

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан агробіологічного факультету
доктор с.г. наук, професор

О.Л. Тонха

« » 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри аналітичної і
біонеорганічної хімії та якості води
Протокол № 9 від «9» 05 2023 р.

Завідувач кафедри В.А. Копілевич
д.х.н., професор

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЗАГАЛЬНА, НЕОРГАНІЧНА І АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ: Сучасний стан
і проблемні питання»

1. Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий) рівень
2. Галузь знань : 10 Природничі науки
3. Спеціальність: 102 Хімія
4. Освітньо-наукова програма: Хімія
5. Гарант ОНП : Копілевич Володимир Абрамович
6. Розробники: завідувач кафедри, доктор хім. наук, професор Копілевич В.А.

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

«ЗАГАЛЬНА, НЕОРГАНІЧНА І АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ: Сучасний стан і проблемні питання»

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	10 Природничі науки	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	102 «Хімія»	
Освітньо-наукова програма	Хімія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	екзамен	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30	20
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30	20
Самостійна робота	60	80
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	10

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предмет дисципліни «Загальна, неорганічна і аналітична хімія: сучасний стан і проблемні питання» - освоєння здобувачами освітнього ступеня доктора філософії (PhD) за освітньою програмою (ОП) Хімія сучасних теоретичних і практичних основ базових розділів хімії (загальних хімічних законів і закономірностей, неорганічної і аналітичної хімії елементів та їх сполук), одержання знань стосовно властивостей, методів одержання нових видів функціональних матеріалів, ролі хімічних дисциплін у моніторингу стану довкілля, розумінні трансформацій природних та штучних сполук у біосфері.

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань з неорганічної хімії біогенних елементів, токсикантів, їхніх природних та штучних сполук, що можуть бути використаними у якості ефективних матеріалів технічного і агроекологічного призначення; опанування методів сучасного хімічного аналізу; розуміння місця хімії у системі природничих та спряжених прикладних наук; формування комплексу уявлень про життя у хімізованому світі сучасності та пов'язаних із цим ризиків для людства та довкілля; розуміння професійних ризиків практичної роботи хіміка та методів запобігання небезпечних проявів хімічних процесів.

Опанування цієї дисципліни дає майбутнім спеціалістам можливість виконувати власні наукові проекти та проводити дослідження в області створення конкурентоздатних функціональних матеріалів з покращеними електрофізичними, фотоелектричними, каталітичними, оптичними, сорбційними, біологічними властивостями, а також розуміти суть хіміко-екологічних процесів у навколишньому середовищі та принципів їх хімічного і екологічного моніторингу.

Основними компетентностями, які повинен опанувати здобувач під вивчення дисципліни, є:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку у напрямі дослідження інноваційних технологій у хімії і екології;
- здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);
- комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної хімічної науки;
- комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- комплексність у прийнятті обґрунтованих рішень.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

-Наукові концепції та сучасні теорії хімії та фундаментальних основ суміжних наук;

- Сучасну систему хімічних знань та основні тенденції розвитку хімічної науки та її прикладних розділів;

- Концептуальні основи сучасного розуміння хімічного рівня організації матерії, філософію наукового пізнання;
- Сучасний стан хімічної науки і технології в Україні та світі;
- Основні технічні та технологічні терміни (українською та англійською мовами), які використовуються в хімії та хімічній технології, види продукції, склад та властивості вихідних реагентів для синтезу, вимоги до якості хімічних реагентів, природних і штучних інгредієнтів, добавок;
- Принципи, процедури, науковий апарат хімічного дослідження;
- Взаємозв'язки між хімічним складом живих організмів і ролі хімічних елементів у їх розвитку; методи дослідження шляхів і механізмів біогенної та техногенної міграції хімічних елементів у довкіллі.
- Основні тенденції розвитку хімічних та фізико-хімічних методів аналізу природних сполук, складових довкілля, штучних матеріалів ;
- Принципи організації та реалізації хімічного моніторингу поллютантів в біогеохімічних об'єктах навколишнього середовища;
- Основи методології організації, проведення та планування хімічного експерименту;
- Елементи теорії погрішностей стосовно результатів хімічного аналізу.

В м і т и:

- Генерувати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- Приймати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах;
- Вести критичний діалог та зацікавити результатами дослідження;
- Проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі неорганічної хімії, екологічної безпеки та суміжних галузей;
- Критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів;
- Генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення;
- Критично оцінювати гіпотези в галузі хімічних наук;
- Висувати гіпотези в області хімічних досліджень, обґрунтовувати їх, спираючись на аналіз наукових публікацій провідних вчених та власні ідеї.
- Проводити науковий бібліографічний пошук по основним наукометричним базам, узагальнювати та інтерпретувати результати такого пошуку.
- Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.
- Планувати, організовувати та реалізувати експериментальні дослідження з хімії та дотичних наукових напрямів з використанням сучасних методів, технологій та обладнання.

Компетенції, які забезпечує дисципліна «Загальна, неорганічна і аналітична хімія: Сучасний стан і проблемні питання»:

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних наукових джерел. Здатність працювати з різними джерелами інформації, аналізувати та систематизувати її, виявляти не вирішені раніше задачі (проблеми) або їх частини, формулювати наукові гіпотези.

ЗК3. Здатність формувати системний науковий світогляд, генерувати нові ідеї (креативність), продукувати і приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК2. Здатність проведення критичного аналізу наукових джерел, авторських методик, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі хімії.

ФК3. Здатність у виявленні, постановці та вирішенні наукових задач та проблем у хімічній науці.

ФК4. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження, здатність організувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент, обчислювати та обробляти отримані дані.

ФК5. Здатність інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях і прив'язувати їх до відповідної теорії та брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію.

ФК7. Вміння самостійно виконувати науково-дослідну діяльність, необхідну для подальшого професійного розвитку в галузі хімії з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій.

Програмні результати навчання:

ПР1. Розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії та фундаментальних основ суміжних наук. Вміти критично оцінювати гіпотези в галузі хімічних наук. Формулювати концептуальні основи сучасного розуміння хімічного рівня організації матерії, філософію наукового пізнання.

ПР2. Висувати гіпотези в області хімічних досліджень, обґрунтовувати їх, спираючись на аналіз наукових публікацій провідних вчених та власні ідеї.

ПР3. Вміти проводити науковий бібліографічний пошук по основним наукометричним базам, узагальнювати та інтерпретувати результати такого пошуку.

ПР4. Розуміти зміст поняття «академічна доброчесність», вміти користуватися програмами перевірки на наявність плагіату, дотримуватися етичних норм науковця та громадянина.

ПР6. Знати основи методології організації, проведення та планування хімічного експерименту.

ПР7. Знати принципи, процедури, науковий апарат хімічного дослідження.

ПР11. Знати взаємозв'язки між хімічним складом живих організмів і ролі хімічних елементів у їх розвитку; методи дослідження шляхів і механізмів біогенної та техногенної міграції хімічних елементів у довкіллі.

ПР12. Вміти оцінювати природу хімічних процесів, які визначають стан та властивості довкілля – атмосфери, гідросфери та ґрунтів, екологічних явищ та проблем, пов'язаних із хімічним забрудненням довкілля.

ПР13. Розуміти принципи побудови кількісних моделей геохімічних циклів органогенів, макро- та мікроелементів, токсикантів; хімічний механізм дії геохімічних бар'єрів на міграцію хімічних елементів у довкіллі.

ПР19. Оцінювати ризики у професійній діяльності хіміка та здійснювати запобіжні дії.

3. Структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р
Змістовний модуль 1. Загальна і неорганічна хімія												
Тема 1. Концептуальні та методологічні проблеми сучасної хімічної науки	10	2				8	5	2				12
Тема 2. Хімічні закони та теорії як відображення будови, властивостей та хімічних властивостей матерії, умов здійснення та природи хімічної взаємодії та хімічної еволюції	8	2		2		4	5	2				8
Тема 3. Фактори простору та часу в хімічних законах, теоріях і методах дослідження та аналізу. Планування експерименту	16	4		4		8	15	2		2		8
Тема 4. Воднева енергетика, паливні елементи. Хімічні властивості «важкої води», її біологічні ефекти	8	2		2		4	8	2		2		8
Тема 5. Хімія ксенобіотиків; їхні трансформації у довкіллі	10	4		2		4	12	2		2		10

Тема 6. Радіохімія, особливості хімії трансуранових елементів. Приклади радіохімічних процесів. Радіоліз.	12	2		2		8	15	2		2		10
Змістовний модуль 2. Аналітична хімія												
Тема 7. Місце аналітичної хімії в сучасній структурі природничих наук. Інфраструктура аналітичної хімії.	10	2		4		4	5	2				6
Тема 8. Поляриметричні методи аналізу, їхні можливості та обмеження на прикладі хронопотенціометрії, йонселективних електродів	18	4		6		8	10	2		4		8
Тема 9. Сучасні види комплексонів та їхнє використання в кількісному аналізі. Йонний електрофорез.	12	4		4		4	10	2		4		4
Тема 10. Теоретичні основи вимірювання і обробки результатів в хімічному аналізі	16	4		4		8	5	2		4		8
Усього годин	120	30		30		60	90	20		20		80

4. Теми лабораторних (практичних) занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин, денна/заочна
1.	Вивчення автоколивальних хімічних реакцій. Вивчення методів розрахунку чутливості. Складання математичної моделі реакції Білоусова-Жаботинського.	3/2
2.	Освоєння принципів побудови математичних моделей хімічної кінетики, хімічних процесів в цілому для хімічної технології	3/2
3.	Очищення хімічного реагенту до якості чда чи хч методами перекристалізації та фракційного очищення	3/2
4.	Вивчення методу іонного електрофорезу для вимірювання вмісту лужних та лужноземельних металів	4/2
5.	Потенціометричне кількісне визначання вмісту фторидів у природних об'єктах (воді), фосфатних добривах та зубній пасті з використанням фтор селективного електроду	3/2

6.	Визначення вмісту розчиненого кисню у воді скляночним методом Вінклера, та польовим електрохімічним методом. Розрахунок погрішності, статистична обробка результатів.	4/3
7.	Комплексонометричні визначення з використанням маскуючих агентів (краун-ефірів)	4/3
8.	Хронопотенціометричне визначення вмісту селену у природних та штучних об'єктах. Погрішність, точність та чутливість методу.	6/4
Разом по практичним роботам		30/20

5. Критерії оцінювання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (лекції/лаб)	Види робіт, які оцінюються	Кількість балів за видами робіт
Змістовний модуль 1. Загальна і неорганічна хімія			
Тема 1. Концептуальні та методологічні проблеми сучасної хімічної науки	2/0	Лаб 1. Освоєння принципів побудови математичних моделей хімічної кінетики, хімічних процесів в цілому для хімічної технології	10
Тема 2. Хімічні закони та теорії як відображення будови, властивостей та хімічних властивостей матерії, умов здійснення та природи хімічної взаємодії та хімічної еволюції	2/2	Лаб 2. Вивчення автоколивальних хімічних реакцій. Вивчення методів розрахунку чутливості. Складання математичної моделі реакції Білоусова-Жаботинського.	10
Тема 3. Фактори простору та часу в хімічних законах, теоріях і методах дослідження та аналізу. Планування експерименту	4/4	Лаб 3. Очищення хімічного реагенту до якості чда чи хч методами перекристалізації та фракційного очищення	20
Тема 4. Воднева енергетика, паливні елементи. Хімічні властивості «важкої води», її біологічні ефекти	2/2	Написання есе з обраної теми індивідуальних завдань.	40
Тема 5. Хімія ксенобіотиків; їхні трансформації у довкіллі	4/2	Підсумкове модульне тестування	20
Тема 6. Радіохімія, особливості хімії трансуранових елементів. Приклади радіохімічних процесів. Радіоліз.	2/2		
Всього:			100

Змістовний модуль 2. Аналітична хімія			
Тема 7. Місце аналітичної хімії в сучасній структурі природничих наук. Інфраструктура аналітичної хімії.	2/4	Вступний тест	10
Тема 8. Поляриметричні методи аналізу, їхні можливості та обмеження на прикладі хронопотенціометрії, йонселективних електродів	4/6	Лаб 4. Вивчення методу іонного електрофорезу для вимірювання вмісту лужних та лужноземельних металів	10
		Лаб 5. Хронопотенціометричне визначання вмісту селену у природних та штучних об'єктах. Погрішність, точність та чутливість методу. Лаб 6. Потенціометричне кількісне визначання вмісту фторидів у природних об'єктах (воді), фосфатних добривах та зубній пасті з використанням фторселективного електроду	10
Тема 9. Сучасні види комплексонів та їхнє використання в кількісному аналізі. Йонний електрофорез.	4/4	Лаб 7. Комплексонометричні визначення з використанням маскуючих агентів (краун-ефірів)	10
Тема 10. Теоретичні основи вимірювання і обробки результатів в хімічному аналізі	4/4	Лаб 8. Визначення вмісту розчиненого кисню у воді скляночним методом Вінклера, та польовим електрохімічним методом. Розрахунок погрішності, статистична обробка результатів.	10
		Підсумковий модульний тест	40
Разом:	30/30		100
Навчальна робота:			200/70
Іспит			30
Всього:			100

6. Контрольні питання, практичні завдання для визначення рівня


1. Описати концептуальні та методологічні проблеми хімічної науки. Від алхімії до хімії – в чому основна причина неможливості існування «філософського каменю» з точки зору сучасної хімії?
2. Схарактеризувати природу хімічних законів як основних законів природи, пов'язаних із збереженням матерії, маси та енергії, із законами руху та розвитку. Чому в межах сучасної парадигми фізичних знань Періодична таблиця повинна бути обмеженою?
3. Хімічні закони та теорії як відображення будови, властивостей та хімічних властивостей матерії, умов здійснення та природи хімічної взаємодії та хімічної еволюції.
4. Фактори простору та часу в хімічних законах, теоріях і методах дослідження та аналізу.
5. Що включає понятійний апарат, формули та інші знакові засоби хімії? Їх роль у формуванні хімічного знання. Формули як знакові моделі в структурній хімії.
6. Типологія об'єктів хімії. Місце хімічних об'єктів в ієрархії форм існування матерії. Атомно-молекулярний рівень структурної організації матерії в хімічних об'єктах, дискретність хімічних об'єктів.
7. Хімізм в біологічній формі руху матерії як чинник, що зумовлює явище життя. Прояв хімічної форми руху в різних об'єктах природи (біохімія, геохімія, біогеохімія, екологічна хімія, космохімія тощо).
8. Теорії походження життя на Землі: коацервативна, теорія РНК-світу.
9. Хімія в системі класифікація наукового знання, її зв'язок із фізикою (молекулярно-кінетичною теорією а термодинамікою, електродинамікою, квантовою механікою та фізикою твердого тіла).
10. Методи дослідження хімічних явищ. Роль експерименту в хімії. Недоступність хімічних мікрооб'єктів (атомів, молекул, елементарних хімічних систем) прямому сприйняттю та їх вивчення через макроскопічні масштаби проявів.
11. Схарактеризуйте ознаки хімічної форми руху матерії.
12. Екологічна, енергетична та продовольча проблеми з точки зору сучасної хімії.
13. Опишіть суть понять «зелена хімія», «зелена енергетика» відносно концепції екологічної безпеки.
14. Схарактеризуйте роль сучасної хімії у вирішенні екологічної, енергетичної та продовольчої проблеми людства.
15. Дайте визначення поняттю «хемофобія» та типовим об'єктам хемофобії (харчовим добавкам та консервантам, парниковим газам, азбесту, тefлону тощо).
16. Описати хімічні основи водневої енергетики. Паливні елементи та принцип їхньої дії, хімічні реакції в паливних елементах.
17. Біопаливо як нова галузь світової енергетики з точки зору складової хімічних перетворень сполук карбону в довікллі.
18. Описати явище оптичної ізомерії. Поняття рацематих сумішей, енантіомерів. Біологічні ефекти через різницю в просторовій будові.
19. Критичний стан та його особливості. Критичні параметри речовин. Співвідношення між критичними параметрами неорганічних та органічних речовин.
20. Йонні рідини, їх властивості та склад. Електропровідність чистих йонних рідин та її залежність від температури. Йонні рідини в «зеленій хімії».
21. Явище надпровідності та керамічні високотемпературні надпровідники. Структура, одержання.
22. Синтетичні «молекулярні машини» як приклад прямого перетворення енергії хімічного зв'язку в механічний рух.
23. Автоколивальні хімічні процеси. Реакція Белоусова-Жаботинського.
24. Хімія клатратів. Застосування, приклади.

25. Теорії Арреніуса, Бренстеда-Лоурі та Льюїса – їхній взаємозв'язок та обмеження застосування.
26. Принципи молекулярного дизайну як метод прогнозування та направленої синтезу хімічних сполук.
27. Радіохімія, особливості хімії трансуранових елементів. Приклади радіохімічних процесів. Радіоліз. Хімічні властивості «важкої води», її біологічні ефекти.
28. Нові алотропні форми карбону. Графен. Оксид графену. Застосування, біологічні ефекти.
29. Активні форми кисню, біологічні ефекти та дія антиоксидантів.
30. Нові види біонеорганічних каталізаторів. Ферменти на основі катіонів перехідних металів.
31. Основи сучасних аналітичних методів молекулярної абсорбційної спектроскопії, високоефективної рідинної хроматографії, поляриметричного аналізу.
32. Місце аналітичної хімії в сучасній структурі природничих наук. Інфраструктура аналітичної хімії.

Практичні проблемні завдання

№ завдання	Зміст завдання
1	<p>Тема: Гідратація, електролітична дисоціація, процеси у розчинах.</p> <p>Пояснити явища, які описуються у наступному хімічному експерименті. Експериментально встановлено, що водно-етанольна суміш, що містить менше 40 % (об.) C_2H_5OH, не горить на повітрі, тобто її пари не спалахують при піднесенні джерела відкритого полум'я. Проте виявлено, що коли до суміші такого складу додати небагато (в межах 2-5 % мас.) безводного натрій карбонату Na_2CO_3, то водно-етанольні пари легко спалахують та рівномірно горять блідо-голубим, майже безбарвним полум'ям. Пояснити суть описаного явища, написати рівняння хімічного процесу, який відбувається при додаванні безводного натрій карбонату Na_2CO_3 до водно-етанольного розчину із об'ємною часткою етанолу, нижчою за 40 %.</p>
2	<p>Тема: Комплексні сполуки, реакції у розчинах комплексних сполук.</p> <p>В широкогорлу колбу додали концентрований водний розчин аміаку $NH_3 \times H_2O$. У полум'ї газового пальника нагріли до розжареного стану спіраль із мідного сплаву. Після охолодження виявили, що блискуча поверхня виробу із сплаву на основі міді стала тьмяною, почорнілою.</p> <p>Занурили спіраль на 10-20 хв. у колбу із аміаком. Через деякий час виявили, що поверхня спіралі знову стала блискучою. Описані операції повторили 4 рази. Після закінчення дослідів виявили, що розчин аміаку у колбі набув волошково-синього забарвлення.</p> <p>Провели аналогічний дослід із спіраллю на основі нікелевого сплаву. Спостереження були аналогічними, крім того, що після закінчення дослідів розчин аміаку набув блідо-голубого забарвлення.</p> <p>Пояснити суть описаних явищ, написати рівняння хімічних процесів, які їх супроводжують. До окисно-відновних перетворень скласти схеми електронного балансу.</p>
3	<p>Тема: Біонеорганічна хімія d-елементів</p>

	<p>Провели наступний дослід: Порошок білого кольору аргентум хлориду AgCl помістили у скляний капіляр, заповнили його газоподібним хлором із апарату Кіппа. Після цього отвір капіляру швидко запаяли. Зовнішній вигляд вмісту капіляру – білий порошок, а газова фаза має зеленкувато-жовтий відтінок. Далі помістили запаяний капіляр під кварцову лампу. Після опромінення виявили, що порошок всередині запаяного капіляру змінив забарвлення із білого на чорно-фіолетовий.</p> <p>Перемістили запаяний капіляр у темряву та залишили на 10 годин. Після цього виявилось, що порошок в капілярі відновив своє початкове забарвлення, став знову білим із невеликими темними вкрапленнями. Через 1 год. зникли й темні вклучення. Пояснити суть описаних явищ, написати рівняння хімічних процесів, які їх супроводжують. До окисно-відновних перетворень скласти схеми електронного балансу.</p> <p>Описати на основі вищевикладеного дослідів, як функціонує фоточутливе скло сонцезахисних окулярів.</p>
4	<p>Тема: Біонеорганічна хімія d-елементів</p> <p>Відомий факт, що срібні вироби (столові прибори, прикраси) від контакту із речовинами білкової природи (стравами із м'яса та риби, потових залоз та на шкірних виділень людського організму) з часом темнішають.</p> <p>Змодельовати такі явища можна у наступному експерименті. У пробірку внесли колоїдний розчин яєчного білка, додали розчин натрій карбонату Na_2CO_3 (5%-ний мас.) та нагріли на водяній бані. Після цього додали кілька крапель 2 N розчину плюмбуму(II) ацетату $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Спостерігається утворення розчину, забарвленого у чорний колір. Пояснити суть описаних явищ, написати рівняння хімічних процесів, які їх супроводжують.</p> <p>Запропонувати хімічний метод очищення потьмянілих виробів із срібла у домашніх умовах, використовуючи алюмінієву харчову фольгу та розчин харчової соди (натрій гідроген карбонату NaHCO_3), описати реакції, які при цьому відбуваються. Чому для очищення потрібно використовувати емальований посуд, а не виготовлений із нержавіючої сталі (підказка: має значення електрорхімічний потенціал металів, які вступають у контакт).</p> <p>Пояснити, чому поверхню срібних прикрас покривають шаром металу родію Rh? Яким хімічним способом «чорнять» (оксидують) поверхню срібних виробів?</p>
5	<p>Тема: Комплексні сполуки, реакції з утворенням комплексних сполук; біонеорганічна хімія d-елементів.</p> <p>У сухій агатовій ступці товкачиком ретельно розтерли безводний амоній карбонат $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ та металічну мідь у вигляді дрібнокристалічного порошку у масовому співвідношенні 3 масових частки $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$: 1 масової частки металічної Cu. Через кілька хвилин суха суміш стала вологою на вигляд та набула волошково-синього забарвлення, спостерігалось також газоутворення.</p> <p>Пояснити суть взаємодій, яка супроводжує описані явища. Якщо хімічний процес, який описує перетворення, є окисно-відновним, скласти електронний баланс до нього та урівняти хімічну реакцію.</p>
6	<p>Тема: Комплексні сполуки, реакції з утворенням комплексних сполук; біонеорганічна хімія d-елементів.</p> <p>Об'єктами дослідження обрано салат листковий, яблука, сиру картоплю. Зразки цих продуктів харчування подрібноли, помістили у термостійкі тиглі та поставили у муфельну піч і провели озолення (спалення) протягом 1 год. при 525°C (при такій температурі розкладаються практично всі органічні речовини у складі рослинної чи тваринної сировини).</p>

	<p>Золу із тиглів після охолодження перенесли у термостійкі конічні колби, додали 20%-ний розчин хлоридної кислоти HCl, прокип'ятили протягом 10 хв. Суміш профільтрували через щільний паперовий фільтр «синя стрічка». До 10 крапель фільтрату додали 5 крапель 2 N водного розчину $K_4[Fe(CN)_6]$. Забарвлення розчину змінилося на темно-синє, у колбі із золою яблука навіть випав темно-синій осад.</p> <p>Пояснити дослід, написати відповідні рівняння реакцій. До окисно-відновних процесів скласти схему перерозподілу електронів (електронний баланс).</p>
7	<p>Тема: Комплексні сполуки, реакції з утворенням комплексних сполук</p> <p>Змішали 10 мл реактиву Несслера $K_2[HgI_4]$ і 50 мл 10%-го розчину купрум(II) сульфату. Додали до суміші 50 мл 5%-го розчину натрій сульфіту Na_2SO_3. Утворився осад червоного кольору. Його відфільтрували і висушили. При нагріванні вище 70 °C цей осад змінює забарвлення з червоного на чорне. Пояснити дослід, написати відповідні рівняння реакцій.</p>
8	<p>Тема: Неорганічна хімія d-елементів</p> <p>Змішали 1 г порошку заліза з 2 г сухого калій нітрату. Суміш помістили у заглиблення моделі вулканічного конусу (рисунок), виготовленого з чистого річкового піску, змочили етанолом (увага – він не приймає участі в хімічному перетворенні, а виступає як джерело енергії при спалюванні) та підпалили. Починається бурхлива реакція, що супроводжується появою іскор, виділення бурого диму та сильним розігрівом. Твердий залишок після закінчення реакції помістили у стакан з холодною дистильованою водою, утворився червоно-фіолетовий розчин. Після підкислення його хлоридною кислотою HCl відбулося виділення газу і забарвлення розчину змінилося на буро-коричневе. Пояснити дослід, написати відповідні рівняння реакцій.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Fe KNO_3</p> <p>(порошковатий) (кристалічний)</p> </div>
9	<p>Тема: Класи неорганічних сполук</p> <p>Під витяжкою а навчальній лабораторії поряд стояли склянки із концентрованими розчинами нітратної кислоти, хлоридної кислоти та водного аміаку. Через декілька днів лаборант виявила, що пробка склянок із кислотами вкрилася голчастими білими кристалами, які нагадують іній (див. реальне фото, зроблене ст. лаборантом кафедри Козак К.Г.). Пояснити явища, які спостерігаються, і написати відповідні рівняння хімічних реакцій.</p> 
10	<p>Тема: Класи неорганічних сполук; реакції у розчинах солей</p>

У скляну ємність, що містить 1 л розбавленого розчину натрій силікату Na_2SiO_3 («рідкого скла») одночасно із двох стаканів вилили водні розчини нікель(II) сульфату та ферум(III) хлориду. Через кілька днів у склянці виростають «силікатні водорості» жовтого та зеленого кольору, які опускаються зверху вниз (див. рисунок). Додавши у банку по краплям розчин мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, акваріум можна заселити «морськими зірками» та «морськими їжаками». Пояснити хімічні процеси, що викликають ріст «водоростей», написати відповідні рівняння хімічних реакцій обміну та гідролізу. Вказати рецепти «силікатних» підводних садів (концентрації та формули реагентів).

Водний розчин натрій силікату Na_2SiO_3

$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Хімічні водорості ("силікатний сад")

Наукова гра. Силікатні корали

Издательство: Ранок-Креатив

11

Тема: Комплексні сполуки, реакції з утворенням комплексних сполук

М.В. Ломоносов в 1750 р. зайнявся розробкою способу одержання синьої фарби, відомої на той час під назвою «берлінська лазур». Яка формула цієї сполуки? Попутно Ломоносов вивчав взаємодію жовтої та червоної кров'яних солей з солями різних металів. Дивовижні «рослини», схожі на ниткоподібні «водорості» або гілки «підводного куща», виростають у ємностях при взаємодії у водному розчині кров'яних солей з хлоридами чи сульфатами $\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Mn}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Ni}(\text{II})$, $\text{Co}(\text{II})$, $\text{Cr}(\text{III})$. Скласти рівняння хімічних реакцій, що супроводжують утворення осадів, які кристалізуються. Вказати рецепти «хімічних» водоростей на основі кров'яних солей (концентрації та формули реагентів).



Кристали купрум(II) сульфату, кобальт(II) сульфату в розчині жовтої кров'яної солі $K_4[Fe(CN)_6]$ (<http://chemistry-chemists.com/Video/colloidal-garden-5.html>)

Тема: Неорганічна хімія d-елементів

До появи синтетичних фарб художники використовували мінеральні речовини як основу фарб. Для зображення білого кольору найчастіше використовували фарбу на основі «свинцевих білил». З часом (10-15 років залежно від концентрації сірководню у атмосфері) ця фарба темніла. Для реставрації картину, написану з використанням свинцевих білил, обробляють 15%-ним розчином гідроген пероксиду (див. рисунок), картина світлішає. Написати хімічні реакції, які описують процесі потемніння білил та їх взаємодії з гідроген пероксидом. Який хімічний склад свинцевих білил? Чи являються вони безпечними для художників, при використанні у якості декоративної косметики (пудри)?

12

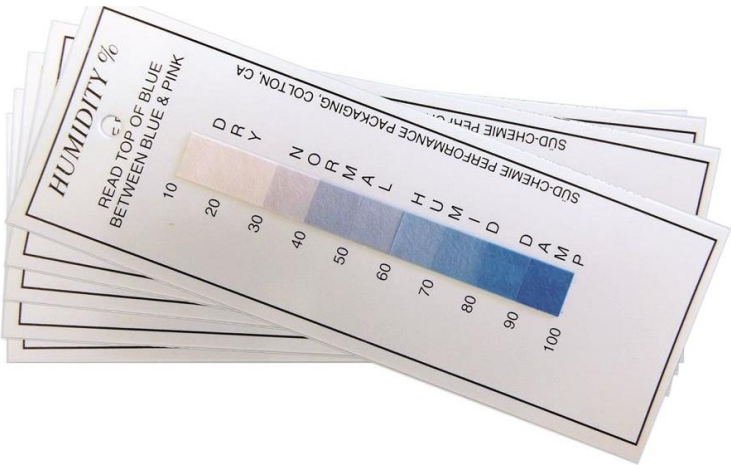
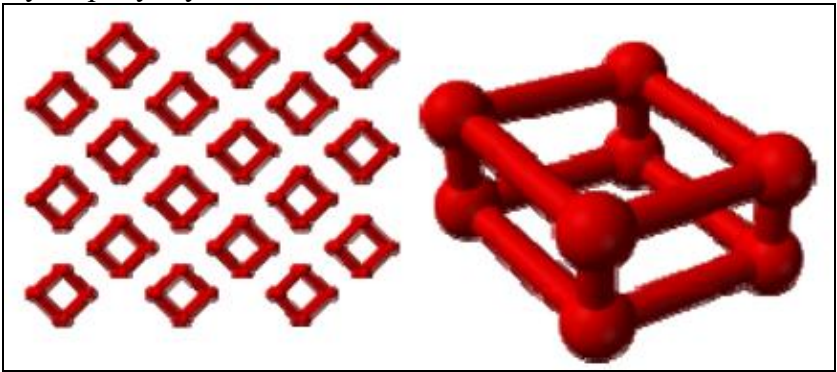



Фрагмент китайського свитку, виконаного на папері свинцевими білилами, до і після обробки гідроген пероксидом

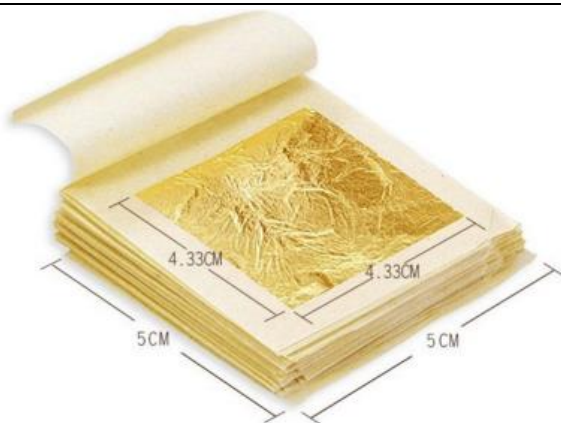
Альтернативою свинцевим білилам є титанові. Який мінерал використовується при їх приготуванні та яка його хімічна формула? Що являють собою пігменти червоний та жовтий кадмієвий? Яка реакція описує одержання пігменту кадмопону (взаємодія розчинних солей барію та кадмію з утворенням двох нерозчинних осадів)? Чи є вони безпечними для художників та для нанесення тату на тіло людини?

13

Тема: Комплексні сполуки, реакції у розчинах комплексних сполук Взяли аркуш білого фільтрувального паперу і на ньому розбавленим розчином мідного купоросу зробили напис. Після просушування аркуш потримали над отвором склянки із концентрованим розчином аміаку. Напис набув синього забарвлення. Аналогічний ефект спостерігали, коли на папір нанесли напис розбавленим блідо-рожевим розчином $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. Після висихання напис на папері не видно. Він стає видимим у вигляді голубого контуру після обробки гарячою праскою. Пояснити досліди, написати відповідні рівняння реакцій. Як зміну забарвлення

	<p>безводного кобальт(II) хлориду при поглинанні води та утворенні кристалогідрату використовують у виробництві так званих індикаторів вологості (див. фото)?</p> 
14	<p>Тема: Неорганічна хімія d-елементів, хімічна кінетика</p> <p>Розповсюджена рекомендація нейтралізувати розливу ртуть (гідраргіум, Hg) порошковидною сіркою (простою речовиною S). Чи можна вважати цю рекомендацію такою, що забезпечує достатню ефективність з огляду на швидкість протікання реакції? Порівняти ефективність застосування сірки як нейтралізатору ртуті з такими реагентами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розчином калій перманганату з додаванням хлоридної кислоти; - Розчином ферум(III) хлориду; - Розчином натрій сульфід. <p>Написати рівняння реакцій взаємодії простої речовини ртуті з вказаними речовинами, скласти електронні баланси та вказати окисник та відновник. Описати принцип дії реактиву-маркеру купрум(I) йодиду, який дозволяє встановити присутність у повітрі парів ртуті в небезпечних концентраціях за зміною забарвлення (якою)? Написати відповідне рівняння реакції.</p>
15	<p>Тема: Неорганічна хімія халькогенів</p> <p>Описати алотропічні модифікації твердого кисню – хімічні формули, забарвлення, фізичні властивості, умови одержання (α-, β-, γ-, δ-, ϵ-, ζ-фази) Яка з цих фаз має металічні властивості? Яка алотропна модифікація кисню має структуру, представлену на рисунку?</p> 
16	<p>Тема: Неорганічна хімія фосфору</p> <p>16.08.2007 р. в Бузькому районі Львівської області на перегоні Красне-Ожидів зійшли із рейок та перекинулися 15 цистерн із жовтим фосфором. Внаслідок витікання фосфору із однієї цистерни відбулося самозаймання 6 цистерн. Концентрація фосфорного ангідриду у повітрі перевищувала норматив в 23 рази.</p>

	<p>Написати рівняння реакцій, які протікають під час горіння фосфору та при спробах загасити фосфор, що горить, водою. Чи можна взагалі застосовувати чисту воду для гасіння фосфору? Написати рівняння реакції взаємодії фосфору з розчином мідного купоросу, яким слід застосовувати у цьому випадку.</p> <p>Які токсичність кислот, що утворилися при взаємодії фосфорних ангідридів з водою? Написати рівняння реакцій утворення таких кислот. Чому у твердій воді криниць, що містить багато Ca^{2+}, концентрація фосфатів нижча, ніж у поверхневих водах річок та ставків?</p>
17	<p>Тема: Неорганічна хімія галогенів</p> <p>Нещодавно трапився нещасний випадок в басейні, коли у воду кинули 20 кг сухого льоду. Загибло три людини, ще кілька потрапили до лікарні із отруєнням. Чому з'явилися повідомлення, що симптоми отруєння свідчать про те, що токсикантом міг бути не вуглекислий газ, а газоподібний гідроген хлорид та хлор. Пояснити, чому це можливо, виходячи із наступних міркувань. Як правило, воду басейнів дезінфікують за допомогою гіпохлориту натрію (натрій хлорату(I) NaClO). При реакції продуктів розкладу гіпохлориту натрію з органічними речовинами утворюються хлораміни різного складу та амоній хлорид NH_4Cl. Якщо заміна води та її дехлорування проводиться нерегулярно, у воді накопичуються ці побічні продукти. Написати хімічні реакції утворення газоподібного хлору та гідроген хлориду в описаних умовах.</p> <p>Які хімічні та фізичні методи дезінфекції води в басейнах використовуються? Написати реакції, що описують механізм дії хімічних дезінфектантів.</p>
18	<p>Тема: Кінетика хімічних реакцій, окисно-відновні процеси</p> <p>Наразі відомий клас хімічних реакцій, що носять назву «автоколивальних» або «хімічних годинників». По суті, це неорганічний аналог циклу трикарбоних кислот Кребса. Радянський хімік Б.П. Белоусов вперше запропонував таку реакцію, в основі якої – автокаталіз. Він порівняв окисно-відновні потенціали KBrO_3/KBr, йонної пари $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$. Сполуки Ce^{3+} - безбарвні, Ce^{4+} - забарвлені у жовтий колір. Схема досліду наступна: змішати розчини H_2SO_4, калій бромід та калій бромат(III), лимону кислоту, церій(III) сульфат та індикатор фенатролін, забарвлення якого залежить від окисно-відновного потенціалу системи (як саме?). Розчин починає змінювати забарвлення з голубого на оранжеве та навпаки з періодом коливання від часток секунди до десятків хвилин. Якщо провести дослід в пласкій чашці, то по шару розчину будуть розповсюджуватися хвилі різного кольору (див. рисунок). Написати основні окисно-відновні реакції між неорганічними компонентами, які лежать в основі реакції Белоусова-Жаботинського.</p> 
19	<p>Тема: Неорганічна хімія d-елементів</p>



1PCS Edible Gold Leaf Paper Sheets 4.33cm 24K Pure Genuine Facial Gold Foil for Arts Cakes Crafting Chocolates Decoration DIY

На популярному інтернет-торгівельному сайті пропонують придбати так зване істивне золото у вигляді фольги для прикрашання кондитерських виробів, шоколаду тощо. Продавець стверджує, що це чисте 24-каратне золото Au. Найбільш популярними «домашніми» методами перевірки справжності золота є дія наступних реагентів, дія яких, як вважається, полягає у

виявленні найбільш розповсюдженої домішки міді:

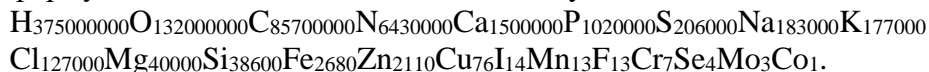
1. Водний розчин аміаку;
2. Концентрований (70 %-ний) розчин оцтової кислоти (оцтова есенція);
3. Аптечний розчин йоду.

Пояснити, чи є сенс у такій перевірці. Якщо так, то написати реакції взаємодії міді – можливої основної домішки - з вказаними реагентами та описати зовнішні ефекти, які при цьому спостерігаються. Якими хімічними реактивами, яких концентрацій можна перевіряють чистоту золота в ювелірних майстернях? Написати відповідні рівняння реакцій.

20

Тема: Стехіометричні розрахунки

Якби людина складалася б з «молекул людини» («Лю»), то приблизна брутто-формула «Лю» була наступною:



Яка молекулярна маса Лю (атомні маси всіх елементів, за винятком Cl (35,5), округлити до цілих)?

Розрахувати процентний вміст кожного хімічного елементу в одній молекулі на основі наведеної формули. Вміст нутрієнтів та макроелементів (від H до Si включно) розрахувати з точністю до тисячних відсотка, а мікроелементів (від Fe до Co) виразити у ppm (частин на мільйон).

Скільки людських особин (прийняти середню масу 60 кг) містить 1 моль Лю?

21

Тема: Неорганічна хімія елементів

Із восьми груп Періодичної системи із кожної групи обрати один хімічний елемент та знайти неорганічні сполуки із ним, які входять до складу фармацевтичних препаратів. Відповідь навести у такому вигляді:

1. Елемент, його група, підгрупа, період;
2. Активна частинка (атом, молекула, йон, радикал), дисоціація основної речовини;
3. Приклад фармацевтичного препарату (з формулою основної речовини).

Наприклад:

Na – Натрій

1. Na – 1 група, головна підгрупа, 3 період;
2. Йон Na^+ ; $\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$.
3. NaCl – фізіологічний розчин, 0,9%-ний розчин; NaCl – гіпертонічний розчин, 10 %-ний розчин.

22

Тема: Стехіометричні розрахунки, комплексні сполуки

	<p>Для осадження хлорид-йонів, які входять у зовнішню сферу комплексної сполуки, із 100 мл 0,02 М розчину сполуки $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, знадобилося 20 мл 0,2 М розчину AgNO_3. За результатами цього досліду складіть формулу вихідної координаційної сполуки та дайте їй назву.</p>
23	<p>Тема: Стехіометричні розрахунки, газові закони</p> <p>У закритій посудині місткістю 10 л при 27 °С та тиску 100 кПа міститься суміш газів (45 % об'ємних SO_2; 55 % об'ємних N_2). У посудину вливають 250 мл розчину лугу NaOH. При цьому утворилася середня сіль, речовини прореагували повністю. Розрахувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Кількість кожного газу в посудині до реакції, моль; - Кількість лугу, взятого для реакції, моль; - Молярну концентрацію солі в розчині після реакції; - Тиск у посудині після закінчення реакції при 27 °С.
24	<p>Тема: Стехіометричні розрахунки</p> <p>Уявіть себе Темним Володарем. Вам потрібен меч «Всесилля», виготовлений із крові Ваших ворогів.</p> <p>Розрахуйте, кров скількох ворогів (в особах) потрібно для виготовлення меча масою 2,95 кг із сталі марки ZD-0803, що містить, крім заліза, 0,8 % (мас.) вуглецю та 0,3 % (мас.) легуючих добавок, якщо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 молекула гемоглобіну ($M_r=65067$ г/моль) містить 4 атоми заліза; - концентрація гемоглобіну в крові ворога чоловічої статі в середньому складає 150 г/л; - об'єм крові в організмі ворога складає 5 л, втрати складають 25 % (об.); - вихід сталі при її одержанні становить 76 %. <p>Розрахуйте кількість яблук для створення альтернативного меча для веганів «Фруктовий сад», якщо в одному плоді масою 100 г міститься 0,1 мг заліза, а втрати його при добуванні складають 40 %.</p>
25	<p>Тема: Біонеорганічна хімія галогенів, теорія дисоціації</p> <p>Поясніть, чому реклама модної харчової «рожевої гімалайської» солі з хімічної точки зору – абсолютна брехня. Проаналізуйте такий рекламний текст і знайдіть у ньому тексті мінімум 7 антинаукових тверджень і поясніть, в чому їх абсурдність. Знайдіть фактичні, граматичні помилки, напишіть хімічні формули згаданих а тексті речовин.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>У складі звичайної кухонної солі - 97-99% одного-єдиного компонента: хлориду натрію. Саме тому в народі її називають «білою смертю» - адже надлишок хлориду натрію тягне за собою серйозні проблеми серцево-судинної системи, дає навантаження на нирки і затримує рідину в організмі. Але насправді натуральний колір кам'яної солі дуже темний, тому її освітлюють штучно, використовуючи хімікати і високу температуру (наприклад, сіль «Екстра» висушують при температурі 650 °С, а потім додають відбілювачі). Внаслідок очищення виварної солі способом рекристалізації (сушка в гарячій печі з додаванням спеціальних хімікатів) практично всі корисні сполуки в ній руйнуються.</p> <p>Антикомкователі, які додають в звичайну сіль, дозволені по ДСТУ, але при перевищенні норми токсичні і небезпечні для людини. Наприклад, ферроціанід натрію (E 535) - речовина, що містить ціаністі сполуки; ферроціанід калію (E 536), похідне ціаністого калію або, по іншому гексаціаноферрат калію, калій железистосинеродистий, ферроціанід кальцію (E 538) - норма цих речовин не повинна перевищувати в солі 20 мг/кг; алюмосилікат натрію (E 554) - норма речовини не повинна перевищувати в солі 10 г/кг.</p> </div>

І якщо ви думаєте, що вирішите проблему, замінивши кам'яну сіль йодованою, то глибоко помиляєтеся: йодом вона збагачується штучно, і під впливом температури під час готування від нього і сліду не залишається. В результаті ви переплачуєте, споживаючи все той же хлорид натрію в чистому вигляді і змушуючи своє серце працювати на знос.

Але вихід знайдений! Замініть звичайну «шкідливу сіль» корисною альтернативою - рожевої гімалайської сіллю, яку добувають біля підніжжя Гімалайських гір. Єдине в світі її родовище знаходиться в соляних копальнях Кхьюра в Пакистані. Рожевий колір і корисний склад сіль отримала завдяки вулканічній магми, яка мільйони років тому стікала по горах в морську воду, насичуючи її мікроелементами та мінералами.

Ми склали для вас перелік корисних властивостей рожевої гімалайської солі, щоб ви ні на секунду не сумнівалися в правильному виборі.

1. Гімалайська сіль - унікальне джерело мінімум 25 корисних мікроелементів: в її складі залізо, калій, кальцій, магній, мідь і йод, які збереглися в природній формі. Вони засвоюються організмом на 100% на клітинному рівні, не наражаючись перетворенням в процесі обміну речовин. Регулярне використання рожевої солі забезпечує організм всіма необхідними мінералами і мікроелементами.

2. Рожева сіль - найчистіша в світі, вона видобувається тільки вручну і не піддається термічній або хімічній обробці. Завдяки цьому корисні частинки потрапляють в ваш організм в первозданному вигляді, без шкідливих домішок. Порівняйте: кам'яну сіль видобувають шахтним способом за допомогою комбайнів, виварну - вимиванням у вигляді розсолу. Інакше кажучи, чим менше очищена і перероблена сіль - тим корисніше вона для організму.

3. Опиняючись в тілі людини, гімалайська сіль виділяє іони, які руйнують шкідливі молекулярні зв'язки - сольові відкладення, склеротичні нарости на судинах. При випаровуванні гімалайської солі повітря насичується корисним натрієм.

4. Гімалайська сіль - кращий засіб для очищення організму від шлаків і токсинів. Її розчин ефективно відновлює організм і омолоджує шкіру.

5. Застосування рожевої солі відновлює водно-сольовий обмін і підтримує його баланс, адже вона не затримує рідину в тканинах, як кухонна сіль, і, крім того, містить необхідні електроліти, що перешкоджають зневодненню.

6. Величезна користь гімалайської рожевою солі в лікуванні захворювань опорно-рухової системи. Її вживання позбавляє від болю в суглобах: для цього рекомендується приймати теплі ванни з додаванням півчашки сольового розчину.

Автор книги про важливість солі в приготуванні Марк Біттерман стверджує: в рожевої солі цілих 80 (!) мікроелементів, які, як правило, відсутні в її промислової родичці. Будьте і ви на хвилі модних здорових тенденцій - побалуйте свою сім'ю смачною, корисною новинкою. І нехай кожне ваше блюдо приносить сили і енергію вам і вашим рідним!

	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Сіль рожева гімалайська</p> <p>27 грн / 200 г</p> <p>200 г</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Сіль поварена харчова виварна йодована "екстра"</p> <p>Ціна: 5,2 UAH/1000 г</p> </div> </div> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">Увага: ціни вказано станом на 01.01.2022</p>
26	<p>Тема: Неорганічна хімія Сульфору</p> <p>При взаємодії калій перманганату з концентрованої сульфатною кислотою, утворюється масляниста темно-зелена рідина – єдиний рідкий за кімнатної температури (з температурою плавлення 5,9°C) оксид металу. Від дуже нестійкий та легко вибухає при незначному нагріванні (температура розкладу +55°C) або при струсі. Цей оксид – ще більш сильний окисник, ніж калій перманганат. При контакті з ним спалахують багато органічних речовин, наприклад, етиловий спирт. Написати рівняння реакцій одержання вказаного оксиду, його термічного розкладу та взаємодії його з етанолом.</p>
27	<p>Тема: Неорганічна хімія Оксигену та Карбону</p> <p>Регенерація повітря у замкнених об'ємах – одна із головних задач створення систем життєзабезпечення людини, наприклад, на міжнародній космічній станції, на підводних човнах. Основа – це системи регенерації повітря за киснем та поглинання вуглекислого газу.</p> <p>Описати хімічні методи, які використовують для генерації кисню (наприклад, пероксидні та надпероксидні сполуки) та поглинання вуглекислоти (наприклад, «шашки» з літій гідроксидом (див. рисунок), за реакціями Боша, Сабатьє). Як синтезують пероксиди та надпероксиди лужних і лужноземельних металів?</p>
28	<p>Тема: Неорганічна хімія Феруму, хімія процесів корозії</p>



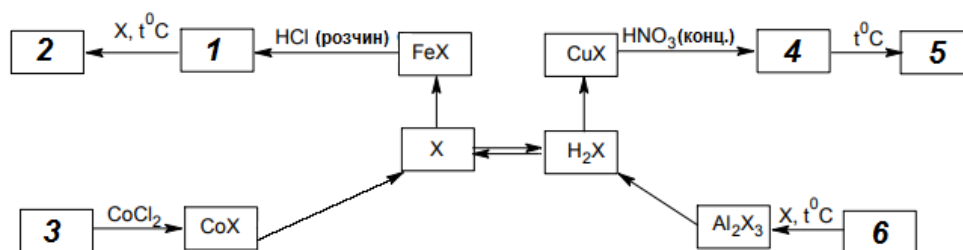
	<p>Економічні втрати від явища корозії металів величезні. Так, в США втрати від корозії та витрати на боротьбу з нею в 2015 р. оцінено в 3,1% від ВВП (276 млрд. доларів). В Німеччині цей збиток склав 2,8% від ВВП. При цьому втрати металу, включаючи масу металевих конструкцій, які вийшли із ладу, складають від 10 до 20 % річного виробництва сталі. Пояснити, які види хімічної (киснева, воднева) та електрохімічної корозії відомі? Написати відповідні рівняння реакцій. Описати загальну схему (див. рисунок). Які чинники впливають на швидкість корозії?</p> <div data-bbox="965 369 1476 739" data-label="Chemical-Block"> </div>
<p>29</p>	<p>Тема: Каталіз, хімія металів платинової групи</p> <p>Одна із хімічних властивостей металів платинової групи, що має визначальне значення з точки зору їх практичного застосування – здатність прискорювати (каталізувати) різні хімічні процеси. Це – реакції гідрування та дегідрування, полімеризації та ізомеризації, окислення та відновлення. Сааме поняття «каталіз», введене в 1835 р. Й.Я. Берцеліусом, завдячує платині. Каталітичні властивості дрібнодисперсного порошку платини – так званої «платинової черні» або «губчатої платини» - ще раніше виявив німецький хімік Й.В. Доберейнер, який виявив окислення етанолу до етанової кислоти в присутності платини.</p> <div data-bbox="375 963 933 1220" data-label="Image"> </div> <p>Значна частина металів платинової групи споживає виробництво автомобільних каталізаторів (див. рисунок). На початку 1970-х рр. Використовували лише Pt на металічних чи неметалічних носіях. Зважаючи на її високу вартість, пізніше стали переходити на Pt-Pd пристрої, питома маса платини в яких знизилася з 3 до 1,6 г на один виріб. Встановлення таких каталізаторів дозволило усунути тільки два екологічно шкідливі компоненти вихлопних газів – вуглеводні та чадний газ (в кількості 40-50 кг на 1 т палива). Проте при цьому також утворюється 0,3-5 кг NH₃ та 12-24 кг оксидів нітрогену. Написати хімічні реакції, які описують процеси, котрі відбуваються в системі очищення вихлопних газів в каталізаторній трубі. Які ще види каталізаторів для очищення вихлопних газів відомі та які принципи їхньої дії? Що являють собою каталітичні отрути, внаслідок дії яких втрачається каталітична активність?</p>
<p>30</p>	<p>Тема: Неорганічна хімія Гідрогену</p> <p>Крім звичайної води H₂O, відомі також важка (дейтерована) D₂O та тритієва (T₂O) вода. Які фізичні та хімічні особливості відрізняють ці види вод від звичайної? Які джерела утворення таких видів вод у природі? Чому важка вода є токсичною? Чи дійсно небезпечним є повторне кип'ятіння води для приготування напоїв з точки зору накопичення небезпечних кількостей важкої води?</p>



**Льод у звичайній (А)
та дейтретованій (Б) воді**

31	<p>Тема: Неорганічна хімія Оксигену</p> <p>Вперше озон в 1785 р. виявив голландський фізик Ван Марум. В 1850 р. встановлено високу активність як окисника і здатність приєднуватися до подвійних зв'язків в реакціях з багатьма органічними сполуками. Ці властивості лежать в основі практичного застосування сполук озону.</p> <p>Яка будова молекули озону? Чому припущення про його циклічну будову виявилось хибним? Описати способи одержання озону шляхом електролізу сульфатної кислоти, при самодовільному окисненні фосфору, при дії «тихого» електричного розряду. Які реакції лежать в основі утворення озонового шару в атмосфері Землі? Використання озону для дезінфекції.</p>
32	<p>Тема: Класи неорганічних сполук</p> <p>Дві наважки речовин А та В однакової маси, які мають різне забарвлення, незалежно одна від одної обробили надлишком розчину хлоридної кислоти:</p> $A(\text{тв}) + \text{HCl}(\text{розчин}) \rightarrow \dots + X(\text{газ});$ $B(\text{тв}) + \text{HCl}(\text{розчин}) \rightarrow \dots + Y(\text{газ}).$ <p>Об'єми газів, які виділилися в реакціях, мають різне забарвлення, їхні об'єми відносяться (приблизно) як 5:3. Водні розчини газів X та Y забарвлюють метилоранж в червоний колір. Визначте речовини A, B, X та Y. Напишіть рівняння реакцій взаємодії A та B з хлоридною кислотою, а газів X та Y – з розчином калій гідроксиду.</p>
33	<p>Тема: Окисно-відновні реакції</p> <p>Наведено праві частини рівнянь хімічних реакцій. Кожне із них описує взаємодію двох речовин. Написати ці рівняння повністю, зрівняти їх, за необхідності скласти електронний баланс.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. = NaOH + NH₃; 2. = I₂ + 2 FeCl₂ + 2 KCl; 3. = CO₂ + 2 HCl; 4. = 2 FeSO₄ + 2H₂ + 9CO; 5. = Fe(NO₃)₃ + 2NO + CO₂; 6. = 2NaHSO₄ + SO₂ + S + 2H₂O; 7. = 2 K₂CO₃ + O₂; 8. = 2 Cu(NO₃)₂ + 2 NO₂ + 3 H₂O; 9. = 4 Al(OH)₃ + 3 CH₄; 10. = LiCl + AlCl₃ + 4H₂.
34	<p>Тема: Хімія d-елементів</p> <p>Опис властивостей сполук купруму включає таке твердження: В лужному середовищі сполуки Cu(II) окислюються хлорною водою (діюча речовина - Cl₂) до</p>

	<p>Cu(III) гідроксиду $\text{Cu}(\text{OH})_3$ (осад чорного кольору). Експериментатор вирішив перевірити це твердження наступним шляхом: до концентрованого водного аміаку додав хлорну воду та водний розчин мідного купоросу. В результаті він одержав осад цеглисто-червоного забарвлення та водну фазу, забарвлену у яскраво-васильковий колір. Він відфільтрував осад, висушив його до постійної маси. Далі 0,5 г цього осаду він повністю розчинив у HNO_3 і додав значний надлишок водного розчину натрій сульфід, причому реакція суміші залишалася сильноокислою. Випав чорний осад, маса якого після відділення та висушування до постійної маси склала 0,67 г.</p> <p>В чому полягала помилка експериментатора, внаслідок якої йому не вдалося виділити Cu(III) гідроксид? Як реагує хлорна вода з аміаком? Написати рівняння реакцій всіх процесів, описаних вище. Доведіть за допомогою розрахунку хімічний склад осаду цеглисто-червоного кольору? Чи можна осадити Cu(II) гідроксид у надлишку водного розчину аміаку?</p>
35	<p>Тема: Неорганічна хімія галогенів</p> <p>Сполука А, яка проявляє кислотні властивості, існує у вигляді безбарвних кристалів, що легко розчиняються у воді. Кристали гігроскопічні, на повітрі розпливаються. Цю речовину одержують наступними методами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пропусканням газоподібного хлору через суспендовану просту речовину йоду I_2 у водному середовищі; 2. Дією концентрованої нітратної кислоти на просту речовину йоду I_2. <p>Якщо речовину А нагріти до 200-240 °С, то утворюється її ангідрид (безводний) у вигляді білого кристалічного порошку. Визначити формулу кислоти. Написати рівняння реакцій, описаних вище.</p>
36	<p>Тема: Неорганічна хімія металів</p> <p>При одержанні хрому та металу Х із природної сполуки, яка має склад XCr_2O_4, використовують наступну технологічну схему:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Плавлять XCr_2O_4 (в окиснювальному середовищі) у присутності натрій карбонату; 2. Одержаний сплав обробляють водою та відділяють осад Y; 3. Розчин після обробки спеку підкислюють сульфатною кислотою; 4. Суміш упарюють, охолоджують та відділяють сполуку Z; 5. Речовину Z відновлюють при нагріванні в присутності вуглецю до продукту А; 6. Зі сполуки А алюмотермічним відновленням одержують один із цільових металів; 7. Відновленням Y одержують другий метал. <p>Метал Х – білий, блискучий, відносно невисокої твердості. Метал Х утворює три оксиди, в яких масова частки Оксигену складає 22,2 %, 30,0 % та 27,5 % відповідно.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метал Х; 2. Навести рівняння реакцій одержання хрому та металу Х із XCr_2O_4; 3. Пояснити технологічну доцільність стадії 3, якщо для одержання металу Х можна використовувати всі три оксиди, якщо використати як відновник водень.
37	<p>Тема: Неорганічна хімія Сульфуру</p> <p>Нижче наведено схему перетворення речовин, що містять хімічний елемент Х.</p>



Він зустрічається у природі у вільному стані, за його зовнішнім виглядом названо один із найбільш відомих природних парків США, де розташовано однойменний вулкан. Цей елемент використовується для дезінфекції приміщень для зберігання овочів, з його допомогою проводили дезінфекцію тари для зберігання вина (див. рисунок).

Написати рівняння реакцій, які відповідають наведеній схемі.



38

Тема: Стехіометричні розрахунки

Дві відкритих стакани, які містять в кожному по 50 мл 17,5%-ного розчину сульфатної кислоти (густина 1,1201 г/см³), зрівноважені на шальках терезів. В один із стаканів додали 10,6 г кальцинованої соди (безводної), а в другий – 10,6 г поташу (безводного). Чи порушиться рівновага терезів після закінчення реакції? Відповідь підтвердити рівняннями реакції та необхідними розрахунками. Розрахувати склад розчинів після закінчення реакції (у % масових) у кожному із стаканів.

39

Тема: Окисно-відновні реакції

Пояснити наступні експериментальні факти:

1. Розчин, одержаний при взаємодії цинку з розбавленою нітратною кислотою, знебарвлює розчин калій перманганату KMnO_4 ;
2. При кип'ятінні розчину калій перманганату KMnO_4 з надлишком калій гідроксиду KOH забарвлення розчину поступово змінюється на зелене, а при підкисленні забарвлення відновлюється і утворюється бурий осад;
3. Дія цинку на розчину кобальт(II) сульфату CoSO_4 приводить до виділення газу;
4. Взаємодія алюмінію з насиченим розчином натрій карбонату при нагріванні приводить до виділення газу;
5. Водень, одержаний дією соляної кислоти на чавунну стружку, має неприємний запах.

Написати відповідні рівняння реакцій.

40

Тема: Стехіометричні розрахунки, класи неорганічних речовин

До 10,0 г 20%-ного розчину речовини А додали 2,5 г речовини Б, нерозчинної у воді. При цьому одержали 3,235 г осаду, 0,898 г газу без специфічного запаху та

	<p>рідину над осадом, яка, за даними аналітичних досліджень, виявилася практично чистою водою. Реакція між А та Б не є окисно-відновною. Визначити склад вихідних речовин та одержаного осаду. В розрахунках вважати, що у осаді знаходяться тільки безводні солі.</p>
41	<p>Тема: Хімія s- та p-елементів</p> <p>Давньоримський письменник і вчений Пліній Старший (23-79 рр.), знаменитий вчений Древнього Риму, описав випадок, коли ремісник подарував правителю Риму імператору Тиберію дуже красивий блискучий кубок, зовні дуже схожий на срібний. Виготовлений він був із речовини X. Ремісник пояснив, що він один володіє секретом її одержання із доступної дешевої сировини - білої глини. Імператор, відчувши небезпеку для фінансової системи через знецінення срібла внаслідок введення у грошовий обіг імітатора срібла – дешевого нового металу, велів позбавити ремісника життя.</p> <p>В 1825 р. цю ж речовину X виділив датський науковець Г.Х. Ерстед. Сировиною був мінерал Y (гідратований оксид тривалентного металу X), а процес виділення описувався такими хімічними реакціями:</p> $3\text{Cl}_2 + \text{X}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{XCl}_3 + 3\text{CO}\uparrow,$ $\text{XCl}_3 + 3\text{KNHg} = 3\text{KCl} + \text{XNg}_3,$ $\text{XNg}_3 = \text{X} + 3\text{Hg}\downarrow.$ <p>Суміш металу X та лугу протягом першої світової війни використовували для одержання водню, яким наповнювали дирижаблі.</p> <p>Метал X особливого ступеня чистоти, де сумарний вміст домішок не перевищує 10^{-3} %, наразі одержують методом зонного плавлення чи хімічної транспортної реакції. Остання полягає у одержанні і подальшому розкладі сполуки складу XF.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формулу металу X та його мінералу Y; 2. Хімічний склад (у вигляді оксидів) сировини – білої глини; 3. Відомий факт – Д.І. Менделєєву в 1889 р. подарували терези, одна шалька яких була виготовлена з металу X, а друга – із золота. Чому в першій половині 19 ст. цей метал був за вартістю рівний золоту? 4. Рівняння реакції утворення водню вказаним методом; 5. Описати основний сучасний промисловий метод одержання металу X та хімічні процеси, які лежать в його основі; 6. Охарактеризувати поняття хімічних транспортних реакцій, написати відповідні рівняння для одержання речовини X.
42	<p>Тема: Екзотермічні процеси, окисно-відновні реакції</p> <p>Написати хімічні реакції, які лежать в основі роботи так званих безполумєневих нагрівачів їжі (див. рисунок). Одна із можливих комбінацій, наприклад, полягає у взаємодії харчової солі NaCl, мідного купоосу $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ та алюмінієвого дроту Al.</p> <p>Запропонуйте методи екологічно безпечної утилізації таких сумішей після використання.</p>



БЕЗПОЛУМ'ЯНЕВИЙ НАГРІВАЧ ЇЖІ

ДЛЯ РОЗІГРІВУ ЇЖІ В РЕТОРТ УПАКОВЦІ ТА КОНСЕРВНІЙ БАНЦІ
ДОСТАТНЬО 120 МЛ ВОДИ ТА 15-20 ХВ


Застереження:


- інструкція з використання розміщена на пакеті всередині;
 - застереження щодо застосування розміщені на пакеті всередині.
- Склад:** вапно, сіль, порошок металевий.

Термін зберігання: 2 роки.

Умови зберігання: зберігати в сухому приміщенні при температурі від -10°C до 40°C, відносній вологості повітря 55-85%. Уникати потрапляння прямих сонячних променів.

<p>43</p>	<p>Тема: Хімічна кінетика</p> <p>В інструкції до лікарського препарату наведено такі вимоги до температурного режиму його зберігання та відповідну тривалість придатності препарату для безпечного вживання:</p> <p>при -20 °C - 60 діб; при 0 °C - 15 діб; при +10 °C - 5 діб.</p> <p>Використовуючи правило Вант-Гоффа, яке кількісно описує вплив температури на швидкість протікання хімічних реакцій, провести оцінювання правильності розрахунку термінів придатності, виходячи із гіпотези, що температурний коефіцієнт γ для реакції, що приводить до псування даного препарату, є величиною постійною.</p> <p>За умови, якщо буде виявлено помилку у визначанні термінів придатності препарату, розрахувати правильні величини термінів зберігання препарату за різних температурних режимів.</p>
<p>44</p>	<p>Тема: Неорганічна хімія металів</p> <p>Основну масу твердих побутових відходів (ТПВ) складають залишки пакувальних матеріалів і тари різного хімічного складу – полімерів, металу, паперу. Які види продукції харчової, косметологічної та фармацевтичної промисловості потребують пакування у тару, виготовлену із алюмінію Al, жести (основа – залізо Fe), або таку, яка потребує нанесення внутрішнього захисного шару із алюмінію Al чи стануму (олова) Sn?</p> <p>Пояснити, чому вироби із шоколаду (цукерки, плитки) потрібно загортати у шар металічної фольги.</p> <p>Навести опис хімічних методів переробки залишків пакувальних матеріалів, що містять алюміній Al, олово Sn, залізо Fe (їхнього рохчинення, переведення у газоподібні сполуки тощо).</p>
<p>45</p>	<p>Тема: Неорганічна хімія галогенів</p>

	<p>У текстильній промисловості використовують у якості відбілюючого засобу неорганічну сполуку, яка містить 156,8 % (мас.) так званого активного хлору. Це означає, що маса хлору Cl_2, який утворюється при взаємодії однієї масової частки (1 м. ч.) даної речовини із хлоридною кислотою HCl, складає 1,568 масових часток відносно вихідної сполуки.</p> <p>Визначити хімічну формулу відбілювача. Які переваги використання даної сполуки порівняно із аналогічними солями, навіть більш дешевими та доступними, які складаються із таких же хімічних елементів?</p>
46	<p>Тема: Неорганічна хімія d-металів</p> <p>При розчиненні медичного засобу («ляпісний олівець»), який виготовляють у вигляді олівця для оброблювання поверхні виразок, ерозійних ділянок, тріщин шкіряного покриву, видалення бородавок (див. фото).</p>  <p>При розчиненні даного препарату у воді за рахунок процесу дисоціації утворюються два позитивно заряджених та один негативно заряджений йони.</p> <p>Після прожарювання 3,000 г цієї субстанції залишається 2,318 г залишку 1, забарвленого у темний колір. Після розчинення цього залишку 1 одержали розчин, у якому виявляють один із катіонів, присутніх у вихідному розчині та аніон, якого не було у вихідному розчині. Суміш профільтрували, відділили осад (залишок 2) чорного кольору, маса якого рівна 0,635 г.</p> <p>При зливанні розчину, одержаного після промивання залишку 1, із розчином, що містить вихідний препарат масою 3,000 г, утворюється 0,906 г осаду, забарвленого у жовтий колір. Розчин після зливання містить два негативно заряджених йони та один позитивно заряджений йон.</p> <p>Визначити молекулярну формулу вихідного препарату. Описати процеси, які наведено у описі дослідів, відповідними хімічними реакціями. Як називається цей фармакологічний препарат?</p> <p>Схема опису:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вихідна речовина (розчинення) $\rightarrow \text{K}_1^{+n} + \text{K}_1^{m+} + \text{A}_1^{k-}$ (вихідний розчин) 2. Вихідна речовина (нагрівання) \rightarrow залишок 1 (темне забарвлення); 3. Залишок 1 (темне забарвлення) (розчинення) $\rightarrow \text{K}_1^{+n} + \text{A}_2^{m-}$ (розчин 1) + залишок 2 (чорне забарвлення) 4. Залишок 2 (чорне забарвлення) (розчинення) \rightarrow залишок 3 (жовте забарвлення) + розчин 2 ; 5. Вихідний розчин + розчин 2 \rightarrow осад (жовте забарвлення) + $\text{K}_1^{+n} + \text{A}_1^{k-} + \text{A}_2^{m-}$
47	<p>Тема: Неорганічна хімія неметалів</p>

	<p>Дві кислоти, реагуючи між собою, утворюють газоподібну сполуку, що має молярну масу 44 г/моль та сульфатну кислоту у мольному відношенні 1: 2. Знайти ці кислоти та запропонуйте спосіб їхнього синтезу, виходячи із більш простих сполук.</p>
48	<p>Тема: Неорганічна хімія металів</p> <p>Дано хлорид А високотоксичного хімічного елементу - металу М. При отруєнні людини його сполуками, які входять до складу отрути для щурів, зовнішнім симптомом є алопеція – випадіння волосся (див. фото).</p>  <p>Хлорид А малорозчинний в концентрованій хлоридній кислоті HCl при кімнатній температурі, проте розчинність в ній значно зростає при нагріванні. Пропускаючи надлишок хлору Cl₂ через суспензію, що містить хлорид А в конц. HCl, одержують хлорид іншого складу Б. При змішуванні насичених розчинів хлоридів складу А та Б у концентрованій хлоридній кислоті при охолодженні у розчині кристалізується хлорид цього ж металу складу В. При промиванні водою кристалів хлориду В відбувається розкладання цієї сполуки на хлорид складу Б та новий хлорид складу Г. Останній малорозчинний у воді. Якщо обробити водою 20 г хлориду В, то утвориться 12,474 г хлориду Г та 9,269 г хлориду Б, причому Б містить 4 моль кристалогідратної води, а хлориди В та Г – безводні речовини. Визначити формулу металу М та формули А, Б, В, Г і написати реакції, що описують проведені перетворення.</p>
49	<p>Тема: Координаційні сполуки</p> <p>Шляхом поєднання йонів Hg²⁺, I⁻, K⁺ та молекули NH₃ можна скласти 5 формул ізомерних координаційних сполук ртуті. Вказати формули даних речовин, якщо координаційне число ртуті рване 4. Назвати ці сполуки та записати йонні рівняння ступінчастої дисоціації їхньої внутрішньої сфери.</p>
50	<p>Тема: Стехіометричні розрахунки</p> <p>В результаті дії барій нітрату Ba(NO₃)₂ на розчин двох неорганічних сульфатів, загальна маса яких рівна 13,04 г, випадає осад барій сульфату BaSO₄ масою 22,37 г.</p> <p>Маточний розчин, що містить суміш двох нітратів йонів металів, які входили до складу вихідних сульфатів, відділили фільтруванням та випарили досуха. Залишок після упарювання прожарили. В результаті термічного розкладу утворилося 1,2 г порошку сірого кольору.</p> <p>Діючи на вихідний розчин суміші двох сульфатів надлишком лугу NaOH, утворення осаду не спостерігали, проте відбувалася зміна забарвлення розчину.</p>

	Визначити якісний та кількісний склад вихідної суміші.
51	<p>Тема: Хімія галогенів</p> <p>Описати хімічний склад діючих неорганічних складових побутових засобів для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - видалення вапнякового нальоту та іржі; - дезінфекції. <p>Чому при змішуванні засобів типу «Доместос» для відбілювання та дезінфекції (що містять, наприклад, натрій хлорат(I) або гіпохлорит натрію NaClO) та засобів для чищення (типу Туалетного Утьонку, що містить хлоридну кислоту HCl) можна тяжко отруїтися хлором? Напишіть відповідні рівняння реакцій, що описують взаємодію вказаних активних компонентів та наступне розкладання продуктів реакції з виділенням вільного хлору.</p>
52	<p>Тема: молекулярний дизайн в хімії</p> <p>Базиси неемпіричних розрахунків. Оптимізація геометрії молекул. Користуючись програмами Avogadro, Chemcraft і GAMESS, побудувати молекулу діборану B₂H₆ методом Гартрі-Фока у двох базисах (наприклад, STO-3G, 6-31G(d)). Які довжини зв'язків у молекулі діборану? Результати розрахунку співставити із експериментальними рентгенографічними даними: r(B-H_a)=1,19 Å; r(B-H_b)=1,33 Å. Який базис точніше відтворює експериментальні дані? Навести елементарну статистику.</p>

7. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

8. Форми контролю

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Залік.

9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; державні стандарти, індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

10. Рекомендована література

Основна література

1. Карнаухов О.І., Копілевич В.А., Мельничук Д.О. та ін. Загальна хімія. – К.: Фенікс, 2005. – 840 с.
2. Копілевич В.А., Карнаухов О.І., Мельничук Д.О. та ін. Загальна та неорганічна хімія. – К.: Фенікс, 2003. – 752 с.
3. Копілевич В.А. Загальна хімія: Вибрані розділи курсу для навчання за напрямом «Біотехнологія». – К.: НУБіП, 2015. – 276 с.

4. Копілевич В.А. Неорганічна і біонеорганічна хімія: Вибрані розділи курсу для навчання за спеціальністю «Екологія». – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 607 с.
5. Копілевич В.А. Неорганічна хімія: Вибрані розділи курсу для навчання за спеціальністю «Біотехнології та біоінженерія». – К.: НУБіП, 2016. – 368 с.
6. Голуб А.М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1968. – Ч.1 – 442 с.
7. Голуб А.М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1971. – Ч.2 – 416 с.
8. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз) /В.А. Копілевич, В.Є. Косматий, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук та ін. – К.: НАУ, 2002, 2003. – 300 с.
9. Аналітична хімія. В 2 ч. / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко. – К.: ДДП «Експодрук», 2016. – Ч.1 – 216 с.; Ч.2 – 198 с.
10. General Chemistry. Open textbook. The 2d Edition / Editors: Paul Flowers, Klaus Theopold, Richard Langley, Stephen F./ William R. Robinson. – 2019. - Available at: <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>.
1. Geoff Rayner-Canham, Tina Overton. Descriptive Inorganic Chemistry. Fifth edition. - Sir Wilfred Grenfell College Memorial University, University of Hull. - New York: W. H. Freeman And Company. – 2010. – 723 pp.

Додаткова література

1. Карнаухов О.І., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копілевич В.А. Загальна та біонеорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 544 с.
2. Городній М.М., Сердюк А.Г., Копілевич В.А. та ін. Агрохімія. – К.: Вища шк., 1995. – 526 с.
3. Аналітична хімія (хімічний аналіз) /В.А. Копілевич, В.Є. Косматий, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, І.Д. Жилияк та ін. – Тернопіль: ТНПУ, 2008. – 300 с.
4. Merck. Inorganic reagents. Classic inorganic analysis. https://www.merckmillipore.com/INTL/en/products/reagents-chemicals-labware/inorganic-reagents/classical-inorganic-analysis/dWGb.qB.9rMAAAE_wvl3.Lxi.nav
5. Chambers, C., Holliday A.K. Modern Inorganic Chemistry. <http://www.torrentz.com/be251001769c5a5cebbaa177a46e524d225fdff2>

11. Інформаційні ресурси

1. Довідник з хімії - *Режим доступу*: <https://techemy.com/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA/>
2. Постанова КМ «Про організацію роботи, спрямовану на створення державних систем стандартизації, метрології та сертифікації» - *Режим доступу*: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/269-92-п>

3. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології / М. О. Клименко, П. М. Скрипчук - Режим доступу: <http://academia-pc.com.ua/product/119>
4. ЕНК «Загальна і неорганічна хімія» /В. А. Копілевич - Режим доступу: <http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1171>
5. Загальна хімія /О.В. Жак, Я.М. Калчак. – Режим доступу: www.franko.lviv.ua/faculty/Chem/biogen/Posibnyk.pdf
6. Тема 4. Основні закони хімії: Хімія: Дистанційне навчання. – Режим доступу: lubbook.net/book_283_glava_45_Tema_4_Osnovni_zakoni_khimii.html
7. Загальна хімія: Лабораторний практикум / П.Д. Романко, Г.А. Романко, О.Д. Мельник, Т.І. Калин, Л.І. Челядин, Л.Я. Побережний, М.С. Полутренко – Режим доступу: www.lviv-prestige-school.com.ua/pl/.../zagalna-himiya-lab-praktikum
8. Загальна та неорганічна хімія /Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключев. – Режим доступу: studentus.net/book/47-zagalna-ta-neorganichna-ximiya.html
9. ЕНК з аналітичної хімії для студентів ОКР «Бакалавр» за спеціальністю «Біотехнології і біоінженерія» / В.А. Копілевич. – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1163>
10. Якісний аналіз. Методичний посібник з аналітичної хімії. – Режим доступу: www.meduniv.lviv.ua/files/kafedry/tokshim/.../Quality_Analis_Ukr.pdf
11. Посібник з аналітичної хімії. – Режим доступу: dmeti.dp.ua/file/uchebnoe_posobie.doc
12. Лекції з аналітичної хімії. Навчальний посібник. – Режим доступу: bib.convdocs.org/v30491/?download=1