

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

**Кафедра супрамолекулярної хімії**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник директора

науково-педагогічної роботи

Галина ГРАБЧУК

«24» травня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Хімія елементів**

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	хімія
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

**Викладач:** Ляпунов О.Ю.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

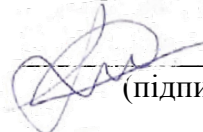
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2022**

**Розробник:** Ляпунов Олександр Юрійович, кандидат хім. наук, доцент кафедри супрамолекулярної хімії

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

Завідувач кафедри супрамолекулярної хімії



Сергій РЯБУХІН  
(підпис)

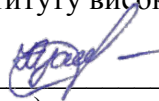
**Протокол № 5 від «11» травня 2022р.**

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

**Протокол № 4 від «13» травня 2022 року**

Голова науково-методичної комісії

(підпис)



Наталя РУСІНЧУК  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомити з хімічними властивостями елементів побічних підгруп та їх сполук. Сформувати у студентів загальні знання, вміння аналізувати отримані дані та мати уявлення щодо практичного застосування елементів та/або їх сполук. Навчити знаходити кореляції між кристалічною структурою речовини та її властивостями.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни :**

- 1. Знати теоретичні основи фундаментальних та прикладних наук: хімії, математики та фізики.*
- 2. Прослухати курс загальної хімії.*
- 3. Прослухати курс неорганічної хімії*

**3. Анотація навчальної дисципліни**

У курсі викладаються історичні відомості для кожної групи елементів та деяких окремих елементів і важливих сполук. Докладно розглядаються хімічні та фізичні властивості елементів та їх сполук 4–12 груп та f-елементів Періодичної системи. Розглядається явище загальної періодичності, вторинної та внутрішньої періодичності. Викладається ознайомлення з тривимірними моделями кристалічних решіток та методами отримання необхідної інформації, що пояснює властивості речовин.

**4. Завдання (навчальні цілі)**

Сформувати у студентів знання з основ хімії d- та f-елементів, що є критично важливими для опанування наступних курсів, Аналітична хімія, Органічна хімія та ін.

Дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК 12 Розуміння ключових концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ФК 13 Здатність застосовувати нестандартні методи та рішення для вирішення прикладної та наукової проблеми області хімії.

ФК 14 Здатність розуміти взаємозв'язок «Хімічна речовина» - «Біологічна роль».

ФК 15 Здатність прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.

ФК 18 Здатність прогнозувати можливості застосування речовин/методів/підходів/рішень у сучасних нанотехнологіях.

ФК 19 Здатність провести ідентифікацію будови нових синтезованих нанорозмірних матеріалів

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології)	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій
--	---------------------------------------	----------------------	---------------------------

Код	Результат навчання	викладання і навчання	та пороговий критерій оцінювання	оцінці з дисципліни
1.1	<b>Знати:</b> Знати основні хімічні властивості d- та f- елементів, вміти пояснювати та передбачати хімічні та фізичні властивості сполук виходячи з їх розташування у ПС.	Лекції	Письмова контрольна робота  Запитання на заліку	20%  12%
2.1	<b>Вміти:</b> Застосовувати спеціальне програмне забезпечення для аналізу кристалічної структури речовини, аналізувати отримані дані та робити висновки щодо властивостей речовин	Практичні заняття	Задачі на практичних заняттях	20%
3.1	<b>Комунікація:</b> 3.1. Працювати в групі на семінарах та практичних роботах.	Практичні заняття	Звіти	10%
4.1	<b>Автономність та Відповідальність:</b> Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації.	Лекції, практичні заняття, самостійна робота студента	Письмовий звіт з семестрової роботи  Завдання на заліку	20%  18%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)**

Результати навчання дисципліни	1	2	3	4
<b>Програмні результати навчання</b>				
<b>ПРН1.</b> Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	+	+		+
<b>ПРН3.</b> Описувати хімічні дані у символічному вигляді.	+			+
<b>ПРН18.</b> Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			+
<b>ПРН19.</b> Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+
<b>ПРН21.</b> Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.	+			+
<b>ПРН29.</b> Розуміти взаємозв'язок хімічних та фізичних властивостей речовин.	+			

**7. Схема формування оцінки.**

**- семестрове оцінювання:**

1. Контрольна робота: РН 1.1 - 20 балів.
  2. Звіти по практичних заняттях: РН 2.1. - 20 балів.
  3. Самостійна семестрова робота: РН 4.1 - 20 балів.
  4. Залікова контрольна робота: 1 теоретичне запитання (20 балів, оцінює РН 1.1), 1 задача (20 балів, оцінює РН 2.1).
- Усього: 100 балів.

**- підсумкове оцінювання: відсутнє.**

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	60	100
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

## 7.2 Організація оцінювання:

Протягом семестру студенти пишуть 1 модульну письмову контрольну роботу, після завершення вивчення курсу. Робота спрямована на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр. Модульна контрольна робота вважається складеною, якщо студент дав вірні відповіді на половину та більше запитань, в залежності від їх рівня складності. Студент має право протягом семестру переписати 1 контрольну роботу, якщо вона написана незадовільно.

Протягом семестру студенти працюють над виконанням самостійної роботи, необхідні знання та навички для виконання якої отримують під час лекційних та лабораторних занять. Результатом виконання семестрового завдання є усний захист.

Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки (36 балів), для одержання допуску до іспиту обов'язковим є виконання додаткових завдань.

## 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
1	<b>Тема 1.</b> Комплексні сполуки. Основні положення координаційної теорії Вернера: центральний атом, ліганди та адденти: зовнішня та внутрішня сфери, координаційне число центрального атома, ядро комплексу та його заряд, головна та побічні валентності, координаційна ємність (дентатність) ліганду. Природа хімічного зв'язку в комплексах. Поєднання електростатичної та ковалентної взаємодії центрального атома або іона з лігандами. Структура комплексних сполук з позиції МВЗ. Низькоспінові та високоспінові комплекси. Внутрішньо- та зовнішньоорбітальні комплекси. Гібридизація орбіталей при утворенні октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів. Основні положення теорії кристалічного поля (ТКП). Розщеплення d-орбіталей центрального іона в кристалічному полі октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів. Спін-спаровані та спін-вільні комплекси. Зміна енергії стабілізації кристалічним полем в низці перехідних металів для октаедричних комплексів, утворених лігандами сильного та слабого поля. Поняття про ефект Яна-Телера. Зв'язок величини розщеплення з забарвленням комплексної сполуки. Основні положення теорії поля лігандів (ТПЛ). $\sigma$ - та $\pi$ - донорно-акцепторний зв'язок. Октаедричні комплекси без $\pi$ - зв'язків. Октаедричні комплекси з $\pi$ - зв'язками. Величина розщеплення в ТПЛ. Незв'язані електрони, $\pi$ - дативна взаємодія d- електронів з вільними (розрихлюючими) орбіталями ліганду. Порівняння МВЗ, ТКП, ТПЛ. Комплексні сполуки з неорганічними та органічними полідентатними лігандами: карбоніли з містковою групою CO, комплексні сполуки іонів металів та амінокислот на	2		

	<p>прикладі етилендіамінтетраацетату кальцію. Хелати. Правило циклів Чугаєва. Кластери та багатоядерні комплекси (на прикладі карбонілів перехідних металів), <math>\pi</math>-комплекси (на прикладі ферацену). Сполуки типу клатратів. Константа стійкості комплексних сполук та її залежність від величини заряду та радіуса центрального іона, його електронної конфігурації. Уявлення про кінетично стабільні та інертні комплекси. Ізотермія інертних комплексів. Ефект трансвпливу Черняєва. Класифікація комплексних сполук. Основи номенклатури. Типи ізомерії комплексних сполук.</p>			
	<p>Опис будови, властивостей та геометрії комплексних сполук за методом молекулярних орбіталей</p>			4
2	<p><b>Тема 2.</b> Манган, технецій, реній – представники d-елементів. Ступені окиснення, парамагнітність атомів та іонів; здатність утворювати комплексні сполуки; металічність простих речовин. Властивості простих речовин. Явище алотропії. Сплави Мангану. Сполуки мангану, технецію та ренію зі ступенем окиснення 0. Електронна конфігурація центральних атомів; механізми утворення <math>\sigma</math>-зв'язків (Mn-Mn і ОС-Mn) та <math>\pi</math>-зв'язків (Mn-CO). Сполуки мангану, технецію та ренію з позитивними ступенями окиснення. Їх властивості: кислотно-основні, окисно-відновні.</p>	4		
	<p>Розв'язання задач: розрахунок напрямку реакції за ОВР в залежності від рН, концентрації та інших чинників.</p>		2	
	<p>Сполуки технецію та ренію у нижчих ступенях окиснення. Будова кластерів. Спектри поглинання та окисна здатність.</p>			6
3	<p><b>Тема 3.</b> Підгрупа хрому. Будова атомів, валентні стани. Поширеність у природі елементів підгрупи хрому. Мінерали хрому, молібдену та вольфраму. Одержання металів, їх фізичні та хімічні властивості, застосування. Сполуки хрому, молібдену та вольфраму у нижчих ступенях окиснення. Оксид, гідроксид та солі хрому(II), їх відновні властивості. Оксиди та гідроксиди хрому (III), хроміти. Комплексні сполуки та подвійні солі хрому (III). Триоксиди та кислоти металів підгрупи хрому. Хромати, молібдати та вольфрамати. Ізо-, гетерополікислоти та їх солі, одержання, властивості, застосування. Сполуки зі ступенями окиснення 4+ та 5+. Діоксид хрому, одержання та властивості. Вольфрамові бронзи та молібденові сині. Пероксидні сполуки елементів підгрупи хрому. Халогеніди елементів підгрупи хрому. Одержання, властивості, застосування. Оксогалогеніди. Сульфіді, нітриди, карбіді, бориди хрому, молібдену та вольфраму.</p>	4		
	<p>Розв'язання задач: розрахунок напрямку реакції за ОВР в залежності від рН, концентрації та інших чинників.</p>		2	
	<p>Технологічні сплави на основі елементів групи. Карбіді Вольфраму у техніці. Визначення фосфатів за допомогою молібдену. Кластерні сполуки.</p>			6
4	<p><b>Тема 4.</b> Загальна характеристика елементів групи Ванадію. Будова атомів, ступені окиснення, валентність. Схильність до утворення катіонної та аніонної форм. Схильність до комплексоутворення. Координаційні числа в сполуках. Фізичні та хімічні властивості металів. Природні сполуки та їх переробка. Сплави. Використання ванадію, ніобію і танталу та їх сполук. Оксиди ванадію (II, III, IV, V). Ванадати, ніобати, танталати, одержання, властивості. Пероксокислоти та їх солі. Галогеніди елементів підгрупи ванадію, одержання, хімічні властивості. Сполуки з нітрогеном та сульфуром. Тіованадати. Порівняльна характеристика сполук елементів підгрупи ванадію.</p>	2		

	Розв'язання задач: розрахунок напрямку реакції за ОВР в залежності від рН, концентрації та інших чинників. Діаграми Фроста для ванадатів.		2	
	Каталітичні властивості сполук елементів. Технологічні сплави та застосування.			4
5	<b>Тема 5.</b> Підгрупа титану. Загальна характеристика. Поширеність у природі та основні мінерали елементів підгрупи титану. Одержання титану, цирконію та гафнію, їх очистка методом зонної плавки та йодидного рафінування. Застосування металічних титану, цирконію, гафнію та зтопів на їх основі. Хімічні властивості елементів підгрупи титану. Диоксиди та гідроксиди, зміна кислотно-основних властивостей. Титанати, цирконати та гафнати, одержання їх керамічним способом та з водних розчинів. Галогеніди елементів підгрупи титану, їх одержання, будова, властивості, застосування. Карбіди, нітриди та сульфід титану та його аналогів. Комплексні сполуки елементів підгрупи титану. Одержання та властивості сполук титану (III). Порівняння властивостей елементів головної та побічної підгруп.	2		
	Розв'язання задач: розрахунок напрямку реакції за ОВР в залежності від рН, концентрації та інших чинників.		2	
	Виробництво суперсплавів. Ядерна промисловість. Медицина.			4
6	<b>Тема 6.</b> Підгрупа цинку. Поширеність у природі, основні мінерали. Одержання кадмію, цинку та ртуті. Фізичні властивості металів та їх застосування. Хімічні властивості металів підгрупи цинку. Сплави цинку і кадмію. Амальгами. Оксиди і гідроксиди. Оксиди, гідроксиди, солі. Зміна кислотно-основних властивостей оксидів і гідроксидів в ряду Zn(II)-Cd(II)-Hg(II). Галогеніди та халькогеніди. Комплексоутворююча здатність катіонів металів. Амідні сполуки ртуті. Сполуки ртуті (I) (оксид, гідроксид, солі), їх одержання, властивості. Застосування сполук цинку, кадмію та ртуті.	4		
	Якісні реакції. Розчинність солей. Окисно-відновні властивості. Отримання металів високої чистоти. Аномальна $bs^2$ -пара.		2	
	Реактив Несслера. Ртуть-органічні сполуки. Накопичення у водних організмах. Порівняння будови галогенідів ртуті у кристалічному стані.			6
7	<b>Тема 7.</b> Загальна характеристика елементів підгрупи купруму, будова атомів, валентність. Характерні ступені окиснення. Розповсюдженість в природі. Купрум. Проста речовина мідь, фізичні та хімічні властивості. Сполуки купруму (I) і (II). Оксиди купруму (I) і (II), гідроксиди купруму (I) і (II), їх властивості. Куприти. Солі. Найважливіші комплексні сполуки купруму (I) і (II). Сполуки купруму (III), оксид, купрати. Принципи переробки сульфідних мідних руд. Рафінування міді. Використання міді та її сполук. Срібло. Проста речовина. Фізичні та хімічні властивості. Сплави срібла, сріблення. Сполуки срібла (I) – оксид. Гідроксид, солі. Комплексні сполуки срібла (I), одержання, стійкість, використання. Сполуки срібла (II). Видобування срібла з відходів кольорової металургії. Золото. Проста речовина. фізичні та хімічні властивості. Оксиди і гідроксиди золота, аурати. Солі та комплексні сполуки золота. Тетрахлорауратна кислота. Використання золота і його сполук. Принцип металургії золота. Афінаж золота.	4		

	Діаграми МО для комплексних сполук. Порівняння стійкості, енергетичний вигравш за рахунок розщеплення.		2	
	Фотографія. Виготовлення дзеркал. Будова кластерів. Використання сполук срібла та золота в органічному синтезі.			4
8	<p><b>Тема 8.</b> Родина заліза. Поширеність у природі, основні мінерали. Доменний процес одержання чавуну. Переробка чавуну на сталь та ковке залізо. Добування заліза методом безпосереднього відновлення оксидів. Спеціальні та нержавіючі сталі. Чорна металургія як основа народного господарства та оборони країни. Одержання кобальту та нікелю при переробці сульфідних руд. Фізичні властивості та застосування металів родини заліза. Валентний стан заліза, кобальту та нікелю. Зміна стійкості сполук з нижчими (II) та вищими (III,VI) ступенями окиснення у ряду залізо-кобальт-нікель. Полікарбонілометали. Оксиди та гідроксиди. Комплексоутворююча здатність йонів металів 2+. Галогенідні, ціанідні, акво- та амінокомплекси. Сполуки металів (III). Оксиди та гідроксиди. Солі, та їх властивості. Лужні акумулятори. Аква-, аміно-, ціано- та тіоціанатоккомплекси. Координаційні сполуки з комплексними аніонами. Сполуки з вищими ступенями окиснення. Ферати, їх одержання та властивості. Роль заліза в біологічних процесах. Застосування сполук елементів родини заліза. Платинові метали. Поширеність та знаходження у природі. Відокремлення платиноїдів від інших металів. Аффінаж платинових металів. Фізичні властивості та використання. Хімічні властивості платиноїдів. Здатність до утворення комплексів. Сполуки платиноїдів(II). Галогеніди, ціаніди, тощо. Сполуки зі ступенем окиснення +3, +4. Комплексні сполуки. Сполуки з вищими ступенями окиснення. Рутенати та осмати. Тетраоксиди рутенію та осмію. Координаційні сполуки осмію. Окисно-відновні реакції за участю сполук платиноїдів.</p> <p>ОВР-потенціал кобальту в залежності від ліганду та середовища. Захист залізних конструкцій. Покриття нікелем хімічним та електрохімічним методом. Сучасні фотокатализатори.</p> <p>Кобальт-60. Каталізатори всіх типів на основі платинових металів. Вторинний ринок платинових металів. Переробка автокатализаторів.</p>	4		
			2	
				6
9	<p><b>Тема 9.</b> Рідкісноземельні елементи. Історія відкриття елементів. Поширеність оксидів скандію, ітрію та лантаноїдів у земній корі. Добування металів, їх фізичні властивості. Електронна будова атомів та її вплив на властивості лантаноїдів. Класифікація лантаноїдів. Лантаноїдне стиснення. Хімічні властивості рідкісноземельних елементів. Оксиди та гідроксиди. Солі простих кисневмісних кислот. Галогеніди скандію, ітрію та лантаноїдів. Подвійні та комплексні солі. Використання комплексних сполук РЗЕ для їх очистки та розділення за допомогою екстракційних методів та хроматографії. Легкі сполуки РЗЕ. Практичне використання рідкісноземельних елементів та їх сполук. Актиноїди. Історія відкриття, та знаходження у земній корі. Найважливіші представники родини урану-радію. Радон. Полоній. Синтез нептунію та плутонію. Особливості будови електронних оболонок та ступенів окиснення лантаноїдів та актиноїдів. Принципи розділення суміші урану та плутонію. Фізичні властивості металів, їх застосування. Хімічні властивості актиноїдів. Оксиди та гідроксиди, солі. Координаційні сполуки</p>	4		



	актиноїдів та їх використання для розділення схожих за властивостями металів. Сполуки актиноїдів.			
	Сполуки РЗЕ у нетипових ступенях окиснення. Залежність стабільності від електронної конфігурації. Кластерні сполуки.		1	
	Люмінесцентна спектроскопія. Ядерна енергетика. Синтез нових елементів. Ізотопні джерела живлення.			5
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>45</b>

**Загальний обсяг 90 год.**, в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Практичні години – **15 год.**

Самостійна робота – **45 год.**

## 9. Рекомендовані літературні джерела:

### Основна:

1. Загальна та неорганічна хімія: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / [Степаненко О. М., Рейтер Л.Г, Ледовських В.М., Іванов С.В.; за ред. Демиденко Н.В.]. – К.: Педагогічна преса, 2002. – 783 с.
2. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна та неорганічна хімія: Навчальний посібник для студентів хімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Київ: Видавництво «Либідь», 2001. – 397 с.
3. Greenwood N.N., Earnshaw A. (1997). *Chemistry of the Elements*. Second Edition. Pergamon Press – 1341 p.
4. Atkins P., Overton T., Rourke J, Weller M., Armstrong F., Hagerman M. (2010). *Inorganic Chemistry*. Oxford University Press – 824 p.

### Додаткова:

5. Emsley, J. (1998). *The elements*. Oxford University Press. – 264 p.
6. Pfenning, B.W. (2015). *Principles of inorganic chemistry*. Willey. – 740 p.

## 10. Додаткові джерела та інформація:

1. <https://www.ccdc.cam.ac.uk/>

Приклади контрольних запитань до курсу:

1. У лабораторних умовах титан може бути отриманий відновленням рутила гідридом кальцію. Процес проводять в атмосфері водню за температури 900 °С. Напишіть рівняння реакції.
2. Як із мінералу рутила, що містить домішки оксидів заліза(III) та алюмінію, одержати чистий діоксид титану? Напишіть рівняння реакцій та вкажіть умови їхнього протікання.
3. Гафній практично не реагує з розчинами бромоводневої, хлорної, мурашиної та щавлевої кислот, проте при додаванні навіть невеликих кількостей фториду амонію швидкість реакції суттєво зростає. Чим це пояснюється?

4. Нітрати та перхлорати цирконію та гафнію подібні за будовою зі сполуками титану. Запропонуйте спосіб їх синтезу.
5. Яке середовище (кислотне, лужне) мають водні розчини сульфату титанілу, хлориду цирконію, титанату натрію?
6. Чому при зберіганні розчину сульфату цирконію рН розчину поступово знижується?
7. У двох пробірках без етикеток знаходяться розчини нітратів цирконію та гафнію рівної молярної концентрації; рН одного розчину 0,45 іншого 0,40. У якій пробірці міститься нітрат цирконію?
8. Наведіть способи переведення рутила до сполук, розчинних у воді.
9. Якби солі титану(II) вдалося стабілізувати у водних розчинах, як би вони гідролізувалися: сильніше або слабше за солі титану(III)?
10. Чим зумовлене забарвлення титановоцезієвих галунів, пероксидних сполук титану(IV)?
11. При дії розчин сульфату титанілу тіосульфатом натрію випадає білий осад. Напишіть рівняння реакції.
12. Оксид ванадію(V), отриманий нагріванням ванадату амонію в тиглі, закритому кришкою, має темний колір. Чим зумовлене таке забарвлення? Напишіть рівняння реакції.
13. Перхлорат ванадію(II)  $V(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$  є червоно-фіолетовими кристалами, добре розчинними у воді. Запропонуйте спосіб його отримання, охарактеризуйте його характеристики.
14. Чому нижчі галогеніди ніобію та танталу значно відрізняються від нижчих галогенідів ванадію?
15. Скільки грамів хлориду срібла утворюється за дії на 100 мл 0,1 М водного розчину  $Ta_6Cl_{14}$  надлишку нітрату срібла?
16. При зберіганні оксохлориду ванадію (V) на повітрі в нещільно закритому бюксі утворилася рідина яскраво-синього кольору. Напишіть рівняння реакцій.
17. Хлорид ніобію(V) розкладається водою з утворенням білого осаду гідратованого оксиду ніобію(V), проте при розчиненні в концентрованій соляній кислоті утворює прозорий розчин, який не руйнується навіть при сильному розведенні водою.
18. При взаємодії пентахлориду ніобію з ціанідами утворюються іони  $[NbCl_5(CN)]^-$ , у яких координаційне число металу дорівнює 6. Які властивості вищих галогенідів металів п'ятої групи вказує ця реакція?
19. Запропонуйте, як хімічним шляхом злиток танталу можна перетворити на тонкий порошок.
20. При охолодженні суспензії танталу в бромі по краплях вводять надлишок  $BrF_3$ . При цьому утворюється з'єднання складу  $(BrF_2)_2 TaF_6$ . Передбачте геометричну форму його катіону.
21. Для отримання дрібного порошку аморфного оксиду хрому(III) з дихромату калію його змішують із сіркою або хлоридом амонію і прожарюють. Інакше над нагрітим дихроматом калію пропускають струм водню. Напишіть рівняння реакцій.
22. При перекристалізації ацетату хрому(II) з піридину отримано діамантне
23. речовина, склад якої може бути записаний у вигляді  $Cr(CH_3COO)_2(Py)$ . Запропонуйте його будову.
24. Пігмент хромовий зелений, що являє собою великокристалічний оксогідроксид хрому(III), одержують сплавленням дихромату калію з борною кислотою і вилугуванням отриманого плава водою. Напишіть рівняння реакції. Чим можна замінити борну кислоту?
25. Зручним промисловим способом одержання оксиду хрому(III) є нагрівання суміші твердих дихромату натрію та хлориду амонію. Напишіть рівняння реакції.
26. Водний розчин гексагідрату  $Cr_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$  не виявляє якісних реакцій, характерних для оксалат-іонів (не дає осаду з хлоридом барію), а в присутності іонів цезію з розчину кристалізується Біс(оксалато)хромат(III) цезію. Висловіть припущення про будову гексагідрату.

27. Сірий аморфний порошок тіоціанату  $\text{Cr}(\text{SCN})_3$  утворюється при нейтралізації свіжоосажденного гідроксиду роданистою кислотою і подальшому випаровуванні розчину над концентрованою сірчаною кислотою. Він добре розчинний у воді з утворенням фіолетових розчинів, у яких якісними реакціями не вдається виявити іони  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{SCN}^-$ . При зберіганні на світлі розчини набувають зеленого кольору, і при додаванні луку з них може бути отриманий гідроксид хрому (III). Напишіть рівняння реакцій
28. Зобразіть будову іона  $[\text{Cr}_3(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_{10}]^{5+}$ . За яких умов він утворюється?
29. Які кислоти можна, а які не можна використовувати для створення кислотного середовища при окисненні перхлорату хрому(III) вісмутатом натрію?
30. При додаванні нітрату срібла до концентрованого розчину дихромату калію випадає темно-червоний осад, який при кип'ятінні стає червоно-бурим. Якщо осадження проводити у присутності ацетат-іонів, червоно-бурий осад утворюється вже за кімнатної температури. Наведіть пояснення та напишіть рівняння реакцій.
31. У кристалі  $\text{CrF}_2$ , що має спотворену структуру рутила, чотири екваторіальні атоми фтору віддалені від атома хрому на 0,2 нм, а два аксіальних - на 0,243 нм. Поясніть цей факт.
32. З чим пов'язана набагато більша стійкість марганцю в ступені окислення +2 порівняно з аналогічними сполуками ванадію та хрому?
33. При реакції оксиду марганцю(II) з хлором при температурі 200 °C разом з  $\text{MnCl}_2$  утворюються оксиди  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  та  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ . Яку речовину потрібно додати до реакційної суміші, щоб отримати безводний  $\text{MnCl}_2$  практично з кількісним виходом?
34. Взаємодія піролюзиту з надлишком хлористого амонію при температурі 700 °C можна використовувати для одержання безводного хлориду марганцю(II). Напишіть рівняння реакції.
35. Чи можуть бути одержані аміакати марганцю(III)? Що станеться, якщо на ацетат марганцю(III) вплинути водним розчином аміаку?
36. Десяткові логарифми перших констант утворення комплексів марганцю(II) та марганцю(III) з етилендіамінтетраоцтовою кислотою дорівнюють 14,0 та 24,9. Якому комплексу належить яке значення? Відповідь поясніть.
37. Чому гідроксид марганцю(II) не вдається кількісно осадити аміаком?
38. Поясніть, чому концентровані розчини технецієвої кислоти пофарбовані в червоний колір, а розведені безбарвні, тоді як марганцева кислота інтенсивно забарвлена як у розведених, так і в концентрованих розчинах.
39. Продуктами хлорування діоксиду ренію є оксохлориди  $\text{ReOCl}_4$  та  $\text{ReO}_3\text{Cl}$ . Зіставте їх будову, схильність до гідролізу та окислення.
40. При розчиненні хлориду ренію(III) в ацетоні утворюються частинки, в яких на один атом ренію припадає три атоми хлору та одна третина молекули ацетону. Висловіть припущення про будову такої частки та її магнітні властивості. Що станеться, якщо отриманий розчин розбавити водою?
41. При кип'ятінні суспензії оксиду марганцю(IV) у концентрованій соляній кислоті з доданим до неї діоксидом свинцю розчин забарвлюється у фіолетово-червоний колір. Напишіть рівняння реакції.
42. Платина може бути переведена у розчин взаємодією із сумішшю пероксиду водню або метаванадату натрію з концентрованою соляною кислотою. Напишіть рівняння реакцій. Яку роль відіграє соляна кислота у цих реакціях?
43. З якою метою паладій, отриманий відновленням хлориду воднем, після реакції прожарюють у струмі азоту?
44. Ефективним способом хлорування платинових металів служить нагрівання порошку металу із сумішшю нітрату натрію та хлориду магнію. Які хімічні взаємодії лежать у його основі?
45. Якщо на рутенію синь подіяти насиченим розчином ацетату натрію, то її яскраве забарвлення зникає, а при додаванні соляної кислоти з'являється знову. Поясніть явище, що спостерігається.

46. При дії на хлорид заліза (III) фосфорною кислотою жовте забарвлення розчину зникає. Чим це спричинено?
47. При опроміненні розчину червоної солі розсіяним світлом відбувається швидке збільшення значення рН. Чим це може бути спричинено?
48. Поясніть, чому хлорид пентааммінхлорокобальту(III) розкладається кислотами, а хлорид гексааммінкобальту(III) не розкладається.
49. Твердий трихлорид родію не розчинний у воді та кислотах, хоча його гідрат утворює у воді красиві рожеві розчини. Дайте пояснення.
50. У якому з галогенідних комплексів платини(II): хлоридному, бромідному чи йодидному – заміщення відбуватиметься з найбільшою швидкістю? Поясніть, чому.