

**Міністерство освіти і науки України**  
**ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника**  
**Факультет природничих наук**  
**Кафедра хімії середовища та хімічної освіти**

А.В. Луцась

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З КУРСУ**  
**«Хімія з основами біогеохімії»**  
**(для студентів спеціальності 101 Екологія)**

Затверджено  
на засіданні кафедри  
хімії середовища та хімічної освіти  
(протокол №1 від 31.08.2021 р.)

Івано-Франківськ

2021

Дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» належить до переліку обов'язкових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «бакалавр», що запропонована в рамках циклу професійної підготовки студентів за освітньою програмою «Екологія» на першому році навчання. Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницької професійно-орієнтованої компетентності та спрямована на вивчення теоретичних та практичних питань загальної та неорганічної хімії з основами біогеохімії з метою оволодіння фундаментальними знаннями для вивчення циклу інших дисциплін та в подальшій трудовій діяльності.

Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» містять дані про порядок та зміст поточного і семестрового контролю, робочу навчальну програму дисципліни і завдання до контрольних робіт для студентів денної форми навчання спеціальності 101 Екологія.

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Хімія з основами біогеохімії»: Методична розробка / А.В. Луцась – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2021. – \_\_\_ с.

## Зміст

1. Витяг з робочого навчального плану.....	3
2. Мета вивчення дисципліни.....	3
3. Програма дисципліни.....	5
3.1. Перелік програмних питань.....	5
3.2. Тематика лабораторних занять.....	33
4. Індивідуальні завдання .....	33
5. Рекомендована література.....	35
Перелік питань для виконання контрольних робіт.....	37
Приклад завдань для самоконтролю та захисту лабораторних робіт.....	67
Вимоги до екзамену.....	68

## 1. Витяг з робочого навчального плану.

Види занять, їх обсяг у академічних годинах, форму семестрового контролю та їх розподіл по семестрах встановлює робочий навчальний план спеціальності 101 Екологія відповідно до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

### Витяг з робочого навчального плану підготовки фахівця за Спеціальністю 101 Екологія

Види роботи і занять	Форма навчання	
	денна	заочна
Всього відведено годин на вивчення дисципліни	90	
Самостійна робота	60	-
Аудиторні заняття	30	-
лекції	14	-
практичні заняття	-	-
лабораторні роботи	16	-
Індивідуальне завдання	Творче практичне завдання або реферат	-
Семестровий контроль	Екзамен	Екзамен

Дисципліна викладається протягом першого семестру на денній формі навчання. Форма семестрового контролю – екзамен. Для вивчення дисципліни передбачені два види робіт студентів: аудиторна і позааудиторна, що далі має назву самостійна робота студентів.

## 2. Мета вивчення дисципліни

2.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» є:

➤ ознайомлення студентів з теоретичними знаннями про поняття та закони хімії; поняттями біогеохімії, критеріями періодичності та властивостями хімічних елементів, про закономірності складу, будови і властивості хімічних елементів та їх сполук, форми знаходження у природі, способи добування та

області застосування; закономірностями протікання хімічних явищ, склад, будову та властивості неорганічних речовин, умови та шляхи перетворення одних речовин в інші; формування практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням та реактивами, що стане фундаментальною базою для вивчення циклу інших дисциплін.

2.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» є:

➤ закласти основи знань про основні поняття та закони хімії та біогеохімії, загальні закономірності протікання хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, основи хімічної кінетики та термодинаміки;

➤ закласти основи знань про основні критерії періодичності та властивості хімічних елементів;

➤ сформувати вміння та навички по використанню сучасного лабораторного устаткування та роботі з реактивами під час виконання експериментів передбачених програмою лабораторних робіт;

➤ закласти основи вмінь з використання набутих знань у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб;

➤ закласти основи активного і дбайливого відношення студентів до власного здоров'я та навколишнього середовища.

2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні набути наступні компетентності та програмні результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК08. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

СК14. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

СК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

СК20. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати

поточний стан навколишнього середовища.

Програмні результати навчання

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

### **3. Програма дисципліни.**

#### **3.1. Перелік програмних питань.**

Для правильної організації та систематизації самостійної роботи слід користуватися програмою дисципліни відповідно до таблиці 3.1 та рекомендованою літературою. У процесі вивчення рекомендується складати короткий конспект.

#### **Змістовий модуль 1.**

**Вступ.** Предмет хімії та її завдання. Місце хімії в системі хімічних наук. Значення та роль хімії. Проблеми і перспективи розвитку сучасної хімії. Основні поняття біогеохімії.

#### **Основні поняття та закони хімії.**

Основні положення і поняття атомно-молекулярної теорії. Атом, молекула, йон, радикал. Хімічний елемент. Проста і складна речовина. Алотропія та алотропні модифікації. Поліморфізм. Хімічні реакції. Необхідні умови для проходження реакцій. Ознаки хімічної реакції. Класифікація хімічних реакцій за різними ознаками: тепловим ефектом, складом реагентів, агрегатним станом, механізмом перебігу і т.д.

Атомна одиниця маси. Відносні атомна та молекулярна маси. Кількість речовини. Моль. Молярна маса і молярний об'єм. Методи визначення атомних мас.

Закон об'ємних відношень. Закон Авогадро та висновки з нього. Густина

газу. Відносна густина газу. Розрахунок молярної маси газуватих речовин (за молярним об'ємом, за відносною густиною). Рівняння стану газу. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Універсальна газова стала. Тиск газових сумішей. Парціальний тиск. Закон парціальних тисків.

Закон збереження маси та енергії. Рівняння Ейнштейна. Стехіометрія. Закон сталості складу Пруста. Речовини з молекулярною та немоллекулярною структурою. Дальтоніди і бертоліди. Хімічний еквівалент. Молярна маса та молярний об'єм еквівалентної речовини. Визначення молярних мас еквівалентів хімічних елементів та їх сполук (оксидів, кислот, основ, солей). Залежність молярної маси еквівалента від умов хімічної реакції. Закон еквівалентів. Закон кратних відношень Дальтона. Сучасне трактування стехіометричних законів.

### **Будова атома.**

Історія розвитку уявлень про складність будови атома. Модель атома Томсона. Планетарна модель будови атома Резерфорда. Закон Мозлі. Рівняння Планка. Постулати Нільса Бора. Відкриття нейтрону. Сучасні уявлення про будову атома. Основний і збуджений стан електрона.

Будова та склад атомних ядер. Протонно-нейтронна модель ядра (Іваненко, Гапон, Гейзенберг). Нуклони та їх різновиди. Масове число. Ізотопи, ізотони, ізобари. Енергія зв'язку. Поняття про ефективний заряд ядра атома. Екранування заряду ядра електронами. Поняття про дефект маси.

Хвильова теорія будови атома. Подвійна природа електрона. Принцип невизначеності Гейзенберга, рівняння Де-Бройля. Електронна густина.

Атомна орбіталь. Характеристика стану електрона квантовими числами. Головне квантове число. Енергетичний рівень. Орбітальне квантове число. Енергетичний підрівень (s-, p-, d-, f-підрівень). Виродження. Магнітне квантове число. Енергетична комірка. Вузлові поверхні та символи орбіталей. Форми атомних орбіталей та їх орієнтація у просторі. Спінове квантове число. Спін електрона.

Будова багатоелектронних атомів. Розподіл електронів на енергетичних рівнях і підрівнях. Принцип Паулі і ємність електронних рівнів та підрівнів.

Проникнення та екранування. Правило Гунда і послідовність заповнення атомних орбіталей електронами. Правило Клечковського (правило найменшого запасу енергії). Способи зображення електронних структур атомів. Електронні формули атомів у збудженому стані. Електронні формули йонів. Стабільні і нестабільні електронні конфігурації.

### **Хімічні елементи та їх систематика.**

Перші спроби систематики хімічних елементів. Періодичний закон Менделєєва як основа хімічної систематики і подальшого розвитку хімії. Варіанти зображення Періодичної системи. Структура Періодичної системи елементів.

Класифікація хімічних елементів за будовою електронної оболонки (s-, p-, d-, f-елементи) і за властивостями ізолюваних атомів хімічних елементів (метали, неметали, інертні елементи). Типи періодичності зміни властивостей елементів. Основна, вторинна і внутрішня періодичність. Зміна хімічної активності металів і неметалів по періодах і групах. Зміна кислотно-основних властивостей оксидів і гідроксидів по періодах і групах.

Електронні формули s-, p-, d-, f-елементів: скорочені та повні електронні формули. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів А- і В-підгруп. Розміщення s-, p-, d-, f-елементів у Періодичній системі.

Атомні характеристики. Розміри атомів і йонів. Ковалентні, йонні, металічні та вандерваальсові радіуси. Зміна атомних і йонних радіусів у періодах і групах. Лантаноїдне стиснення.

Енергетичні характеристики атомів. Енергія йонізації атомів. Зміна величин енергії йонізації атомів по періодах і групах. Енергія спорідненості до електрона. Зміна величин енергії спорідненості до електрона по періодах і групах. Поняття про електронегативність елементів.

Ступінь оксидації ізолюваних атомів хімічних елементів та в сполуках. Ступінь оксидації хімічних елементів за періодами і підгрупами Періодичної системи елементів.

### **Хімічний зв'язок.**

Розвиток уявлень про хімічний зв'язок. Основні типи хімічного зв'язку.



Ковалентний зв'язок, умови його утворення. Квантово-механічні методи трактування ковалентного зв'язку. Метод валентних зв'язків, основні положення. Обмінний та донорно-акцепторний механізми утворення ковалентного зв'язку. Насичуваність ковалентного зв'язку. Кількісні характеристики хімічних зв'язків. Міцність зв'язку. Енергія зв'язку. Довжина зв'язку. Кратність зв'язку. Способи перекривання електронних орбіталей.  $\sigma$ -,  $\pi$ - та  $\delta$ - зв'язки. Одинарний і кратні зв'язки. Полярність зв'язку. Дипольний момент хімічного зв'язку. Полярні і неполярні молекули. Дипольний момент молекул. Напрявленість хімічних зв'язків. Концепція гібридизації атомних орбіталей. Прості типи гібридизації:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$  (на прикладі атомів Берилію, Бору, Карбону, Нітрогену, Оксигену, Сульфуру, Хлору, Ксенону). Валентні кути (кути між зв'язками).

Основні положення теорії молекулярних орбіталей (МО). Молекулярні орбіталі як лінійна комбінація атомних орбіталей (МО ЛКАО). Класифікація МО. Визначення порядку (кратності) зв'язків.

Йонний зв'язок. Ненапрявленість і ненасиченість йонного зв'язку. Розміри позитивно і негативно заряджених йонів. Поляризуюча дія і здатність до поляризації йонів.

Водневий зв'язок, природа і особливості водневого зв'язку. Напрявленість. Енергія і довжина. Види водневого зв'язку: міжмолекулярний і внутрішньомолекулярний. Вплив водневого зв'язку на властивості речовин.

Металічний зв'язок. Зонна теорія твердого тіла. Утворення енергетичних зон при перекриванні орбіталей. Зона провідності, заборонена зона, валентна зона. Електрони і дірки. Типи твердих тіл з позиції зонної теорії: метали, напівпровідники (n- і p-напівпровідники), ізолятори (діелектрики).

Міжмолекулярна взаємодія. Сили Ван-дер-Ваальса. Орієнтаційна, індукційна і дисперсійна взаємодія. Енергія вандерваальсового зв'язку. Ненасиченість та ненапрявленість вандерваальсового зв'язку. Вплив вандерваальсових взаємодій на властивості речовин.

### **Систематика і номенклатура неорганічних сполук.**

Класифікація неорганічних сполук за їх складом, хімічними та

функціональними ознаками. Номенклатура неорганічних сполук. Мінералогічна, українська, раціональна, систематична (правила ІЮПАК) номенклатури; тривіальні назви.

Прості речовини. Метали і неметали в Періодичній системі. Границя Цинтля. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів, фізичних властивостей і хімічної активності у групах і періодах.

Бінарні сполуки, їх склад і будова. Сполуки Гідрогену. Гідриди. Сполуки з Оксигеном: субоксиди, оксиди, пероксиди, супероксиди, озоніди. Галогеніди. Халькогеніди. Нітриди, фосфіди. Карбіди, силіциди, германіди. Бориди. Металіди.

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

Гідроксиди. Типи гідроксидів. Кислотно-основний характер дисоціації гідроксидів залежно від положення елемента в Періодичній системі. Оксидаційно-відновні властивості гідроксидів. Основи і кислоти з точки зору теорії електролітичної дисоціації. Амфотерні гідроксиди. Концепції кислот–основ. Кислотно-основна теорія Арреніуса. Протолітична теорія Бренстеда-Лоурі. Теорія сольвосистем (Франклін, Кеді). Електронна теорія Льюїса. Теорія жорстких та м'яких кислот і основ Пірсона. Сутність реакції нейтралізації у світлі кожної з теорій.

Кислоти. Основність кислот. Класифікація кислот: безоксигенові, оксигенвмісні, пероксокислоти, сульфурвмісні, галогенвмісні; сильні, слабкі; одноосновні, двоосновні, багатоосновні; оксидники, неоксидники; нейтральні, заряджені; спряжені; оксокислоти, ізополікислоти, гетерополікислоти. Номенклатура кислот. Одержання кислот. Хімічні властивості кислот.

Основи. Кислотність основи. Номенклатура основ. Сильні основи (луги) і слабкі основи. Добування основ. Хімічні властивості основ.

Амфотерні гідроксиди. Номенклатура. Добування амфотерних гідроксидів. Хімічні властивості амфотерних гідроксидів.

Солі. Солі оксигенвмісних і безоксигенових кислот. Типи солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і оксосолі), подвійні, змішані та комплексні. Номенклатура солей. Одержання солей. Термічний розклад солей. Реакції взаємодії кислих, середніх і основних солей між собою, а також з оксидами, кислотами, основами.

### **Координаційні сполуки.**

Основні поняття координаційної хімії (комплексна сполука, аддукт, центральна частинка, ліганд, донорний атом, координаційна сфера, координаційне число, дентатність). Чинники, що визначають здатність атомів і йонів виступати в ролі комплексоутворювачів. Розташування типових комплексоутворювачів в Періодичній системі.

Типи координаційних сполук. Сучасна номенклатура, просторова будова координаційних сполук. Катіонні, аніонні та нейтральні комплекси. Моноядерні та поліядерні сполуки. Сполуки з негативним та нульовим ступенями оксидації. Аквакомплекси. Амінокомплекси. Ацидокомплекси. Гідроксокомплекси. Способи одержання названих сполук, їх будова та властивості. Хелатні та внутрішньоккомплексні сполуки. Ліганди координаційних сполук.

Хімічні та фізико-хімічні ознаки утворення комплексів у розчині. Дисоціація комплексів. Константа дисоціації й константа утворення. Ступінчастий характер утворення комплексів. Геометрична і оптична ізомерія інертних комплексів. Взаємний вплив лігандів у координаційній сфері.

Хімічний зв'язок в координаційних сполуках. Теорія валентних зв'язків. Гібридизація орбіталей центрального атома при утворенні октаедричних, тетраедричних і квадратних комплексів. Внутрішньоорбітальні та зовнішньоорбітальні комплекси. Магнітні властивості.

Теорія кристалічного поля (ТКП). Розщеплення d-орбіталей центрального атома в кристалічному полі октаедричного, тетраедричного і квадратного комплексу. Низькоспінові і високоспінові комплекси. Енергія розщеплення. Теорія поля лігандів як розвиток теорії кристалічного поля.

Методи синтезу координаційних сполук. Взаємний вплив координуваних

груп. Реакції координаційних сполук. Класифікація. Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості координаційних сполук. Застосування координаційних сполук.

### **Основи хімічної кінетики та термодинаміки.**

Означення термодинаміки. Загальна, технічна та хімічна термодинаміка. Основні завдання та поняття хімічної термодинаміки. Системи відкриті, закриті і ізольовані. Екстенсивні та інтенсивні властивості системи.

Перше начало термодинаміки. Ентальпія. Стандартна ентальпія утворення речовини. Ентальпія згоряння. Стандартна ентальпія хімічної реакції. Зміна ентальпії в ході реакції і напрям протікання реакції. Зміна ентальпії при фазових переходах.

Тепловий ефект реакції та його експериментальне визначення. Термохімія. Термохімічні рівняння. Закон Гесса і його практичне використання. Наслідки із закону Гесса. Типи процесів і стандартні термохімічні величини. Залежність теплового ефекту від температури. Термохімічні цикли.

Друге начало термодинаміки. Напрямок процесів. Самовільні процеси. Термодинамічні оборотні (квазістатичні) і необоротні процеси. Поняття про ентропію. Стандартна ентропія речовини. Вплив температури на величину ентропії. Стандартна зміна ентропії системи при фазових перетвореннях, при протіканні хімічних реакцій. Передбачення знаку зміни ентропії в хімічних реакціях.

Об'єднання першого і другого начал термодинаміки. Енергія Гіббса і енергія Гельмгольца як основні критерії напряму самовільних процесів і рівноваги в неізольованих системах. Співвідношення між енергією Гіббса, ентальпією і ентропією системи.

Предмет хімічної кінетики. Швидкість хімічної реакції. Чинники, що визначають швидкість хімічної реакції: концентрація реагуючих речовин, тиск, температура, наявність каталізатора, взаємна орієнтація молекул у момент зіткнення. Закон дії мас Гульдберга-Вааге, його застосування для гомогенних і гетерогенних процесів. Молекулярність і порядок реакцій. Лімітуюча стадія

реакції. Константа швидкості хімічної реакції. Кінетичні криві для вихідних речовин і продуктів реакції. Методи визначення порядку реакції і константи швидкості.

Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Температурний коефіцієнт швидкості. Наближене правило Вант-Гоффа. Енергія активації, її фізичний смисл, методи визначення з експериментальних даних. Чинники, що визначають величину енергії активації. Енергія активації і швидкість реакції. Рівняння Арреніуса. Перехідний стан чи активований комплекс. Енергія активації і тепловий ефект реакції. Реакції з нульовою енергією активації.

Вплив каталізаторів на швидкість хімічної реакції. Гомогенні і гетерогенні каталітичні реакції. Вплив каталізаторів на константу швидкості і енергію активації реакції. Механізм каталізу. Основні положення теорії каталізу. Активні центри на поверхні каталізаторів.

Оборотні і необоротні хімічні реакції. Хімічна рівновага. Залежність положення рівноваги від температури, концентрації і тиску. Константа хімічної рівноваги і чинники, які визначають її величину. Співвідношення величини зміни енергії Гіббса і константи рівноваги хімічної реакції. Зсув хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє-Брауна. Особливості рівноваги в гетерогенних системах.

## **Розчини.**

### **Фізичні властивості розчинів**

Розчини. Класифікація розчинів за агрегатним станом їх компонентів: газові, рідкі, тверді розчини. Розчинення як фізико-хімічний процес. Теорії розчинів. Поняття "розчинник" і "розчинена речовина". Зміна ентальпії і ентропії при розчиненні речовин. Охолоджуючі суміші.

Властивості рідин як розчинників. Протонні та апротонні розчинники. Сольватація: фізична та хімічна. Особливі властивості води як розчинника: йонізуюча дія води, самойонізація води, реакції взаємодії з розчиненою речовиною. Причини, що обумовлюють ці властивості. Гідрати. Кристалогідрати.

Розчинність речовин. Коефіцієнт розчинності. Вплив природи розчиненої

речовини і розчинника, температури і тиску на розчинність речовин. Розчини насичені, ненасичені, пересичені, концентровані і розбавлені. Розчинність твердих речовин. Криві розчинності. Розчинність рідин. Критична температура розчинення. Розчинність газів. Залежність розчинності газів від температури та тиску. Закон Генрі. Розчинність суміші газів. Закон Дальтона. Азеотропні суміші. Гранично розбавлені розчини.

Способи вираження кількісного складу розчинів: масова частка розчиненої речовини, молярна частка розчиненої речовини, молярна концентрація речовини, молярна концентрація еквівалентів речовини (нормальність), титр, моляльність.

### **Хімічні властивості розчинів.**

Властивості розчинів електролітів. Непідпорядкованість розчинів електролітів законам Рауля і Вант-Гоффа. Ізотонічний коефіцієнт. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса та її розвиток І.А.Каблуковим. Електроліти і неелектроліти. Чинники, що визначають схильність речовин до електролітичної дисоціації: міра йонності зв'язків, енергія зв'язків, здатність до поляризації молекул розчиненої речовини, полярність молекул розчинника, взаємодія між молекулами розчинника і частинками розчиненої речовини. Механізм дисоціації. Сольватація (гідратація) йонів в розчині (фізична та хімічна). Дисоціація солей. Сильні і слабкі електроліти. Константа і ступінь дисоціації електролітів. Чинники, що впливають на їх величини (природа електроліту, природа розчинника, температура, концентрація розчину, вплив однойменних йонів). Методи визначення ступеня електролітичної дисоціації. Сучасні погляди на процеси електролітичної дисоціації. Закон розбавлення Оствальда. Ступінчастий характер дисоціації.

Константа дисоціації води. Йонний добуток. Вплив температури на дисоціацію води. Водневий показник середовища (рН). Гідроксильний показник середовища (рОН). Методи вимірювання рН. Кислотно-основні індикатори.

Важкорозчинні електроліти. Рівновага між осадом і насиченим розчином. Добуток розчинності і розчинність речовин. Вплив однойменних йонів на

розчинність речовин. Переведення важкорозчинних осадів в розчинний стан в результаті утворення комплексної сполуки; малодисоційованої розчинної у воді речовини; окиснення осаду. Вплив рН розчину на утворення важкорозчинної речовини. Умови осадження та розчинення осаду електроліту.

Обмінні реакції між йонами у водних розчинах. Загальні умови їх протікання до кінця (утворення малодисоційованої сполуки, утворення малорозчинної сполуки, утворення газоподібної сполуки). Повні і скорочені йонні рівняння.

Гідроліз солей. Гідроліз солей по катіону і по аніону. Молекулярні і йонні рівняння гідролізу. Ступінчастий гідроліз багатозарядних йонів. Полімеризація і поліконденсація продуктів гідролізу багатозарядних йонів. Умови протікання реакцій гідролізу до кінця. Гідроліз кислих солей. Гідроліз важкорозчинних солей. Спільний гідроліз солей. Ступінь гідролізу. Вплив концентрації розчину, температури, рН середовища на ступінь гідролізу. Константа рівноваги реакції гідролізу. Термодинамічні характеристики процесу гідролізу (зміна енергії Гіббса, ентальпії та ентропії). Умови пригнічення гідролізу. Загальні принципи одержання солей, які легко гідролізують, їх очищення і сушіння.

### **Оксидаційно-відновні процеси.**

Залежність оксидаційно-відновних функцій атомів елементів від їх розташування в Періодичній системі. Найголовніші сполуки в оксидаційно-відновних реакціях в лабораторіях та в промисловості. Оксидаційно-відновна двоїстість. Класифікація оксидаційно-відновних реакцій (ОВР). Складання оксидаційно-відновних реакцій за формальним принципом (електронний баланс) та за принципом йонно-електронних напіврівнянь. Чинники, які визначають напрям і глибину протікання оксидаційно-відновних процесів.

Електрохімічні процеси. Подвійний електричний шар. Електродні потенціали металів. Рівняння Нернста. Залежність електродного потенціалу від рН середовища. Стандартний водневий електрод. Електрохімічний ряд напруг металів. Хімічні джерела електричної енергії. Гальванічні елементи.

Електроліз. Типи електролізу (електроліз з розчинним та нерозчинним анодами). Схеми процесів на електродах (інертних і активних) при електролізі

розтопів і водних розчинів. Послідовність розрядження йонів та молекул води. Оксидация на аноді простих і складних аніонів. Закони Фарадея (закони електролізу). Практичне застосування електролізу. Одержання і очистка металів. Гальваностегія і гальванопластика.

Корозія металів як електрохімічний процес їх руйнування. Види корозії (суцільна, місцева, селективна). Хімічна і електрохімічна корозія металів. Негативні наслідки корозії. Способи захисту металів від корозії. Захисні покриття: неметалічні та металічні. Електрохімічні методи захисту (катодний і анодний протекторний захист).

### **Основні поняття біогеохімії.**

Походження хімічних елементів. Розповсюдження хімічних елементів на Землі. Класифікація хімічних елементів з точки зору їх локалізації у природі: атмофільні, літофільні, халькофільні, сидерофільні. Хімічний склад гідросфери. Хімічний склад атмосфери. Хімічний склад літосфери. Геохімія. Закони геохімії. Основний закон геохімії Гольдшмідта. Зв'язок розповсюдження хімічних елементів з будовою атомних ядер. Правило Оддо-Гаркінса. Магічні ядра. Вміст елементів у земній корі. Кларки. Поширені, рідкісні та розсіяні елементи. Вміст мікроелементів у об'єктах біосфери. Макро- та мікроелементи.

### **Властивості елементів та їх сполук**

#### **Гідроген та сполуки Гідрогену.**

Історія відкриття та походження назви. Загальна характеристика Гідрогену. Проблема розміщення Гідрогену в Періодичній системі хімічних елементів. Особливості будови атома Гідрогену. Ізотопи Гідрогену – Протій, Дейтерій і Тритій. Радіоактивність Тритію. Енергія йонізації і спорідненості до електрону атома Гідрогену. Валентність і ступінь оксидзації атому.

Розповсюдженість та форми знаходження Гідрогену в природі. Вміст Гідрогену в космосі. Лабораторні і промислові способи одержання водню. Зберігання водню. Металгідридні батареї. Одержання дейтерію і тритію.

Фізичні властивості водню. Розчинність у воді та неполярних розчинниках. Фізико-хімічні властивості ізотопів Гідрогену. Рідкий водень. Модифікації молекули  $H_2$ : орто- і пара-водень. Орто- і пара-дейтерій.



Металічний водень.

Хімічні властивості. Молекулярний і атомарний Гідроген. Йон гідроксонію  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Гідроген як відновник і як окисник. Взаємодія водню з металами і неметалами. Радикальний механізм взаємодії водню з хлором. Вибух гримучого газу.

Гідриди як сполуки Гідрогену з металами і неметалами. Типи гідридів: йонні (солеподібні), ковалентні, металоподібні (гідриди перехідних металів). Розчинність водню в металах. Фізичні і хімічні властивості гідридів. Одержання і застосування гідридів.

Вода як найважливіша сполука Гідрогену. Розповсюдження води в природі та її запаси. Роль води в біосфері і в геосфері. Будова молекули води. Схема молекулярних орбіталей молекули  $\text{H}_2\text{O}$ . Асоціація молекул води за рахунок водневих зв'язків. Аномальні властивості води. Фізичні і хімічні властивості води. Кристалогідрати. Важка вода, її властивості. Проблеми очищення води.

Застосування Гідрогену та його сполук. Водень як перспективне паливо. Воднева енергетика. Значення ізотопів Гідрогену для ядерної техніки. Техніка безпеки при роботі з воднем.

### **Біометали I групи (s-елементи)**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Електронні конфігурації. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона по групі. Валентність і ступені окисації атомів. Особливості будови атома і йону Літію.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Методи одержання простих речовин. Фізичні властивості металів. Полум'яна фотометрія металів IA групи. Хімічна активність. Її зміна в групі Літій - Цезій. Відношення лужних металів до водню, кисню, галогенів, азоту, вуглецю, сірки, води, кислот. Зберігання лужних металів. Амальгами.

Гідриди. Властивості. Гідроліз. Принцип одержання. Сполуки з Оксигеном. Оксиди. Пероксиди. Надпероксиди (супероксиди). Озоніди. Будова. Відношення до води. Оксидаційно-відновні властивості. Гідроксиди. Будова.

Фізичні та хімічні властивості. Зміна сили основ по групі. Гідроксиди Натрію (каустична сода) і Калію. Принцип їх промислового одержання.

Солі. Термічна стійкість солей. Розчинність у воді. Схильність солей Літію до гідратації. Застосування лужних металів у промисловості.

### **Біометали II групи (s-елементи)**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Електронні конфігурації. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона по групі. Валентність і ступені оксидації атомів.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Методи одержання простих речовин. Фізичні властивості металів. Хімічні властивості металів. Відношення до водню, кисню, води, кислот, галогенів, азоту. Відношення Берилію до лугів.

Кальцію оксид (негашене вапно). Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Зміна сили основ по групі. Амфотерність берилій гідроксиду. Термічна стійкість гідроксидів. Принципи одержання. Кальцію гідроксид (гашене вапно).

Солі. Солі Берилію в катіонній і аніонній формах (берилати). Подвійні солі Магнію. Твердість води (тимчасова (карбонатна), постійна (некарбонатна)). Одиниці твердості. Способи пом'якшення води. Сучасні методи очищення води. Застосування металів ІІА групи та їх сполук.

### **Елементи ІІІА групи.**

Загальна характеристика елементів. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергій йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищих ступенях оксидації атомів по групі.

**Бор.** Історія відкриття та походження назви. Будова атома. Розповсюдженість та знаходження в природі. Виділення та очищення простої речовини бору з бури. Одержання бору високої чистоти (напівпровідникового бору). Фізичні властивості. Кристалічна та аморфна модифікації.

Хімічні властивості бору. Хімічна інертність кристалічного бору. Хімічна активність аморфного бору. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Застосування сполук Бору.

**Алюміній.** Історія відкриття та походження назви. Розповсюдженість та форми знаходження Алюмінію в природі. Промисловий метод одержання алюмінію електролізом розтопу глинозему. Фізичні властивості. Хімічна активність. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Застосування металічного алюмінію та його сполук

**Галій. Індій. Талій.** Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика елементів підгрупи Галію. Валентні стани елементів підгрупи Галію. Зміна стійкості сполук, що містять Галій, Індій, Талій в ступенях оксидації (III) і (I). Розповсюдженість та форми знаходження Галію, Індію, Талію в природі. Суть методів одержання Галію, Індію, Талію з руд. Фізичні властивості. Природа низької температури плавлення і високої температури кипіння Галію.

Хімічні властивості. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Особливості оксидаційно-відновних властивостей сполук Талію.

Оксиди елементів (III). Їх порівняльна стійкість. Талій (I) оксид. Талій (I) гідроксид. Амфотерність оксидів і гідроксидів тривалентних Галію, Індію, Талію. Солі Галію, Індію, Талію (III). Солі Талію (I). Оксидаційно-відновні властивості сполук Талію (I) і Талію (III). Їх гідроліз. Галлати. Комплексні сполуки. Аміакати. Застосування сполук Галію, Індію, Талію.

#### **Елементи IVA групи.**

Будова атомів. Зміна атомних радіусів, енергії йонізації, електронегативності по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації атомів по групі.

**Карбон.** Особливості будови атома, здатність утворювати зв'язки C-C різної кратності. Різноманіття сполук Карбону, його валентні форми. Розповсюдженість та форми знаходження Карбону в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Карбону.

Принципи одержання вуглецю. Виробництво графіту. Виробництво алмазів, коксу, сажі, активованого вугілля. Одержання фулеренів та фулериту. Фізичні властивості. Алотропні модифікації Карбону: алмаз, графіт, карбін, фулерит. Особливості їх будови. Фулерени – молекулярна форма Карбону.

Структура та види фулеренів. Аморфні форми Карбону: вугілля, сажа, скло вуглець. Нанотрубки – молекулярні структури із графітових шарів. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості. Реакційна здатність. Відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів. Взаємодія з кремнієм, фосфором, сіркою, хлором. Сполуки включення графіту (інтеркальовані сполуки).

Сполуки з металами. Карбіди металів. Типи карбідів: йонні, ковалентні, металоподібні (карбіди вкорінення). Відношення карбідів різних типів до води і кислот. Карбіди Сульфуру (сірковуглець), Нітрогену (диціан), Силіцію (карборунд) та ін.

Оксиди Карбону. Токсичність карбон (II) оксиду. Карбон (IV) оксид. Будова молекули. Фізичні і хімічні властивості. Відношення до води, лугів. Одержання. Застосування. Вплив вуглекислого газу на довкілля.

Застосування простої речовини та сполук Карбону.

**Силіцій.** Історія відкриття та походження назви. Будова атома. Розповсюдженість та форми знаходження Силіцію в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Силіцію. Виділення та промислове виробництво кремнію. Одержання кристалічного та аморфного кремнію.

Фізичні властивості. Алотропні модифікації – кубічна та гексагональна. Напівпровідникові властивості кремнію. Хімічні властивості кристалічного та аморфного кремнію. Оксидаційно-відновні властивості. Реакційна здатність. Відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів.

Оксиди Силіцію (II, IV). Їх стійкість. Монооксид силіцію: одержання та властивості. Силіцій (IV) оксид. Аморфна і кристалічна форми. Природні різновиди  $\text{SiO}_2$ : кварц, тридиміт, кристобаліт. Кварцеве скло. Відношення силіцій (IV) оксиду до води, кислот, лугів. Силікатні кислоти і їх солі. Мономерна ортосилікатна кислота та її полімеризація. Полісилікатні кислоти. Одержання. Силікагель як адсорбент. Орто-, мета- і полісилікати. Гідроліз. "Рідке скло". Скло. Тугоплавкі кераміки на основі Силіцію. Порцеляна.

**Германій. Станум. Плюмбум.** Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика елементів підгрупи Германію. Розповсюдженість та

форми знаходження у природі. Одержання простих речовин. Фізичні властивості. Напівпровідникові властивості Германію. Алотропні модифікації Стануму.  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -олово (біле і сіре олово).  $\alpha$ -олово – "бездірковий" напівпровідник. Природа "крику" олова.

Хімічні властивості елементів підгрупи Германію. Зміна реакційної здатності в ряду Ge-Sn-Pb. Відношення до кисню та інших неметалів. Взаємодія з кислотами-неоксидниками і кислотами-оксидниками, лугами.

Оксиди Германію, Стануму, Плюмбуму. Оксиди елементів (II, IV). Їх порівняльна стійкість. Складні оксиди Плюмбуму. Свинцевий сурик. Кислотно-основні і оксидційно-відновні властивості оксидів. Їх відношення до води, кислот, лугів. Гідроксиди Германію, Стануму, Плюмбуму і їх солі. Гідроксиди елементів (II, IV). Застосування Германію, Стануму, Плюмбуму та їх сполук.

#### **Елементи VA групи.**

Загальна характеристика елементів. Будова атомів. Зміна по групі атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона, електронегативності. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів по групі.

**Нітроген.** Будова атома Нітрогену. Різноманіття ступенів оксидації (від -3 до +5). Причини, що обумовлюють стійкість двоатомних молекул Нітрогену. Хімічний зв'язок в молекулі азоту з позицій теорії ВЗ і МО.

Розповсюдженість та форми знаходження Нітрогену в природі. Біологічна роль Нітрогену. Колообіг Нітрогену. Лабораторні та промислові способи виробництва азоту. Фізичні властивості азоту. Хімічні властивості простої речовини. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів.

Амоніак. Будова молекули. Промислове виробництво синтетичного амоніаку (метод Габера-Боша). Лабораторні способи одержання  $\text{NH}_3$ . Термодинамічна характеристика реакції синтезу амоніаку. Каталізатори синтезу амоніаку. Хімічні властивості амоніаку. Амінокомплекси. Застосування амоніаку і солей амонію.

Оксиди Нітрогену (I, II, III, IV, V) будова молекул, фізичні і хімічні властивості одержання.

Нітритна кислота  $\text{HNO}_2$ . Оксидаційно-відновні властивості. Нітратна кислота  $\text{HNO}_3$ . Лабораторні і промислові методи одержання нітратної кислоти. Оксидаційні властивості концентрованої і розбавленої нітратної кислоти. Залежність складу продуктів взаємодії нітратної кислоти з металами від концентрації кислоти і природи металу. «Царська вода». Механізм її дії. Застосування нітратної кислоти. Нітруюча суміш (суміш  $\text{HNO}_3$  та  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). «Пекельна суміш» (суміш  $\text{HNO}_3$  та  $\text{HF}$ ). Солі нітратної кислоти – нітрати. Продукти термічного розкладання нітратів. Нітратні добрива (селітри).

Застосування азоту та сполук Нітрогену.

**Фосфор.** Історія відкриття та походження назви. Загальна характеристика Фосфору. Валентні стани. Явище катенації. Розповсюдженість та знаходження Фосфору в природі. Ізотопи. Глобальний біогеохімічний цикл Фосфору.

Одержання фосфору у промисловості. Виробництво білого та червоного фосфору. Фізичні властивості. Алотропні модифікації Фосфору і особливості їх будови. Структура білого, червоного і чорного фосфору. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів. Диспропорціювання Фосфору у воді.

Фосфору (III) оксид: будова молекули, властивості, способи одержання. Причина світіння білого фосфору. Фосфору (V) оксид: будова молекули, одержання, властивості. Оксигенвмісні кислоти Фосфору і їх солі. Ортофосфатна кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Фосфати середні і кислі. Будова молекул кислот Фосфору, основність, оксидаційно-відновні властивості. Методи одержання ортофосфатної кислоти.

Фосфорні добрива. Простий суперфосфат. Подвійний суперфосфат. Преципітат. Фосфоритне борошно. Змішані добрива. Амофос. Азофоска. Миючі засоби на основі фосфатів. Засосування Фосфору та його сполук.

**Арсен. Стибій. Бісмут.** Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Валентні стани Арсену, Стибію і Бісмуту. Зміна стійкості сполук, що містять елементи підгрупи Арсену в ступенях оксидації (III) і (V).

Розповсюдженість та знаходження в природі. Одержання простих речовин з природної сировини. Фізичні властивості. Алотропні модифікації

Стибію і Арсену. Хімічні властивості простих речовин. Оксидаційно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів.

Найважливіші сполуки Арсену (III) і (V). Найважливіші сполуки Бісмуту (III): оксид і гідроксид, солі і оксосолі. Сполуки Бісмуту (V) - бісмутати, їх одержання і властивості.

Сполуки з металами. Арсеніди, антимоніди (стибіди), бісмутиди: одержання, властивості. Стоп Вуда. Напівпровідникові властивості галій арсеніду GaAs. Сонячні батареї.

Застосування сполук елементів підгрупи Арсену, Стибію і Бісмуту.

### **Елементи VIA-групи.**

Загальна характеристика елементів. Будова атомів. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона, електронегативності по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів.

**Оксиген.** Історія відкриття та походження назви. Будова атома Оксигену. Алотропні модифікації кисню. Хімічний зв'язок в молекулі кисню з позицій теорій ВЗ і МО. Парамагнетизм молекули  $O_2$ . Будова молекулярних йонів  $O_2^+$ ,  $O_2^{2-}$  і  $O^{2-}$  з позицій методу МО.

Форми знаходження Оксигену в природі. Ізотопи Оксигену. Процес фотосинтезу. Глобальний біогеохімічний цикл Оксигену.

Одержання кисню в лабораторії і промисловості. Джерела кисню (суміші окисників і відновників, «хлоратні свічки»). Фізичні властивості молекулярного кисню. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості.

Оксиди і їх класифікація (кислотно-основна, структурна та ін.). Фізичні і хімічні властивості оксидів. Пероксиди і супероксиди (надпероксиди). Одержання.

Озон, його фізичні властивості, будова молекули, одержання. Висока реакційна здатність озону. Рідкий озон. Застосування для озонування води і повітря, як окисник в синтезі. Озоніди. Озоновий шар Землі.

Застосування кисню. Застосування озонідів, пероксидів і супероксидів.

**Сульфур.** Історія відкриття та походження назви. Будова атому.

Характерні валентні стани.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Сульфуру.

Одержання Сульфуру у вигляді простої речовини. Фізичні властивості вільної сірки. Поліморфні модифікації сірки: ромбічна, моноклінна і пластична (полімерна) сірка. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості.

Оксиди Сульфуру (IV, VI). Відношення до води, кислот, лугів. Оксидаційно-відновні властивості. Сульфур (VI) оксид (сірчаний ангідрид), його будова, фізичні і хімічні властивості.

Сульфітна кислота  $H_2SO_3$ . Кислотні і оксидаційно-відновні властивості. Сульфатна кислота  $H_2SO_4$ . Будова молекули і аніону кислоти. Кислотні і оксидаційні властивості. Властивості розбавленої і концентрованої сульфатної кислоти. Полісульфатні кислоти. Олеум. Сульфати. Купороси.

Застосування Сульфуру у вигляді простої речовини і сполук.

**Селен. Телур. Полоній.** Історія відкриття та походження назв. Будова атому. Характерні валентні стани. Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Одержання простих речовин. Фізичні властивості. Поліморфізм Селену і Телуру. Червоний і сірий селен. Хімічні властивості простих речовин. Застосування простих речовин та їх сполук.

### **Елементи VIIA групи.**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрону, електронегативності по підгрупі. Валентність і ступені оксидації атомів.

Розповсюдженість та форми знаходження галогенів у природі, найважливіші мінерали. Лабораторні і промислові способи одержання галогенів (хімічні і електрохімічні методи). Фізичні властивості простих речовин. Хімічні властивості простих речовин. Оксидаційні властивості.

Гідрогенгалогеніди. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Розчини гідрогенгалогенідів у воді. Зміна сили гідрогенгалогенідних кислот у ряду  $HF-HCl-HBr-HI$ . Травлення скла плавиковою кислотою і газоподібним  $HF$ .



Загальні принципи одержання гідрогенгалогенідів.

Галогеніди металів та неметалів. Основні, амфотерні, кислотні галогеніди. Будова молекул, фізичні та хімічні властивості. Галогенангідриди. Порядок витіснення галогенів з розчинів їх галогенідів. Інтергалогеніди (міжгалогенні сполуки).

Сполуки галогенів з Оксигеном. Флуориди Оксигену. Оксиди Хлору, Бром, Іоду, Астату. Оксигенвмісні кислоти Хлору, Бром, Іоду. Гіпогалогенітні, галогенітні, галогенатні, пергалогенатні кислоти. Порівняльна стійкість кислот. Кислотні і оксидаційні властивості. Солі оксигенвмісних кислот галогенів. Солі кислот Хлору (гіпохлорити, хлорити, хлорати, перхлорати), Бром, Іоду. Оксидаційні властивості солей. Гіпохлорити Натрію і Кальцію. Жавелева вода. Хлорне вапно. Хлорат калію (бертолетова сіль). Застосування галогенів і їх сполук.

### **Елементи VIIIА групи.**

Історія відкриття та походження назв. Особливості електронної будови атомів благородних газів. Валентність і ступені оксидації. Розміри атомів і йонів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Причини хімічної інертності.

Розповсюдження благородних газів у природі. Способи одержання та розділення благородних газів. Фракційне розділення зрідженого повітря. Фізичні властивості. Агрегатний стан простих речовин. Гелій-I та Гелій-II. Надтекучість гелію.

Хімічні властивості благородних газів. Застосування благородних газів і їх сполук.

### **Загальний огляд металів.**

Особливості будови атомів елементів з металічним характером. Розташування цих елементів в Періодичній системі. Декади d-елементів (3d-, 4d-, 5d-). Ранні та пізні d-елементи. Зміна атомних радіусів, енергії йонізації, електронегативності по групах і періодах. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна по групах стійкості сполук у вищих ступенях оксидації. Схожість хімічних властивостей елементів по періодах і по групах. Особлива близькість

властивостей d-елементів V і VI періодів. Особливості властивостей d-елементів III групи, d-елементів IV періоду. Особливості зміни властивостей d-елементів по групах в порівнянні з р-елементами.

Розповсюдженість і знаходження в природі. Metали життя. Промислові методи одержання металів з руд. Пірометалургія. Металотермія. Алюмотермія. Гідрометалургія. Електроліз у водних розчинах (гідроелектрометалургія) та у розтопах (піроелектрометалургія). Метод термічної дисоціації сполук металів (карбонілів, галогенідів, азидів, оксидів). Одержання металів високої чистоти.

Фізичні властивості металів. Температура топлення. Оптичні властивості (металевий блиск, непрозорість). Механічні властивості (пластичність, густина, твердість). Теплові властивості (теплопровідність, питома теплоємність). Електромагнітні властивості (електрична провідність, магнітна сприйнятливість). Діамагнітні, парамагнітні та феромагнітні метали.

Стопи. Тверді розчини. Інтерметалічні сполуки. Склад, властивості, застосування. Застосування металів.

### **d-елементи I групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Характер хімічних зв'язків в сполуках.

Розповсюдженість та знаходження елементів у природі. Фізичні властивості металів. Хімічні властивості металів. Зміна характерних ступенів оксидації в ряду Купрум – Аурум. Зміна хімічної активності у ряду Купрум – Аурум. Відношення до кисню, галогенів та інших неметалів, води, кислот, лугів. Розчинення золота в «царській воді».

Практичне використання Купруму, Аргентуму, Ауруму і їх сполук.

### **d-елементи II групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Група –Hg–Hg.

Розповсюдженість та знаходження в природі. Методи одержання металів. Фізичні властивості металів. Особливості агрегатного стану ртуті. Хімічні

властивості металів. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Амальгами – стопи металів з Меркурієм. Система Na–Hg. Особливості конфігурації  $(n-1)d^{10}ns^2$ . Роль інертної пари валентних s-електронів.

Оксиди Цинку і Кадмію. Оксиди Меркурію (I, II). Відношення до води, кислот, лугів. Амфотерні властивості ZnO. Меркурати, цинкати, кадмати. Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи одержання. Солі Цинку в катіонній і аніонній формах. Кислі і основні солі. Солі Меркурію (I, II). Оксидаційно-відновні властивості солей Меркурію. Застосування металів та їх сполук.

### **d-елементи III групи**

Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи Скандію (Скандій, Ітрій, Лантан, Актиній). Будова атомів. Зміна атомних і йонних радіусів та енергії йонізації по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Методи одержання металів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Особливості хімії Скандію. Основні риси хімії Актинію. Зміна хімічної активності металів по групі. Відношення металів до кисню, води, кислот, водню. Застосування сполук елементів підгрупи Скандію.

### **Загальна характеристика f-елементів**

Загальна характеристика f-елементів. Особливості будови електронних оболонок атомів. 4f- і 5f-елементи. Орієнтація f-орбіталей у просторі. Лантаноїдне і актиноїдне стиснення. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по періоду. Валентність і ступені оксидації 4f- і 5f-елементів.

### **Родина лантаноїдів**

Історія відкриття та походження назв. Будова електронних оболонок атомів лантаноїдів. Підродини Церію (Ce – Eu) і Ітрію (Gd – Lu). Лантаноїдне стиснення. Ступені оксидації елементів і закономірності їх зміни в ряду.

Розповсюдженість та знаходження лантаноїдів у природі. Мінерал монацит – основна сировина для виробництв рідкісноземельних елементів церієвої підгрупи. Мінерал ксенотим – джерело елементів ітрієвої підгрупи.

Методи одержання та розділення металів. Фізичні властивості лантаноїдів. Хімічні властивості лантаноїдів. Взаємодія з неметалами ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $C$ ,  $P$ ,  $S$ , галогенами), водою, кислотами. Оксиди  $L_n$  (III). Прояв амфотерних властивостей у  $SeO_2$ . Гідроксиди рідкісноземельних елементів. Зміна основних властивостей в ряду гідроксидів  $La - Lu$ . Взаємодія з кислотами. Застосування лантаноїдів.

### **Родина актиноїдів**

Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика Актинію і актиноїдів. Будова електронних оболонок атомів актиноїдів. Підгрупа Кюрію ( $Th - Cm$ ) і підгрупа Берклію ( $Bk - Lr$ ). Актиніодне стиснення. Ступені оксидації актиноїдів і закономірності їх зміни в ряду. Розповсюдженість та форми знаходження актиноїдів у природі. Методи одержання елементів родини актиноїдів. Збагачення уранових руд. Переробка уранових руд. Одержання  $U-233$  з Торію. Виділення Урану і Плутонію з відпрацьованого ядерного палива. Уран і проблеми енергетики України.

Фізичні властивості металів. Хімічні властивості актиноїдів. Висока хімічна активність 5f-елементів. Взаємодія з неметалами, водою, кислотами. Особливості хімії Торію і Урану. Застосування актиноїдів і їх сполук.

### **d-елементи IV групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації по групі. Розповсюдженість та форми знаходження у природі. Одержання металів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Причини корозійної стійкості. Розчинення металів в суміші нітратної і плавикової кислот.

Оксиди Тітану (II, III, IV). Особливості будови титан (IV) оксиду. Поліморфні модифікації: рутил, анатаз, брукіт. Оксиди Цирконію і Гафнію (IV). Їх відношення до води, кислот, лугів. Фіаніти (монокристали  $ZrO_2$  з домішками оксидів).

Гідроксиди Тітану (II, III, IV). Гідроксиди Цирконію ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -) і Гафнію

(IV). Їх кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Титанати, цирконати, гафнати. Безводні і гідратовані солі чотиривалентних Тітану, Цирконію, Гафнію. Процеси старіння сполук Тітану. Полімеризація сполук Тітану, Цирконію, Гафнію за рахунок гідроксо-(олових) і оксо-(оксолових) містків (процеси оляції і оксоляції). Будова титаніл-йону і відповідних похідних Цирконію і Гафнію. Галогеніди Тітану (II, III). Застосування титану, цирконію, гафнію та їх сполук.

#### **d-елементи V групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації по групі. Розповсюдженість та знаходження у природі. Способи одержання металів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Відношення до «царської води», суміші нітратної і плавикової кислот.

Оксиди. Гідроксиди. Стан йонів Ванадію (+5) в кислих і лужних водних розчинах. Оксиди і гідроксиди Ванадію (II, III, IV, V). Оксиди і гідроксиди Ніобію і Танталу (V). Кислотно-основні властивості гідроксидів. Ванадати. Ізополі- і гетерополісполуки Ванадію. Склад різних ванадатних і поліванадатних частинок в залежності від рН та загальної концентрації Ванадію. Сполуки оксованадію (IV). Комплексні сполуки Ванадію, Ніобію, Танталу. Карбоніли та металоорганічні сполуки. Застосування Ванадію, Ніобію, Танталу і їх сполук.

#### **d-елементи VI групи.**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Розповсюдженість та знаходження у природі. Методи одержання металів. Фізичні властивості металів. Хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, галогенів, води, кислот і лугів.

Оксиди Хрому (II, III, IV). Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Оксиди Молібдену і Вольфраму (VI). Відношення до води, кислот, лугів. Зміна стійкості,

оксидативної здатності і кислотного характеру у ряді оксидів Хрому – Вольфраму (VI).

Гідроксиди Хрому (II, III, VI). Кислотно-основні і оксидативно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Стійкість, розчинність, кислотні і оксидативні властивості в ряду хроматна – вольфраматна кислоти. Ізополімолібдати, ізополівольфраматні.

Солі Хрому (II): хлорид, сульфат, ацетат. Стійкість і відновні властивості. Солі Хрому (III). Солі в катіонній і аніонній формах. Хроміти. Подвійні солі. Галуни. Солі Хрому (VI). Хромати і поліхромати. Оксидативні властивості хроматів і дихроматів. Принцип дії хромової суміші. Молібдати і вольфраматні. Застосування металів та їх сполук.

### **d-елементи VII групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидативності атомів.

Розповсюдженість та знаходження у природі. Принципи одержання металів.

Фізичні властивості металів. Хімічні властивості простих речовин.

Оксиди Мангану (II, III, IV, VII). Стійкість, кислотно-основні і оксидативно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Гідроксиди Мангану. Кислотно-основні і оксидативно-відновні властивості.

Солі Мангану (II). Солі Мангану (III, IV). Манганіти. Сполуки Мангану (V) – гіпоманганати. Солі Мангану (VI). Манганати. Оксидативно-відновні властивості. Солі Мангану (VII). Перманганати. Оксидативні властивості перманганатів в кислому, лужному і нейтральному середовищах. Карбоніли Мангану, Технецію, Ренію.

Застосування елементів підгрупи Мангану та їх сполук.

### **d-елементи VIII групи**

Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації в рядах Ферум – Нікол і Ферум – Осмій. Поділ елементів на родину Феруму і родину платинових елементів. Валентність і ступені оксидативності атомів. Зміна стійкості сполук з нижчими (II) і вищими (VI, III) ступенями оксидативності в ряду Ферум –

Нікол. Проблема одержання Феруму (VIII). Надважкі «платинові метали» – Гассій, Мейтнерій, Дармштатій.

### **Родина Феруму**

Історія відкриття та походження назв. Електронні конфігурації атомів. Розповсюдженість та знаходження у природі. Принципи промислового одержання заліза. Стопи на основі Феруму (чавун, сталь).

Фізичні властивості Феруму, Кобальту, Ніколу. Поліморфні модифікації Феруму ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -). Магнітні властивості. Феромагнетизм. Пірофорність металів. Хімічні властивості. Взаємодія з неметалами. Розчинення водню у металах. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Пасивація поверхні заліза. Іржавіння заліза та методи захисту від іржі.

Оксиди Феруму, Кобальту, Ніколу. Оксиди елементів (II, III). Змішані оксиди.  $\alpha$ - і  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Відношення до води, кислот, лугів. Структура шпінелі у  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Гідроксиди Феруму, Кобальту, Ніколу. Гідроксиди елементів (II, III). Методи одержання та хімічні властивості гідроксидів. Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів.

Солі Феруму, Кобальту, Ніколу (II). Подвійні солі. Солі Феруму (III). Хлорне залізо. Сіль Мора. Залізний купорос. Ферити (II). Ферити (III). Ферати (VI). Оксидаційні властивості. Комплексні сполуки Феруму, Кобальту, Ніколу (II, III) з неорганічними і органічними лігандами. Роль Феруму в біологічних процесах (гемоглобін, живлення рослин). Якісні реакції на йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ . Кров'яні солі: калію гексаціаноферат (II) (жовта кров'яна сіль) і гексаціаноферат (III) (червона кров'яна сіль). Турнбулева синь і берлінська блакить. Карбоніли. Фероцен як приклад  $\pi$ -комплексу. Карбоніли Кобальту. Кобальтоцен. Комплексні сполуки Ніколу (II), їх будова. Плоскоквадратні, тетраедричні і октаедричні комплекси Ніколу. Ніколу карбоніл.

Застосування елементів родини Феруму та їх сполук.

### **Родина платинових елементів**

Історія відкриття та походження назв. Закономірності в зміні стійкості характерних ступенів оксидації в сполуках платинових елементів. Розповсюдженість та знаходження елементів у природі. Одержання металів.

Відділення платинових металів один від одного (аффінаж). Фізичні властивості платинових металів. Легкі (Рутеній, Родій, Паладій) та важкі (Осмій, Іридій, Платина) платинові метали. Хімічні властивості платинових металів. Відношення до кисню, водню, води, кислот, лугів, «царської води». Розчинення водню в кристалічних решітках Платини та Паладію.

Оксиди Рутенію (IV, VI). Рутенати. Оксиди Осмію (VI, VIII). Осмати. Оксид і гідроксид Паладію (II). Комплексні сполуки платинових елементів. Катіонні, аніонні і нейтральні комплекси Платини (II, IV). Гексахлороплатинатна кислота і її солі. Застосування сполук платинових елементів в хімічній технології і медицині.

### **Трансактиноїдні елементи.**

Історія відкриття надважких елементів. Назви та символи елементів №№ 104 – 112, 114, 116. Ядерні реакції, які використовують для одержання трансфермієвих елементів: реакції гарячого та холодного термоядерного синтезу.

Елемент № 104 – Резерфордій. Синтез. Ізотопи. Сполуки та їх властивості. Елемент № 105 – Дубній. Синтез. Поведінка у водних розчинах. Взаємодія з кислотами. Елемент № 106 – Сіборгій. Синтез. Ізотопи. Елементи №№ 107 – 109: Борій, Гасій, Майтнерій. Синтез. Радіоактивні властивості. Елементи №№ 110 – 112: Дармштатій, Рентгеній та Коперніцій. Одержання. Підвищення стабільності ядер нових атомів. Елемент № 114 – Флеровій, № 116 – Ліверморій.



## Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин		
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1, 2</b>			
<b>Тема 1.</b> Предмет хімії та її завдання. Місце хімії в системі хімічних наук Основні поняття та закони хімії. Основні поняття біогеохімії.	2		10
<b>Тема 2.</b> Хімічний зв'язок та будова молекул. Хімічні елементи та їх систематика.	2		10
Класи неорганічних сполук та їх номенклатура.		4	2
Координаційні сполуки			2
Основи хімічної кінетики та термодинаміки			2
<b>Тема 3.</b> Розчини. Фізичні та хімічні властивості розчинів. Способи вираження кількісного складу розчинів. Гідроліз.	2	4	2
<b>Тема 4.</b> Оксидаційно-відновні процеси.	2	4	2
<b>Тема 5.</b> Хімія елементів. Гідроген та сполуки Гідрогену. Вода як найважливіша сполука Гідрогену.	2		2
s-елементи I і II групи			2
Елементи IIIA групи.			2
Елементи IVA групи.			2
Елементи VA групи.			2
<b>Тема 6.</b> Елементи VIA-групи. Оксиген, Сульфур та їх сполуки. Цикли Оксигену та Сульфуру.	2	4	2
Елементи VIIA групи.			2
Елементи VIIIA групи.			4
<b>Тема 7.</b> Основи хімії та біогеохімії <i>d</i> - та <i>f</i> -елементів. <i>d</i> -елементи I - VIII груп	2		10
Трансактиноїдні елементи			2
Підсумковий контроль (екзамен)	14	16	60

### 3.2. Тематика лабораторних занять (за вибором викладача):

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила роботи в лабораторії. Техніка безпеки. Лабораторний посуд. «Основні класи неорганічних сполук»	4
2.	Лабораторна робота «Визначення молярної маси еквівалента металу методом витіснення»	4
3.	Лабораторна робота «Загальні властивості розчинів. Приготування розчинів заданої концентрації»	4
4.	Лабораторна робота «Водневий показник. Гідроліз солей»	4
5.	Лабораторна робота «Комплексні сполуки»	4
6.	Лабораторна робота «Окисаційно-відновні реакції»	4
<b>Всього годин</b>		<b>16</b>

### 4. Індивідуальні завдання

#### Перелік тем рефератів

1. Предмет, завдання, закони біогеохімії.
2. Характеристика обраного елемента Періодичної системи.
3. Періодичний закон Менделєєва і його значення в науці.
4. Трансуранові елементи або чи є у таблиці Менделєєва кінець?
5. Історія відкриття хімічних елементів 110-118.
6. Життя і хімія вуглецю.
7. Така незвичайна звичайна вода.
8. Фізичне і хімічне вивітрювання. Гідроліз.
9. Радіоактивність ґрунтів України.
10. Важкі природні радіонукліди.
11. Легкі природні радіонукліди.
12. Колообіг Фосфору в природі.
13. Колообіг Нітрогену в природі.
14. Цикли Оксигену.
15. Глобальний біогеохімічний цикл Карбону. Фотосинтез.

16. Властивості та сполуки біометалів (Натрію, Калію, Магнію, Кальцію тощо).
17. Біогеохімія обраного елемента на вибір (Феруму, Хрому, Ауруму, Купруму, Урану, Молібдену, Вольфраму, Стануму тощо).
18. Еволюція біогеохімічних циклів та їх роль у формуванні біогенних відкладень.
19. Біогеохімічний колообіг елементів в різних середовищах біосфери.
20. Взаємодія біогеохімічних циклів.
21. Біогеохімічна характеристика глобальних екосистем.
22. Роль мікроорганізмів в біогеохімічних циклах.
23. Біогеохімічна адаптація людини в навколишньому середовищі.
24. Геохімічні особливості геосфер земної кори та біосфери.
25. Будова Сонячної системи та розподіл в ній хімічних елементів.
26. Будова Землі, особливості геохімічного та біогеохімічного складу її оболонок.
27. Склад земної кори та фактори міграції хімічних елементів.
28. Механізми утворення та розкладу озону в атмосфері.
29. Роль первинних та вторинних деструкторів у біогеохімічному колообігу речовин в екосистемі.
30. Екологічні проблеми людства.
31. Оточуюче середовище як хімічний та біологічний реактор синтезу шкідливих речовин.
32. Людина і природа. Екологічні проблеми сьогодні, шляхи вирішення.
33. Завдання хімічної науки в розв'язанні екологічних проблем.
34. Проблема аерозольного забруднення атмосфери. Смог.
35. Безпечна для довкілля хімія («green chemistry»).
36. Хімічні методи аналізу в моніторингу довкілля.
37. Вплив хімічної та нафтохімічної галузей промисловості на екологічний стан навколишнього середовища.
38. Основні хіміко-екологічні проблеми атмосфери та їх вирішення.

39. Основні хіміко-екологічні проблеми гідросфери та їх вирішення.
40. Основні проблеми хіміко-екологічні літосфери та їх вирішення.
41. Сучасні досягнення в хімії атмосфери.

## **5. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Основи теоретичної хімії: підручник / В.Т. Яворський – 3-тє вид., доп. та доопрац. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2016. – 380 с. – ISBN 978-617-607-907-1.
2. Основи біогеохімії: навчальний посібник / В.М. Шмандій, Л.А. Безденежних – Стереотип. Вид. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 176с.
3. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. I, II, изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Химия, 1974. – 688с.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2005. – 639с.
5. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія: задачі та вправи: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 400с.
6. Левітін Є.Я. Загальна та неорганічна хімія. Підручник. [для студ., аспір., виклад. і практ. працівн.] / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова; [ЦМК Мін-во охорони здоров'я України]. –Вінниця: Нова книга, 2003. – 468 с.: іл., 55 рис., 39 табл. –ISBN 5-7766-0784-1.
7. Федішин Б.М., Заблоцька О.С., Дорохов В.І., Павлюк Г.В., Вовк М.В. Хімія з основами біогеохімії. Навчальний посібник / За ред. Б.М. Федішина. Видавництво ЖНАЕУ, 2010. – 546 с.
8. Перельман А.И. Геохимия. Изд. 3-е. – М.: Ленинград, 2016. – 544с.
9. Ферсман А. Занимательная геохимия. Химия земли / Александр Ферсман. – СПб.: ООО «Торгово-издательский дом «Амфора»», 2016. – 461.
10. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.
11. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 1-3.- М.: Химия, 1973.
12. Кемпбел Дж. Современная общая химия. Т.1-3. - М.: Мир, 1975.

13. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С., Кінжибало В.В. Основи загальної хімії / За ред. В.С. Телегуса: Підручник. – Львів: Світ, 2000. – 424 с.

14. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.

15. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.

16. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480 с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.

17. Загальна та неорганічна хімія у двох частинах: Підручник. Частина I, II [для студ. вищ. навч. закл.] / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Іванов; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 212 від 03.06.1999]. – Київ: Пед. преса, 2000. – 784 с.: іл., 125 рис., 63 табл. – Бібліогр.: с. 771 (28 назв). – Імен. покажч.: с. 772–773. – Предметн. покажч.: с. 774–783. – ISBN 955-7320-13-8.

### Допоміжна

1. Глінка Н.Л. Загальна хімія / За ред. В.А. Рабіновича. – 5-е вид. – Київ: Вища шк., 1982. – 608 с.

2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I – IV групп: Справ. изд. / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др.; Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1988. – 511 с.

3. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V – VIII групп: Справ. изд. / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др.; Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 592 с. ISBN 5-7245-0264-X.

4. Жак О.В., Каличак Я.М. Загальна хімія: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 368 с.

5. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. - М.: Химия, 1981. – 345 с.: ил.
6. Реми Г. Курс неорганической химии. – М.: Мир, 1963, Т.1. – 920 с.; 1966, Т.2. – 836 с.
7. Слободяник М.С., Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю., Павленко В.О., Пономарьова В.В. Хімія: Навчальний посібник. – Київ: Либідь, 2003. – 352 с. – Табл. 19. – Бібліогр.: с. 340-341 (16 назв).
8. Делимарский Ю.К., Неорганическая химия. – К.: Высш. школа, 1973. - 196 с.
9. Басов В.П., Родіонов В.М., Хімія: Навч. посіб. 5-е вид. – К.: Каравела, 2005. – 320с.
10. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія: задачі та вправи: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 400с.
11. Хьюи Дж., Неорганическая химия. – М.: Химия. – 1987. – 696 с.
12. Шрайвер Д., Эткінс П. Неорганическая химия. В 2-х т. Т.2 / Пер. с англ. А.И. Жирова, Д.О. Чаркина, М.Г. Розовой, С.Я. Истомина, М.Е. Тамм. – М.: Мир, 2004. – 486 с., ил. – ISBN 5-03-003629-6.

## **6. Перелік питань для виконання контрольних робіт**

1. Предмет хімії та її завдання. Місце хімії в системі хімічних наук. Значення та роль хімії. Основні поняття біогеохімії.
2. Основні поняття та закони хімії.
3. Основні положення і поняття атомно-молекулярної теорії.
4. Атом, молекула, йон, радикал. Хімічний елемент. Проста і складна речовина. Алотропія та алотропні модифікації. Поліморфізм. Хімічні реакції. Необхідні умови для проходження реакцій. Ознаки хімічної реакції.
5. Класифікація хімічних реакцій за різними ознаками: тепловим ефектом, складом реагентів, агрегатним станом, механізмом перебігу і т.д.
6. Атомна одиниця маси. Відносні атомна та молекулярна маси. Кількість речовини. Моль. Молярна маса і молярний об'єм.
7. Закон об'ємних відношень.

8. Закон Авогадро та висновки з нього.
9. Густина газу. Відносна густина газу. Розрахунок молярної маси газуватих речовин (за молярним об'ємом, за відносною густиною).
10. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Закон парціальних тисків.
11. Закон збереження маси та енергії. Рівняння Ейнштейна. Стехіометрія.
12. Закон сталості складу Пруста. Речовини з молекулярною та немоллекулярною структурою. Дальтоніди і бертоліди.
13. Хімічний еквівалент. Молярна маса та молярний об'єм еквівалентної речовини. Визначення молярних мас еквівалентів хімічних елементів та їх сполук (оксидів, кислот, основ, солей).
14. Залежність молярної маси еквівалента від умов хімічної реакції. Закон еквівалентів. Закон кратних відношень Дальтона.
15. Сучасне трактування стехіометричних законів.
16. Історія розвитку уявлень про складність будови атома.
17. Закон Мозлі. Рівняння Планка. Постулати Нільса Бора. Відкриття нейтрону.
18. Сучасні уявлення про будову атома. Основний і збуджений стан електрона.
19. Будова та склад атомних ядер. Протонно-нейтронна модель ядра (Іваненко, Гапон, Гейзенберг). Нуклони та їх різновиди. Масове число. Ізотопи, ізотони, ізобари.
20. Енергія зв'язку. Поняття про ефективний заряд ядра атома. Екранування заряду ядра електронами. Поняття про дефект маси.
21. Хвильова теорія будови атома. Подвійна природа електрону. Принцип невизначеності Гейзенберга, рівняння Де-Бройля. Електронна густина.
22. Атомна орбіталь. Характеристика стану електрона квантовими числами.

23. Будова багатоелектронних атомів. Розподіл електронів на енергетичних рівнях і підрівнях. Принцип Паулі і ємність електронних рівнів та підрівнів.

24. Правило Гунда і послідовність заповнення атомних орбіталей електронами. Правило Клечковського (правило найменшого запасу енергії). Способи зображення електронних структур атомів. Електронні формули атомів у збудженому стані. Електронні формули йонів. Стабільні і нестабільні електронні конфігурації.

25. Хімічні елементи та їх систематика.

26. Періодичний закон Менделєєва як основа хімічної систематики і подальшого розвитку хімії. Варіанти зображення Періодичної системи. Структура Періодичної системи елементів.

27. Класифікація хімічних елементів за будовою електронної оболонки (s-, p-, d-, f-елементи) і за властивостями ізолюваних атомів хімічних елементів (метали, неметали, інертні елементи).

28. Електронні формули s-, p-, d-, f-елементів: скорочені та повні електронні формули. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів А- і В- підгруп. Розміщення s-, p-, d-, f-елементів у Періодичній системі.

29. Атомні характеристики. Розміри атомів і йонів. Ковалентні, йонні, металічні та вандерваальсові радіуси.

30. Зміна атомних і йонних радіусів у періодах і групах. Лантаноїдне стиснення.

31. Енергетичні характеристики атомів. Енергія йонізації атомів. Зміна величин енергії йонізації атомів по періодах і групах. Енергія спорідненості до електрона. Зміна величин енергії спорідненості до електрона по періодах і групах.

32. Поняття про електронегативність елементів.

33. Ступінь оксидації ізолюваних атомів хімічних елементів та в сполуках. Ступінь оксидації хімічних елементів за періодами і підгрупами Періодичної системи елементів.



34. Розвиток уявлень про хімічний зв'язок. Основні типи хімічного зв'язку.

35. Ковалентний зв'язок, умови його утворення. Квантово-механічні методи трактування ковалентного зв'язку. Метод валентних зв'язків, основні положення. Обмінний та донорно-акцепторний механізми утворення ковалентного зв'язку. Насичуваність ковалентного зв'язку.

36. Кількісні характеристики хімічних зв'язків. Міцність зв'язку. Енергія зв'язку. Довжина зв'язку. Кратність зв'язку. Способи перекривання електронних орбіталей.  $\sigma$ -,  $\pi$ - та  $\delta$ - зв'язки. Одинарний і кратні зв'язки. Полярність зв'язку. Дипольний момент хімічного зв'язку.

37. Полярні і неполярні молекули. Дипольний момент молекул. Напрявленість хімічних зв'язків.

38. Концепція гібридизації атомних орбіталей. Прості типи гібридизації:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$  (на прикладі атомів Берилію, Бору, Карбону, Нітрогену, Оксигену, Сульфуру, Хлору, Ксенону). Валентні кути (кути між зв'язками).

39. Основні положення теорії молекулярних орбіталей (МО). Молекулярні орбіталі як лінійна комбінація атомних орбіталей (МО ЛКАО). Класифікація МО. Визначення порядку (кратності) зв'язків.

40. Йонний зв'язок. Ненапрявленість і ненасиченість йонного зв'язку. Розміри позитивно і негативно заряджених йонів. Поляризуюча дія і здатність до поляризації йонів.

41. Водневий зв'язок, природа і особливості водневого зв'язку. Напрявленість. Енергія і довжина. Види водневого зв'язку: міжмолекулярний і внутрішньомолекулярний. Вплив водневого зв'язку на властивості речовин.

42. Металічний зв'язок. Зонна теорія твердого тіла. Утворення енергетичних зон при перекриванні орбіталей. Зона провідності, заборонена зона, валентна зона. Електрони і дірки. Типи твердих тіл з позиції зонної теорії: метали, напівпровідники (n- і p-напівпровідники), ізолятори (діелектрики).

43. Міжмолекулярна взаємодія. Сили Ван-дер-Ваальса. Орієнтаційна, індукційна і дисперсійна взаємодія. Енергія вандерваальсового зв'язку. Ненасиченість та ненапрявленість вандерваальсового зв'язку.
44. Вплив вандерваальсових взаємодій на властивості речовин.
45. Класифікація неорганічних сполук за їх складом, хімічними та функціональними ознаками.
46. Номенклатура неорганічних сполук. Мінералогічна, українська, раціональна, систематична (правила ІЮПАК) номенклатури; тривіальні назви.
47. Прості речовини. Метали і неметали в Періодичній системі. Границя Цинтля.
48. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів, фізичних властивостей і хімічної активності у групах і періодах Періодичної системи.
49. Бінарні сполуки, їх склад і будова. Сполуки Гідрогену.
50. Сполуки з Оксигеном: субоксиди, оксиди, пероксиди, супероксиди, озоніди.
51. Галогеніди. Халькогеніди.
52. Нітриди, фосфіди.
53. Карбіди, силіциди, германіди.
54. Бориди.
55. Металіди.
56. Оксиди. Типи оксидів: солетворні і несолетворні; основні, кислотні, амфотерні.
57. Тип хімічного зв'язку в оксидах. Залежність хімічного характеру оксидів від положення елемента у Періодичній системі та від ступеня оксидації елемента.
58. Способи добування оксидів.
59. Хімічні властивості оксидів.
60. Гідроксиди. Типи гідроксидів.
61. Кислотно-основний характер дисоціації гідроксидів залежно від положення елемента в Періодичній системі.
62. Оксидаційно-відновні властивості гідроксидів.

63. Основи і кислоти з точки зору теорії електролітичної дисоціації.
64. Амфотерні гідроксиди.
65. Концепції кислот–основ. Кислотно-основна теорія Арреніуса. Протолітична теорія Бренстеда-Лоурі. Теорія сольвосистем (Франклін, Кеді). Електронна теорія Льюїса. Теорія жорстких та м'яких кислот і основ Пірсона. Сутність реакції нейтралізації у світлі кожної з теорій.
66. Кислоти. Основність кислот. Класифікація кислот: безоксигенові, оксигенвмісні, пероксокислоти, сульфурвмісні, галогенвмісні; сильні, слабкі; одноосновні, двоосновні, багатоосновні; оксидники, неоксидники; нейтральні, заряджені; спряжені; оксокислоти, ізополікислоти, гетерополікислоти.
67. Одержання кислот.
68. Хімічні властивості кислот.
69. Основи. Кислотність основи.
70. Номенклатура основ. Сильні основи (луги) і слабкі основи.
71. Добування основ.
72. Хімічні властивості основ.
73. Амфотерні гідроксиди. Номенклатура. Добування амфотерних гідроксидів. Хімічні властивості амфотерних гідроксидів.
74. Солі. Солі оксигенвмісних і безоксигенових кислот. Типи солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і оксосолі), подвійні, змішані та комплексні. Номенклатура солей.
75. Одержання солей.
76. Термічний розклад солей. Реакції взаємодії кислих, середніх і основних солей між собою, а також з оксидами, кислотами, основами.
77. Основні поняття координаційної хімії (комплексна сполука, аддукт, центральна частинка, ліганд, донорний атом, координаційна сфера, координаційне число, дентатність).
78. Чинники, що визначають здатність атомів і йонів виступати в ролі комплексоутворювачів. Розташування типових комплексоутворювачів в Періодичній системі.
79. Типи координаційних сполук.

80. Сучасна номенклатура та просторова будова координаційних сполук.
81. Катіонні, аніонні та нейтральні комплекси. Моноядерні та поліядерні сполуки. Сполуки з негативним та нульовим ступенями окисації. Способи одержання аквакомплексів. амінокомплексів. ацидокомплексів, гідроксокомплексів, їх будова та властивості.
82. Хелатні та внутрішньокомплексні сполуки. Ліганди координаційних сполук.
83. Хімічні та фізико-хімічні ознаки утворення комплексів у розчині.
84. Дисоціація комплексів. Константа дисоціації й константа утворення. Ступінчастий характер утворення комплексів.
85. Геометрична і оптична ізомерія інертних комплексів. Взаємний вплив лігандів у координаційній сфері.
86. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках. Теорія валентних зв'язків. Гібридизація орбіталей центрального атома при утворенні октаедричних, тетраедричних і квадратних комплексів. Внутрішньоорбітальні та зовнішньоорбітальні комплекси.
87. Теорія кристалічного поля (ТКП). Розщеплення d-орбіталей центрального атома в кристалічному полі октаедричного, тетраедричного і квадратного комплексу. Низькоспінові і високоспінові комплекси. Енергія розщеплення. Теорія поля лігандів як розвиток теорії кристалічного поля.
88. Методи синтезу координаційних сполук. Взаємний вплив координуваних груп.
89. Реакції координаційних сполук. Класифікація. Кисотно-основні і окисаційно-відновні властивості координаційних сполук.
90. Застосування координаційних сполук.
91. Означення термодинаміки. Загальна, технічна та хімічна термодинаміка. Основні завдання та поняття хімічної термодинаміки.
92. Системи відкриті, закриті і ізольовані. Екстенсивні та інтенсивні властивості системи.

93. Перше начало термодинаміки. Ентальпія. Стандартна ентальпія утворення речовини. Ентальпія згоряння.

94. Стандартна ентальпія хімічної реакції. Зміна ентальпії в ході реакції і напрям протікання реакції. Зміна ентальпії при фазових переходах.

95. Тепловий ефект реакції та його експериментальне визначення. Термохімія. Термохімічні рівняння. Закон Гесса і його практичне використання. Наслідки із закону Гесса. Типи процесів і стандартні термохімічні величини. Залежність теплового ефекту від температури. Термохімічні цикли.

96. Друге начало термодинаміки. Напрямок процесів. Самовільні процеси. Термодинамічні оборотні (квазістатичні) і необоротні процеси. Поняття про ентропію. Стандартна ентропія речовини.

97. Вплив температури на величину ентропії. Стандартна зміна ентропії системи при фазових перетвореннях, при протіканні хімічних реакцій. Передбачення знаку зміни ентропії в хімічних реакціях.

98. Об'єднання першого і другого начал термодинаміки. Енергія Гіббса і енергія Гельмгольца як основні критерії напрямку самовільних процесів і рівноваги в неізольованих системах. Співвідношення між енергією Гіббса, ентальпією і ентропією системи.

99. Хімічна кінетика. Швидкість хімічної реакції.

100. Чинники, що визначають швидкість хімічної реакції: концентрація реагуючих речовин, тиск, температура, наявність каталізатора, взаємна орієнтація молекул у момент зіткнення.

101. Закон дії мас Гульдберга-Вааге, його застосування для гомогенних і гетерогенних процесів.

102. Молекулярність і порядок реакцій. Лімітуюча стадія реакції. Константа швидкості хімічної реакції. Кінетичні криві для вихідних речовин і продуктів реакції.

103. Методи визначення порядку реакції і константи швидкості.

104. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Температурний коефіцієнт швидкості. Наближене правило Вант-Гоффа. Енергія активації, її фізичний зміст, методи визначення з експериментальних даних.

105. Чинники, що визначають величину енергії активації. Енергія активації і швидкість реакції. Рівняння Арреніуса. Перехідний стан чи активований комплекс. Енергія активації і тепловий ефект реакції. Реакції з нульовою енергією активації.

106. Вплив каталізаторів на швидкість хімічної реакції. Гомогенні і гетерогенні каталітичні реакції. Вплив каталізаторів на константу швидкості і енергію активації реакції. Механізм каталізу. Основні положення теорії каталізу. Активні центри на поверхні каталізаторів.

107. Оборотні і необоротні хімічні реакції. Хімічна рівновага. Залежність положення рівноваги від температури, концентрації і тиску.

108. Константа хімічної рівноваги і чинники, які визначають її величину. Співвідношення величини зміни енергії Гіббса і константи рівноваги хімічної реакції.

109. Зсув хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє-Брауна. Особливості рівноваги в гетерогенних системах.

110. Розчини. Класифікація розчинів за агрегатним станом їх компонентів: газові, рідкі, тверді розчини. Розчинення як фізико-хімічний процес.

111. Теорії розчинів. Поняття "розчинник" і "розчинена речовина". Зміна ентальпії і ентропії при розчиненні речовин. Охолоджуючі суміші.

112. Властивості рідин як розчинників. Протонні та апротонні розчинники. Сольватація: фізична та хімічна.

113. Особливі властивості води як розчинника: йонізуюча дія води, самойонізація води, реакції взаємодії з розчиненою речовиною. Причини, що обумовлюють ці властивості.

114. Гідрати. Кристалогідрати.

115. Розчинність речовин. Коефіцієнт розчинності. Вплив природи розчиненої речовини і розчинника, температури і тиску на розчинність речовин.

116. Розчини насичені, ненасичені, пересичені, концентровані і розбавлені. Розчинність твердих речовин. Криві розчинності. Розчинність рідин.

117. Критична температура розчинення. Розчинність газів. Залежність розчинності газів від температури та тиску. Закон Генрі. Розчинність суміші газів. Закон Дальтона. Азеотропні суміші. Гранично розбавлені розчини.

118. Способи вираження кількісного складу розчинів: масова частка розчиненої речовини, молярна частка розчиненої речовини, молярна концентрація речовини, молярна концентрація еквівалентів речовини (нормальність), титр, молярність.

119. Властивості розчинів електролітів. Непідпорядкованість розчинів електролітів законам Рауля і Вант-Гоффа. Ізотонічний коефіцієнт.

120. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса та її розвиток І.А.Каблуковим. Електроліти і неелектроліти. Чинники, що визначають схильність речовин до електролітичної дисоціації: міра йонности зв'язків, енергія зв'язків, здатність до поляризації молекул розчиненої речовини, полярність молекул розчинника, взаємодія між молекулами розчинника і частинками розчиненої речовини. Механізм дисоціації. Сольватація (гідратація) йонів в розчині (фізична та хімічна).

121. Дисоціація солей. Сильні і слабкі електроліти. Константа і ступінь дисоціації електролітів.

122. Чинники, що впливають на їх величини (природа електроліту, природа розчинника, температура, концентрація розчину, вплив однойменних йонів).

123. Методи визначення ступеня електролітичної дисоціації.

124. Сучасні погляди на процеси електролітичної дисоціації. Закон розбавлення Оствальда. Ступінчастий характер дисоціації.

125. Константа дисоціації води. Йонний добуток.

126. Вплив температури на дисоціацію води. Водневий показник середовища (рН). Гідроксильний показник середовища (рОН).
127. Методи вимірювання рН. Кислотно-основні індикатори.
128. Важкорозчинні електроліти. Рівновага між осадом і насиченим розчином. Добуток розчинності і розчинність речовин.
129. Вплив однойменних йонів на розчинність речовин. Переведення важкорозчинних осадів в розчинний стан в результаті утворення комплексної сполуки; малодисоційованої розчинної у воді речовини; окиснення осаду. Вплив рН розчину на утворення важкорозчинної речовини. Умови осадження та розчинення осаду електроліту.
130. Обмінні реакції між йонами у водних розчинах. Загальні умови їх протікання до кінця (утворення малодисоційованої сполуки, утворення малорозчинної сполуки, утворення газоподібної сполуки). Повні і скорочені йонні рівняння.
131. Гідроліз солей. Гідроліз солей по катіону і по аніону. Молекулярні і йонні рівняння гідролізу. Ступінчастий гідроліз багатозарядних йонів.
132. Полімеризація і поліконденсація продуктів гідролізу багатозарядних йонів. Умови протікання реакцій гідролізу до кінця.
133. Гідроліз кислих солей. Гідроліз важкорозчинних солей. Спільний гідроліз солей. Ступінь гідролізу.
134. Вплив концентрації розчину, температури, рН середовища на ступінь гідролізу.
135. Константа рівноваги реакції гідролізу. Термодинамічні характеристики процесу гідролізу (зміна енергії Гіббса, ентальпії та ентропії). Умови пригнічення гідролізу.
136. Загальні принципи одержання солей, які легко гідролізують, їх очищення і сушіння.
137. Оксидаційно-відновні процеси.
138. Залежність оксидаційно-відновних функцій атомів елементів від їх розташування в Періодичній системі.



139. Сполуки в окисаційно-відновних реакціях в лабораторіях та в промисловості. Окисаційно-відновна двоїстість. Класифікація окисаційно-відновних реакцій (ОВР).

140. Складання окисаційно-відновних реакцій за формальним принципом (електронний баланс) та за принципом йонно-електронних напіврівнянь.

141. Чинники, які визначають напрям і глибину протікання окисаційно-відновних процесів.

142. Електрохімічні процеси. Подвійний електричний шар. Електродні потенціали металів. Рівняння Нернста. Залежність електродного потенціалу від рН середовища.

143. Стандартний водневий електрод. Електрохімічний ряд напруг металів. Хімічні джерела електричної енергії. Гальванічні елементи.

144. Електроліз. Типи електролізу (електроліз з розчинним та нерозчинним анодами). Схеми процесів на електродах (інертних і активних) при електролізі розтопів і водних розчинів.

145. Послідовність розрядження йонів та молекул води. Окисація на аноді простих і складних аніонів. Закони Фарадея (закони електролізу).

146. Практичне застосування електролізу. Одержання і очистка металів. Гальваностегія і гальванопластика.

147. Корозія металів як електрохімічний процес їх руйнування.

148. Види корозії (суцільна, місцева, селективна). Хімічна і електрохімічна корозія металів.

149. Негативні наслідки корозії. Способи захисту металів від корозії. Захисні покриття: неметалічні та металічні. Електрохімічні методи захисту (катодний і анодний протекторний захист).

150. Основні поняття біогеохімії.

151. Походження хімічних елементів. Розповсюдження хімічних елементів у космосі. Хімічний склад зірок. Розповсюдженність елементів в Сонячній системі. Хімічний склад Сонця. Хімічний склад Місяця. Хімічний склад планет Сонячної системи.

152. Розповсюдження хімічних елементів на Землі. Класифікація хімічних елементів з точки зору їх локалізації у природі: атмофільні, літофільні, халькофільні, сидерофільні.

153. Хімічний склад гідросфери.

154. Хімічний склад атмосфери.

155. Хімічний склад літосфери.

156. Геохімія. Закони геохімії. Основний закон геохімії Гольдшмідта. Зв'язок розповсюдження хімічних елементів з будовою атомних ядер. Правило Оддо-Гаркінса. Магічні ядра. Вміст елементів у земній корі. Кларки. Поширені, рідкісні та розсіяні елементи. Вміст мікроелементів у об'єктах біосфери. Макро- та мікроелементи.

157. Гідроген та сполуки Гідрогену. Загальна характеристика Гідрогену. Проблема розміщення Гідрогену в Періодичній системі хімічних елементів. Особливості будови атома Гідрогену.

158. Ізотопи Гідрогену – Протій, Дейтерій і Тритій. Радіоактивність Тритію. Енергія йонізації і спорідненості до електрону атома Гідрогену. Валентність і ступінь оксидації атому.

159. Розповсюдженість та форми знаходження Гідрогену в природі. Вміст Гідрогену в космосі.

160. Лабораторні і промислові способи одержання водню. Зберігання водню.

161. Металгідридні батареї. Одержання дейтерію і тритію.

162. Фізичні властивості водню. Розчинність у воді та неполярних розчинниках. Фізико-хімічні властивості ізотопів Гідрогену. Рідкий водень. Модифікації молекули  $H_2$ : орто- і пара-водень. Орто- і пара-дейтерій. Металічний водень.

163. Хімічні властивості Гідрогену. Молекулярний і атомарний Гідроген. Йон гідроксонію  $H_3O^+$ . Гідроген як відновник і як окисник. Взаємодія водню з металами і неметалами. Радикальний механізм взаємодії водню з хлором. Вибух гримучого газу.

164. Гідриди як сполуки Гідрогену з металами і неметалами. Типи гідридів: йонні (солеподібні), ковалентні, металоподібні (гідриди перехідних металів).

165. Розчинність водню в металах. Фізичні і хімічні властивості гідридів. Одержання і застосування гідридів.

166. Вода як найважливіша сполука Гідрогену. Розповсюдження води в природі та її запаси. Роль води в біосфері і в геосфері.

167. Будова молекули води. Схема молекулярних орбіталей молекули  $H_2O$ . Асоціація молекул води за рахунок водневих зв'язків. Аномальні властивості води.

168. Фізичні і хімічні властивості води. Кристалогідрати. Важка вода, її властивості.

169. Проблеми очищення води.

170. Застосування Гідрогену та його сполук. Водень як перспективне паливо. Воднева енергетика. Значення ізотопів Гідрогену для ядерної техніки. Техніка безпеки при роботі з воднем.

171. Будова атомів металів I групи. Електронні конфігурації. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Особливості будови атома і йону Літію.

172. Розповсюдженість та форми знаходження в природі металів I групи.

173. Методи одержання простих речовин металів I групи.

174. Фізичні властивості металів металів I групи.

175. Хімічна активність металів I групи. Її зміна в групі Літій – Цезій. Відношення лужних металів до водню, кисню, галогенів, азоту, вуглецю, сірки, води, кислот.

176. Зберігання лужних металів. Амальгами.

177. Гідриди металів I групи. Властивості. Гідроліз.

178. Сполуки металів I групи з Оксигеном. Оксиди. Пероксиди. Надпероксиди (супероксиди). Озоніди. Будова. Відношення до води. Оксидаційно-відновні властивості. Гідроксиди. Будова. Фізичні та хімічні

властивості. Зміна сили основ по групі. Гідроксиди Натрію (каустична сода) і Калію. Принцип їх промислового одержання.

179. Солі металів I групи. Термічна стійкість солей. Розчинність у воді. Схильність солей Літію до гідратації.

180. Застосування лужних металів у промисловості.

181. Будова атомів металів II групи. Електронні конфігурації. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона по групі. Валентність і ступені оксидації атомів.

182. Розповсюдженість та форми знаходження в природі металів II групи.

183. Методи одержання простих речовин металів II групи.

184. Фізичні властивості металів металів II групи.

185. Хімічні властивості металів металів II групи. Відношення до водню, кисню, води, кислот, галогенів, азоту. Відношення Берилію до лугів.

186. Кальцію оксид (негашене вапно). Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Зміна сили основ по групі. Амфотерність берилій гідроксиду. Термічна стійкість гідроксидів. Принципи одержання. Кальцію гідроксид (гашене вапно).

187. Солі металів II групи. Солі Берилію в катіонній і аніонній формах (берилати). Подвійні солі Магнію. Твердість води (тимчасова (карбонатна), постійна (некарбонатна)). Одиниці твердості. Способи пом'якшення води. Сучасні методи очищення води. Застосування металів ІІА групи та їх сполук.

188. Будова атомів ІІІА групи. Зміна атомних радіусів і енергій йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищих ступенях оксидації атомів по групі.

189. Бор. Історія відкриття та походження назви. Будова атома. Розповсюдженість та знаходження в природі. Виділення та очищення простої речовини бору з бури. Одержання бору високої чистоти (напівпровідникового бору). Фізичні властивості. Кристалічна та аморфна модифікації.

190. Хімічні властивості бору. Хімічна інертність кристалічного бору. Хімічна активність аморфного бору. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Застосування сполук Бору.

191. Алюміній. Історія відкриття та походження назви. Розповсюдженість та форми знаходження Алюмінію в природі. Промисловий метод одержання алюмінію електролізом розтопу глинозему. Фізичні властивості. Хімічна активність. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Застосування металічного алюмінію та його стопів

192. Галій. Індій. Талій. Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика елементів підгрупи Галію. Валентні стани елементів підгрупи Галію. Зміна стійкості сполук, що містять Галій, Індій, Талій в ступенях оксидації (III) і (I).

193. Розповсюдженість та форми знаходження Галію, Індію, Талію в природі.

194. Суть методів одержання Галію, Індію, Талію з руд.

195. Фізичні властивості Галію, Індію, Талію. Природа низької температури плавлення і високої температури кипіння Галію.

196. Хімічні властивості Галію, Індію, Талію. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Особливості оксидаційно-відновних властивостей сполук Талію.

197. Оксиди елементів Галію, Індію, Талію (III). Їх порівняльна стійкість. Талій (I) оксид.

198. Талій (I) гідроксид.

199. Амфотерність оксидів і гідроксидів тривалентних Галію, Індію, Талію. Солі Галію, Індію, Талію (III).

200. Солі Талію (I). Оксидаційно-відновні властивості сполук Талію (I) і Талію (III). Їх гідроліз.

201. Галлати. Комплексні сполуки. Аміакати. Застосування сполук Галію, Індію, Талію.

202. Будова атомів IVA групи. Зміна атомних радіусів, енергії йонізації, електронегативності по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації атомів по групі.

203. Карбон. Особливості будови атома, здатність утворювати зв'язки C-C різної кратності. Різноманіття сполук Карбону, його валентні форми.

204. Розповсюдженість та форми знаходження Карбону в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Карбону.

205. Принципи одержання вуглецю. Виробництво графіту. Виробництво алмазів, коксу, сажі, активованого вугілля.

206. Одержання фулеренів та фулериту. Фізичні властивості. Алотропні модифікації Карбону: алмаз, графіт, карбін, фулерит. Особливості їх будови. Фулерени – молекулярна форма Карбону. Структура та види фулеренів.

207. Аморфні форми Карбону: вугілля, сажа, скло вуглець. Нанотрубки – молекулярні структури із графітових шарів.

208. Хімічні властивості Карбону. Оксидаційно-відновні властивості. Реакційна здатність. Відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів. Взаємодія з кремнієм, фосфором, сіркою, хлором. Сполуки включення графіту (інтеркальовані сполуки).

209. Сполуки з металами. Карбіди металів. Типи карбідів: йонні, ковалентні, металоподібні (карбіди вкорінення). Відношення карбідів різних типів до води і кислот. Карбіди Сульфуру (сірковуглець), Нітрогену (диціан), Силіцію (карборунд) та ін.

210. Оксиди Карбону. Токсичність карбон (II) оксиду. Карбон (IV) оксид. Будова молекули. Фізичні і хімічні властивості. Відношення до води, лугів. Одержання. Застосування. Вплив вуглекислого газу на довкілля.

211. Застосування простої речовини та сполук Карбону.

212. Силіцій. Будова атома. Розповсюдженість та форми знаходження Силіцію в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Силіцію.

213. Виділення та промислове виробництво кремнію. Одержання кристалічного та аморфного кремнію.

214. Фізичні властивості Силіцію. Алотропні модифікації – кубічна та гексагональна. Напівпровідникові властивості кремнію.
215. Хімічні властивості кристалічного та аморфного кремнію. Оксидційно-відновні властивості. Реакційна здатність. Відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів.
216. Оксиди Силіцію (II, IV). Їх стійкість. Монооксид силіцію: одержання та властивості. Силіцій (IV) оксид. Аморфна і кристалічна форми. Природні різновиди  $\text{SiO}_2$ : кварц, тридиміт, кристобаліт. Кварцеве скло.
217. Відношення силіцій (IV) оксиду до води, кислот, лугів. Силікатні кислоти і їх солі. Мономерна ортосилікатна кислота та її полімеризація. Полісилікатні кислоти. Одержання. Силікагель як адсорбент. Орто-, мета- і полісилікати. Гідроліз. "Рідке скло".
218. Скло. Тугоплавкі кераміки на основі Силіцію. Порцеляна.
219. Германій. Станум. Плюмбум. Загальна характеристика елементів підгрупи Германію. Розповсюдженість та форми знаходження у природі. Одержання простих речовин. Фізичні властивості.
220. Напівпровідникові властивості Германію. Алотропні модифікації Стануму.  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -олово (біле і сіре олово).  $\alpha$ -олово – "бездірковий" напівпровідник. Природа "крику" олова.
221. Хімічні властивості елементів підгрупи Германію. Зміна реакційної здатності в ряду Ge-Sn-Pb. Відношення до кисню та інших неметалів. Взаємодія з кислотами-неоксидниками і кислотами-оксидниками, лугами.
222. Оксиди Германію, Стануму, Плюмбуму. Оксиди елементів (II, IV). Їх порівняльна стійкість. Складні оксиди Плюмбуму. Свинцевий сурик.
223. Кислотно-основні і оксидційно-відновні властивості оксидів. Їх відношення до води, кислот, лугів. Гідроксиди Германію, Стануму, Плюмбуму і їх солі. Гідроксиди елементів (II, IV). Застосування Германію, Стануму, Плюмбуму та їх сполук.
224. Загальна характеристика елементів VA групи. Будова атомів. Зміна по групі атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона,

електронегативності. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів по групі.

225. Нітроген. Будова атома Нітрогену. Різноманіття ступенів оксидації (від -3 до +5). Причини, що обумовлюють стійкість двоатомних молекул Нітрогену. Хімічний зв'язок в молекулі азоту з позицій теорії ВЗ і МО.

226. Розповсюдженість та форми знаходження Нітрогену в природі. Біологічна роль Нітрогену. Колообіг Нітрогену.

227. Лабораторні та промислові способи виробництва азоту.

228. Фізичні властивості азоту.

229. Хімічні властивості простої речовини. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів.

230. Амоніак. Будова молекули. Промислове виробництво синтетичного амоніаку (метод Габера-Боша). Лабораторні способи одержання  $\text{NH}_3$ . Термодинамічна характеристика реакції синтезу амоніаку. Каталізатори синтезу амоніаку. Хімічні властивості амоніаку. Амінокомплекси. Застосування амоніаку і солей амонію.

231. Оксиди Нітрогену (I, II, III, IV, V) будова молекул, фізичні і хімічні властивості одержання.

232. Нітритна кислота  $\text{HNO}_2$ . Оксидаційно-відновні властивості.

233. Нітратна кислота  $\text{HNO}_3$ . Лабораторні і промислові методи одержання нітратної кислоти. Оксидаційні властивості концентрованої і розбавленої нітратної кислоти. Залежність складу продуктів взаємодії нітратної кислоти з металами від концентрації кислоти і природи металу.

234. «Царська вода». Механізм її дії. Застосування нітратної кислоти. Нітруюча суміш (суміш  $\text{HNO}_3$  та  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). «Пекельна суміш» (суміш  $\text{HNO}_3$  та  $\text{HF}$ ). Солі нітратної кислоти – нітрати. Продукти термічного розкладання нітратів. Нітратні добрива (селітри).

235. Застосування азоту та сполук Нітрогену.

236. Фосфор. Загальна характеристика Фосфору. Валентні стани. Явище катенації.



237. Розповсюдженість та знаходження Фосфору в природі. Ізотопи. Глобальний біогеохімічний цикл Фосфору.
238. Одержання фосфору у промисловості. Виробництво білого та червоного фосфору.
239. Фізичні властивості фосфору.
240. Алотропні модифікації Фосфору і особливості їх будови. Структура білого, червоного і чорного фосфору.
241. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів. Диспропорціювання Фосфору у воді.
242. Фосфору (III) оксид: будова молекули, властивості, способи одержання. Причина світіння білого фосфору. Фосфору (V) оксид: будова молекули, одержання, властивості. Оксигенвмісні кислоти Фосфору і їх солі.
243. Ортофосфатна кислота  $H_3PO_4$ . Фосфати середні і кислі. Будова молекул кислот Фосфору, основність, оксидаційно-відновні властивості. Методи одержання ортофосфатної кислоти.
244. Фосфорні добрива. Простий суперфосфат. Подвійний суперфосфат. Преципітат. Фосфоритне борошно. Змішані добрива. Амофос. Азофоска. Миючі засоби на основі фосфатів. Засосування Фосфору та його сполук.
245. Арсен. Стибій. Бісмут. Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Валентні стани Арсену, Стибію і Бісмуту. Зміна стійкості сполук, що містять елементи підгрупи Арсену в ступенях оксидації (III) і (V).
246. Розповсюдженість та знаходження в природі Арсену, Стибію і Бісмуту.
247. Одержання простих речовин з природної сировини Арсену, Стибію і Бісмуту.
248. Фізичні властивості Арсену, Стибію і Бісмуту. Алотропні модифікації Стибію і Арсену.
249. Хімічні властивості простих речовин Арсену, Стибію і Бісмуту. Оксидаційно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів.

250. Найважливіші сполуки Арсену (III) і (V). Найважливіші сполуки Бісмуту (III): оксид і гідроксид, солі і оксосолі. Сполуки Бісмуту (V) - бісмутати, їх одержання і властивості.

251. Сполуки з металами Арсену, Стибію і Бісмуту. Арсеніди, антимоніди (стибіди), бісмутиди: одержання, властивості. Стоп Вуда.

252. Напівпровідникові властивості галій арсеніду GaAs. Сонячні батареї.

253. Застосування сполук елементів підгрупи Арсену, Стибію і Бісмуту.

254. Будова атомів VIA-групи. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрона, електронегативності по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів.

255. Оксиген. Історія відкриття та походження назви. Будова атома Оксигену.

256. Алотропні модифікації кисню. Хімічний зв'язок в молекулі кисню з позицій теорій ВЗ і МО. Парамагнетизм молекули O<sub>2</sub>. Будова молекулярних йонів O<sub>2</sub><sup>+</sup>, O<sub>2</sub><sup>2-</sup> і O<sup>2-</sup> з позицій методу МО.

257. Форми знаходження Оксигену в природі. Ізотопи Оксигену. Процес фотосинтезу. Глобальний біогеохімічний цикл Оксигену.

258. Одержання кисню в лабораторії і промисловості. Джерела кисню (суміші окисників і відновників, «хлоратні свічки»).

259. Фізичні властивості молекулярного кисню.

260. Хімічні властивості кисню. Оксидаційно-відновні властивості.

261. Оксиди і їх класифікація (кислотно-основна, структурна та ін.). Фізичні і хімічні властивості оксидів. Пероксиди і супероксиди (надпероксиди). Одержання.

262. Озон, його фізичні властивості, будова молекули, одержання. Висока реакційна здатність озону. Рідкий озон. Застосування для озонування води і повітря, як окисник в синтезі. Озоніди. Озоновий шар Землі.

263. Застосування кисню. Застосування озонідів, пероксидів і супероксидів.

264. Сульфур. Історія відкриття та походження назви. Будова атому. Характерні валентні стани.
265. Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Глобальний біогеохімічний цикл Сульфуру.
266. Одержання Сульфуру у вигляді простої речовини. Фізичні властивості вільної сірки. Поліморфні модифікації сірки: ромбічна, моноклінна і пластична (полімерна) сірка. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості.
267. Оксиди Сульфуру (IV, VI). Відношення до води, кислот, лугів. Оксидаційно-відновні властивості. Сульфур (VI) оксид (сірчаний ангідрид), його будова, фізичні і хімічні властивості.
268. Сульфітна кислота  $H_2SO_3$ . Кислотні і оксидаційно-відновні властивості.
269. Сульфатна кислота  $H_2SO_4$ . Будова молекули і аніону кислоти. Кислотні і оксидаційні властивості. Властивості розбавленої і концентрованої сульфатної кислоти.
270. Полісульфатні кислоти. Олеум. Сульфати. Купороси.
271. Застосування Сульфуру у вигляді простої речовини і сполук.
272. Селен. Телур. Полоній. Історія відкриття та походження назв. Будова атому. Характерні валентні стани.
273. Розповсюдженість та форми знаходження в природі Селену і Телуру. Одержання простих речовин.
274. Фізичні властивості Селену і Телуру. Поліморфізм Селену і Телуру. Червоний і сірий селен.
275. Хімічні властивості Селену і Телуру. Застосування простих речовин та їх сполук.
276. Будова атомів VIIA групи. Зміна атомних радіусів, енергій йонізації і спорідненості до електрону, електронегативності по підгрупі. Валентність і ступені оксидації атомів.
277. Розповсюдженість та форми знаходження галогенів у природі, найважливіші мінерали.

278. Лабораторні і промислові способи одержання галогенів (хімічні і електрохімічні методи).

279. Фізичні властивості галогенів. Хімічні властивості простих речовин. Оксидаційні властивості.

280. Гідрогенгалогеніди. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Розчини гідрогенгалогенідів у воді. Зміна сили гідрогенгалогенідних кислот у ряду  $\text{HF}-\text{HCl}-\text{HBr}-\text{HI}$ . Травлення скла плавиковою кислотою і газоподібним  $\text{HF}$ . Загальні принципи одержання гідрогенгалогенідів.

281. Галогеніди металів та неметалів. Основні, амфотерні, кислотні галогеніди. Будова молекул, фізичні та хімічні властивості. Галогенангідриди. Порядок витіснення галогенів з розчинів їх галогенідів. Інтергалогеніди (міжгалогенні сполуки).

282. Сполуки галогенів з Оксигеном. Флуориди Оксигену. Оксиди Хлору, Броду, Іоду, Астату. Оксигенвмісні кислоти Хлору, Броду, Іоду.

283. Гіпогалогенітні, галогенітні, галогенатні, пергалогенатні кислоти. Порівняльна стійкість кислот. Кислотні і оксидаційні властивості. Солі оксигенвмісних кислот галогенів. Солі кислот Хлору (гіпохлорити, хлорити, хлорати, перхлорати), Броду, Іоду. Оксидаційні властивості солей. Гіпохлорити Натрію і Кальцію. Жавелева вода. Хлорне вапно. Хлорат калію (бертолетова сіль).

284. Застосування галогенів і їх сполук.

285. Історія відкриття та походження назв елементів VIIIA групи. Особливості електронної будови атомів благородних газів. Валентність і ступені оксидації. Розміри атомів і йонів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Причини хімічної інертності.

286. Розповсюдження благородних газів у природі. Способи одержання та розділення благородних газів. Фракційне розділення зрідженого повітря. Фізичні властивості. Агрегатний стан простих речовин. Гелій-I та Гелій-II. Надтекучість гелію.

287. Хімічні властивості благородних газів. Застосування благородних газів і їх сполук.

288. Особливості будови атомів елементів з металічним характером. Розташування цих елементів в Періодичній системі. Декади d-елементів (3d-, 4d-, 5d-). Ранні та пізні d-елементи. Зміна атомних радіусів, енергії йонізації, електронегативності по групах і періодах. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна по групах стійкості сполук у вищих ступенях оксидації. Схожість хімічних властивостей елементів по періодах і по групах. Особлива близькість властивостей d-елементів V і VI періодів. Особливості властивостей d-елементів III групи, d-елементів IV періоду. Особливості зміни властивостей d-елементів по групах в порівнянні з p-елементами.

289. Розповсюдженість і знаходження металів в природі. Метали життя.

290. Промислові методи одержання металів з руд. Пірометалургія. Металотермія. Алюмотермія. Гідрометалургія. Електроліз у водних розчинах (гідроелектрометалургія) та у розтопах (піроелектрометалургія). Метод термічної дисоціації сполук металів (карбонілів, галогенідів, азидів, оксидів). Одержання металів високої чистоти.

291. Фізичні властивості металів. Температура топлення. Оптичні властивості (металевий блиск, непрозорість). Механічні властивості (пластичність, густина, твердість). Теплові властивості (теплопровідність, питома теплоємність). Електромагнітні властивості (електрична провідність, магнітна сприйнятливість). Діамагнітні, парамагнітні та феромагнітні метали.

292. Стопи. Тверді розчини. Інтерметалічні сполуки. Склад, властивості, застосування. Застосування металів.

293. Будова атомів d-елементів I групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Характер хімічних зв'язків в сполуках.

294. Розповсюдженість та знаходження елементів у природі d-елементів I групи.

295. Фізичні властивості d-елементів I групи.

296. Хімічні властивості d-елементів I групи. Зміна характерних ступенів оксидації в ряду Купрум – Аурум. Зміна хімічної активності у ряду

Купрум – Аурум. Відношення до кисню, галогенів та інших неметалів, води, кислот, лугів. Розчинення золота в «царській воді».

297. Практичне використання Купруму, Аргентуму, Ауруму і їх сполук.

298. Історія відкриття та походження назв. Будова атомів d-елементів II групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів. Група –Hg–Hg.

299. Розповсюдженість та знаходження в природі d-елементів II групи.

300. Методи одержання d-елементів II групи.

301. Фізичні властивості d-елементів II групи. Особливості агрегатного стану ртуті.

302. Хімічні властивості d-елементів II групи. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Амальгами – стопи металів з Меркурієм. Система Na–Hg. Особливості конфігурації  $(n-1)d^{10}ns^2$ . Роль інертної пари валентних s-електронів.

303. Оксиди Цинку і Кадмію. Оксиди Меркурію (I, II). Відношення до води, кислот, лугів. Амфотерні властивості ZnO. Меркурати, цинкати, кадмати. Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи одержання. Солі Цинку в катіонній і аніонній формах. Кислі і основні солі. Солі Меркурію (I, II). Оксидаційно-відновні властивості солей Меркурію. Застосування металів та їх сполук.

304. Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи Скандію (Скандій, Ітрій, Лантан, Актиній). Будова атомів d-елементів III групи. Зміна атомних і йонних радіусів та енергії йонізації по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів.

305. Розповсюдженість та форми знаходження в природі d-елементів III групи.

306. Методи одержання d-елементів III групи.

307. Фізичні властивості d-елементів III групи.

308. Хімічні властивості d-елементів III групи. Особливості хімії Скандію. Основні риси хімії Актинію. Зміна хімічної активності металів по

групі. Відношення металів до кисню, води, кислот, водню. Застосування сполук елементів підгрупи Скандію.

309. Загальна характеристика f-елементів. Особливості будови електронних оболонок атомів. 4f- і 5f-елементи. Орієнтація f-орбіталей у просторі. Лантаноїдне і актиноїдне стиснення. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по періоду. Валентність і ступені окисації 4f- і 5f-елементів.

310. Родина лантаноїдів. Історія відкриття та походження назв. Будова електронних оболонок атомів лантаноїдів. Підродина Церію (Ce – Eu) і Ітрію (Gd – Lu). Лантаноїдне стиснення. Ступені окисації елементів і закономірності їх зміни в ряду.

311. Розповсюдженість та знаходження лантаноїдів у природі.

312. Мінерал монацит – основна сировина для виробництв рідкісноземельних елементів церієвої підгрупи.

313. Мінерал ксенотим – джерело елементів ітрієвої підгрупи.

314. Методи одержання та розділення лантаноїдів.

315. Фізичні властивості лантаноїдів.

316. Хімічні властивості лантаноїдів. Взаємодія з неметалами (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, C, P, S, галогенами), водою, кислотами. Оксиди Ln (III). Прояв амфотерних властивостей у CeO<sub>2</sub>. Гідроксиди рідкісноземельних елементів. Зміна основних властивостей в ряду гідроксидів La – Lu. Взаємодія з кислотами. Застосування лантаноїдів.

317. Родина актиноїдів. Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика Актинію і актиноїдів. Будова електронних оболонок атомів актиноїдів. Підгрупа Кюрію (Th – Cm) і підгрупа Берклію (Bk – Lr).

318. Актиніоїдне стиснення. Ступені окисації актиноїдів і закономірності їх зміни в ряду.

319. Розповсюдженість та форми знаходження актиноїдів у природі.

320. Методи одержання елементів родини актиноїдів. Збагачення уранових руд. Переробка уранових руд. Одержання U-233 з Торію. Виділення Урану і Плутонію з відпрацьованого ядерного палива.

321. Уран і проблеми енергетики України.

322. Фізичні властивості актиноїдів.
323. Хімічні властивості актиноїдів. Висока хімічна активність 5f-елементів. Взаємодія з неметалами, водою, кислотами. Особливості хімії Торію і Урану. Застосування актиноїдів і їх сполук.
324. Будова атомів d-елементів IV групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступінь оксидації атомів. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації по групі.
325. Розповсюдженість та форми знаходження у природі d-елементів IV групи.
326. Одержання d-елементів IV групи.
327. Фізичні властивості d-елементів IV групи.
328. Хімічні властивості d-елементів IV групи. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Причини корозійної стійкості. Розчинення металів в суміші нітратної і плавикової кислот.
329. Оксиди Тітану (II, III, IV). Особливості будови титан (IV) оксиду. Поліморфні модифікації: рутил, анатаз, брукіт. Оксиди Цирконію і Гафнію (IV). Їх відношення до води, кислот, лугів. Фіаніти (монокристали  $ZrO_2$  з домішками оксидів).
330. Гідроксиди Тітану (II, III, IV). Гідроксиди Цирконію ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -) і Гафнію (IV). Їх кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Титанати, цирконати, гафнати. Безводні і гідратовані солі чотиривалентних Тітану, Цирконію, Гафнію. Процеси старіння сполук Тітану. Полімеризація сполук Тітану, Цирконію, Гафнію за рахунок гідроксо-(олових) і оксо-(оксолових) містків (процеси оляції і оксоляції). Будова титаніл-йону і відповідних похідних Цирконію і Гафнію. Галогеніди Тітану (II, III). Застосування титану, цирконію, гафнію та їх сполук.
331. Будова атомів d-елементів V групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації. Зміна стійкості сполук у вищій ступені оксидації по групі.
332. Розповсюдженість та знаходження у природі d-елементів V групи.
333. Способи одержання d-елементів V групи.



334. Фізичні властивості d-елементів V групи.

335. Хімічні властивості d-елементів V групи. Відношення до «царської води», суміші нітратної і плавикової кислот.

336. Оксиди. Гідроксиди. Стан йонів Ванадію (+5) в кислих і лужних водних розчинах. Оксиди і гідроксиди Ванадію (II, III, IV, V). Оксиди і гідроксиди Ніобію і Танталу (V). Кислотно-основні властивості гідроксидів. Ванадати. Ізополі- і гетерополісполуки Ванадію. Склад різних ванадатних і поліванадатних частинок в залежності від рН та загальної концентрації Ванадію. Сполуки оксованадію (IV). Комплексні сполуки Ванадію, Ніобію, Танталу. Карбоніли та металоорганічні сполуки. Застосування Ванадію, Ніобію, Танталу і їх сполук.

337. Будова атомів d-елементів VI групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів.

338. Розповсюдженість та знаходження у природі d-елементів V групи.

339. Методи одержання d-елементів V групи.

340. Фізичні властивості d-елементів V групи.

341. Хімічні властивості простих речовин d-елементів V групи. Відношення до кисню, галогенів, води, кислот і лугів.

342. Оксиди Хрому (II, III, IV). Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Оксиди Молібдену і Вольфраму (VI). Відношення до води, кислот, лугів. Зміна стійкості, оксидаційної здатності і кислотного характеру у ряді оксидів Хрому – Вольфраму (VI).

343. Гідроксиди Хрому (II, III, VI). Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Стійкість, розчинність, кислотні і оксидаційні властивості в ряду хроматна – вольфраматна кислоти. Ізополімолібдати, ізополівольфрамати.

344. Солі Хрому (II): хлорид, сульфат, ацетат. Стійкість і відновні властивості. Солі Хрому (III). Солі в катіонній і аніонній формах. Хроміти. Подвійні солі. Галуни. Солі Хрому (VI). Хромати і поліхромати. Оксидаційні

властивості хроматів і дихроматів. Принцип дії хромової суміші. Молібдати і вольфрамати. Застосування металів та їх сполук.

345. Будова атомів d-елементів VII групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидації атомів.

346. Розповсюдженість та знаходження d-елементів VII групи у природі. Принципи одержання металів.

347. Фізичні властивості d-елементів VII групи.

348. Хімічні властивості простих речовин d-елементів VII групи.

349. Оксиди Мангану (II, III, IV, VII). Стійкість, кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Гідроксиди Мангану. Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості.

350. Солі Мангану (II). Солі Мангану (III, IV). Манганіти. Сполуки Мангану (V) – гіпоманганати. Солі Мангану (VI). Манганати. Оксидаційно-відновні властивості. Солі Мангану (VII). Перманганати. Оксидаційні властивості перманганатів в кислому, лужному і нейтральному середовищах. Карбоніли Мангану, Технецію, Ренію.

351. Застосування елементів підгрупи Мангану та їх сполук.

352. Будова атомів d-елементів VIII групи. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації в рядах Ферум – Нікол і Ферум – Осмій. Поділ елементів на родину Феруму і родину платинових елементів. Валентність і ступені оксидації атомів. Зміна стійкості сполук з нижчими (II) і вищими (VI, III) ступенями оксидації в ряду Ферум – Нікол. Проблема одержання Феруму (VIII). Надважкі «платинові метали» – Гассій, Мейтнерій, Дармштатій.

353. Родина Феруму. Історія відкриття та походження назв. Електронні конфігурації атомів. Розповсюдженість та знаходження у природі. Принципи промислового одержання заліза. Стопи на основі Феруму (чавун, сталь).

354. Фізичні властивості Феруму, Кобальту, Ніколу. Поліморфні модифікації Феруму ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -). Магнітні властивості. Феромагнетизм. Пірофорність металів.

355. Хімічні властивості Феруму, Кобальту, Ніколу. Взаємодія з неметалами. Розчинення водню у металах. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Пасивація поверхні заліза. Іржавіння заліза та методи захисту від іржі.

356. Оксиди Феруму, Кобальту, Ніколу. Оксиди елементів (II, III). Змішані оксиди.  $\alpha$ - і  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Відношення до води, кислот, лугів. Структура шпінелі у  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Гідроксиди Феруму, Кобальту, Ніколу. Гідроксиди елементів (II, III). Методи одержання та хімічні властивості гідроксидів. Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів.

357. Солі Феруму, Кобальту, Ніколу (II). Подвійні солі. Солі Феруму (III). Хлорне залізо. Сіль Мора. Залізний купорос. Ферити (II). Ферити (III). Ферати (VI). Оксидаційні властивості. Комплексні сполуки Феруму, Кобальту, Ніколу (II, III) з неорганічними і органічними лігандами. Роль Феруму в біологічних процесах (гемоглобін, живлення рослин). Якісні реакції на йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ . Кров'яні солі: калію гексаціаноферат (II) (жовта кров'яна сіль) і гексаціаноферат (III) (червона кров'яна сіль). Турнбулева синь і берлінська блакить. Карбоніли. Фероцен як приклад  $\pi$ -комплексу. Карбоніли Кобальту. Кобальтоцен. Комплексні сполуки Ніколу (II), їх будова. Плоскоквадратні, тетраедричні і октаедричні комплекси Ніколу. Ніколу карбоніл.

358. Застосування елементів родини Феруму та їх сполук.

359. Родина платинових елементів. Історія відкриття та походження назв. Закономірності в зміні стійкості характерних ступенів оксидації в сполуках платинових елементів. Розповсюдженість та знаходження елементів у природі. Одержання металів. Відділення платинових металів один від одного (аффінаж).

360. Фізичні властивості платинових металів. Легкі (Рутеній, Родій, Паладій) та важкі (Осмій, Іридій, Платина) платинові метали.

361. Хімічні властивості платинових металів. Відношення до кисню, водню, води, кислот, лугів, «царської води». Розчинення водню в кристалічних решітках Платини та Паладію.

362. Оксиди Рутенію (IV, VI). Рутенати. Оксиди Осмію (VI, VIII). Осмати. Оксид і гідроксид Паладію (II). Комплексні сполуки платинових елементів. Катіонні, аніонні і нейтральні комплекси Платини (II, IV). Гексахлороплатинатна кислота і її солі. Застосування сполук платинових елементів в хімічній технології і медицині.

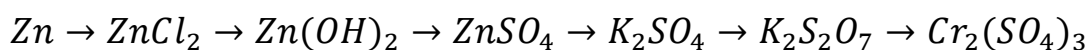
363. Трансактиноїдні елементи.

364. Історія відкриття надважких елементів. Назви та символи елементів №№ 104 – 112, 114, 116. Ядерні реакції, які використовують для одержання трансфермієвих елементів: реакції гарячого та холодного термоядерного синтезу.

## **7. Приклад завдань для самоконтролю та захисту лабораторних робіт**

### **Лабораторна робота №1. Класи неорганічних сполук**

Виконайте ланцюжок перетворень вказуючи умови протікання реакцій



### **Лабораторна робота №3. Розчини**

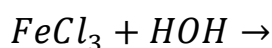
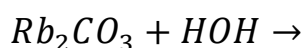
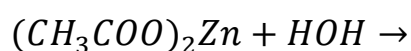
1. Визначити масу води, в якій треба розчинити 27,8г залізного купоросу ( $FeSO_4 \times 7H_2O$ ), щоб утворився 3,8%-й розчин Ферум сульфату.

2. Насичений розчин масою 200г містить 26г Калій сульфату. Розрахуйте масову частку  $K_2SO_4$ .

3. Визначити масову концентрацію розчину у відсотках, що утворився внаслідок змішування 200 см<sup>3</sup> концентрованого розчину хлоридної кислоти (с=37%, густина 1,19г/см<sup>3</sup>) і 300см<sup>3</sup> води.

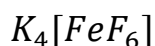
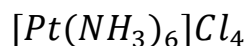
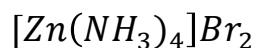
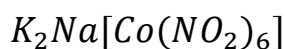
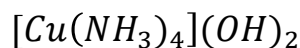
4. В розчині масою 100г є 20г Барій хлориду. Яка відсоткова концентрація Барій хлориду в розчині?

### **Лабораторна робота №4. Гідроліз солей**



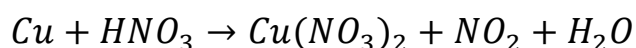
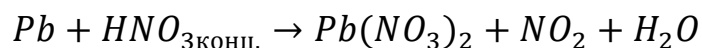
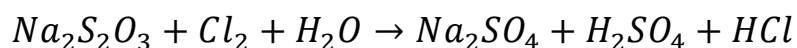
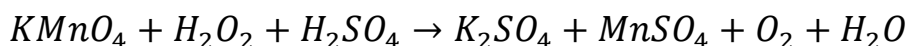
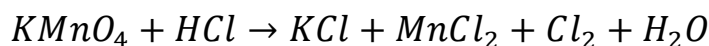
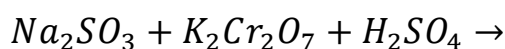
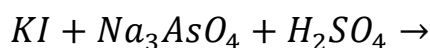
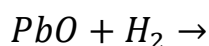
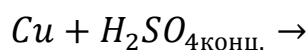
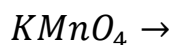
### **Лабораторна робота №5. Комплексні сполуки**

Назвіть комплексну сполуку. Визначте координаційне число (к.ч.) центрального атома, заряд комплексного йону, внутрішню та зовнішню сфери комплексної сполуки.



#### Лабораторна робота №14. Окисно-відновні реакції

Напишіть продукти реакцій та урівняйте хімічні рівняння методом електронного балансу.



#### 8. Вимоги до екзамену

Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він відвідав всі лабораторні заняття і за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.

Лабораторні роботи виконуються в обладнаних лабораторіях згідно розроблених методичних рекомендацій та мають на меті систематичну перевірку розуміння та ступеня засвоєння теоретичного матеріалу студентом, вміння використовувати теоретичні знання для розв'язання практичних завдань. Робота на кожному занятті оцінюється в 25 балів і дає можливість набрати за

змістові модулі 25 балів (вираховується середній бал). Ще 15 балів студент може отримати за підготовку, оформлення і презентацію індивідуального завдання за запропонованою темою.

Підсумкова письмова робота виконується у формі письмових відповідей на запитання, розв'язування задач та складання запропонованих рівнянь. Кількість запитань – 2, кількість задач – 5, кількість рівнянь – 5. Після написання роботи проходить усний захист (за потребою). За кожну контрольну роботу студент має можливість набрати по 10 балів.

Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він без поважних причин не відвідував лабораторні заняття та за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.

Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.