

Національна академія наук України
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І.Вернадського НАН України

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні Вченої ради ІЗНХ
ім. В.І. Вернадського НАН України
протокол № 4 від 11.04.2017.

Директор Інституту
член-кореспондент НАН України
_____ В.І. Пехньо

ПРОГРАМА

підготовки до кандидатського екзамену за спеціальністю 102. Хімія,
спеціалізація 02.00.01 – “Неорганічна хімія” в ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України

Київ
2017 р.

ПЕРЕДМОВА

Кандидатський екзамен за спеціальністю є невід'ємною частиною державної атестації наукових та науково-педагогічних кадрів.

Запропонована програма-мінімум кандидатського екзамену за спеціальністю "Неорганічна хімія" відбиває сучасний стан цієї галузі хімії та містить її найважливіші розділи, знання яких необхідне висококваліфікованому фахівцеві.

Особа, що екзаменується, повинна показати високий рівень теоретичної та професійної підготовки, знання загальних концепцій і методологічних питань фізичної хімії, історії її формування та розвитку, глибоке розуміння основних розділів фізичної хімії, а також вміння застосовувати свої знання для розв'язання дослідницьких та прикладних задач.

Програма є першою частиною кандидатського екзамену за спеціальністю «неорганічна хімія». Спеціалізована рада розробляє додаткову програму, що тематично відповідає профілю підготовленої до захисту дисертаційної роботи.

Тема 1. ВСТУП.

1.1. Предмет хімії, її місце серед інших природничих наук. Питання, які вивчає неорганічна хімія. Основні етапи розвитку неорганічної хімії. Роль фізико-хімічних методів дослідження та теоретичних дисциплін у розвитку неорганічної хімії. Значення неорганічної хімії для господарства та оборони країни. Екологічні проблеми екстенсивного зростання хімічної промисловості. Енергія при хімічних перетвореннях. Відносність закону збереження маси. Закон збереження матерії.

1.2. Основні закони хімічної взаємодії: закон Авогадро, закон сталості складу, закон кратних відношень, закон еквівалентів. Атомна одиниця маси. Число Авогадро. Визначення атомних та мольних мас (за законом Авогадро, формулою Менделєєва-Клапейрона, за відносною густиною газів, за еквівалентами, правилом Дюлонга-Пті). Вивід хімічних формул.

Тема 2. БУДОВА АТОМА.

2.1. Розвиток уявлень про будову атома. Відкриття фізики останньої чверті XIX ст.: катодні промені (Крукс), радіоактивність (Беккерель), видима частина спектру водню (Бальмер). Теорії будови атому Томсона, Резерфорда. Постулати Бора. Пояснення походження ліній у спектрі водню. Енергетична діаграма електронів атома водню. Головне квантове число.

2.2. Хвильові властивості електронів (де-Бройль) та принцип невизначеності (Гейзенберг) як основні положення квантово-хвильової механіки. Поняття про квантові числа. Принцип Паулі. Ємність електронних оболонок.

2.3. Рівняння Шредінгера. Фізичний зміст ψ -функції та її квадрату. Математичний вираз ψ -функції для 1s та 2s-електронів, зміна електронної густини залежно від віддалі до ядра. Електронні орбіталі. Їх форма для s-, p-, d-, f-електронів.

2.4. Рентгенівські спектри. Походження ліній спектру. Відмінність оптичного та рентгенівського спектрів. Закон Мозлі. Рентгенівські спектри, як джерело інформації про будову атома (заряд ядра, число заповнених рівнів, заселеність рівнів).

2.5. Атомне ядро. Відкриття Резерфордом ядерних реакцій. Відкриття нейтронів. Методи дослідження ядер. Протонно-нейтронна теорія (Іваненко, Гапон, Гейзенберг). Взаємоперетворення протонів та нейтронів. Стійкі нуклонні конфігурації ("магічні числа"). Природа міжнуклонних сил. Дефект маси. Ізотопи та ізобари.

Тема 3. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН ДІ. МЕНДЕЛЄЄВА.

3.1. Історія відкриття Періодичного закону. Конструкція періодичної системи. Порядок заповнення електронних орбіталей. Правило Гунда. Правила Клечковського.

3.2. Метали і неметали в періодичній системі. Інертні елементи. Перехідні елементи. Ефективні радіуси атомів і іонів. Орбітальні радіуси. Закономірності їх зміни в періоді,

підгрупі. Енергія іонізації (іонізаційний потенціал), спорідненість до електрона, електронегативність.

3.3. Електронна аналогія: повні та неповні електронні аналоги. Періодичні та неперіодичні властивості елементів у періодичній системі. Коротка та довгі форми періодичної системи. Границі періодичної системи. Значення, зміст і перспективи розвитку періодичного закону.

Тема 4 ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКИ.

4.1. Способи вираження концентрацій реагуючих речовин при проходженні гомогенних процесів, спосіб вираження швидкості таких реакцій. Поняття про гомогенні та гетерогенні процеси. Вплив концентрації на швидкість гомогенних процесів. Вивід закону діючих мас. Фізичний зміст константи швидкості реакції. Вираз для закону діючих мас у випадку гетерогенних реакцій. Поняття про порядок та молекулярність реакції. Поняття про механізм паралельних, послідовних та спряжених реакцій.

4.2. Вплив температури на швидкість гомогенних реакцій. Необхідність енергетичної підготовленості молекул реакції. Поняття про ефективні та неефективні зіткнення. Розподіл часток за енергіями Максвелла-Больцмана. Енергія активації хімічної реакції. Рівняння температурної залежності константи швидкості реакції (Арреніуса). Енергетичні діаграми реакцій (енергія - координата реакції).

4.3. Поняття про каталізатори. Теорія проміжних сполук. Вплив каталізатора на швидкість прямого та зворотнього процесів. Поняття про теорію активного комплексу на прикладі взаємодії водню з йодом.

4.4. Оборотні та необоротні хімічні процеси. Зміна швидкостей прямої та зворотної гомогенних реакцій в часі на прикладі взаємодії азоту з воднем. Визначення стану хімічної рівноваги. Вивід виразу для константи рівноваги процесу.

4.5. Зсув хімічної рівноваги. Вплив зміни концентрації та тиску в системі на стан рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Вивід виразу для температурної залежності константи рівноваги процесу. Визначення енергетичного ефекту (ентальпії) процесу з експериментальних даних про константи рівноваги реакції при різних температурах.

4.6. Введення в термодинаміку. Визначення системи, ізольованої системи. Внутрішня енергія. Перший закон термодинаміки. Зв'язок між теплотою, роботою, та зміною внутрішньої енергії при процесі.

4.7. Ентальпія як функція стану. Закон Гесса, його ілюстрація. Стандартний стан і стандартні ентальпії утворення. Стандартна ентальпія хімічного процесу. Застосування закону Гесса для обчислення стандартних ентальпій хімічних процесів.

4.8. Другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію, як міру ймовірності стану системи, математичний зв'язок між цими величинами (Больцман). Залежність ентропії від температури, її зміна при фазових переходах. Стандартна ентропія. Стандартна зміна ентропії при хімічних процесах. Визначення енергії для ізотермічного, ізохорного та ізобарного процесів.

4.9. Напрямок хімічного процесу. Поняття про вільну та зв'язану енергію.

Критерій можливості проходження хімічної реакції при різних за величиною й знаком стандартних ентальпій і ентропій реакції. Математичний зв'язок константи рівноваги процесу з величиною зміни вільної енергії. Термодинамічні та кінетичні умови проходження процесу.

4.10. Третій закон термодинаміки. Немеханічна робота для ізоентропічного-ізобарного, ізоентропічного-ізохорного, ізоентропічного-ізобарного та ізоентропічного-ізохорного процесів.

Тема 5. ТЕОРІЯ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ.

5.1. Розвиток уявлень про валентність та хімічний зв'язок (Ломоносов, Бертоле, Берцеліус). Іони та іонний зв'язок. Електровалентність. Залежність енергії системи від віддалі між іонами. Енергетика утворення іонів, іонних "молекул" та іонних кристалів. Енергія

кристалічної ґратки (формула Капустинського). Позитивні ентальпії утворення багатозарядних елементарних аніонів. Основні характеристики та критерій утворення іонного зв'язку. Залежність типу кристалічної структури від розмірів іонів (тип хлориду натрію та хлориду цезію).

5.2. Ковалентний зв'язок. Поділені та неподілені електронні пари. Поняття про квантову хімію. Метод валентних схем (метод локалізованих електронних пар) і модель Гейтлера-Лондона для молекули водню. Енергетична діаграма для молекули водню. Симетрична та антисиметрична хвильові функції. Електронна густина в між'ядерному просторі. Основні положення МВС.

5.3. Основні характеристики зв'язку. Ентальпія зв'язку (в молекулах водню, метану, хлориду водню), способи її обчислення. Зв'язок між ентальпією зв'язку та між'ядерною відстанню (молекули галогеноводнів, прості та кратні зв'язки в молекулах вуглеводнів). Полярність зв'язку. Дипольний момент. Ефективний заряд на атомах у полярних сполуках. Співвідношення між неполярним, полярним та іонним зв'язками. Критерій полярності ковалентного зв'язку.

5.4. Насиченість ковалентного зв'язку. Можливість утворення ковалентних зв'язків атомами різних груп і періодів. Аномальні валентності деяких елементів вставних декад. Гібридизація орбіталей: діагональна, тригональна, тетраедрична.

5.5. Напрявленість ковалентного зв'язку і геометрія молекул в наближеннях: моделі взаємодії частково поляризованих атомів; моделі взаємодії поділених і неподілених гібридних.

5.6. Кратність хімічних зв'язків. Сигма-пі- та дельта-зв'язки. Ілюстрація на прикладі молекули азоту. Координаційний (донорно-акцепторний зв'язок). Особливості дативного зв'язку. Основні характеристики ковалентного зв'язку.

5.7. Метод молекулярних орбіталей (ММО), його основна ідея. Поняття про математичний апарат ММО - принцип розрахунку молекулярних ψ -функцій електронів. Зв'язуючі та розслаблюючі МО, їх форми для σ -s-s, σ -p-p та π -p-p - взаємодії. Енергетичні діаграми МО гомо- та гетероядерних молекул елементів 1-го та 2-го періоду. Переваги ММО перед МВС у поясненні властивостей молекул та молекулярних іонів кисню, азоту, фтору. Електронні формули молекул.

5.8. Поляризація атомів та іонів. Залежність поляризовуючої дії іонів від їх радіусів, зарядів та електронної будови. Вплив цих факторів на здатність аніонів поляризуватись. Іон-іонна, іон-дипольна та диполь-дипольна взаємодії. Дисперсійна взаємодія між неполярними молекулами і сили Ван-дер-Ваальса. Водневий зв'язок, ентальпія, сполуки, в яких він проявляється.

Тема 6. РОЗЧИНИ.

1. Поняття про систему, компоненти, фазу. Класифікація систем за ступенем дисперсності (грубодисперсні, гранично-високодисперсні, іонно-молекулярні), за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Колоїдні системи. Розчини рідкі, тверді та газоподібні. Способи вираження концентрації: масова частка (процентна), молярна, моляльна, нормальна. Розчини ідеальні та реальні, критерії їх класифікації.

6.2. Діаграма стану води. Правило фаз Гіббса. Число ступенів свободи. Тиск пари над бінарним розчином і закон Рауля. Обмеження в його застосуванні.

6.3. Кріоскопія та ебуліоскопія. Відповідні закони Рауля. Кріоскопічна (ебуліоскопічна) константа, їх фізичний зміст. Явище осмосу. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа.

6.4. Електролітична дисоціація. Механізм дисоціації іонних кристалів та полярних молекул, гідратація (сольватація). Ступінь дисоціації, його залежність від концентрації розчину, полярності зв'язку і між'ядерної відстані в молекулі, а також від полярності молекул розчинника (діелектрична стала). Сильні та слабкі електроліти, критерій їх класифікації.

6.5. Ізотонічний коефіцієнт. Способи його визначення. Виведення залежності між ізотонічним коефіцієнтом і ступенем дисоціації. Уявна ступінь дисоціації сильних

електролітів. Активність і коефіцієнт активності. Константа дисоціації слабких електролітів.

6.6. Характер дисоціації гідроксидів залежно від полярності зв'язків в них. Аналіз кислотно-основних властивостей гідроксидів у моделі іонного зв'язку між компонентами. Правила, які визначають зміни кислотно-основних властивостей гідроксидів залежно від радіуса та заряду центрального іона. Дисоціація води. Іонний добуток води. Водневий показник. Способи його визначення. Добуток розчинності.

6.7. Процеси гідратації (сольватації). Вплив на них заряду та радіуса іона. Кристалогідрати, вплив розмірів іонів на можливість їх утворення.

6.8. Фазові діаграми двокомпонентних систем на прикладі системи вода-хлорид натрію. Застосування правила фаз. Евтектична (кріогідратна) точка. Гідроліз солей (4 випадки). Виведення виразу для константи гідролізу різних солей. Фактори, що впливають на зсув рівноваги при гідролізі, ступінь гідролізу.

Тема 7. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ.

7.1. Окисно-відновні реакції (ОВР). Методи знаходження коефіцієнтів рівнянь ОВР (електронний баланс). Основи теорії електродних потенціалів. Електродний потенціал металу, залежність від активності металу та концентрації розчину. Водневий електрод. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг (ряд стандартних електродних потенціалів). Формула Нернста.

7.2. Гальванічний елемент. Аналіз його роботи на прикладі мідно-цинкового елемента Якобі-Даніеля. Електрорушійна сила гальванічного елемента, фактори, які на неї впливають. Стандартні редокс-потенціали напівелементів. Процеси електролізу. Катодний і анодний процеси при електролізі розчинів і розплавів солей з нерозчинними і розчинними анодами.

Тема 8. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ.

8.1. Атомні та молекулярні сполуки. Дисоціація подвійних та комплексних солей, умовність такого поділу. Основні положення координаційної теорії Вернера: комплексоутворювач, ліганди, координаційне число. Досягнення та недоліки теорії Вернера. Природа хімічного зв'язку в іонних комплексах (електростатичний підхід). Недоліки цього підходу.

8.2. Ковалентні комплекси. їх будова та природа хімічного зв'язку з погляду МВС. Низько- та високоспінові комплекси (внутрішньо- та зовнішньо-орбітальна гібридизація). Гібридизація орбіталей при утворенні октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів. Магнітні властивості комплексів, їх будова та стійкість залежно від електронної будови комплексоутворювача. Пі-дативна взаємодія 8-електронів центрального іона з вільними орбіталями лігандів.

8.3. Основи теорії кристалічного поля. Основні положення теорії. Енергетична діаграма розщеплення 4-d орбіталей комплексоутворювача в кристалічному полі лігандів різної симетрії (октаедрична, тетраедрична, квадратна). Параметр розщеплення і його співвідношення з енергією спаровування електронів на орбіталях центрального іона, електрохімічний ряд лігандів, його роль при визначенні типу гібридизації. Зв'язок енергії розщеплення з забарвленням комплексів. Фактори, від яких залежить параметр розщеплення.

8.4. Метод МО в застосуванні до будови комплексів. Енергетичні діаграми для тетрафтороборат (Ш)-іона і гексааквотитанат-(Ш)-іона. Комплексні сполуки з неорганічними та органічними лігандами. Дентатність лігандів.

8.5. Хелатні, кластерні та багатоядерні комплекси. Константа нестійкості - фундаментальна характеристика комплексної сполуки. Залежність константи нестійкості від величини заряду та радіуса центрального іона, його електронні конфігурації на прикладі аміакатів кобальту (II) і (III). Поведінка комплексних сполук в розчинах. Інертні та лабільні комплекси. Ізомерія комплексних сполук: іонізаційна, координаційна; площинна та просторова цис-, транс- ізомерія. Ефект транс-впливу (Черняєв).

Номенклатура комплексних сполук, їх значення для науки, хімічної технології, сільського господарства, медицини (ферменти, хлорофіл, гемоглобін, вітаміни).

Тема 9. БУДОВА ТВЕРДОГО ТІЛА.

9.1. Кристалічний стан. Елементи симетрії кристалів. Елементарна ґратка. Класи симетрії. Точкові групи симетрії, Ґратка Браве. Просторові групи симетрії.

9.2. Хімічний зв'язок у кристалах (атомна, молекулярна та іонна кристалічні структури). Іонна теорія кристалічного стану (аналогія з підходом, прийнятим у методі МО). Зонна структура металів та напівпровідників. Зона провідності, валентна та заборонена зони, їх взаємне розташування у випадку металів, напівпровідників та діелектриків. Зони Бріллюена.

9.3. Електричні та оптичні характеристики металів, діелектриків та -напівпровідників. Фактори, які визначають електропровідність цих речовин та її залежність від температури. Термічна та оптична ширина забороненої зони. Температурна залежність рухливості вільних носіїв заряду в напівпровідниках. Основні типи дефектів в кристалах: точкові (за Шотткі, Френкелем - на прикладі телуриду кадмію), лінійні (дислокації). Відхилення від стехіометрії в складі твердих речовин (бертоліди й дальтоніки Курнакова). Енергетичні рівні, які створюють власні та домішкові атоми в забороненій зоні. Асоціати точкових дефектів, їх роль у визначенні фізичних властивостей напівпровідників. Явище самокомпенсації. Тверді електроліти. Точкові групи, просторові групи, кристалічна структура. Тверді розчини. Інтерпретація фазових діаграм. Фазові переходи.

9.4. Малорозмірні тверді тіла. Ланцюгові структури та одномірна провідність. Двомірні провідники та інтеркаляти. Наноструктури.

Тема 10. ЕЛЕМЕНТИ РАДІОХІМІЇ.

10.1. Відкриття радіоактивності (А. Беккерель), роботи Е. Резерфорда, М. Склодовської-Кюрі, П. Кюрі. Уявлення про методи вивчення явищ радіоактивності (люмінесценція речовин, іонізація газів, дія на фотоплатівку). Принцип роботи лічильника Гейгера. Основні види радіоактивності: альфа, бета, гамма, К-захоплення, протонний розпад, нейтронний розпад. Правило зсуву. Основний закон радіоактивних перетворень. Період напіврозкладу. Виведення виразу для зв'язку між ним и.

10.2. Радіоактивна рівновага. Уявлення про методи виділення радіоактивних елементів з природної сировини: методи співсаджання, хроматографії та екстракції. Штучна радіоактивність (Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі). Уявлення про способи синтезу штучних радіоізотопів. Одержання технецію, нептунію, плутонію, транс-плутонієвих елементів, урану-233 (Г. Сіборґ, Г. Флеров). "Ділення" важких ядер (атомна бомба, урановий реактор). Екологічні проблеми атомної енергетики.

Тема 11. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ГЕОХІМІЇ.

11.1. Поняття про геохімію (Вернадський). Хімічний склад земної кори (атмосфера, гідросфера, літосфера - вміст основних 3-4 елементів). Розповсюдження елементів у земній корі (кларк), на Місяці, у Всесвіті. Зв'язок розповсюдження хімічних елементів з будовою атомних ядер і електронних оболонок атомів.

Тема 12. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

12.1. Класифікація неорганічних сполук за їх складом, хімічними та функціональними ознаками. Моносполуки (прості речовини), бінарні й складні гетеросполуки. Взаємозв'язок між класами неорганічних сполук. Прості речовини. Метали та неметали в періодичній системі. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів, фізичних властивостей і хімічної активності у групах і періодах. Форми знаходження металів та неметалів у природі. Принципи добування.

12.2. Бінарні сполуки, їх склад і будова. Сполуки з киснем: субоксиди, оксиди, пероксиди, озоніди. Особливості будови. Типи оксидів: солетворні й несолетворні, основні, кислотні, амфотерні. Зміна хімічного характеру оксидів у межах періодів і груп. Галогеніди. Халькогеніди. Нітриди, фосфіди. Карбіди, силіциди, германіди. Бориди. Гідроксиди. Типи гідроксидів. Основи, луги. Кислотність основ. Кислоти: безкисневі, оксокислоти,

ізополікислоти, гетерополікислоти. Основність кислот. Солі. Солі кисневмісних та безкисневих кислот. Типи солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і оксосолі), подвійні, змішані та комплексні. Правила номенклатури неорганічних сполук.

Тема 13. ВОДЕНЬ.

13.1. Місце водню в періодичній системі. Будова атома. Валентність і ступінь окислення. Ізотопи водню. Атомарний і молекулярний водень. Характер хімічних зв'язків у сполуках. Фізичні та хімічні властивості водню. Гідриди. Типи гідридів: іонні, ковалентні, полімерні, металічні. Форми знаходження в природі. Способи добування. Застосування водню.

13.2. Вода. Аномалія фізичних властивостей води. Важка вода. Типи зв'язаної води: лігандна, кристалізаційна, адсорбційна. Пероксид водню.

Тема 14. ЕЛЕМЕНТИ СЬОМОЇ ГРУПИ.

14.1. Загальна характеристика елементів сьомої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа галогенів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів, спорідненості до електрону і електронегативності. Особливості фтору. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до води, лугів, металів і неметалів. Токсичність галогенів. Форми знаходження галогенів у природі. Способи добування. Застосування галогенів.

14.2. Галогеноводні. Характер хімічних зв'язків у молекулах. Стійкість молекул. Асоціація молекул фтороводню. Фізичні та хімічні властивості. Зміна міцності, відновних властивостей і кислотного характеру. Галогеноводневі кислоти. Особливості фтороводневої кислоти. Хлороводнева кислота. Добування галогеноводнів. Оксиди. Кисневмісні кислоти. Будова молекул. Стійкість, окисні та кислотні властивості. Загальні принципи добування. Солі кисневмісних кислот галогенів. Порівняльна стійкість і окисна здатність.

14.3. Підгрупа мангану. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Зміна хімічних властивостей. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Добування та застосування.

Оксиди та гідроксиди. Стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Принципи добування. Солі мангану. Манганіти.

14.4. Манганати. Окисно-відновні властивості. Принципи добування. Перманганати. Окисні властивості перманганатів у кислому, лужному та нейтральному середовищах. Принципи добування. Застосування. Пертехнати. Герренати. Сполуки з неметалами. Солі кисневмісних кислот і комплексні сполуки. Порівняння властивостей елементів підгрупи мангану з властивостями галогенів.

Тема 15. ЕЛЕМЕНТИ ШОСТОЇ ГРУПИ.

15.1. Загальна характеристика елементів шостої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа халькогенів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів, спорідненості до електрона і електронегативності. Зміна металічного та неметалічного характеру та окисно-відновної активності елементів у підгрупі. Особливості кисню. Прості речовини. Фізичні властивості. Алотропні модифікації кисню. Поліморфні модифікації сірки. Зміна неметалічних та металічних властивостей простих речовин. Хімічні властивості. Окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот та лугів, металів та неметалів. Знаходження в природі. Добування та застосування.

15.2. Халькогеноводні. Будова молекул. Термічна стійкість. Фізичні та хімічні властивості. Зміна відновної активності та кислотного характеру. Сірководень та сульфідна кислота. Халькогеніди: середні та кислі. Добування і застосування халькогенідів. Поліхалькогеніди. Халькогеніди як напівпровідники. Оксиди неметалів і металів. Кисневмісні сполуки халькогенів. Оксиди та їх похідні, особливості будови оксидів. Відношення до води, кислот та лугів. Окисно-відновні властивості. Добування.

15.3. Сульфатна, селенітна і телуритна кислоти. Будова молекул та аніонів кислот. Кислотні та окисно-відновні властивості. Добування. Сульфатна, селенатна і телуратна кислоти. Будова молекул та аніонів кислот. Властивості кислот. Залежність окисних властивостей сульфатної кислоти від її концентрації.

15.4. Полісульфатні кислоти. Олеум. Промислові методи добування сульфатної кислоти та її застосування. Сульфати. Гідросульфати. Дисульфати. Селенати і телурати. Тіокислоти та їх солі. Тіосульфати. Відновні властивості тіосульфату натрію та його застосування. Політіонатні кислоти та їх солі. Будова їх молекул. Пероксокислоти сірки та їх солі. Пероксосульфат. Гадргеніди і оксогалогеніди сірки, селену і телуру.

15.5. Підгрупа хрому. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності, Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, галогенів, води, кислот та лугів. Добування і застосування. Оксиди хрому, молібдену і вольфраму, їх стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот та лугів. Принципи добування. Гідроксиди. Склад та особливості будови гідроксиду хрому (+3). Кислотно-основні і окисно-відновні властивості. Хроматна, молібдатна і вольфраматна кислоти, їх стійкість, кислотні та окисні властивості. Ізополікислоти та гетерополікислоти. Принципи добування.

15.6. Солі хрому, молібдену та вольфраму. Хромати, молібдати, вольфрамати. Взаємний перехід хроматів у дихромати. Окисні властивості хроматів та дихроматів. Кристалогідрати. Подвійні солі. Комплексні сполуки. Карбоніли. Кластерні галогеніди. Пероксидні сполуки. Стійкість і окисна здатність пероксосполук. Порівняння властивостей елементів підгрупи хрому з властивостями халькогенів.

Тема 16. ЕЛЕМЕНТИ П'ЯТОЇ ГРУПИ.

16.1. Загальна характеристика елементів п'ятої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа азоту. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів, спорідненості до електрону і електронегативності. Зміна металічного характеру. Особливості азоту. Прості речовини, особливості будови. Хімічний зв'язок у молекулі азоту. Поліморфні модифікації аналогів азоту і особливості їх будови. Хімічні властивості. Реакційна здатність молекулярного і атомарного азоту, білого та червоного фосфору. Окисно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот та лугів. Знаходження в природі. Добування і застосування.

16.2. Водневі сполуки елементів підгрупи азоту. Будова молекул. Зміна стійкості, реакційної здатності та відновних властивостей. Іони амонію і фосфонію. Принципи добування гідридів підгрупи. Аміак. Добування. Рідкий аміак як розчинник. Розчинність у воді. Реакції приєднання. Солі амонію. Амінокомплекси. Реакції заміщення атомів водню в амоніаку. Амідни, іміди, нітриди. Реакції окислення, застосування амоніаку. Гідразин. Будова молекули. Хімічні властивості. Солі гідразонію. Гідроксиламін. Будова молекули. Хімічні властивості. Солі гідроксиламонію. Азидна кислота. Будова молекули. Хімічні властивості.

16.3. Кисневі сполуки азоту та їх похідні. Оксиди. Будова молекул. Відношення до води і лугів. Окисно-відновні властивості. Принципи добування. Токсичність. Вплив на навколишнє середовище. Нітритна кислота. Будова молекули кислоти та нітрит-іону. Нітрити. Окисно-відновні властивості кислоти і нітритів. Нітратна кислота. Будова молекули кислоти і нітрат-іону. Властивості нітратної кислоти. Залежність окисних властивостей нітратної кислоти від її концентрації. Взаємодія з металами і неметалами. Методи добування. "Царська водка". Нітрати. Властивості нітратів. Термічний розклад нітратів. Застосування нітратної кислоти та її солей. Азотні добрива. Токсичність нітратів.

16.4. Оксиди фосфору, арсену, стибію і вісмуту. Особливості будови. Відношення до води, кислот і лугів. Фосфоровмісні кислоти та їх солі. Гіпофосфітна кислота і гіпофосфіти. Фосфітна кислота і фосфіти. Мета-, ди- і поліфосфатна кислота та їх солі. Ортофосфатна кислота та її солі. Добування і застосування ортофосфатної кислоти. Фосфорні добрива.

16.5. Гідроксиди арсену, стибію і вісмуту. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Солі. Особливості гідролізу солей стибію і вісмуту. Сполуки елементів підгрупи азоту з неметалами і металами. Галогеніди. Халькогеніди.

16.6. Підгрупа ванадію. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Оксиди і гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Сполуки елементів з неметалами. Галогеніди. Комплексні сполуки. Порівняння властивостей елементів та їх сполук з властивостями елементів підгрупи азоту.

Тема 17. ЕЛЕМЕНТИ ЧЕТВЕРТОЇ ГРУПИ.

17.1. Загальна характеристика елементів четвертої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа вуглецю. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Особливості хімічних зв'язків вуглецю і силіцію. Зміна металічного та неметалічного характеру. Прості речовини. Поліморфні модифікації. Особливості їх будови. Напівпровідникові властивості силіцію та германію. Хімічні властивості. Окисно-відновна здатність, відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів. Знаходження в природі, принципи добування і застосування. Водневі сполуки. Будова молекул. Реакційна здатність метану та інших гідридів. Принципи добування.

17.2. Оксиди вуглецю. Хімічний зв'язок у молекулі монооксиду. Відновні властивості. Реакції приєднання. Карбоніли металів. Токсичність чадного газу. Диоксид. Будова молекули. Відношення до води і лугів. Добування й застосування. Вплив вуглекислого газу на навколишнє середовище. Карбонатна кислота та її солі. Будова молекули кислоти й карбонат-іона. Властивості кислоти. Карбонати, гідрокарбонати, гідроксокарбонати. Термічна стійкість карбонатів. Застосування.

17.3. Оксиди силіцію. Особливості будови диоксиду силіцію. Кварц, кварцеве скло: застосування в напівпровідниковій техніці. Відношення до води, кислот і лугів. Силікатні кислоти. Мета-, орто- та полісилікатні кислоти. Особливості їх будови. Добування. Солі силікатних кислот. Мета-, орто-, полісилікати. Алюмосилікати. Скло. Ситали.

17.4. Оксиди й гідроксиди германію, олова і свинцю, їх порівняльна стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Принципи добування. Солі гідроксидів металів у катіонній та аніонній формах. Сполуки з неметалами. Сульфідні. Галогеніди. Галогенокомплекси. Сполуки з азотом. Ціановодень. Ціанідна кислота. Ціаніди. Токсичність ціанідів. Тіоціановодень. Тіоціанатна кислота та тіоціанати. Сполуки з металами. Карбіди. Типи карбідів. Силіциди.

17.5. Підгрупа титану. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот та лугів. Оксиди та гідроксиди. Особливості будови. Властивості. Солі: титанати, цирконати, гафнати. Властивості солей. Сполуки з неметалами. Галогеніди. Оксогалогеніди. Галогенокомплекси. Халькогеніди. Порівняння властивостей елементів підгрупи титану та їх сполук з властивостями елементів підгрупи вуглецю.

Тема 18. ЕЛЕМЕНТИ ТРЕТЬОЇ ГРУПИ.

18.1. Загальна характеристика елементів третьої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа бору. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Зміна металічного та неметалічного характеру. Фізичні та хімічні властивості бору. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Добування і застосування. Водневі сполуки. Борани. Особливості хімічних зв'язків. Стійкість і реакційна здатність боранів. Оксид бору та його похідні, особливості будови оксиду, властивості. Відношення до води, лугів. Орто-, мета- та поліборатні кислоти. Склад та будова. Орто-, мета-, поліборати. Тетраборат натрію.

Галогеніди бору. Реакції приєднання. Тетрафтороборатна кислота. Фтороборати. Нітрид бору. Поліморфні модифікації. Властивості.

18.2. Фізичні та хімічні властивості металів підгрупи бору. Хімічна активність. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Знаходження в природі. Добування і застосування. Особливості будови. Оксиди. Стійкість оксидів, оксид алюмінію. Гідроксиди. Кисотно-основні властивості. Відношення до кислот та лугів. Гідроксид алюмінію. Солі. Солі алюмінію в аніонній та катіонній формах. Комплексні сполуки. Подвійні солі. Порівняльна характеристика солей. Сполуки з неметалами та металами.

18.3. Підгрупа скандію. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Родини лантаноїдів та актиноїдів. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Зміна хімічної активності. Відношення до кисню, води, кислот. Знаходження в природі, добування та застосування. Оксиди та гідроксиди. Зміна кислотно-основних та окисно-відновних властивостей гідроксидів. Солі. Комплексні сполуки. Сполуки з неметалами та металами. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп та їх сполук.

18.4. Родина лантаноїдів. Характеристика елементів. Місце в періодичній системі. Зміна атомних та іонізаційних радіусів, іонізаційних потенціалів. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот. Добування та розділення. Важливіші сполуки. Оксиди. Гідроксиди, зміна їх кислотно-основних властивостей. Солі. Сполуки з неметалами та металами. Застосування лантаноїдів та їх сполук.

18.5. Родина актиноїдів. Характеристика елементів. Місце в періодичній системі. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот. Добування і розділення. Важливіші сполуки. Сполуки актиноїдів (+3). Сполуки торію (+4) та урану (+4). Сполуки урану (+6): оксид, гідроксиди, галогеніди, уранати, солі диоксоурану. Сполуки нептунію і плутонію. Порівняння властивостей сполук лантаноїдів та актиноїдів.

Тема 19. ЕЛЕМЕНТИ ДРУГОЇ ГРУПИ.

19.1. Підгрупа берилію. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність до утворення сполук катіонної форми і до комплексоутворення. Особливості берилію. Лужно-земельні метали. Фізичні та хімічні властивості металів. Відношення до неметалів, води, кислот. Відношення берилію до лугів. Добування і застосування. Гідриди. Особливості структури гідридів. Властивості. Принципи добування. Кисневі сполуки. Оксиди, пероксиди, їх структура і стійкість. Відношення до кислот, основ, лугів. Гідроксиди. Кисотно-основні властивості. Амфотерність гідроксиду берилію.

19.2. Принципи добування гідроксидів. Солі. Кристалогідрати. Солі берилію в катіонній та аніонній формах. Комплексні сполуки. Гідроліз солей берилію та магнію. Галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати. Твердість води таметоди її усунення. Токсичність сполук берилію і барію.

19.3. Підгрупа цинку. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Схильність до комплексоутворення. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Амальгами. Знаходження в природі, добування і застосування. Оксиди і гідроксиди, властивості. Відношення до води, кислот і лугів. Принципи добування.

19.4. Солі. Кристалогідрати Cd, Zn, Hg. Халькогеніди кадмію як важливі напівпровідники: сульфід та телурид кадмію, способи добування монокристалів, їх властивості та застосування. Солі цинку в катіонній та аніонній формах. Солі ртуті (+1). Каломель. Гідроліз солей. Комплексні сполуки. Токсичність ртуті та сполук кадмію та ртуті. Порівняльна характеристика головної й побічної підгруп.

Тема 20. ЕЛЕМЕНТИ ПЕРШОЇ ГРУПИ.

20.1. Загальна характеристика елементів першої групи. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа лужних металів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Особливості літію. Фізичні та хімічні властивості металів. Відношення до неметалів, води, кислот. Поширення в природі. Добування та застосування. Гідриди, структура, властивості, принцип добування. Кисневі сполуки: оксиди, пероксиди, надпероксиди, озоніди. Будова. Порівняльна стійкість. Відношення до води. Властивості.

20.2. Гідроксиди лужних металів. Властивості. Зміна сили основ. Принципи добування. Каустична сода. Солі. Можливість утворення кристалогідратів і комплексів. Властивості. Галогеніди, халькогеніди, нітриди, нітрати, сульфати, карбонати. Сода кальцинована, кристалічна, питна. Методи добування соди. Поташ. Калійні добрива. Глауберова сіль. Застосування солей.

20.3. Підгрупа міді. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність до утворення катіонної та аніонної форм, комплексоутворення. Фізичні та хімічні властивості металів. Відношення до кисню, кислот та лугів. Принципи добування, гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування.

20.4. Солі. Кристалогідрати. Солі в катіонній та аніонній формах. Властивості. Бактерицидна дія іонів срібла. Галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати. Світлочутливість галогенідів срібла. Комплексні сполуки. Галогено-, ціано-, аміно-, аквакомплекси. Тетрахлорауратна кислота та її солі. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп.

Тема 21. ЕЛЕМЕНТИ ВОСЬМОЇ ГРУПИ.

21.1. Загальна характеристика елементів восьмої групи. Будова атомів. Можливі ступені окислення. Підгрупа інертних елементів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Причини хімічної інертності. Особливості гелію і неону. Фізичні властивості інертних газів. Характер міжатомної взаємодії. Поширення в природі. Методи виділення та розділення. Застосування. Хімічні властивості. Фториди ксенону, криптону, радону. Принципи їх добування. Гідроліз. Кисневмісні сполуки ксенону. Ксенонатні кислоти, ксенонати. Добування і властивості. Клатратні сполуки аргону та його аналогів.

21.2. Родина заліза. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності фізичні й хімічні властивості металів. Здатність елементів до утворення катіонної та аніонної форм комплексів. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Пірофорні властивості. Стійкість до корозії. Оксиди. Властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування. Гідроксиди. Кислотно-основні та окисно-відновні гі. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування.

21.3. Солі. Кристалогідрати. Подвійні солі. Основні солі. Солі в та аніонній формах. Властивості солей. Стійкість. Гідроліз. Окисні властивості. Ферити. Ферати. Принципи добування. Комплексні сполуки. Відносна стійкість простих і комплексних солей. Аква-, аміно-, гідроксо-, ціано-, тіоціанокомплекси. Карбоніли. Багатоядерні комплекси. Поширеність у природі. Методи добування. Сплави: чавуни, сталі. Застосування.

21.4. Родина платиноїдів. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Фізичні та хімічні властивості металів. Хімічна активність за звичайних умов і при нагріванні. Місце в ряді напруг. Відношення до кисню, води, кислот, лугів, царської водки. Виділення, розділення і афінаж платиноїдів. Оксиди і гідроксиди. Особливості діади рутеній-осмії. Солі: рутенати й осмати. Тетраоксиди рутенію та осмію. Сполуки з неметалами. Здатність елементів до утворення катіонної та аніонної форм комплексів. Комплексні сполуки. Катіонні, аніонні та

нейтральні комплекси. Гексахлорплатинова кислота та її солі. Порівняння властивостей платиноїдів з властивостями Be, Co та IMi.

Тема 22. ОСНОВИ ХІМІЇ КЛАСТЕРІВ.

22.1. Зв'язок метал-метал в біядерних комплексах. Зміна кратності зв'язку в сполуках 4d- та 5d-металів, умови стабілізації нехарактерних ступенів окислення, стійкість та реакційна здатність при зміні кратності зв'язку. Поняття про кластерні валентні електрони в електрон дефіцитних сполуках з багатоцентровим зв'язком метал-метал. Концепція кластерних фрагментів з утворенням ланцюгів, сіток та фаз Шевреля.

Тема 23. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ.

23.1. Класифікація методів дослідження. Дифракційні, мікроскопічні та спектральні методи. Взаємодія випромінювання з речовиною. Два види розсіювання. Методи резонансної, емісійної, електронної та оптичної спектроскопії, дифракційні та термічні. Загальна коротка характеристика фізичних принципів, можливостей та обмежень методів. Руйнівні та неруйнівні методи контролю. Особливості дослідження неорганічних речовин у рідкому стані. Визначення складу та будови неорганічних речовин в розчинах оптичними, релаксаційними, імпульсними, флуоресцентними, електрохімічними та резонансними методами. Потенціометричні методи.

23.2. Емісійна спектроскопія. Загальна характеристика та класифікація емісійних методів дослідження. Електрон-електронна взаємодія. Випромінювальні та не випромінювальні електронні переходи. Оже-електронна спектроскопія. Енергія Оже-електронів, хімічний зсув.

23.3. Дифракційні методи. Класифікація основних електронно- мікроскопічних методик. Базові принципи електронної оптики. Растрова скануюча електронна спектроскопія. Рентгеноспектральний мікроаналіз, принцип роботи мікроаналізатора. Якісний і кількісний аналіз. Просвічуюча електронна мікроскопія.

23.4. Резонансні методи. Загальні відомості про спектроскопічний експеримент. Електронна, коливальна та радіочастотна спектроскопія. Пряма спектральна задача. Методи ІЧ-спектроскопії, спектроскопії комбінаційного розсіювання та спектроскопії ЯМР.

23.5. Термічний аналіз. Короткий огляд методів термічного аналізу, області застосування. Визначення температур, теплових ефектів та теплофізичних характеристик. Екзотермічні процеси, ендотермічні процеси.

Тема 24. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ОСНОВИ НЕОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ.

24.1. Синтез речовин в різних фазових станах. Класифікація методів синтезу по фазовому стану вихідних реагентів та продуктів реакції. Синтез в гетерогенних системах. Прогноз продуктів рівноважного синтезу з використанням початкових (склад, температура, тиск) та кінцевих (температура, тиск) термодинамічних параметрів. Принципові можливості керуванням швидкості процесів синтезу в гетерогенних умовах.

24.2. Синтез неорганічних кристалів із газової фази. Синтез у відкритих та замкнених системах. Основи методу хімічного осадження із газової фази (CVD). Основи методу хімічних транспортних реакцій. Фактори, що визначають швидкість процесу та напрямок транспорту. Синтетичні можливості хімічних транспортних реакцій.

24.3. Синтез неорганічних кристалів із рідкої фази. Особливості синтезу кристалічних речовин із розчинів та розплавів. Кристалізація із розчинів. Використання кривих розчинності для вибору умов синтезу. Синтез методом ізотермічного випаровування розчинника. Кристалізація при взаємодії розчину з розчином. Можливості управління швидкістю процесу, розміром та формою частинок осаду, що утворюється. Кристалізація із гелю. Золь-гель метод.

24.4. Твердо фазний синтез кристалічних речовин. Термодинаміка твердо фазних реакцій синтезу. Розрахунок напрямку твердо фазної реакції. Механізм та кінетичні особливості тверда, фазних реакцій. Методи активації твердо фазних реагентів.

Тема 25. СИНТЕЗ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ.

25.1. Високотемпературний синтез. Термодинаміка високотемпературних реакцій, ентропійний та ентальпійний фактор. Металотермія та саморозповсюджуючийся високотемпературний синтез, переваги та недоліки. (З/Р25.2. Синтез в плазмі. Основи синтезу, генерація активних частинок, рівноважна та нерівноважна плазма. Плазмоутворюючі газові середовища, їх підбір. Окислювальна, відновлювальна та нейтральна плазма. Синтез нітридів, карбідів, боридів, алмазоподібного вуглецю.

25.3. Синтез при високому тиску. Гази, рідини, тверді тіла під тиском. Термодинаміка синтезу алмазу із графіту та фулеренів. Тиск та рівновага в системах за участю газової фази. Сучасний стан проблеми синтезу аміаку. Гідротермальний синтез, його особливості.

25.4. Механохімічний синтез. Енергетика та кінетика диспергування твердих тіл. Окисно-відновні механохімічні реакції (відновлення оксидів, окислення сульфідів, відновлення нітратів). Реакції сполучення (синтез сульфідів, фосфідів, карбідів, галогенідів, карбонілів). Синтез при ультразвуковому впливі.

25.5. Кріохімічний синтез. Синтетичні можливості матричної ізоляції. Синтез гігантських кластерів металів, оксидів високої гомогенності, дисперсності та реакційної здатності. Склоподібний стан, кристалізація при низьких температурах. Синтез феритів, твердих електролітів, ВТСП-матеріалів, сегнето- та п'єзоелектриків.

25.6. Електросинтез. Електродні потенціали та перенапруження. Закон Фарадея, вихід по струму. Анодне окислення в водних розчинах для синтезу сполук елементів в високих ступенях окислення $\text{NaI}^{+5,+7}$ Mn^{+7} . Катодне відновлення в розплавах в синтезі боридів, карбідів, сульфідів. Електрохімічне вирощування монокристалів шпінелей, перовскітів. Принципи отримання багатокомпонентних оксидних покриттів із розчинів в режимі нефарадеївського електролізу. Активізація неорганічних реакцій перемінним струмом при синтезі сполук родію та іридію.

25.7. Синтез з використанням фото- та лазерного випромінювання. Частотна шкала електромагнітного випромінювання. Резонансне та нерезонансне (теплове) поглинання. Принцип фотозбудження в газах, рідинах та твердих тілах. Проблема фотокаталітичного та фотоелектрохімічного способів отримання водню. Лазерний синтез з використанням резонансного поглинання BCl_2H , SiF_4 , CH_2O . Нерезонансні лазерно-хімічні реакції (синтез карбідів, боридів, нітридів).

Тема 26. СПЕЦИФІКА СИНТЕЗУ. ОБУМОВЛЕНА ПРИРОДОЮ НЕОРГАНІЧНОГО ПРОДУКТУ.

26.1. Методи та стратегія синтезу високочистих простих речовин. Загальна характеристика методів синтезу (реакції відновлення, розкладу, електросинтезу сполук та ін.) та очистки речовин (хімічні, дистиляційні, кристалізаційні, електрохімічні). Співставлення можливостей методів на прикладі отримання кремнію, індію та ін. Діагностика ступенів чистоти продуктів.

26.2. Синтез бінарних сполук. Методи синтезу оксидів: окислення, відновлення, термічний розклад. Основні методи синтезу халькогенідів: взаємодія елементів, їх оксидів та солей з халькогенами, халькогеноводнями, електрохімічні методи. Методи синтезу гідридів, особливості отримання іонних, металічних та ковалентних гідридів. Характеристика основних методів синтезу: гідрування елементів, кислотний гідроліз інтерметалідів, відновлення оксидів, галогенідів, ефіратів, плазмохімічний синтез. Особливості синтезу складних гідридів - літій алюміній гідриду, натрійборогідриду. Синтез галогенідів. Види та принципи відбору галогенуючого агенту. Синтез безводних галогенів: взаємодія елементів, дегідратація гідратів галогенідів. Обмін галогенів. Методи очистки галогенідів. Особливості синтезу фторидів. Методи синтезу галогенідів в нижчих ступенях окислення елементів. Синтез карбідів, силіцидів, боридів. Основні методи синтезу: взаємодія елементів, їх оксидів, гідридів, галогенідів, карбонілів з вуглець-, бор-,

кремнійвмісними сполуками. Використання високих температур, тиску, лазерохімічний синтез. Основи синтезу плівок алмазоподібних карбідів, борідів, нітридів.

Тема 27. СИНТЕЗ КООРДИНАЦІЙНИХ СПОЛУК.

27.1. Взаємозв'язок природи координаційних сполук (КС) (склад, будова, термодинамічна, та кінетична стійкість) з методами їх синтезу та виділення. Цілеспрямований вибір вихідних речовин з урахуванням їх властивостей. Класифікація методів синтезу КС:

- рівноважні методи (не залежать від механізму реакції);
- методи, пов'язані із „заморожуванням” рівноваги;
- методи, що залежать від кінетичних факторів та будови вихідної КС.

27.2. Методи незалежні від механізму реакції, „рівноважні методи”. Синтез координаційних сполук в твердій фазі, розплаві та розчині. Стійкість КС в розчинах, закон послідовного комплексоутворення, визначення областей існування КС в розчинах, вплив на їх стійкість природи розчинника. Методи відділення КС із розчинів: кристалізація, виділення в осад (емпіричні правила Л.Б. Яцимірського), висолювання, екстракція.

27.3. Методи синтезу, основані з „заморожуванням” рівноваги. Сокоонденсація із газової фази з використанням парів металів та лігандів (оксихіноляти, (3-дикетонати металів). Поняття про матричний синтез метастабільних КС при низьких температурах, методи виділення та зберігання. Окислення та відновлення домінуючої в системі КС. Окисно-відновні реакції інертних та лабільних комплексів, стабілізація нестійких ступенів окислення елементу-комплексоутворювача.

27.4. Синтез КС, склад яких залежить від кінетичних факторів та будови вихідної КС. Методи синтезу, основані на реакції заміщення ліганду у внутрішній сфері. Ряд активності лігандів. Стереоспецифічні методи синтезу. Методи синтезу, основані на термічних перетвореннях вихідної КС. Реакції термоізомеризації. Синтези, основані на реакціях координуваних лігандів. Вплив координації на реакційну здатність лігандів. Темплатний синтез.

Тема 28. НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ.

28.1. Охорона атмосфери. Основні викиди в атмосферу підприємств чорної, кольорової металургії, теплових електростанцій та транспорту. Кругообіг вуглецю, азоту, сірки, галогенів в природі. Вплив забрудненої атмосфери на людину, тваринний, рослинний світ та землю. Основні методи очистки викидів в атмосферу діяльності підприємств. Альтернативні, екологічно чисті технології промисловості, на транспорті і т.д.

28.2. Охорона гідросфери. Вода, атмосфера, поверхнева, підземна, льодовики, кругообіг води, її очистка. Значення води для життєдіяльності людини, тваринного та рослинного світу. Якість води, вплив домішок кисню, органічних складових відходів та викидів в атмосферу діяльності

промисловості, сільськогосподарської діяльності. Безвідходні, екологічно чисті технології, альтернативні джерела енергії, комплексне безвідходне використання сировини - основа екологічно чистого довкілля, існування людства на землі. Ноосфера - сфера розуму за В.І. Вернадським.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия.- М.: Высшая школа, 1988. - 640 с.
2. Карапетьянц Н.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. - М.: Химия, 1981,- 632 с.
3. Карапетьянц М.Х. , Дракин С.И. Общая и неорганическая химия,- М. : Высшая школа, 1981.
4. Карапетьянц М.Х. Введение в теорию химических процессов. М.: Высшая школа, 1981.
5. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. - М.: Мир, 1969. - т. 1-3.
6. Некрасов Б.В. Основы общей химии. - М.: Химия. - т. I. - 518 с., т. II. - 400 с., т. III,- 526 с.
7. Некрасов Б.В. Курс общей химии. - М. : Химия, 1972-1973.- т. 1-2.
8. Селбин Д., Дей К. Теоретическая неорганическая химия. - М.: Химия, 1976. - 567 с.
9. Драго Р. Физические методы в химии. - М.: Мир, 1981. - т. I. - 422 с., т. II.- 456 с.
- Ю.Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. -Л. : 1976. - 350 с.
- і 1. Скопенко В.В., Савранський Л.І. Координаційна хімія. - К.: Либідь.- 423 с.
12. Волков С.В., Яцимирский К.Б. Спектроскопия расплавленных солей. - К.: Наук, думка. - 1977. - 223 с.
13. Волков С.В., Грищенко В.Ф., Делимарский Ю.К. Координационная химия расплавленных солей. - К.: Наук, думка. - 1977. - 332 с.
14. Козин Л.Ф., Волков С.В. Химия и технология высокочистых металлов и металлоидов. - К.: Наук, думка.- 2003.- т. I. - 536 с., т. II. - 350 с.
15. Спицын В.И. , Мартышекко Л.И. Неорганическая химия. - М.: Изд. МГУ, 1991-1995. - ч. 1-2.
16. Угай Я. А. Неорганическая химия. - М. : Высшая школа, 1989.
17. Драго Р. Физические методы в неорганической химии. - М.: Мир, 1967.
18. Вест А. Химия твердого тела. - М.: Мир, 1988.
19. Хьюи Дж. Неорганическая химия. - М. : Мир, 1971.
20. Гуденеф Дж. Магнетизм и химическая связь. - М.: Металлургия, 1968.
21. Кемпбел Дж. Современная общая химия. - М.: Мир, 1995.
22. Новоселова А.В. Методы исследования гетерогенных равновесий.- М.:Химия,1980.
23. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. - М.: Химия, 1978.
24. Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. - М.: Мир, 1985.
25. Мержаков А.В., Нерсесян М.Д. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез оксидных материалов. ЖФХО им. Менделеева, 1990. -т. XXXV, №6.
26. Пархоменко В.Д. и др. Плазмохимическая технология. - М.: Наука, 1991.
27. Туманов Ю.А. Химия плазмы. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
28. Гриневич В.И. и др. Применение низкотемпературной плазмы в химии. - М.: Наука, 1981.
29. Гудинер И., Кефалас И., Лонго Дж. Синтезы под высоким давлением. В кн. Препаративная химия твердого тела. - М.: Мир, 1976.
30. Понолитов В.И. в сб. Гидротермальный синтез и выращивание монокристаллов. - М.: Наука, 1982.
31. Авакумов Е.Г. Механохимические методы активации химических процессов. - М.: Наука, 1986.
32. Бутягин П.Ю. Проблемы и перспективы развития механохимии. Успехи химии. 1994, №12.-С. 63.
33. Химия и ультразвук (под ред. К. Масон). - М.: Мир, 1993.

34. Сергеев Г.Б., Батюк В.А. Криохимия. - М.: Химия, 1978.
35. Смирнова М.Г., Фиошин М.Я. Электрохимические системы в синтезе химических продуктов. - М.: Наука, 1985.
36. Волков С.В. Координационные соединения в высокотемпературном и лазерохимическом синтезах. ЖВХО, 1990. - №6. - С.686-696.
37. Девярых Г.Г., Еллиев Ю.Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ. - М.: Наука, 1985.
38. Девярых Г.Г., Зорин А.Д. Летучие неорганические гидриды особой чистоты. - М.: Наука, 1974.
39. Зломанов В.П. Химия твердого тела. Уч.пособ. 1992.
40. Маккей К. Водородные соединения металлов. - М.: Мир, 1968.
41. Джолли У. Синтезы неорганических соединений. - М.: Мир, 1990.
42. Фурман А.А. Неорганические хлориды. - М.: Химия, 1980.
43. Тот Л. Карбиды и нитриды переходных металлов. - М.: Мир, 1974.
44. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. -Химия координационных соединений. - М.: Высшая школа, 1990.
45. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. - М.: Высшая школа, 1985.
46. Бек М., Надьял Р. Новейшие методы комплексообразования в растворах. - М.: Мир, 1989.
47. Хьюи Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. - М.: Химия, 1987.
48. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. - М.: Высшая школа, 1984.
49. Голуб А.М. Загальна та неорганічна хімія. - К.: Видавництво Київського ун-та. 1982.- Ч. 1-2.
50. Яцимирский Л.Б., Яцимирский В.К. Хімічний зв'язок. - К.: Вища школа, 1993.-309 с.
51. Делимарский Ю.К. Неорганическая химия. - К.: Вища школа, 1973.
52. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. – К.: Наукова думка, 2008.-423 с.
53. Волков С.В. Избранные труды. – К.: Наукова думка, 2010.-862 с.
54. Козин Л.Ф. Химия и технология благородных металлов – золота и серебра. Проблемы и перспективы.- К.: ТОВ «НПП Інтерсервіс», 2014. – Т. 1 -742 с, Т. 2 – 822 с.
55. Волков С.В. Избранные заметки и зарисовки современной химии. –К.: ИПЦ «Киевский университет», 2015. – 192 с.
56. Белоус А.Г. Высокодобротные сверхвысокочастотные диэлектрики. - К.: Наукова думка, 2016.-219 с.
57. Национальная Академия Наук Украины. Фундаментальные проблемы создания новых веществ и материалов химического производства. К.: Академперіодика, 2016.-312 с.

Член–кореспондент НАН України,
доктор хімічних наук В.І. Пехньо