

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра неорганічної і фізичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ПП.01 - неорганічна хімія

\_\_\_\_\_ (шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки \_\_\_\_\_ **6.040101 - хімія** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва спеціалізації)

інститут, факультет \_\_\_\_\_ **Інститут природничих наук** \_\_\_\_\_  
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ – 2013 рік



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: I семестр – 11 II семестр - 9	Галузь знань 0401 – природничі науки Напрямок підготовки 6.040101 - хімія	Нормативна	
<b>Модулів –</b>		<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 9		1-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 396+324=720		1, 2-й	-
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – I сем. – 9, II сем. - 7 самостійної роботи студента – I сем. - 14, II сем. - 11	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	68 + 54 = 122 год.	-
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		18 + 18 = 36 год.	-
		<b>Лабораторні</b>	
		66 + 54 = 120 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		244 + 198 = 442 год.	-
		Вид контролю: залік, екзамен	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –

I семестр:  $152 / 244 = 0,62$

II семестр:  $126 / 198 = 0,64$

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчити склад, будову та властивості неорганічних речовин, умови та шляхи перетворення одних речовин в інші, сформувані у студентів фундаментальну базу із загальної та неорганічної хімії для вивчення циклу хімічних дисциплін: аналітичної, фізичної, органічної, колоїдної хімії та інших хімічних дисциплін.

**Завдання:** навчити студентів використовувати основні поняття хімії, основні закони хімії, загальні закономірності протікання хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- основні поняття та закони хімії, закономірності протікання хімічних явищ;
- теорію будови атома;
- класифікацію неорганічних сполук та сучасну українську номенклатуру утворення назв оксидів, кислот, основ, солей та комплексних сполук;
- метод валентних зв'язків та метод молекулярних орбіталей, які пояснюють хімічний зв'язок та будову молекул;
- спеціальні питання та розділи хімії, які стосуються енергетики та кінетики хімічних реакцій;
- особливості проходження оксидаційно-відновних процесів;
- основні закони розчинів неелектролітів та електролітів;
- властивості окремих хімічних елементів та їх сполук, форми знаходження у природі, способи добування та області застосування

### **вміти:**

- користуючись Періодичною таблицею хімічних елементів, навчальною та довідковою літературою, вміти передбачати та пояснювати властивості неорганічних та координаційних сполук;
- передбачати хімічні властивості елементів, користуючись загальними закономірностями періодичного заповнення електронних оболонок;
- базуючись на знаннях основ сучасної теорії будови атома, оцінювати валентні можливості атомів хімічних елементів, прогнозувати їх хімічну поведінку та фізико-хімічні властивості простих речовин;
- готувати розчини заданої концентрації ;  
розв'язувати якісні та кількісні задачі, що стосуються всіх розділів курсу;
- виконати синтез та провести дослідження хімічних властивостей неорганічних речовин;
- застосовувати знання і навички, одержані при вивченні курсу для вирішення технологічних та дослідницьких завдань при проходженні спеціальних дисциплін, а також в подальшій трудовій діяльності

### 3. Програма навчальної дисципліни

**ВСТУП.** Основні періоди розвитку неорганічної хімії. Предмет неорганічної хімії та її завдання. Місце неорганічної хімії в системі хімічних наук. Хімічна промисловість України, її галузі. Екологічні проблеми хімічної промисловості. Значення хімії. Роль хімії у вирішенні енергетичної проблеми. Проблеми і перспективи розвитку сучасної неорганічної хімії. Завдання синтезу нових неорганічних сполук із заданими властивостями (напівпровідники, тугоплавкі і надпровідні стопи, кластери і т.д.).

#### Частина 1. ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ

##### Тема 1. 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. Правило Дюлонга і Пті. Мас-спектрометрія.

Закон об'ємних відношень. Закон Авогадро та висновки з нього. Густина газу. Відносна густина газу. Закони газового стану: Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля. 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 Айнштейна. Особливості закону збереження маси та енергії в ядерних процесах. 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.

##### Тема 2. Будова атома.

Історія розвитку уявлень про складність будови атома. Модель атома Томсона. Планетарна модель будови атома Резерфорда. Рентгенівські спектри. Закон Мозлі. Атомні спектри. Спектр випромінювання атома Гідрогену. Серія Лаймана, Бальмера, Пашена, Брекетта, Пфунда. Рівняння Рідберга. Двоїста природа світла. Рівняння Планка. Основні ідеї квантової механіки. Постулати Нільса Бора. Переваги та недоліки теорії Бора. Вклад Зеємана і Зоммерфельда в розвиток теорії Бора. Відкриття нейтрону (Чедвік). 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. Основні поняття квантової механіки: хвильова функція, стаціонарне рівняння Шредінгера, знак хвильової функції, позитивне та негативне перекривання. Результати розв'язання рівняння Шрьодінгера для атома Гідрогену. 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 мінімуму енергії. 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 терми і конфігурації. Електронні формули атомів у збудженому стані. Електронні формули йонів. Стабільні і нестабільні електронні конфігурації.

### **Тема 3. Хімічні елементи та їх систематика.**

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

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

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

### **Тема 4. Хімічний зв'язок.**

Розвиток уявлень про хімічний зв'язок. Теорії Косселя і Льюїса. Суть хімічного зв'язку за Гайтлером і Лондоном. Основні типи хімічного зв'язку.

Ковалентний зв'язок, умови його утворення. Крива потенціальної енергії для молекули водню. 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. Хімічний зв'язок за МВЗ на прикладах молекул водню, фтору, азоту (неполярний зв'язок), гідрогенхлориду (полярний зв'язок). Розбіжність МВЗ для молекули кисню з експериментальними даними. 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). Просторова конфігурація молекул і йонів типу  $Ax$ ,  $Ax_2$ ,  $Ax_3$ ,  $Ax_4$ ,  $Ax_5$ ,  $Ax_6$ .

Основні положення теорії молекулярних орбіталей (МО). Молекулярні орбіталі як лінійна комбінація атомних орбіталей (МО ЛКАО). Класифікація МО. Енергетичні діаграми молекул. 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.

### **Тема 5. Будова твердого тіла.**

Агрегатний стан речовини. Характерні особливості різних агрегатних станів речовини: твердого, рідкого, газуватого, плазмового. Кристалічна та аморфна структури твердих тіл. Склоподібний стан. Рідкі кристали.

Кристалічний стан речовини. Будова кристалів. Основні властивості кристалів: анізотропія властивостей, однорідність, здатність до самоогранення, симетрія. Елементи та операції симетрії. Гексагональна та кубічна найщільніші упаковки. Елементарна комірка. Типи кристалічних ґраток: йонні, атомні, молекулярні, металічні. Ізоморфізм і поліморфізм. Гомодесмічні та гетеродесмічні системи. Острівні, ланцюгові, шаруваті і каркасні структури. Будова реальних кристалів. Дефекти кристалічних ґраток. Типи дефектів: точкові, дислокації та поверхневі дефекти. Металічні стопи. Інтерметалічні сполуки.

### **Тема 6. 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. Отримання 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. Отримання солей. Термічний розклад солей. Реакції взаємодії кислих, середніх і основних солей між собою, а також з оксидами, кислотами, основами.

### **Тема 7. 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 окисації. Аквакомплекси. Амінокомплекси. Ацидокомплекси. Гідрокомплекси. Способи отримання названих сполук, їх будова та властивості. Хелатні та внутрішньокомплексні 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. Ефект транс-впливу Черняєва.

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

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

Теорія поля лігандів як розвиток теорії кристалічного поля. Енергетичні діаграми для гексаамінокобальту (III) і гексафлуорокобальтату (III). Величина розщеплення в теорії поля лігандів. Незв'язуючі орбіталі.

Ізомерія координаційних сполук. Геометрична та оптична ізомерія. Координаційна ізомерія. Сольватна (гідратна) ізомерія. Ізомерія зв'язку. Іонізаційна ізомерія. Структурна ізомерія. Інші види ізомерії (конформаційна, лігандна, сумарна).

Методи синтезу координаційних сполук. Взаємний вплив координованих груп. Закономірність транс-впливу І.І.Черняєва. Цис-вплив. Реакції координаційних сполук. Класифікація. Кислотно-основні і окисаційно-відновні властивості координаційних сполук. Застосування координаційних сполук.

## **Тема 8. Основні поняття геохімії.**

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

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.

## **Тема 9. Основи хімічної кінетики та термодинаміки.**

### **9.1. Енергетика хімічних реакцій.**

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 наряду самовільних процесів і рівноваги в неізольованих системах. Співвідношення між енергією Гіббса, ентальпією і ентропією системи. Стандартна енергія Гіббса утворення речовини. Вплив температури на величину енергії Гіббса. Оцінка наряду і повноти протікання реакції за величиною і знаком зміни енергії Гіббса.

## **9.2. Кінетика хімічних реакцій.**

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.

## **Тема 10. 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, молярність.

## **Тема 11. 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.

Автопротоліз води. 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 отримання солей, які легко гідролізують, їх очищення і сушіння.

### **Тема 12. 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. Концентраційні елементи. Сухі елементи. Паливні елементи. Акумулятори. Зарядження і розрядження акумулятора.

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. Оксидація 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).

## Частина 2. ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇХ СПОЛУК

### Тема 13. 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 оксидації атому.

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

Лабораторні і промислові способи отримання водню. Зберігання водню. Металгідридні батареї. Отримання 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  $H_3O^+$ . 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. Хімічні акумулятори водню (сплав "лантан-нікель-5"). Фізичні і хімічні властивості гідридів. Отримання 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  $H_2O$ . Асоціація молекул води за рахунок водневих зв'язків. Аномальні властивості води. Фізичні і хімічні властивості води. Газові гідрати (клатрати). Кристалогідрати. Важка вода, її властивості. Проблеми очищення води.

Гідрогену пероксид. Будова молекули, термічна стійкість і кислотна дисоціація. Фізичні властивості. Способи отримання і застосування гідроген пероксиду у техніці, технології, медицині. Оксидаційно-відновні властивості. Пероксиди металів як похідні гідроген пероксиду (пероксосолі). Пероксокислоти (надкислоти) і їх солі – будова, властивості і застосування на прикладі пероксосульфатної кислоти.

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

### Тема 14. s-елементи I групи

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

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Методи отримання 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 отримання. 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 отримання.

Солі. Термічна стійкість солей. Розчинність у воді. Схильність солей Літію до гідратації. Літій – комплексоутворювач. Хлориди Натрію і Калію. Карбонати. Сода кальцинована, кристалічна, питна. Поташ. Нітрати. Глауберова сіль. Кристалогідрати сульфату і карбонату Натрію. Калійні добрива. Застосування лужних металів у промисловості.

## Тема 15. s-елементи II групи

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 отримання простих речовин. Фізичні властивості металів. Хімічні властивості металів. Відношення до водню, кисню, води, кислот, галогенів, азоту. Відношення Берилію до лугів.

Гідриди. Відношення до води. Відновні властивості. Принципи отримання. Сполуки з Оксигеном. Оксиди. Пероксиди. Надпероксиди. Відношення до води, кислот, лугів. Оксидативно-відновні властивості пероксидів. Кальцію оксид (негашене вапно). Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Зміна сили основ по групі. Амфотерність берилій гідроксиду. Термічна стійкість гідроксидів. Принципи отримання. 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.

## Тема 16. 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.

### 16.1. Бор

Історія відкриття та походження назви. Будова атома. Розповсюдженість та знаходження в природі. Виділення та очищення простої речовини бору з бури. Отримання 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.

Гідриди Бору (борани). Диборан. Особливості хімічних зв'язків в молекулі диборану (трицентровий двоелектронний зв'язок). Гомологічні ряди гідридів Бору:  $B_nH_{n+4}$  і  $B_nH_{n+6}$  (нідборани та арахноборани). Фізичні властивості. Стійкість і реакційна здатність гідридів Бору. Отримання і застосування боранів.

Оксид і гідроксид Бору. Бор оксид. Полімерна будова. Властивості. Аморфний і кристалічний  $B_2O_3$ . Відношення до води, лугів. Орто-, мета-, поліборатні кислоти. Їх склад. Орто-, мета- і поліборати. Склад водних розчинів боратів. Бура, її гідроліз. Переробка бури в боратну кислоту. Естери боратної кислоти. «Перли» бури.

Галогеніди Бору. Будова молекул. Фізичні властивості. Отримання. Хімічні властивості. Тригалогеніди бору – сильні кислоти Льюїса (акцептори електронів). Реакції приєднання. Гідроліз. Тетрафлуороборатна кислота. Флуороборати. Сполуки Бору з металами (бориди). Основні методи синтезу боридів. Фізичні та хімічні властивості. Сполуки Бору з Нітрогеном і Карбоном. Бор нітрид  $BN$  – гексагональний (графітоподібна модифікація) і кубічний (алмазоподібна модифікація – боразон). Бор карбід  $B_4C$  – конкурент алмазу. Застосування сполук Бору.

### 16.2. Алюміній

Історія відкриття та походження назви. Розповсюдженість та форми знаходження Алюмінію в природі. Промисловий метод отримання алюмінію електролізом розтопу глинозему. Фізичні властивості. Хімічна активність. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Алюмотермія. Терміт.

Алюмінію гідрид (алан). Особливості будови. Взаємодія з водою. Гідридоалюмінати. Їх відновні властивості. Синтези за участю  $LiAlH_4$ .

Алюмінію оксид (ІІІ):  $\alpha$ - і  $\gamma$ - $Al_2O_3$ . Хімічні властивості. Отримання. Алюмогель. Шпінелі. Алюмінію (ІІІ) гідроксид. Склад і особливості будови. Відношення до кислот і лугів. "Старіння" за рахунок процесів оляції і оксоляції. Стійкість і кислотно-основні властивості у ряді гідроксидів Алюмінію – Талію.

Солі Алюмінію в катіонній і аніонній формах. Основні солі. Комплексні сполуки. Аміаки. Подвійні солі. Галуни. Кріоліт. Гідроліз солей Алюмінію і алюмінатів. Галогеніди. Загальна характеристика, форми існування і будова молекул. Халькогеніди. Форми існування і будова. Комплексні сполуки. Галогенокомплекси. Гідроксокомплекси. Застосування металічного алюмінію та його стопів

### 16.3. 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). «Ефект інертної пари  $6s^2$ ». Розповсюдженість та форми знаходження Галію, Індію, Талію в природі. Суть методів отримання 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 оксидційно-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). Оксидційно-відновні властивості сполук Талію (I) і Талію (III). Їх гідроліз. Галлати. Комплексні сполуки. Аміаки. Застосування сполук Галію, Індію, Талію.

### Тема 17. 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.

#### 17.1. 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. Принципи отримання вуглецю. Виробництво графіту. Виробництво алмазів, коксу, сажі, активованого вугілля. Отримання 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. Оксидційно-відновні властивості. Реакційна здатність. Відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів. Взаємодія з кремнієм, фосфором, сіркою, хлором. Сполуки включення графіту (інтеркальовані сполуки).

Гідриди типу  $C_nH_m$ . Будова молекул. Зміна міцності зв'язку Карбон-Карбон у ряді вуглеводнів з одинарним, подвійним і потрійним зв'язками. Зміна температур топлення і кипіння в ряду метан – плюмбум гідрид порівняно із зміною в рядах гідридів р-елементів V, VI і VII груп. Хімічні властивості. Гідроліз гідридів.

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. Субоксид Карбону  $C_3O_2$ . Отримання і властивості. Карбон (II) оксид. Хімічний зв'язок в молекулі з позицій теорій ВЗ і МО. Отримання. Відновні властивості. Реакції приєднання. Карбоніли перехідних металів. Токсичність карбон (II) оксиду. Карбон (IV) оксид. Будова молекули. Фізичні і хімічні властивості. Відношення до води, лугів. Отримання. Застосування. Вплив вуглекислого газу на довкілля. Карбонатна кислота і її солі. Рівновага в розчині карбон (IV) оксиду. Будова молекули карбонатної кислоти і карбонат-йону. Дисоціація в розчині. Солі: карбонати, гідрокарбонати, основні карбонати. Гідроліз карбонатів.

Сполуки із Сульфуром. Моно- і дисульфід. Карбон дисульфід  $CS_2$  (сірковуглець). Тіосполуки (кислоти і солі). Тіокарбонатна кислота і тіокарбонати. Сполуки Карбону з Нітрогеном. Диціан  $(CN)_2$ . Ціаногідроген HCN. Ціанідна (синильна) кислота. Ціаніди. Ціанокомплекси. Ціанатна  $HO_2CN$  і ізоціанатна кислоти (таутомерні форми). Ціанати. Тіоціанатна (роданідна) кислота та тіоціанати (роданіди). Галогеніди Карбону – карбону

тетрахлорид, хлороформ, флуорпохідні Карбону і їх практичне застосування (фреони, фторопласти). Оксогалогеніди Карбону. Фосген. Застосування простої речовини та сполук Карбону.

### **17.2. Силіцій**

Історія відкриття та походження назви. Будова атома. Розповсюдженість та форми знаходження Силіцію в природі. Виділення та промислове виробництво кремнію. Отримання кристалічного та аморфного кремнію.

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

Гідриди Силіцію (силани). Будова молекул. Стійкість. Хімічні властивості. Гідроліз гідридів. Загальні принципи отримання гідридів. Відмінності в термічній стійкості вуглеводнів і силанів. Силіциди, їх класифікація за типом хімічного зв'язку.

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

Силіційорганічні сполуки і полімери на їх основі (силікони). Особливості їх будови. Галогеніди. Отримання. Будова молекул. Особливості гідролізу силіцій (IV) флуориду. Галогенокомплекси. Гексафлуоросилікатна кислота. Властивості. Гексафлуоросилікати. Силіцію нітрид  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Будова молекули. Отримання, фізичні та хімічні властивості. Застосування простої речовини та сполук Силіцію.

### **17.3. Германій. Станум. Плюмбум**

Історія відкриття та походження назв. Загальна характеристика елементів підгрупи Германію. Розповсюдженість та форми знаходження у природі. Отримання 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  $\text{Ge-Sn-Pb}$ . Відношення до кисню та інших неметалів. Взаємодія з кислотами-неоксидниками і кислотами-оксидниками, лугами.

Сполуки елементів підгрупи Германію з Гідрогеном (германи, станани, плюмбан). Будова молекул  $\text{EH}_4$ . Методи отримання і хімічні властивості.

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). Порівняльна стійкість, кислотно-основні, оксидційно-відновні властивості. Станатні кислоти. Станати, станіти. Германати, плюмбати (II, IV). Свинцеві білила. Сполуки елементів підгрупи Германію з металами: германіди, станіди, плюмбіді. Застосування Германію, Стануму, Плюмбуму та їх сполук.

### **Тема 18. 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.

#### **18.1. 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. Селітри – мінерали Нітрогену. Біологічна роль Нітрогену. Лабораторні та промислові способи виробництва

азоту. Фізичні властивості азоту. Діамагнетизм молекули  $N_2$ . Хімічні властивості простої речовини. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів.

Амоніак. Будова молекули. Промислове виробництво синтетичного амоніаку (метод Габера-Боша). Лабораторні способи отримання  $NH_3$ . Термодинамічна характеристика реакції синтезу амоніаку. Каталізатори синтезу амоніаку. Хімічні властивості амоніаку. Амінокомплекси. Реакції заміщення Гідрогену в амоніаку. Аміди, іміди, нітриди. Застосування амоніаку і солей амонію.

Гідразин  $N_2H_4$ . Будова молекули. Поворотні ізомери (конформери) гідразину. Методи отримання. Фізичні властивості. Реакції приєднання, оксидаційно-відновні. Солі гідразинію. Гідроксиламін  $NH_2OH$ . Будова молекули. Фізичні властивості. Реакції приєднання, оксидаційно-відновна двоїстість. Азотистоводнева кислота  $HN_3$  і її солі. Будова молекули азидогідрогену і азид-йону. Азиди. Вибухонебезпечність кислоти і азидів.

Оксиди Нітрогену (I, II, III, IV, V). Будова молекул. Хімічний зв'язок в молекулі Нітроген (II) оксиду з позицій теорій ВЗ і МО. Парамагнетизм молекули. Нітроген (I) оксид: отримання, фізичні і хімічні властивості, будова молекули. Нітроген (II) оксид: лабораторні способи отримання, будова молекули, фізичні і хімічні властивості. Нітроген (IV) оксид: будова молекули, димеризація, отримання, фізичні і хімічні властивості, взаємодія з водою. Нітроген (III) оксид (азотистий ангідрид): будова молекули, фізичні і хімічні властивості. Нітроген (V) оксид (азотний ангідрид): отримання, фізичні і хімічні властивості, будова молекули.

Нітритна кислота  $HNO_2$ . Оксидаційно-відновні властивості. Диспропорціювання  $HNO_2$ . Нітратна кислота  $HNO_3$ . Лабораторні і промислові методи отримання 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  $HNO_3$  та  $H_2SO_4$ ). «Пекельна суміш» (суміш  $HNO_3$  та  $HF$ ). Солі нітратної кислоти – нітрати. Продукти термічного розкладання нітратів. Нітратні добрива (селітри).

Застосування азоту та сполук Нітрогену.

## 18.2. Фосфор

Історія відкриття та походження назви. Загальна характеристика Фосфору. Валентні стани. Явище катенації. Розповсюдженість та знаходження Фосфору в природі. Ізотопи. Отримання 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.

Фосфін  $PH_3$ . Будова молекул. Способи отримання фосфіну. Хімічні властивості. Солі фосфонію, їх термічна і гідролітична стійкість. Порівняння властивостей фосфіну і амоніаку. Фосфіди металів, отримання, властивості. Галогеніди Фосфору, оксогалогеніди. Донорні властивості молекули  $PCl_3$ . Особливості будови  $PCl_5$  і  $PCl_3$ ,  $PBr_5$  і  $PBr_3$ .

Фосфору (III) оксид: будова молекули, властивості, способи отримання. Причина світіння білого фосфору. Фосфору (V) оксид: будова молекули, отримання, властивості. Оксигенвмісні кислоти Фосфору і їх солі. Гіпофосфітна (фосфорнуватиста) кислота  $H_3PO_2$  і гіпофосфіти. Фосфітна  $H_3PO_3$  (фосфориста) кислота і фосфіти. Пірофосфітна кислота  $H_4P_2O_5$ . Гіпофосфатна кислота  $H_4P_2O_6$  і гіпофосфати. Мета-, ди(піро)-, поліфосфатні кислоти і їх солі. Циклополіфосфатні кислоти ( $H_3P_3O_9$ ,  $H_4P_4O_{12}$  та ін.) і циклополіфосфати. Ортофосфатна кислота  $H_3PO_4$ . Фосфати середні і кислі. Будова молекул кислот Фосфору, основність, оксидаційно-відновні властивості. Методи отримання ортофосфатної кислоти.

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

### 18.3. 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. Отримання 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.

Гідриди  $\text{EH}_3$ . Будова молекул. Зміна температур топлення і кипіння, термічної стійкості, реакційної здатності, відновних властивостей, схильності до реакцій приєднання в ряду амоніак - бісмутин.

Найважливіші сполуки Арсену (III) і (V): миш'яковистий і миш'яковий ангідриди, арсенітна (миш'яковиста) і арсенатна (миш'якова) кислоти, арсеніти і арсенати. Відношення до води, кислот і лугів. Оксидаційно-відновні властивості. Оксиди Стибію (III) і (V), стибітна (сурм'яниста) і стибатна (сурм'яна) кислоти, антимоніти і антимонати. Найважливіші сполуки Бісмуту (III): оксид і гідроксид, солі і оксосолі. Сполуки Бісмуту (V) - бісмутати, їх отримання і властивості.

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

Застосування сполук елементів підгрупи Арсену.

#### Тема 19. 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.

##### 19.1. Оксиген.

Історія відкриття та походження назви. Будова атома Оксигену. Алотропні модифікації кисню. Хімічний зв'язок в молекулі кисню з позицій теорій ВЗ і МО.

Форми знаходження Оксигену в природі. Ізотопи Оксигену. Процес фотосинтезу.

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

Фізичні властивості молекулярного кисню. Парамагнетизм молекули  $\text{O}_2$ . Будова молекулярних йонів  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}_2^{2-}$  і  $\text{O}^{2-}$  з позицій методу МО.

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). Отримання.

Озон, його фізичні властивості, будова молекули, отримання. 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.

##### 19.2. Сульфур

Історія відкриття та походження назви. Будова атому. Характерні валентні стани. Катенація.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Отримання Сульфур у вигляді простої речовини. Фізичні властивості вільної сірки. Поліморфні модифікації сірки: ромбічна, моноклінна і пластична (полімерна) сірка. Хімічні властивості простої речовини. Оксидаційно-відновні властивості.

Гідриди Сульфур (сульфани). Гідрогенсульфід. Будова молекули. Отримання, будова і властивості гідрогенсульфіду. Полісульфани  $\text{H}_2\text{S}_n$ . Полісульфіди.

Сульфіди металів, їх класифікація, отримання і властивості. Утворення тіосолей при взаємодії сульфідів між собою.

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



Сульфїтна кислота  $H_2SO_3$ . Кислотнї і оксидацийно-вїдновнї властивостї. Дисульфїтна кислота  $H_2S_2O_5$ . Дитїонїтна кислота  $H_2S_2O_4$  та дитїонїти.

Сульфатна кислота  $H_2SO_4$ . Будова молекули і аніону кислоти. Кислотнї і оксидацийнї властивостї. Властивостї розбавленої і концентрованої сульфатної кислоти. Полїсульфатнї кислоти. Олеум. Нїтрозил-сульфатна кислота. Замїщення в  $H_2SO_4$ : кїнцевого атома Оксигену на Сульфур (тіосульфати), пероксогрупу (моно- і динадсульфатна кислоти), гїдроксильної групи на мостиковий Оксиген (дисульфати (пїросульфат) і полїсульфати), на галоген ( $SO_2Cl_2$ ,  $HSO_3F$ ). Сульфати. Купороси.

Тїосульфатна кислота  $H_2S_2O_3$  Тїосульфати. Будова тїосульфат-їону. Вїдновнї властивостї натрїї тїосульфату. Дитїонова кислота  $H_2S_2O_6$ . Дитїонати. Полїтїоновї кислоти  $H_2S_nO_6$  ( $n = 3 - 22$ ).

Пероксокислоти Сульфур у і їх солї. Пероксомоносульфатна  $H_2SO_5$  (кислота Каро) і пероксодисульфатна  $H_2S_2O_8$  кислоти. Їх оксидацийно-вїдновнї властивостї.

Застосування Сульфур у виглядї простої речовини і сполук.

### **19.3. Селен. Телур. Полонїй**

Історїя вїдкриття та походження назв. Будова атому. Характернї валентнї стани. Розповсюдженїсть та форми знаходження в природї. Отримання простих речовин. Фїзичнї властивостї. Полїморфїзм Селену і Телуру. Червоний і сїрий селен. Хїмїчнї властивостї простих речовин.

Гїдриди типу  $H_2E$ . Фїзичнї властивостї. Хїмїчнї властивостї. Оксидацийно-вїдновнї і кислотнї властивостї. Халькогенїди металїв (селенїди, телуриди, полонїди). Оксиди Селену (IV) і Телуру (IV). Оксиди Селену (VI) і Телуру (VI). Фїзичнї властивостї, отримання, хїмїчнї властивостї. Змїна кислотно-основних властивостей в ряду  $SeO_2 - TeO_2 - PoO_2$ . Селенїтна і телуритна кислоти. Селенатна і телуратна кислоти. Будова молекул і аніонїв кислот. Полїметателуратна кислота  $(H_2TeO_4)_n$  ( $n \approx 10$ ). Ортотелуратна кислота  $H_6TeO_6$ . Кислотнї і оксидацийнї властивостї. Солї кислот. Селенати. Телурати. Ортотелурати. Застосування простих речовин та їх сполук.

### **Тема 20. Елементи VIIA групи.**

Історїя вїдкриття та походження назв. Будова атомїв. Змїна атомних радїусїв, енергїй йонїзації і спорїдненостї до електрону, електронегативностї по пїдгрупї. Валентнїсть і ступенї оксидациї атомїв.

Розповсюдженїсть та форми знаходження галогенїв у природї, найважливїшї мїнерали. Лабораторнї і промисловї способи отримання галогенїв (хїмїчнї і електрохїмїчнї методи).

Фїзичнї властивостї простих речовин. Хїмїчнї властивостї простих речовин. Оксидацийнї властивостї.

Гїдрогенгалогенїди. Фїзичнї властивостї. Хїмїчнї властивостї. Розчини гїдрогенгалогенїдїв у водї. Змїна сили гїдрогенгалогенїдних кислот у ряду  $HF - HCl - HBr - HI$ . Травлення скла плавиковою кислотою і газоподїбним  $HF$ . Загальнї принципи отримання гїдрогенгалогенїдїв.

Галогенїди металїв та неметалїв. Основнї, амфотернї, кислотнї галогенїди. Будова молекул, фїзичнї та хїмїчнї властивостї. Галогенангїдриди. Порядок витїснення галогенїв з розчинїв їх галогенїдїв. Інтєргалогенїди (мїжгалогеннї сполуки).

Сполуки галогенїв з Оксигеном. Флуориди Оксигену. Оксиди Хлору, Бром у, Йоду, Астату. Оксигенвмїснї кислоти Хлору, Бром у, Йоду. Гїпогалогенїтнї, галогенїтнї, галогенатнї, пергалогенатнї кислоти. Порївняльна стїйкїсть кислот. Кислотнї і оксидацийнї властивостї. Солї оксигенвмїсних кислот галогенїв. Солї кислот Хлору (гїпохлорити, хлорити, хлорати, перхлорати), Бром у, Йоду. Оксидацийнї властивостї солей. Гїпохлорити Натрїю і Кальцїю. Жавелева вода. Хлорне вапно. Хлорат калїю (бертолетова сїль). Застосування галогенїв і їх сполук.

### **Тема 21. Елементи VIIA групи.**

Історїя вїдкриття та походження назв. Особливостї електронної будови атомїв благородних газїв. Валентнїсть і ступенї оксидациї. Розмїри атомїв і йонїв. Змїна атомних радїусїв і енергїй йонїзації по групї. Причини хїмїчної їнертностї.

Розповсюдження благородних газів у природі. Способи отримання та розділення благородних газів. Фракційне розділення зрідженого повітря. Фізичні властивості. Агрегатний стан простих речовин. Зміна температур топлення і кипіння в ряду гелій–радон. Гелій-I та Гелій-II. Надтекучість гелію.

Хімічні властивості благородних газів. Утворення клатратів. Хімія Ксенону. Дифлуорид, тетрафлуорид, гексафлуорид ксенону. Просторова конфігурація молекул. Гіпервалентні зв'язки (трицентрові чотириелектронні зв'язки). Гідроліз флуоридів. Оксигенвмісні сполуки Ксенону. Триоксид ксенону. Ксенонова кислота. Перксенат-йон. Хімія Криптонію. Гідрати Аргону, Криптонію, Ксенону. Застосування благородних газів і їх сполук.

## **Тема 22. 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 p-елементами.

Розповсюдженість і знаходження в природі. Метали життя. Промислові методи отримання 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). Отримання 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 сприйнятливність). Діамагнітні, парамагнітні та феромагнітні метали.

Хімічні властивості d-металів. Їх взаємодія з водою при різних температурах з утворенням гідроксидів та оксидів з одночасно різними ступенями оксидації. Відношення d-металів до кислот: звичайні кислоти, кислоти-оксидники, суміші кислот. Взаємодія d-металів з лугами. Корозійна стійкість або нестійкість d-металів і її причини.

Оксиди і гідроксиди d-елементів. Кислотно-основний і оксидаційно-відновний характер оксидів. Зміна кислотно-основних властивостей по групах. Змішані оксиди. Кислотно-основні і оксидаційно-відновні властивості гідроксидів. Стан гідроксидів в розчині. Гідроксокомплекси.

Сульфіди d-елементів. Галогеніди (галіди) d-елементів. Карбіди і нітриди d-елементів. Гідриди d-елементів. Класифікація гідридів. Відмінність гідридів перехідних елементів від інших гідридів.

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

## **Тема 23. 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. Суть процесів витягання Купруму з руд і отримання міді. Основи отримання металевого срібла. Принципи витягання золота з руд. 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».

Оксиди  $M_2O$ . Фізичні та хімічні властивості. Амфотерний характер оксидів. Диспропорціонування  $Cu_2O$ . Зміна оксидаційних властивостей в ряду  $Cu_2O-Ag_2O-Au_2O$ .

Монооксиди. Методи отримання та фізичні властивості. Зміна кислотно-основних та оксидативно-відновних властивостей. Оксиди  $M_2O_3$ . Гідроксиди Купруму (II), Ауруму (III). Їх стійкість. Кисотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи отримання.

Солі Купруму, Аргентуму, Ауруму (I). Диспропорціювання. Оксидативно-відновні властивості. Галогенідні, аміачні і тиосульфатні комплексні сполуки Аргентуму (I). Принципи процесів фотографування і сріблення. Диспропорціювання Аргентуму в парних ступенях оксидатії. Солі Купруму (II). Безводні солі і кристалогідрати. Будова кристалогідратів з непарною кількістю молекул води. Мідний купорос. Галогено-, ціано- і амінокомплекси. Купрати. Солі Ауруму (III). Солі в катіонній і аніонній формах. Галогенокомплекси. Тетрахлороауратна кислота і її солі. Аурати.

Практичне використання Купруму, Аргентуму, Ауруму і їх сполук. Стопи. Бактерицидна дія сполук Аргентуму.

#### **Тема 24. d-елементи II групи**

Історія відкриття та походження назв. Будова атомів. Зміна атомних радіусів і енергії йонізації по групі. Валентність і ступені оксидатії атомів. Група  $-Hg-Hg$ . Утворення лінійних біядерних  $Hg_2^{2+}$ , триядерних  $Hg_3^{2+}$  та тетраядерних  $Hg_4^{2+}$  кластерів.

Розповсюдженість та знаходження в природі. Методи отримання 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.

Халькогеніди. Методи отримання і фізичні властивості. Сульфід Меркурію (кіновар). Галогеніди Цинку, Кадмію і Меркурію. Галогеніди Меркурію (I). Йон  $Hg^{2+}$ . Отримання, фізичні властивості. Диспропорціювання. Каломель  $Hg_2Cl_2$ . Галогеніди Hg (II). Сулема. Галогенідні комплекси. Тетрайодомеркурати. Реактив Несслера.

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 отримання. Солі Цинку в катіонній і аніонній формах. Кислі і основні солі. Солі Меркурію (I, II). Оксидативно-відновні властивості солей Меркурію. Застосування металів та їх сполук.

#### **Тема 25. 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 оксидатії атомів.

Розповсюдженість та форми знаходження в природі. Методи отримання 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.

Оксиди. Методи отримання, фізичні і хімічні властивості. Зміна кислотно-основних властивостей оксидів в ряду Скандій – Актиній. Гідроксиди. Методи отримання і фізичні властивості. Зміна розчинності та основності в ряду гідроксидів. Амфотерні властивості  $Sc(OH)_3$ . Солі. Схильність до утворення солей в катіонній і аніонній формах. Подвійні солі. Гідроліз. Галогеніди. Застосування сполук елементів підгрупи Скандію.

##### **25.1. 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 оксидатії 4f- і 5f-елементів.

##### **25.2. Родина лантаноїдів**

Історія відкриття та походження назв. Будова електронних оболонок атомів лантаноїдів. Підродини Церію (Ce – Eu) і Ітрію (Gd – Lu). Лантаноїдне стиснення. Ступені оксидатії 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 отримання та розділення металів. Мішметал. Фізичні властивості лантаноїдів. 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.

### **25.3. 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). Актинοїдне стиснення. Ступені оксидації актиноїдів і закономірності їх зміни в ряду. Розповсюдженість та форми знаходження актиноїдів у природі. Методи отримання елементів родини актиноїдів. Збагачення уранових руд. Переробка уранових руд. Отримання 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.

Оксиди і гідроксиди Торію. Сполуки Урану з Оксигеном, Нітрогеном та іншими неметалами. Уранати. Солі уранілу і чотиривалентного Урану. Нептунати (VII). Плутонати (VII). Застосування актиноїдів і їх сполук.

### **Тема 26. 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. Отримання 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<sub>2</sub> з домішками оксидів).

Гідроксиди Тітану (II, III, IV). Гідроксиди Цирконію (α-, β-, γ-) 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). Оксогалогеніди. Застосування титану, цирконію, гафнію та їх сполук.

### **Тема 27. 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 отримання 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 pH та загальної концентрації Ванадію. Сполуки оксованадію (IV). Комплексні сполуки Ванадію, Ніобію, Танталу. Карбоніли та металоорганічні сполуки. Застосування Ванадію, Ніобію, Танталу і їх сполук.

### **Тема 28. d-елементи VI групи – Хром, Молібден, Вольфрам.**

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 отримання 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 Молибдену і Вольфраму (VI). Відношення до води, кислот, лугів. Зміна стійкості, оксидаційної здатності і кислотного характеру у ряді оксидів Хрому – Вольфраму (VI).

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. Ізополімолибдати, 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. Оксидаційні властивості хроматів і дихроматів. Принцип дії хромової суміші. Молибдати і вольфраматні. Полімолибдати і полівольфраматні. Карбоніли. Оксогалогеніди. Діоксодихлориди Хрому (хлористий хроміл), Молибдену, Вольфраму. Пероксиди та пероксидні комплекси елементів VIB групи. Хром пероксид. Пероксохроматні кислоти і солі. Застосування металів та їх сполук.

### **Тема 29. d-елементи VII групи**

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

Розповсюдженість та знаходження у природі. Принципи отримання металів.

Фізичні властивості металів. Хімічні властивості простих речовин.

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.

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.

Застосування елементів підгрупи Мангану та їх сполук.

### **Тема 30. 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 оксидзації атомів. Зміна стійкості сполук з нижчими (II) і вищими (VI, III) ступенями оксидзації в ряду Ферум – Нікол. Проблема отримання Феруму (VIII). Надважкі «платинові метали» – Гассій, Мейтнерій, Дармштатій.

#### **30.1. Родина Феруму**

Історія відкриття та походження назв. Електронні конфігурації атомів. Розповсюдженість та знаходження у природі. Принципи промислового отримання 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  $\gamma$ - $Fe_2O_3$ . Відношення до води, кислот, лугів. Структура шпінелі у  $\gamma$ - $Fe_2O_3$  та  $Fe_3O_4$ . Гідроксиди Феруму, Кобальту, Ніколу. Гідроксиди елементів (II, III). Методи отримання 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  $Fe^{2+}$  і  $Fe^{3+}$ . 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.

### **30.2. 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. Отримання 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.

#### **Тема 31. Особливості реакцій комплексоутворення.**

Комплексні сполуки. Найбільш розповсюджені ліганди. Типові комплексоутворювачі. Багатоядерні комплекси. Мостикові групи в багатоядерних комплексах. Хелатні комплекси. Загальні особливості хелатних сполук.  $\pi$ -комплекси. Ізомерія комплексних сполук: гідратна, йонізаційна, координаційна, оптична, цис-транс-ізомерія. Ефект транс-впливу. Кластери. Хімічний зв'язок в кластерах. Карбоніли. Властивості карбонілів, стійкість, методи отримання. Правило Сіджвіка (правило 18 електронів або правило ефективного атомного номера). Застосування.

#### **Тема 32. Трансактиноїдні елементи.**

Історія відкриття надважких елементів. Назви та символи елементів №№ 104 – 112, 114, 116. Ядерні реакції, які використовують для отримання 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. Отримання. Підвищення стабільності ядер нових атомів. Елемент № 114 – Флеровій, № 116 – Ліверморій.

Прогнозування властивостей елементів VIII періоду. Кайносиметричні 5g-орбіталі. Реалізація високих ступенів оксидації (+9, +10 і т.д.).

### 3.1. Програма навчальної дисципліни

#### Лекції I семестр

##### Змістовий модуль 1.

- Тема 1. Основні поняття та закони хімії (6 год).
- Тема 2. Будова атома (8 год.).
- Тема 3. Хімічні елементи та їх систематика (4 год.).
- Тема 4. Хімічний зв'язок (6 год.).
- Тема 5. Систематика та номенклатура неорганічних сполук (8 год.).

##### Змістовий модуль 2.

- Тема 6. Координаційні сполуки (8 год.).
- Тема 7. Енергетика хімічних реакцій (6 год.).
- Тема 8. Кінетика хімічних реакцій (6 год.).
- Тема 9. Розчини. Фізичні та хімічні властивості розчинів (8 год.).
- Тема 10. Оксидаційно-відновні процеси (8 год.).

#### II семестр

##### Змістовий модуль 1.

- Тема 13. Гідроген та сполуки Гідрогену (4 год).
- Тема 14. s-елементи I групи (2 год.)
- Тема 15. s-елементи II групи (2 год.)
- Тема 16. Елементи IIIA групи. (4 год.)
- Тема 17. Елементи IVA групи. (4 год.)
- Тема 18. Елементи VA групи. (4 год.)
- Тема 19. Елементи VIA-групи. (4 год.)
- Тема 20. Елементи VIIA групи. (4 год.)
- Тема 21. Елементи VIIIA групи. (2 год.)

##### Змістовий модуль 2.

- Тема 22. Загальний огляд металів.(2 год.)
- Тема 23. d-елементи I групи (2 год.)
- Тема 24. d-елементи II групи (2 год.)
- Тема 25. d-елементи III групи (4 год.)
- Тема 26. d-елементи IV групи (2 год.)
- Тема 27. d-елементи V групи (2 год.)
- Тема 28. d-елементи VI групи. (2 год.)
- Тема 29. d-елементи VII групи (2 год.)
- Тема 30. d-елементи VIII групи (2 год.)
- Тема 31. Особливості реакцій комплексоутворення (2 год.).
- Тема 32. Трансактиноїдні елементи (2 год.).

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>I семестр</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Практичні заняття</b>						
Тема 1. Атомно-молекулярне вчення. Стехіометричні закони.	6		2			4
Тема 2. Будова атома.	10		2			8
Тема 3. Хімічний зв'язок та будова молекул.	12		2			10
Тема 4. Основні класи неорганічних сполук.	14		4			10
Тема 5. Комплексні сполуки.	7		2			5
Тема 6. Розчини електролітів. Гідроліз солей.	12		2			10
Тема 7. Оксидаційно-відновні процеси. Електроліз.	11		4			7
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>72</b>		<b>18</b>			<b>54</b>
<b>Змістовий модуль 2. Контрольна робота № 1</b>						
Тема 1. Основні поняття та закони хімії.	10	6				4
Тема 2. Будова атома.	16	8				8
Тема 3. Хімічні елементи та їх систематика.	12	4				8
Тема 4. Хімічний зв'язок.	14	6				8
Тема 5. Будова твердого тіла	25					25
Тема 6. Систематика та номенклатура неорганічних сполук.	16	8				8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>93</b>	<b>32</b>				<b>61</b>
<b>Змістовий модуль 3. Контрольна робота № 2</b>						
Тема 7. Координаційні сполуки.	14	8				5
Тема 8. Основні поняття геохімії	25					25
Тема 9. Основи хімічної кінетики та термодинаміки.	16	6				10
Тема 10. Фізичні властивості розчинів.	13	6				7
Тема 11. Хімічні властивості розчинів	16	8				8
Тема 12. Оксидаційно-відновні процеси.	15	8				7
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>98</b>	<b>36</b>				<b>62</b>



<b>Змістовий модуль 4. Лабораторні заняття</b>						
Правила роботи в лабораторії. Техніка безпеки. Лабораторний посуд.	11			4		7
Лабораторна робота «Основні класи неорганічних сполук»	16			6		10
Лабораторна робота «Визначення молярної маси еквівалента металу методом витіснення»	7			4		3
Лабораторна робота «Визначення молярної маси еквівалента карбонату металу шляхом його розкладу»	7			4		3
Лабораторна робота «Приготування розчинів заданої концентрації»	9			6		3
Лабораторна робота «Загальні властивості розчинів»	7			4		3
Лабораторна робота «Водневий показник. Гідроліз солей»	8			4		4
Лабораторна робота «Комплексні сполуки»	11			6		5
Лабораторна робота «Оксидаційно-відновні реакції»	12			6		6
Лабораторна робота «Елементи ІА групи Періодичної системи»	8			4		4
Лабораторна робота «Властивості водню»	9			4		5
Лабораторна робота «Нітроген»	10			6		4
Лабораторна робота «Карбон, Силіцій – неметали ІVА групи Періодичної системи»	9			4		5
Лабораторна робота «Елементи ІІІА групи Періодичної системи»	9			4		5
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>133</b>			<b>66</b>		<b>67</b>
<b>Усього годин за І семестр</b>	<b>396</b>	<b>68</b>	<b>18</b>	<b>66</b>		<b>244</b>
<b>ІІ семестр</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Практичні заняття</b>						
Тема 1. Гідроген та сполуки Гідрогену.	7		2			5
Тема 2. Елементи ІА та ІІА груп Періодичної системи	11		2			9
Тема 3. Елементи ІІІА та ІVА груп Періодичної системи	10		2			8
Тема 4. Елементи VА та VІА груп Періодичної системи	12		2			10

Тема 5. Елементи VIIA та VIIIA груп Періодичної системи	9		2			7
Тема 6. Елементи IB-IVB груп Періодичної системи	14		4			10
Тема 7. Елементи VB-VIIB груп Періодичної системи.	14		4			10
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>77</b>		<b>18</b>			<b>59</b>
<b>Змістовий модуль 2. Контрольна робота № 3</b>						
Тема 13. Гідроген та сполуки Гідрогену.	9	4				5
Тема 14. s-елементи I групи	7	2				5
Тема 15. s-елементи II групи	7	2				5
Тема 16. Елементи IIIA групи.	6	4				2
Тема 17. Елементи IVA групи.	6	4				2
Тема 18. Елементи VA групи.	7	4				3
Тема 19. Елементи VIA-групи.	7	4				3
Тема 20. Елементи VIIA групи.	7	4				3
Тема 21. Елементи VIIIA групи.	7	2				5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>63</b>	<b>30</b>				<b>33</b>
<b>Змістовий модуль 3. Контрольна робота № 4</b>						
Тема 22. Загальний огляд металів	5	2				3
Тема 23. d-елементи I групи	5	2				3
Тема 24. d-елементи II групи	5	2				3
Тема 25. d-елементи III групи	8	4				4
Тема 26. d-елементи IV групи	5	2				3
Тема 27. d-елементи V групи	5	2				3
Тема 28. d-елементи VI групи.	5	2				3
Тема 29. d-елементи VII групи	5	2				3
Тема 30. d-елементи VIII групи	5	2				3
Тема 31. Особливості реакцій комплексоутворення	5	2				3
Тема 32. Трансактиноїдні елементи	5	2				3
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>58</b>	<b>24</b>				<b>34</b>
<b>Змістовий модуль 4. Лабораторні заняття</b>						
Лабораторна робота «d-Елементи VIII групи Періодичної системи»	11			6		5
Лабораторна робота «Галогени»	13			8		5
Лабораторна робота «p-елементи VI групи та їх сполуки»	12			8		4
Лабораторна робота «Станум»	8			4		4
Лабораторна робота «Плюмбум»	8			4		4
Лабораторна робота «d-елементи VII групи Періодичної системи»	9			4		5
Лабораторна робота «Хром»	9			4		5
Лабораторна робота «Молібден.	9			4		5

Вольфрам»						
Лабораторна робота «d-елементи II групи Періодичної системи»	9			4		5
Лабораторна робота «Купрум»	9			4		5
Лабораторна робота «Аргентум»	9			4		5
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>106</b>			<b>54</b>		<b>52</b>
<b>Змістовий модуль 5. Науково-аналітична робота</b>						
Характеристика певного елемента Періодичної системи						20
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>						<b>20</b>
<b>Усього годин за II семестр</b>	<b>324</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>54</b>		<b>198</b>
<b>Усього годин за рік</b>	<b>720</b>	<b>122</b>	<b>36</b>	<b>120</b>		<b>442</b>

### 6. Теми практичних та семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1.	Атомно-молекулярне вчення. Стехіометричні закони.	2
2.	Будова атома.	2
3.	Хімічний зв'язок та будова молекул.	2
4.	Основні класи неорганічних сполук.	4
5.	Комплексні сполуки.	2
6.	Розчини електролітів. Гідроліз солей.	2
7.	Оксидаційно-відновні процеси. Електроліз.	4
	<b>Разом</b>	<b>18</b>
<b>II семестр</b>		
8.	Гідроген та сполуки Гідрогену.	2
9.	Елементи IA та IIA груп Періодичної системи	2
10.	Елементи IIIA та IVA груп Періодичної системи	2
11.	Елементи VA та VIA груп Періодичної системи	2
12.	Елементи VIIA та VIIIA груп Періодичної системи	2
13.	Елементи IB-IVB груп Періодичної системи	4
14.	Елементи VB-VIIB груп Періодичної системи.	4
	<b>Разом</b>	<b>18</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1.	Правила роботи в лабораторії. Техніка безпеки. Лабораторний посуд.	4

2.	Лабораторна робота «Основні класи неорганічних сполук»	6
3.	Лабораторна робота «Визначення молярної маси еквівалента металу методом витіснення»	4
4.	Лабораторна робота «Визначення молярної маси еквівалента карбонату металу шляхом його розкладу»	4
5.	Лабораторна робота «Приготування розчинів заданої концентрації»	6
6.	Лабораторна робота «Загальні властивості розчинів»	4
7.	Лабораторна робота «Водневий показник. Гідроліз солей»	4
8.	Лабораторна робота «Комплексні сполуки»	6
9.	Лабораторна робота «Оксидаційно-відновні реакції»	6
10.	Лабораторна робота «Елементи ІА групи Періодичної системи»	4
11.	Лабораторна робота «Властивості водню»	4
12.	Лабораторна робота «Нітроген»	6
13.	Лабораторна робота «Карбон, Силіцій – неметали ІVА групи Періодичної системи»	4
14.	Лабораторна робота «Елементи ІІІА групи Періодичної системи»	4
<b>Разом за І семестр</b>		<b>66</b>
<b>ІІ семестр</b>		
15.	Лабораторна робота «d-Елементи VІІІ групи Періодичної системи»	6
16.	Лабораторна робота «Галогени»	8
17.	Лабораторна робота «p-елементи VІ групи та їх сполуки»	8
18.	Лабораторна робота «Станум»	4
19.	Лабораторна робота «Плюмбум»	4
20.	Лабораторна робота «d-елементи VІІ групи Періодичної системи»	4
21.	Лабораторна робота «Хром»	4
22.	Лабораторна робота «Молібден. Вольфрам»	4
23.	Лабораторна робота «d-елементи ІІ групи Періодичної системи»	4
24.	Лабораторна робота «Купрум»	4
25.	Лабораторна робота «Аргентум»	4
<b>Разом за ІІ семестр</b>		<b>54</b>
<b>Усього годин</b>		<b>120</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1.	Основні поняття та закони хімії	14
2.	Будова атома	16
3.	Хімічні елементи та їх систематика	15
4.	Хімічний зв'язок та будова молекул	20
5.	Будова твердого тіла	25
6.	Систематика та номенклатура неорганічних сполук	30
7.	Координаційні сполуки	15
8.	Основні поняття геохімії	25
9.	Основи хімічної кінетики та термодинаміки	29
10.	Фізичні властивості розчинів	15
11.	Хімічні властивості розчинів	20
12.	Оксидаційно-відновні реакції	20
	<b>Разом за I семестр</b>	<b>244</b>
<b>II семестр</b>		
13.	Гідроген та сполуки Гідрогену	10
14.	s-елементи I групи	9
15.	s-елементи II групи	10
16.	Елементи IIIA групи.	10
17.	Елементи IVA групи.	10
18.	Елементи VA групи.	10
19.	Елементи VIA-групи.	10
20.	Елементи VIIA групи.	10
21.	Елементи VIIIA групи.	10
22.	Загальний огляд металів	10
23.	d-елементи I групи	10
24.	d-елементи II групи	10
25.	d-елементи III групи	10
26.	d-елементи IV групи	10
27.	d-елементи V групи	10
28.	d-елементи VI групи.	10
29.	d-елементи VII групи	10
30.	d-елементи VIII групи	10
31.	Особливості реакцій комплексоутворення.	10
32.	Трансактиноїдні елементи	9
	<b>Разом за II семестр</b>	<b>198</b>
<b>Усього годин</b>		<b>442</b>

## 9. Індивідуальні завдання

У II семестрі передбачено виконання індивідуального завдання – **науково-аналітичної роботи**, присвяченої певному хімічному елементу Періодичної системи. Кожен студент оформляє науково-аналітичну роботу відповідно до вимог і здає викладачу вкінці семестру. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент – **10 балів**.

## 10. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, семінарські заняття, виконання лабораторних робіт, самостійна робота, виконання розрахункових задач (домашні завдання).

## 11. Методи контролю

Опитування та самостійні роботи за темами практичних занять (по 7 у кожному семестрі), письмовий контроль лабораторних робіт (звіти), індивідуальний захист лабораторних робіт, 4 модульні контрольні роботи, залік у I та II семестрах, екзамен у I та II семестрах.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Матеріал курсу «Неорганічна хімія» відповідно до навчальної програми містить 25 тем. Темі розподілені по семестрах наступним чином: у I семестрі – 12 тем (від 1 до 12), у II семестрі – 13 тем (від 13 до 25). Оцінка роботи студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою і включає такі види роботи над курсом: лабораторний практикум, засвоєння теоретичного матеріалу, домашні завдання, самостійні роботи за темами практичних занять.

За усні та письмові опитування (**самостійні роботи**) (**змістовий модуль № 1**) на практичних заняттях студент отримує:

$$\frac{7 \text{ тем} \times 10 \text{ балів}}{7} \times 1,5 = 15 \text{ балів} \quad (\text{у I семестрі})$$
$$\frac{7 \text{ тем} \times 10 \text{ балів}}{7} \times 1,0 = 10 \text{ балів} \quad (\text{у II семестрі})$$

За виконання **лабораторного практикуму** (**змістовий модуль № 2**) студент може отримати 15 балів (I семестр), 10 балів (II семестр).

**Змістові модулі № 3 та № 4** – це контрольні роботи №1 та № 2 (у I семестрі) та № 3, № 4 (у II семестрі) відповідно. Контрольні роботи оцінюються по 10 балів кожна.

**Змістовий модуль № 5** (II семестр) – науково-аналітична робота, присвячена певному хімічному елементу Періодичної системи (10 балів).

**Оцінка за лабораторну роботу** (10 балів) включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **1–3** бали (**1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);

- оформлення лабораторного звіту: **1–3** бали (**1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);

- виконання навчальної задачі: **0–3** бали (**0** – невірно, **1** – зі значними помилками, **2** – з незначними помилками, **3** – вірно);

- робота в лабораторії: **0 – 1** бали (**0** – незадовільно, **1** – добре).

Кожне з питань **контрольної роботи** оцінене певною кількістю балів, загальна їх сума складає 10 балів (за кожен контрольну роботу). Кількість балів, яка нараховується за питання, визначається таким чином: якщо на питання дана лише правильна відповідь (типу так/ні, або вказаний правильний варіант з альтернативних відповідей) і ніяких пояснень немає – то нараховується лише 50% від числа балів за це питання. Якщо додатково є певні, але неповні пояснення до відповіді – то 75%. Лише коли правильна відповідь супроводжується вичерпними поясненнями, тоді нараховуються всі 100 % балів за питання.

Для зарахування модуля студент повинен набрати не менше 50 % балів за кожний модуль.

Для одержання **заліку** студент повинен виконати всі лабораторні роботи (у I семестрі – 14 робіт, у II семестрі – 11 робіт), здати письмові звіти та захистити їх, набравши не менше 50 балів із 100 можливих.

Поточне тестування та самостійна робота (I семестр)				Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1 (практичні заняття)	Змістовий модуль 2 (лекції)	Змістовий модуль 3 (лекції)	Змістовий модуль 4 (лабораторні роботи)	50	100
Теми 1-7	Теми 1 - 6	Тема 7 - 12	ЛР 1 – ЛР 14		
15 балів	10 балів	10 балів	15 балів		

Поточне тестування та самостійна робота (II семестр)					Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1 (практичні заняття)	Змістовий модуль 2 (лекції)	Змістовий модуль 3 (лекції)	Змістовий модуль 4 (лабораторні роботи)	Змістовий модуль 5 (наук.-аналіт. робота)	50	100
Теми 8-14	Теми 13 - 21	Тема 22 - 32	ЛР 15– ЛР 25	10 балів		
10 балів	10 балів	10 балів	10 балів			

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма дисципліни.
2. Робоча програма навчальної дисципліни.
3. Навчальні посібники з лабораторного практикуму.
4. Плани семінарських занять.
5. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. **Ахметов Н.С.** Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд.центр «Академия», 2001.– 743 с., ил.
2. **Кириченко В.І.** Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.–техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. – 639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
3. **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.
4. **Неорганическая химия:** В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-240 с. ISBN 5-7695-1446-9.



5. **Неорганическая химия:** В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.2: Химия непериодических элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.-368 с. ISBN 5-7695-1436-9.
6. **Неорганическая химия:** В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-352 с. ISBN 5-7695-2532-0.
7. **Неорганическая химия:** В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-400 с. ISBN 5-7695-2533-9.
8. **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. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
9. **Угай Я.А.** Общая и неорганическая химия. – Москва: Высш. шк., 1997. – 527 с.

#### Допоміжна

1. **Аноорганикум:** В 2-х т. Т.1. Пер с нем. / Под ред. Л.Кольдица. – М.: Мир, 1984.- 672 с., ил.
2. **Аноорганикум:** В 2-х т. Т.2. Пер с нем. / Под ред. Л.Кольдица. – М.: Мир, 1984.- 632 с., ил.
3. **Басов В.П., Родіонов В.М.** Хімія: Навч. посіб. 5-е вид. – Київ: Каравела, 2005. – 320 с.: іл. (13 рис.). – Табл. 7. – Бібліогр.: с. 318 (12 назв).
4. **Биологическое и токсическое действие** химических элементов и их неорганических соединений на организм человека.: Учеб.пособие / Под ред.канд.хим.наук Т.И.Рыбкиной. – Новомосковск: НИ РХТУ им.Д.И.Менделеева, 1999. - 96 с.
5. **Боднарюк Ф.М.** Загальна та неорганічна хімія. Част. I. – Рівне: НУВГП, 2006.- 241 с.
6. **Боднарюк Ф.М.** Загальна та неорганічна хімія. Част. II. – Рівне: НУВГП, 2008. - 312 с.
7. **Вдовенко О.П.** Загальна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 288 с.
8. **Вест А.** Химия твердого тела. Теория и приложения: В 2 т. Т.1.– М.: Мир, 1988. – 556 с.
9. **Вест А.** Химия твердого тела. Теория и приложения: В 2 т. Т.2.– М.: Мир, 1988. – 334 с.
10. **Волков А.И., Жарский И.М.** Большой химический справочник /А.И.Волков, И.М. Жарский. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с. ISBN 985-6751-04-7.
11. **Вольхин В.В.** Общая химия: Избранные главы: Учеб. пособие для вузов. – Пермь, 2002. – 352 с.

12. **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.
13. **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
14. **Гиллеспи Р., Харгиттаи И.** Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. - М.: Мир, 1992. - 296 с.
15. **Глінка Н.Л.** Загальна хімія / За ред. В.А.Рабіновича. – 5-е вид. – Київ: Вища шк., 1982. – 608 с.
16. **Григор'єва В.В.** Загальна хімія: Підручник. – К.: Вища школа, 1991. - 431 с.
17. **Делимарский Ю.К.** Неорганическая химия. – К: Высш. шк, 1973. – 196 с.
18. **Джонсон Д.** Термодинамические аспекты неорганической химии. - М.: Мир, 1985.
19. **Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж.** Основные законы химии. Т.1. - М.: Мир, 1982. - 652 с.
20. **Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж.** Основные законы химии. Т.2. - М.: Мир, 1982. - 620 с.
21. **Драго А.** Физические методы в химии. Т. 1, 2. - М.: Мир, 1981.
22. **Загальна та неорганічна хімія** у двох частинах: Підручник. Частина II [для студ. вищ. навч. закл.] / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Иванов; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 212 від 03.06.1999]. – Київ: Пед. преса, 2000. – 784с.: 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.
23. **Карапетьянц М.Х., Дракин С.И.** Общая и неорганическая химия. - М.: Химия, 1981. – 345 с.
24. **Кемпбел Дж.** Современная общая химия. Т.1-3. - М.: Мир, 1975.
25. **Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А.** Химия координационных соединений: Учеб. пособие для хим. фак. ун-тов и хим.-технол. спец. вузов / Под ред. Н.А.Костроминой. – М.: Высш. шк., 1990. – 432 с.: ил. ISBN 5-06-001020-1.
26. **Коттон Ф., Уилкинсон Дж.** Основы современной химии. - М.: Мир, 1979, Т.1. – 224 с., Т.2. – 494 с., Т.3. – 592 с.
27. **Левітін Є.Я.** Загальна та неорганічна хімія. Підручник. [для студ., аспір., виклад. і практ. працівн.] / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключева; [ЦМК Мін-во охорони здоров'я України]. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2003.– Вінниця: НОВА КНИГА, 2003. – 468 с.: іл., 55 рис., 39 табл. – Предметн. покажч.: с.460–463. – ISBN 5-7766-0784-1.
28. **Лидин Р.А.** Константы неорганических веществ: справочник / Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. под ред. Р.А.Лидина. – 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Дрофа, 2006. – 8 с. ISBN 5-7107-8085-5.
29. **Лидин Р.А.** и др. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр. / Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева; Под ред.Р.А.Лидина. - М.: Химия, 2000. - 480 с.: ил. ISBN -724-1163-0
30. **Луцевич Д.Д.** Довідник з хімії. – Львів: Українські технології, 2005. – 420 с.

31. **Мингулина Э.И., Масленникова Г.Н., Коровин Н.В.** и др. Курс общей химии.- М.: Высшая школа, 1990.- 446 с.
32. **Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии:** Учебное пособие / Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., Маликов Л.В., Турбин П.В. – Х.: ХНУ имени В.Н.Каразина, 2009. – 209 с.
33. **Некрасов Б.В.** Основы общей химии. Т. 1.- М.: Химия, 1973. - 656 с.; 160 табл.; 391 рис.
34. **Некрасов Б.В.** Основы общей химии. Т. 2. - М.: Химия, 1973. - 688 с.; 270 табл.; 426 рис.
35. **Николаева Р. Б.** Неорганическая химия. Часть 1. Теоретические основы химии: учебное пособие / Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (3-е изд.), 2007. – 119 с., ил.
36. **Николаева Р. Б., Сайкова С. В.** Неорганическая химия: учебное пособие. Часть 2. Химия элементов и их соединений / Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (3-е изд.), 2007 – 118., ил.
37. **Никольский А.Б., Суворов А.В.** Химия: Учебник для вузов. – СПб: Химиздат, 2001. – 512 с.
38. **Новоженков В.А.** Введение в неорганическую химию: Учебное пособие. - Барнаул: Изд-во Алт. госуд. ун-та, 2001. - 650 с.
39. **Новые направления в химии твердого тела:** Структура, синтез, свойства, реакционная способность и дизайн материалов: Пер.с англ. / Рао Ч.Н.Р., Гопалакришнан Дж. – Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1990. – 520 с. Табл. 35, Ил. 220. Библиогр.: 1073 назв. ISBN 5-02-029203-6.
40. **Павлов Н.Н.** Неорганическая химия. Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 336 с.
41. **Пентин Ю.А., Вилков Л.В.** Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. – 683 с., ил. – (Методы в химии). ISBN 5-03-003470-6.
42. **Полтораков О.И., Ковба Л.М.** Физико-химические основы неорганической химии. - М.: Изд-во МГУ, 1984. - 288 с.
43. **Реми Г.** Курс неорганической химии. – М.: Мир, 1963, Т.1. – 920 с.; 1966, Т.2. – 836 с.
44. **Рипан Р., Четяну И.** Неорганическая химия. – В 2-х т. – Т. 1. – Химия металлов / Пер. с рум. Д.Г. Батыра и Х.Ш. Харитона; под ред. В.И. Спицына и И.Д. Калли. – Москва: Мир, 1971. – 560с.
45. **Рипан Р., Четяну И.** Неорганическая химия. – В 2-х т. – Т. 2. – Химия металлов / Пер. с рум. Д.Г. Батыра и Х.Ш. Харитона; под ред. В.И. Спицына и И.Д. Калли. – Москва: Мир, 1972. – 871с.: ил. (36 рис.). – Табл. 77. – Библиогр.: с.843 – 844 (66 назв). – Предм. указ.: с. 845 – 865.
46. **Рэмсден Э.Н.** Начала современной химии. Справ. изд. Пер с англ. / Под ред. В.И.Барановского, А.А. Белюстина, А.И.Ефимова, А.А.Потехина. – Л.: Химия, 1989. – 78 с.: ил. – Пер.изд.: Великобритания, 1985. ISBN 5-7245-0127-9
47. **Скопенко В.В., Григор’єва В.В.** Найважливіші класи неорганічних сполук. – Київ: Либідь, 1996. – 152с.

48. **Скопенко В.В.** Координационная химия: учеб. пособие / В.В.Скопенко, А.Ю.Цивадзе, Л.И.Савранский, А.Д.Гарновский. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 487 с.: ил.
49. **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).
50. **Спицын В.И., Мартыненко Л.И.** Неорганическая химия. Т. 1, 2. - М.: Изд-во МГУ, 1991, 1994. - 480 с., 624 с.
51. **Справочник химика.** Т.1-6 и дополнительный. - Л.: Химия, 1965-1968.
52. **Стид Дж.В., Этвуд Дж.Л.** Супрамолекулярная химия. Пер.с англ.: в 2 т. Т.1 / Джонатан В.Стид, Джерри Л. Этвуд. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - 480 с.: ил. – ISBN 978-5-94628-305-2.
53. **Стид Дж.В., Этвуд Дж.Л.** Супрамолекулярная химия. Пер.с англ.: в 2 т. Т.2 / Джонатан В.Стид, Джерри Л. Этвуд. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - 416 с.: ил. – ISBN 978-5-94628-307-6.
54. **Суворов А.В., Никольский А.Б.** Общая химия. - СПб: Химия, 1997. - 623с.
55. **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.
56. **Турова Н.Я.** Неорганическая химия в таблицах. - М.: ВХК РАН, 1997. - 140 с.
57. **Уайтсайдс Дж., Эйглер Д., Андерс Р.** и др. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред.М.К.Роко, Р.С.Уильямса и П.Аливисатоса. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с., ил.
58. **Уэллс А.** Структурная неорганическая химия. В 3-х т. Т. 1. Пер с англ. - М.: Мир, 1987.-408 с., ил.
59. **Уэллс А.** Структурная неорганическая химия. В 3-х т. Т. 2. Пер с англ. - М.: Мир, 1987. – 696 с., ил.
60. **Уэллс А.** Структурная неорганическая химия. В 3-х т. Т. 3. Пер с англ. - М.: Мир, 1988. – 564 с., ил.
61. **Фримантл М.** Химия в действии. Ч. 1,2. - М.: Мир, 1991. - 528 с., 620 с.
62. **Химическая энциклопедия:** В 5 т.: т.1: А-Дарзана / Редкол.: Кнуныяц И.Л. (гл.ред.) и др. – М.: Сов. энцикл., 1988. – 623 с.: ил.
63. **Химическая энциклопедия:** В 5 т.: т.2: Даффа-Меди / Редкол.: Кнуныяц И.Л. (гл.ред.) и др. – М.: Сов. энцикл., 1990. – 671 с.: ил. ISBN 5-85270-035-5.
64. **Химическая энциклопедия:** В 5 т.: т.3: Меди-Полимерные / Редкол.: Кнуныяц И.Л. (гл.ред.) и др. – М.: Большая Российская. энцикл., 1992. – 639 с.: ил. ISBN 5-85270-039-8.
65. **Химическая энциклопедия:** В 5 т.: т.4: Полимерные-Трипсин / Редкол.: Зефиоров Н.С. (гл.ред.) и др. – М.: Большая Российская. энцикл., 1995. – 639 с.: ил. ISBN 5-85270-092-4.
66. **Химическая энциклопедия:** В 5 т.: т.5: Три-Ятр / Редкол.: Зефиоров Н.С. (гл.ред.) и др. – М.: Большая Российская. энцикл., 1998. – 783 с.: ил.
67. **Химия и периодическая таблица:** Пер. с японск. /Под ред. Сайто К. - М.: Мир, 1982. -320 с., ил.
68. **Хьюи Дж.** Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. Пер с англ. / Под ред. Б.Д.Степина, Р.А.Лидина. - М.: Химия, 1987. - 696 с.

69. **Цветкова Л.Б., Романюк О.П.** Неорганічна та органічна хімія: навчальний посібник. Ч. II. – Львів: «Магнолія-2006», 2007. – 358 с.: іл. (25 рис.). – Табл. 28. – Бібліогр.: с. 355-357 (42 назви).
70. **Шиманович И.Е., Павлович М.Л., Тикавий В.Ф.** и др. Общая химия в формулах, определениях, схемах.- М., 1990.- 528 с.
71. **Шрайвер Д., Эткинс П.** Неорганическая химия. В 2-х т. Т.1 / Пер. с англ. М.Г.Розовой, С.Я.Истомина, М.Е.Тамм. – М.: Мир, 2004. – 679 с., ил. – (Лучший зарубежный учебник). ISBN 5-03-003628-8.
72. **Шрайвер Д., Эткинс 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. – (Лучший зарубежный учебник). ISBN 5-03-003629-6.

## 15. Інформаційні ресурси

### 1. ....

Примітки:

1. Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

2. Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, інституту, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором з науково-педагогічної роботи.