгібітори корозії металів. Сплави. Дослідження природи сплавів.

13. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ І ГРУПИ. ЛУЖНІ МЕТАЛИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, радіуси атомів, енергія йонізації, стандартні електродні потенціали. Зміна властивостей простих речовин із збільшенням порядкового номеру елемента.

Лужні метали у природі. Ізотопний склад. Найважливіші природні сполуки. Роль сполук Калію і Натрію у фізіологічних процесах. Добування лужних металів, фізичні властивості, правила роботи з лужними металами. Хімічні властивості простих речовин та сполук елементів: гідридів, оксидів, гідроксидів, пероксидів, солей. Застосування лужних металів та їх солей. Калійні добрива.

14. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ І ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, зміна радіусів, енергій йонізації, стандартних електродних потенціалів у ряду Купрум – Аурум. Купрум, Аргентум, Аурум у природі. Способи їх добування. Застосування цих металів та їх сплавів. Найважливіші сполуки Купрум, Аргентум, Аурум: оксиди, гідроксиди, солі. Комплексні сполуки. Окисно-відновні властивості металів підгрупи Купруму. Значення йонів Купрум(II), Аргентум(I) у фізіологічних процесах. Купрум як мікроелемент. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Порівняльна характеристика властивостей елементів головної та побічної підгруп I групи.

15. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ II ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, зміна радіусів атомів, енергій йонізації, стандартних електродних потенціалів в ряду Берилій – Радій, ізотопний склад. Зміна властивостей простих речовин із збільшенням порядкового номеру елемента. Добування простих речовин. Магній і Кальцій – важливі елементи живої природи. Фізіологічна дія сполук Берилію, Стронцію, Барію. Фізичні властивості простих речовин. Техніка безпеки при роботі з кальцієм, стронцієм, барієм. Застосування простих речовин. Сплави магнію.

Хімічні властивості простих речовин та їх сполук. Закономірності зміни хімічних властивостей гідридів, оксидів, гідроксидів, пероксидів, солей у ряду Берилій – Радій. Негашене і гашене хлорне вапно. Жорсткість води та методи її усунення. Пом'якшення води за допомогою йонообмінних смол.

16. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ II ГРУПИ

Загальна характеристика атомів елементів: електронна будова, зміна радіусів, енергій йонізації, стандартних електродних потенціалів у ряду Цинк – Кадмій – Меркурій. Найважливіші природні сполуки. Способи добування цинку, кадмію, меркурію. Практичне застосування цих металів та їх сплавів. Фізіологічна дія сполук Цинку, Кадмію, Меркурію. Техніка безпеки при роботі з ртуттю та її сполуками.

Фізичні та хімічні властивості простих речовин та їх сполук. Сполуки Меркурію у ступені окиснення +1. Найважливіші комплексні сполуки елементів побічної підгрупи II групи.

Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп II групи.

17. ЕЛЕМЕНТИ ГОЛОВНОЇ ПІДГРУПИ VIII ГРУПИ

Місце благородних газів у періодичній системі елементів та електронна структура їх атомів. Пояснення існування одноатомних молекул за методами ВЗ та МО. Зміна потенціалів йонізації атомів благородних газів із збільшенням порядкових номерів елементів. Благородні гази у природі, фізичні та хімічні властивості. Найважливіші сполуки Ксенону і Криптоні різних ступенів окиснення: властивості, добування, застосування.

18. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНОЇ ПІДГРУПИ VIII ГРУПИ

Загальна характеристика елементів родини Ферума і платинових металів.

Елементи родини Ферума. Поширення в природі, найважливіші природні сполуки. Сплави заліза: чавун і сталь. Добування нікелю і кобальту. Практичне застосування металів родини Ферума. Ферум, Кобальт як мікроелементи. Порівняльна характеристика простих речовин і сполук Ферума, Кобальта, Нікола (II) і (III). Сполуки Ферума(VI). Комплексні сполуки Ферума, Кобальта, Нікола.

Елементи родини Платини. Поширення у природі, історія відкриття. Особливості фізичних і хімічних властивостей простих речовин, їх практичне значення.

19. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ ГОЛОВНИХ ТА ПОБІЧНИХ ПІДГРУП ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

Д.І. МЕНДЕЛЄЄВА

Особливості електронних структур атомів елементів головних і побічних підгруп. *s*-, *p*-, *d*- і *f*- родини. Положення цих елементів у періодичній системі. Лантаноїдне і актиноїдне стиснення. Зміна радіусів із збільшенням порядкового номера елемента побічних підгруп. Відмінність характеру змін властивостей елементів і їх сполук із збільшенням зарядів ядер атомів у головних і побічних підгрупах. Різноманітність ступенів окиснення атомів елементів у побічних підгрупах. Здатність елементів до комплексоутворення.

Розділ III. «ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. БУДОВА РЕЧОВИНИ»

1. БУДОВА АТОМА ТА ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Короткі історичні відомості про розвиток сучасних уявлень про будову атома. Досліди Резерфорда по розсіянню альфа-частинок. Планетарна модель

атома. Модель атома Гідрогену за Бором. Загальна характеристика атомних спектрів. Дискретність енергетичних станів електрона в атомі. Протиріччя моделі Бора з класичною фізикою.

Основні уявлення квантової механіки. Квантова теорія світла. Рівняння де Бройля. Подвійна корпускулярно-хвильова природа речовини, прояв хвильових та корпускулярних властивостей електрону. Принцип невизначеності Гейзенберга. Рівняння Шредінгера.

Квантові числа електронів в атомі. Енергетичні рівні та підрівні. Поняття про атомні електронні орбіталі. “Електронна хмара”. Форми атомних електронних орбіталей.

Багатоелектронні атоми. Послідовність заповнення електронами енергетичних рівнів та підрівнів в атомах. Принцип Паулі. Правило Клечковського. Правило Гунда.

Потенціали йонізації атомів, спорідненість до електрону, атомні та йонні радіуси. Закономірності зміни цих величин в періодах та групах Періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва.

Поняття про ковалентний зв'язок. Зменшення внутрішньої енергії системи як умова утворення хімічного зв'язку; довжина, напрямленість, міцність хімічного зв'язку.

Трактування молекули водню за Гейтлером-Лондоном. Основні положення методу валентних зв'язків (ВЗ). Ковалентність. Валентні можливості атомів. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку, приклади молекул, що утворилися за участю донорно-акцепторного механізму. Насиченість ковалентного зв'язку. Направленість ковалентного зв'язку. Гібридизація атомних орбіталей (АО). Просторова конфігурація молекул з різним типом гібридизації АО. Багатоатомні молекули в методі ВЗ. Переваги та недоліки метода ВЗ.

Електронегативність. Поняття про ефективний заряд атомів в молекулі і поляризаційні уявлення в хімії. Дипольний момент, вплив неподілених електронних пар гібридних орбіталей на дипольний момент. Властивості речовин, що утворені полярними молекулами.

Йонний зв'язок як граничний випадок полярного ковалентного зв'язку. Особливості йонного зв'язку: відсутність напрямленості та насиченості. Поляризація та поляризуюча властивість йонів; зміна цих характеристик за періодами та групами періодичної системи. Залежність поляризації та поляризуючої здатності йонів від величини заряду йона. Вплив взаємної поляризації йонів на характер хімічного зв'язку. Пояснення з точки зору поляризаційних уявлень основних закономірностей зміни властивостей найпростіших хімічних сполук (енергія кристалічної решітки, термічна стійкість, енергія гідратації та ін.). Аналіз понять: ковалентність, валентність, координаційне число, ступінь окиснення.

Водневий зв'язок. Внутрішні та міжмолекулярні водневі зв'язки, утворення димерів та полімерів. Вплив водневого зв'язку на властивості речовин. Особливості гідроген флюориду, рідкої та твердої води (аномалії води) як наслідок утворення водневих зв'язків. Електростатична теорія

водневого зв'язку. Роль донорно-акцепторної взаємодії в утворенні водневого зв'язку.

Міжмолекулярна взаємодія. Орієнтаційні та дисперсійні міжмолекулярні сили. Пояснення основних закономірностей змін температур кипіння та плавлення речовин залежно від положення елементів в Періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва.

Основні положення методу молекулярних орбіталей (ММО). Наближення МОЛКАО. Умови утворення молекулярних орбіталей. Розщеплення енергетичних рівнів при утворенні МО. Зв'язуючі, розпушуючі та незв'язуючі МО. Будова двохатомних молекул та молекулярних йонів елементів першого та другого періодів. Парамагнітність кисню та її пояснення. Гетеронуклеарні двохатомні молекули елементів другого періоду. Багатоцентрові МО. Приклади молекул з багатоцентровими молекулярними орбіталями. Металічний зв'язок. Основні уявлення про зонну теорію кристалів. Співставлення МВЗ та ММО.

2. БУДОВА ТВЕРДИХ ТІЛ. ХІМІЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

Агрегатні стани речовини. Плазма. Особливості газоподібного, рідкого та твердого стану речовин. Кристалічний та аморфний стани. Будова кристалів. Типи кристалічних решіток. Атомні, йонні та металічні кристали. Будова реального кристалу. Дефекти кристалічних решіток: точкові, лінійні, площинні, об'ємні. Властивості кристалічних речовин: провідники, напівпровідники, діелектрики. Ізотропні та анізотропні властивості твердих речовин. Дифузія в твердих речовинах. Механізм і кінетика твердофазних реакцій.

Розділ IV. «ХІМІЯ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК»

1. БУДОВА КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК

Історія відкриття комплексних сполук. Основні поняття та положення теорії А.Вернера. Центральний атом та його координаційне число, комплексна ємність, ліганд та його дентатність, моно- та полідентатні ліганди, внутрішня та зовнішня сфери комплексної сполуки. Заряд комплексу. Обмеження теорії Вернера.

2. НОМЕНКЛАТУРА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК

Систематична номенклатура комплексних сполук за IUPAC. Класифікація комплексних сполук за теорією електролітичної дисоціації (ТЕД): електроліти і неелектроліти; на основі природи ліганда: аквакомплекси, амінокомплекси, гідроксокомплекси, ацидокомплекси, полігалогеніди, гідридокомплекси, карбонілкомплекси тощо; за знаком заряду: катіонні, аніонні, нейтральні.

Ізомерія комплексних сполук. Типи ізомерії: йонізаційна, координаційна, гідратна, геометрична, оптична.

3. ПРИРОДА ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУКАХ

Метод валентних зв'язків (ВЗ) і метод молекулярних орбіталей (МО), їх переваги та недоліки. Магнітний момент, парамагнетизм, діамагнетизм комплексних сполук, зовнішньо- та внутрішньоорбітальні комплекси.

Гібридизація валентних атомних орбіталей (АО) і геометрична будова комплексу за МВЗ. Типи стереохімічного розміщення осей симетрії гібридних орбіталей, що визначають просторову конфігурацію комплексної сполуки: sp , sp^3 , dsp^2 , sp^3d^2 , d^2sp^3 -гібридизація АО.

Застосування теорії кристалічного поля для пояснення утворення зовнішньо- або внутрішньоорбітальних комплексів. Електрохімічний ряд лігандів в порядку збільшення сили кристалічного поля.

4. РІВНОВАГА В РОЗЧИНАХ КОМПЛЕКСІВ

Електролітична дисоціація комплексних сполук, ступінчаста дисоціація комплексу, константа стійкості та константа нестійкості комплексу. Кислотно-основна рівновага та фактори, що на неї впливають. Зміщення рівноваги дисоціації комплексного йона.

5. СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК

Реакції комплексоутворення у водних розчинах. Вплив середовища на синтез неорганічних комплексів в рідкій фазі. Властивості розчинника. Розчинність вихідних речовин і продуктів реакції та їх стійкість до гідролізу; вплив розчинника на стійкість комплексів; можливість окисно-відновних реакцій.

Методи добування комплексних сполук. Реакції приєднання для добування ацидо- та гідросокомплексів. Реакції заміщення. Реакції подвійного обміну. Реакції відновлення. Реакції окиснення.

Розділ V. « ОРГАНІЧНА ХІМІЯ »

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Предмет органічної хімії. Розвиток теоретичних уявлень в органічній хімії.

Особливості будови органічних сполук. Короткий історичний нарис розвитку органічної хімії. Зв'язок органічної хімії з іншими науками та значення для їх сучасного розвитку. Джерела сировини органічних сполук. Сучасні уявлення про будову органічних сполук (єдність структурної, електронної та просторової теорій). Природа та типи хімічних зв'язків у сполуках Карбону. Збуджений стан атома Карбону та типи гібридизації його атомних орбіталей (sp^3 , sp^2 , sp -гібридизації). Поняття про σ - та π -зв'язки, характеристики ковалентних зв'язків атома Карбону.

Класифікація і номенклатура органічних сполук. Класифікація органічних сполук: за будовою карбонового ланцюга – ациклічні (алкани, алкени, алкадієни, алкіни), карбоциклічні аліциклічні, ароматичні), гетероциклічні сполуки; за наявністю характеристичної групи. Поняття про гомологічний ряд, старшу характеристичну групу, клас органічних сполук.

Типи номенклатур органічних сполук: тривіальна (історична, традиційна), раціональна, радикально-функціональна, систематична (номенклатура IUPAC). Сучасна українська термінологія та номенклатура органічних сполук. Основні поняття систематичної номенклатури органічних сполук: родоначальна структура, характеристична група, замісник, локант. Загальна характеристика реакцій органічних сполук.

Основні типи ізомерії органічних сполук: структурна (статична, динамічна), просторова (конформаційна, енантіомерія, σ - та π -діастереомерія). Поняття про конформацію і конфігурацію. Проекційні формули Ньюмена і Фішера. Абсолютна та відносна конфігурація. *R,S*-система Кана–Інгольда–Прелога.

Теорія електронних зміщень. Взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Поняття про індукційний та мезомерний ефекти, ефект гіперкон'югації.

Сучасні теорії кислот і основ: Арреніуса – Оствальда, Бренстеда – Лоурі, Льюїса.

Класифікація реакцій та механізмів реакцій в органічній хімії.

Поняття про механізми органічних реакцій. Класифікація реакцій за напрямком: приєднання (A-реакції), відщеплення (E-реакції), заміщення (S-реакції), перегрупування; за типом розриву хімічних зв'язків: гомолітичні, гетеролітичні. Поняття про вільні радикали, карбокатиони, карбоаніони та електрофільні і нуклеофільні реагенти

2. ВУГЛЕВОДНІ

Алкани

Хімічний склад, загальна формула та гомологічний ряд алканів. Поняття про первинні, вторинні, третинні та четвертинні атоми Карбону. Номенклатура алканів: тривіальна, раціональна, систематична (IUPAC). Ізомерія алканів: структурна, просторова. Способи синтезу алканів: промислові та лабораторні. Електронна будова алканів. Тетраедрична або sp^3 -гібридизація атома Карбону. Хімічні властивості алканів. Реакції радикального заміщення. Механізм реакцій S_R . Порівняння стійкості первинних, вторинних, третинних алкільних радикалів. Галогенування. Механізм реакцій S_R (на прикладі реакції хлорування метану). Сульfoxлорування. Використання алкілсульfoxлоридів для виробництва синтетичних мийних засобів. Сульfoxокиснення. Нітрування. Окиснення. Відношення алканів до розчину калій перманганату. Окиснення алканів до оксигеновмісних органічних сполук з розривом C–C зв'язків. Горіння. Октанові числа. Антидетонатори. Тетраетилплюмбум. Охорона навколишнього середовища при використанні етильованого бензину.

Реакції відщеплення. Дегідрування алканів. Реакції розщеплення. Крекінг: термічний і каталітичний, піроліз та їх значення. Ізомеризація *n*-алканів в ізоалкани. Поняття про 1,2-гідридне та 1,2-метидне зміщення. Окремі представники насичених вуглеводнів, їх добування та практичне застосування. Антропогенні джерела надходження алканів в навколишнє середовище та їх токсичність.

Ненасичені ациклічні вуглеводні

Алкени

Загальна формула. Гомологічний ряд алкенів і його генетичний зв'язок з гомологічним рядом алканів. Номенклатура алкенів: тривіальна, раціональна, систематична (IUPAC). Ізомерія алкенів: структурна (розгалуження карбонового скелету і положення подвійного зв'язку), просторова (*цис*- і *транс*- та *Z*-, *E*-). Принцип старшинства (Кана–Інгольда–Прелога). Способи добування алкенів: реакції відщеплення, гідрування, виділення з продуктів крекінгу нафти та природного газу. Фізичні властивості алкенів.

Електронна будова алкенів. Тригональна sp^2 -гібридизація атома Карбону. Схема σ - і π -зв'язків. Розподіл електронної густини та здатність до поляризації π -зв'язків. Енергія і довжина подвійного зв'язку в етені. Електронегативність атома Карбону в стані sp^2 -гібридизації. Хімічні властивості алкенів. Реакції приєднання. Електрофільне приєднання до алкенів, двостадійний механізм реакцій A_E (будова π - і σ -комплексів), статичний та динамічний підходи. Гідрування, галогенування, гідрогалогенування алкенів. Правило Марковникова для несиметрично побудованих алкенів. Правило Вагнера – Зайцева. Приєднання галогеноводнів до пропену у присутності пероксидів (пероксидний ефект Караша, механізм A_R) і до 3,3,3-трифлуоропропену. Гідратація, каталітичне алкілювання алкенів. Оксосинтез і його каталіз. Реакції заміщення. Хлорування алкенів при високій температурі, S_R -механізм. Добування алілхлориду. Реакції полімеризації. Ланцюгова полімеризація: радикальна, катіонна та аніонна. Стереоспецифічні каталізатори Циглера – Натта. Поліпропілен (ізотактичний, синдіотактичний, атактичний). Приклади полімерів та їх застосування. Добування високооктанового палива. Окиснення алкенів без розриву та з розривом C–C зв'язків. Реакції ізомеризації. Якісні реакції на подвійний зв'язок. Окремі представники алкенів, їх добування та практичне застосування для промислового синтезу органічних речовин. Забруднення навколишнього середовища алкенами.

Алкадієни. Каучуки

Загальна формула, класифікація, номенклатура, ізомерія. Дієни з кон'югованою системою подвійних зв'язків. Добування бута-1,3-дієну із бутану, бутан-бутенової фракції крекінг-газів та з етилового спирту (метод Лебедева). Добування ізопрену (2-метилбута-1,3-дієну) із 2-метилбутану (з пентанової фракції нафти). Фізичні властивості кон'югованих дієнів.

Електронна будова кон'югованого бута-1,3-дієну. Схема σ - і π - зв'язків, перерозподіл електронної густини в системі π -зв'язків, неполярний мезомерний (M) ефект (π, π -кон'югація), мезомерні структури, мезоформула. Замісники, що спричиняють позитивний (+M) мезомерний ефект. Хімічні властивості кон'югованих дієнів. Реакції приєднання (A_E) в 1,2- та 1,4-положення. Поняття про інтермедіат алільної природи – алільний карбокатион. Гідрування, галогенування, гідрогалогенування бута-1,3-дієну. Кінетичний і термодинамічний контроль. Дієновий синтез Дільса–Альдера. Полімеризація та кополімеризація кон'югованих дієнів. Натуральний каучук (НК), його добування, будова. Синтетичні каучуки: СКБ, СКД, СКІ, СКН, СКС, хлоропреновий. Застосування натурального і синтетичних каучуків. Вулканізація каучуків. Гума. Ебоніт. Ізопrenoва ланка в природних сполуках: терпенах, вітамінах, стероїдах. Дієнові вуглеводні та охорона навколишнього середовища.

Алкіни

Загальна формула. Гомологічний ряд ацетиленових вуглеводнів і його генетичний зв'язок з гомологічними рядами алканів і алкенів. Номенклатура та ізомерія алкінів. Поняття про термінальні алкіни. Способи добування алкінів: промислові, лабораторні. Фізичні властивості ацетиленових вуглеводнів. Електронна будова ацетиленових вуглеводнів. Діагональна *sp*-гібридизація атома Карбону. Схема σ - і π -зв'язків, розподіл електронної густини π -зв'язків та їх здатність до поляризації, енергія та довжина потрійного зв'язку, електронегативність Карбону в *sp*-гібридизованому стані. Порівняння енергії, довжини і полярності зв'язків C–H в етані, етені і ацетилені.

Хімічні властивості алкінів. Кислотні властивості алкінів: добування ацетиленідів металів, реактиву Іюцича. Порівняння кислотних властивостей ацетилену, етену і етану. Реакції приєднання до алкінів. Порівняння реакційної здатності в реакціях електрофільного приєднання ацетиленових і етиленових вуглеводнів. Реакції A_E : гідрування, галогенування та гідрогалогенування алкінів. Реакції A_N : гідратація алкінів (реакція Кучерова), її механізм. Правило Ельтекова. Приєднання спиртів (добування вінілових етерів), карбонових кислот (синтез вінілацетату), синильної кислоти (добування акрилонітрилу). Взаємодія термінальних алкінів з карбонільними сполуками. Реакції окиснення. Олігомеризація алкінів: димеризація ацетилену (вінілацетилен і синтез хлоропрену на його основі), циклотримеризація (бензен). Взаємодія ацетилену з оксисполуками. Полімер ацетилену – карбін. Ацетилен як сировина в промисловості органічного синтезу: добування оцтового альдегіду, тетрахлороетану, вінілхлориду, акрилонітрилу, вінілацетату, вінілових етерів та інших мономерів для синтезу полімерів і каучуків. Використання ацетилену в автогенному зварюванні і різанні металів.

Циклічні вуглеводні **Циклоалкани. Циклоалкени. Терпени**

Циклоалкани. Загальна формула, номенклатура. Типи ізомерії: структурна, просторова. Теорія напруження Байєра і конформаційна напруга в циклах. Конформаційна ізомерія монозаміщених циклогексанів (аксіальне і екваторіальне положення замісників). Структурна, геометрична, оптична і конформаційна ізомерія дизаміщених циклоалканів. Електронна будова циклопропану («банановий зв'язок»). Хімічні властивості циклопропану. Електронна будова циклогексану. Хімічні властивості циклогексану. Порівняння властивостей циклопропану, циклобутану, циклопентану і циклогексану з властивостями алкенів і алканів: відношення до дії водню, галогенів, галогеноводнів, окисників. Властивості середніх і макроциклів. Знаходження циклопарафінів у природі.

Поліциклічні насичені вуглеводні. Номенклатура і типи біциклічних систем: сполуки з ізольованими циклами, спірани, конденсовані і місткові системи. Декаліни та їх просторова будова. Адамantan. Природні моно- і поліциклічні системи терпенів і стероїдів: ментол, борнеол, камфора, холестерол. Рідкі кристали. Статеві гормони.

Бензен та його гомологи

Бензен. Молекулярна формула. Електронна будова бензену, схеми σ - і π -зв'язків. Квантовохімічні підходи до будови бензену: метод валентних зв'язків. π, π -Кон'югація та енергія кон'югації молекули бензену. Поняття про ароматичні властивості бензену та інших органічних речовин. Метод МО: Діамагнітне дезекранування ароматичних протонів – головна ознака ароматичності. Правило ароматичності Хюккеля. Поняття про ароматичність, антиароматичність, неароматичність.

Хімічні способи синтезу бензену: дегідрування циклоалканів, дегідродіцилізація алканів, циклотримеризація ацетилену. Природні джерела добування ароматичних вуглеводнів. Хімічні властивості бензену. Ароматичні властивості бензену: здатність до реакцій електрофільного заміщення (S_E2 -механізм), особливі умови для реакцій приєднання, стійкість до дії окисників. Реакції електрофільного заміщення: галогенування, нітрування, сульфування, алкілювання, ацилювання, бензену. Механізм електрофільного заміщення в молекулі бензену (S_E2): утворення π -комплексу, σ -комплексу, відщеплення протону і відновлення ароматичної системи. Мезомерні структури, мезоформула σ -комплексу. Відсутність реакцій нуклеофільного заміщення в бензені та її причина. Реакції приєднання (A_R -механізм): гідрування, хлорування на світлі.

Гомологічний ряд ароматичних вуглеводнів ряду бензену, їх загальна формула. Номенклатура моно-, ди- і тризаміщених гомологів бензену. Ізомерія моно-, ди- і тризаміщених гомологів бензену з однаковими і різними алкільними замісниками. Способи добування гомологів бензену: реакція Вюрца – Фіттіга (побічні продукти реакції), алкілювання бензену за реакцією

Фріделя–Крафтса, алкілюючі реагенти (алкілгалогеніди, спирти і алкени), механізм реакції (S_E2). Добування ароматичних вуглеводнів у промисловості із вугілля і нафти. Фізичні властивості ароматичних вуглеводнів ряду бензену. Толуен: електронна будова (+I, +M –ефекти), мезомерні структури і мезоформула толуену. Вплив метильної групи на реакційну здатність бензенового ядра і вплив ядра бензену на реакційну здатність метильної групи. Хімічні властивості толуену. Подібність властивостей толуену та інших гомологів бензену до властивостей бензену і алканів. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі толуену: галогенування, нітрування, сульфування, алкілювання. Реакції радикального заміщення в бічному ланцюзі толуену. Гідрування толуену. Окиснення толуену та інших алкілбензенів. Добування бензойної і терефталевої кислот. Дегідрування етилбензену і добування стирену. Полістирен, добування, застосування.

Правила орієнтації для реакцій електрофільного заміщення в ядрі бензену

Замісники першого та другого роду. Порівняння сили впливу індукційних та мезомерних ефектів для замісників I та II роду. Статичний підхід. Електронна будова монозаміщених похідних бензену з замісниками, які мають вільну електронну пару (*орто*-, *пара*-орієнтанти); мезомерні структури, мезоформули. Особливість атомів галогену як замісників першого роду. Електронна будова монозаміщених похідних бензену з замісниками другого роду (*мета*-орієнтанти): мезомерні структури, мезоформула. Порівняння реакційної здатності монозаміщених похідних бензену з замісниками першого і другого роду з реакційною здатністю бензену. Динамічний підхід. Мезомерні структури σ -комплексів при *орто*-, *мета*- і *пара*-заміщенні. Орієнтація замісників першого роду: *орто*-, *пара*-заміщення. Орієнтація замісників другого роду: *мета*-заміщення. Узгоджена і неузгоджена орієнтація.

Багатоядерні ароматичні сполуки з конденсованими ядрами бензену

Нафтален. Електронна будова, мезомерні структури, порядки і довжини зв'язків, енергія кон'югації. Нерівномірність розподілу електронної густини в α - і β -положеннях нафталенового ядра. Квазіароматичні властивості нафталену. Реакції заміщення, приєднання, окиснення нафталену. Біологічне значення похідних 1,4-нафтохінону (вітамін групи К). Найважливіші похідні нафталену: метилнафталени, нафтоли, нафтиламіни, галогенонафталени, нафталенсульфокислоти, нафтіонова кислота, їх властивості в порівнянні з властивостями аналогічних похідних бензену.

Антрацен. Електронна будова, ароматичний і ненасичений характер антрацену, порядки зв'язків, енергія кон'югації. Причина підвищеної хімічної активності положень 9, 10. Реакції приєднання, заміщення. Порівняння ароматичних властивостей бензену, нафталену, антрацену. Реакції окиснення антрацену. Антрахінон. Алізарин, будова, добування. Алізаринові барвники, протравне фарбування.

Фенантрен. Електронна будова. Реакції заміщення, приєднання. Пергїдрофенантрен. Циклопентанпергїдрофенантеновий цикл у природних сполуках. Вищі поліциклічні ароматичні вуглеводні. Канцерогенні ароматичні вуглеводні – стійкі органічні забруднювачі.

Багатоядерні ароматичні сполуки з ізольованими ядрами бензену

Дифеніл, добування. Фенілметани. Синтез трифенілметану (реакція Фріделя-Крафтса) і його властивості. Трифенілхлорометан, трифенілкарбінол, їх добування, властивості. Кислотно-основні властивості трифенілкарбінолу. Електронна будова і забарвлення трифенілметильних радикалів, катіонів і аніонів. Порівняння стійкості алкільних, алільних, бензильних і трифенілметильних радикалів. Барвники трифенілметанового ряду. Амінопохідні трифенілметану. Малахітовий зелений, кристалічний фіолетовий, їх синтез. Гідроксипохідні трифенілметанового ряду. Фенолфталеїн, його добування. Причини виникнення забарвлення в лужному середовищі, знебарвлення при дії на фенолфталеїн надлишку лугу.

3. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ ВУГЛЕВОДНІВ

Галогеноалкани

Загальна формула, гомологічний ряд галогеноалканів. Типи номенклатур: тривіальна, радикально-функціональна та систематична (IUPAC). Типи ізомерії: структурна, просторова (конформаційна, енантіомерія, діастереомерія). Фізичні властивості галогеноалканів. Залежність фізичних властивостей галогеноалканів від природи атомів галогену, складу і будови алкільного замісника. Способи добування галогеноалканів. Електронна будова алкілгалогенідів: індукційний ефект, енергія, полярність і здатність до поляризації зв'язків карбон–галоген.

Хімічні властивості галогеноалканів. Реакції нуклеофільного заміщення: взаємодія з водою, водними розчинами лугів, спиртами, алкоголями, аміаком, амінами, солями галогеноводневих кислот, ціанідами, нітридами. Механізми реакцій S_N2 і S_N1 . Стереохімічні особливості реакцій S_N1 - і S_N2 -типів. Поняття про амбідентні нуклеофіли (бінуклеофіли). Правило Корнблума. Порівняння реакційної здатності флуоро-, хлоро-, бром- і йодоалканів, а також первинних, вторинних і третинних алкілгалогенідів у реакціях S_N . Супроводження реакцій заміщення реакціями дегідрогалогенування. Механізми реакцій E_1 та E_2 . Правило Зайцева. Відновлення галогеноалканів. Взаємодія галогеноалканів з металами. Добування реактивів Гриньяра і їх використання для синтезів.

Найважливіші представники галогеноалканів. Розчинники та хладоагенти. Флуоропохідні алканів, особливі методи їх добування і властивості. Перфлуоровуглеводні, їх значення. Фреони та їх вплив на навколишнє середовище. Мутагенна і канцерогенна дія галогенопохідних алканів на клітинні мембрани. Добування полігалогенозаміщених і поліфлуоровуглеводнів.

Галогеноалкени

Вінілхлорид та алілхлорид, їх добування. Електронна будова, схеми σ - і π -зв'язків, взаємний вплив атомів у молекулі, -I та +M-ефекти (p, π -кон'югація), мезомерні структури, мезоформула. Хімічні властивості. Застосування вінілхлориду та алілхлориду.

Флуороалкени. Тетрафлуороетен, його синтез, застосування. Тефлон. Хімічне волокно (фторопласт).

Галогеноарени, арилалкілгалогеніди

Арилгалогеніди. Номенклатура, ізомерія, фізичні властивості. Синтез арилгалогенідів. Галогенування в ядро, механізм реакції (S_E2). Умови хлорування толуену в ядро (S_E2) і в бічний ланцюг (S_R). Електронна будова арилгалогенідів: p, π -кон'югація.

Хімічні властивості арилгалогенідів. Реакції за участю атома галогену. Вплив нітрогрупи в *орто*-, *мета*- і *пара*-положеннях на реакційну здатність атома галогену. Нуклеофільне заміщення атома галогену. Добування фенолу і аніліну. Механізм відщеплення–приєднання. Реакція Вюрца-Фіттіга. Добування арилмагнійгалогенідів і їх використання в синтезі. Реакції за участю ароматичного ядра: хлорування, нітрування, сульфонування (S_E2). Орієнтуюча дія галогену. Гексахлоробензен, добування, фізичні і хімічні властивості. Ароматичні галогенопохідні з атомом галогену в бічному ланцюзі і їх хімічні властивості. Реакції S_N1 . Утворення бензилового спирту. Порівняння реакційної здатності галогену в бензилхлориді, алілхлориді, алкілхлориді, вінілхлориді і хлоробензені в реакціях нуклеофільного заміщення.

Нітросполуки аліфатичного та ароматичного рядів

Загальна формула, гомогічний ряд, характеристична група нітросполук. Номенклатура. Добування нітросполук. Нітритний аніон – амбідентний нуклеофіл. Залежність напрямку реакцій від механізму нуклеофільного заміщення (S_N1 і S_N2). Електронна будова нітрогрупи, мезомерні структури, мезоформула, довжина і порядок зв'язків. Таутомерія нітросполук: *нітро*–*аци*-*нітро*таутомерія. Способи доведення таутомерних форм. Хімічні властивості нітроалканів. Ідентифікація нітроалканів первинної, вторинної і третинної будови.

Нітросполуки ароматичного ряду. Гомологічний ряд, ізомерія, добування. Реакція нітрування. нітруючі реагенти, механізм утворення нітроній-катиона, його електронна будова. Механізм нітрування в ароматичне ядро. Порівняння умов нітрування бензену, толуену, фенолу, хлоробензену і нітробензену. Умови нітрування толуену в ароматичне ядро і в бічний ланцюг. Хімічні властивості ароматичних нітросполук. Електронна будова нітробензену, розподіл електронної густини з урахуванням -I і -M ефектів. Реакції за участю нітрогрупи. Відновлення ароматичних нітросполук. Реакції за участю ароматичного ядра. Реакції електрофільного заміщення, орієнтація нітрогрупи. Нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі нітробензену.

Аміни аліфатичного та ароматичного рядів

Гомологічний ряд амінів. Характеристична група амінів. Первинні, вторинні і третинні аміни. Номенклатура. Добування амінів. Фізичні властивості амінів. Електронна і просторова будова молекул амінів. Подібність електронної і просторової будови амінів і аміаку. Гібридизація атома Нітрогену. Хімічні властивості амінів. Кислотно-основні властивості амінів і порівняння їх з властивостями спиртів. Порівняння основних властивостей аміаку, первинних, вторинних і третинних амінів у газовій фазі і водному розчині. Реакції алкілювання амінів. Четвертинні солі амонію, їх термічний розклад. Ацилювання амінів. Дія нітритної кислоти на первинні, вторинні і третинні аміни. Поширення в природі, практичне застосування.

Використання аліфатичних амінів, зв'язок між будовою амінів та їх токсичністю.

Аміни ароматичного ряду. Класифікація: первинні, вторинні, третинні жирно-ароматичні та ароматичні аміни. Номенклатура, ізомерія ароматичних амінів. Добування аніліну. Добування вторинних і третинних жирно-ароматичних і ароматичних амінів. Фізичні властивості ароматичних амінів. Електронна будова аніліну, взаємний вплив атомів у молекулі, -I та +M ефекти аміногрупи (p , π –кон'югація). Хімічні властивості ароматичних амінів. Реакції за участю аміногрупи та за участю бензенового ядра. Необхідність ацильного захисту аміногрупи. Добування сульфанілової кислоти. Будова сульфанілової кислоти. Сульфамідні препарати.

Ароматичні діазо- і азосполуки. Азобарвники

Солі діазонію. Добування солей діазонію реакцією діазотування, умови проведення реакції. Механізм реакції діазотування, будова нітрозоній-катиона. Електронна будова катиона діазонію, мезомерні структури, мезоформула. Форми діазосполук в залежності від середовища. Хімічні властивості солей діазонію. Реакції солей діазонію з виділенням та без виділення азоту діазогрупи.. Реакція азосполучення з фенолами і ароматичними амінами. Азобарвники, електронна будова азогрупи. Приклади азобарвників: метиловий оранжевий (метилоранж) і його добування. Основні положення хромофорно–ауксохромної теорії забарвлення речовин. Будова метилоранжу в нейтральному, лужному та кислому середовищах.

Одно-, дво- і трьохатомні спирти

Характеристична група спиртів, їх атомність. Загальна формула одноатомних спиртів та їх гомологічний ряд. Генетичний зв'язок між гомологічними рядами спиртів і насичених вуглеводнів. Ізомерія спиртів. Первинні, вторинні і третинні спирти. Номенклатура: історична, раціональна, радикально-функціональна, систематична (IUPAC). Способи добування. Фізичні властивості спиртів. Залежність температури кипіння спиртів від будови їх молекули. Міжмолекулярний водневий зв'язок у спиртах. Розчинність спиртів у воді. Електронна будова спиртів. Схема σ -зв'язків та полярність їх молекул.

Хімічні властивості спиртів.

Теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі. Порівняння кислотних і основних властивостей води, первинних, вторинних і третинних спиртів. Реакції нуклеофільного заміщення ОН-групи спиртів (механізм реакцій S_N2 для первинних і S_N1 для вторинних і третинних спиртів). Заміщення гідроксильної групи в спиртах на галоген. Взаємодія спиртів з мінеральними та карбоновими кислотами. Естери сульфатної, нітратної, фосфатної та насичених монокарбонних кислот. Добування етерів. Алкілюючі засоби: спирт у кислому середовищі, діалкілсульфати в лужному середовищі. Алкілювання алкоголятів лужних металів алкілгалогенідами (реакція Вільямсона і її механізм). Відщеплення води від спиртів. Внутрішньо-молекулярна дегідратація спиртів, орієнтація відщеплення води, правило Зайцева.

Окиснення спиртів. Ідентифікація спиртів.

Найважливіші представники насичених одноатомних спиртів. Отруйна дія метанолу. Використання етанолу в біології, біохімії, фармакології. Фізіологічна дія етанолу на організм людини. Вищі спирти: цетиловий і мерициловий та їх поширення в природі.

Одноатомні ненасичені спирти.

Гліколі. Гліцери. Гомологічні ряди, ізомерія, номенклатура. Добування α -гліколів та гліцеролу. Хімічні властивості. Кисотно-основні властивості гліколів та гліцеролу і порівняння їх з властивостями одноатомних спиртів. Реакції нуклеофільного заміщення гідроксильних груп на галоген. Ряди етерів та естерів. Тринітрат гліцеролу (нітрогліцерин). Етери етиленгліколю, диглим. Поліетиленгліколі та їх значення для синтезу мийних засобів. Особливості реакцій внутрішньо- та міжмолекулярної дегідратації гліколів різної будови. Окиснення етиленгліколю та гліцеролу. Роль гліцеролу та його похідних в обміні речовин. Використання гліцеролу в фармакологічній і харчовій промисловості.

Етери. Тіоспирти. Тіоетери

Загальна формула, гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура. Добування етерів міжмолекулярною дегідратацією спиртів та з галогеноалканів (реакція Вільямсона). Електронна будова етерів і їх хімічні властивості. Абсолютний (безводний) ефір. Циклічні етери (діоксан). Пероксидні сполуки етерів. Застосування ефіру і техніка безпеки при роботі з ним.

Тіоспирти (меркаптани). Загальна формула, гомогічний ряд і його зв'язок з гомологічним рядом спиртів, характеристична група тіоспиртів. Номенклатура: радикально-функціональна, систематична (IUPAC). Добування та хімічні властивості тіоспиртів. Порівняння кислотних і основних властивостей тіоспиртів із властивостями спиртів. Окиснення тіоспиртів. Дисульфідні і сульфокислоти. Біологічна роль оборотного переходу $-SH \rightleftharpoons SS$ -груп в ряді похідних меркаптанів (окисно-відновні реакції в живих організмах).

Тіоетери. Загальна формула, гомогічний ряд тіоетерів і його зв'язок з гомологічним рядом етерів. Номенклатура тіоетерів. Добування тіоетерів. Хімічні властивості тіоетерів. Диметилсульфоксид – біполярний апротонний розчинник і його використання. Іприт, будова, добування, фізіологічна дія.

Феноли і ароматичні спирти

Одноатомні феноли: загальна формула, гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія, фізичні властивості. Добування та хімічні властивості одноатомних фенолів. Електронна будова фенолу з урахуванням -I і +M ефектів. Реакції, обумовлені наявністю групи –ОН. Вплив ядра бензену на кислотно-основні властивості фенолу. Кислотні властивості фенолу, етилового спирту, карбонатної кислоти. Фенолят-аніон і його будова. Реакція фенолів з ферум(III) хлоридом. Алкілювання, ацилювання фенолів. Реакції за участю бензенового ядра. Реакції електрофільного заміщення в бензеновому ядрі фенолу: галогенування, сульфування, нітрування, C-алкілювання, азосполучення, карбоксилювання (реакція Кольбе). Взаємодія фенолу з формальдегідом. Фенолформальдегідні смоли, їх будова, застосування. Реакції приєднання до бензенового ядра фенолу. Гідратування фенолу і використання циклогексанолу для добування капролактаму, адипінової кислоти, гексаметилендіаміну і синтез на їх основі хімічних волокон – капрону і найлону. Окиснення фенолу. Хімічні засоби захисту рослин і тварин (пестициди). 2,4-Дихлорофеноксиоцтова кислота (2,4-ДУ). Діоксини. Охорона навколишнього середовища від забруднення діоксиноподібними сполуками. Двохатомні і трьохатомні феноли. Пірокатехол, резорцинол, гідрохінон, пірогалол, флороглюцин. Добування, властивості. Таутомерія резорцинолу і флороглюцину. Окиснення гідрохінону в *n*-хінон. Застосування багатоатомних фенолів.

Альдегіди і кетони аліфатичного ряду

Гомологічні ряди, характеристичні групи альдегідів і кетонів, номенклатура (тривіальна, раціональна, систематична), ізомерія. Способи добування. Фізичні властивості. Електронна будова карбонільної групи. Природа подвійного зв'язку в карбонільній групі C=O ; -I, -M-ефекти карбонільної групи. Полярність і здатність до поляризації карбонільної групи. Хімічні властивості альдегідів і кетонів. Нуклеофільне приєднання до карбонільної групи за механізмом AN. Реакції за участю α -атомів Гідрогену. Енолізація альдегідів і кетонів у лужному і кислому середовищах. Заміщення α -атомів Гідрогену на галоген. Реакції конденсації альдегідів. Альдольна конденсація альдегідів та її механізм у лужному середовищі. Кротонова конденсація. Окисно-відновні реакції. Відновлення альдегідів і кетонів. Окиснення альдегідів. Якісні реакції альдегідів: реакція срібного дзеркала, взаємодія з купрум(II) гідроксидом і з фуксинсульфітною кислотою. Окиснення кетонів, правило Попова. Реакції аутоокиснення-відновлення. Реакції Канніццаро, Тищенко. Полімеризація альдегідів. Циклічні тримери (триоксан), паральдегід, лінійні полімери (параформ, поліформальдегід).

Найважливіші представники. Формальдегід, оцтовий альдегід, ацетон і їх добування в промисловості, застосування. Особливі властивості мурашиного альдегіду. Кетен, його добування і хімічні властивості, застосування. Ненасичені альдегіди. Акролеїн. Добування, електронна будова, взаємний вплив атомів у молекулі, π, π -спряження. Реакції за участю подвійного зв'язку: 1,4-приєднання. Реакції за участю карбонільної групи.

Альдегіди і кетони ароматичного ряду

Ароматичні альдегіди. Гомологічний ряд, номенклатура, способи добування. Електронна будова ароматичних альдегідів і взаємний вплив атомів у їх молекулах. Хімічні властивості ароматичних альдегідів. Реакції за участю карбонільної групи.

Специфічні властивості ароматичних альдегідів: аутоокиснення, бензоїнова конденсація, реакція Канніцаро, конденсація Кляйзена, реакція Перкіна, реакція з амоніаком, первинними ароматичними амінами, фенолами, хлором. Реакції електрофільного заміщення за участю бензенового ядра ароматичних альдегідів. Коричний альдегід, його добування, властивості, застосування. Саліциловий альдегід, його синтез за реакцією Реймера – Тіммана, хімічні властивості. Ванілін, будова застосування. Ароматичні кетони. Класифікація; жирно-ароматичні та ароматичні кетони. Жирно-ароматичні кетони: ацетофенон. Ароматичні кетони: бензофенон.

Карбонові кислоти всіх типів та їх функціональні похідні

Насичені монокарбонові кислоти та їх функціональні похідні

Гомологічний ряд, характеристична група карбонових кислот, номенклатура (тривіальна, раціональна, систематична), ізомерія. Способи добування. Фізичні властивості. Залежність температур кипіння і плавлення карбонових кислот від структури молекули. Парно-непарний ефект і його причина. Міжмолекулярні водневі зв'язки (димери). Електронна будова карбоксильної групи. Взаємний вплив гідроксильної і карбонільної груп. +M-ефект (p, π -спряження) у карбоксильній групі, мезомерні структури і мезоформула. Електронна будова карбоксилат-аніона, його мезомерні структури і мезоформула. -I та -M ефекти карбоксильної групи. Хімічні властивості. Кислотні властивості. Порівняння кислотних властивостей монокарбонових кислот, мінеральних кислот, води та спиртів. Вплив будови замісників різної природи на кислотні властивості карбонових кислот. Реакції нуклеофільного заміщення біля sp^2 -гібридизованого атома Карбону в карбоксильній групі: добування галогеноангідридів, ангідридів, естерів. Властивості карбонових кислот за участю алкільного замісника. Вплив карбоксильної групи на рухливість α -атома Гідрогену.

Галогенування карбонових кислот за реакцією Геля – Фольгарда – Зелінського. Окремі представники: мурашина кислота (добування, особливі властивості, використання), оцтова кислота (добування, властивості). Пальмітинова, стеаринова і вищі карбонові кислоти.

Функціональні похідні карбонових кислот: солі, галогеноангідриди, ангідриди, естери, амідни, нітрили.

Солі карбонових кислот та їх назви. Мило та його властивості. Використання солей карбонових кислот для добування насичених вуглеводнів, альдегідів і кетонів.

Хлороангідриди. Добування, хімічні властивості хлороангідридів. Взаємний вплив атомів у молекулах хлороангідридів. Хлороангідриди як ацилюючі засоби (гідроліз, алкоголіз, ацидоліз, амоноліз).

Ангідриди кислот. Добування оцтового ангідриду із оцтової кислоти, з кетену, взаємодією ацетилхлориду з ацетатами. Хімічні властивості ангідридів кислот. Ангідриди як ацилюючі засоби (гідроліз, алкоголіз, амоноліз).

Естери. Добування естерів за реакцією естерифікації (механізм реакції естерифікації в кислому середовищі). Хімічні властивості естерів. Лужний і кислотний механізм гідролізу естерів. Реакції переестерифікації і амонолізу. Естери в природі, їх застосування в промисловості.

Аміди карбонових кислот. Добування. Електронна будова амідів, вплив *p,π*-кон'югації на основні властивості NH_2 -групи амідів, будова спряженої кислоти. Хімічні властивості амідів. Порівняння основних і кислотних властивостей аміаку, амінів і амідів. Сечовина. Добування сечовини. Електронна будова сечовини і взаємний вплив атомів у її молекулі (*p,π*-кон'югація), будова спряженої кислоти. Основні і кислотні властивості сечовини. Добування біурету. Біуретова реакція.

Нітрили. Добування нітрилів. Електронна природа потрійного зв'язку $\text{C}\equiv\text{N}$ і його подібність до потрійного зв'язку $\text{C}\equiv\text{C}$. Хімічні властивості нітрилів. Порівняння реакційної здатності похідних карбонових кислот у реакціях нуклеофільного заміщення.

Ненасичені монокарбонові кислоти. Жири

Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія (структурна та геометрична цис-, транс-ізомерія). Акрилова, метакрилова, кротонова, ізокротонова, вінілоцтова кислоти. Хімічні властивості α, β -ненасичених кислот.

Полімеризація акрилової і метакрилової кислот та їх естерів. Органічне скло.

Ненасичені вищі карбонові кислоти. Олеїнова, елаїдинова, лінолева і ліноленова кислоти. Їх будова, властивості, значення. Біологічна роль ненасичених жирних кислот. Жири (тригліцериди – естери гліцеролу і вищих карбонових кислот). Вищі насичені і ненасичені карбонові кислоти, які входять до складу жирів. Хімічний склад твердих і рідких жирів. Хімічні властивості жирів. Гідроліз (омилення) жирів. Добування із жирів мила. Гідрогенізація жирів та взаємодія їх з бромною водою, розчином калій перманганату. Окиснення рідких жирів киснем повітря. Гіркнення жирів. Використання жирів у техніці. Висихаючі, напіввисихаючі і невисихаючі олії. Оліфа. Біологічна роль жирів.

Дикарбонові кислоти

Гомологічний ряд, номенклатура. Загальні методи добування дикарбонових кислот. Хімічні властивості дикарбонових кислот. Одержання похідних дикарбонових кислот: солей (їх назви), естерів, галогеноангідридів, ангідридів, амідів. Імід бурштинової кислоти (сукцинімід). Особливі властивості дикарбонових кислот. Відношення до нагрівання щавлевої, маленової, бурштинової, глутарової, адипінової, пімелінової кислот. Окремі представники. Щавлева кислота, особливості електронної будови, розкладання при нагріванні з сульфатною кислотою, відношення до дії окисників. Маленова кислота, маленовий естер. Добування натрій маленового естеру, його електронна будова, мезомерні структури, мезоформула. Використання маленового естеру для синтезу моно- і дикарбонових кислот. Застосування щавлевої, маленової, бурштинової і адипінової кислот. Ненасичені дикарбонові кислоти. Малейнова і фумарова (*цис*- і *транс*-етендикарбонові) кислоти, їх властивості. Малейновий ангідрид і його застосування в органічному синтезі. Склопластики.

Гідроксикарбонові кислоти

Характеристичні групи гідроксикарбонових кислот. Основність і атомність гідроксикислот. Одноосновні двохатомні гідроксикислоти. Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура. α -, β -, γ -, δ -, ϵ -Гідроксикислоти. Гліколева, молочна. Хімічні властивості. Реакції за участю карбоксильної групи та гідроксильної груп. Особливі властивості гідроксикислот: відношення до нагрівання α -, β -, γ -, δ -, ϵ -гідроксикислот. Розщеплення α -гідроксикислот при взаємодії з концентрованою сульфатною кислотою.

Оптична ізомерія гідроксикислот. Відносна конфігурація (D- і L-ряди). Оптичні антиподи (енантіомери), рацемат. Конфігурація і знак обертання. Абсолютна конфігурація, R,S-система Кана – Інгольда – Прелога. Способи розділення рацематів на антиподи: самодовільне розщеплення при кристалізації (Л. Пастер), біохімічний, хімічний (перетворення в діастереомери) та хроматографічний методи.

Найважливіші монокарбонові гідроксикислоти: гліколева і молочна кислоти. Поширення в природі. Двох- і трьохосновні гідроксикислоти. Яблучна кислота, хлорояблучна кислота, їх оптичні ізомери, рацемати, діастереомери. Поширення яблучної кислоти в природі. Винні кислоти. Оптична ізомерія (енантіомери, рацемат, мезоформа, діастереомери), поширення в природі, хімічні властивості винних кислот.

Амінокислоти

Класифікація амінокислот. Гомологічні ряди, характеристичні групи номенклатура амінокислот. α -, β -, γ -, δ -Амінокислоти. Ізомерія амінокислот. Оптична активність амінокислот. D- і L-амінокислоти та їх поширення в природі. Синтези амінокислот. Фізичні властивості амінокислот в порівнянні з амінами і насиченими карбоновими кислотами. Хімічні властивості амінокислот. Амфотерність амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот

(утворення біогенних амінів). Реакції за участю аміногрупи: ацилювання, алкілювання (утворення бетаїнів), взаємодія з нітритною кислотою. Відношення до нагрівання α -, β -, γ -, δ -амінокислот. Лактами. Лактам-лактимна таутомерія. Застосування амінокислот. Поліамідні полімери: капрон, енант. Пептиди і пептидний зв'язок. Утворення і будова пептидного зв'язку. Біологічна роль пептидів.

Альдегідо – і кетокислоти. Кето-енольна таутомерія

Характеристичні групи альдегідо- і кетокислот. Найпростіші альдегідо- і кетокислоти (глюксілова, піровиноградна, ацетооцтова). Реакції за участю карбоксильної та карбонільної груп. Ацетооцтовий естер. Добування ацетооцтового естеру конденсацією Клайзена. Кето-енольна таутомерія. Фактори, які стабілізують енольну форму. Вплив природи розчинника на ступінь енолізації. Виділення енольної і кетонної форм. Реакції кетонної і енольної форм. Дослід про наявність рівноваги між кетонною і енольною формами. Натрій ацетооцтовий естер і синтези на його основі: кетонне і кислотне розщеплення його С-алкільних похідних. Використання ацетооцтового естеру для синтезу кетонів і одноосновних та двоосновних карбонових кислот. Дикарбонові оксокислоти: Щавлевооцтова, α -кетоглутарова, їх участь в обмінних процесах живого організму.

Карбонові та сульфокислоти ароматичного ряду

Ароматичні монокарбонові кислоти. Гомологічний ряд, номенклатура, Способи добування. Електронна будова ароматичних монокарбонових кислот, взаємний вплив атомів у молекулі. Реакції за участю карбоксильної групи. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі.

Бензойна кислота. Добування окисненням толуену та із хлоро- або бромобензену. *o*-Сульфобензойна кислота та її імід (сахарин). Саліцилова кислота. Добування за реакцією Кольбе. Хімічні властивості. Похідні саліцилової кислоти: ацетилсаліцилова кислота (аспірин), салол, *n*-аміносаліцилова кислота (ПАСК) та їх застосування. Галова кислота, поняття про дубильні речовини. Дикарбонові ароматичні кислоти. Фталева і терефталева кислоти, їх добування, хімічні властивості. Фталевий ангідрид, його взаємодія із спиртами. Використання діалкілфталатів як репелентів і пластифікаторів. Екологічні проблеми використання фталатів. Терефталева кислота. Диметилтерефталат. Поліефірні волокна. Лавсан.

Ароматичні сульфокислоти. Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія, методи добування. Виділення сульфокислот із реакційної суміші. Сульфування бензену і його гомологів. Механізм реакції (S_E2). Особливості реакції сульфування: ізотопний ефект, зворотність реакції, сульфуючі реагенти. Хімічні властивості бензенсульфокислоти. Електронна будова бензенсульфокислоти, мезомерні структури, мезоформула. Реакції за участю сульфогрупи: кислотні властивості, добування сульфохлоридів та сульфамідів; сульфамідні лікарські препарати. Електрофільне заміщення сульфогрупи бензенсульфокислоти. Нуклеофільне заміщення сульфогрупи

(реакції лужного плавлення). Реакції за участю ароматичного ядра. Електрофільне заміщення в ядрі бензену, вплив на активність бензенового ядра сульфогрупи та її орієнтуюча дія. Застосування сульфокислот і їх похідних.

Розділ VI. « ХІМІЯ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК »

1. П'ЯТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ

Теоретичні основи хімії гетероциклів

Систематика та номенклатура гетероциклічних сполук. Правила побудови назв моно- та полігетероциклічних систем: вибір основного гетероциклічного компонента та позначення приєднаних до нього циклів. Правила орієнтації конденсованих систем на площині для нумерації атомів скелета. Номенклатура Ганча – Відмана.

Поняття про гетероароматичність. Типи гетероатомів і гетероароматичних структур, критерії гетероароматичності (структурні, магнітні, енергетичні, хімічні); гібридизація і стереохімія гетероатомів. Концепція π -надлишковості та π -дефіцитності в хімії гетероароматичних сполук: визначення та методи оцінки цих властивостей. Електронодонорні та електроноакцепторні властивості гетероароматичних систем. Критерії електронодонорності та електроноакцепторності. Гетероцикли і гетероатоми як замісники і провідники електронних ефектів. Реакційна здатність гетероатомів. Гетероатоми пірольного і піридинового типів. Гетероароматичне електрофільне і нуклеофільне заміщення. Міграції замісників, що сполучені з гетероатомами.

Пірол. Фуран. Тіофен

Будова і способи синтезу моногетероатомних п'ятичленних циклів. Будова п'ятичленного гетероциклу та характер гетероатома. Загальні методи синтезу п'ятичленних гетероциклів, їх класифікація за утворенням зв'язків 1,2, 1,3 та 1,4. Порівняльна характеристика фурану, піролу та тіофену, їх взаємоперетворення (Юр'єв). П'ятичленні гетероцикли в реакції дієнового синтезу. Бензопохідні фурану, піролу та тіофену. Порівняльна характеристика в реакціях електрофільного заміщення. Поняття про п'ятичленні гетероцикли з атомом Фосфору, Арсену, Стибію, Бісмуту, Селену, Телуру.

Група фурану та його бензоаналогів. Будова фурану. Способи побудови фуранового циклу. Властивості фуранових сполук. Реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення в фурановому ядрі. Реакції приєднання.

Найважливіші похідні фурану: фурфурол, пірослизева кислота. Лікарські препарати на основі 5-нітрофурфуролу. Стійкість фуранових сполук і розщеплення циклу. Гідрування похідних фурану. Тетрагідрофуран

як розчинник і реагент; тетрагідрофурфуриловий спирт і його дегідратація. Природні сполуки з ядром фурану: кантаридин, мускарин. Антибіотики.

Група тіофену. Будова тіофену. Хімічні властивості тіофенів. Індифенінова реакція. Реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення в ряду тіофену. Реакція десульфуризації. Гідрування похідних тіофену. Природні сполуки з тіофеновим ядром. Біотини і біоцетин.

Група піролу. Будова та реакційна здатність піролу. Пірол як NH-кислота, будова пірил-аніону, реакції депротонованого піролу. Реакції електрофільного заміщення в пірольному ядрі: протонування, нітрування, сульфування, галогенування, алкілювання, ацилювання, реакції з альдегідами і кетонами. Вплив електронодонорних і електронакцепторних замісників на напрям перебігу реакцій електрофільного заміщення в ядрі піролів. Реакції Дільса – Альдера. Вільнорадикальні реакції. Реакції розкриття пірольного циклу. Реакції відновлення та окиснення. Реакції похідних піролу. Гідровані похідні піролу. Порфобіліноген. Порфірини, хлорини, корини. Гемін, хлорофіл, вітамін В₁₂ (ціанкобаламін). Пігменти жовчі. Принципи встановлення будови і синтезу природних порфіринів. Антибіотики на основі піролу.

Індол. Бензо[b]тіофен. Бензо[b]фуран

Група індолу. Будова та реакційна здатність індолу. Фізичні і спектральні властивості. Синтези індольного ядра. Кислотні властивості індолу, будова індоліл-аніону, реакції депротонованого індолу. Реакції електрофільного заміщення в ряду індолу: протонування, нітрування, нітрузування, взаємодія з солями діазонію, сульфування, галогенування, алкілювання, ацилювання, реакція Манніха. Реакції окиснення і відновлення. Індоленіни і індоліни. Оксигеновмісні похідні індолу за пірольним ядром: індоксил, оксіндол, діоксіндол, ізатин. Їх синтези і хімічні властивості. Найважливіші природні і синтетичні похідні індолу: грамін, триптофан, триптамін, гетероауксин. Їх синтез і взаємні перетворення. Резерпін. Лізергінова кислота та її N,N-діетиламід (ЛСД). Природні індоли з гідроксильними групами в ядрі бензену: отрути жаб (буфотенін, буфотенідин), діючі речовини галюциногенів грибів (псилобіцин та псилоцибін), гормони центральної нервової системи (серотонін, мелатонін). Індиго та індигоїдні барвники.

Карбазол. Одержання з похідних біфенілу, дифеніламіну, фенілгідразину, циклогексанону. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в ряду карбазолу. Вінілкарбазол.

Ізоіндол. Порівняння будови ізоіндолу з будовою індолу. Синтези ізоіндолів. Ізоіндолін. Фталоціаніни.

Індолізін. Поняття про ізо- π -електронні аналоги. Синтез та хімічні властивості індолізіну (Чичибабін, Степанов).

Конденсовані тіофени. Тіонафтен, його синтез, реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення. Оксигеновмісні похідні тіонафтену. Тіоіндиго. Дибензотіофен.

Кумарон (бензофуран). Реакції кумарону з електрофільними реагентами. Реакції металювання. Кумарани. Гідровані похідні бензофурану. Ізобензофуран. Фталан, фталід. Дибензофуран.

1,3-Азоли: імідазол, тіазол, оксазол

Класифікація азолів. Азоли як π -амфотерні гетероцикли. Їх порівняльна характеристика.

Група імідазолу. Будова, таутомерія. Реакції заміщення в імідазольному ядрі. Гідрокси- і амінопохідні імідазолу. Біологічно активні сполуки, що містять імідазольне ядро: гістамін, гістидин, парабанова кислота.

Імідазоліни. Імідазолони. Гідантоїни. Імідазолідини. Алкалоїди з імідазольним ядром: пілокарпін.

Антибіотики похідні імідазолу – азоміцин.

Бензімідазол. Будова. Хімічні властивості похідних бензімідазолу.

Група тіазолу. Будова. Синтези тіазольного кільця. Хімічні властивості тіазолів. Реакції з електрофільними і нуклеофільними аренатами. Сульфатіазол, тіамін (вітамін B₁).

Гідровані тіазоли. Тіазоліни і тіазолідини. Пеніцилін та його похідні, бацитрацини.

Бензотіазол. Стійкість ядра, його поведінка в реакція електрофільного і нуклеофільного заміщення. 2-Меркаптобензотіазол (каптакс) і синтези на його основі. Примулини, люциферин. Використання похідних бензотіазолу в ціанінових конденсаціях.

Група оксазолу. Будова. Реакційна здатність оксазолів в реакція електрофільного заміщення. Гідровані оксазоли. Оксазолони. Азлактони та їх використання для синтезу α -амінокислот (Ерленмейер). Оксазоліни. Оксазолідини.

Бензоксазол. Бензоксазолони, бензоксазтіони, 2-амінобензоксазол, 2-хлоробензоксазол. Реакції нуклеофільного заміщення.

1,2-Азоли: піразол, ізотіазол, ізоксазол

Група піразолу. Будова піразольного ядра. Таутомерія. Реакції заміщення в ряду піразолу. Піразоліни. Піразолони. Синтез та властивості. Антипірін та споріднені сполуки. Піразолонові барвники. Піразолідин.

Індазол. Будова та хімічні властивості індазолу.

Група триазолу. Віцинальний і несиметричний триазоли. 1,2,4-Триазоли. Стійкість триазольного ядра. Нітрон. Бензотриазол.

Група тетразолу. Будова тетразолу. Амінотетразол. Тетразолієві солі та їх перетворення на формазани. Пентазол. Доведення його утворення.

Група ізотіазолу. Реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення.

Група ізоксазолу. Будова ізоксазолів. Стійкість ізоксазольного ядра і реакції, що призводять до його розщеплення. Електрофільне заміщення в ряду ізоксазолу. Реакції нуклеофільного заміщення. Гідровані ізоксазоли: 2-ізоксазолін, ізоксалідин. Антибіотики ряду ізоксазолу: циклосерин (оксаміцин).

Конденсовані ізоксазоли: бензізоксазол, антраніл.

2. ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ

Піридин

Будова і реакційна здатність піридину. Синтези піридинового ядра. Властивості піридинів. Піридини як третинні основи: протонування, кватернізація, утворення *N*-оксидів. Властивості *N*-оксидів піридинів. Іліди та іміди піридинію. Піридини як електронні аналоги бензену. Реакції електрофільного заміщення в ряду піридинів: нітрування, сульфування, галогенування. Реакції нуклеофільного заміщення в ряду піридинів: заміщення Гідрогену (амінування за Чичибабіним, гідроксилування), заміщення галогенів, заміщення нітрогеновмісних груп. Алкілпіридини та їх четвертинні солі в ціанінових конденсаціях. Розщеплення піридинового ядра. Оксипіридин. Піридоні. Рециклізація похідних піридину.

Піридоксин та споріднені природні продукти. Дипіридили. Гідровані похідні піридину. Піперидин, його одержання та властивості. Алкалоїди, що містять ядро піридину: коніїн, нікотин, анабазин. Тропанові алкалоїди: кокаїн, атропін.

Хінолін. Ізохінолін

Група хіноліну. Будова і реакційна здатність хіноліну. Синтези хінолінового ядра. Властивості хінолінів. Реакції електрофільного (нітрування, сульфування, галогенування) та нуклеофільного (амінування, гідроксилування, алкілювання та арилювання літій- та магнійорганічними сполуками) заміщення в ряду хіноліну. Реакції з окисниками. Хінолін-*N*-оксид. Аміно- та гідроксихіноліни. Кислоти групи хіноліну: хінальдїнова, цинхонїнова. Ціанінові барвники з ядрами хіноліну, їх класифікація та способи одержання. Пінаціанол.

Гідровані похідні хіноліну та алкалоїди групи хіноліну: цинхонін, хінін.

Група ізохіноліну. Будова. Синтези ізохінолінового ядра. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ряду ізохіноліну. Гідроксиізохіноліни та ізохінолони, аміноізохіноліни. Таутомерія. Алкалоїди групи ізохіноліну: папаверин, морфін та його похідні.

Акридин та фенантридин. Будова, способи добування та властивості. Акридон. Лікарські засоби акридинового ряду: ріванол, акрихін.

Солі хінолізинію. Синтез солей хінолізинію. Реакції з нуклеофілами. Поширення хінолізинів і солей хінолізинію в природі.

Катіони пірилію, 2- і 4-пірони та їх бензоаналоги

Група пірану. Пірилієві солі. Будова. Способи добування. Реакції солей пірилію. Пірони. Будова, одержання α - і γ -піронів. Реакції з електрофільними і нуклеофільними агентами. Нуклеофільна рециклізація за типом ANRORC на прикладі похідних піронів і пірилієвих солей. Реакції з діенофілами.

Дигідропіран. Використання в синтезах: дигідропірановий захист спиртів. Ціанінові барвники з ядрами пірилію.

Група бензопірану. Головні типи бензопіранових сполук. Солі бензопірилію, кумарин і хромон. Флавіон, солі флавілію, ізофлавіон. Синтези цих типів бензопіранових сполук. Реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення. Рециклізація. Похідні сполуки бензопіранового ряду. Кетехіни. Антоціани і антоціанідини. Токоферол (вітамін Е).

Група ксантену. Ксантен, ксантон, ксантгідрол. Синтези ксантону. Гідрокси- і похідні похідних ксантену. Флуорон.

Діазини: піридазин, піримідин, піразин. Триазини

Діазини: піридазин, піримідин, піразин. Їх бензопохідні: цинолін, фталазин, хіназолін, хіноксалін, піримідин. Способи синтезу піридазинового ядра. Хімічні властивості піразину і піридазину. Група піримідину. Синтези похідних піримідину. Властивості піримідинового ядра. Перегрупування Дімрота в ряду піримідину. Природні аміно- та гідрокси- і похідні піримідину: урацил, тимін, цитозин, їх участь в побудові нуклеїнових кислот. Барбітурова кислота та її похідні. Сульфамідні препарати групи піримідину: сульфазин, сульфадимезин. Тіамін (вітамін В1), кокарбоксілаза.

Пурини та інші гетероциклічні системи

Група пурину. Будова. Синтези пуринів за методом Траубе. Сечова кислота. Нуклеозиди. Аденін. Тіоксантин, гуанін. Їх синтез. Нуклеотиди. Аденозинфосфати. Нуклеїнові кислоти. Алкалоїди групи пурину: кофеїн і теобромін. Антибіотики – похідні пурину – пуроміцин.

Група птеридину. Будова. Синтези птеридинів із діамінів піримідинового ряду. Властивості птеридинів та їх похідних. Рибофлавін (вітамін В2). Пігменти крил метеликів.

Поняття про три-, чотири-, семи- і макрогетероцикли. Азирини, діазирини. Реакції з електрофільними і нуклеофільними реагентами. Фотолітичні і термолітичні реакції. Азетидини і азети. Азепіни, бензазепіни, діазепіни та їх бензопохідні. Краун-етери, криптанди.

Гетероцикли, що містять бор, силіцій, фосфор, селен, полівалентний йод, метали.

Розділ VII. « ХІМІЯ ПРИРОДНИХ СПОЛУК »

Предмет, об'єкт, методи дослідження, основні хімії природних сполук. Біоорганічна хімія – сучасна хімія природних сполук. Генетичний зв'язок з органічною хімією. Класифікація природних сполук: біополімери та низькомолекулярні біорегулятори. Методологія хімії природних сполук.

1. ТЕРПЕНОЇДИ

Визначення та загальна формула. Ізопренова одиниця. Правило Л. Ружички. Особливості будови природних ізопренів. Біосинтез терпеноїдів.

Розповсюдження та роль у природі. Класифікація терпеноїдів за кількістю ізопренових одиниць. Основні представники ациклічних та циклічних терпеноїдів та загальна характеристика їх властивостей. Застосування природних терпеноїдів та їх синтетичних аналогів.

2. СТЕРОЇДИ

Визначення та загальна характеристика класу. Циклопентапергідрофенантрен, естран, андростан, прегнан, холан, холестеран - базові структури стероїдів. Номенклатура IUPAC. Особливості будови та стереохімія природних стероїдів. Сквален – проміжна сполука в біосинтезі стероїдів. Розповсюдження в рослинному та тваринному світі. Класифікація стероїдів Основні представники стеролів, жовчних кислот та стероїдних гормонів. Застосування природних стероїдів та їх синтетичних аналогів.

3. АЛКАЛОЇДИ

Алкалоїди – нітрогеновмісні біорегулятори. Визначення та загальна характеристика. Особливості розповсюдження в природі. Сучасні уявлення про біологічну роль та функції алкалоїдів. Особливості будови алкалоїдів. Загальні фізичні та хімічні властивості алкалоїдів. Гетероциклічні нітрогеновмісні системи як базові структури природних алкалоїдів та хімічна класифікація на їх основі. Основні представники різних груп алкалоїдів. Застосування природних нітрогеновмісних сполук та їх синтетичних аналогів. Алкалоїди та соціальні роблеми.

4. ПРИРОДНІ ФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ, ЩО МІСТЯТЬ ГЕТЕРОЦИКЛИ

Флавоноїди як найбільш розповсюджені природні фенольні сполуки. Загальна характеристика. Базові оксигеновмісні гетероцикли та класифікація на їх основі. Розповсюдження в природі, хімічна будова та біологічна дія катехінів, флаванонів, флаванолів, флавонолів та халконів. Лейкоантоціанідини та антоціанідини. Колір в природі. Антоціанідини як кислотно-основні індикатори. Ізофлавоноїди – природні фітонциди. Біологічна дія та застосування флавоноїдів. Флавоноїди як фактор харчування людини.

Розділ VIII. « ФІЗИЧНА І КОЛОЇДНА ХІМІЯ »

Предмет, задачі і методи фізичної хімії. Фізична хімія як теоретична основа хімії. Фізико-хімічні процеси в біології і промисловості. Завдання курсу фізичної і колоїдної хімії у підготовці учителя хімії і біології.

1. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА. ТЕРМОДИНАМІКА ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ

Робота розширення ідеального газу.

Термодинамічні системи. Внутрішня енергія, ентальпія, Кількість теплоти і робота як форми передачі енергії. Стандартні умови в

термодинаміці. Термодинамічні процеси: довільні і недовільні, рівноважні і нерівноважні, оборотні і необоротні. Поняття про теплоємність. Теплоємність мольна при сталому об'ємі і сталому тиску, співвідношення між ними. Нульовий закон термодинаміки. Теплова (термодинамічна) рівновага. Температура.

Формулювання I закону термодинаміки, форми його аналітичного запису. Окремі випадки першого закону для ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного процесів. Термохімічні символи. Термохімічні рівняння. Поняття про тепловий ефект хімічної реакції. Стандартні теплоти (ентальпії) утворення складних речовин. Залежність теплового ефекту реакції від температури, закон Кірхгоффа.

Процеси в розчинах. Стандартна ентальпія розчинення, ентальпія гідратації сполуки (для йонних кристалів). Ентальпія гідратування. Стандартна ентальпія нейтралізації і розрахунок стандартної ентальпії дисоціації слабких електролітів. Калориметрія.

Формулювання другого закону термодинаміки. Довільні процеси. Математичний вираз другого закону. Статистична інтерпретація ентропії. Поняття про термодинамічну ймовірність. Рівняння Больцмана.

Третій закон термодинаміки, постулат Нернста. Абсолютна і стандартна ентропія речовин.

Об'єднаний вираз першого та другого законів термодинаміки. Термодинамічний потенціал Гіббса. Прогнозування умов довільного перебігу процесів та досягнення стану рівноваги. Залежність термодинамічного потенціалу від температури. Вплив ентальпійного та ентропійного факторів на напрямок хімічного процесу. Джерела енергії живих організмів, енергетика біохімічних процесів.

Хімічна рівновага. Стан динамічної рівноваги. Закон дії мас. Константа рівноваги простої гомогенної хімічної реакції: K_c і K_p . Розрахунок складу рівноважної суміші за вихідним складом і константою рівноваги. Зміщення хімічної рівноваги, принцип Ле Шательє. Оптимальні умови здійснення процесу.

Фазова рівновага. Основні поняття: фаза, компонент, число ступенів свободи. Правило фаз Гіббса.

Двокомпонентні системи. Рівновага кристал – рідина у двокомпонентних системах. Розчинність та фактори, що на неї впливають. Діаграми розчинності двокомпонентних систем. Діаграми плавкості двокомпонентних систем. Метод термічного аналізу при побудові

2. КІНЕТИКА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ТА КАТАЛІЗ

Кінетичні закономірності простих гомогенних реакцій та кінетичні криві. Швидкість реакцій, залежність швидкості від концентрації речовин. Константа швидкості реакції. Кінетична класифікація хімічних реакцій: молекулярність і порядок реакцій. Кінетика гетерогенних хімічних реакцій. Дифузія. Поняття про складні хімічні реакції. Класифікація складних

гомогенних хімічних процесів: спряжені реакції, фотохімічні ланцюгові реакції.

Залежність швидкості хімічної реакції від температури. Рівняння Вант-Гоффа та Арреніуса. Енергія активації.

Загальні положення і закономірності каталізу. Особливості і класифікація каталітичних процесів: гомогенний каталіз, кислотно-основний каталіз, гомогенно-каталітичні реакції, що каталізуються комплексними сполуками та ферментами, гетерогенний каталіз, автокаталіз. Гетерогенний каталіз, специфічні особливості. Стадії гетерогенно-каталітичних процесів, адсорбція і дифузія в каталізі, хімічні реакції на поверхні каталізатора. Ферментативний каталіз. Каталітична активність гетерогенних каталізаторів. Металічні каталізатори та напівпровідники, каталіз на напівпровідниках. Каталізатори на носіях. Промотори. Отруєння і старіння каталізаторів. Основні теорії гетерогенного каталізу – мультиплетна теорія А.А. Баландіна, теорія активних ансамблів Н.І. Кобозева та електронно-хімічна теорія С.З. Рогінського.

3. РОЗЧИНИ

Загальна характеристика розчинів. Системне висвітлення сучасного погляду на механізм розчинення речовин на основі вчення про термодинамічні та кінетичні умови утворення розчинів, будову речовин. Способи визначення кількісного складу розчинів: мольна та масова частки; масова, моляльна, молярна та еквівалентна концентрації.

Розбавлені молекулярні рідкі розчини. Тиск насиченої пари над розчинником та розчином. Колігативні властивості розчинів: температура замерзання і кипіння розчинів. Кріоскопія та ебуліоскопія. Явище осмосу, осмотичний тиск. Активність, коефіцієнт активності, леткість.

Класифікація рідких сумішей за характером взаємної розчинності речовин. I закон Коновалова. Суміші з позитивними і негативними відхиленнями. Азеотропні суміші. II закон Коновалова. Проста і фракційна перегонка, ректифікація. Рідкі суміші з обмежено розчинними компонентами. Критична температура. Суміші взаємонерозчинних рідин. Перегонка з водяною парою.

Причини та механізм процесу електrolітичної дисоціації. Порівняльна характеристика сильних і слабких електrolітів. Фізико-хімічні властивості розбавлених розчинів слабких електrolітів: ізотонічний коефіцієнт, ступінь дисоціації і константа дисоціації слабого електrolіту. Закон розбавлення Оствальда. Гідроліз водних розчинів солей, ступінь та константа гідролізу. Розрахунок рН гідролізованих розчинів. Буферні розчини і механізм буферної дії. Буферна ємність.

Розчини сильних електrolітів. Основи теорії сильних електrolітів Дебая та Гюккеля. Активність та коефіцієнт активності. Йонна сила розчинів. Важкорозчинні сильні електrolіти, добуток розчинності. Термодинамічні умови утворення та розчинення осадів.

Неводні розчини електrolітів. Теорії кислот та основ. Амфоліти.

Електропровідність розчинів електролітів. Рухливість йонів в електролітичному полі. Аномальна активність протонів та гідроксид-іонів у водних розчинах електролітів. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування.

4. ЕЛЕКТРОХІМІЯ

Електродні потенціали. Рівноважні та стандартні електродні потенціали, розрахунок потенціалу окремого електроду за рівнянням Нернста. Воднева шкала електродних потенціалів. Електрохімічний ряд напруг металів. Класифікація електродів.

Гальванічні елементи: будова, принцип роботи, електрорушійна сила гальванічного елемента. Залежність електрорушійної сили гальванічного елемента від концентрації катодного і анодного розчинів. Електрорушійна сила гальванічного елемента, рівняння Нернста.

Класифікація гальванічних ланцюгів: хімічні, концентраційні (з перенесенням і без перенесення заряду), окисно-відновні. Природа біопотенціалів. Мембранний потенціал.

Компенсаційний метод вимірювання електрорушійної сили гальванічного ланцюга та визначення потенціалу окремого електроду.

Електроліз. Закономірності процесу електролізу. Закони Фарадея. Електрохімічний еквівалент. Кулонометрія. Особливості електролізу розплавів та водних розчинів електролітів. Електролітичний розклад води. Послідовність реакцій на катоді та аноді.

Поляризація електродів при проходженні електричного струму. Перенапруга відновлення водневих йонів. Вплив складу розчину і природи металу електроду на перенапругу виділення водню та кисню. Електролітичне виділення металів на катоді. Перенапруга виділення металів в залежності від природи металу. Анодне розчинення та пасивність металу. Супутні електродні процеси. Напруга розкладу електроліту. Хімічні джерела струму. Паливні елементи. Акумулятори: свинцеві, лужні, спеціальні.

Корозія металів. Класифікація процесів корозії. Корозійний процес з водневою та кисневою деполяризацією. Вплив середовища на анодне розчинення металу. Інгібітори корозії. Методи боротьби з корозією.

5. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА. АДСОРБЦІЯ

Вільна поверхнева енергія одиниці поверхні, поверхневий натяг межі розподілу фаз. Явище змочування та розтікання. Крайовий кут змочування, закон Юнга. Селективність змочування, флотація. Види флотації: пінна, масляна, плівкова. Явище капілярної конденсації. Адгезія, робота адгезії. Когезія, робота когезії.

Залежність поверхневого натягу розчинів від концентрації поверхнево-активних речовин. Методи вимірювання поверхневого натягу.

Поняття про адсорбцію. Основні поняття: адсорбент, адсорбат, абсорбція. Рівняння ізотерми адсорбції Гіббса Класифікація речовин за

поверхневою активністю: поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини (ПАР та ПАР); дифільна будова ПАР. Характеристика фізичної адсорбції та хемосорбції.

Особливості адсорбції на межі тверда речовина-розчин електроліту (Т/р). Будова подвійного електричного шару (ПЕШ) на межі розподілу фаз. Йонний обмін, катіоніти та аніоніти. Адсорбційна здатність катіонів та аніонів, ліотропні ряди. Хроматографія, основні поняття.

6. КОЛОЇДНІ СИСТЕМИ

Типи класифікації дисперсних систем. Поняття дисперсна фаза та дисперсійне середовище. Термодинамічна характеристика ліофільних та ліофобних колоїдних систем. Ліофобні колоїдно-дисперсні системи. Методи отримання ліофобних колоїдів. Конденсація. Фізична конденсація: заміна розчинника, конденсація парів. Хімічна

Класифікація розчинів ВМС. Характеристика розчинів ВМС за структурою, формою та гнучкістю молекул. Механізм розчинення ВМС. Вплив природи розчинника та концентрації розчину на властивості міцел ВМС. Білки як амфотерні поліелектроліти: кислі, основні та нейтральні білки. Поняття про ізоелектричний стан та ізоелектричну точку (рІ) білків. Вплив рН середовища на структуру та заряд макромолекул білків.

Седиментаційна (кінетична) стійкість. Агрегативна стійкість, поняття про коагуляцію зв'язок між властивостями ПЕШ та стабільністю колоїдних систем. Коагуляційна рівновага. Коагуляція під впливом електролітів, правило Шульце-Гарді.

Стан ПАР в розчинах. Міцелоутворення. Критична концентрація міцелоутворення (ККМ).

Електричні властивості. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос. Оптичні властивості природних мікрогетерогенних систем. Закон розсіювання світла Релея. Ефект Тіндала, опалесценція, флуоресценція. Поглинання світла, закон Ламберта-Бера. Забарвлення колоїдних розчинів. Поняття про в'язкість. В'язкість розчинів ВМС.

Будова драглей та гелей. Набухання. Дифузія в гелях. Руйнування структурованих коагуляційних структур. Старіння драглев та гелей, синерезис. Зворотнє руйнування і утворення структур, тиксотропія. Поняття про зв'язно-дисперсні конденсовані системи.

Емульсії. Класифікація емульсій за природою та концентрацією дисперсної фази та дисперсійного середовища. Емульгатори. Гідрофільно-ліпофільний баланс. Методи утворення та руйнування емульсій. Піни. Теорія піноутворення. Піноутворювачі. Структура піни.

Розділ ІХ. « АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ »

Предмет і завдання аналітичної хімії. Основні розділи аналітичної хімії: якісний і кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин.

Основні методи аналізу: хімічні та інструментальні (фізичні та фізико-хімічні).

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Буферні системи, процеси гідролізу, амфотерність в аналітичній хімії.
Кисотно-основна рівновага. Порівняльна характеристика сили кислот та основ. Сильні та слабкі кислоти та основи. Обчислення концентрації іонів H^+ та OH^- , а також рН та рОН в розчинах слабких кислот та основ. Обчислення рН в розчинах слабких багатоосновних кислот.

Кисотно-основні реакції в аналітичній хімії. Поняття про спряжені кислоти та основи. Буферні системи та їх роль в аналізі. Типи буферних систем та механізм їх дії. Ємність буферних систем. Обчислення рН буферних розчинів.

Застосування закону діючих мас до процесів гідролізу. Механізм гідролізу солей як результат поляризаційної взаємодії їх іонів з гідратною оболонкою. Ступінь та константа гідролізу. Виведення формул для обчислення ступеня та константи гідролізу, а також рН розчинів солей, що гідролізують. Залежність константи гідролізу і ступеня гідролізу від константи іонізації кислот та основ – продуктів гідролізу, а також від температури та розбавлення розчину солі. Посилення та послаблення гідролізу. Роль процесів гідролізу в якісному аналізі для виявлення та відокремлення іонів. Роль процесів гідролізу в кількісному аналізі для гравіметричного, титриметричного та фотоколориметричного визначення компонентів речовини.

Застосування закону діючих мас до процесів амфотерності. Амфотерні гідроксиди. Рівноважні процеси в розчинах амфотерних гідроксидів. Константи іонізації амфотерних гідроксидів. Використання амфотерності в якісному та кількісному аналізі.

Закон діючих мас та гетерогенні системи в аналітичній хімії. Реакції осадження та розчинення осадів. Розчинність електролітів. Важкорозчинні електроліти. Йонна рівновага у водних розчинах важкорозчинних електролітів: між твердою фазою (осадом важкорозчинного електроліту) та насиченим розчином цього важкорозчинного електроліту. Добуток розчинності (ДР). Обчислення добутку розчинності важкорозчинного електроліту, виходячи із відомої його розчинності. Обчислення розчинності важкорозчинного електроліту за його добутком розчинності. Вплив однойменних іонів на розчинність.

Правило добутку розчинності та обмеження його застосування. Добуток активності. Сольовий ефект. Розчинність важкорозчинних електролітів у воді та у водних розчинах сильних електролітів.

Осадження. Повнота осадження та фактори, що впливають на неї: розчинність речовини, кількість та природа осаджувача, йонна сила та рН розчину. Фракційне осадження. Переведення одних важкорозчинних електролітів в інші та його використання в якісному та кількісному аналізі.

Закон діючих мас та реакції комплексоутворення в аналітичній хімії. Загальна характеристика реакцій комплексоутворення, рівновага в розчинах комплексних сполук. Обчислення концентрації продуктів йонізації комплексних сполук. Руйнування комплексних сполук. Використання комплексних сполук в якісному аналізі для виявлення, маскування та відокремлення сполук. Використання комплексних сполук в кількісному аналізі для гравіметричного, титриметричного та фотоколориметричного визначення речовин.

Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії. Сутність окисно-відновних процесів. Використання окисно-відновних реакцій в якісному та кількісному аналізі.

2. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ

Якісний аналіз, сухий і мокрий методи аналізу.

Аналітичні реакції. Якісні аналітичні реакції. Селективні та специфічні реакції. Реакції виявлення, відокремлення, маскування. Групові реагенти та вимоги до них. Дробний та систематичний методи аналізу. Чутливість аналітичних реакцій: відкриваний мінімум і гранична концентрація визначуваної речовини, граничне розбавлення розчину, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину. Способи підвищення чутливості якісних реакцій.

Класифікація неорганічних катіонів на аналітичні групи. Аналітична класифікація катіонів за кислотно-лужною системою та періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва. Загальна характеристика шести аналітичних груп катіонів. Групові реагенти та характерні реакції катіонів. Роль реакцій осадження та відокремлення в систематичному аналізі суміші катіонів. Застосування реакцій комплексоутворення в якісному аналізі: реакції маскування та демаскування.

Класифікація аніонів на аналітичні групи. Загальна характеристика трьох аналітичних груп аніонів. Групові реагенти. Аніони-окисники та аніони-відновники. Дробний метод аналізу суміші аніонів. Роль реакцій осадження, комплексоутворення та окиснення-відновлення для розділення суміші аніонів.

3. КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ

Сучасна класифікація методів кількісного аналізу. Хімічні методи аналізу, їх класифікація та характеристика. Вимоги до хімічної реакції. Основні стадії хімічного аналізу. Вибір методу аналізу. Похибки кількісного аналізу: абсолютні, відносні.

Гравіметричний аналіз. Суть гравіметричного (вагового) аналізу, галузі застосування, обмеження застосування. Основні стадії та операції гравіметричного аналізу. Вибір осаджувача та вимоги до нього. Осаджувана та гравіметрична (вагова) форми осаду. Вимоги до осаду. Критерії практичної нерозчинності осаду. Умови осадження кристалічних та

аморфних осадів. Повнота осадження і фактори, що впливають на неї. Процеси, що призводять до забруднення осадів: співосадження, адсорбція, оклюзія, післяосадження. Переведення осаджуваної форми у гравіметричну (вагову). Висушування та прожарювання осадів. Обчислення в гравіметричному методі. Аналітичний фактор (фактор перерахунку). Застосування гравіметричного аналізу в хімії, біології, екології тощо.

Титриметричний аналіз. Загальні положення. Титриметричний аналіз як різновид об'ємного аналізу. Суть титриметричного аналізу. Переваги та обмеження методу. Вимоги до реакцій у титриметричному аналізі. Концентрація розчинів: молярна, нормальна, титр. Титр розчину за визначуваною речовиною. Стандартні та робочі розчини. Вихідні речовини та вимоги до них. Фіксанали. Способи титрування: пряме титрування, зворотне титрування (метод залишків) та метод заміщення. Точка еквівалентності. Закон еквівалентів. Способи фіксування точки еквівалентності. Індикатори. Кінець титрування. Обчислення в титриметричному аналізі.

Класифікація методів титриметричного аналізу за типом реакції, що лежить в основі титрування.

Метод кислотно-основного титрування (метод нейтралізації). Суть методу нейтралізації, основна хімічна реакція методу. Ацидиметрія, алкаліметрія. Стандартні та робочі розчини. Вихідні речовини. Точка еквівалентності. Способи фіксування точки еквівалентності. Кінцева точка титрування.

Індикатори методу кислотно-основного титрування. Теорії індикаторів: йонна, хромоформна, йонно-хромоформна. Інтервал переходу (ІП) індикаторів. Показник переходу індикатора pK , показник титрування pT індикатора. Найважливіші індикатори, що застосовуються в хімічному аналізі. Помилка титрування.

Криві титрування: розрахунки зміни pH в ході титрування сильної кислоти сильною основою, слабкої кислоти сильною основою, слабкої основи сильною кислотою. Титрування солей, що гідролізують у розчині. Принципи вибору індикатора при титруванні основ, кислот та солей, що гідролізують. Застосування кислотно-основного титрування в хімії, біології, екології.

Методи окисно-відновного титрування (методи редоксиметрії). Загальна характеристика методів окисно-відновного титрування, їх класифікація. Окисно-відновні реакції, придатні для титриметричного (об'ємного) аналізу. Зміна окисно-відновного потенціалу системи в процесі титрування та його обчислення. Криві титрування та їх побудова. Стрибок кривої титрування. Точка еквівалентності. Обчислення редокс-потенціалу системи в точці еквівалентності. Фіксування точки еквівалентності. Редокс-індикатори. Інтервал переходу редокс-індикаторів. Показник титрування редокс-індикаторів. Помилки титрування. Еквівалент окисника та відновника.

Перманганометрія. Суть методу та його загальна характеристика. Калій перманганат як окисник, його окисні властивості в залежності від рН середовища. Титрування калій перманганатом у кислому середовищі. Оксалатна кислота як вихідна речовина. Стійкість робочого розчину калій перманганату та встановлення його титру. Приклади визначень вмісту відновників методом перманганометрії.

Йодометрія. Суть методу, умови та межі застосування. Робочі та допоміжний розчини. Вихідні речовини. Крохмаль як специфічний індикатор. Приклади визначення вмісту окисників та відновників. Особливості визначення вмісту катіонів Cu^{2+} .

Методи осадження в титриметричному аналізі. Суть методів осадження. Аргентометрія. Способи фіксування точки еквівалентності, безіндикаторні методи. Метод Мора (аргентометрія), метод Фольгарда (роданометрія) та метод Фаянса визначення хлорид-аніонів. Галузі застосування методів осадження в титриметричному аналізі.

Методи комплексоутворення в титриметричному аналізі. Комплексонометрія. Комплекси. Трилонометрія. Фіксування точки еквівалентності. Металохромні індикатори, теоретичне обґрунтування їх застосування. Галузі застосування методів комплексонометрії. Приклади застосування методу комплексонометрії: визначення твердості води, визначення кальцію та магнію у водній витяжці з ґрунту.

4. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ

Загальна характеристика методів, їх класифікація. Значення інструментальних методів аналізу в сучасному виробництві, в наукових дослідженнях, в екологічному моніторингу.

Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз: пряма потенціометрія та потенціометричне титрування. Суть та теоретичні основи потенціометричного титрування. Індикаторні електроди та електроди порівняння. Криві титрування, їх побудова. Стрибок потенціалу на кривій титрування. Фіксування точки еквівалентності.

Визначення вмісту кислоти чи основи в розчині методом потенціометричного титрування. Індикаторні електроди в кисло-основному титрування методом потенціометрії: скляний, хінгідронний. Визначення рН розчину за допомогою іономера. Зміна рН в процесі титрування. Графічне визначення точки еквівалентності: інтегральні та диференціальні криві титрування.

Оптичні методи аналізу. Класифікація оптичних методів аналізу за типом взаємодії речовин з електромагнітним випромінюванням. Електромагнітний спектр. Спектри поглинання та випромінювання.

Фотоелектроколориметрія Поглинання світла розчинами. Закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера. Оптична густина розчину. Молярний коефіцієнт світлопоглинання. Методи вимірювання поглинання світла. Монохроматичне випромінювання. Світлофільтри. Правила роботи на

фотоколориметрі. Вибір кювет та світлофільтрів. Метод калібрувального графіка.

Візуальна колориметрія. Суть колориметричного методу. Метод стандартних серій. Метод вирівнювання. Метод розбавлення. Схеми колориметричних приладів.

Хроматографічні методи аналізу. Теоретичні основи хроматографічних методів та їх класифікація. Чутливість методів. Основні види хроматографії: адсорбційна, розподільна, осадова, іонообмінна. Класифікація методів хроматографії за способом отримання хроматограм: паперова, тонкошарова, колонкова. Первинна та вторинна хроматограма. Проявлення хроматограми. Елюенти. Коефіцієнт швидкості елюювання. Використання методів хроматографії в аналізі для розділення речовин, а також для їх якісного і кількісного визначення. Застосування хроматографічних методів для якісного та кількісного аналізу природних об'єктів.

Розділ X. « БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ »

Предмет і задачі біологічної хімії. Значення і перспективи розвитку молекулярної біології, біотехнології, технічної та екологічної біохімії. Місце біотехнології та біохімії в науково-технічному прогресі.

1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЖИВОГО

Біогенні елементи. Поняття про макро-, мікро- та ультрамікроелементи. Закономірності поширення елементів у живій природі. Залежність між біологічною роллю елементів та їх положенням в періодичній системі Д.І. Менделєєва. Потреба організмів у хімічних елементах.

Загальна характеристика класів хімічних сполук, що входять до складу живої матерії. Пластичні та енергетичні речовини. Біологічно-активні сполуки та їх роль в живій природі. Кількісний склад нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів, води та мінеральних речовин в організмі.

Сучасні уявлення про склад і структуру клітин. Функції субклітинних структур: ядра, мітохондрій, лізосом, центріолей, ендоплазматичного ретикулуму та їх хімічний склад. Будова та функції біологічних мембран. Проблеми мембранної біології.

2. ХІМІЯ ТА ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ

Розповсюдженість вуглеводів у природі, їх біологічна роль та участь в обміні речовин людини та тварин. Загальна характеристика вуглеводів та їх класифікація.

Прості вуглеводи (моносахариди, монози): визначення моноз як полігідроксиальдегідів та полігідроксикетонів. Представники (рибоза, дезоксирибоза, рибульоза, ксилоза, глюкоза, галактоза, маноза, фруктоза, седогептульоза). Класифікація моноз за кількістю атомів Карбону (тетрози,

пентози та ін.), положенням карбонільної групи (альдози та кетози), конфігурацією їх молекул. Номенклатура моносахаридів.

Будова моноз. Ациклічні та циклічні (напівацетальні) форми. Проекційні (Е.Фішера) та перспективні формули (У.Хеурзса). Просторова (RS- стереоізомерія). D- та L- стереохімічні ряди. Знак (+ чи -) обертання площини поляризованого світла. Епімери. Епімеризація. Діастереоізомери та антиподи. Піранози та фуранози. α - β - аномери. Конформаційна ізомерія. Конформації піранозного кільця (“крісло”, “вана”, “твіст”). Обґрунтування стійкості 5- та 6-члених циклів. Наявність напружень. Явище мутаротації та пояснення цього явища кільчасто-ланцюговою таутомерією. Фізичні та хімічні властивості моноз. Спиртові та напівацетальні гідроксили в монозах. Особливі властивості напівацетального гідроксилу, його реакційна здатність в порівнянні з спиртовими гідроксилами. Утворення етерів та естерів. Естери моноз сульфатної та ацетатної кислот. Естери моноз фосфатної кислоти, їх біологічна роль як метаболітів в процесах обміну вуглеводів. Поняття про N-, S- та O- глікозиди, їх будова, здатність до гідролізу. Розповсюдженість глікозидів у природі (нуклеозиди). Продукти окиснення альдоз: альдонові, альдарові та альдурунові кислоти. Утворення монозами фурфуролу та гідроксиметилфурфуролу. Відновлюючі властивості моноз. Продукти відновлення – багатоатомні спирти. Ідентифікація моносахаридів.

Похідні моносахаридів. Аміносахари. Глюкозамін та галактозамін в складі біологічно важливих полісахаридів. N-ацильовані аміносахари як структурні елементи деяких тканин живого організму.

Олігосахариди. Утворення глікозидних зв'язків. Види глікозидних зв'язків. Класифікація та номенклатура дисахаридів. Відновлюючі та не відновлюючі дисахариди (мальтоза, лактоза, целобіоза, сахароза, трегалоза, генциобіоза), їх будова (перспективні формули В. Хеурзса). Біозні глікозиди (амігдалін, мізеротоксин тощо). Гідроліз дисахаридів. Окиснення дисахаридів (на прикладі утворення мальтобіонової кислоти). Інверсія. Олігосахариди у природі.

Полісахариди (поліози). Класифікація: за складом (гомо- та гетерополісахариди), біологічними функціями : канонічна (структурна, енергетична, метаболічна) та неканонічна (рецепторна, регуляторна, інформаційна). Характеристика представників: склад, принцип будови, властивості, розповсюдження в природі, біологічна роль.

Гомополісахариди тваринного, рослинного та бактеріального походження (крохмаль, клітковина, декстрини, глікоген, інουλін, хітин, пектинові речовини). Гетерополісахариди- глікозамінглікани та глікопротеїни- (гіалуронова кислота, нейрамінова кислота та сіалові кислоти, хондроїтинсульфати, гепарин, рослинні камеді тощо).

Використання полісахаридів та їх похідних в біохімічних дослідженнях (клітковина, КМ-клітковина та інші). Клітковина як іоніт. Можливості методів хроматографії для розширення демонстраційних та практичних робіт при вивченні хімії, біології та екології у школі. Значення вуглеводів у харчуванні тварин і людини.

Обмін вуглеводів. Травлення. Шляхи розпаду полісахаридів і олігосахаридів в шлунково-кишковому тракті. Ферменти гідролізу полісахаридів: α -, β - і γ -амілази та ін. Метаболізм моносахаридів. Роль реакції фосфорилування в активації моносахаридів. Обмін глюкозо-6-фосфату (дихотомічний і апотомічний шлях, їх співвідношення у організмі). Обмін пірвіноградної кислоти. Гліколіз і глікогеноліз. Бродіння. Види бродіння. Хімізм молочнокислого та спиртового бродіння. Дія етанолу та інших спиртів на організм людини. Окисне декарбоксілювання пірвіноградної кислоти за участю піруватдегідрогеназного комплексу. Цикл трикарбонових кислот. Вихід енергії при повному окисненні моль глюкози до вуглекислого газу і води.

Глюконеогенез. Глікогеннеогенез. Рівень глюкози крові людини. Види гіпер- та гіпоглікемій, глюкозурій. Нейрогуморальна регуляція рівня глюкози в крові. Глікогенна функція печінки. Біосинтез та розпад глікогену печінки за різних умов.

3. АМІНОКИСЛОТИ, ПЕПТИДИ, БІЛКИ ТА ЇХ ОБМІН

Амінокислоти. Класифікація амінокислот за різними ознаками: за положенням аміногрупи; за числом аміно- та карбоксильних груп; за типом замісника, зв'язаного з β -Карбоновим атомом. Історична та систематична номенклатура; структурна та оптична ізомерія. Амфотерність амінокислот і утворення біполярних іонів. Ізоелектрична точка. Реакції за карбоксильною групою (з спиртами, амоніаком). Декарбоксілювання амінокислот. Реакції за аміногрупою. Алкілування, ацилювання та утворення солей. Реакції за участю двох функціональних груп, утворення комплексних солей. Якісні реакції на амінокислоти. Функції амінокислот в організмі.

Пептиди та пептидний зв'язок. Характеристика пептидного зв'язку. Природні пептиди (глутатіон, окситацин, вазопресин та інші). Їх склад, будова та біологічна роль. Білки. Роль білків у побудові живої матерії та здійсненні життєдіяльності. Функції білків в організмі.

Елементарний склад білків. Молекулярна маса та форми білкових молекул, хімічне та фізичне значення молекулярної маси білків. Амінокислотний склад білків. зв'язування Закономірності вмісту амінокислот у білках. Традиційні та нетрадиційні амінокислоти. Незамінні амінокислоти людини.

Структура білкової молекули. Первинна структура, первинний (пептидний) зв'язок між залишками амінокислот. Будова поліпептидного ланцюга (валентні кути, відстані між атомами). Вторинна структура білків: α -спіраль, β -складчаста та колагенова спіраль. Стабілізація вторинної структури водневими зв'язками між сусідніми витками α -спіралі або поліпептидними ланцюгами β -структури. Поняття про утворення доменів (надвторинної структури). Критерії Л.Полінга та Р. Корі. Параметри α -спіралі, їх реалізація в білках та пептидах. Обумовленість вторинної структури білкової молекули первинною (поняття про спіралеутворюючі та

спіраленеутворюючі амінокислотні послідовності. Ступінь спіралізації поліпептидних ланцюгів). Фібрилярні білки (кератини, колагени, еластини).

Третинна структура білків. Типи зв'язків і взаємодій, що стабілізують третинну структуру білкової молекули. Третинна структура рибонуклеази, інсуліну, міоглобіну, субодиниць гемоглобіну. Форми субодиниць глобулярних та фібрилярних білків. Динамічність третинної структури, її самоорганізація та зв'язок з первинною структурою.

Четвертинна структура білків. Субодиниці (протомери) і епімолекули (мультимери). Типи зв'язків між субодиницями в мультимері. Приклади білків з четвертинною структурою молекул (інсулін, гемоглобін, каталаза, лактатдегідрогеназа та ін.). Принцип самоскладання мультимерів з протомерів.

Фізичні і хімічні властивості білків: амфотерність, заряд білкової молекули, ізоелектричний стан та ізоелектрична точка білків. Поняття про нативний білок. Види та методи осадження білків. Висолування білків. Денатурація та ренатурація білків.

5. НОМЕНКЛАТУРА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ БІЛКІВ

Прості (протеїни) та складні (протеїди) білки. Принципи класифікації та характеристика простих білків (за формою білкової молекули, амінокислотним складом, розчинністю, біологічною активністю). Класифікація складних білків за характером простетичної групи: металопротеїди (феритин); фосфопротеїди (казеїн, пепсин та ін.); глікопротеїди (імуноглобулін, гепарин та ін.); хромопротеїди, типи їх простетичних груп (міоглобін, гемоглобін, цитохроми, хлорофіл, флавопротеїди, родопсин та ін.); ліпопротеїди, типи зв'язків між ліпідами та білками в молекулі ліпопротеїдів; нуклеопротеїди, їх загальна характеристика. Класифікація білків за функціями в організмі. Характеристика окремих груп регуляторних, захисних, токсичних, транспортних, структурних, скоротливих, рецепторних білків, білків-гормонів та білків – інгібіторів ферментів.

Значення білків у харчуванні тварин і людини. Повноцінні та неповноцінні білки. Встановлення повноцінності білків. Добова потреба організму людини у білку. Азотистий баланс, позитивний та негативний азотистий баланс.

Обмін білків та амінокислот. Травлення та всмоктування білків. Характеристика ферментів, що забезпечують гідроліз білків до пептидів і амінокислот. Селективний характер дії пептид-пептидгідролаз (пепсину, трипсину, хемотрипсину та ін.). Клітинний гідроліз білків. АТФ-залежний протеоліз білків. Роль убіквітина та протеосом в розщепленні білків. Обсяг і швидкість оновлення білків різних тканин і органів.

Метаболізм амінокислот. Перетворення амінокислот за аміно- та карбоксильною групою, радикалами: механізми відповідних реакцій і характеристика ферментів, що беруть у них участь. Обмін амінокислот як джерело утворення біологічно-активних сполук (біогенних амінів,

коферментів, гормонів та ін.). Кінцеві продукти розпаду амінокислот. Способи зв'язування амоніаку в організмі. Механізм біосинтезу сечовини (орнітиновий цикл). Замінні, напівзамінні та незамінні амінокислоти.

Синтез білків (трансляція). Матрична теорія біосинтезу білків. Загальна схема матричного біосинтезу білків. Генетичний код і його властивості (Кодони. Кодони, що не мають змісту, та їх значення., їх специфічність, триплетність, виродженість, універсальність). Основні компоненти білок синтезуючий системи (амінокислоти, мРНК, тРНК, аміноацил-тРНК-синтетази, рибосоми, білкові фактори, АТФ та ГТФ). Доказ специфічного перенесення амінокислот у чітко визначену позицію в поліпептидному ланцюгу, що синтезується за допомогою аміноацил-тРНК-синтетази (дослід Ф.Шаневілла). Роль рибосом у біосинтезі білку. Полісоми. Взаємодія активної рибосоми з аміноацил-тРНК-синтетазою. Етапи трансляції: ініціація, елонгація, термінація. Регуляція рибосомного біосинтезу білків, теорія Ф.Жакоба і Ж.Моно. Транспорт новоутворених білків через біологічні мембрани. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричні механізми біосинтезу білків. Поліпептидсинтетази і можливий механізм біосинтезу поліпептидів за їх допомогою.

Ферменти. Каталітична (ферментативна) функція білків. Риси подібності і відмінності в дії ферментів та каталізаторів небілкової природи.

Будова ферментів. Одно- та двохкомпонентні ферменти. Кофермент, апофермент, холофермент. Ферменти – прості білки (трипсин, хімотрипсин, уреаза, РНК-аза, ДНК-аза) та ферменти – складні білки (дегідрогенази, аміно-трансферази, декарбоксилази, цитохроми). Поняття про активний і алостеричний центри в молекулі ферменту. Мономерна (лізоцим, рибонуклеаза) і мультимерна (каталаза, глютаматдегідрогеназа) структура молекули ферменту. Мультимерні комплекси (будова та механізм дії піруватдегідрогенази декарбоксилюючої). Поліфункціональні ферменти (синтетаза вищих жирних кислот). Поняття про ізоферменти (на прикладі лактатдегідрогенази); їх значення для медицини, генетики та селекції.

Механізм дії ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. константа Міхаеліса (K_m). Залежність швидкості ферментативної реакції від концентрації субстрату і ферменту. Поняття про активність ферментів; одиниці активності ферментів.

Властивості ферментів: термолабільність, залежність активності від значення рН середовища, іонної сили розчину; специфічність дії ферментів. Активатори та інгібітори ферментів. Конкурентне і неконкурентне інгібування дії ферментів. Зв'язок між конформацією молекули ферменту та його каталітичною активністю.

Номенклатура ферментів (систематична та робоча). Класифікація ферментів та її принципи. Шифри ферментів. Класи ферментів: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, ліази, ізомерази, лігази. Характеристика основних підкласів та підпідкласів перелічених класів ферментів.

Локалізація ферментів у клітині. Просторова розрізненість реакцій окиснення і синтезу.

6. КОФЕРМЕНТИ, ВІТАМІНИ ТА ІНШІ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ

Поняття про коферменти, їх хімічну будову та роль у складі холоферментів. Коферментні вітаміни. Роль іонів металів в утворенні зв'язку кофермент-апофермент. Види зв'язків між коферментами та апоферментами. Хімічна природа та механізм дії коферментів, які переносять Гідроген та електрони (нікотинамідаденіндинуклеотид, нікотинаміддинуклеотидфосфат, флавінаденінмононуклеотид, флавінаденіндинуклеотид, ліпоєва кислота, глутатіон), коферментів, які переносять атомні групи (аденозинтрифосфорна кислота, коензим А, піридоксальфосфат та ін.), коферментів з іншими функціями (тіамінпірофосфат, біотин, кобамідні коферменти тощо).

Вітаміни та вітаміноподібні речовини. Роль вітчизняних вчених у розвитку вітамінології (О.В.Палладін, Р.В.Чаговець, Є.Ф.Шамрай та ін.). Роль вітамінів у харчуванні. Гіповітамінози, авітамінози, гіпервітамінози. Причини авітамінозів. Роль вітамінів як коферментів. Класифікація і номенклатура вітамінів.

Жиророзчинні вітаміни. Вітамін А (ретинол). Хімічна будова вітамінів А₁ та А₂, їх геометричні ізомери. Попередники вітаміну – каротини. Участь вітаміну А у зоровому акті, біохімічний механізм підсилювання світлового сигналу. Участь вітаміну в антиоксидантному захисті клітини. Симптоми гіпер- та гіповітамінозу. Вітаміни Д₁, Д₂, Д₃, хімічна будова Д₂, Д₃, їх роль у фосфорно-кальцієвому обміні. Відеїн. Вітамін Е (токоферолі) хімічна природа, участь у процесах оксидоредукції. Вітамін Q (убіхінони), хімічна природа, його участь у процесах оксидоредукції. Вітамін К (філохінони), хімічна природа, його участь у системі зсідання крові. Вікасол. Вітамін F (комплекс ненасичених жирних кислот).

Водорозчинні вітаміни. Вітамін С (аскорбінова кислота) і вітамін Р(поліфеноли, біофлавоноїди). Їх хімічна будова, синергізм, участь в обміні речовин. Синтез вітаміну С, розповсюдженість у природних вітаміноносіях, добова потреба, ознаки гіповітамінозів. Вітамін В₁ (тіамін), хімічна природа, коферментні форми, механізм дії, вітаміноносії, добова потреба. Вітамін В₂ (рибофлавін), хімічна природа, коферментні форми (ФАД та ФАДН₂), участь в окисно-відновних реакціях. Вітамін В₃ (РР), його коферментні форми (НАД⁺, НАДФ⁺, НАДН, НАДФН), механізм дії, участь в реакціях транспорту атомів Гідрогену та електронів. Некоферментна роль вітаміну РР. Вітамін В₅ (пантотенова кислота) як складова коферменту А. Симптоми гіповітамінозу. Вітамін В₆ (піридоксин), хімічна природа, коферментні форми та участь у реакціях переамінування. Вітаміни В₁₂ та В₁₅, їх участь в обміні речовин. Вітамін Н (біотин), його будова та роль у реакціях карбоксилювання. Фолієва кислота. Коферментна форма. Хімічна будова та участь в обміні речовин.

Поняття про інші біологічно активні сполуки: антивітаміни, антибіотики, фітонциди, гербіциди, дефоліанти. Використання біологічно активних сполук.

Гормони. Загальні уявлення про гормони та медіатори. Біологічна роль. Класифікація гормонів за хімічною природою. Гормони - похідні амінокислот (адреналін, норадреналін, ДОФА, тироксин та ін.) – їх структура, механізм дії (на прикладі адреналіну). Білкові та пептидні гормони (окситоцин, вазопресин, інсулін, глюкагон, АКТГ та ін.), структура та функції. Принцип дії пептидних та білкових гормонів (за участю месенджерів). Стероїдні гормони: будова, властивості. Принцип дії стероїдних гормонів. Простагландіни- похідни арахідонової кислоти. Головні ефекти дії гормонів на клітину.

7. НУКЛЕОТИДИ, НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ ТА ЇХ ОБМІН

Структурна організація нуклеїнових кислот. Склад та будова нуклеотидів. Характеристика нітрогенвмісних (азотистих) основ, що входять до складу нуклеїнових кислот. Мінорні пуринові і піримідинові основи. Два типи нуклеїнових кислот: ДНК та РНК. Їх відмінності у складі, будові, молекулярній масі, локалізації та функціях.

Дезоксирибонуклеїнові кислоти. Кількісний вміст в організмі і локалізація в клітині (ядро, мітохондрії, хлоропласти, центріолі). Молекулярна маса ДНК. Форми молекул ДНК. Кільцева форма молекул ДНК. Одно- та дволанцюгова ДНК. Структура ДНК. Нуклеотидний склад ДНК, правило Чаргаффа. Первинна структура ДНК. Поліпуринові та поліпіримідинові фрагменти в молекулах ДНК. Ступінь зблокованості нуклеотидів в молекулах ДНК. Вторинна (модель Дж.Уотсона та Ф. Крика) структура ДНК. Реплікони. Третинна структура ДНК.

Рибонуклеїнові кислоти (РНК), класифікація (*m*-РНК, *p*-РНК, *m*-РНК (*i*-РНК), *я*-РНК, *в*-РНК) та біологічне значення. Порівняльна характеристика видів РНК за молекулярною масою, нуклеотидним складом, локалізацією та функціями. Транспортна РНК. Мінорні основи в *m*-РНК та їх значення. Первинна, вторинна (модель “лист конюшини”) та третинна структури *m*-РНК. Рибосомна РНК (*p*-РНК). Її види, вміст, локалізація в клітині та функції. Інформаційна РНК. *i*-РНК як матриця для специфічного біосинтезу білку. Особливості будови *i*-РНК прокариот та еукаріот. Первинна та вторинна структури *i*-РНК. Ядерні РНК (*я*-РНК). Низькомолекулярні *я*-РНК, їх каталітичні функції та роль в процесінгу всіх видів РНК.

Обмін нуклеотидів. Шляхи їх деструкції. Механізм реакцій розпаду: піримідинових основ – до β -аланіну і карбамінової кислоти, пуринових – до сечової кислоти, сечовини, гліоксалієвої кислоти, алантоїну та алантоїнової кислоти. Кінцеві продукти розпаду пуринових і піримідинових основ у представників різних класів тварин і рослин. Біосинтез пуринових і піримідинових основ та відповідних нуклеозидів (моно-, ди- та трифосфатів) у живих організмах.

Біосинтез ДНК. Етапи біосинтезу ДНК - реплікація та репарація. Елонгація. Ферменти (ДНК-полімерази, ДНК-лігаза, РНК-полімераза) та білкові фактори, що беруть участь в реплікації ДНК. Механізм дії ДНК-полімерази. Комплементарний механізм забезпечення специфічності відтворення первинної структури при біосинтезі ДНК. Роль ДНК-затравки (ДНК-матриці). Регуляція біосинтезу ДНК в клітині. Природа спонтанного та штучного мутагенезу. Роль ДНК в передачі спадкової інформації. Механізм дії хімічних мутагенів на ДНК.

Біосинтез РНК (транскрипція). Будова, властивості та механізм дії РНК-полімерази. Локалізація біосинтезу РНК в клітині. Поліцистронний механізм біосинтезу РНК. Інформосоми та інформомери як первинні форми існування новоутворених РНК. Метилування інтактних молекул РНК (т-РНК) за участю РНК-метиляз. Кепірування та поліаденілування м-РНК в процесі її дозрівання. Участь в обміні РНК полінуклеотидфосфорилази. Регуляція біосинтезу рибонуклеїнових кислот.

8. БІОЛОГІЧНЕ ОКИСНЕННЯ

Історія розвитку уявлень про механізм біологічного окиснення. Пероксидна теорія О.М.Баха; концепція дихальних хромогенів В.І Палладіна і Х. Віланда; виділення і характеристика різноманітних дегідрогеназ (М. Тунберг, Д. Самнер та ін.); виявлення цитохромів і цитохромоксидази (Д. Кейлін і О. Варбург) і визнання цитохромної системи домінуючою термінальною дихальною системою; відкриття процесу окисного фосфорилування (В.О.Енгельгард, В.О.Беліцер і Є.Т.Цибакова) та ферментів-оксигеназ (О.Хаяши, Г.Мазон).

Сучасні уявлення про механізми біологічного окиснення. Класифікація процесів біологічного окиснення. Два типи оксидоредуктаз в клітині: а) що забезпечують дегідрування субстратів і передачу атомів Гідрогену та електронів на кисень та інші акцептори, б) що каталізують реакції безпосереднього включення до субстрату Оксигену (оксигенази і гідроксилази).

Спряження біологічного окиснення з фосфорилуванням. Субстратне фосфорилування в процесах бродіння та гліколізу. Окисне фосфорилування на рівні електронно-транспортного ланцюга. Дихальний ланцюг ферментів, що здійснюють спряження окиснення з фосфорилуванням.

Локалізація окисного фосфорилування у клітині. Мітохондрії, їх структура і функції; гіпотези про механізми спряження (хімічна, конформаційна та хеміосмотична). Роль мембранного потенціалу. Поняття про спряжену мембрану. Сучасне уявлення про компоненти дихального ланцюга мітохондрій. Структура АТФ-синтетазного комплексу і можливі механізми його функціонування. Регуляція окисного фосфорилування в мітохондріях. Роз'єднання окиснення і фосфорилування. Вільне окиснення і переключення з окиснення, що зв'язане з фосфорилуванням, на вільне окиснення. Енергетичний ефект розпаду вуглеводів; порівняння бродіння, гліколізу і

дихання за цим показником. Енергетичний ефект окиснення триацїлглицеролів, вуглеводів.

9. ХІМІЯ ЛІПІДІВ ТА ЇХ ОБМІН

Загальна характеристика класу ліпідів. Структурні компоненти ліпідів. Класифікація і характеристика класу ліпідів: жири (ацилглицероли), фосфоліпіди, гліколіпіди, сфінголіпіди, стероїди (стероли та стериди), воски. Локалізація ліпідів у клітині та їх біологічне значення. Канонічні (енергетична, резервна, структурна) та неканонічні (молекулярна пам'ять, піктографічний механізм запису інформації, участь у міжклітинних взаємодіях) функції ліпідів. Поглиблення понять про будову клітинних мембран. Роль ліпідів у структуруванні біомембран. Порушення структури мембран ксенобіотиками. Проблеми мембранної біології.

Потреба організму людини в одержанні ліпідів з їжею. Травлення та всмоктування ліпідів. Панкреатичні ліпази. Жири (триацїлглицероли). Їх структура та різноманіття у природі. Класифікація за якісним складом та співвідношенням вищих жирних кислот (ВЖК). Прості та змішані триглицероли. Обмін жирів. Гідроліз їх за участю ліпаз. Тканинний обмін продуктів гідролізу жирів; обмін глицеролу та окиснення жирних кислот. β - та ω -окиснення вищих жирних кислот, локалізація у клітині та співвідношення у тваринному і рослинному світі. Шляхи обміну ацетил-СоА.

Механізм біосинтезу вищих жирних кислот: малоніл-КоА як акцептор ацильних залишків. Будова і механізм дії синтетази вищих жирних кислот у клітині. Локалізація біосинтезу ВЖК в клітині. Механізм біосинтезу триацїлглицеролів, роль ацил-трансфераз (моно- і диглицеридтрансацилаз) у цьому процесі. Фосфатидні кислоти – проміжні продукти у біосинтезі триацїлглицеролів. Причини порушення обміну жирів в організмі людини. Ожиріння.

Фосфоліпіди. Склад та структура молекул, характеристика вищих жирних кислот, азотистих основ і багатоатомних спиртів, що входять до їх складу. Фосфатиди, інозинфосфоліпіди, сфінголіпіди, їх склад, будова, фізичні та хімічні властивості. Поширення фосфоліпідів у природі, їх біологічна роль. Гліколіпіди, їх склад та будова. Цереброзиди і гангліозиди. Функції гліколіпідів у тканинах і органах. Стероїди. Будова та властивості стеридів і стеролів. Обмін стеридів. Їх гідроліз за участю ферментів. Реакції відновлення і окиснення стеролів у організмі. Утворення стероїдів (жовчні кислоти, стероїдні гормони та ін.). Синтез стеролів з ацил-КоА через мевалонову кислоту та сквален. Участь ферментів у біосинтезі холестеролу. Жовчні кислоти (холієва, дезоксихолієва та ліпохолієва) та їх роль у травленні та всмоктуванні ліпідів.

10. ВОДНИЙ І МІНЕРАЛЬНИЙ ОБМІН

Вода, її властивості та значення для живих організмів. Вміст і розподіл води в організмі і клітині. Стан води у тканинах. Вільна та зв'язана вода. Гідратація іонів та ступінь структурування води у тканинах. Зовнішній баланс води. Регуляція водного обміну за участю гормонів (вазопресин, альдостерон).

Обмін солей в організмі. Макро- та мікроелементи, їх розповсюдження в організмі та участь в обміні речовин. Участь мінеральних елементів у формуванні третинної і четвертинної структури біополімерів. Ферменти - металопротеїди. Формування ферментів-мультимерів в присутності іонів Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} . Участь іонів металів у виникненні фермент-субстратних комплексів. Вміст Ферум-іонів у організмі людини та їх обмін. Ферум-іони міоглобіну та гемоглобіну; ферменти, що містять Ферум-іони (цитохроми, каталаза, пероксидаза), транспортні та накопичуючі форми (феритин, сидерофілін). Обмін мінеральних речовин. Важкі метали в харчових ланцюгах.

11. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ

Обмін речовин і енергії - невід'ємна властивість живого. Анаболічні, катаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму.

Енергетика обміну речовин. Поняття про рівень вільної енергії в органічних сполуках та його змінах в процесі перетворення енергії. Макроергічні зв'язки та макроергічні сполуки. Найважливіші представники макроергічних сполук: нуклеотиди (АТФ, АДФ та ін.), креатинфосфат, фосфоенолпіруват, ацетилкоензим А та ін. Роль АТФ у енергетичному обміні. АТФ як джерело, акумулятор, трансформатор і провідник енергії в процесі її ресинтезу і витрачання в організмі. Принципова відмінність енергетики хімічних реакцій у живій природі від такої самої в неживій. Трансформація енергії в живих об'єктах. I та II закони термодинаміки в біологічних системах.

Взаємозв'язок обміну білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів та ліпідів. Взаємозв'язок обміну нуклеїнових кислот і вуглеводів. Роль 5-фосфорибулозо-1-пірофосфату в біосинтезі пуринових нуклеотидів. Спряження окиснення вуглеводів і біосинтезу нуклеотидтрифосфатів.

Взаємозв'язок обміну нуклеїнових кислот і ліпідів. Нуклеозиддифосфохолін як центральний метаболіт при біосинтезі фосфоліпідів. Спряження фосфорилування АДФ з окисненням ВЖК.

Взаємозв'язок між обміном білків і ліпідів на рівні ацетил-КоА. Взаємозв'язок обміну вуглеводів і ліпідів, роль ацетил-КоА у цьому процесі.

Контроль та регуляція метаболізму. Рівні регуляції (метаболічний, клітинний, на рівні організму та популяцій та ін.).

Розділ XI. « ХІМІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК »

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОЛІМЕРНІ РЕЧОВИНИ

Предмет і завдання науки про високомолекулярні речовини. Її місце серед інших фундаментальних хімічних наук і природничих наук в цілому, роль в науково-технічному прогресі.

Макромолекула, елементарна ланка, ступінь полімеризації. Роль полімерів у живій природі, їх значення як промислових матеріалів. Основні відмінності полімерів від низькомолекулярних сполук. Особливості полімерного стану речовини. Конфігурація основного ланцюга макромолекул, фактори, що її визначають; способи орієнтації елементарних ланок: «голова-хвіст», «голова-голова», «хвіст-хвіст». Конформація. Стереохімія ланцюга. Стереорегулярні (ізотактичні та синдіотактичні) та стереонерегулярні (атактичні) полімери. Цис-транс-ізомерія елементарних ланок.

Класифікація полімерів, фактори, що лежать в її основі. Природні та синтетичні полімери. Органічні, неорганічні, елементорганічні полімери. Гомо- та гетерополімери. Почергові, статистичні, блок-кополімери та прищеплені полімери. Гомоланцюгові та гетероланцюгові полімери. Типи конфігурацій полімерів (лінійні, двотяжеві, розгалужені та зшиті).

Номенклатура полімерів: тривіальна, раціональна, систематична. Середні молекулярні маси полімерів. Типи усереднення молекулярної маси. Середньочислова та середньомасова молекулярні маси. Молекулярно-масовий розподіл у синтетичних полімерах. Ступінь полідисперсності.

2. СИНТЕЗ ПОЛІМЕРІВ

Загальні поняття синтезу полімерів: мономер, олігомер, полімер. Методи синтезу полімерів, визначення та класифікація ланцюгових полімеризаційних процесів; гомо- та гетерополімеризація та поліконденсація. Кінетичний та матеріальний ланцюг. Каталізатори та ініціатори. Деполімеризація.

Полімеризація. Визначення. Головні стадії полімеризації. Радикальна полімеризація. Ініціювання радикальної полімеризації: умови ініціювання (термічний, фотохімічний, радіаційний вплив), ініціатори. Утворення радикалів та ініціювання процесу радикальної полімеризації. Характеристика вільних радикалів. Ефективність ініціювання, ефект «клітки». Активні центри. Процес росту ланцюга. Обрив ланцюга: рекомбінація та диспропорціювання. Передача ланцюга: на мономер, на ініціатор, на розчинник. Кінетика радикальної полімеризації при малих ступенях перетворення. Способи проведення радикальної полімеризації: в масі (блоці), в розчині, суспензії, емульсії.

Йонна полімеризація: визначення, основні відмінності йонної полімеризації від радикальної. Аніонна полімеризація: мономери в аніонній полімеризації, їх активність та будова; каталізатори. Процеси ініціювання

аніонної полімеризації металорганічними сполуками, лужними металами та їх комплексами. Аніон-радикали. Активні центри аніонної полімеризації. Процеси росту ланцюга в аніонній полімеризації. Комплекси з переносом заряду. Безобривна полімеризація. «Живі» полімери як синтони. Стереорегулювання в аніонній полімеризації. Катіонна полімеризація: мономери в катіонній полімеризації; каталізатори (протонні кислоти та кислоти Льюїса), співкаталізатори. Ініціювання катіонної полімеризації. Ріст ланцюга. Залежність швидкості реакції від полярності середовища. Обрив ланцюга. Координаційно-йонна полімеризація в присутності гомогенних та гетерогенних каталізаторів. Каталізатори Циглера-Натта – комплекси сполук перехідних металів з металорганічними сполуками металів I – III груп.

Кополімеризація. Визначення, види та значення кополімеризації. Процес росту ланцюга при бінарній кополімеризації, кінетична схема та швидкість процесу. Диференційне рівняння “миттєвого” складу кополімерів Майо-Льюїса. Константи кополімеризації. Криві складу кополімеру, залежність складу кополімеру від співвідношення мономерів у вихідній суміші. Добування кополімерів із заданими властивостями. Статистичні та регулярні кополімери. Синтез блок- та щеплених кополімерів. Кополімери стиролу з бутадієном та акрилонітрилом – АБС-пластики; вплив складу на їх властивості. Основні полімери, що виробляються методом полімеризації.

Поліконденсація. Визначення поліконденсаційного методу синтезу полімерів. Сучасний погляд на реакцію поліконденсації, види поліконденсації. Основні відмінності полімеризації від поліконденсації. Оцінка механізму за способом побудови полімерного ланцюга. Процеси «складання» ланцюгів. Мономери для поліконденсації. Функціональність мономерів. Гомополіконденсація та гетерополіконденсація. Вплив монофункціональних домішок та побічних реакцій на молекулярну масу продуктів поліконденсації та утворення різних просторових структур. Рівноважна та нерівноважна (оборотна та необоротна) поліконденсація. Приклади найважливіших поліконденсаційних реакцій. Різноманітність поліконденсаційних полімерів (поліестери, поліаміди, фенолформальдегідні смоли, поліуретани, силіційорганічні полімери, біополімери). Кінетика процесів поліконденсації. Способи поліконденсації.

3. ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРІВ

Фізико-механічні властивості полімерів. Характерні фізико-хімічні властивості високомолекулярних сполук, відмінність їх від низькомолекулярних. Конфігураційна та конформаційна ізомерія. Внутрішньомолекулярне обертання та гнучкість макромолекули. Енергетичні бар'єри внутрішнього обертання. Поняття про статистичний сегмент. Структура кристалічних та аморфних полімерів, надмолекулярна організація полімерів у аморфному та кристалічному станах. Фізичні стани аморфних полімерів: склоподібний, високоеластичний, в'язкотекучий. Особливості аморфних полімерів у високоеластичному стані. Пластифікація полімерів. Механічні властивості полімерів: деформаційні та міцносні. Явище

вимушеної еластичності. Орієнтація полімерів. Довговічність. Електричні властивості полімерів. Двокомпонентні полімерні системи. Системи полімер – розчинник. Набухання та розчинення. В'язкість розбавлених розчинів. Седиментація макромолекул. Драглі, їх особливості.

Особливості хімічної поведінки макромолекул. Хімічні властивості полімерів та їх низькомолекулярних аналогів. “Ефект сусіда”. Хімічні реакції, що не приводять до зміни ступеня полімеризації. Полімераналогічні перетворення (на прикладі полівінілового спирту та целюлози) та внутрішньомолекулярні перетворення. Йонообмінні полімерні матеріали. Реакції, що приводять до зміни ступеня полімеризації. Реакції зшивання полімерних ланцюгів та блок-кополімеризації. Вулканізація каучуків. Перетворення новолачних смол. Резоли. Резити. Деструкція полімерів: фізична (термічна, фотохімічна, радіаційна, механохімічна) та хімічна. Ланцюгова та випадкова деструкція. Деполімеризація, її механізм. Значення деструкції. Деградація полімерів в умовах експлуатації та переробки. Стабілізація полімерів.

Використання хімічних реакцій макромолекул для модифікування поверхні різних матеріалів.

4. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОКРЕМІ ГРУПИ ПОЛІМЕРІВ

Структура та динаміка виробництва полімерів. Основні групи полімерів: пластмаси (складові частини пластмаси), еластомери (качуки), волокна, клеї, лаки та фарби. Багатотоннажні полімери.

Основні характеристики найуживаніших полімерів. Поліетилен (високого та низького тиску). Полістирол блоковий та суспензійний. Ударотривкий полістирол. Пінополістирол. Полівінілхлорид (вініпласт, пластикат, пластизоль). Політетрафторетилен (тефлон): виробництво, переробка, властивості, застосування. Полімери акрилової та метакрилової кислот. Поліметилметакрилат – органічне скло, особливості виробництва. Фенопласти (фенолформальдегідні смоли – новолаки, резолі, резити) та амінопласти (сечовино-формальдегідні смоли); матеріали на їх основі. Властивості та виробництво каучуків, волокон - штучних (ацетатного волокна, віскози) та синтетичних (поліестерів, поліамідів, поліакрилонітрилу). Добування лакофарбних матеріалів та полівінілацетату. Клеї та фарби на основі ПВА. Полісилоксани (силоксанові качуки, наповнювачі, покриття, адсорбенти).

Сучасні проблеми виробництва та використання полімерних матеріалів. Значення полімерних матеріалів. Сучасні тенденції та нові напрямки в науці про полімери. Нанотехнології. Полімерні напівпровідники та фотонапівпровідники. Рідиннокристалічні технології.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds. Recommendation 1993. Prepared for Publication by R. Panico, W. H. Powell and Jean-Claude Richer (Senior Editor).* – 190 p.
2. *Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера.* – М.: «Мир» : ООО «Издательство АСТ», 2004. – (Лучший зарубежный учебник). Т.1 – 608 с., Т.2 – 728 с.
3. *Ахметов Н.С.. Общая и неорганическая химия.* – М.: Высшая школа, 1988. – 640 с.
4. *Балезин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии.* – М.: Просвещение, 1980. – 221 с.
5. *Балезин С.А., Ерофеев Е.Е., Подобаев Н.Н. Основы физической и коллоидной химии.* – М.: «Просвещение», 1975.- 398 с.
6. *Білий О.В. Фізична хімія.* – К.: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002.- 364 с.
7. *Богатиренко В.А., Михалюк С.О. Основы загальної та фізичної хімії: Довідник.* – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007.- 258 с.
8. *Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии.* – М.: Химия, 1976. – 512с.
9. *Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия.* – М.: Химия, 1979. – 832 с.
10. *Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія (Ч.1. Радикальна полімеризація): Підручник.* –К.: ВЦ “Київський університет”, 1999. -143 с.
11. *Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія (Ч.2. Йонна полімеризація): Підручник.* –К.: Видавничий центр “Київський університет”, 2000. - 160с.
12. *Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія (Ч.3. Поліконденсація): Підручник.* – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2002. – 168 с.
13. *Голуб А.М., Скопенко В.В. Основы координаційної хімії.* – К.: Вища шк., 1977. – 497 с.
14. *Григор’єва В.В., Самійленко В.М., Сич А.М. Загальна хімія: Підр.* – К.: Вища шк., 1991. – 520 с.
15. *Гринберг А.А. Введение в химию комплексных соединений.* – 4-е изд. – Л.: Химия, 1971. – 631 с.
16. *Джилкрист Т. Химия гетероциклических соединений.* – М.: Мир, 1996. – 464 с.
17. *Джоуль Дж., Миллс К. Химия гетероциклических соединений.* – М.: Мир, 2004. – 728 с.
18. *Джоуль Дж., Смит Г. Химия гетероциклических соединений.* – М.: Мир, 1975. – 398 с.
19. *Джуа М. История химии.* – М.: изд-во «Мир», 1966. – 452 с.
20. *Добычин Д.П., Каданер Л.И. Физическая и коллоидная химия: Учебное пособие.* – М.: «Просвещение», 1986 г.- 463 с.

21. *Домбровський А.В., Найдан В.М.* Органічна хімія: Навч. посіб. для студ. природничо-географічних ф-тів пед. ін-тів. – К.: Вища шк., 1992. – 508 с.
22. *Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.* Физическая и коллоидная химия / Под ред. К.И. Евстратовой.- М.: «Высш. школа», 1990.- 487 с.
23. *Иванский В.И.* Химия гетероциклических соединений: Учеб. пособие для ун-тов. – М.: Высш. школа, 1978. – 559 с.
24. *Каданер Л.І.* Фізична і колоїдна хімія. – К.: «Вища школа», 1983. – 286 с.
25. *Каданер Л.І.* Фізична і колоїдна хімія. Практикум. – К.: Вища школа, 1977. – 180 с.
26. *Каранетянц М.Х., Дракин С.И.* Строение веществ. – М.: Высшая школа, 1978.
27. *Коренев Ю.М., Очаренко В.П.* Общая и неорганическая химия: Курс лекций. – М.: Школа имени А.Н.Колмогорова, Изд-во Московского университета, 2000. – Ч.1: Основные понятия, строение атома, химическая связь. – 60 с.
28. *Красовицкая Т.И.* Электронные структуры атомов и химическая связь. – М.: Просвещение, 1980.
29. *Ластухін Ю.О.* Хімія природних сполук: Навч.посібник. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка” (Інформаційно-видавничий центр “ІНТЕЛЕКТ+”Інституту післядипломної освіти), “Інтелект-Захід”, 2005. – 560 с.
30. *Ластухін Ю.О., Воронов С.А.* Органічна хімія. –Львів: Центр Європи, 2006. – 864 с.
31. *Лурье Ю.Ю.* Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1965. – 392 с.
32. *Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов:* Учеб. для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др.; Под ред. Ю.А. Ершова. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 560 с.: ил.
33. *Овчинников Ю.А.* Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987. – 815 с.
34. *Оудиан Дж.* Основы химии полимеров. Пер. с англ. - М.: Мир, 1974. –614 с.
35. *Перепелиця О.П.* Властивості та екологічний вплив хімічних елементів. – К.: Вентурі, 1997. – 120 с.
36. *Перепелиця О.П.* Екохімія та ендоекологія елементів: Довідник з екологічного захисту. – К.: НУХТ, Екохім, 2004. – 736 с.
37. *Романова Н.В.* Загальна і неорганічна хімія. – К.: Ірпінь: Перун, 1998. – 480 с.
38. *Романова Н.В.* Загальна та неорганічна хімія: Практикум. – К.: Либідь, 2003. – 207 с.
39. *Сегеда А.С.* Аналітична хімія. Кількісний аналіз. – Навчально-методичний посібник. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 544 с.

40. *Сегеда А.С.* Аналітична хімія. Якісний аналіз. – Навчально-методичний посібник. – К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.
41. *Сегеда А.С.* Загальна і неорганічна хімія в тестах, задачах і вправах: Навч. посіб. для студ. вузів. – К.: ЦУЛ, 2003. – 592 с.
42. *Сегеда А.С., Унрод В.І., Стоєцький А.Ф.* Класифікація та номенклатура неорганічних сполук. – Черкаси: 1998. – 141 с.
43. *Семчиков Ю.Д.* Введение в химию полимеров. М.: Высшая школа, 1988. - 152 с.
44. *Семчиков Ю.Д.* Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского; М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.
45. *Скопенко В.В., Зуб В.Я.* Координационная химия. Лабораторный практикум. – К.: КНУ им.Тараса Шевченка, 2002. – с.
46. *Скопенко В.В., Савранський Л.І.* Координаційна хімія: Підр. для студ. вузів. – 2-е вид., переробл. і доп. – К.: Либідь, 2004. – 422 с.
47. *Стрепихеев А.А., Деревицкая В.А.* Основы химии высокомолекулярных соединений.- М.: Химия, 1976. - 306 с.
48. *Толмачова В.С., Ковтун О.М., Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю., Василенко С.В.* Сучасна термінологія і номенклатура органічних сполук: Навч.-метод. посібник для вчителів та учнів ЗНЗ. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – 168 с.
49. *Толмачова В.С., Ковтун О.М., Нікітіна С.В., Вуколова С.І., Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю.* Номенклатура органічних сполук. Алкани. Навчальний посібник. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2001. – 74 с.
50. *Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И.* Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1985. – 480 с.
51. *Угай Я.А.* Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 2004. – 527 с.
52. *Хаускрофт К., Констебл Э.* Современный курс общей химии: в 2-х т. / Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – Т.1:– 540 с., ил. – (Лучший зарубежный учебник).
53. *Яцимирский К.В., Яцимирский В.К.* Химическая связь. – К.: Вища школа, 1975. – 304 с.