

Житомирський державний університет
імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО
ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Вибіркової освітньої компоненти

*”Методи синтезу та очистки
неорганічних сполук”*

Галузь знань	відповідно до переліку (https://zu.edu.ua/offic/licence.pdf)
Спеціальність	відповідно до переліку (https://zu.edu.ua/offic/licence.pdf)
Предметна спеціальність	відповідно до переліку https://zu.edu.ua/offic/pr-pred-spec.pdf
Спеціалізація	відповідно до переліку https://zu.edu.ua/offic/pr-pred-spec.pdf
Освітня програма	відповідно до переліку https://eportfolio.zu.edu.ua/op/department/0
Факультет/ННІ	https://eportfolio.zu.edu.ua/op/

Автори:

к.х.н., доцент Денисюк Роман
Писаренко Сніжана
Матвієнко Олена

Розглянуто та схвалено

на засіданні кафедри хімії _

Протокол від «21» грудня 2022 р. № 11

Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2023

УДК 546 : 54.05(075.8)
Д 33

Автори: доцент кафедри хімії Денисюк Р.О.,
асистент кафедри хімії Писаренко С.В.,
асистент кафедри хімії Матвієнко О.В.

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені
Івана Франка
(протокол № 4 від «28» лютого 2023 р.)*

Рецензенти:

Кичкирук Ольга – доцент кафедри хімії, кандидат хімічних наук, доцент Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Дорохов Віктор – доцент кафедри доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства, кандидат хімічних наук, доцент, Поліського національного університету.

Шелюк Ірина – кандидат хімічних наук голова циклової комісії хімічних дисциплін Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу Житомирської обласної ради

Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Матвієнко О.В.

Д 33 Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з вибіркової освітньої компоненти "Методи синтезу та очистки неорганічних сполук" для підготовки здобувачів вищої освіти – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. – 32 с.

В інструктивно-методичних матеріалах до лабораторних занять приводяться інструкції до виконання лабораторних робіт відповідно до програм з освітньої компоненти "Методи синтезу та очистки неорганічних сполук" для здобувачів вищої освіти. Матеріали націлені на засвоєння навиків виконання хімічного експерименту, вивчення способів очистки та синтезу неорганічних сполук, самостійної роботи в лабораторії; розвиток дослідницьких здібностей студентів. В матеріалах приводяться інструкції до виконання 7 лабораторних робіт. Розроблено форми для запису результатів експериментальних досліджень для кожної роботи. Роботи включають способи виділення, очистки та синтезу неорганічних сполук, виявлення властивостей цих речовин. Для проведення розрахунків під час синтезів запропоновано завдання для самостійного виконання, які допоможуть розібратися в особливостях перебігу реакцій та визначення практичного виходу отриманої сполуки.

© Денисюк Р.О., 2023
© Писаренко С.В., 2023
© Матвієнко О.В., 2023
© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2023

ЗМІСТ

Вступ		4
<i>КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ</i>		
Правила виконання робіт та ведення зошиту		
<i>Модуль 1</i>		
Лабораторне заняття 1	Тема: Основні методи виділення та очистки синтезованих речовин	5
Лабораторна заняття 2	Тема: Синтез комплексної солі	8
Лабораторна заняття 3	Тема: Одержання метал оксидів	11
Лабораторна заняття 4	Тема: Методи одержання металів	16
<i>Модуль 2</i>		
Лабораторна заняття 5	Тема: Синтез оксидів та гідроксидів	21
Лабораторна заняття 6	Тема: Синтез гідридів та оксигеновмісних кислот	23
Лабораторна заняття 7	Тема: Синтез солей	27
Додаток		33
Рекомендована література		33

ВСТУП

Метою вивчення освітньої компоненти є формування навичок самостійної роботи хіміка з лабораторного синтезу неорганічних речовин та їх очищення, а також ознайомлення його з необхідними реактивами, посудом, апаратурою, контрольно-вимірними приладами, тощо.

Основними цілями вивчення освітньої компоненти є ознайомити студентів з основними засобами роботи, виробити певні навички конструювання простих лабораторних установок, використання приладів, оформлення лабораторного журналу та ін., розвиток творчого мислення студента, самостійно розробляти синтези різних речовин, необхідних для лабораторного практикуму, демонстраційного експерименту, колекцій, а також проводити нескладні синтези.

В ході вивчення освітньої компоненти

Здобувач повинен знати:

- методи очищення речовин та способи визначення виходу продукту
- характеристику властивостей одержуваної речовини,
- хімізм та фізико-хімічні умови синтезу,
- схему лабораторних установок, особливості їх роботи, використання для конкретного синтезу.
- методики виконання роботи та техніку безпеки.

Здобувач повинен вміти:

- проводити необхідні розрахунки, включаючи складання теоретичного матеріального балансу;
- проводити розрахунки практичного виходу речовини,
- складати звіт про виконану роботу, з переліком речовин, які можна одержати за даною методикою.
- розв'язувати розрахункових задач з відповідних тем.

Правила виконання робіт та ведення зошиту

Головною умовою успішного виконання роботи в лабораторії – **ретельна попередня підготовка до синтезу.**

Починаючи виконувати роботу, експериментатор повинен:

1. скласти рівняння реакцій синтезу речовини і виконати необхідні розрахунки кількості (маси, об'єму, концентрації) реагентів і теоретичного виходу продукту;
2. підібрати схему установки, що використовується в синтезі (за потреби);
3. скласти список реактивів, матеріалів, посуду та обладнання для даного синтезу;
4. визначити спосіб відділення цільового продукту синтезу від побічних речовин та умови зберігання отриманої сполуки.
5. скласти план дослідження речовини, що отримується, включаючи вимірювання фізико-хімічних характеристик і хімічну ідентифікацію за допомогою якісних реакцій;
6. засвоїти правила безпечного проведення процесу та утилізації відходів.

В лабораторному журналі необхідно:

- записати назву синтезу і дати його виконання;
- записати рівняння всіх хімічних реакцій;
- замалювати схему установки, що використовується в синтезі;
- записати розрахунки за рівнянням реакції і відомості про реальні кількості (маси, об'єми, концентрації) реагентів та продуктів реакцій;
- розрахувати практичний вихід продукту;
- детально описати явища, що спостерігаються (особливо тих, які не співпадають з очікуваними ефектами);
- описати результати дослідження продукту синтезу (виміри фізико-хімічних характеристик і хімічну ідентифікацію за допомогою якісних реакцій);
- надати довідникові дані про властивості речовини, що отримуєте;
- список використаної літератури.

Всі записи під час виконання роботи необхідно виконувати лише в лабораторному журналі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання здобувачів вищої освіти на лабораторних роботах з освітньої компоненти «Харчова хімія» здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою»

https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.

Оцінювання набутих компетентностей здобувачами вищої освіти за всіма видами робіт проводиться під час поточного, модульного та підсумкового контролю.

Кожен здобувач вищої освіти має виконати обов'язкові завдання, передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять, методичними рекомендаціями до організації самостійної роботи, силабусом, навчальною та робочою програмою обов'язкової освітньої компоненти.

Результати учбової діяльності здобувачів вищої освіти оцінюються в балах, відповідно до виду діяльності. Визначений мінімум балів, який необхідно набрати для отримання допуску до екзамену та під час виконання екзаменаційної роботи зазначений в робочій програмі навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання

№	Тема	Т	ТО	СР	Р	ЕР	Д
		15	15	15	20	30	5
1.	Основні методи виділення та очистки синтезованих речовин						
2.	Синтез комплексної солі						
3.	Одержання метал оксидів						
4.	Методи одержання металів						
5.	АМКР № 1 «Особливості проведення очистки та синтезу неорганічних речовин»	100					
6.	Синтез оксидів та гідроксидів						
7.	Синтез гідридів та оксигеновмісних кислот						
8.	Синтез солей						
9.	Синтез солей						
10.	АМКР № 2 «Синтез основних класів неорганічних сполук»	100					
Рейтинг		100					

Види діяльності на занятті: **Т** – тестовий контроль знань; **ТО** – теоретичне опитування; **СР** – виконання завдань для самостійної роботи; **Р** – проведення необхідних розрахунків перед виконанням експерименту; **ЕР** – виконання експериментальної роботи; **Д** – презентація підготовленої доповіді.

МОДУЛЬ 1

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема: Основні методи виділення та очистки синтезованих речовин

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Якими класами характеризується чистота речовин ?
2. Які методи використовують для очистки речовин ?

Задачі для розв'язування

1. Приготували насичений при 80 °С розчин $K_2Cr_2O_7$ в 200 мл води. Яка маса калій дихромату викристалізувалася при пониженні температури до 0 °С? Розрахувати вихід продукту (у відсотках), якщо після висушування одержали 122 г $K_2Cr_2O_7$.
2. В 300 мл води приготували при 40 °С насичений розчин натрій карбонату. При кристалізації температуру понизили до 0 °С. Розрахуйте вихід продукту (у відсотках), якщо одержали 286 г чистого $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.
3. Розчинність барій сульфату $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л. В якому об'ємі насиченого розчину міститься 1 г солі?
4. При прожарюванні 30 г гіпсу виділилося 6,28 г води. Яка формула кристалогідрату?
5. Скільки молекул міститься в 1,00 мл водню (за н.у.)?

Інструкції до виконання:

Короткі теоретичні відомості

Методи очищення речовин не залежать від властивостей речовин. Найпоширеніші методи: фільтрування, дистиляція, сублимація, перекристалізація і висолювання.

Використовується декілька способів *перекристалізації*: політермічний, ізотермічний, перекристалізація з введенням в концентрований розчин інших речовин. Політермічну перекристалізацію використовують тоді, коли розчинність речовин сильно залежить від температури. Суть ізотермічної кристалізації полягає в тому, що речовина кристалізується з насиченого розчину при постійній температурі. Розчинник випаровують при нагріванні (кипінні), або поглинають водопоглинаючими речовинами в ексикаторах.

Деякі солі кристалізуються з концентрованих розчинів при додаванні речовин, які понижують їхню розчинність. Цей процес називається *висолюванням*.

Якщо перед кристалізацією розчин мутний, то його фільтрують. Після кристалізації залишається насичений при даній температурі розчин, який називається *маточним*. З цього розчину при подальшому пониженні температури або упарюванні можна виділити ще деяку масу кристалів. При цьому утворюються кристали менш чисті, ніж у першій фракції. Для одержання більш чистих кристалів перекристалізацію повторюють.

Чисті речовини володіють певними фізичними і хімічними властивостями, тому чистоту речовин можна перевірити фізико-хімічними методами. Фізичні методи пов'язані з визначенням густини, температури плавлення, кипіння та інших величин. Хімічні методи перевірки на чистоту засновані на хімічних реакціях і є методами якісного і кількісного аналізу.

Дослід 1. Очистка калій дихромату перекристалізацією

Виконання роботи: У стакан на 50 мл помістити 1,5 г калій дихромату. З таблиці розчинності (додаток) розрахувати об'єм води, необхідний для отримання насиченого розчину $K_2Cr_2O_7$ при $100^\circ C$. Піпеткою відміряти об'єм води на 100% більше розрахованого і вилити її в стакан з $K_2Cr_2O_7$. Розчин нагріти до повного розчинення солі, весь час перемішуючи скляною паличкою. Нагрітий до кипіння розчин не охолоджуючи профільтрувати через складчастий фільтр, зливаючи його невеликими порціями. Стакан з первинним розчином весь час підігрівати. Відфільтрований розчин в стакані охолодити до початкової температури. Одержані кристали відфільтрувати під вакуумом. Закінчивши фільтрування, просушити кристали та зважити їх. Розрахувати вихід.

Місце для розрахунків:

Декілька кристалів одержаної солі розчинити у воді. Розчин з перекристалізованого $K_2Cr_2O_7$ і маточний розчин дослідити на присутність домішок калій сульфату. Для цього в обидва розчини (по 1 мл) в окремих пробірках додати по 0,5 мл 2 н розчини нітратної кислоти і барій хлориду. Порівняти одержані результати та зробити висновок.

Дослід 2. Очистка натрій хлориду методом висолювання

При перекристалізації речовин, розчинність яких мало змінюється із зміною температури, застосовують метод висолювання. До розчинів таких речовин додають речовини, які знижують їх розчинність.

Виконання роботи: Приготувати насичений розчин натрій хлориду. Зважити на терезах 2 г кухонної солі, розтерти її в ступці і висипати в стакан. Додати 5 мл дистильованої води, довести розчин до кипіння та відфільтрувати його. Відміряти 3 мл концентрованої хлоридної кислоти (густиною $1,19 \text{ г/см}^3$). Стакан з теплим насиченим розчином кухонної солі перенести в витяжну шафу і повільно невеликими порціями додати в нього концентровану хлоридну кислоту при постійному перемішуванні скляною паличкою. Після охолодження розчину до кімнатної температури відфільтрувати утворенні кристали на лійці Бюхнера, перенести їх у фарфорову чашку і висушити в сушильній шафі при $110^\circ C$. Відмітити зниження розчинності натрій хлориду при додаванні концентрованої хлоридної кислоти. Розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 3. Очистка натрій тіосульфату

Реактиви: технічний натрій тіосульфат.

Виконання роботи: Приготувати 5 г насиченого при $60^\circ C$ розчину натрій тіосульфату. Для цього розрахувати необхідний об'єм води і масу технічного натрій тіосульфату. Відміряний об'єм води нагріти у водяній бані, додати відважену сіль і перемішати скляною паличкою до її повного розчинення. Розчин довести до кипіння, швидко відфільтрувати через складчастий фільтр в хімічну склянку і повільно охолодити до кімнатної температури. Кристали, які випали, відфільтрувати, висушити, зважити і розрахувати практичний вихід продукту.

Місце для розрахунків:

Дослід 4. Перекристалізація натрій тетраборату

Реактиви: технічний натрій тетраборат.

Виконання роботи: Технічний натрій тетраборат розчинити до насичення у 5 г води при температурі 60°C (масу тетраборату визначити з таблиці розчинності речовин додатку). Якщо розчин забруднений, то його швидко профільтрувати через складчастий фільтр і охолодити. Осад, що випав з фільтрату, відфільтрувати під вакуумом і висушити на повітрі на фільтрувальному папері. Кристали зважити і розрахувати практичний вихід продукту. Результати занести до таблиці.

Речовина	Маса вихідної речовини, г	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез

неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема: Синтез комплексної солі

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання.

1. Будова комплексних сполук.
2. Хімічні властивості комплексних сполук.
3. Дисоціація комплексних сполук.
4. Амфотерність гідроксидів з точки зору утворення комплексів.

Задачі для розв'язування

1. Для протравлювання насіння використовують 0,1 % розчин HgCl_2 . Яка молярна концентрація еквівалента цього розчину ($\rho=1 \text{ г/см}^3$)?
2. 0,1405 г металу витісняють з кислоти 28 мл водню за н.у. Визначити молярну масу еквівалента металу.
3. Назвіть комплексоутворювач, координаційне число комплексоутворювача, ступінь окиснення комплексоутворювача, назву сполук: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $\text{K}_2[\text{CuF}_4]$, $\text{K}[\text{AuCl}_4]$.
4. Скласти формули комплексних сполук для іонів Cu^{2+} , Ag^+ , Au^{3+} , в яких їх координаційне число дорівнює 4, а лігандами є NH_3 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, H_2O , Cl^- , CN^- , CNS^- .
5. На осадження іонів Ag^+ , одержаних з 100 г руди затрачено 18 мл 0,1 н розчину NaCl . Яка маса Аргентуму міститься в 1 т руди?

Інструкції до виконання:

Дослід 1. Синтез комплексної солі калій тетраїодидомеркурату (II) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$

Калій тетраїодидомеркурат (II) $\text{K}_2[\text{HgI}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – оранжево-червоні кристали.

Реактиви та обладнання: калій йодид, меркурій (II) нітрат, стакан 100 мл, мірний циліндр, фарфорова чашка, ексікатор, скляна паличка, фільтрувальний папір.

Виконання роботи: розрахувати необхідну кількість 0,5 н розчинів солей калій йодиду та меркурій (II) нітрату для утворення реакцією обміну 0,5 г осаду меркурій (II) йодиду. Приготувати розчини в окремих стаканах з розрахованих мас вихідних речовин. Змішати вихідні розчини, зачекати щоб випав осад, після чого відфільтрувати і промити осад водою.

В стакані місткістю 100 мл розчинити калій йодид в 5 мл гарячої води до насичення. В отриманому охолодженому розчині калій йодиду розчинити свіжоприготовлений меркурій (II) йодид. Розчин перенести в фарфорову чашку і поставити в ексікатор для кристалізації. Для кращого випаровування води час від часу руйнувати утворену на поверхні плівку скляною паличкою. Утворену кристалічну масу відфільтрувати через фільтрувальний папір, висушити в сушильній шафі при температурі 60-70°C.

Написати рівняння проведених реакцій. Розрахувати вихід продукту.

Місце для рівнянь реакцій та розрахунків:

Дослід 2. Отримання калій трийодидоплюмбату (II) дигідрату

Реактиви: калій йодид, плюмбум (II) нітрат.

Виконання роботи: Помістити в хімічний стакан місткістю 100 мл 4 г плюмбум (II) нітрату і розчинити при помірному нагріванні в 15 мл. В іншому стакані розчинити 15 г калій йодиду в 15 мл води. Підігріті розчини при ретельному перемішуванні змішайте в склянці з плюмбум (II) нітратом. Спостерігати віділення жовтого осаду, який при охолодженні реагує з надлишком калій йодиду з утворенням світложовтого калій трийодидоплюмбату (II) дигідрату.

Після охолодження отриманий продукт відділити від рідкої фази вакуумними фільтруванням (без промивання!) та висушити на повітрі. Розрахувати практичний вихід комплексної сполуки за плюмбум (II) нітратом.

Місце для рівнянь реакцій та розрахунків:

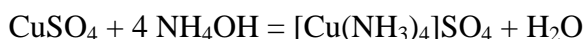
Дослід 3. Одержання тетраамінкупрум (II) сульфату

Реактиви: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NH_3 (конц.).

Виконання роботи. 1 г подрібненого кристалогідрату купрум (II) сульфату розчинити в невеликому об'ємі води (1-1,5 мл). Розчин охолодити і поступово, ретельно перемішуючи, додати концентрованого розчину амоніаку до тих пір, поки блакитний осад що утворюється, не розчиниться з утворенням темно-синього розчину.

Увага: роботу виконувати під витяжною шафою!

До розчину додати 2-3 мл етанолу і суміш охолодити в бані з льодом. Темно-синій кристалічний осад відфільтрувати вакуумним фільтруванням, промити ефіром або сумішшю етанолу та амоніаку (1 : 1 за об'ємом) і висушити при температурі 50-60 °C. Одержану комплексну сіль зважити і розрахувати вихід по відношенню до теоретичного за купрум (II) сульфатом. На повітрі сіль стійка, при температурі > 110°C вона розкладається.



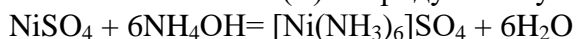
Місце для розрахунків:

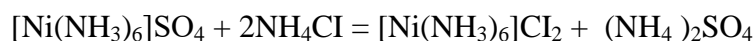
Дослід 4. Синтез гексаміннікол (II) хлориду

Гексаміннікол (II) хлорид – кристали блакитно-фіолетового кольору.

Реактиви: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 25%-вий розчин амоніаку, NH_4Cl .

Виконання роботи: Синтез гексаміннікол (II) хлориду виконують за реакціями





0,5 г нікол (II) сульфату ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) розчинити в такій кількості води, щоб утворився насичений розчин (приблизно 3 мл H_2O). До розчину додати 25%-вий розчин амоніаку до повного розчинення осаду нікол (II) гідроксиду (приблизно 3 мл)

Увага: роботу виконувати під витяжною шафою!

Суміш збовтати і залишити для відстоювання на декілька годин. Після цього розчин відфільтрувати. До фільтрату додати 0,9 г амоній хлориду, при цьому випадає осад комплексної солі – гексамінінікол (II) хлориду. Кристали відфільтрувати під вакуумом та промити невеликим об'ємом концентрованого розчину амоніаку. Висушити отримані кристали при 50-60° С. Розрахувати практичний вихід солі.

Місце для розрахунків:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с

5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема: Одержання метал оксидів

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Які фізичні та хімічні властивості характерні для метал оксидів?
2. Які методи добування метал оксидів існують?
3. Класифікація оксидів.
4. Хімічні властивості оксидів.
5. Використання метал оксидів в промисловості.

Задачі для розв'язування

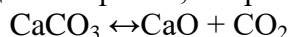
1. Який об'єм карбон діоксиду потрібний для переведення в розчин 21 г магній карбонату?
2. При нагріванні 17 г суміші калій гідроксиду та алюміній гідроксиду утворилось 0,3 моль води. Визначте масові частки солей у суміші.
3. Маса суміші кальцій карбонату і магній карбонату становить 3,688 г. Після прожарювання маса суміші зменшилась до 1,928 г. Розрахувати масову частку компонентів у вихідній суміші.
4. Суміш міді та купрум (II) оксиду масою 10 г піддали при нагріванні взаємодії з воднем до повного зникнення чорного кольору. При цьому утворилось 0,1 моль води. Визначте масові частки компонентів суміші.
5. При розкладанні 19,6 г гідроксиду двовалентного металу утворюється 16 г оксиду двовалентного металу. Визначте метал.

Інструкції до виконання:

Короткі теоретичні відомості:

Оксиди в основному одержують термічним розкладом карбонатів, гідрогенкарбонатів, нітратів, гідроксидів. В тих випадках, коли розклад носить необоротній характер, одержання оксидів зводиться до простого нагрівання вихідних речовин при необхідній температурі.

У випадку оборотних реакцій, наприклад при розкладі карбонатів і гідроксидів лужноземельних металів і літію, виникають деякі ускладнення. В цих випадках тверда фаза перебуває в рівновазі з газоподібною фазою, наприклад:



При 600, 800, 1100°C тиск карбон діоксиду над кальцій карбонатом відповідно становить 13,3; 3300 і 10^5 Па. Таким чином, якщо розклад карбонату вести в атмосфері чистого карбон діоксиду то реакція буде протікати лише при температурах вище 1100°C. Парціальний тиск карбон діоксиду в повітрі невисокий ($p_i=0,03 \cdot 101300 = 3039$ Па), тому на повітрі кальцій карбонат повинен розкладатися при 800°C, тому що виникаючий тиск карбон діоксиду, що утворюється за рахунок дисоціації більший за його парціальний тиску в атмосфері. Проте якщо розкладу піддається монолітний шматок речовини, то всередині нього в порах виникає великий тиск карбон діоксиду і розклад сильно сповільнюється. Розклад протікає внаслідок дифузійного видалення карбон діоксиду, тобто швидкість розкладу кальцій карбонату буде лімітуватися (обмежуватися) дифузійними процесами.

Якщо розклад проходить при температурах, коли тиск газу, який виділяється в процесі реакції, нижчий за парціальний тиск його в атмосфері (а ще точніше в зоні реакції), то дрібні шматки речовини будуть розкладатися швидше ніж великі. Однак, якщо їх подрібнити до пилоподібного стану і насипати нетовстим шаром, то розклад значно прискориться.

Дослід 1. Одержання купрум (II) оксиду з купрум (II) сульфату

Реактиви та обладнання: купрум (II) сульфат, 1 М розчин натрій гідроксиду, стакан місткістю 250 мл, мірний циліндр, піпетка, скляна паличка, лійка, фільтрувальний папір.

Виконання роботи:

Зважити 0,78 г кристалогідрату купрум (II) сульфату, та насипати його у сухий стакан і розчинити в 15 мл води. Отриманий розчин профільтрувати.

В стакан з відфільтрованим розчином купрум (II) сульфатом долити по скляній паличці 20 мл 1М розчину натрій гідроксиду. Відмітити колір утвореного осаду купрум (II) гідроксиду. Перемішати утворений розчин і дати відстоятись утвореному осаду.

Через 8-10 хвилин, коли основна частина утвореного осаду осяде, злити $\frac{3}{4}$ розчину, а розчин, що залишився в стакані, разом з осадом довести до кипіння, періодично розмішуючи скляною паличкою. Відмітити, як змінюється колір нижнього шару осаду. Продовити кип'ятіння на слабкому полум'ї при постійному перемішуванні розчину до повного перетворення купрум (II) гідроксиду в купрум (II) оксид, контролюючи цей процес зміною кольору осаду. Після того, як весь осад стане чорного кольору, зняти стакан з вогню і залишити на декілька хвилин для відстоювання осаду. Відфільтрувати осад, висушити в сушильній шафі і зважити. Розрахувати вихід оксиду, написати рівняння реакцій перетворень, що відбуваються під час виконання дослідів.

Розрахуйте практичний вихід оксиду.

Місце для рівнянь реакцій та розрахунків :

Дослід 2. Одержання кадмій оксиду

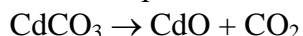
Кадмій оксид CdO – порошок жовтого кольору.

Реактиви: Cd(NO₃)₂ (тв.), (NH₄)₂CO₃ (тв.).

Виконання роботи. Попередньо розрахувати масу кадмій нітрату, яку необхідно взяти для одержання 0,5 г CdO. Розрахувати також масу амоній карбонату, необхідну для переведення кадмій нітрату в карбонат. При розрахунках враховувати наявність кристалізаційної води у кристалогідратах солей. Відважені речовини розчинити в такому об'ємі води, щоб утворились 2n розчини.

В розчин кадмій нітрату вилити по краплинах при постійному перемішуванні весь розчин амоній карбонату і нагріти до кипіння для руйнування колоїдних часточок. Осад кадмій карбонату відфільтрувати на лійці Бюхнера, під'єднаний до водяного насосу або

насосу Комовського, промити водою, висушити, перенести в фарфоровий тигель і прожарити в муфельній печі при 500–600°C протягом 10-15 хвилин:



Зважити отримані кристали і розрахувати вихід від теоретично можливого.

Місце для розрахунків:

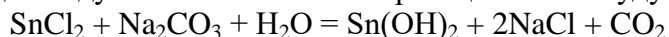
Дослід 3. Добування станум (II) оксиду

Станум (II) оксид SnO залежно від способів отримання може бути у вигляді чорного порошку, зелених або фіолетових кристалів. Станум (II) оксид має бути синьо-чорний порошок з металічним блиском, $t_{\text{пл}} = 1040^\circ\text{C}$, нерозчинний у воді і лугах, розчиняється в кислотах з утворенням солей стануму (II). При нагріванні на повітрі вище 220°C окиснюється до SnO₂.

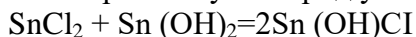
Реактиви: SnCl₂·2H₂O; Na₂CO₃; етиловий спирт.

Виконання роботи: (Роботу проводити під витяжною шафою!)

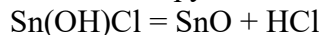
Розрахувати масу кристалогідрату для отримання 1 г оксиду. SnCl₂·2H₂O помістити в хімічний стакан 250 мл, розчинити в мінімальній кількості підігрітої концентрованої хлоридної кислоти (1-2 мл). До отриманого розчину додавати 2 н розчин (або 20%) натрій карбонату до тих пір, поки розчин не набуде лужної реакції середовища (середовище визначати за лакмусовим папірцем). Додавати розчин Na₂CO₃ необхідно дуже обережно, оскільки піна карбон діоксиду може вийти за межі реакційного посуду.



При цьому випадає білий осад Sn(OH)₂, який промити 2-3 рази, декантуючи гарячою водою. Потім до осаду додати гарячу воду, розмішати суспензію, що вийшла, і нагріти до кипіння. В гарячий розчин опустити декілька кристалів SnCl₂·2H₂O. Білий осад Sn(OH)₂ забарвлюється в рожево-червоний колір – станум хлорид утворює основну сіль:



Отриману суміш кип'ятити 10-15 хв, основна сіль розпадається з утворенням SnO – кристалів зеленуватого або фіолетового кольору:



Кристали відфільтрувати через лійку Бюхнера, промити водою і висушити. Хлоридна кислота, що утворилася, з станум гідроксидом знову утворює основну сіль і т.д. Розрахувати практичний вихід оксиду.

Місце для розрахунків:

Дослід 4. Одержання купрум (I) оксиду

Купрум (I) оксид Cu₂O – жовтий порошок, не розчинний у воді, розчинний у водних розчинах амоніаку, концентрованих галогенідних кислотах та концентрованих розчинах лугів.

Реактиви: Cu₂I, NaOH.

Виконання роботи: розрахувати маси речовин для отримання 1 г купрум (I) оксиду. Купрум (I) йодид розчинити у воді до отримання 5 М розчину і поступово додати 5 н розчин натрій гідроксиду.



Осад промити водою, етанолом та висушити на повітрі.

Помістити в термостійкий хімічний стакан об'ємом 250 мл 2 г кристалогідрату купрум (II) сульфату і розчинити в 12 мл води. Окремо розчинити 0,7 г глюкози в 1 мл води. Змішати отримані розчини. В третьому стакані приготувати розчин 1,2 г натрій гідроксиду в 3 мл води (за потреби профільтрувати від механічних домішок отриманий розчин).

Розчин купрум (II) сульфату з глюкозою підігріти до 35°C і додати при перемішуванні розчин лугу. Реакційна суміш має відстоятись протягом години, при чому випадає осад червоного кольору:



Розчин над осадом має бути прозорим. Осад промити гарячою водою декантацією до повного видалення сульфат-йонів. Осад відфільтрувати під вакуумом та висушити на повітрі. Розрахувати практичний вихід оксиду.

Місце для розрахунків:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кюсе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кюсе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ, 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема: Методи одержання металів

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Які фізичні та хімічні властивості характерні для металів (н.у.)?
2. Які методи добування металів використовуються в промисловості?

Задачі для розв'язування

1. Зразок марганцевої руди містить 25 % MnO_2 . Яка маса марганцю може бути одержана з 1 т такої руди?
2. Зразок залізної проволочки масою 0,21 г розчинено в H_2SO_4 без доступу повітря. На окиснення одержаного ферум (II) сульфату затрачено 33,6 мл 0,1103 н розчину $KMnO_4$. Визначить вміст заліза в проволочці.
3. Цинкова обманка містить 30 % ZnS . Скільки теоретично можна одержати цинку і 92 % H_2SO_4 з 1 т цієї руди ?
4. Тиск пари ртуті при 20 °С 27 Па. Яка маса ртуті знаходиться у вигляді пари при насиченні повітря в лабораторії розміром 10^*8^*4 м?
5. Яка маса 80 % гаусманіту ($2MnO^*MnO_2$), щоб одержати з нього алюмотермічним способом 1 кг марганцю? Яку масу металічного алюмінію необхідно для цього?

Інструкції до виконання:

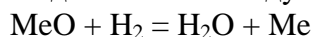
Короткі відомості

Алюмотермічний метод одержання металів відкритий М.М. Бекетовим в 1856 р. і знайшов широке використання в промисловості та лабораторній практиці. Теплоти, яка виділяється при взаємодії алюмінію з багатьма оксидами металів (Fe_2O_3 , CoO , NiO , MnO_2 , Cr_2O_3 , MoO_3 , V_2O_5), вистачає на нагрівання речовин вище температури їх плавлення і на теплові втрати. Тому ці оксиди легко відновлюються алюмінієм. Майже у всіх випадках отримуємо метал, який опускається на дно тигля.

При практичному проведенні алюмотермічних реакцій необхідно дотримуватись певних правил. Вихідні речовини (оксиди металів) і тигель просушують при 200 °С. *Якщо в речовинах є волога, то реакційна суміш розбризкується.* Оксиди розтирають в порошок. Алюміній беруть у вигляді дрібних крупинок. Алюмінієва пудра часто буває непридатною, тому що містить багато алюміній оксиду.

Одержання металів відновленням воднем

В найпростішому випадку процес відновлення оксиду воднем описується рівнянням:



В кінцевому результаті зміщення рівноваги цієї реакції визначається величиною енергії зв'язку оксиду металу і води. Константа рівноваги такої реакції дорівнює співвідношенню тисків пари води і водню в газовій фазі:

$$K_p = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}}$$

і не залежить від кількостей металу і оксиду в твердій фазі.

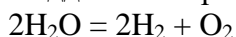
При $P_{H_2O} = P_{H_2}$ $K_p = 1$ і настає хімічна рівновага. При $K_p > 1$ протікає процес відновлення оксиду. При $K_p < 1$ пари води виступають в ролі окисника металу.

Суть процесу відновлення оксидів пояснює теорія А.А. Байкова. Оксиди при нагріванні дисоціюють: $2MeO = 2Me + O_2$

Тиск кисню, який знаходиться в рівновазі з оксидом при кімнатній температурі незначний, проте з підвищенням температури збільшується. Його величина залежить від термодинамічної стабільності оксиду. Для таких мало стабільних оксидів як Ag_2O і HgO тиск кисню при дисоціації досягає парціального тиску кисню в повітрі вже при порівняно невисоких температурах. З таких оксидів метал може бути одержаний шляхом їх простого термічного розкладу.

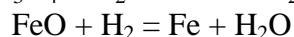
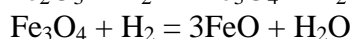
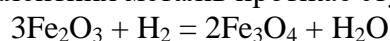
Якщо тиск кисню над оксидом низький навіть при високих температурах, то метал можна одержати, якщо безперервно забирати кисень із зони реакції. Кисень, який утворюється за рахунок термічної дисоціації оксиду, можна зв'язувати воднем, вуглецем або карбон (II) оксидом.

При високих температурах вода теж піддається термічній дисоціації:



Якщо тиск кисню, що утворюється при дисоціації оксиду більший за парціальний тиск кисню, який утворюється з пари води, то рівновага зміщується в сторону відновлення оксиду. Тому такі термодинамічно малостійкі оксиди як PbO , CuO , легко відновлюються воднем, і майже весь водень витрачається на їх відновлення. В інших випадках, наприклад, при відновленні ферум (II) оксиду, константа рівноваги реакції близька до 1, і, відповідно, лише половина водню використовується на відновлення. Однак, незважаючи на те, що рівновага в багатьох випадках зміщена в сторону окиснення металів, їхні оксиди відновлюються воднем, тому що водяна пара виводиться з зони реакції. Такі термодинамічно стійкі оксиди як SiO_2 , MnO , TiO практично воднем не відновлюються.

Відновлення оксидів багатовалентних металів протікає ступінчасто:

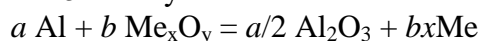


З пониженням ступеня окиснення термодинамічна стійкість оксидів збільшується і константа рівноваги таких реакцій сильно зменшується.

Дослід. 1. Алюмотермічний метод одержання металів

Приготування запальнової суміші. Запальовальну суміш готують з калій нітрату і алюмінієвої пудри. На 2 масові частини калій нітрату беруть 1 масову частину алюмінієвої пудри. Калій нітрат попередньо висушують і добре розтирають у фарфоровій чашці. Обидві речовини перемішують на листку паперу. Магнієву стрічку готують посипаючи змащеним клеєм папір магнієвим порошком, потім просушують цей папір в термостаті.

Виконання досліду. Попередньо розрахувати яку масу метал оксиду і алюмінію необхідно взяти для одержання 1 г металу:



Тигель заповнити сумішшю з метал оксиду і алюмінію, утрамбувати, зробити невелику заглибину, в яку засипати запальновальну суміш ($\approx 0,3$ г) і вкласти магнієву стрічку. Дослід виконувати у витяжній шафі. Підпалити магнієву стрічку та відійти на безпечну відстань.

Після завершення реакції тигель охолодити, краплину металу відділити від шлаку, зважити і розрахувати практичний вихід металу.

Техніка безпеки.

- ✧ Реакцію проводити у витяжній шафі, в якій не повинно бути легкозаймистих матеріалів.
- ✧ Тигель помістити в пісок.
- ✧ Працювати в захисних окулярах.

Місце для розрахунків:

Дослід 2. Одержання міді з купрум (II) сульфату дією цинку або інших металів.

Реактиви: насичений розчин CuSO_4 ; Zn (або Al, Fe); 10% розчин HCl або 20% розчин H_2SO_4 , етиловий спирт.

Виконання роботи: 10 мл насиченого при кімнатній температурі розчину CuSO_4 перенести у фарфорову чашку і помістити цинк у вигляді гранул або дрібного пилю, масою на 5% більшою ніж необхідно для реакції. Суміш нагріти на водяній бані до 80°C . Реакцію проводити до повного знебарвлення розчину купрум (II) сульфату.

Розчин цинк сульфату відлити. Осад міді і залишок цинку залити нагрітою хлоридною або сульфатною кислотою. Коли розчинення цинку закінчиться, розчин злити, а мідь, що залишилася, промити 5%-вим розчином хлоридної кислоти. Промити мідь гарячою водою декантацією до нейтральної реакції промивної води (перевірити реакцію середовища лакмусом).

Порошок міді відфільтрувати через складчастий фільтр, промити спиртом і висушити між листками фільтрувального паперу. Мідь зберігають в щільно закритій склянці.

Написати всі рівняння реакції, які відбуваються при добуванні міді та розрахувати практичний вихід металу.

Місце для розрахунків:

Дослід 3. Отримання металічного кадмію

Кадмій – м'який сріблясто-білий блискучий метал; $\rho = 8,64 \text{ г/см}^3$, $t_{\text{пл}} = 321^\circ\text{C}$.

Реактиви: 40%-вий розчин CdSO_4 ; цинкова пластинка.

Виконання роботи: У фарфорову чашку або стакан налити 10 г розчину кадмій сульфату і опустити металічний цинк масою на 5% менше розрахованого за рівнянням реакції. Через 1 – 1,5 години метал, що виділився, відфільтрувати, занурити на 3 хвилини в 2 н розчин лугу, знову відфільтрувати під вакуумом і промити гарячою водою. Отриманий метал висушити на повітрі між листками фільтрувального паперу.

Розрахувати практичний вихід металу.

Дослід 4. Одержання металів відновленням їх оксидів воднем

Реактиви: CdO, Bi_2O_3 , PbO, CuO

Виконання роботи: Фарфоровий човник з 0,5 г метал оксиду помістити у тугоплавку скляну трубку і приєднати до апарату Кіппа. В другий кінець тугоплавкої трубки вставити

газовідвідну трубку, яку опустити у воду. **Пропустати через систему водень і перевірити його на чистоту при виході з приладу.** Якщо прилад герметичний, то включити нагрівання.

Купрум (II) оксид відновлюється при 250–300°C, бісмут оксид – при 240 – 270 °C, ферум оксид – при 240 – 270°C, кадмій оксид – при 270 – 300°C. Завершення реакції встановити за зміною чорного кольору CuO на рожево-червоний колір міді (або жовтуватого порошку), Bi_2O_3 на металічний бісмут чорного кольору, и т.д. Одержаний метал зважити і розрахувати частку купруму (вісмут, плюмбум, кадмій) оксиду, яка піддалася відновленню.

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Метал	Маса отриманого металу, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез

неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

МОДУЛЬ 2

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема: Синтез оксидів та гідроксидів

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Хімічні властивості кислотних, основних та амфотерних оксидів.
2. Способи одержання гідроксидів лужних металів.
3. Способи синтезу нерозчинних гідроксидів.
4. Закономірності зміни хімічних властивостей оксидів, гідроксидів по періодичній системі.

Задачі для розв'язування

1. Здійснити перетворення: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH}$.
2. Розрахувати молярну концентрацію еквівалента 8 % розчину КОН, якщо його густина дорівнює $1,065 \text{ г/см}^3$.
3. Які об'єми 40 % розчину NaOH і води необхідно взяти для приготування 100 л 12 % розчину NaOH?
4. При взаємодії 1 г амальгами натрію з водою одержано розчин лугу на нейтралізацію якого затрачено 50 мл 0,1 н розчину HCl. Розрахувати масову частку натрію в амальгамі.
5. Через 144,1 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% і густиною 1,12 г/мл пропущено 4,48 л сірководню (н.у.). Яка сіль утворилась? Обчисліть її масу.

Інструкції до виконання:

Дослід 1. Синтез барій гідроксиду

Барій гідроксид використовується для одержання баритової води. З водних розчинів кристалізується у формі безбарвних кристалів $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; добре розчинний в гарячій воді і погано в холодній. На повітрі безбарвні кристали кристалогідрату барій гідроксиду швидко мутніють, поглинаючи CO_2 і утворюючи BaCO_3 .

Реактиви: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; NaOH (тв.).

Виконання роботи: 1 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ розчинити в 5 мл води і по краплинах долити 20 %-вого розчину NaOH ($\rho = 1,225 \text{ г/см}^3$), об'єм якого розрахувати за рівнянням реакції.

Одержану суміш нагріти до кипіння при перемішуванні. Швидко відфільтрувати через фільтр зі скляною пористою пластинкою. В ємність куди буде стікати фільтрат попередньо внести 3 мл холодної води і охолодити в холодильнику. Напівпрозорі кристали барій гідроксиду що випали, відсмоктати на лійці Бюхнера, промити невеликим об'ємом холодної дистильованої води. Кристали висушити на фільтрі спочатку між листками фільтрувального паперу а потім в сушильній шафі при температурі не вище 100°C , перемістити в скляний бюкс, зважити і розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 2. Одержання кобальт (II) гідроксиду

Кобальт (II) гідроксид $\text{Co}(\text{OH})_2$ – рожевий порошок, при нагріванні розкладається із зміною кольору на коричневий.

Реактиви: $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KOH .

Виконання роботи: в термохімічному стакані розчинити 0,8 г кобальт (II) нітрату в 20 мл води. В іншому стакані розчинити 0,8 г калій гідроксиду в 10 мл води. Розчини охолодити до 0°C та при інтенсивному перемішуванні по краплинах додати кобальт (II) нітрат до розчину лугу. Після зміни забарвлення осаду на рожевий колір, швидко відфільтруйте під вакуумом осад і висушити в ексікаторі над кальцій хлоридом.

Дослід 3. Одержання нікол (II) гідроксиду

Нікол (II) гідроксид $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – зеленого кольору дрібнокристалічний порошок, при нагріванні розкладається із зміною кольору на коричневий.

Реактиви: $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KOH .

Виконання роботи: в термохімічному стакані розчинити 1,2 г кристалогідрату нікол (II) нітрату в 5 мл води. В іншому стакан розчинити 0,5 г калій гідроксиду в 5 мл води. До нагрітого до 70°C нікол (II) нітрату невеликими порціями при інтенсивному перемішуванні додати розчин лугу. Багаторазово промити декантацією отриманий осад. Відфільтруйте кристали під вакуумом, висушіть в ексікаторі, зважте осад та обрахуйте практичний вихід продукту.

Дослід 4. Синтез кальцій оксиду

Реактиви: $\text{CaCO}_3(\text{тв})$, 2 н розчин HNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{тв})$, $\text{NH}_3(\text{конц})$

Виконання роботи: Розрахувати масу кальцій карбонату для отримання 2 г кальцій оксиду. Кальцій карбонат розчинити в 2 н нітратній кислоті. Розчин прокіп'ятити та відфільтрувати. До фільтрату додати концентрований розчин амоній карбонату (майже насичений) в який додати 1/3 об'єму концентрованого розчину амоніаку. Отриманий осад відфільтрувати, промити дистильованою водою і після підсушування прожарити в муфельній печі при температурі не нижче 800°C .

Місце для розрахунків:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №6

Тема: Синтез гідридів та оксигеновмісних кислот

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Карбонатна кислота. Її хімічні і фізичні властивості.
2. Олово та його сполуки в різних ступенях окиснення
3. Нітроген оксиди. Нітритна кислота.
4. Нітратна кислота. Промислове одержання розведеної і концентрованої HNO_3 . Хімічні властивості. Нітрати.
5. Фосфатні кислоти. Одержання, властивості, використання.
6. Гідроген сульфід. Сульфідна кислота, сульфідні, їх відновні властивості.
7. Сульфатна кислота. Властивості концентрованої і розбавленої сульфатної кислоти. Способи добування. Сульфати.
8. Способи добування хрому та його сполук.

Задачі для розв'язування

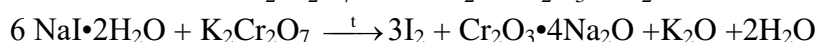
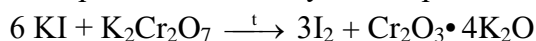
1. Який об'єм (за н.у.) нітроген (IV) оксиду виділиться, якщо 50 г сплаву, що містить 70 % Cu і 30 % Sn обробити надлишком концентрованої нітратної кислоти?
2. Який об'єм гідроген сульфідну необхідно пропустити через 200 г 16,26 % плюмбум (II) ацетату щоб повністю осадити йони Pb^{2+} з розчину?
3. Яку масу нітратної кислоти можна добути з 20,2 г калій нітрату при дії на нього надлишку сульфатної кислоти, якщо масова частка практичного виходу кислоти складає 0,98?
4. Яка маса 27,8 % розчину HNO_3 ($\rho=1,13$ г/см³) потрібна для розчинення 5 г латуні, що містить 75 % Cu, 24,4 % Zn і 0,6 % Pb?
5. Скільки літрів 92 % розчину H_2SO_4 потрібно для одержання 20 кг кристалогідрату купрум (II) сульфату?

Інструкції до виконання:

Дослід 1. Одержання йоду

Реактиви: KI або $\text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 (конц.)

Виконання роботи. Розрахувати маси калій йодиду або натрій йодиду і калій дихромату, які необхідні для одержання 0,5 г йоду згідно реакції:

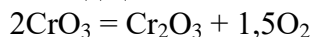


Зважити калій йодид або натрій йодид і калій дихромат, змішати у ступці і перетерти. Суміш перенести у суху склянку, додати три краплини концентрованої сульфатної кислоти і перемішати склянкою паличкою і закрити склянку фарфоровою чашкою, в яку налити холодну воду з льодом; склянку нагріти на електроплитці. В процесі окисно-відновної реакції одержується йод, який випаровується і при охолодженні осаджується на поверхні фарфорової чашки. Струсити одержаний йод на фільтрувальний сухий папір, слідкуючи, щоб не було контакту з водою, зважити і розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 2. Добування хром (VI) оксиду

Хром (VI) оксиду CrO_3 (хромовий ангідрид) – темно-червоні голчаті кристали, що розпливаються на повітрі. Він добре розчинний у воді. При 196°C плавиться, утворюючи буру рідину, при 250°C розкладається з відщепленням кисню і утворенням CrO_3 :



Реактиви: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$), HNO_3 ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$).

Виконання роботи: 10 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ розчиняють в 25 мл води. Розчин фільтрують і обережно, малими порціями підливають 14 мл концентрованої сульфатної кислоти (працюють під тягою в захисних окулярах!). Суміш розігрівається. Потім розчин охолоджують до кімнатної температури, а потім – льодом до 0°C .



Отримані кристали CrO_3 фільтрують під вакуумом на фільтрі з пористою скляною пластинкою. **Увага!!! Концентрована сульфатна і нітратна кислота та хром (VI) оксид – їдкі речовини і потребують обережного поводження.** Для видалення сульфатної кислоти кристали промивають нітратною кислотою. Потім осад висушують при $90\text{-}100^\circ\text{C}$. Зберігають кристали в склянці з добре пришліфованою пробкою. Розрахувати вихід продукту.

Місце для розрахунків:

Дослід 3. Синтез α -олов'яної кислоти

α -олов'яна кислота H_4SnO_4 ($x\text{SnO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$) – білий аморфний порошок, дещо розчинний в кислотах та лугах.

Реактиви: SnCl_4 , 10%-вий розчин амоніаку, $\text{HCl}_{\text{конц}}$.

Виконання роботи: Розрахувати масу станум (IV) хлориду, необхідну для отримання 1 г олов'яної кислоти. SnCl_4 розчинити у воді, додаючи концентровану хлоридну кислоту для усунення продуктів гідролізу. До розчину солі додати надлишок амоніаку.



Осад α –олов'яної кислоти витримати 2 години у розчині, потім фільтрувати на лійці Бюхнера і ретельно промити гарячою водою для видалення йонів Cl^- . Висушити при кімнатній температурі. Зважити отримані кристали та розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 4. Добування β -олов'яної кислоти

α -олов'яна кислота H_2SnO_3 ($x\text{SnO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$) – білий аморфний порошок, нерозчинний в кислотах та лугах, при червоному розжаренні переходить у оксид, сплавляється з лугами.

Реактиви: $\text{Sn}_{\text{мет}}$, HNO_3 , ($\rho = 1,35 \text{ г/см}^3$)

Виконання роботи: 1-1,5 г металічного олова розчинити в необхідній кількості розчину нітратної кислоти (кислоту взяти внадлишку).



Після припинення бурхливої реакції суміш нагріти на водяній або піщаній бані до тих пір, поки олово повністю не прореагує з нітратною кислотою і припиниться виділення нітроген (IV) оксиду. Осад β –олов'яної кислоти промити гарячою водою до тих пір, поки не зникне реакція на йон NO_3^- (проба з дефініламіном). Потім осад фільтрувати, висушити при кімнатній температурі. Зважити отримані кристали та розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №7

Тема: Синтез солей

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Контрольні запитання:

1. Класифікація солей.
2. Основні способи добування нерозчинних у воді середніх солей.
3. Синтез розчинних у воді середніх солей
4. Отримання основних солей
5. Методи добування кислих солей.

Задачі для розв'язування

1. До розчину масою 30,4 г з масовою часткою ферум (II) сульфату 20% додали надлишок розчину барій гідроксиду. Визначте масу осаду, який утворився в результаті реакції.
2. Складіть методику приготування 5 кг кристалогідрату купрум (II) сульфату з міді, що містить 5 % домішок і 98 % сульфатної кислоти ($\rho=1,84$ г/см³).
3. При зневодненні кристалогідрату купрум (II) хлориду з 1,023 г кристалогідрату одержано 0,807 г безводного купрум (II) хлориду. Скільки молекул води міститься в кристалогідраті?
4. Суміш, яка складається з 1,48 г кальцій гідроксиду і 3 г амоній сульфату, нагріли до припинення реакції. Який об'єм амоніаку утворився (н.у.)?
5. Яка сіль утвориться, якщо 4,48 л амоніаку (н.у.) пропустити через 230 г розчину амоній дигідрогенфосфату з масовою часткою солі 10%? Обчисліть її масу.

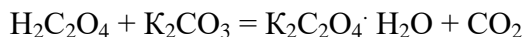
Інструкції до виконання:

Дослід 1. Добування калій оксалату

Калій оксалат $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$ – безбарвні кристали. При 100° він починає втрачати кристалізаційну воду, при 160°С повністю зневоднюється.

Реактиви: $H_2C_2O_4$, H_2O , K_2CO_3

Виконання роботи: 2,5 г оксалатної кислоти розчинити в 6 мл води при нагріванні до 80°С і малими порціями додати K_2CO_3 в гарячий розчин кислоти. Кількість K_2CO_3 розраховати за рівнянням реакції і взяти в надлишку (до слаболужної реакції на фенолфталеїн):



Розчин відфільтрувати через складчастий фільтр, фільтрат впарити на водяній бані при 80°С до утворення кристалічної плівки і охолодити до 20°С. Утворені кристали відфільтрувати під вакуумом, промити невеликою кількістю холодної (крижаної) води (промивні води зібрати). З даного розчину можна отримати кристали і при випарюванні. Обидві фракції сполучити. Для очищення їх можна перекристалізувати. При нагріванні розчинити 2,5 масових частини солі в 3-4 масових частинах води, потім розчин охолодити. Відфільтрувати. Сіль сушити між листками паперу. Розрахувати практичний вихід солі за оксалатною кислотою.

Місце для розрахунків:

Дослід 2. Одержання натрій тіосульфату

Натрій тіосульфат ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) – безбарвні прозорі кристали

Реактиви: Na_2SO_3 ; S.

Виконання роботи: Попередньо розрахувати маси натрій сульфїту і сірки, необхідні для одержання 2 г кристалогідрату натрій тіосульфату згідно реакції:



Натрій сульфїт помістити в колбу із зворотнім холодильником, долити 5 мл води, сірку обробити кількома краплями етанолу для змочування сірки водою. Внести сірку в колбу з розчином натрій сульфїту. Кип'ятити суміш до тих пір, поки більша частина сірки не розчиниться (1-1,5 години). Сірку, яка залишилась відфільтрувати, а розчин упарити до масової кристалізації і охолодити. Кристали відфільтрувати, висушити на повітрі, зважити і розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 3. Отримання барій карбонату

Реактиви: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (тв.).

BaCO_3 – білий дрібнокристалічний порошок.

Виконання роботи: Внести в хімічний стакан об'ємом 250 мл 1,4 г натрій карбонату і 5 мл води, приготувати розчин при нагріванні. В іншому стакані приготувати розчин з 1,8 г барій нітрату та 16 мл води.

Не охолоджуючи розчин натрій карбонату, змішати його з варій нітратом. Суміш енергійно перемішати і дати осаду відстоятись. Рідину злити, а осад промити декантацією гарячою водою. Осад відфільтрувати вакуумним фільтруванням і висушити продукт в сушильній шафі при 100°C . Розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Дослід 4. Синтез барій нітрату

Реактиви: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; NaNO_3 (тв.).

Барій нітрат – прозорі кристали.

Виконання роботи: 1 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ розчинити в 2 мл води при нагріванні. В іншому хімічному стакані розчинити 0,4 г натрій нітрату в 1 мл води. Змішати гарячі розчини між собою та дати охолонуть суміші до кімнатної температур. Кристали, що випали відділити вакуумним фільтруванням від маточного розчину і висушити на повітрі.

Розрахувати практичний вихід.

Місце для розрахунків:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіусе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіусе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема: Синтез солей

План заняття:

1. Розгляд теретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування хімічних задач.

Задачі для розв'язування

1. На осадження йонів Ag^+ , одержаних з 100 г руди затрачено 18 мл 0,1 н розчину $NaCl$. Яка маса Аргентуму міститься в 1 т руди?
2. Яка маса $KMnO_4$ необхідна при взаємодії з концентрованою HCl для одержання 10 л хлору (н.у.)?
3. На титрування 18 мл розчину K_2SO_3 в сульфатному середовищі витрачено 24 мл 0,1 н розчину $KMnO_4$. Обчисліть молярну масу еквіваленту $KMnO_4$ і масу K_2SO_3 в розчині.

4. Зразок залізної проволочки масою 0,21 г розчинено в H_2SO_4 без доступу повітря. На окиснення одержаного ферум (II) сульфату затрачено 33,6 мл 0,1103 н розчину KMnO_4 . Визначіть вміст заліза в проволочці.

Інструкції до виконання:

Дослід 5. Синтез малахіту (купрум (II) гідроксид карбонату)

$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (малахіт) – блакитно-зелений порошок, при нагріванні до 200°C розкладається у утворенням чорного порошку.

Реактиви: купрум (II) сульфат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, натрій карбонат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Виконання роботи: Попередньо розрахувати масу купрум (II) сульфату і натрій карбонату, які необхідні для одержання 0,5 г основного купрум карбонату:



При розрахунках врахувати наявність кристалізаційної води. З відважених речовин приготувати 1 М розчини і злити їх в склянці. Випадає зеленувато-синій осад, який складається з основних солей змінного складу. При тривалому відстоюванні під розчином осад поступово переходить в сіль складу $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Осад відфільтрувати під вакуумом, промити водою, висушити при 80°C , зважити і розрахувати вихід продукту. На повітрі сіль стійка.

Місце для розрахунків:

Дослід 6. Синтез купрум (II) сульфату

Реактиви: мідні дротинки або лом міді, HNO_3 (конц.), 10%-вий розчин NaOH , 20%-вий розчин H_2SO_4 .

Виконання роботи. Мідний лом очистити від механічних домішок і зважити його 1 г. Розрахувати об'єм концентрованої нітратної кислоти ($\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$, масову частку визначити з довідника), яка потрібна для розчинення міді згідно реакції:



Мідний лом помістити в склянку об'ємом 250 мл і обережно прилити концентровану кислоту (на 20 % більше, ніж розраховано за рівнянням реакції).

Реакцію проводити під витяжною шафою! Після повного розчинення міді прилити 30 мл дистильованої води, профільтрувати розчин і додати 10% розчин NaOH при постійному перемішуванні склянкою паличкою до повного осадження купрум (II) гідроксиду. Осад відфільтрувати вакуумним фільтруванням. Осад перенести у фарфорову чашку і розчинити на фільтрі 20%-вим розчином H_2SO_4 .

Одержаний розчин купрум (II) сульфату упарити до утворення плівки кристалів, охолодити, відсмоктати кристали від маточного розчину на лійці Бюхнера, висушити, зважити і розрахувати практичний вихід. Напишіть всі рівняння реакцій, які відбуваються при змішуванні речовин.

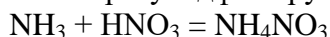
Місце для розрахунків та рівнянь реакцій:

Дослід 7. Синтез амоній нітрату

Амоній нітрат– безбарвні прозорі кристали. Сіль добре розчинна у воді (при цьому розчин охолоджується), добре розчинна в етиловому спирті, гігроскопічна. При 190°C розкладається на воду і нітроген (I) оксид.

Реактиви: HNO₃, розчин амоніаку (ρ = 0,91 г/см³).

Виконання роботи: До 5 мл розчину нітратної кислоти поступово додати розраховану за рівнянням реакції кількість розчину амоніаку до появи запаху NH₃. Розчин нагріти, відфільтрувати, випарити на водяній бані до утворення плівки і охолодити занурюючи в сніг або лід. Утворені кристали амоній нітрату відфільтрувати і висушити при 40-50 °С.



Розрахувати вихід продукту.

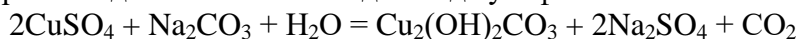
Місце для розрахунків:

Дослід 8. Одержання купрум (II) ацетату

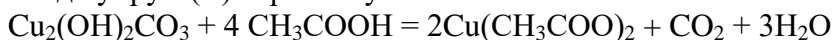
Купрум ацетат Cu(CH₃COO)₂·H₂O – блакитно-зеленуватий дрібнокристалічний порошок, добре розчиний у воді та спирті.

Реактиви: CuSO₄·5H₂O, Na₂CO₃·10H₂O, льодяна оцтова кислота, концентрований розчин амоніаку.

Виконання роботи: 2 г мідного купоросу розчинити в 15 мл води. Приготувати 8 мл 12%-вого розчину натрій карбонату і нагріти до 60°C. До нагрітого розчину соди, тонким струменем, постійно перемішуючи, влити купрум (II) сульфат. Дати відстоятись купрум (II) карбонату, промити дистильованою водою від сульфат-аніонів.



До осаду додати 6 мл води та декілька краплин розчину амоніаку. Дати осаду відстоятись, промити гарячою водою 2-3 рази. В фарфорову чашку налити 5-6 мл води, нагрітої до 60°C та додати 1 мл льодяної оцтової кислоти. При постійному перемішуванні повільно влити осад купрум (II) карбонату.



Розчин відфільтрувати через складчастий фільтр, а фільтрат випарювати під витяжною шафою на водяній бані. При охолодженні випадають кристали купрум ацетату. Кристали відфільтрувати під вакуумом та висушити при кімнатній температурі.

Місце для розрахунків та рівнянь реакцій:

Вихідна речовина	Маса вихідної речовини, г	Синтезована речовина	Маса отриманих кристалів, г	Маса втрат, г	Практичний вихід продукту, %

Дата

Підпис викладача

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Методи синтезу та очистки неорганічних сполук : метод. рек. для лаб. занять. / Р. О. Денисюк, О. У. Кондратенко. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана

- Франка, 2018. – 47 с.
2. Кіосе Т. О. Основи неорганічного синтезу: навч.-метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації за спец. 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)» / Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, за ред. д. х. н., проф. Т. Л. Ракитської – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 134 с
 3. Котур Б. Я. Хімія. Практикум: Навчальний посібник / Б. Я. Котур. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Іана Франка, 2004. – 237 с
 4. Самусенко Ю. В. Основи неорганічного і органічного синтезу : навчальний посібник для студентів природничого факультету ПНПУ / Самусенко Ю. В. – 2013. – 91 с.
 5. Кійко С.М., Ніколайчук О.Г., Уржунцева В.В. Лабораторний практикум з неорганічного синтезу : навчальний посібник. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 100 с

Додаткова:

1. Розанцев Г. М. Синтез неорганічних сполук: навчально-методичний посібник / Г. М. Розанцев, К. В. Борисова. – Вінниця, 2016. – 40 с.
2. Голуб О.А. Українська номенклатура в неорганічній хімії.- Київ: КУ , 1992, 52 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія: в 2-х частинах. – К. : Педагогічна преса, 2000. – 784с.; 2002. – 520с.
4. Скопенко В. В., Григор'єва В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук. – К. : Либідь, 1996. – 152с
5. Додаткові розділи загальної та неорганічної хімії – 2: Неорганічна хімія: Синтез неорганічних речовин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів хіміко-технологічного факультету / НТУУ «КПІ»; уклад.: Т. В. Пацкова, І. В. Лісовська, О. О. Шульженко, А. Є. Шпак. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – Назва з екрана.

Інтернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Додаток

Розчинність S деяких солей у воді (в г на 100 г води).
при різних температурах (в перерахунку на безводну сіль)

$t, ^\circ\text{C}$	0	20	40	60	80	100
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5,0	13,1	29,2	50,5	73,0	102,0
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	1,3	2,7	6,7	20,3	31,5	52,5
NaCl	35,7	36,0	36,6	37,3	38,4	39,8
Na_2CO_3	7,0	21,5	48,5	46,4	45,8	45,5
NaHCO_3	6,9	9,6	12,7	16,40	-	-
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	52,5	70,0	102,6	206,6	245,0	266,6
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	70,6	75,4	81,0	88,0	95,3	103,3