

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

Т. В. Кокшарова, Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 102 «Хімія»

ОДЕСА
ОНУ
2024

УДК 546(075.8)
K599

Автори:

Т. В. Кокшарова, доктор хімічних наук, професор кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти;

Т. О. Кіосе, доктор хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти;

Л. А. Раскола, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти.

Рецензенти:

В. О. Гельмбольдт, доктор хімічних наук, завідувач кафедри фармацевтичної хімії Одеського національного медичного університету;

Р. Є. Хома, доктор хімічних наук, професор, професор кафедри аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано до видання науково-методичною радою
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.
Протокол № 5 від 20 червня 2024 р.*

Кокшарова Т. В.

K599 Лабораторний практикум з неорганічної хімії : для здобув. першого (бакалавр.) рівня вищ. освіти спец. 102 «Хімія» / Т. В. Кокшарова, Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола. Електронні текстові дані (1 файл: 1,4 МБ). Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2024. – 85 с.

ISBN 978-617-689-508-4

Лабораторний практикум з неорганічної хімії містить матеріал про елементи усіх головних підгруп та I, II, VI–VIII побічних підгруп Періодичної системи Д. І. Менделєєва (контрольні питання, задачі та лабораторні роботи), що дозволить підготувати фахівців першого освітнього рівня закладів вищої освіти.

Матеріали, що подані у лабораторному практикумі, можуть стати у нагоді для викладачів, аспірантів, студентів, учителів, усіх, кого цікавлять хімічні елементи, їхні властивості, добування та закономірності зміни властивостей у Періодичній системі.

УДК 546(075.8)

ISBN 978-617-689-508-4

© Кокшарова Т. В., Кіосе Т. О.,
Раскола Л. А., 2024

© Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова, 2024

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Галогени	5
2. Гідроген. Оксиген. Гідроген пероксид	11
3. Сульфур	16
4. Нітроген	22
5. Фосфор	26
6. Арсен, Стибій, Бісмут	30
7. Карбон, Силіцій	35
8. Станум, Плюмбум	39
9. Бор, Алюміній	44
10. Лужні метали	47
11. Берилій, Магній та лужноземельні метали	51
12. Хром, Молібден, Вольфрам	55
13. Манган та його сполуки	60
14. Підгрупа Купруму	64
15. Підгрупа Цинку	70
16. Сімейство Феруму	77
Список літератури	84

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Неорганічна хімія» є надання студентам знань про властивості хімічних елементів та їхніх сполук, необхідних для успішного засвоєння всіх наступних курсів, а також вмінь та навичок здійснювати хімічні лабораторні операції, по'язані з добуванням та властивостями неорганічних речовин.

Задачі дисципліни:

- опанування здобувачами основних закономірностей зміни властивостей елементів по періодах та групах Періодичної системи Д. І. Менделєєва;
- розвиток творчої та пізнавальної активності на лекційних та лабораторних заняттях;
- формування у здобувачів на лабораторному практикумі вмінь та навичок хімічного експерименту та узагальнення результатів дослідження. У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- фізичні та хімічні властивості елементів;
- основні методи добування простих речовин та неорганічних сполук;
- основні закономірності реакційної здатності неорганічних речовин;

вміти:

- розглядати властивості елементів та їхніх сполук з теоретичної точки зору;
- здійснювати розрахунки, пов'язані з властивостями та перебігом реакцій неорганічних речовин;
- передбачати перебіг реакцій за участю неорганічних речовин;
- спостерігати та пояснювати хімічні явища;
- використовувати хімічне устаткування, прилади;
- здійснювати основні хімічні лабораторні операції;
- узагальнювати результати практичних досліджень.

1. ГАЛОГЕНИ

Мета роботи. Ознайомлення з властивостями галогенів, їхніх водневих та оксигенових сполук.

1.1. Контрольні питання

1. У чому полягає відмінність електронної будови атома Фтору від будови атомів інших галогенів? До яких особливостей хімії Фтору приводить ця відмінність?
2. Зіставте у ряді галогенів зміни таких властивостей: атомних радіусів, потенціалів іонізації, спорідненості до електрона, електронегативностей, стандартної ентальпії дисоціації молекул Г_2 , агрегатного стану, можливих ступенів окиснення.
3. Поясніть із використанням енергій спорідненості до електрона зміну хімічних властивостей галогенів зі збільшенням порядкового номера.
4. Які мінерали, що містять галогени, трапляються у природі? Як добувають галогени у вільному стані? На чому ґрунтуються загальні принципи добування галогенів у промисловості та в лабораторії? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
5. Поясніть характер зміни таких властивостей галогеноводнів: стандартної ентальпії утворення, стандартної ентальпії дисоціації на атоми, дипольного моменту молекули, температури плавлення та кипіння.
6. У добуванні калій перхлорату використовують таку схему:
 $\text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4$.
7. Наведіть можливі рівняння реакцій.
Які фізичні та хімічні властивості має бром? Напишіть рівняння реакції взаємодії броду з алюмінієм, броду з фосфором, броду з водою. Де спостерігається більша розчинність броду: у кислоті, воді чи луґу? Поясніть процеси, що перебігають у бромній воді при додаванні луґу, кислоти та калій броміду.
8. Які речовини утворюються при взаємодії надлишку бромної води з калій йодидом?
9. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{SiO}_2 + \text{HF} \rightarrow$
 $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow$
 $\text{ZrO}_2 + \text{HF} \rightarrow$

$\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{HCl (конц.)} \rightarrow$
 $\text{HCl (розб.)} + \text{PbO}_2 \rightarrow$
 $\text{HCl (розб.)} + \text{NaBiO}_3 \rightarrow$
 $\text{Ag} + \text{HI} \rightarrow$
 $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow$
 $\text{Bi(NO}_3)_3 + \text{KI} \rightarrow$
 $\text{PbI}_2 + \text{KI} \rightarrow$
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KBrO}_3 \rightarrow$
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KIO}_4 \rightarrow$
 $\text{MnCl}_2 + \text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{Mn(NO}_3)_2 \rightarrow$

10. Напишіть рівняння реакцій всіх стадій процесів добування кінцевих продуктів з вихідних:

$\text{CaF}_2 \rightarrow \text{SiF}_4$
 $\text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}$
 $\text{Br}_2 \rightarrow \text{KBrO}_4$
 $\text{KIO}_3 \rightarrow \text{KI}_3$

1.2. Задачі

- Розрахуйте молярну концентрацію розчину, добутого при розчиненні у 250 мл води газу, що виділився при взаємодії 3,9 г кальцій фториду з надлишком сульфатної кислоти. Відповідь: 0,4 моль/л.
- Скільки кілограмів HF можна добути з 39 кг CaF_2 і скільки кілограмів H_2SO_4 для цього потрібно? Відповідь: 20 кг, 49 кг.
- Визначте, який об'єм (л, н. у.) газу виділиться при взаємодії 0,18 моль екв. KMnO_4 з надлишком концентрованої хлоридної кислоти, якщо практичний вихід становить 78 %. Відповідь: 1,572 л.
- Змішано 61,25 г калій хлорату з надлишком хлоридної кислоти (конц.). Визначте об'єм (л, н. у.) газу, що виділився, якщо практичний вихід дорівнює 65 %. Відповідь: 21,84 л.
- Визначте, який об'єм хлору (л, н. у.) вступає в реакцію з калій гідроксидом у гарячому водному розчині, якщо серед продуктів виявлено 0,46 моль KCl. Відповідь: 6,182 л.
- Для добування бертолетової солі пропускають хлор у гарячий (80 °C) насичений розчин кальцій гідроксиду, а потім додають калій хлорид. При

- оохолодженні до 20 °С утворюється осад продукту. Визначте об'єм (л, н. у.) хлору, який витрачається для отримання 100 г осаду. Відповідь: 54,857 л.
7. Визначте масову частку (%) калій йодиду, якщо для переводу цієї речовини, що міститься в 15,43 мл розчину з густиною 1,076 г/мл в періодатну кислоту знадобилося 0,672 л (н. у.) хлору. Відповідь: 60 %.
8. Змішують 750 мл 0,1 М йодидної кислоти і 750 мл 0,1 М розчину йодатної кислоти. Визначте масу (г) осаду. Відповідь: 11,43 г.

1.3. Лабораторна робота. Галогени та їхні сполуки

Увага! Всі роботи з галогенами повинні проводитися у витяжній шафі. У разі отруєння хлором або парами бромом необхідно вийти на свіже повітря і обережно нюхати ватку, змочену розбавленим розчином аміаку (або сумішшю етилового спирту та розчину аміаку). Рідкий бром, потрапляючи на шкіру, заподіює сильні опіки! Тому при потраплянні рідкого бромом на шкіру необхідно обмити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином натрій гідрокарбонату з масовою часткою 5 %.

Дослід 1. Добування хлору та вивчення його властивостей

а) До однієї пробірки внесіть 2–3 кристали KMnO_4 , до другої – 2–3 кристали $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, до третьої – на кінчику шпателя MnO_2 . До кожної з трьох пробірок додайте по 2–3 краплі концентрованої хлоридної кислоти ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$). Пробірку злегка підігрійте. Для спостереження кольору газу, що виділяється, позаду пробірки помістіть аркуш білого паперу. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді. Вкажіть окисник та відновник.

б) (Роботу проводити у витяжній шафі). Зберіть прилад (рис. 1). Він складається з круглодонної колби місткістю 100 мл з щільно пригнаною пробкою, в яку вставлена газовідвідна трубка (або колби Вюрца). Відвідна трубка сполучена каучуковою трубкою з капіляром, опущеним майже до дна у пробірку. Пробірка закрита аркушем паперу.

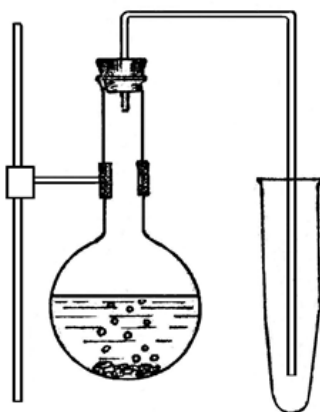


Рис. 1. Прилад для добування хлору

До колби помістіть 1–2 г калій перманганату, додайте 1–1,6 мл концентрованої хлоридної кислоти і швидко закрийте горло колби пробкою з газовідвідною трубкою.

Наповніть пробірку хлором та закрийте її пробкою. Наповніть ще 2–4 пробірки хлором, закрийте їх пробками та збережіть для наступних дослідів. Для підтримки безперервного виділення хлору додавайте хлоридну кислоту порціями по 0,5 мл 3–4 рази. Після закінчення досліду до колби з хлором, що виділяється, налейте розчин натрій тіосульфату або розчин натрій гідроксиду (для видалення залишків хлору), після чого промийте водою. Напишіть рівняння реакцій.

в) Нагрійте пучок тонкого мідного дроту в полум'ї пальника та негайно внесіть їх до пробірки з хлором. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

г) Візьміть на кінчик шпателя трохи порошку стибію (5–10 мг) та поступово всипте до пробірки з хлором (прикриваючи отвір пробірки скляною пластинкою). Багато крупинок при цьому спалахують, утворюється «вогненний дощ». Напишіть рівняння реакції.

д) На кінчик залізного дроту візьміть трохи порошку червоного фосфору та внесіть до пробірки з хлором (прикриваючи отвір пробірки скляною пластинкою). Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

е) Смужку фільтрувального паперу змочіть у скипидарі $C_{10}H_{16}$. Візьміть смужку щипцями або пінцетом та внесіть до пробірки з хлором. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 2. Добування броду

а) До пробірки внесіть 2–3 кристали калій бродіду, манган діоксид (на кінчику шпателя) та кілька крапель концентрованої сульфатної кислоти ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$). Відзначте виділення та колір броду в газоподібному стані. Напишіть рівняння реакції.

б) До пробірки помістіть 0,5–0,6 мл бродідної кислоти, трохи манган діоксиду та злегка нагрійте. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

в) До пробірки внесіть 0,5–0,6 мл бродної води та 0,6–1 мл якого-небудь органічного розчинника. Добре перемішайте вміст пробірки, відзначте забарвлення шарів, що відстоялися, у пробірці. Які галогени можна виявити за допомогою органічних розчинників?

Дослід 3. Добування та властивості йоду

а) До пробірки внесіть 2–3 кристали калій йодиду, манган діоксид (на кінчику шпателя) та 2–3 краплі концентрованої сульфатної кислоти ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$). Відзначте виділення та колір йоду в газоподібному стані. Напишіть рівняння реакції.

б) До пробірки помістіть 1–2 кристали йоду, 1–2 мл води та збовтайте. Яка розчинність йоду у воді? До водного розчину з кристалами йоду, що не розчинилися, додайте 2–3 кристали калій йодиду. Що відбувається? У який колір забарвлений розчин? Напишіть рівняння реакції у молекулярному та йонному вигляді.

в) Помістіть до трьох сухих пробірок по 1–2 кристали йоду. Одну з них нагрійте до появи пари йоду, до іншої підлийте 3–4 краплі спирту, а до третьої – 3–4 краплі якого-небудь органічного розчинника (хлороформу, бензолу або чотирьохлористого вуглецю). Який розчин має забарвлення, ідентичне із забарвленням пари йоду? Чим пояснити різне забарвлення розчинів йоду в обох розчинниках?

г) У фарфоровій чашці або на азбестовій сітці перемішайте трохи порошку алюмінію або цинку з дрібно розтертим йодом. Суміш поставте під тягу та змочіть з піпетки 1–3 краплями води. Що відбувається? Можна для досліду брати і порошок заліза, але у цьому випадку суміш слід змочувати кількома краплями гарячої води. Напишіть рівняння реакції, маючи на увазі, що вода грає роль каталізатора.

Дослід 4. Добування та властивості галогеноводнів

а) Добування бромоводню дією кислоти на броміди

До пробірки внесіть на кінчику шпателя трохи кристалів калій броміду та 0,5–0,6 мл насиченого розчину ортофосфатної кислоти. Пробірку злегка підігрійте. Змочіть водою універсальний папірець та потримайте його біля отвору пробірки. Відзначте утворення білого диму та почервоніння універсального папірця. Що є білим димом? Напишіть рівняння реакції.

б) Дія бромідної кислоти на цинк

Проведіть якісну реакцію на бромід-йон. Для цього до пробірки внесіть 0,5–1 мл розчину бромідної кислоти та кілька крапель розчину аргентум нітрату. Який колір осаду, що випав? Порівняйте його з осадом AgCl . Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі.

в) Добування йодидної кислоти дією кислоти на йодиди

До пробірки внесіть трохи (на кінчику шпателя) кристалів KI та 5–10 крапель насиченого розчину ортофосфатної кислоти. Пробірку злегка нагрійте. Змочіть водою універсальний папірець та потримайте його біля отвору пробірки. Відзначте утворення білого диму та почервоніння універсального папірця біля отвору пробірки. На що це указує? Напишіть рівняння реакції.

г) Вивчення властивостей йодидної кислоти

До трьох пробірок внесіть по 0,5–1 мл розчину йодидної кислоти, потім до першої підлийте розчин плюмбум нітрату (або плюмбум ацетату), до другої –

розчин аргентум нітрату, а третю – прокип'ятіть. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій для всіх процесів у молекулярній та йонній формі. Чи можна замінити фосфатну кислоту сульфатною при добуванні HI?

Дослід 5. Властивості солей галогеноводневих кислот

Відновлення калій дихромату

До трьох пробірок внесіть по 0,5–1 мл розчину калій дихромату та підкисліть розчином сульфатної кислоти з еквівалентною концентрацією 2 екв. мас/л 3–4 краплі). Додайте до першої пробірки 0,5–1 мл розчину калій йодиду, до другої – стільки ж калій броміду і до третьої – стільки ж натрій хлориду. Розчини перемішайте.

Що спостерігається? У якому випадку відновлення дихромату не відбулося? Напишіть рівняння реакцій, що перебігають, враховуючи, що калій дихромат, відновлюючись, переходить у хром(III) сульфат. Як змінюється при цьому ступінь окиснення відповідних галогенів?

Дослід 6. Добування калій йодату

Налийте до пробірки 1–2 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою 40 %, укріпіть пробірку в штативі та нагрійте розчин майже до кипіння (обережно!). До гарячого розчину внесіть трохи дрібно розтертого йоду. Спостерігайте утворення дрібнокристалічного осаду. Який він має склад? Напишіть рівняння реакції.

- Солі яких оксигенових кислот утворюються при реакції з лугом хлору, броміду та йоду?

2. ГІДРОГЕН. ОКСИГЕН. ГІДРОГЕН ПЕРОКСИД

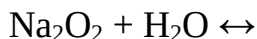
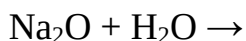
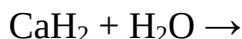
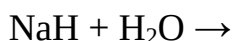
Мета роботи. Ознайомлення з добуванням та властивостями водню та кисню. Вивчення окисно-відновних властивостей гідроген пероксиду.

2.1. Контрольні питання

1. Чому в короткоперіодному варіанті Періодичної системи елементів Гідроген поміщають у першій та сьомій групах одночасно? Наведіть приклади подібності Гідрогену до лужних металів і галогенів. Напишіть електронні конфігурації атома Гідрогену, молекули водню та H_2^+ .
2. Виходячи з будови атома Гідрогену: а) вкажіть можливі валентні стани та ступені окиснення Гідрогену; б) опишіть будову молекули H_2 з позицій методів ВЗ та МО; в) обґрунтуйте неможливість утворення молекули H_3 .
3. Які способи добування водню мають промислове значення? Назвіть найважливіші застосування водню у промисловості.
4. Які алотропні модифікації Оксигену ви знаєте? Як їх добувають?
5. Вкажіть всі можливі та стійкі ступені окиснення Оксигену. Назвіть сполуки, де він виявляє позитивний ступінь окиснення.
6. Складіть рівняння реакцій взаємодії озону з сульфур діоксидом, гідроген пероксидом та водним розчином калій йодиду.
7. Дайте коротку характеристику бінарних сполук Оксигену: оксидів, пероксидів та надпероксидів. Який характер зв'язків у сполуках H_2O , H_2O_2 , Na_2O_2 , KO_2 , SO_2 , Cs_2O ? Порівняйте властивості водневих сполук Оксигену H_2O та H_2O_2 .
8. Що спільного і що відмінного в будові та властивостях води та гідроген пероксиду?
9. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{SnCl}_2 + \text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{FeSO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Na}_2\text{S} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{ZnS} + \text{O}_2 \xrightarrow{t}$
 $\text{KIO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow$



10. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді:



2.2. Задачі

1. Розрахуйте об'єм водню (н. у.), що виділився при розчиненні цинку в 100 мл 4 н розчину хлоридної кислоти. Відповідь: 4,48 л.
2. Який об'єм водню (н. у.) виділиться при розчиненні цинку в 500 мл розчину з масовою часткою NaOH 20 % ($\rho = 1,2$ г/мл)? Відповідь: 33,6 л.
3. При взаємодії калію з водою виділилося 8 л газу (25 °С і 95 кПа). Яка маса калію прореагувала? Відповідь: 23,927 г.
4. Яка маса калій хлорату, що містить 4 % сторонніх домішок, необхідна для добування 25 л кисню (н. у.)? Відповідь: 94,94 г.
5. Озонований кисень (н. у.) об'ємом 10 л пропустили крізь розчин калій йодиду та виділили 2,54 г йоду. Обчисліть вміст озону (об. %) в озонованому кисні. Відповідь: 2,24 об. %.
6. Визначте об'єм (л, н. у.) газу, який утворюється при взаємодії надлишку гідроген пероксиду у кислому середовищі з перманганат-йонами, що містяться в 100 мл 0,45 М розчину. Відповідь: 2,52 л.
7. Розрахуйте масову частку (%) гідроген пероксиду, якщо 25,12 мл його розчину ($\rho = 1,015$ г/мл) витрачено на реакцію у нейтральному середовищі з перманганат-йонами, що містяться в 100 мл 0,675 н. розчину. Відповідь: 4,5 %.

2.3. Лабораторна робота. Гідроген. Оксиген. Гідроген пероксид

Дослід 1. Добування водню

При роботі з воднем необхідно дотримуватися обережності. Водень з повітрям, з чистим киснем, а також із хлором, фтором та іншими речовинами утворює вибухові суміші. Активність водню особливо підвищується при нагріванні. При дослідах з воднем не можна запалювати водень, що виходить з приладу, не переконавшись заздалегідь у його чистоті, інакше вибух може відбутися усередині приладу і розірвати його.

Щоб переконатися у чистоті водню, що виділяється, необхідно після витіснення повітря з приладу наповнити суху пробірку воднем протягом 10–15 секунд. Тримавши пробірку з воднем догори дном, піднесіть її до полум'я

пальника далеко від приладу з воднем і підпаліть зібраний газ. Якщо при підпалі відбувається різке хлопання, значить, водень змішаний із повітрям. Проводіть, міняючи пробірку, перевірку чистоти водню, що виділяється, доти, поки зібраний газ не спалахуватиме майже без звуку. Тільки переконавшись у чистоті водню, що виділяється, його можна нагріти і підпалити.

а) Добування водню при взаємодії металу та кислоти

До пробірки помістіть шматочок цинку (або заліза) та налейте 1–2 мл розбавленого розчину хлоридної або сульфатної кислоти. Закрийте отвір пробірки пробкою з відвідною трубкою (кінчик відвідної трубки повинен бути відтягнутий) і укріпіть пробірку вертикально у штативі (рис. 2). Перевірте водень, що виділяється, на чистоту!

- Чи утвориться водень при взаємодії цинку або заліза з концентрованою сульфатною кислотою?

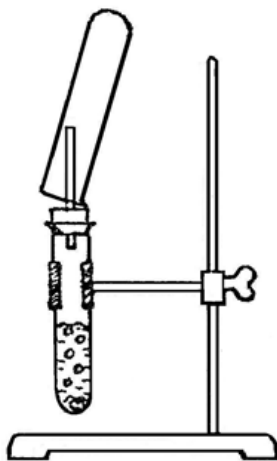


Рис. 2. Прилад для добування водню

б) Добування водню при взаємодії алюмінію та лугу

До пробірки налейте 1–2 мл розчину їдкого натру з масовою часткою (%) NaOH 10 % та помістіть шматочок алюмінію. Напишіть рівняння реакції взаємодії алюмінію з розчином лугу з утворенням водню і натрій тетрагідроксоалюмінату.

Яка роль лугу в процесі взаємодії NaOH з алюмінієм?

Дослід 2. Властивості водню

Порівняння відновних властивостей молекулярного та атомарного водню

Налийте до пробірки 0,5–1 мл розчину калій перманганату та 2–3 краплі розчину сульфатної кислоти (1:1). До другої пробірки помістіть 0,5–1 мл розчину ферум(III) хлориду, 2 краплі сульфатної кислоти (1:1) та 1 краплю розчину роданіду калію або амонію та спостерігайте появу інтенсивного червоного

забарвлення. Напишіть рівняння реакцій. Крізь розчини у кожному пробірці пропустіть водень. Чи зміниться забарвлення розчину? До обох пробірок внесіть по шматочку цинку. Що відбувається у пробірках з розчинами KMnO_4 та FeCl_3 при дії молекулярного та атомарного (у момент виділення) водню? Напишіть рівняння реакцій.

- У якому стані – молекулярному або атомарному – водень є активнішим відновником?

Дослід 3. Добування кисню розкладанням калій перманганату

Помістіть до пробірки трохи кристалів KMnO_4 (близько 0,25 г), укріпіть пробірку в штативі вертикально та підігрійте полум'ям пальника. Напишіть рівняння реакції.

Як довести виділення кисню?

Дослід 4. Каталітичне розкладання гідроген пероксиду

а) Налийте до пробірки 1–2 мл концентрованого гідроген пероксиду та нагрійте пробірку. Який газ виділяється?

б) До пробірки з 1–2 мл гідроген пероксиду всипте трохи (на кінчику шпателя) манган(IV) оксиду. Випробуйте газ, що виділяється, тліючою скіпкою. Напишіть рівняння реакції розкладання гідроген пероксиду.

- Яку роль відіграє MnO_2 у розкладанні гідроген пероксиду?

До якого типу окисно-відновних реакцій відноситься розкладання гідроген пероксиду?

Дослід 5. Окисні властивості гідроген пероксиду

а) Окиснення калій йодиду

До пробірки помістіть 0,5–0,6 мл розчину калій йодиду, 2–3 краплі розбавленої сульфатної кислоти та 2–3 краплі 3 %-вого розчину гідроген пероксиду. Що спостерігається? Додайте до суміші 2–3 краплі крохмального клейстеру. Для якої речовини характерне забарвлення, що з'явилося? Напишіть рівняння реакції.

б) Окиснення плюмбум сульфід

Помістіть до пробірки 0,5–0,6 мл розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ та 0,5–0,6 мл натрій сульфід. Що спостерігається? До цієї ж пробірки внесіть 0,5–0,6 мл 10 %-вого розчину гідроген пероксиду. Як зміниться колір осаду після додавання розчину гідроген пероксиду? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 6. Відновні властивості гідроген пероксиду

а) Відновлення калій перманганату

До пробірки внесіть 0,5–0,6 мл розчину калій перманганату, 0,5–0,6 мл розбавленого розчину сульфатної кислоти та стільки ж розчину гідроген

пероксиду ($\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = 10\%$). Який газ виділяється? Як змінюється забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакції.

б) Відновлення меркурій(II) оксиду

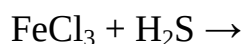
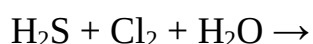
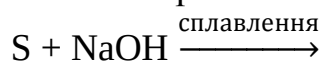
До пробірки помістіть 0,5–0,6 мл розчину меркурій(II) нітрату та додайте стільки ж 10 %-вого розчину натрій гідроксиду до випадання осаду меркурій(II) оксиду. Відзначте колір осаду. До цієї ж пробірки внесіть 0,5–1 мл 3 %-вого розчину гідроген пероксиду. Спостерігайте зміну кольору осаду внаслідок утворення завислих частинок металеві ртуті. Який газ виділяється? Напишіть рівняння реакцій.

3. СУЛЬФУР

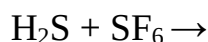
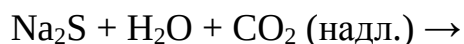
Мета роботи. Ознайомлення з властивостями сірки та деяких сполук сульфуру. Встановлення окисно-відновної здатності залежно від ступеня окиснення Сульфуру.

3.1. Контрольні питання

1. Напишіть рівняння таких реакцій:

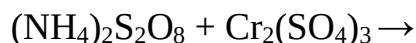
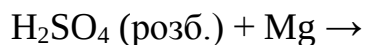
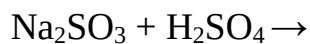
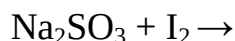
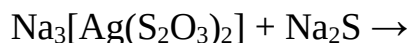
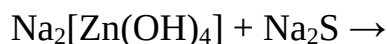


2. Напишіть рівняння таких реакцій:



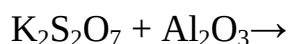
Які хімічні властивості Сульфуру з негативним ступенем окиснення проявляються у цих реакціях?

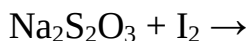
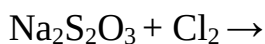
3. Напишіть рівняння таких реакцій у водних розчинах:



4. Які з елементів утворюють тіосолі?

5. Напишіть рівняння таких реакцій:





6. Напишіть йонні реакції взаємодії SO_2 з надлишком та з нестачею лугу.
7. Зіставте для кислот H_2SO_3 і H_2SO_4 такі властивості: а) геометрія аніонів; б) термічна стійкість; в) кислотний характер водних розчинів; г) окисні властивості (Проілюструйте двома прикладами рівнянь реакцій). Поясніть закономірності, що спостерігаються.
8. Закінчіть рівняння реакції: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
9. Складіть рівняння реакцій взаємодії міді, ртуті та срібла з конц. гарячою сульфатною кислотою.
10. Проаналізуйте рівняння таких реакцій:
$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 + \text{ClO}_2$$

Розставте коефіцієнти. Вкажіть окисник та відновник у кожній реакції. Поведінку якої сполуки нагадують зазначені властивості калій пероксосульфату?

3.2. Задачі

1. На зразок сталі масою 4 г, що містить сульфідну сірку, діють надлишком розведеної сульфатної кислоти. Сірководень, що утворюється, повністю реагує з 1,6 мл 0,05 н. розчину $\text{K}[\text{I}(\text{I}_2)]$. Визначте масову частку (%) сірки у сталі. Відповідь: 0,032 %.
2. Визначте масу (г) твердого продукту реакції між 9,8 л сірководню та 17,5 л сульфур діоксиду (н. у.). Відповідь: 21 г.
3. Визначте значення об'ємної частки (%) сірководню у технічному газі, якщо 5 л (н. у.) витрачено на реакцію з 0,048 моль калій дихромату у кислому середовищі (інші компоненти газу в реакцію не вступають). Відповідь: 64,5 %.
4. Скільки літрів 1 М розчину натрій сульфіту необхідно витратити на відновлення кисню, розчиненого в 500 м³ води, що містить 0,4 мг/л O_2 ? Відповідь: 12,5 л.
5. У 10 л води розчинили 8 г газоподібного сульфур триоксиду. Розрахуйте молярну та нормальну концентрацію отриманого при цьому розчину сульфатної кислоти. Відповідь: 0,01 М, 0,02 н.
6. Визначте масу кристалогідрату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, необхідну для приготування 500 мл 0,25 н розчину, призначеного для реакцій з: а) Cl_2 , б) $\text{K}[\text{I}(\text{I}_2)]$. Відповідь: а) 3,875 г; б) 31 г.

7. На реакцію з 40 мл розчину йоду витрачено 20 мл 0,1 н розчину натрій тіосульфату. Знайдіть масову частку йоду в розчині, прийнявши густину розчину за одиницю. Відповідь: 0,6 %.

3.3. Лабораторна робота. Сірка та її сполуки

Дослід 1. Добування та властивості сірки як простої речовини.

Алотропія сірки

а) Добування моноклінної сірки та зміна її при нагріванні

Маленький фарфоровий тигель наповніть на $\frac{3}{4}$ дрібними шматочками сірки. Тигель помістіть у фарфоровий трикутник та поставте на кільце штатива. Обережно нагрійте тигель до повного розплавлення сірки. Охолодіть тигель, стежачи за утворенням кристалічної кірки. Коли кристали майже зімкнулися в центрі, швидко вилийте розплавлену сірку до стакану з водою. Темні кристали, що утворилися у тиглі, розгляньте в лупу, відзначте їхній колір та замалюйте їхню форму. Спостерігайте поступову зміну кольору кристалів (вони стають спочатку матовими, крихкими, а потім жовтіють), що пов'язане з переходом моноклінної сірки (стійкої вище 95 °C) у ромбічну.

б) Добування пластичної сірки

Маленький фарфоровий тигель наповніть на $\frac{1}{3}$ шматочками колодочкової сірки, укріпіть у пробіркотримачі та дуже обережно нагрійте, весь час струшуючи. Сірка починає плавитися, утворюючи жовту легкорухливу рідину. Продовжуйте повільно нагрівати розплавлену сірку, спостерігаючи подальшу зміну її кольору та збільшення в'язкості: з перекинутої догори дном пробірки сірка не виливається (температура близько 200 °C). Продовжуйте нагрівання до температури кипіння сірки. Сірка при цьому темніє та знов стає рухливою. Близько половини киплячої сірки вилийте тонким струменем до чашки з холодною водою. Вийміть добуту масу з води та переконайтеся в її еластичності.

Напишіть рівняння реакцій взаємодії сірки з цинком, киснем, з концентрованою сульфатною та нітратною кислотами, з концентрованим розчином лугу при нагріванні. Вкажіть, які властивості виявляє сірка в кожній з реакцій (окисні або відновні).

Дослід 2. Добування та властивості сульфідів металів

(Досліди проводити у витяжній шафі!)

а) Добування сульфідів металів шляхом реакцій обмінного розкладання.

Осадження натрій сульфідом

До ряду пробірок налейте по 0,5–1,0 мл розчинів солей феруму(II), мангану(II), цинку, кадмію, плюмбуму, стибію та купруму. До кожної пробірки

додайте по 0,5 мл натрій сульфід. Відзначте колір осадів, що утворюються. Напишіть рівняння реакцій.

- Знайдіть у довіднику добуток розчинності сульфідів розглянутих у досліді металів. Поясніть, використовуючи поняття «Добуток розчинності», утворення сульфідів металів при дії натрій сульфід.
- Випробуйте дію розчину бромідної кислоти (30 %) на добути осади, узявши дуже малу кількість їх. Напишіть можливі рівняння реакцій розчинення осадів в йонно-молекулярному вигляді.
- Поясніть різну дію бромідної кислоти на сульфід металів.

б) Властивості сульфідів, розчинних у воді

Кілька кристалів натрій сульфід розчиніть у воді. Розділіть розчин на дві пробірки. Випробуйте дію розчину натрій сульфід на індикатори (фенолфталеїн, лакмус). Поясніть зміну забарвлення індикаторів, що відбувається. Напишіть рівняння реакції гідролізу в йонній та молекулярній формі.

Оксигенові сполуки сульфуру

Дослід 3. Якісна реакція на H_2SO_3 та її солі

Налийте до однієї пробірки 0,5–1,0 мл розчину натрій сульфиту, до другої – стільки ж розчину натрій сульфату. До кожної пробірки додайте по 0,5–1,0 мл розчину барій хлориду. Що являють собою осади, що випали? Який у них колір? Чи можна на вигляд відрізнити осади? До осадів, що утворилися, підлийте по невеликій кількості концентрованої бромідної кислоти. В якій з пробірок осад не розчиняється? Напишіть рівняння реакцій.

- Поясніть причину розчинення осаду $BaSO_3$ в HBr , користуючись поняттям про добуток розчинності.

Часто в розчинах H_2SO_3 та Na_2SO_3 присутній іон SO_4^{2-} , що утворився при окисненні іона SO_3^{2-} , і осад повністю не розчиняється. Тому дослід краще проводити таким чином: до двох пробірок помістіть по невеликій, але однаковій кількості осаду. До однієї додайте бромідної кислоти, до іншої – такий самий об'єм води, збовтайте. Переконайтеся, що помутніння розчину у першій пробірці значно менше, ніж у другій.

Дослід 4. Властивості сульфатної кислоти та її солей

а) Дегідратуючі властивості концентрованої сульфатної кислоти

1) Дія сульфатної кислоти на клітковину

Скляною паличкою, змоченою розчином розбавленої сульфатної кислоти, напишіть що-небудь на аркуші білого паперу, а потім підсушіть папір над

полум'ям пальника. Поясніть спостережувані явища, маючи на увазі, що загальна формула клітковини $(C_6H_{10}O_5)_x$. Напишіть рівняння реакцій.

2) *Дія сульфатної кислоти на цукор*

До хімічного стакану (на 50–100 мл) помістіть 5–6 г цукрової пудри, додайте 0,5–1 мл води та 4–5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Розмішайте скляною паличкою та спостерігайте за тим, що відбувається. На які властивості сульфатної кислоти указує виконаний дослід?

б) *Взаємодія концентрованої сульфатної кислоти з неметалами*

До двох пробірок налейте по 0,5–1 мл концентрованої сульфатної кислоти, внесіть до однієї з них невеликий шматочок сірки, до іншої – вугілля та обережно нагрійте (дослід проводити під тягою). Що відбувається? Напишіть рівняння реакцій.

в) *Дія концентрованої сульфатної кислоти на метали*

До пробірки покладіть шматочок мідної стружки, підлийте 0,5–1 мл концентрованої сульфатної кислоти та обережно нагрійте. Який газ виділяється? Після закінчення досліду, коли пробірка остигне, відлийте розчин до іншої пробірки з водою. Відзначте колір розчину та зробіть висновок про те, які йони присутні у розчині. Напишіть рівняння реакції.

До пробірки покладіть шматочок цинку, підлийте концентрованої сульфатної кислоти та обережно нагрійте. По запаху визначте, який газ виділяється (обережно!). Продовжуйте нагрівання. Чому відбувається помутніння розчину? Вміст пробірки підігрійте сильніше. Виявіть виділення сірководню. Для цього фільтрувальний папір, змочений розчином солі плюмбуму, потримайте над отвором пробірки. Як зміниться колір паперу? Напишіть рівняння реакцій взаємодії цинку з концентрованою сульфатною кислотою, що відрізняються продуктами відновлення H_2SO_4 .

Поясніть різницю у дії концентрованої сульфатної кислоти на цинк та мідь, використовуючи дані таблиці нормальних електродних потенціалів (див. довідники). У чому принципова відмінність цих реакцій від реакцій взаємодії розбавленої сульфатної кислоти з металами?

г) *Якісна реакція на іон SO_4^{2-}*

Користуючись таблицями розчинності солей, встановіть, які катіони можуть бути реактивами на іон SO_4^{2-} .

Проведіть відповідні реакції, відзначте колір та вигляд осадів. Випробуйте відношення добутих осадів до бромідної кислоти. Порівняйте дію HBr або HNO_3 на $BaSO_3$ та $BaSO_4$. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 5. Властивості натрій тіосульфату

а) До розчину натрій тіосульфату підлийте трохи йодної води. Чому зникає забарвлення йоду? Напишіть рівняння реакції між натрій тіосульфатом та йодом з утворенням натрій тетрагіонату $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

б) Покладіть до фарфорового тиглю кілька кристалів натрій тіосульфату та обережно нагрійте. Після видалення всієї кристалізаційної води сильно прожарте сіль. Після охолодження вміст тиглю розчиніть у воді та доведіть, які речовини утворилися при розпаді натрій тіосульфату. Напишіть рівняння реакцій.

в) До розчину натрій тіосульфату підлийте трохи розчину бромідної кислоти. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 6. Добування та властивості солей пероксодисульфатної кислоти

а) Помістіть до пробірки невелику кількість кристалів калій персульфату та нагрійте їх. Внесіть до пробірки тліючу скіпку. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

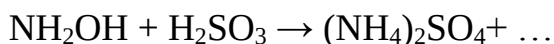
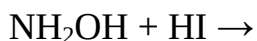
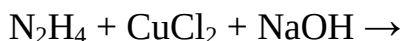
б) Налийте до пробірки 1–2 мл води, 1 мл розчину їдкого натру еквівалентної концентрації 1 екв.мас/л, 1 мл розчину манган(II) сульфату у та внесіть кілька кристалів калій персульфату. Поясніть спостережуване явище. Напишіть рівняння реакції.

4. НІТРОГЕН

Мета роботи. Ознайомлення з добуванням та властивостями азоту, його водневих та оксигенових сполук.

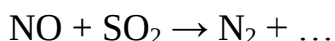
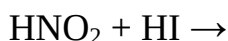
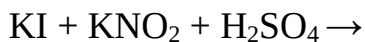
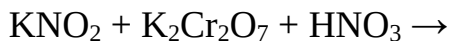
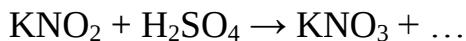
4.1. Контрольні питання

1. Чим визначається високе значення енергії зв'язку у молекулі азоту? Як це впливає на реакційну здатність простої речовини?
2. Як хімічним шляхом виділити азот з повітря?
3. Яку максимальну ковалентність може виявляти Нітроген?
4. Наведіть приклади сполук Нітрогену, у яких є зв'язки, утворені за донорно-акцепторним механізмом.
5. У яких випадках при нагріванні солей амонію виділяється: а) аміак; б) нітроген(I) оксид; в) азот? Наведіть рівняння реакцій.
6. Напишіть формули сполук, які утворює Нітроген з Гідрогеном. Закінчіть рівняння таких реакцій:



Які властивості (окисні чи відновні) виявляють гідразин та гідроксиламін у цих реакціях? Опишіть будову молекул N_2H_4 та NH_2OH . Який формальний ступінь окиснення Нітрогену в цих сполуках?

7. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:



8. Напишіть рівняння окиснення концентрованою нітратною кислотою таких простих речовин: C, P, As, Se, S, I₂, Sn, Sb.
9. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:
 $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3$.
10. Складіть молекулярні рівняння реакцій, що перебігають при нагріванні речовини або суміші речовин: а) амоній карбонат; б) срібло + конц. нітратна кислота; в) аміак + бромна вода; г) гідроксиламін + розб. калій гідроксид + йод; д) амоній гідрокарбонат; е) амоній хлорид + конц. натрій нітрат.

4.2. Задачі

1. Сировиною для синтезу нітроген діоксиду у промисловості є аміак. Складіть рівняння реакцій. Який об'єм (л, н. у.) нітроген діоксиду можна добути з 10 моль аміаку, якщо вихід продукту становить 40 %? Наведіть також рівняння отримання нітратної кислоти у промисловості з нітроген діоксиду. Відповідь: 89,6 л.
2. Скільки грамів N₂O утвориться при термічному розкладанні 5 г амоній нітрату? Відповідь: 2,75 г.
3. Змішують 51,04 г тетрагідрату кальцій нітрату та 51,04 г амоній сульфату. Суміш нагрівають, водяну пару конденсують в уловлювачі, інший газ збирають, сухий залишок зважують. Визначте об'єм (мл) води, об'єм (л, н. у.) газу та масу (г) залишку. Відповідь: 31,1 мл, 9,68 л, 29, 4 г.
4. Добувають нітроген монооксид дією нітратної кислоти на мідь. Визначте об'єм (мл) 14,3 % розчину HNO₃ (ρ = 1,08 г/мл), витраченого на реакцію, якщо добуто 4,48 л (н. у.) газу. Відповідь: 326, 24 мл.
5. Який об'єм газу (19 °C і 90 кПа) виділиться при дії конц. HNO₃ на 100 г сплаву з масовою часткою Ag 27 %, Cu 73 %? Відповідь: 68,28 л.
6. Визначте, який об'єм (л, н. у.) кисню утворюється при нагріванні 24,84 г плюмбум(II) нітрату, якщо втрати становлять 13 %. Відповідь: 0,731 л.
7. Який об'єм 4 М розчину КОН буде потрібний для поглинання 23 г NO₂? Відповідь: 125 мл.
8. Визначте молярну концентрацію та масову частку (%) калій нітриту у розчині (ρ = 1,002 г/мл), якщо 75 мл цього розчину витрачено на відновлення усього калій дихромату, що міститься в 90 мл 0,1 н розчину у кислому середовищі. Відповідь: 0,06 М, 0,51 %.

4.3. Лабораторна робота. Водневі та оксигенові сполуки нітрогену

Дослід 1. Добування та властивості аміаку

а) Добування аміаку

Старанно перемішайте у фарфоровій ступці 2 г амоній хлориду та 2 г гашеного вапна. Чи відбувається при цьому реакція? Суміш помістіть до широкої сухої пробірки та закрийте пробкою з газовідвідною трубкою. Закріпіть пробірку у штативі так, щоб дно пробірки було дещо вище за отвір. Чому? Пробірку злегка підігрійте та піднесіть до отвору газовідвідної трубки вологий лакмусовий папірець. Чи змінюється забарвлення індикатору? Потім до отвору газовідвідної трубки піднесіть скляну паличку, змочену концентрованою хлоридною кислотою. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

б) Рівновага у водних розчинах

Налийте до трьох пробірок по 2–3 мл розбавленого розчину аміаку та по 1–2 краплі фенолфталеїну.

До першої пробірки додайте трохи кристалічного амоній ацетату. Вміст другої пробірки прокип'ятіть 2–3 хвилини. Третю пробірку залиште для перевірки. Як змінюється забарвлення розчинів у перших двох пробірках?

- Які рівноваги встановлюються у водних розчинах аміаку та як вони зміщуються при додаванні амоній ацетату та при кип'ятінні?

Дослід 2. Гідразин та гідроксиламін

а) Відновні властивості гідразину

До двох пробірок налейте по 2–3 мл свіжоприготовленого розчину гідразин сульфату. До першої пробірки прилийте кілька краплин йодної води, до іншої – 1 мл купрум(II) сульфату з 1–2 мл розчину їдкого натру. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

б) Відновні властивості гідроксиламіну

До двох пробірок налейте свіжоприготовленого розчину гідроксиламін хлориду та трохи концентрованого розчину лугу. Потім до першої пробірки прилийте йодну воду, а до іншої – розчин купрум(II) сульфату. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Нітритна кислота

а) Відновні властивості нітритної кислоти

До однієї пробірки налейте 1–2 мл бромної води, до другої – таку ж кількість розчину калій перманганату та до третьої – стільки ж розчину калій дихромату. Долийте до усіх пробірок такий самий об'єм калій нітриту. Чи спостерігаються будь-які зміни? Підкисліть розчини у другій та третій пробірках розбавленою сульфатною кислотою. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

б) Окисні властивості нітритної кислоти

До підкисленого розбавленого розчину калій йодиду прилийте розчин калій нітриту. Як змінюється забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Окисні властивості нітратної кислоти

а) Дія на органічні сполуки

Капніть на шматочок вовни 1–2 краплини концентрованої нітратної кислоти. Що відбувається з вовною?

б) Дія на неметали

До двох пробірок налейте по 1–2 мл нітратної кислоти. До першої пробірки помістіть шматочок сірки та прокип'ятіть кілька хвилин. Напишіть рівняння реакції. Доведіть присутність іонів SO_4^{2-} у розчині. До другої пробірки помістіть шматочок деревного вугілля та прокип'ятіть. Напишіть рівняння реакцій.

– Який газ утворюється при відновленні концентрованої нітратної кислоти неметалами?

в) Взаємодія нітратної кислоти з металами

Дослідіть дію концентрованої та розбавленої нітратної кислоти на цинк та мідь.

– Чи впливає розбавлення нітратної кислоти на ступінь відновлення її цинком?

Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 5. Термічне розкладання нітратів

Помістіть до сухих пробірок трохи сухих солей – нітратів калію, свинцю, ртуті. Прожарте у полум'ї пальника наведені солі. Напишіть рівняння реакцій.

5. ФОСФОР

Білий фосфор отруйний та легко загоряється. Дрібнороздроблений білий фосфор горить при звичайній температурі. Опіки білим фосфором дуже болючі та довго загоюються.

При роботі з білим фосфором необхідно дотримуватися таких запобіжних заходів:

- 1) зберігати та різати під водою;
- 2) брати лише пінцетом;
- 3) обсушувати фільтрувальним папером;
- 4) фосфор, що горить, тушити, посипаючи піском та заливаючи водою;
- 5) у випадку горіння фосфору на шкірі погасити полум'я рушником, швидко зібрати фосфор та обробити місце опіку 10 % розчином CuSO_4 , KMnO_4 або AgNO_3 . Після роботи з червоним та білим фосфором посуд необхідно занурити у 10 % розчин CuSO_4 на 20–30 хвилин.
- 6) всі дослід з червоним та білим фосфором та фосфіном проводити під тягою!

Мета роботи. Ознайомлення з властивостями фосфору, його оксидів, кислот та солей.

5.1. Контрольні питання

1. Опишіть будову білого та червоного фосфору. Чому білий фосфор має вищу хімічну активність? Поясніть, чому білий фосфор добре розчиняється у сірковуглецю і погано – у воді, а червоний фосфор нерозчинний в обох розчинниках.
2. Чому посуд, у якому проводилися дослід з білим фосфором, необхідно після роботи потримати деякий час у розчині мідного купоросу? Яку дію на білий фосфор чинять розчини калій перманганату та аргентум нітрату? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{P} + \text{I}_2 \rightarrow$
 $\text{P} + \text{Br}_2 \rightarrow$
 $\text{PI}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{PBr}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \rightarrow$

4. Напишіть рівняння таких реакцій окиснення-відновлення:
 $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{P} + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{P} + \text{KClO}_3 \rightarrow$
 $\text{P} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \rightarrow$
5. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{Ca}_3\text{P}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{PH}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{P} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 $\text{P}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
6. У вигляді яких сполук Фосфор трапляється у природі? Як добувають фосфор у вільному стані? Де він використовується?
7. Які сполуки утворює Фосфор із Гідрогеном? Вкажіть способи їх добування. Порівняйте їх властивості із властивостями аналогічних сполук Нітрогену.
8. Які сполуки Фосфору називають фосфідами? Які з них солеподібні та хімічно активні, легко розкладаються водою? Наведіть приклади.
9. Зіставте у ряді кислот фосфатна – фосфітна – гіпофосфітна зміни таких властивостей: а) геометрія аніонів, б) термічна стійкість, в) кислотні властивості водних розчинів, г) окисно-відновні властивості (проілюструйте двома прикладами рівнянь реакцій). Поясніть закономірності, що спостерігаються.
10. Яку реакцію середовища мають розчини Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 ?

5.2. Задачі

1. Для добування білого фосфору P_4 прожарюють в електропечі 1 т фосфоритної руди, що містить 64,5 % (за масою) кальцій ортофосфату у суміші з надлишком кварцового піску і вугілля. Розрахуйте масу (кг) продукту, якщо практичний вихід дорівнює 85 %. Відповідь: 109,65 кг.
2. Який об'єм фосфіну (н. у.) можна добути з 13 г кальцій фосфіду? Відповідь: 3,2 л.
3. Визначте об'єм кисню при 60 °C і 96 кПа, який буде потрібний для реакції з фосфором масою 6,2 г. Відповідь: 7,2 л.
4. До розчину аргентум нітрату, що знаходиться у двох колбах, додають розчин: а) ортофосфітної кислоти; б) ортофосфатної кислоти. Складіть рівняння реакцій. Для реакції (а) визначте масу (г) осаду, якщо узято 100 мл 0,1 М розчину вказаного реактиву та однакову еквівалентну кількість солі аргентуму. Відповідь: 2,96 г.

5. У промисловості ортофосфатну кислоту добувають із фосфоритної руди, обробляючи її сульфатною кислотою. Складіть рівняння реакції і визначте, який об'єм (л) 60 % розчину ($\rho = 1,426$ г/мл) можна добути з 800 кг руди з 25 % (мас.) домішок. Наведіть рівняння реакції лабораторного способу добування тієї ж самої кислоти, виходячи з червоного фосфору та концентрованої нітратної кислоти. Відповідь: 443,38 л.
6. Є розчин ортофосфатної кислоти масою 150 г із масовою часткою H_3PO_4 24,5 %. Розрахуйте об'єм аміаку (н. у.), який слід пропустити крізь розчин для добування амоній дигідрофосфату. Відповідь: 8,4 л.
7. Спалюють 12,39 г червоного фосфору на повітрі, фосфор(V) оксид, що утворюється, вносять у 214 мл 23,7 %-ного розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,26$ г/мл). Встановіть формулу солі, що утворюється, та її масову частку (%) в кінцевому розчині. Відповідь: 22 % Na_3PO_4 .

5.3. Лабораторна робота. Сполуки фосфору

Дослід 1. Реакції на йони фосфатних кислот

а) Налийте до трьох пробірок по 1–2 мл водного розчину білку. До першої пробірки прилийте підкислений розбавленою оцтовою кислотою розчин натрій метафосфату, до другої та третьої – відповідно розчини солей орто- та пірофосфатної кислот. Відзначте, в якій з пробірок спостерігається зсідання білка.

б) До трьох пробірок налейте розчини солей тих самих фосфатних кислот. Прилийте до кожної пробірки по кілька крапель розчину аргентум нітрату. Який колір мають осад у кожній пробірці? Напишіть рівняння реакцій. Перевірте, чи розчиняються добуті осад у розбавленій нітратній кислоті; у надлишку аміаку.

в) До 1 мл розчину солі ортофосфатної кислоти прилийте 2–3 мл розчину амоній молібдату та 1–2 мл концентрованої нітратної кислоти. Злегка нагрійте. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Результати дослідів занесіть до таблиці.

Йони фосфатних кислот	Зсідання білка	AgNO_3			Молібденова рідина
		Колір осаду	Розчинення осаду в HNO_3 розб.	Розчинення осаду в NH_3 надл.	
PO_3^-					
PO_4^{3-}					
$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$					

- Як можна відрізнити фосфатні кислоти одну від іншої?
- В якому середовищі осаджуються срібні солі фосфатних кислот?

Дослід 2. Гідроліз фосфатів

Випробуйте за допомогою розчину нейтрального лакмусу розчини одно-, дво- та тризаміщеного натрій фосфату. Підтвердіть результати спостережень рівняннями реакцій.

Дослід 3. Розчинність фосфатів кальцію

Налийте до трьох пробірок по 1–2 мл розчину кальцій хлориду. Прилийте до першої пробірки третинного калій фосфату, до другої – вторинного калій фосфату та до третьої – первинного калій фосфату. Напишіть рівняння реакцій. Перевірте розчинність добутих осадів у розбавлених бромідній та нітратній кислотах. Які фосфати кальцію не розчинні у воді?

6. АРСЕН, СТИБІЙ, БІСМУТ

Мета роботи. Ознайомлення з властивостями елементів підгрупи Арсену та їхніх сполук.

6.1. Контрольні питання

1. В якому напрямку зростають відновні та окисні властивості елементів підгрупи Арсену в ступенях окиснення +3 та +5?
2. Як змінюються основні та кислотні властивості у ряді гідроксидів арсену(III), стибію(III) та бісмуту(III)? Як можна практично відокремити один від одного малорозчинні $\text{Sb}(\text{OH})_3$ та $\text{Bi}(\text{OH})_3$? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. У вигляді яких сполук Арсен, Стибій та Бісмут перебувають у природі? Яким є загальний принцип добування цих елементів з мінералів? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. Складіть рівняння взаємодії миш'яку з конц. сульфатною та конц. нітратною кислотами.
5. Які речовини утворюються при нагріванні арсину без доступу повітря та при горінні його на повітрі?
6. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{As}_2\text{O}_3 (\text{т.}) + \text{KOH} (\text{т.}) + \text{KClO}_3 (\text{т.}) \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HNO}_3 (\text{розб.}) \rightarrow$
Які хімічні властивості сполук арсену(III) виявляються у цих реакціях?
7. Напишіть рівняння реакцій добування антимонідів алюмінію, галію, цинку.
8. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_4] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
9. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{Sb} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Bi} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Sb} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Bi} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
 $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S}_x \rightarrow$
10. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{NaBiO}_3 (\text{т.}) + \text{HNO}_3 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$



Арсин – це не елемент, а сполука AsH_3 . Фосфор у вільному стані – це речовина, а не елемент.

6.2. Задачі

1. При взаємодії арсен(III) сульфід у розчині нітратної кислоти утворюються ортоарсенатна та сульфатна кислоти та виділяється оксид азоту(II). Який об'єм нітроген(II) оксиду утворюється при окисненні 2,12 г арсен(III) сульфід? Відповідь: 1,8 л.
2. Визначте молярну концентрацію арсенової кислоти, що утворюється при кип'ятінні 1,98 г арсен(III) оксиду у 500 мл конц. нітратної кислоти. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при цьому? Відповідь: 0,04 М, 0,896 л.
3. Обчисліть теоретичну витрату арсен(III) оксиду (г) і об'єм 64 %-ної нітратної кислоти ($\rho = 1,33$ г/мл), необхідні для добування 71 г арсенатної кислоти. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при цьому? Відповідь: 23,4375 мл.
4. Визначте масу стибіну (г), що утворюється при дії 6,5 г цинку на стибій(III) хлорид. Відповідь: 4,17 г.
5. Метастибіт якої маси можна добути при сплавленні 17,3 г $\text{Sb}(\text{OH})_3$ з натрій гідроксидом? Знайдіть необхідну для цього масу NaOH . Відповідь: 17,7 г NaSbO_2 , 4 г NaOH .
6. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при взаємодії металевого бісмуту з 300 мл конц. гарячої сульфатної кислоти з концентрацією 78 % ($\rho = 1,33$ г/мл)? Відповідь: 35,568 л.
7. До розчину бісмут(III) нітрату об'ємом 200 мл з молярною концентрацією 0,01 моль/л прилили розчин NaOH до повного осадження бісмуту. Який об'єм хлору (н. у.) знадобиться для переведення всього бісмуту у бісмутат? Відповідь: 44,8 мл.

6.3. Лабораторна робота. Сполуки Арсену

При роботі з арсеном необхідно пам'ятати, що Арсен та його сполуки отруйні! Після закінчення роботи необхідно добре помити посуд та руки з милом.

Дослід 1. Сполуки Арсену(III)

а) Добування арсенітної кислоти з арсенистого ангідриду

Помістіть до пробірки трохи арсенистого ангідриду та долийте 2–3 мл дистильованої води. Чи розчиняється арсенистий ангідрид на холоді? Злегка

нагрійте. Перевірте реакцію добутого розчину лакмусом. Напишіть рівняння реакції.

б) Амфотерність арсенистого ангідриду

Проведіть розчинення арсенистого ангідриду у концентрованому розчині лугу та у концентрованій хлоридній кислоті (тяга!) при нагріванні. Напишіть рівняння реакцій.

- Поясніть розчинення арсенистого ангідриду у кислоті та лугу, використовуючи для пояснення рівноваги, існуючі у водному розчині арсенистого ангідриду.

в) Відновні властивості

До 1–2 мл йодної води долейте по краплях до знебарвлення розчину натрій арсеніту. На смужку фільтрувального паперу нанесіть краплю розчину калій дихромату, додайте 1–2 краплі натрій арсеніту та 1 краплю концентрованої хлоридної кислоти. Папір висушіть над полум'ям спиртівки. Як зміниться колір плями на папері? Напишіть рівняння реакцій.

г) Окисні властивості

До пробірки з 1–2 мл розчину станум(II) хлориду додайте такий самий об'єм концентрованої хлоридної кислоти та нагрійте. Долейте кілька крапель розчину натрій арсеніту. Дайте постояти. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

- Які властивості (окисні чи відновні) більш характерні для сполук тривалентного арсену?

д) Якісна реакція на іон AsO_3^{3-}

До пробірки з розчином аргентум нітрату долейте кілька крапель розчину натрій арсеніту. Який колір має добутий осад? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 2. Сполуки Арсену(V)

а) Добування арсенатної кислоти

Помістіть до фарфорової чашки 1–2 мл концентрованої нітратної кислоти та трохи арсенистого ангідриду. Нагрійте суміш (тяга!) на слабкому полум'ї до припинення виділення оксидів нітрогену. Напишіть рівняння реакції. Вміст чашки випарте досуха для видалення надлишку нітратної кислоти та після охолодження розчиніть у невеликій кількості води. Розчин розлийте у дві пробірки та збережіть для наступних дослідів.

б) Окисні властивості

До пробірки з розчином арсенатної кислоти додайте 1–2 краплі крохмалю та 1 мл підкисленої розбавленою хлоридною кислотою розчину калій йодиду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

в) Реакція на йон AsO_4^{3-}

До добутого розчину арсенатної кислоти долийте 1 мл розчину аргентум нітрату та кілька крапель розчину лугу. Який колір має осад, що випав? Напишіть рівняння реакції. Перевірте розчинність осаду в нітратній кислоті.

6.4. Стибій та його сполуки

Дослід 1. Відношення стибію до кислот

Перевірте відношення металевого стибію до концентрованих та розбавлених мінеральних кислот (HBr , H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3COOH) на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Гідроксид та оксид стибію(III)

а) Добування та властивості стибій(III) гідроксиду

Налийте до пробірки 1–2 мл розчину стибій(III) хлориду та по краплях доливайте розчин їдкого натру до випадіння осаду. Добутий осад розділіть на дві пробірки. Долийте до однієї пробірки розведену бромідну кислоту, до другої – концентрований розчин їдкого натру. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій. Які властивості стибій гідроксиду підтверджуються реакціями з кислотою та лугом?

б) Властивості стибій(III) оксиду

Випробуйте відношення стибій(III) оксиду до розбавленої та концентрованої бромідної кислоти та концентрованого розчину лугу. Напишіть рівняння реакцій. Чи розчиняється стибій оксид у воді?

Дослід 3. Відновні властивості солей стибію(III)

Налийте до пробірки 1–2 мл підкисленого хлоридною кислотою розчину стибій(III) хлориду та долийте по краплях розчин калій перманганату. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

6.5. Бісмут та його сполуки

Дослід 1. Властивості бісмуту

Перевірте відношення бісмуту до концентрованих та розбавлених мінеральних кислот (HBr , H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3COOH) на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Сполуки Бісмуту(III)

а) Бісмут(III)гідроксид

До 2–3 мл розчину бісмут(III) нітрату долийте розчин їдкого калі. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Добутий осад розділіть на дві пробірки. Перевірте, чи розчиняється осад у розбавленій кислоті та у надлишку лугу. Які властивості характерні для бісмут(III) гідроксиду?

б) Гідроліз солей бісмуту(III)

Розчиніть трохи солі бісмуту(III) у 1–2 мл дистильованої води. Перевірте реакцію розчину універсальним папером. Напишіть рівняння гідролізу солі бісмуту(III). Який склад має осад, що випадає? Перевірте, чи розчиняється осад у розчині натрій сульфід.

в) Бісмут(III) йодид

До 2–3 мл розчину солі бісмуту(III) додайте по краплях розчин калій йодиду до появи осаду. До пробірки з осадом долийте надлишок розчину калій йодиду. Що спостерігається? Добутий розчин розведіть водою до випадіння чорного осаду. Напишіть рівняння реакцій.

г) Окисні властивості

До невеликої кількості розчину станум(II) хлориду додайте надлишок лугу (до розчинення осаду, що з'явиться) та долийте розчин бісмут(III) нітрату. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

д) Відновні властивості

До 2–3 мл розчину солі бісмуту(III) долийте надлишок концентрованого їдкого калі. До утвореного осаду додайте 2–3 мл свіжовиготовленого насиченого розчину калій персульфату та нагрійте. Напишіть рівняння реакції. Як змінився колір осаду? Осад збережіть до наступного дослід.

Дослід 3. Окисні властивості сполук Бісмуту(V)

Добутий осад калій бісмутату промийте три рази декантацією. До осаду долийте 2–3 краплини концентрованої нітратної кислоти та 1–2 краплі розбавленого манган(II) сульфату. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

7. КАРБОН, СИЛІЦІЙ

Мета роботи. Ознайомлення з хімічними властивостями Карбону, Силіцію, та їхніх оксигенових сполук.

7.1. Контрольні питання

1. Який тип гібридизації орбіталей здійснюється у атомів Карбону при утворенні ним σ - і π -зв'язків, число яких відповідно дорівнює 4 і 0, 3 і 1, 2 і 2? Чому дорівнює координаційне число Карбону у кожному з цих випадків? Якою є геометрична форма відповідних сполук?
2. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{C} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$
 $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{C} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow$
 $\text{C} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow$
 $\text{C} + \text{PbO}_2 \rightarrow$
 $\text{C} + \text{SnO}_2 \rightarrow$
3. З якими з перелічених речовин взаємодіятиме CO: MgO, O₂, H₂, H₂SO₄, Cl₂, KOH, K₂S? Вкажіть умови перебігу реакцій та запишіть відповідні рівняння.
4. Напишіть рівняння реакцій, що використовуються у промисловому виробництві ціанідів натрію та калію: а) сплавлення кальцій ціанаміду з вугіллям та содою; б) взаємодія аміаку з розжареною сумішшю вугілля та поташу.
5. Як можна добути розчинне скло за наявності як вихідних речовин а) піску і кухонної солі, б) піску, натрій сульфату та вугілля?
6. У якому напрямку і чому відбуватиметься зміщення рівноваг: а) при насиченні карбон діоксидом водного розчину натрій силікату; б) при прожарюванні суміші Na₂CO₃ та SiO₂?
7. Які силікати утворюються з піску, крейди, соди та поташу? Напишіть рівняння реакцій, що перебігають при цьому. Де застосовуються добути силікати?
8. Напишіть рівняння всіх стадій процесів добування кінцевих продуктів із вихідних реагентів; вкажіть умови проведення реакцій:
 $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}$
 $\text{Na}_2\text{SiF}_6 \rightarrow \text{SiHCl}_3.$

9. Складіть рівняння реакцій силіцію з такими простими речовинами: фтор, азот, хлор, вуглець, кисень, бром, магній, йод.
10. При відкритті склянки з рідким силіцій тетрахлоридом у шийки склянки утворюється білий дим. Який хімічний склад цього диму? Напишіть рівняння реакції, що перебігає, і вкажіть її тип. Чому відбувається саме така реакція? При відповіді охарактеризуйте будову та тип зв'язку в силіцій тетрахлориді.

7.2. Задачі

1. Суміш вугілля та сірки масою 10 г спалили у надлишку кисню, сірка окиснилася до SO_2 , вугілля – до CO_2 . Утворена суміш газів була поглинена 1 л 1,2 М розчину NaOH . На нейтралізацію лугу було витрачено 9,8 г H_2SO_4 . Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
Відповідь: 64 % S, 36 % C.
2. Яку масу натрій формиату можна добути з 5 г NaOH ? Відповідь: 8,5 г.
3. Карбон діоксид пропускають крізь насичений розчин кальцій гідроксиду. Спочатку утворюється осад, який потім зникає. Складіть рівняння реакцій. Визначте сумарний об'єм (л, н. у.), газу, витраченого на утворення 74,07 г осаду та переведення його в розчин. Відповідь: 33,18 л.
4. При прожарюванні суміші карбонатів магнію та кальцію масою 14,2 г виділився газ об'ємом 3,36 л (н. у.). Визначте масові частки солей у вихідній суміші. Відповідь: 29,6 % MgCO_3 , 70,4 % CaCO_3 .
5. Силіцій, добутий з силіцій(IV) оксиду масою 30 г реакцією відновлення оксиду вуглецем, сплавили з магнієм. До продукту реакції прилили хлоридну кислоту (надлишок). Розрахуйте об'єм г газу, наведений до нормальних умов, що виділиться при цьому. Напишіть рівняння здійснених реакцій. Відповідь: 11,2 л.
6. Яка маса силіцію і який об'єм 32 % розчину NaOH ($\rho = 1,35$ г/мл) будуть потрібні для добування 15 м^3 водню (17°C , 98,64 кПа)? Відповідь: 8,59 кг, $56,82 \text{ м}^3$.
7. При спалюванні 8,71 г деякого газоподібного силану на повітрі утворилося 16,82 г SiO_2 . Знайдіть хімічну формулу цього силану, якщо його густина за аргоном дорівнює 1,558. Відповідь: Si_2H_6 .

7.3. Лабораторна робота. Карбон, Силіцій та їхні сполуки

Дослід 1. Адсорбція на активованому вугіллі

Воду у колбі або стакані злегка забарвте фіолетовим чорнилом або фуксином. Внесіть до неї дрібно подрібнене вугілля та сильно збовтайте, а потім відфільтруйте. Як змінився колір розчину? Дайте пояснення.

Дослід 2. Розчинення карбонатів у кислотах

Помістіть до конічних пробірок по 2 краплі розчинів солей кальцій хлориду та барій хлориду та додайте до них по 2 краплі розчину Na_2CO_3 . Напишіть рівняння реакцій. До добутих осадів додайте по 3–5 крапель оцтової кислоти. Напишіть йонні рівняння реакцій.

- Чи розчинятимуться карбонати кальцію та барію у бромідній кислоті?

Дослід 3. Властивості силіцію

Візьміть мікрошпателем невелику кількість силіцію, перенесіть до конічної пробірки та додайте туди 6–8 крапель 20 %-вого розчину натрій гідроксиду. Який газ виділяється? Напишіть рівняння реакцій.

- Як відноситься силіцій до бромідної та нітратної кислот?

Дослід 4. Властивості силікатів

а) Гідроліз натрій силікату

Випробуйте нейтральним розчином лакмусу розчин натрій силікату. Напишіть рівняння реакцій гідролізу у молекулярній та йонній формі.

б) До 1–2 мл концентрованого розчину натрій силікату підлийте при помішуванні 2–3 мл насиченого розчину амоній хлориду. Спостерігайте утворення осаду та газу. Напишіть рівняння гідролізу у молекулярній та йонній формі.

в) Добування нерозчинних силікатів

У циліндр налейте 50–100 мл 20 %-вого розчину натрій силікату та киньте на дно кристалики хлоридів купруму, кобальту, мангану, цинку, феруму. Через деякий час спостерігайте зміну форми кристаликів та утворення паростків, які нагадують стеблинки рослин, кожен з яких забарвлений у відповідний характерний для йонів даного металу колір.

- Поясніть утворення забарвлених паростків, маючи на увазі, що на поверхні кристалів утворюється напівпроникна плівка з нерозчинного у воді силікату даного металу.

Дослід 5. Добування золю та гелю силікатної кислоти

а) Налийте до пробірки 4–6 крапель розчину натрій силікату та додайте по краплях розбавлений розчин хлоридної кислоти (2 н), перемішуючи розчин скляною паличкою. Опишіть зовнішні ознаки гелю силікатної кислоти.

б) Налийте до пробірки 4–5 крапель концентрованої хлоридної кислоти та 1–2 краплі розчину натрій силікату. Відзначте спостереження та зіставте їх з результатами попереднього досліду. Нагрійте пробірку з розчином на невеликому полум'ї пальника. Що відбувається?

Що відбувається при нагріванні золя силікатної кислоти?

8. СТАНУМ, ПЛЮМБУМ

Мета роботи. Ознайомлення з хімічними властивостями олова та свинцю та деяких їхніх сполук. Визначення кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук стануму та плюмбуму у різних ступенях окиснення.

8.1. Контрольні питання

1. У чому проявляється посилення металевих властивостей простих речовин від германію до свинцю?
2. У яких кислотах (або сумішах кислот) можна розчинити германій, олово та свинець? Наведіть рівняння реакцій.
3. Як змінюються відновні властивості у ряді Ge^{2+} - Sn^{2+} - Pb^{2+} та окисні у ряді Ge^{4+} - Sn^{4+} - Pb^{4+} ?
4. Що відбувається при поступовому додаванні до розчинів, що містять йони Ge^{2+} , Sn^{2+} , Pb^{2+} , розчину лугу? Складіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.
5. Яке положення займає олово у ряді напруг? Як реагує металеве олово з кислотами та лугами? Що станеться, якщо у розчин станум(II) хлориду занурити пластинку цинку (міді)?
6. У яких із перелічених речовин розчиняється SnO : H_2O , HCl , H_2SO_4 (розб.), KOH ? Напишіть рівняння можливих реакцій.
7. Охарактеризуйте відношення свинцю до повітря, води, кислот. Чому свинець не розчиняється у розбавлених хлоридній та сульфатній кислотах, хоча й розташований у ряді напруг до водню?
8. Напишіть йонні та молекулярні рівняння гідролізу та вкажіть реакцію середовища: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, SnCl_2 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.
9. Напишіть рівняння реакцій та визначте, які з процесів є окисно-відновними:
 $\text{PbO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{SnCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
10. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $\text{GeS} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2 \rightarrow$
 $\text{Ge} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \text{ (розб.)} \rightarrow$
 $\text{Sn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$

$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow$
 $\text{SnS} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2 \rightarrow$
 $\text{SnS}_2 + \text{HCl (конц.)} \rightarrow$
 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \rightarrow$
 $\text{PbO}_2 + \text{HCl (конц.)} \rightarrow$
 $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 $\text{PbO}_2 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$

8.2. Задачі

1. При взаємодії 23,7 г олова з хлоридною кислотою виділився водень у кількості, достатній для добування 12,7 г міді при відновленні купрум(II) оксиду. Визначте еквівалентну масу олова. Відповідь: 59,25 г/моль.
2. Який об'єм 1 М розчину KOH необхідно додати до 100 мл розчину станум(II) хлориду з масовою часткою SnCl_2 4 % ($\rho = 1,03$ г/мл), щоб перевести SnCl_2 у калій тетрагідроксостанат(II)? Відповідь: 87 мл.
3. Розрахуйте молярну концентрацію розчину станум(II) хлориду, 1,2 л якого прореагувало з 50 мл 0,2 М розчину калій дихромату у присутності хлоридної кислоти. Відповідь: 0,025 моль/л.
4. Обчисліть об'єм 20 %-ного розчину HNO_3 ($\rho = 1,115$ г/мл), який буде потрібний для розчинення 100 г «припою» (масові частки Sn і Pb у припої відповідно дорівнюють 70 і 30 %). Відповідь: 524,5 мл.
5. Еквімолярну суміш графіту, аморфного силіцію, олова та свинцю обробили надлишком розчину натрій гідроксиду. Розрахуйте об'єм (л, н. у.) добутого газу, якщо формульна кількість суміші дорівнює 2,8 моль. Відповідь: 67,72 л.
6. Який об'єм 60 %-ного розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,37$ г/мл) потрібний для добування 33,1 г плюмбум нітрату з плюмбум оксиду? Відповідь: 15,33 мл.
7. Розрахуйте значення еквівалентної та формульної кількості (моль) гідроген пероксиду, що вступив у реакцію з 19,14 г плюмбум(IV) оксиду в азотнокислому середовищі. Розрахуйте також об'єм (л, н. у.) газу, що виділився. Відповідь: 0,08 моль, 0,16 моль еkv., 1,8 л.

8.3. Лабораторна робота. Олово та його сполуки

Дослід 1. Добування олова відновленням цинком

Користуючись даними таблиці стандартних електродних потенціалів, підберіть метал, здатний відновити іони Sn^{2+} з розчину його солі (наприклад, цинк). До розчину SnCl_2 опустіть гранулу металевого цинку. Спостерігайте виділення олова на поверхні цинку. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

Дослід 2. Взаємодія олова з кислотами

(Роботу проводити у витяжній шафі)

До пробірок помістіть по шматочку олова та подійте окремо розбавленими та концентрованими розчинами кислот HBr , H_2SO_4 та HNO_3 спочатку при кімнатній температурі, а потім при нагріванні. Спостерігайте процеси, що відбуваються. Поясніть спостережувані явища. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Станум(II) гідроксид

До розчину солі SnCl_2 підлийте по краплях NaOH до осадження станум(II) гідроксиду. Вміст пробірки поділіть на дві частини, до однієї з яких підлийте надлишок розчину NaOH , а до іншої – розбавлену HBr . Напишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі. Які властивості має осад $\text{Sn}(\text{OH})_2$?

Дослід 4. Відновні властивості сполук Стануму(II)

а) До невеликої кількості станум(II) хлориду додайте розчин луку до розчинення осаду, поки розчин не стане прозорим. Що утворюється? До добутого розчину додайте невеликий об'єм розчинної солі бісмуту. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій.

б) До сірчаноокислого розчину SnCl_2 підлийте розчин KMnO_4 . Спостерігайте зміну забарвлення розчину унаслідок відновлення іонів MnO_4^- . Дослід повторіть, взявши за окисник $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Складіть рівняння реакцій.

8.4. Свинець та його сполуки

Дослід 1. Добування свинцю витісненням цинком

Ознайомившись з положенням свинцю в електрохімічному ряді напруг та з величиною його стандартного електродного потенціалу, підберіть метал, здатний відновити іони Pb^{2+} з розчину його солі (наприклад, цинк). До розчину розчинної солі свинцю опустіть гранулу металевого цинку. Спостерігайте виділення свинцю на поверхні цинку. Напишіть відповідне рівняння реакції.

Дослід 2. Взаємодія свинцю з кислотами

(Роботу проводити у витяжній шафі!)

До пробірок помістіть по шматочку свинцю та подійте окремо розбавленими та концентрованими розчинами кислот HBr , H_2SO_4 та HNO_3 спочатку при кімнатній температурі, а потім при нагріванні. Спостерігайте явища, що відбуваються. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Взаємодія свинцю з лугом

До невеликого шматочку свинцю, поміщеного до конічної пробірки, додайте 6–10 крапель 10 %-вого розчину натрій гідроксиду. Пробірку із вмістом підігрійте. Напишіть рівняння реакції, що перебігає.

Дослід 4. Оксиди Плюмбуму

а) До трьох пробірок внесіть PbO , PbO_2 та Pb_3O_4 та наливайте концентровану HCl , перемішайте вміст пробірок скляною паличкою та нагрійте. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

– Який газ виділяється при взаємодії PbO_2 та Pb_3O_4 з концентрованою хлоридною кислотою?

б) До пробірки налейте 1–2 краплі розчину манган(II) сульфату, 10–15 мл сульфатної кислоти та внесіть трохи плюмбум(IV) оксиду. Вміст пробірки прокип'ятіть 1–2 хв. Чим зумовлена зміна забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 5. Плюмбум(II) гідроксид

До розчину солі Pb^{2+} підлийте по краплях розчин NaOH до осадження плюмбум(II) гідроксиду. Відзначте колір та характер осаду. Розділіть осад на дві пробірки. До однієї з них додайте розчин HNO_3 , до іншої – надлишок лугу. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі.

– Які властивості має плюмбум(II) гідроксид?

Дослід 6. Солі Плюмбуму та їхні властивості

а) До розчину солі Pb^{2+} підлийте розбавлену HBr . Відзначте колір та характер осаду. Невелику кількість добутого плюмбум(II) броміду розчиніть у гарячій концентрованій бромідній кислоті. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі.

б) До розчину солі Pb^{2+} підлийте розбавлену H_2SO_4 . Відзначте колір та характер осаду. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі.

в) До розчину солі Pb^{2+} підлийте розчин Na_2S . Що спостерігається? Відфільтруйте осад та обробіть його розчином гідроген пероксиду. Що спостерігається?

г) До розчину солі Pb^{2+} підлийте розчин KI . Який колір має осад? Додайте до осаду 4–5 мл дистильованої води та нагрійте. Що спостерігається? Охолодіть розчин. Спостерігайте виділення золотисто-жовтих кристалів PbI_2 . Розчиніть

невелику кількість кристалів плюмбум йодиду у насиченому розчині калій йодиду. Добутий розчин розбавте водою до випадіння осаду. Що випадає в осад? Напишіть рівняння реакцій. Чим пояснити розчинення плюмбум йодиду у надлишку калій йодиду?

д) До розчину солі Pb^{2+} підлийте розчин калій хромату. Напишіть рівняння реакції. Який колір має осад? Розчин злийте з осаду, осад перенесіть до двох пробірок. До однієї пробірки підлийте нітратну кислоту, до іншої – розчин лугу. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

9. БОР, АЛЮМІНІЙ

Мета роботи. Вивчення основних хімічних властивостей боратної кислоти, алюмінію та його сполук.

9.1. Контрольні питання

1. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $B + HCl (400-500\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + C (2000\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + S (600\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + HF (400-500\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + HNO_3 (\text{конц. гар.}) \rightarrow$
 $B + H_2O (700-800\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + O_2 (700\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
 $B + H_2S (800-900\text{ }^{\circ}C) \rightarrow$
2. Як перевести бор у водорозчинні сполуки? Наведіть рівняння реакцій.
3. Який склад та будову має найпростіший бороводень?
4. Які послідовні зміни зазнає ортоборатна кислота при нагріванні? Напишіть рівняння реакцій.
5. Чому при розчиненні бури у воді середовище стає лужним? Підтвердіть рівняннями реакцій.
6. Напишіть рівняння таких реакцій:
 $Al + H_2O \rightarrow$
 $Al + HCl \rightarrow$
 $Al + NaOH + H_2O \rightarrow$
 $Al + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow$
 $Al + Na_3PO_4 + H_2O \rightarrow$
 $Al + HNO_3 (\text{дуже розб.}) \rightarrow$
 $Al + H_2SO_4 (\text{розб.}) \rightarrow$
7. Які з перелічених речовин реагуватимуть із порошкоподібним алюміній оксидом: вода, сульфатна кислота, натрій гідроксид, нітратна кислота, купрум(II) сульфат? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
8. На поверхні алюмінієвої пластини від довгого зберігання утворився наліт оксиду та гідроксиду алюмінію. Як видалити цей наліт хімічним шляхом, не зачепивши металу?

9. Які частинки (з якими координаційними числами) присутні у твердому, рідкому та газоподібному алюміній хлориді?
10. Порівняйте хімічні властивості бору та алюмінію. Як вони відносяться до води, кислот, лугів? Який характер мають їхні оксиди?

9.2. Задачі

11. Яку масу бору, що містить 10 % домішок, і який об'єм 65 %-ного розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,4$ г/мл) треба взяти для добування 1 кг 3 %-ного розчину боратної кислоти? Відповідь: 5,914 г, 100,5 мл.
2. Яку масу (кг) ортоборатної кислоти і який об'єм 23 % розчину Na_2CO_3 ($\rho = 1,25$ г/мл) необхідно витратити для добування 1 т бури? Відповідь: 649,2 кг, 965,17 л.
3. У якій масі води слід розчинити 1 кг бури для утворення розчину, що містить 10 % безводної солі? Відповідь: 4,288 кг.
4. До 100 мл 0,28 М розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,11$ г/мл) додали 200 мл 19 % розчину NaOH ($\rho = 1,21$ г/мл). Визначте концентрацію розчину, що вийшов. Який об'єм займе газ, що виділився при взаємодії алюмінію із цим розчином? Відповідь: 13,34 %, 39,56 л.
5. Яка була маса осаду алюміній гідроксиду, якщо для його розчинення знадобилося 0,2 л 30 % розчину HNO_3 ($\rho = 1,18$ г/мл)? Який мінімальний об'єм 2,5 М розчину KOH необхідний для розчинення цієї маси алюміній гідроксиду? Відповідь: 29,22 г $\text{Al}(\text{OH})_3$, 0,15 л.
6. Який об'єм 1 М розчину натрій гідроксиду необхідно взяти для переведення всього алюмінію зі 100 г 30 % розчину AlCl_3 в натрій гексагідроксоалюмінат? Відповідь: 1,35 л.
7. До 100 мл 0,15 М розчину алюміній сульфату додають 0,15 М розчин барій гідроксиду до припинення утворення осаду. Визначте об'єм (мл) розчину барій гідроксиду, витраченого на реакцію, та масу (г) осаду. Відповідь: 300 мл, 10,485 г.

9.3. Лабораторна робота. Боратна кислота. Алюміній та його сполуки

Дослід 1. Властивості боратної кислоти

- а) Невелику кількість боратної кислоти розчиніть у воді та випробуйте на лакмус. Напишіть рівняння дисоціації боратної кислоти.
 - До сильних чи слабких електролітів відноситься боратна кислота?
- б) Розжарте у полум'ї пальника платиновий дріт або фарфорову паличку, відзначте колір полум'я. Опустіть розжарений дріт або паличку до порошку

боратної кислоти і знов внесіть до полум'я. Яке забарвлення полум'я дає боратна кислота?

в) Насипте до фарфорової чашку 3–5 кристалів боратної кислоти, підлийте 3 мл метилового (етилового) спирту або гліцерину та 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Розмішайте суміш та потім підпаліть її. Чим зумовлене забарвлення полум'я? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Властивості алюмінію

а) Відношення алюмінію до кислот

В окремих пробірках випробуйте дію розбавлених сульфатної, бромідної та нітратної кислот на алюміній на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються.

– З якою з кислот найенергійніше реагує алюміній?

Аналогічні досліди проведіть з концентрованими бромідною, сульфатною та нітратною кислотами. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

б) Відношення алюмінію до лугів

До пробірки з розчином луку опустіть шматочок алюмінію. Спостерігайте взаємодію алюмінію з лугом на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакції.

Дослід 3. Добування та властивості алюміній гідроксиду

а) До розчину солі алюмінію по краплях підлийте розчин їдкого натру до утворення осаду. Випробуйте відношення добутого осаду до розбавленої бромідної кислоти та до надлишку їдкого натру. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

б) До розчину натрій алюмінату, добутого у попередньому досліді, додайте по краплях при помішуванні розчин бромідної кислоти до утворення осаду (його склад?). Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Гідроліз солей Алюмінію

а) До окремих пробірок налейте розчини сульфату та хлориду алюмінію та випробуйте лакмусом. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій гідролізу.

б) Приготуйте 2–3 мл лужного розчину натрій алюмінату, додайте до нього рівний об'єм насиченого розчину амоній хлориду та 9–10 мл води. Розчин прокип'ятіть. Що утворюється? Напишіть рівняння реакцій.

– Який з йонів амоній хлориду сприяє посиленню гідролізу натрій алюмінату?

10. ЛУЖНІ МЕТАЛИ

Мета роботи. Ознайомлення з основними хімічними властивостями натрію та калію та деяких їхніх сполук.

10.1. Контрольні питання

1. Як слід зберігати лужні метали? Які запобіжні заходи треба виконувати при роботі з ними? Чому їх називають лужними?
2. Порівняйте лужні метали з іншими елементами за значеннями таких параметрів як радіуси атомів, іонізаційні потенціали та електронегативність. Як змінюються ці величини для s-елементів у межах підгрупи?
3. Як і чому змінюються основні властивості ряду $\text{LiOH} - \text{CsOH}$?
4. Літій тетрагідрیدоалюмінат утворюється при взаємодії літій гідриду з алюміній хлоридом в ефірному розчині. Як поводить ся ця речовина у водному розчині та при дії хлоридної кислоти? Напишіть рівняння реакцій.
5. Які методи можна використовувати для добування металевого натрію: електроліз розплаву NaCl , електроліз розчину NaCl , електроліз розплаву NaOH ? Напишіть схеми відповідних процесів.
6. Оксигенова сполука натрію, добута спалюванням натрію у кисні, розчинена у воді. Які речовини знаходяться у розчині?
7. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:
 $\text{K} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3$,
 $\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Zn(HS)}_2$.
8. Водні розчини солей калію K_2S та K_2CO_3 мають лужну реакцію. Поясніть це явище. Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій у молекулярній та йонній формах.
9. Які гази виділяються при дії гарячої води на речовини: натрій нітрид, калій амід, рубідій пероксид, літій гідрид, літій імід. Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.
10. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Li}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{K} + \text{O}_2 \text{ (надлишок)} \rightarrow$
 $\text{KNO}_3 \text{ (нагрівання)} \rightarrow$

10.2. Задачі

1. Літій та літій гідрид масою по 30 г обробили (окремо) надлишком розб. хлоридної кислоти; газ, що виділився, зібрали. У якому разі об'єм (л, н. у.) газу більший? Доведіть це розрахунком. Відповідь: Li – 48 л, LiH – 84 л.
2. При згорянні зразка натрію у повітрі утворюється суміш оксиду і пероксиду натрію у мольному відношенні 1:8. Продукт згоряння обробили надлишком розб. сульфатної кислоти при нагріванні та зібрали 11,2 л газу (н. у.). Встановіть масу (г) натрію. Відповідь: 51,75 г.
3. При взаємодії 31,39 г амальгами натрію (масова частка ртуті (94,58 %) з 1 л води утворюються розчин та газ. Розрахуйте масову частку (%) розчиненої речовини та молярну концентрацію розчину. Відповідь: 0,3 %, 0,074 М.
4. Суміш натрію з калієм загальною масою 31 г розчинили у воді, виділилося 11,2 л (н. у.) газу. Знайдіть масові частки металів у суміші. Відповідь: 37 % Na, 63 % K.
5. Є суміш кальцинованої та питної соди. При прожарюванні зразка суміші масою 180 г виділилася вода масою 8,1 г. Обчисліть масову частку питної соди у вихідній суміші. Відповідь: 42 %.
6. 1,56 г лужного металу прореагувало з надлишком газоподібного хлору. Отриману тверду речовину розчинили у воді та додали розчин аргентум нітрату. При цьому утворився осад масою 5,74 г. Який метал було узято для реакції? Відповідь: калій.
7. Напишіть рівняння реакцій, що перебігають при електролізі водного розчину калій хлориду. Розрахуйте масу добутого лугу, якщо в результаті цього процесу утворився хлор об'ємом 56 л (н. у.). Відповідь: 280 г.

10.3. Лабораторна робота. Лужні метали

Дослід 1. Властивості лужних металів

Дотримуйтеся обережності при роботі з лужними металами. Надіньте захисні окуляри. Не торкайтеся металів руками!

а) Добування амальгами натрію та амонію

Візьміть у лаборанта на фільтрувальний папірець маленький шматочок металевого натрію (заздалегідь осушеного від гасу та очищеного від кірки оксидів) та пінцетом перенесіть його до фарфорової ступки з невеликою кількістю ртуті. Вміст обережно перемішайте, злегка притискуючи товкачем натрій до дна ступки. Що спостерігається при цьому?

Якщо амальгама утворилася рідкою, то додайте ще шматочок натрію. Частину твердої амальгами натрію, що утворилася, помістіть до пробірки з водою. Що спостерігається?

- Чи змінює істотно натрій свої хімічні властивості в амальгамі натрію?

Добутий у пробірці розчин випробуйте лакмусом. Напишіть рівняння реакції розчинення амальгами натрію у воді. Частина добутої амальгами натрію помістіть до пробірки та підлийте насичений розчин амоній хлориду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

б) Взаємодія натрію з водою

Налийте до фарфорової чашки трохи води та опустіть невеликий шматочок натрію, одержаний у лаборанта. Натрій беріть пінцетом (або фільтрувальним папером). Швидко прикрийте фарфорову чашку лійкою. Спостерігайте перебіг реакції. Після закінчення реакції до добутого розчину додайте краплю фенолфталеїну. Поясніть спостережуване явище. Напишіть рівняння реакції.

Подібний дослід виконайте з металевим калієм та літієм.

- Який з лужних металів найенергійніше реагує з водою? Від чого залежить хімічна активність лужних металів?

в) Горіння лужних металів на повітрі

До невеликого фарфорового тиглю покладіть пінцетом шматочок металевого натрію, заздалегідь висушеного фільтрувальним папером від гасу. Тигель помістіть до витяжної шафи на фарфоровий трикутник. Тигель обережно підігрійте до займання натрію, після чого приберіть пальник та дайте натрію згоріти до кінця.

- Який продукт утворюється при горінні натрію?

Після повного охолодження добутого продукту обережно, невеликими порціями (не весь натрій може згоріти) розчиніть його у пробірці з водою. До розчину додайте невелику кількість розбавленої сульфатної кислоти та розчину калій йодиду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 2. Добування їдкого натру з соди

У конічній колбі розчиніть 16 г безводного натрій карбонату у 100 мл води. Розчин нагрійте до кипіння та внесіть до нього невеликими порціями при помішуванні $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у кількості удвічі більшій порівняно з потрібною за рівнянням реакції. Суміш прокип'ятіть протягом 10–15 хв.

- Як визначити кінець реакції натрій карбонату з кальцій гідроксидом?

Якщо реакція не закінчилася, ще прокип'ятіть розчин.

При кип'ятінні розчину об'єм його слід підтримувати сталим, додаючи час від часу воду. Після закінчення реакції вміст колби після охолодження профільтруйте крізь лійку із скляним дном, зміряйте об'єм добутого прозорого розчину. Напишіть рівняння реакції.

- Поясніть, чому реакція натрій карбонату з кальцій гідроксидом йде у напрямі утворення луку, користуючись величинами добутку розчинності Ca(OH)_2 та CaCO_3 .

Дослід 3. Гідроліз солей лужних металів

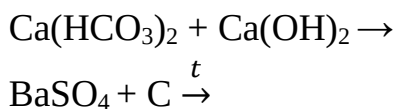
До п'яти пробірок покладіть по декілька кристалів K_2CO_3 , NaHCO_3 , NaNO_3 , Na_2S , KCl . Розчиніть їх у 2–3 мл дистильованої води та до кожного розчину додайте по кілька крапель нейтрального розчину лакмусу. В яких пробірках спостерігається зміна забарвлення індикатору? Напишіть рівняння реакції для тих солей, які піддаються гідролізу.

11. БЕРИЛІЙ, МАГНІЙ ТА ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

Мета роботи. Вивчення основних хімічних властивостей берилію, магнію та лужноземельних металів. Добування та дослідження властивостей деяких сполук металів головної підгрупи II групи.

11.1. Контрольні питання

1. Як можуть бути добуті гідроксиди лужноземельних елементів? Як змінюються основні властивості, розчинність та термічна стійкість у ряді цих гідроксидів? Які технічні назви носять розчини гідроксидів кальцію та барію?
2. Розгляньте подібність хімічних властивостей по діагоналі берилій – алюміній та наведіть рівняння реакцій (на прикладі простих речовин, оксидів, гідроксидів, катіонів у водному розчині, фторидів). Чим це схожість пояснюється?
3. Опишіть будову молекули BeF_2 за допомогою методу валентних зв'язків. Який тип гібридизації у атома берилію?
4. Складіть рівняння реакцій між магнієм та такими реагентами: розб. сульфатна кислота, розб. нітратна кислота, конц. амоній сульфат, гар. вода. Чому магній не реагує із холодною водою?
5. Чому не можна осадити магній гідроксид у присутності амонійних солей?
6. Напишіть рівняння реакцій горіння кальцій гідриду та взаємодії його з водою. Вкажіть окисник та відновник.
7. Складіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення. Вкажіть умови їхнього перебігу. Стронцій карбонат $\rightarrow$ стронцій оксид $\rightarrow$ стронцій гідроксид $\rightarrow$ стронцій нітрат $\rightarrow$ стронцій оксид.
8. Наведіть приклади малорозчинних сполук барію. Які з них розчиняються у кислотах? Чому барій сульфат не розчиняється у сильних кислотах, а барій карбонат розчиняється?
9. Напишіть рівняння таких реакцій. Для окисно-відновних процесів у розчинах напишіть електронно-йонні рівняння напівреакцій.
 $\text{Be} + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{Be} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$



10. Назвіть хімічні способи усунення тимчасової та постійної твердості води. Відповідь проілюструйте відповідними рівняннями реакцій.

11.2. Задачі

- Визначте, для якого з мінералів – магнезиту, кальциту чи доломіту – прожарювання зразків однакової маси призведе до утворення більшого об'єму газу. Розрахуйте цей об'єм (м^3 , н. у.), якщо прожарено 1 т мінералу. Відповідь: магнезит – $266,7 \text{ м}^3$, кальцит – 224 м^3 , доломіт – $243,5 \text{ м}^3$.
- Скільки грамів магній карбонату, що містить 15 % домішок, треба узяти, щоб при взаємодії з хлоридною кислотою добути 7 л газу? Відповідь: 30,88 г.
- Окремі порції кальцій гідриду і літій гідриду (кожна масою 5,25 г) вносять у надлишок води і газ, що виділяється, збирають. У якому разі об'єм газу (л, н. у.) буде більшим? Підтвердьте відповідь розрахунком. Відповідь: CaH_2 – 5,6 л, LiH – 14,7 л.
- Палений гіпс готують із звичайного гіпсу витримуванням останнього при 130°C . За даними аналізу зразок гіпсу містить 20,9 % (мас.) води, а зразок паленого гіпсу – лише 6,2 %. Встановіть хімічний склад обох кристалогідратів. Відповідь: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.
- Змішали водні розчини, що містять по 0,42 моль алюміній нітрату та барій гідроксиду. Утворений розчин випарили, твердий залишок прожарили при 1000°C до сталої маси. Яке значення цієї маси (г)? Відповідь: 85,68 г.
- На пом'якшення 10 л води витрачено 3,7 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та 1,06 г Na_2CO_3 . Розрахуйте загальну твердість вихідної води. Складіть рівняння процесів пом'якшення. Відповідь: 12 ммоль екв./л.
- При термічному пом'якшенні 10 л води, що містить кальцій гідрокарбонат, утворилося 2 г осаду. Визначте залишкову некарбонатну твердість води, якщо вихідна загальна твердість становила 6,5 ммоль екв./л. Складіть рівняння процесу пом'якшення. Відповідь: 2,5 ммоль екв./л.

11.3. Лабораторна робота. Сполуки берилію, магнію та лужноземельних металів

Дослід 1. Добування та властивості берилій гідроксиду

До пробірки з розчином (3–4 мл) берилій сульфату прилийте по краплях 10 %-вий розчин аміаку до повного випадіння осаду. Осад розділіть на дві

частини та перевірте його відношення до кислоти та лугу. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Добування та властивості магній гідроксиду

Налийте до пробірки 4–5 мл розчину солі магнію, додайте розчин їдкого натру до утворення осаду. Вміст пробірки розділіть на три пробірки, у цих трьох пробірках додайте до магній гідроксиду, що добули, відповідно надлишок їдкого натру, бромідної кислоти та амоній хлориду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Солі Магнію

а) Добування та властивості основного карбонату магнію

До нагрітого в пробірці розчину солі магнію прилийте розчин соди до повного осадження. Який склад має осад, що випав? Напишіть рівняння реакції.

б) Добування магнійамонійфосфату

До 2–3 мл розчину солі магнію прилийте розчин аміаку. Додайте по краплях насичений розчин амоній хлориду до повного розчинення утвореного осаду (його склад?). До добутого розчину додайте 1–2 мл розчину натрій гідрофосфату. Що утворюється? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Порівняльна розчинність гідроксидів кальцію, стронцію та барію

До однакових об'ємів еквімолярних розчинів солей кальцію, стронцію та барію в окремих пробірках прилийте однакові об'єми розчину натрій гідроксиду. Зверніть увагу на масу осадів, що випали у кожній з пробірок, та дайте пояснення. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.

Дослід 5. Сульфати лужноземельних металів

а) До трьох пробірок, що містять розчини хлоридів кальцію, стронцію та барію, прилийте розбавлену сульфатну кислоту або розчин натрій сульфату. Який колір мають осад, що утворилися? Випробуйте їхню розчинність у розбавленій бромідній кислоті. Напишіть рівняння реакцій.

- Порівняйте добутки розчинності карбонатів та сульфатів лужноземельних металів.
- Поясніть, чому карбонати лужноземельних металів розчиняються у бромідній кислоті, а їхні сульфати не розчиняються.

б) Порівняльна розчинність сульфатів лужноземельних металів

До розбавлених розчинів хлоридів кальцію, стронцію та барію в окремих пробірках додайте невелику кількість насиченого розчину кальцій сульфату. Сульфати яких металів випадають в осад? Порівняйте швидкості утворення цих осадів.

- Зробіть порівняльний висновок про розчинність сульфатів лужноземельних металів.

Дослід 6. Добування карбонатів лужноземельних металів

В окремих пробірках до розчинів солей кальцію, стронцію та барію прилийте трохи розчину натрій карбонату. Випробуйте відношення добутих осадів до 2 н розчину бромідної кислоти. Напишіть молекулярні та йонні рівняння проведених реакцій.

- За яких умов можливо практично цілком розкласти кальцій карбонат на кальцій оксид та вуглекислий газ?

Дослід 7. Добування кальцій оксалату

До розчину кальцій хлориду додайте розчин амоній оксалату. Випробуйте відношення добутого осаду до оцтової та бромідної кислот. Поясніть результати досліду, приймаючи до уваги різний ступінь дисоціації бромідної, щавлевої та оцтової кислот та добуток розчинності.

12. ХРОМ, МОЛІБДЕН, ВОЛЬФРАМ

Мета роботи. Вивчення хімічних властивостей хрому та сполук хрому, молібдену та вольфраму. Встановлення залежності кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук хрому від ступеня його окиснення.

12.1. Контрольні питання

1. Напишіть у молекулярній та йонній формах рівняння реакцій між хром(III) оксидом та такими речовинами: сульфатною кислотою, хлоридною кислотою, калій гідроксидом.
2. Чому водні розчини хром трихлориду можуть мати різне забарвлення? Яке це забарвлення? Як підтвердити склад частинок, відповідальних за забарвлення розчину?
3. Чому при дії розчинів Na_2S та K_2CO_3 на $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ випадає осад однакового складу?
4. Крізь розчин 1 моля хром(III) сульфату у лужному середовищі пропустили хлор. Скільки молей лугу необхідно для реакції?
5. Закінчіть рівняння та розставте коефіцієнти:
 $\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{CrCl}_3 + \text{NaBiO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
6. Складіть рівняння реакцій, що перебігають при переведенні у розчин молібдену дією суміші фторидної та концентрованої нітратної кислот і вольфраму сплавленням з натрій пероксидом або сумішшю нітрату і гідроксиду калію з подальшим вищолочуванням водою.
7. Молібден в оксидах має ступені окиснення +3, +4, +5, +6. Складіть молекулярні та графічні формули оксидів та визначте їхній хімічний характер.
8. Складіть рівняння окиснення MoS_2 концентрованою нітратною кислотою.
9. Складіть молекулярні рівняння реакцій:
 $\text{W} + \text{O}_2 (600\text{ }^\circ\text{C}) \rightarrow$
 $\text{W} + \text{O}_2 + \text{NaOH} (600\text{ }^\circ\text{C}) \rightarrow$
 $(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4 \xrightarrow{t}$

10. Натрій вольфрамат добувають сплавленням мінералу вольфраміту, що містить FeWO_4 , з содою у присутності кисню повітря. Напишіть рівняння реакції.

12.2. Задачі

1. При відновленні 1 т мінералу хроміту $(\text{Cr}_2\text{Fe})\text{O}_4$ коксом утворюється сплав заліза з хромом (ферохром) та CO . Складіть рівняння реакції та розрахуйте масовий склад (%) та масу (кг) отриманого ферохрому, якщо практичний вихід становить 55 %. Відповідь: 65% Cr, 35% Fe, 392,9 кг.
2. Для розкриття мінералу хроміту $(\text{Cr}_2\text{Fe})\text{O}_4$ масою 1 т проводять окисне сплавлення його з натрій карбонатом на повітрі. Натрій хромат, що утворюється, вищолочують з плава підкисленою водою. Отримують розчин натрій дихромату, а після випаровування безводний натрій дихромат. Визначте масу (кг) кінцевого продукту, якщо практичний вихід дорівнює 42,5 %. Відповідь: 497,1 кг.
3. Проведено термічне розкладання твердого амоній дихромату, що містить інертні домішки. Після закінчення реакції зібрано 4,45 л газу при 18 °C під тиском $1 \cdot 10^5$ Па. Визначте масову частку (%) амоній дихромату у технічному продукті. Відповідь: 85,37 %.
4. Яка маса натрій дихромату, що містить 9 % домішок, необхідна для добування 60 л хлору (24 °C і 90 кПа)? Відповідь: 210 г.
5. Розчиняють калій дихромат у воді, додають сульфатну кислоту, суміш охолоджують та насичують сульфур діоксидом. При кімнатній температурі кристалізується продукт. Складіть рівняння реакції. Визначте масу (г) продукту, якщо в реакцію вступило 108,85 г калій дихромату. Відповідь: 69,5 г.
6. Скільки літрів повітря (н.у.) потрібно для сплавлення 16 г MoS_2 із карбонатом натрію? Відповідь: 48 л.
7. Які маси соди та піску потрібні для переведу 90 кг кальцій вольфрамату у натрій вольфрамат? Відповідь: 33,125 кг Na_2CO_3 , 18,75 кг SiO_2 .

12.3. Лабораторна робота. Хром та його сполуки

Дослід 1. Властивості металевого хрому

По маленькому шматочку хрому покладіть до кількох пробірок та проаналізуйте відношення хрому до лугів та до розбавлених та концентрованих мінеральних кислот. Напишіть рівняння реакцій.

- Як можна перевести хром у розчинений стан?
- Охарактеризуйте хімічні властивості хрому.

- Вкажіть причину, за якою хром пасивується у концентрованих розчинах сульфатної та нітратної кислот.

Сполуки Хрому(III)

Дослід 2. Добування хром(III) оксиду розкладанням амоній дихромату

Насипте до пробірки невелику кількість амоній дихромату та закріпіть її у пробірکوутримувачі. Внесіть пробірку до полум'я пальника у горизонтальному положенні та злегка підігрійте кристали з поверхні. Як тільки почнеться реакція розкладу, нагрівання припиніть і пробірку тримайте у вертикальному положенні над аркушем паперу. Зберіть добутий оксид хрому(III). Напишіть рівняння реакції. Вкажіть відновник та окисник у цій реакції.

Дослід 3. Відношення хром(III) оксиду до розчинів кислот та лугів

На хром(III) оксид, добутий у попередньому досліді, подійте в одній пробірці кислотою, а в іншій – надлишком розчину лугу. Що спостерігається?

Прожарений Cr_2O_3 у воді, кислотах та лугах не розчиняється.

Дослід 4. Добування та властивості хром(III) гідроксиду

Налийте до пробірки 1–2 мл розчину солі Хрому(III) та додайте розчин аміаку (чи можна застосовувати розчин їдкого натру та як це робити?) до утворення осаду хром(III) гідроксиду. Випробуйте відношення хром(III) гідроксиду до розбавлених кислот та лугів. Напишіть рівняння реакцій.

- Які властивості має хром(III) гідроксид?

Дослід 5. Властивості солей Хрому(III)

а) Гідроліз солей Хрому(III)

Розчин солі Хрому(III) випробуйте універсальним індикаторним папером. Як змінюється його колір? Напишіть рівняння реакції в йонній та молекулярній формах.

б) Окиснення солі Хрому(III) гідроген пероксидом

До розчину солі Хрому(III) прилийте надлишок розчину лугу та розчин гідроген пероксиду. Суміш підігрійте. Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції в йонному вигляді.

в) Окиснення Хрому(III) натрій бісмутатом у кислому середовищі

До 1 мл розчину солі Хрому(III) додайте кілька крапель концентрованої нітратної або сульфатної кислоти та натрій бісмутату. Добре перемішайте та злегка нагрійте. Дайте осісти надлишку натрій бісмутату. Як змінився колір? Поясніть ці явища. Напишіть рівняння реакції.

Сполуки Хрому(VI)

Дослід 6. Властивості сполук Хрому(VI)

а) Осадження хромат-йону

До двох пробірок налейте трохи розчину калій хромату та додайте до однієї розчин солі барію, а до іншої – розчин солі свинцю. Що відбувається? Складіть рівняння реакцій в йонному вигляді. Зробіть ті самі дослід, замінивши розчин калій хромату розчином калій дихромату. Чи є зміни? Поясніть утворення однакових за складом осадів.

- Яка рухлива рівновага існує в розчині між іонами $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ та CrO_4^{2-} ? Як зміститься ця рівновага при додаванні: а) кислоти; б) лугу; в) барій хлориду; г) плюмбум нітрату; д) аргентум нітрату? При відповіді на пункти (в-д) враховуйте розчинність добутих солей.
- Наведіть реакції, що характеризують відношення осадів до розбавлених бромідної та оцтової кислот.

б) Зміщення рівноваги хромат-дихромат у розчині

До двох пробірок налейте розчин калій дихромату, до інших двох – розчин калій хромату. Чи відрізняються вони за кольором? Потім до однієї пробірки з калій дихроматом долийте небагато розчину їдкого калі. Друга пробірка служить для порівняння забарвлення розчину. Чи видно різницю у забарвленні? Напишіть рівняння реакції. Так само зробіть дослід з розчином калій хромату, тільки додайте до пробірки розбавленої сульфатної кислоти. Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції. Випробуйте розчин калій дихромату універсальним папером. В який колір забарвлюється універсальний індикатор?

- Чому калій дихромат має кислу реакцію на універсальний індикатор?

в) Окисні властивості сполук Хрому(VI)

До розчину калій хромату долийте розчин амоній сульфідру та нагрійте суміш. Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції.

До підкисленого сульфатною кислотою розчину хромату або дихромату калію долийте розчин сірководневої води, потім до другої пробірки – розчин натрій сульфідру, до третьої – розчин солі феруму(II). Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

12.4. Лабораторна робота. Сполуки Молібдену та Вольфраму

Дослід 1. Молібдатна та вольфраматна кислоти

а) Добування молібдатної кислоти та вивчення її властивостей

До двох пробірок з насиченим розчином амоній молібдату (0,5 мл) додайте по краплях одну з концентрованих сильних кислот: хлоридну, нітратну або сульфатну – до випадіння осаду молібдатної кислоти. Потім до першої пробірки

з осадом долийте по краплях розчин натрій гідроксиду, до другої – надлишок концентрованої кислоти до розчинення осаду. Другу пробірку злегка нагрійте на водяній бані. Напишіть рівняння реакцій.

- Які іони утворює молібден(VI)?
- Напишіть рівняння дисоціації молібдатної кислоти. В якому напрямку переважно зміщена рівновага у цій системі?

б) Добування вольфраматної кислоти

Налийте до двох пробірок по 1 мл насиченого розчину вольфрамату натрію або амонію. До однієї пробірки додайте по краплях розчин хлоридної кислоти (2 моль/л), а іншу трохи нагрійте на водяній бані. Доведіть випадіння осадів та порівняйте їхній колір. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Солі молібдатних та вольфраматних кислот

а) Добування тіосолі та сульфїду молібдену(VI)

Налийте до пробірки 1 мл амоній молібдату та додайте по краплях розчин полісульфїду до темно-червоного забарвлення, характерного для амоній тіомолібдату. До добутого розчину долийте кілька крапель розчину сульфатної кислоти до випадіння осаду молібден трисульфїду. Який колір має осад? Напишіть рівняння реакцій.

- Поясніть, з якою метою іон S_2^{2-} вводять при добуванні молібден (VI)сульфїду.

б) Відновлення сполук Молібдену(VI) та Вольфраму(VI)

1) Відновлення амоній молібдату

Налийте до двох пробірок по 1–2 мл розчину амоній молібдату, підкисліть кількома краплями концентрованої хлоридної кислоти та додайте до однієї 1–2 шматочки цинку, до другої 1–2 мл станум(II) хлориду до зміни забарвлення розчину. Порівняйте хід реакції в пробірках.

2) Відновлення сполук Вольфраму(VI) до низьких ступенів окиснення

Відновлення цинком. До насиченого розчину натрій вольфрамату додайте 2–3 шматочки цинку та кілька крапель концентрованої хлоридної кислоти. Дослідіть поступову зміну забарвлення внаслідок відновлення вольфраму(VI) до нижчих ступенів окиснення.

Відновлення станум(II) хлоридом. Кілька кристалів натрій вольфрамату, розтертих у порошок, покладіть на перегорнуту кришку фарфорового тиглю, змочіть 1–2 краплями концентрованої хлоридної кислоти та додайте 1–2 кристали станум(II)хлориду. Зафіксуйте появу синього забарвлення внаслідок відновлення вольфрамату.

13. МАНГАН ТА ЙОГО СПОЛУКИ

Мета роботи. Ознайомлення з хімічними властивостями сполук мангану. Встановлення залежності властивостей сполук мангану від ступеня його окиснення.

13.1. Контрольні питання

1. Який мінерал Мангану має важливе практичне значення? Як добувають манган у промисловості та у лабораторії? Де застосовуються манган та його сполуки?
2. У чому розчиняється металевий манган при кімнатній температурі? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
3. Як змінюються хімічні властивості оксидів мангану із зростанням ступеня окиснення? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.
4. Напишіть рівняння реакцій добування оксиду та гідроксиду мангану(II).
5. Як отримати MnSO_4 із а) MnO_2 , б) Mn , в) KMnO_4 ? Складіть рівняння реакцій.
6. Як добути сполуки мангану(VI) із сполук з більш високим і з нижчим ступенем окиснення?
7. За рахунок якої реакції відбувається розкладання K_2MnO_4 у водному розчині? Як зміщується рівновага при додаванні: а) лугу; б) кислоти; в) пропусканні в розчин CO_2 ?
8. Напишіть рівняння реакцій, що ілюструють окисні властивості перманганат-йону у різних середовищах.
9. Напишіть рівняння реакцій, у яких беруть участь сполуки мангану у різних ступенях окиснення:
 $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
10. Напишіть рівняння таких реакцій. Для окисно-відновних процесів у розчинах напишіть електронно-йонні рівняння напівреакцій.
 $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{KClO}_3 \xrightarrow{t}$
 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$

$\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
 $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{KMnO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
 $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_3 + \text{KI} \rightarrow$

13.2. Задачі

1. Скільки мілілітрів 10 %-ного розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,11$ г/мл) потрібно для осадження всього мангану у вигляді $\text{Mn}(\text{OH})_2$ з 24 г $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$? Відповідь: 71,773 мл.
2. Крізь 18,94 г суспензії манган(II) гідроксиду пропускають повітря. При цьому Mn^{II} повністю перетворюється на Mn^{IV} . Розрахуйте об'єм (л, н. у.) повітря, що пройшло крізь реактор, якщо об'ємна частка кисню у повітрі дорівнює 20,95 %, а ступінь його участі в реакції становить 15,5 %. Відповідь: 73,4 л.
3. Змішують 20 мл 0,015 М розчину MnSO_4 , підкисленого сульфатною кислотою, і 40 мл 0,04 М розчину $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Визначте еквівалентну і молярну концентрації (моль/л) продукту, що містить манган, у кінцевому розчині. Відповідь: 0,005 моль/л, 0,025 екв/л.
4. Зразок піролюзиту масою 1 г, що містить інертні домішки, вносять у конц. хлоридну кислоту. Газ, що виділяється, повністю поглинається розчином надлишку калій йодиду, який забарвлюється в коричневий колір. Для повного знебарвлення розчину витрачають 200 мл 0,1 н розчину натрій тіосульфату. Розрахуйте масову частку (%) MnO_2 у вихідному мінералі. Відповідь: 87 %.
5. Розплавляли суміш надлишку калій нітрату з калій гідроксидом та внесли до неї 1,7388 г манган(IV) оксиду. Після закінчення реакції охолоджений плав розчинили у невеликій кількості води. Визначте молярну концентрацію (моль/л) сполуки мангану в кінцевому розчині об'ємом 20 мл. Цей розчин поділили на дві пробірки. В одну налили надлишок води, а в іншу – надлишок хлорної води. Явища, що відбуваються, опишіть рівняннями реакцій. Відповідь: 1 моль/л.

6. Для реакції калій перманганату з гідроген пероксидом в сірчанокиислому середовищі розрахуйте об'єм (л, н. у.) газу, що виділився, якщо прореагувало 0,036 моль окисника. Відповідь: 2,016 л.
7. У 31 мл 0,03 М розчину аргентум(І) перманганату, підкисленого нітратною кислотою, пропускають струм водню. На внутрішній поверхні колби утворюється срібне дзеркало, а розчин стає безбарвним. Визначте масу (г) осаду. Відповідь: 0,1 г.

13.3. Лабораторна робота. Сполуки Мангану

Дослід 1. Добування та властивості манган(ІІ) гідроксиду

Налийте до пробірки 2–3 мл розчину солі мангану(ІІ) та прилийте 1 мл розчину натрій гідроксиду. Який колір має утворений осад?

Розчин з осадом розлийте у чотири пробірки. Першу пробірку з осадом залиште стояти на повітрі. Відзначте зміни, що відбуваються з осадом через деякий час. Напишіть рівняння реакції.

До другої пробірки прилийте розбавлену сульфатну кислоту, а до третьої – розчин натрій гідроксиду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

У четвертій пробірці до осаду манган(ІІ) гідроксиду прилийте по 1 мл розчину натрій гідроксиду та бромної води. Нагрійте. Зміни, що спостерігаються, підтвердіть рівняння реакції.

– Які властивості має манган(ІІ) гідроксид?

Дослід 2. Відновні властивості солей Мангану(ІІ)

а) Реакція Крума

Внесіть до пробірки трохи плюмбум(ІV) оксиду, прилийте 1–2 мл концентрованої нітратної кислоти та одну краплину розбавленого розчину солі мангану(ІІ) та прокип'ятіть. Після відстоювання спостерігайте фіолетово-червоне забарвлення розчину, характерне для іонів MnO_4^- . Напишіть рівняння реакції.

б) До 2 мл розчину манган(ІІ) сульфату прилийте 1 мл розчину лугу і 2 мл 3 %-вого розчину гідроген пероксиду. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Чому не можна брати надлишок солі MnSO_4 ?

Дослід 3. Сполуки Мангану(ІV)

а) До двох пробірок насипте невелику кількість порошку манган(ІV) оксиду. До першої пробірки додайте 2–3 мл концентрованої сульфатної кислоти. Нагрійте пробірку, дотримуючись запобіжних заходів, та внесіть до неї тліючу скіпку. Що спостерігається? До другої пробірки прилийте 2–3 мл концентрованої

хлоридної кислоти, нагрійте пробірку. Який газ виділяється? Запишіть рівняння реакцій.

б) Помістіть до пробірки невелику кількість манган(IV) оксиду та прилийте 2–3 мл розбавленої сульфатної кислоти. Чи спостерігається розчинення осаду? Потім прилийте 1–2 мл розчину натрій сульфіту. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.

– Які властивості має манган(IV) оксид?

Дослід 4. Властивості калій перманганату

а) Термічне розкладання

Насипте до сухої пробірки 0,5–1 г калій перманганату та нагрійте. Визначте, який газ виділяється при розкладанні калій перманганату. Нагрійте пробірку до повного розкладання солі. Потім пробірку охолодіть та розчиніть утворені речовини в 1–2 мл дистильованої води. Який колір має розчин? Який продукт розкладання перманганату не розчиняється у воді? Запишіть рівняння реакції.

б) Окисні властивості

Налийте до трьох пробірок по 1–2 мл розбавленого розчину калій перманганату. До першої пробірки прилийте 2 мл розчину калій йодиду, до другої – 2 мл розчину калій сульфіту, до третьої – кілька краплин розбавленої сульфатної кислоти та 1–2 мл натрій сульфіду. Що спостерігається у кожній пробірці? Запишіть рівняння реакцій.

в) Вплив середовища на ступінь відновлення калій перманганату

Налийте до трьох пробірок по 1–2 мл розчину калій перманганату. До першої пробірки налейте кілька краплин розбавленої сульфатної кислоти, до другої – стільки ж води, до третьої – 1–2 мл концентрованого розчину калій гідроксиду. Потім до усіх три пробірок прилийте по 1–2 мл розчину калій сульфіту. Які зміни відбуваються у всіх пробірках? Запишіть рівняння реакцій.

– Як впливає реакція середовища на ступінь відновлення калій перманганату?

– Чому для підкислення розчинів KMnO_4 не використовують хлоридну кислоту?

14. ПІДГРУПА КУПРУМУ

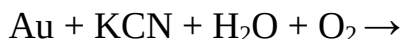
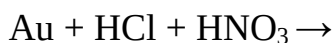
Мета роботи. Добування та вивчення основних хімічних властивостей міді та срібла та їхніх сполук. Дослідження комплексоутворюючих властивостей йонів купруму(II) та аргентуму(I).

При роботі слід пам'ятати про цінність срібла та його сполук, тому у дослідях з солями срібла необхідно застосовувати мінімальні порції реактивів, а після роботи всі залишки після реакцій зливати до спеціального посуду (для подальшої регенерації) та здавати лаборантові.

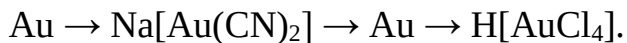
14.1. Контрольні питання

1. Які координаційні числа характерні для Купруму, Аргентуму та Ауруму у сполуках? Наведіть приклади.
2. Напишіть такі рівняння реакцій взаємодії міді: із киснем, із хлором, із конц. сульфатною та нітратною кислотами, з розб. нітратною кислотою, з аргентум нітратом.
3. У чому розчиняється купрум(II) гідроксид: у HCl, у воді, у KOH, у розчині аміаку? Напишіть рівняння можливих реакцій та вкажіть умови їхнього перебігу.
4. Напишіть йонні та молекулярні рівняння гідролізу хлориду, нітрату та сульфату купруму(II).
5. Закінчіть рівняння реакцій:
 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{AgBr} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{CuI} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{CuO} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Ag}_2\text{O} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{CuCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{конц.}) \rightarrow$
6. Назвіть розчинні та нерозчинні солі Аргентуму.
7. Для чого застосовується реакція «срібного дзеркала»? Відповідь супроводіть рівнянням реакції між формальдегідом та діаммінаргентум(I) нітратом у водному розчині.
8. Чому золото взаємодіє з чистим хлором лише при нагріванні, але легко розчиняється у хлорній воді?

9. Закінчіть рівняння реакцій, що супроводжуються переходом металу в розчин:



10. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



14.2. Задачі

1. Мідь на повітрі покривається зеленим нальотом купрум гідроксокарбонату. Чи змінюються в цих умовах срібло та золото? Визначте масу води та об'єм кисню (н. у.), що витрачаються на утворення купрум гідроксокарбонату кількістю 0,75 моль. Відповідь: 13,5 г, 16,8 л.
2. У якому співвідношенні (за масою) необхідно взяти дві порції міді, щоб при їхньому роздільному розчиненні в розведеній і концентрованій нітратній кислоті виділилася однакова кількість (моль) газу? Відповідь: 2 : 3.
3. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при дії розбавленої нітратної кислоти на мідь, добуту з 5 г купрум(II) оксиду? Відповідь: 0,93 л.
4. Залізну пластинку занурили у розчин купрум(II) сульфату. Через деякий час маса пластинки змінилася на 2,14 г. Розрахуйте масу (г), а також формульну та еквівалентну кількість речовини (моль), що виділилася на пластинці. Відповідь: 17,12 г, 0,2685 моль, 0,535 моль екв.
5. Визначте ступінь чистоти (%) малахітової руди, якщо для переведення Купруму з наважки руди масою 17,62 г у розчин витрачено 0,14 моль нітратної кислоти. Домішки з HNO_3 не реагують. Відповідь: 44,1 %.
6. Зразок сплаву срібла з міддю масою 0,05081 г обробили надлишком конц. нітратної кислоти до його повного переходу в розчин, а потім надлишком калій хлориду. Осад, що випав, промили, висушили і зважили. Його маса дорівнює 0,5907 г. Визначте масову частку (%) міді у сплаві. Відповідь: 12,5 %.
7. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при розчиненні 3,94 г золота у «царській горілці»? Відповідь: 448 мл.

14.3. Лабораторна робота. Прості речовини

Дослід 1. Окиснення міді киснем повітря

Нагрійте мідний дріт в полум'ї пальника. Складіть рівняння спостережуваної реакції.

Дослід 2. Відношення міді до кислот (тяга)

До невеликої кількості мідних стружок підлийте у окремих пробірках розбавлені та концентровані розчини кислот HBr , H_2SO_4 та HNO_3 . Спостерігайте явища, що відбуваються. Ті пробірки, в яких реакція не почалася, нагрійте (*обережно!*). Зверніть увагу на забарвлення розчинів. Визначте за характерним запахом та забарвленням газу, що виділяються внаслідок реакції,. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

- Чи з усіма кислотами взаємодіє мідь?
- Присутність якого йону зумовлює забарвлення водних розчинів солей купруму(II)?

Дослід 3. Утворення аргентум сульфід

Налийте до пробірки 2–3 мл сірководневої води, опустіть у воду срібний дріт. Що відбувається?

- Чому срібні вироби на повітрі чорніють?

14.4. Лабораторна робота. Сполуки Купруму(II) та Аргентуму(II)

Дослід 1. Взаємодія купрум(II) оксиду з кислотами

До двох пробірок помістіть по 1–2 мікрошпателі купрум(II) оксиду та підлийте 2 н розчини кислот: до однієї – бромідної, до іншої – сульфатної. Нагрійте та спостерігайте забарвлення розчинів у пробірках. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Добування та властивості купрум(II) гідроксиду

У пробірку злийте при перемішуванні приблизно по 2 мл розчинів CuSO_4 або будь-якої іншої розчинної солі Cu^{2+} та NaOH . Відзначте колір та характер осаду. Осад купрум(II) гідроксиду розділіть на чотири пробірки. Першу пробірку обережно нагрійте полум'ям пальника до кипіння. До другої пробірку підлийте концентрований (~30 %-вий) розчин натрій гідроксиду та нагрійте її, до третьої – розчин бромідної кислоти, до четвертої – концентрований водний розчин аміаку. Поясніть спостережувані явища. Складіть рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах.

- Які властивості має купрум(II) гідроксид?
- У вигляді якого йону перебуває купрум в аміачному розчині?

Дослід 3. Гідроліз солей Купруму(II)

а) Випробуйте індикаторним папірцем розчин сульфату та хлориду купруму(II). Яку реакцію має середовище? Напишіть рівняння реакцій гідролізу.

б) До розчину купрум(II) сульфату підлийте розчин натрій карбонату, нагрійте суміш. Які ознаки перебігу хімічної реакції спостерігаються? Напишіть

рівняння реакції взаємодії купрум(II) сульфату з натрій карбонатом за участю води у молекулярному та йонному вигляді.

– Чому додавання карбонат-йону підсилює гідроліз солі купруму(II)?

Дослід 4. Купрум(II) сульфід

До пробірки налейте розчин CuSO_4 та додайте розчин Na_2S . Що спостерігається? Відзначте колір осаду купрум(II) сульфід, що утворюється. Перевірте розчинність CuS у концентрованому розчині нітратної кислоти. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 5. Окисні властивості іона Cu^{2+}

До пробірки налейте розчин CuSO_4 та підлийте розчин калій йодиду. Що спостерігається? Як змінюється колір розчину? Відокремте частину розчину, розбавте його водою та додайте трохи крохмального клейстеру. Спостерігайте зміну забарвлення розчину. Реактивом на яку речовину є крохмаль? До розчину з осадом, що залишився, додайте кілька крапель розчину натрій тіосульфату для встановлення забарвлення осаду, яке маскує вільний йод, що виділився. До осаду CuI додайте надлишок розчину натрій тіосульфату для розчинення осаду. Складіть рівняння реакцій.

Дослід 6. Якісна реакція на Cu^{2+}

До розчину CuSO_4 додайте невелику кількість розчину калій гексаціаноферату(II). Виділяється осад купрум(II) гексаціаноферату(II). Випробуйте дію на осад сульфатної та хлоридної кислот, розчину натрій гідроксиду та водного розчину аміаку. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

Дослід 7. Утворення амінокомплексів Купруму(II)

До пробірки налейте сильно розбавлений розчин CuSO_4 , по краплях підлийте концентрований розчин аміаку до розчинення осаду основної солі, що утворився спочатку. Поясніть зміну забарвлення. До складу якого йону входять атоми купруму? Який колір має йон, що утворився? Напишіть рівняння реакцій добування основної солі та її взаємодії з розчином аміаку. Доведіть дослідним шляхом, що у розчині цієї солі є сульфат-йони.

– Складіть рівняння електролітичної дисоціації комплексного аміакату купруму(II), що утворився, та напишіть вираз константи нестійкості комплексного йону.

14.5. Сполуки Cu(I), Ag(I)

Дослід 1. Добування та властивості гідроксиду та оксиду купруму(I)

До розчину сульфату або хлориду купруму(II) підлийте надлишок розчину луку та глюкози. Суміш добре перемішайте і потім нагрійте. Поясніть утворення жовто-оранжевого осаду та його подальше перетворення при сильнішому нагріванні у червоний осад. Яку роль відіграє глюкоза в цій реакції? Складіть рівняння реакцій, маючи на увазі, що глюкоза $C_6H_{12}O_6$ перетворюється на глюконову кислоту $C_6H_{12}O_7$.

Випробуйте відношення добутого купрум(I) оксиду до розчинів кислот та аміаку. Для цього купрум(I) оксид помістіть до чотирьох пробірок. Речовину у першій пробірці обробіть при нагріванні концентрованою сульфатною кислотою. Спостерігайте явище, що відбувається. Що утворюється у розчині та в осаді?

До другої пробірки підлийте по краплях концентровану хлоридну кислоту до розчинення білого осаду, що з'являється. Який у нього склад? Поясніть розчинення осаду у надлишку цієї кислоти. Розчин збережіть для наступного досліді.

Купрум(I) оксид у третій та четвертій пробірках розчиніть у 25 %-ному розчині аміаку, одну з пробірок швидко щільно закрийте пробкою, іншу залиште відкритою, обидві сильно струсіть. Чи змінюється колір розчину? Поясніть спостережувані явища. Напишіть рівняння реакцій.

- Які висновки можна зробити про термічну стійкість та хімічний характер купрум(I) оксиду?

Дослід 2. Добування аргентум(I) оксиду

До пробірки внесіть 2–3 краплі розчину $AgNO_3$ та додайте в надлишку розчин $NaOH$ (або KOH). Спостерігайте утворення Ag_2O . Відзначте колір та характер осаду. Осад розділіть на чотири частини. Одну частину добутого Ag_2O помістіть до пробірки та випробуйте його відношення до нагрівання. Другу частину використовуйте для експериментального доказу основного характеру добутої сполуки. Третю частину осаду обробіть 25 %-вим розчином аміаку. Що відбувається? Напишіть рівняння реакцій.

- Який висновок можна зробити про стійкість аргентум гідроксиду?
- Яку кислоту слід брати для розчинення аргентум оксиду? Чому?

Дослід 3. Добування малорозчинних солей Аргентуму

а) До трьох пробірок внесіть по невеликій кількості розчину аргентум нітрату та додайте помалу розчинів: до першої – хлориду калію або натрію, до другої – калій броміду, до третьої – калій йодиду. Зверніть увагу на характер та колір добутих сполук. Частину осадів відокремте та випробуйте їхнє відношення

до HNO_3 . На частину осаду аргентум хлориду подійте розчином калій йодиду. Складіть рівняння спостережуваних процесів.

б) До чотирьох пробірок внесіть розчин аргентум нітрату. До першої пробірки додайте розчин натрій карбонату, до другої – калій хромату, до третьої – натрій гідрофосфату. До розчину у четвертій пробірці додайте розчин натрій сульфіді. Відзначте колір осадів, що випали. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

– Чому галогеніди аргентуму не розчиняються в нітратній кислоті?

Дослід 4. Добування комплексних сполук Аргентуму(I)

а) До трьох пробірок налейте по 3–4 краплі розчину AgNO_3 та додайте по декілька крапель хлоридної кислоти. Спостерігайте виділення білого осаду. До однієї пробірки підлийте водний розчин аміаку, до другої – розчин натрій сульфіді, до третьої – розчин натрій тіосульфату. Спостерігайте розчинення осаду.

Розчин, добутий при розчиненні осаду у водному розчині аміаку, розділіть на дві частини та випробуйте дію на цей розчин нітратної кислоти та розчину калій йодиду.

б) У двох пробірках добудьте бромід та йодид аргентуму. Випробуйте дію на них водного розчину аміаку. Чи в обох пробірках відбувається розчинення осаду? Випробуйте дію на AgBr та AgI розчинів калій йодиду, натрій сульфіді та натрій тіосульфату. Відзначте, що спостерігається.

Складіть рівняння реакцій. При записі рівнянь слід прийняти, що іони $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} монодентатні, а координаційне число іона Ag^+ дорівнює 2.

15. ПІДГРУПА ЦИНКУ

Мета роботи. Добування та ознайомлення з хімічними властивостями цинку, кадмію та ртуті та їхніх сполук.

Пари ртуті та всі її сполуки отруйні, тому при роботі зі ртуттю та її сполуками необхідно дотримуватися таких правил:

1. *Всі прилади та посуд, що містять ртуть, завжди слід ставити на особливу емальовану підставку (або піднос), зроблену із заліза, з високими бортами.*
2. *Досліди зі ртуттю необхідно вести під тягою на такій самій підставці.*
3. *Всі залишки ртуті та розчинів, що містять сполуки ртуті, не виливати в раковину, а зливати до спеціальних склянок та здавати лаборантові.*
4. *Після роботи зі ртуттю необхідно ретельно вимити руки з милом!*

15.1. Контрольні питання

1. Порівняйте відношення цинку, кадмію та ртуті до розведених та концентрованих кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. Охарактеризуйте хімічні властивості ртуті. Який фізіологічний вплив має ртуть?
3. Зіставте у ряді ZnO – CdO – HgO зміну термічної стійкості, основних властивостей, окисної здатності. Підтвердіть закономірності, що спостерігаються, рівняннями реакцій.
4. Напишіть рівняння реакцій, що перебігають: а) при сплавленні ZnO з KOH , б) при дії на ZnO водного розчину KOH .
5. У чому можна розчинити Zn(OH)_2 ? Складіть молекулярні та йонні рівняння відповідних реакцій.
6. У яких випадках відбудеться хімічне розчинення осаду Cd(OH)_2 , якщо до твердої речовини додають: а) йодидну кислоту (конц.); б) гідрат аміаку (конц.); в) калій гідроксид (розб.)? Напишіть рівняння можливих реакцій у молекулярній та йонній формі.
7. Як відбувається реакція при поступовому додаванні до розчину CdSO_4 розчину аміаку? Складіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.
8. Чи дають d-елементи II групи внутрішньоорбітальні комплекси? Квадратну або тетраедричну конфігурацію мають йони, в яких координаційне число цинку дорівнює 4, наприклад $[\text{Zn(OH)}_4]^{2-}$?

9. Як добути сполуки HgNH_2Cl та $\text{Hg}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$? Як їх називають і яку будову вони мають?
10. Напишіть рівняння таких реакцій:
- $$\text{Zn} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$$
- $$\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow$$
- $$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \text{ (надлишок)} \rightarrow$$
- $$\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

15.2. Задачі

- Зразок сплаву цинку з алюмінієм масою 0,156 г оброблений надлишком хлоридної кислоти. При цьому зібрано 144 мл газу при 20 °C і 99,3 кПа. Визначте масову частку (%) цинку у сплаві. Відповідь: 44,6 %.
- Який об'єм водню (н. у.) може виділитися при реакції з хлоридною кислотою цинку, добутого з 3 г ZnO ? Відповідь: 0,83 л.
- Визначте еквівалентну кількість (моль) цинку, що вступив у реакцію з надлишком натрій гідроксиду у водному розчині, якщо в результаті утворився прозорий розчин і виділилося 2,81 л (н. у.) газу. Відповідь: 0,25 екв.
- Визначте еквівалентну масу (г/моль) всіх окиснених і відновлених форм реакції між цинком і калій нітратом в сильнолужному середовищі при кип'ятінні. Розрахуйте також об'єм (л, н. у.) газу, що виділився, якщо в реакцію вступило 21,61 г цинку. Відповідь: Zn – 32,5 г/моль, KNO_3 – 12,625 г/моль, $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ – 105,5 г/моль, NH_3 – 2,125 г/моль, 1,86 л NH_3 .
- Який об'єм 96 %-ної сульфатної кислоти ($\rho = 1,84$ г/мл) потрібний для розчинення 1 кг кадмій оксиду? Відповідь: 434 мл.
- Яка маса ртуті прореагує із сіркою масою 6,4 г? Визначте масу меркурій сульфід, що утворюється при цьому. Відповідь: 40,2 г Hg , 46,6 г HgS .
- Яку масу сулеми можна перетворити у каломель дією 1,4 л SO_2 (н.у.)? Відповідь: 34 г.

15.3. Лабораторна робота. Прості речовини

Дослід 1. Порівняння відновної активності цинку, кадмію та ртуті у реакціях, що перебігають у водних розчинах

До пробірки, що містить розчин солі кадмію, внесіть 1 гранулу цинку, до другої пробірки, що містить розчин солі ртуті(II), – шматочок мідного дроту, зачищеного наждачним папером. Спостерігайте утворення на цинку губчастої маси кадмію та на мідному дроті – блискучого шару ртуті. Напишіть рівняння

реакцій, що перебігають. Зробіть висновок про відновну здатність цинку, кадмію та ртуті.

Дослід 2. Відношення цинку та кадмію до кислот (тяга)

До пробірок помістіть по шматочку гранульованого цинку та подійте окремо розбавленими та концентрованими розчинами кислот HBr , H_2SO_4 та HNO_3 . Повторіть те ж для кадмію. Спостерігайте явища, що відбуваються. Нагрійте ті пробірки, в яких на холоді не почалася реакція. Відзначте, який з металів енергійніше розчиняється у кислотах. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Відношення цинку до лугу

До пробірки внесіть невелику кількість цинкового пилу або стружок, підлийте концентрований розчин NaOH або KOH та обережно нагрійте. Спостерігайте виділення газу. Поясніть спостережуване явище. Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Відношення цинку до розчину аміаку (тяга)

До пробірки внесіть невелику кількість цинку та підлийте концентрований водний розчин аміаку. Спостерігайте розчинення цинку з виділенням водню. Складіть рівняння реакції, в результаті якої утворюється гідроксид тетраамінцинку.

Дослід 5. Відношення цинку до розчину амоній хлориду

До пробірки внесіть невелику кількість цинку та підлийте концентрований розчин хлориду амонію. Поясніть спостережуване явище. Напишіть рівняння реакції.

Дослід 6. Окиснення цинку калій перманганатом

До пробірки внесіть невелику кількість цинку та підлийте розчин перманганату калію, підкисленого сірчаною кислотою. Спостерігайте зміну забарвлення. (При нестачі сірчаної кислоти може виділятися білий осад гідроксиду цинку, а також бурий осад діоксиду мангану). Напишіть рівняння реакції.

15.4. Лабораторна робота. Сполуки Zn(II) , Cd(II) та Hg(II)

Дослід 1. Добування та властивості оксидів

а) Добування меркурій(II) оксиду

Налийте до пробірки 1 мл розчину меркурій(II) нітрату та додайте до нього при перемішуванні розчин натрій гідроксиду (1 моль/л) до повноти осадження меркурій(II) оксиду. Який колір має речовина, що виділилася? Що відбувається при нагріванні меркурій оксиду? Напишіть рівняння реакції у молекулярному та йонному вигляді.

- Чому внаслідок реакції солі ртуті(II) з лугом утворюється оксид, а не гідроксид ртуті(II)?

б) *Кисотно-основні властивості оксидів.*

Дослідіть відношення ZnO , CdO та HgO до води, розбавленої нітратної кислоти, концентрованою розчином лугу. Складіть рівняння реакцій. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості оксидів цинку, кадмію та ртуті(II).

Дослід 2. Добування та встановлення хімічної природи гідроксидів цинку та кадмію

До розчинів солей цинку та кадмію підлийте невелику кількість розчину натрій гідроксиду (1 моль/л). Спостерігайте осадження гідроксидів цинку(II) та кадмію(II). Відзначте колір та характер осадів. Кожен з осадів розділіть на дві частини та випробуйте відношення добутих гідроксидів до дії розбавленої бромідної кислоти та надлишку лугу. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі.

До суспензій гідроксидів цинку та кадмію в окремих пробірках підлийте спочатку кілька крапель розчину аміаку, а потім надлишок. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій. У двох пробірках добувайте осад гідроксидів цинку та кадмію. Додайте до них по краплях насичений розчин амоній хлориду до розчинення осадів. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

Дослід 3. Гідроліз солей цинку, кадмію та ртуті(II)

а) За допомогою універсального індикатора визначте рН розчинів розчинних солей цинку, кадмію та ртуті(II) нітрату. Поясніть спостережуване явище. Напишіть рівняння реакцій гідролізу у молекулярній та йонній формі.

- Які умови необхідні для утворення гідроксокадмат-комплексів?
- Які властивості виявляють гідроксиди цинку та кадмію?
- Відзначте відмінність у властивостях гідроксидів цинку та кадмію та напишіть рівняння реакцій їхньої дисоціації.
- За яких умов відбувається якнайповніше осадження гідроксидів цинку та кадмію?
- Поясніть причину розчинення гідроксидів цинку та кадмію у розчині хлориду амонію.

б) До гарячого розчину цинк хлориду опустіть шматочок цинку, заздалегідь очистивши його поверхню наждачним папером. Спостерігайте виділення водню. Поясніть механізм процесів, що відбуваються. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах.

Дослід 4. Добування та властивості меркурій(II) хлориду (сулеми)

До пробірки внесіть трохи розчину натрій хлориду, додайте удвічі більше розчину меркурій(II) нітрату тієї ж концентрації. Перевірте наявність у розчині йонів Cl^- , додавши до пробірки краплю розчину аргентум нітрату. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

- Який висновок можна зробити щодо іонізації сулеми? Як це пояснити?

Дослід 5. Сульфід цинку та кадмію (тяга)

До двох пробірок внесіть роздільно розчини солей цинку та кадмію та до кожної додайте розчин сульфід амонію або натрію. Відзначте колір та характер осадів, що випали. Випробуйте відношення добутих сульфідів цинку та кадмію до дії розбавлених бромідної та нітратної кислот на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

- Поясніть, чому сульфід цинку кадмію неоднаково відносяться до розбавлених кислот. Чи можна осаджувати ці сульфіді сірководнем?

Дослід 6. Меркурій(II) сульфід

До розчину меркурій(II) нітрату підлийте натрій сульфід. Що утворюється? Який колір має осад, що випав? Напишіть рівняння реакції.

- У чому можна розчинити меркурій сульфід?

Дослід 7. Якісна реакція на іон Cd^{2+}

Однією з якісних реакцій на іон Cd^{2+} є добування осаду кадмій фосфату додаванням натрій гідрофосфату до розчину солі кадмію. Добудьте цей осад та випробуйте його розчинність в оцтовій кислоті.

Дослід 8. Окисні властивості сполук меркурію(II)

До розчину HgCl_2 (сулеми) або меркурій(II) нітрату підлийте трохи розчину станум(II) хлориду, а потім надлишок його. Відбувається відновлення Hg^{2+} спочатку до Hg_2^{2+} , а потім і до металеві ртуті (через 1–2 хв після зливання розчинів). Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 9. Комплексні аміакати цинку та кадмію (тяга)

До розчинів сульфатів цинку та кадмію по краплях підлийте водний розчин аміаку. До добутих осадів додайте кілька крапель концентрованого водного розчину аміаку. Спостерігайте розчинення осадів. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді. До добутих розчинів амінокомплексів цинку та кадмію по краплях додайте розчин натрій сульфід. Спостерігайте осадження сульфідів цинку та кадмію.

- Напишіть рівняння електролітичної дисоціації комплексних аміакатів цинку та кадмію та вирази констант нестійкості комплексних йонів.

- Поясніть причину руйнування комплексних аміакатів цинку та кадмію при дії сульфідів, користуючись правилом, що визначає напрямок перебігу обмінних реакцій у розчинах електролітів.

Дослід 10. Комплексні сполуки меркурію(II)

а) Добування реактиву Несслера

До розчину меркурій(II) нітрату підлийте у надлишку розчин калій йодиду до повного розчинення осаду меркурій(II) йодиду, що випав спочатку. До добутого розчину додайте 1–2 мл концентрованого розчину лугу. Добутий реактив Несслера розділіть на 4 пробірки.

До реактиву Несслера у першій пробірці додайте одну краплю концентрованого розчину аміаку. Спостерігайте осадження йодиду основи Міллона. До другої пробірки додайте воду до випадіння осаду. Який це осад? До третьої пробірки додайте по краплях розчин натрій сульфідів до випадіння чорного осаду меркурій сульфідів. До четвертої пробірки додайте розчин аргентум нітрату. Відзначте колір осаду, що випав. Складіть рівняння всіх реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

- Напишіть рівняння іонізації комплексного йона реактиву Несслера та поясніть, чому додавання води (розбавлення розчину) приводить до руйнування комплексного йона.
- Поясніть утворення меркурій сульфідів з реактиву Несслера, користуючись правилом, що визначає напрямок перебігу обмінних реакцій у розчинах електролітів.
- Чому іон Ag^+ не руйнує комплексний йон реактиву Несслера?

б) Взаємодія солей меркурію(II) з розчином аміаку

До розчину меркурій(II) нітрату додайте 1 мл розчину аміаку. Що спостерігається? Відзначте колір осаду. Який склад він має? Напишіть рівняння реакції.

15.5. Лабораторна робота. Сполуки Меркурію(I)

Дослід 1. Меркурій(I) оксид

Налийте до пробірки 1–2 мл меркурій(I) нітрату та додайте 1 мл розчину натрій гідроксиду (1 моль/л). Що відбувається? Відзначте колір осаду, що утворився. Чи розчиняється добута речовина у нітратній кислоті? Напишіть рівняння реакцій.

- Чому внаслідок реакції меркурію(I) з лугом утворюється оксид, а не гідроксид меркурію?

Дослід 2. Гідроліз солі меркурію(I)

Помістіть кілька кристалів меркурій(I) нітрату до пробірки та підлийте 2 мл дистильованої води. Чому утворюється каламутний розчин? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 3. Добування та властивості меркурій(I) хлориду (каломелі)

До пробірки внесіть трохи розчину натрій хлориду, додайте удвічі більше розчину меркурій(I) нітрату тієї ж концентрації. Відзначте випадання осаду. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

Дослід 4. Окисні властивості сполук Hg_2^{2+}

На зачищену поверхню мідної пластинки нанесіть краплю розчину нітрату меркурію(I). Відзначте зміни, що відбуваються на поверхні міді під краплею. Через одну-две хвилини змочіть краплю водою, розгляньте пляму, потім протріть його шматочком вати або фільтрувального паперу. Відзначте колір осаду. Напишіть рівняння реакції.

Дослід 5. Диспропорціонування сполук меркурію(I)

До розчину меркурій(I) нітрату в окремих пробірках невеликими порціями підлийте розчини амоній сульфід, калій йодиду та натрій хлориду. Який склад мають осади, що випали? Складіть рівняння спостережуваних процесів.

Дослід 6. Взаємодія солей меркурію(I) з розчином аміаку

До розчину меркурій(I) нітрату додайте 1 мл розчину аміаку. Що спостерігається? Відзначте колір осаду. Який склад він має? Напишіть рівняння реакції.

16. СІМЕЙСТВО ФЕРУМУ

Мета роботи. Вивчення хімічних властивостей заліза, кобальту, нікелю та їхніх сполук. Визначення стійкості цих сполук залежно від ступеня окиснення металу.

16.1. Контрольні питання

1. Як відносяться елементи тріади Феруму до кисню повітря, води, кислот і розчинів лугів?
2. Де серед стандартних електродних потенціалів знаходяться залізо, кобальт і нікель? Як це визначає відношення металів до кислот? За яких умов та якими кислотами залізо пасивується? Поясніть це явище.
3. У чому подібність та відмінність заліза, кобальту та нікелю?
4. Які речовини утворюються при розчиненні заліза: а) у розведений сульфатній кислоті; б) у концентрованій сульфатній кислоті при нагріванні?
5. При нагріванні суміші оксидів нікелю(II) та феруму(III) утворюється нікель ферит. Напишіть рівняння цієї реакції. Складіть аналогічні рівняння для оксидів дво- та тривалентного феруму.
6. Напишіть рівняння реакцій взаємодії гідроксидів феруму(III), кобальту(III) та нікелю(III) із хлоридною та сульфатною кислотами.
7. Які з перелічених речовин реагуватимуть із ферум(II) сульфатом: а) сірководень, б) хлороводень, в) магній, г) олово, д) барій хлорид, е) натрій хлорид, ж) купрум(II) хлорид, з) калій перманганат у присутності сульфатної кислоти; і) натрій гідроксид? Напишіть рівняння можливих реакцій у молекулярній та йонній формах.
8. До розчину сірководню додали розчин FeCl_3 . Що при цьому відбувається? Складіть молекулярне та йонне рівняння реакції.
9. Які речовини утворюються при дії на розчин кобальт(II) нітрату спочатку невеликої кількості, а потім надлишку водного розчину аміаку? Напишіть рівняння реакцій.
10. Напишіть рівняння хімічних реакцій:
 $\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{NiSO}_4 + \text{NaOH} + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$
 $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 + \text{O}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$
 $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow$
 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 + \text{KCN} \rightarrow$

16.2. Задачі

1. 7 г заліза прореагувало з надлишком хлору. Добутий хлорид розчинили у 200 мл води. Обчисліть масову частку (%) солі в утвореному розчині. Відповідь: 9,22 %.
2. Який об'єм водню (н. у.) виділиться при взаємодії з хлоридною кислотою 20 г заліза, що містить 16 % нерозчинних в HCl домішок, і скільки грамів 30 % HCl для цього потрібно? Відповідь: 6,72 л, 73 г.
3. При відновленні воднем суміші оксидів феруму(II) та (III) масою 37 г добуто 28 г заліза. Розрахуйте масову частку кожного із оксидів у суміші. Відповідь: 73 % FeO, 27% Fe₂O₃.
4. Зразок залізовмісного мінералу масою 0,7108 г хімічно переведений у розчин в інертній атмосфері; увесь Ферум перебуває у вигляді йонів Fe²⁺. На титрування цього розчину витрачено 48 мл 0,1 н розчину калій перманганату. Визначте масову частку (%) Феруму у вихідному зразку. Відповідь: 37,82 %.
5. Визначте об'єм хлору (л, н. у.), необхідного для повного перебігу реакції з 125 мл 0,2 н розчину калій гексаціаноферату(II). Відповідь: 0,28 л.
6. До розчину, що містить сульфати феруму(II) та нікелю(II), додають надлишок натрій гідроксиду, а потім надлишок кальцій гіпохлориту. Осад, що утворився, промивають водою і обробляють конц. хлоридною кислотою до розчинення осаду. Виділяється 7,28 л (н. у.) газу. Визначте формульну кількість (моль) нікель(II) сульфату у вихідному розчині. Відповідь: 0,65 моль.
7. Для синтезу солі Фішера змішують 50 мл розчину кобальт(II) хлориду і достатню для повної реакції кількість калій нітриту в оцтовокислом середовищі. Весь Кобальт перетворюється на осад продукту масою 2,2613 г. Визначте молярну концентрацію (моль/л) солі кобальту(II) у її вихідному розчині. Відповідь: 0,1 моль/л.

16.3. Лабораторна робота. Залізо

Дослід 1. Дія кислот на залізо

До невеликої кількості залізних ошурок або стружки в окремих пробірках додайте розбавлені та концентровані розчини HBr, H₂SO₄, HNO₃. Ті пробірки, в яких на холоді реакція не йде, нагрійте. Спостерігайте явища, що відбуваються. Напишіть рівняння реакцій.

– Поясніть, чому в деяких дослідах реакція йде лише при нагріванні.

Дослід 2. Корозія оцинкованого та лудженого заліза

Дві залізні дроти (можна узяти скріпки) очистіть наждачним папером. До однієї з них прикріпіть тоненький шматочок олова, а до іншої – цинку. Дроти опустіть до пробірок з водою, підкисленою кількома краплями сульфатної кислоти. До обох пробірок підлийте по дві краплі $K_3[Fe(CN)_6]$. Вкажіть, у якій пробірці синє забарвлення з'являється раніше та чим це зумовлено.

16.4. Лабораторна робота. Сполуки Феруму(II)

У солях феруму(II) внаслідок часткового окиснення на повітрі завжди присутній ферум(III). Тому у всіх дослідах по вивченню властивостей феруму(II) слід брати найстійкішу подвійну кристалічну сіль Мора $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$. У рівняннях реакцій замість формули солі Мора можна користуватися формулою ферум(II) сульфату, оскільки подвійна сіль Мора практично повністю дисоціює при розчиненні у воді на всі йони, з яких вона складається.

Дослід 1. Ферум(II) гідроксид та його властивості

а) До стакану налийте розчин ферум(II) сульфату та додайте розчин NaOH. Добутий осад розділіть на три пробірки. Одну пробірку залиште на повітрі, до другої додайте 3 %-ний розчин гідроген пероксиду, до третьої – бромну воду. Складіть рівняння здійснених реакцій.

б) До стакану налийте розчин ферум(II) сульфату та додайте розчин NaOH. Випробуйте відношення $Fe(OH)_2$ до розбавленого розчину HCl та надлишку розчину їдкого лугу. Напишіть рівняння реакції.

– Які властивості має ферум(II) гідроксид?

Дослід 2. Гідроліз солей феруму(II)

Розчин ферум(II) сульфату випробуйте універсальним індикатором. Напишіть рівняння реакції гідролізу у молекулярному та йонному вигляді. Підлийте розчин натрій карбонату. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції у молекулярній та йонній формах та поясніть одержані результати.

– Як можна підсилити гідроліз солі?

Дослід 3. Відновні властивості сполук феруму(II)

а) Налийте до чотирьох пробірок по 2–3 мл розчину ферум(II) сульфату, до кожної з них підлийте розбавлений розчин сульфатної кислоти. До першої пробірки підлийте трохи концентрованої нітратної кислоти та нагрійте до кипіння, до другої – бромну воду, до третьої – розчин $KMnO_4$ та до четвертої – розчин $K_2Cr_2O_7$. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій.

б) Приготуйте у двох пробірках розчин солі феруму(II). До однієї з них додайте розчин аргентум нітрату та злегка нагрійте невеликим полум'ям

пальника, не доводячи рідину до кипіння. Охолодивши пробірку, додайте до неї та до контрольної пробірки по краплі розчину тіоціанату калію або амонію. В якій пробірці спостерігається забарвлення та чому? Запишіть рівняння реакції відновлення аргентум нітрату сіллю феруму(II).

- На який процес вказує поява на внутрішніх стінках пробірки срібного дзеркала?

16.5. Лабораторна робота. Сполуки Феруму(III)

Дослід 1. Ферум(III) гідроксид

До двох пробірок внесіть по невеликій кількості розчину солі феруму(III). Додайте до кожної пробірки трохи розчину гідроксиду калію (натрію). Відзначте вигляд та колір осаду, що утворюється. До однієї пробірки внесіть трохи розчину бромідної кислоти, до другої – концентрований розчин лугу та тривалий час нагрівайте. В якій пробірці відбувається розчинення осаду?

Напишіть рівняння всіх реакцій.

- Які властивості має $\text{Fe}(\text{OH})_3$? Який з гідроксидів – феруму(II) або феруму(III) – має сильніші основні властивості та чим це можна пояснити?

Дослід 2. Гідроліз солей феруму(III)

а) Трохи кристалів ферум(III) хлориду розчиніть у воді. Відзначте забарвлення розчину та визначте його рН. Розчин розділіть на три пробірки. До першої підлийте розбавленої сульфатної кислоти, до другої – розчин лугу, третю нагрійте. Складіть рівняння реакцій гідролізу у молекулярному та йонному вигляді. Добутий раніше натрій ферит розчиніть у кількох краплях води. Спостерігайте утворення ферум(III)гідроксиду.

- Як впливає нагрівання на ступінь гідролізу солі?
- Які солі ферум(III) (катионні або аніонні) стійкіші у розчині?

б) До двох пробірок налийте по 2–3 мл розчину ферум(III)хлориду. До однієї з них додайте кілька крапель концентрованої HCl . Відзначте зміну кольору розчину. Розчин ферум(III) хлориду у другій пробірці розбавте водою та нагрійте до кипіння. Як змінюється колір розчину? Поясніть результати цих дослідів.

в) До розчину ферум(III) хлориду підлийте розчин натрій карбонату. Що відбувається? Який склад має осад, що утворився? Складіть рівняння утворення та гідролізу ферум(III) карбонату.

- Як можна довести, що добутий осад не є сіллю карбонатної кислоти?
- Вкажіть, які солі – $\text{Fe}(\text{II})$ або $\text{Fe}(\text{III})$ – сильніше піддаються гідролізу, та поясніть чому.

Дослід 3. Окисні властивості сполук Феруму(III)

а) До розчину FeCl_3 підлийте розчин натрій сульфід. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

б) До розчину FeCl_3 підлийте розчин KI . Поясніть зміну кольору розчину, що відбувається. Напишіть рівняння реакції.

в) До пробірки внесіть розчин FeCl_3 та додайте кілька кристалів натрій сульфід. Спочатку утворюється малостійкий ферум(III) сульфід, внаслідок чого розчин забарвлюється у буро-червоний колір, але при нагріванні забарвлення зникає. Напишіть рівняння реакції.

г) До пробірки внесіть трохи розчину FeCl_3 , киньте у розчин шматочок цинку. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Використання червоної кров'яної солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ та жовтої кров'яної солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у хімічному аналізі. Якісні реакції на йони Fe^{2+} та Fe^{3+}

а) До свіжодобутого розчину FeSO_4 підлийте в окремих пробірках розчини $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ та $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Відзначте, в якому випадку відбулася зміна забарвлення. Складіть рівняння реакцій.

б) До розчину солі феруму(III) підлийте в окремих пробірках розчини $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ та $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Відзначте, в якому випадку відбулася зміна забарвлення. Поясніть дослід.

16.6. Лабораторна робота. Сполуки феруму(VI)

Дослід 1. Добування фератів (груповий дослід, тяга)

Помістіть до пробірки трохи подрібненого гідроксиду калію або натрію (що не містить карбонату), додайте до нього 2–5 крапель розчину FeCl_3 та 2–3 краплі бром. та обережно нагрійте. Відзначте колір калій ферату, що утворився.

Напишіть рівняння реакції. До добутої суміші підлийте воду та розділіть розчин на три пробірки.

Дослід 2. Властивості фератів

а) До розчину калій ферату додайте розчин BaCl_2 . Що відбувається? Відзначте колір речовини, що утворилася. Напишіть рівняння реакції.

б) До розчину калій ферату додайте розбавлений розчин H_2SO_4 . Що відбувається? Який виділяється газ та яка сполука феруму знаходиться в розчині? Напишіть рівняння реакції.

в) До розчину калій ферату додайте розчин амоній сульфід. Які зміни відбуваються? Напишіть рівняння реакції.

– Поясніть спостережувані явища.

- В якому середовищі стійкі ферати? Які властивості вони виявляють в окисно-відновних реакціях?

16.7. Лабораторна робота. Кобальт. Нікель

Дослід 1. Дія кислот на кобальт та нікель

До невеликої кількості кобальтових стружок підлийте у окремих пробірках розбавлені та концентровані розчини кислот HBr та HNO_3 . Що спостерігається при нагріванні розчинів? Відзначте колір розчинів, що утворюються. Напишіть рівняння реакцій. Проведіть аналогічні дослід з нікелевою стружкою. Відзначте колір добутих розчинів та напишіть рівняння реакцій.

16.8. Лабораторна робота. Сполуки Co(II) , Ni(II)

Дослід 1. Кобальт(II) гідроксид

а) До стакану налейте розчин CoCl_2 та додайте трохи розчину натрій гідроксиду. Спостерігайте виділення осаду. Відзначте зміну забарвлення осаду при додаванні надлишку лугу та нагріванні. Випробуйте стійкість Co(OH)_2 до окиснення на повітрі. Чи швидко відбувається реакція при дії кисню повітря? Напишіть рівняння реакцій.

б) Випробуйте, чи розчиняється кобальт(II) гідроксид у розбавлених розчинах кислот та у надлишку концентрованого розчину лугу. Напишіть рівняння реакцій.

- Які властивості має кобальт(II) гідроксид?

Дослід 2. Нікель(II) гідроксид

До хімічного стакану внесіть розчин солі нікелю(II) та додайте по краплях розчин лугу до утворення осаду нікель(II) гідроксиду та прокип'ятіть розчин з осадом. Розділіть осад на 5 пробірок. Випробуйте відношення осаду до розбавлених кислот та надлишку лугу, аміачної води, 3 %-ного розчину гідроген пероксиду, бромної води (під тягою). Чи змінюється забарвлення осаду? Напишіть рівняння реакцій.

- Які властивості має нікель(II) гідроксид?
- На основі дослідів, проведених раніше, зробіть висновок про характер зміни відновної активності у ряді $\text{Fe(OH)}_2 - \text{Co(OH)}_2 - \text{Ni(OH)}_2$.

Дослід 3. Гідроліз солей кобальту(II) та нікелю(II)

Використовуючи універсальний індикаторний папір, визначте рН розчинів солей кобальту(II) та нікелю(II). Напишіть рівняння реакцій гідролізу в йонній та молекулярній формах.

16.9. Лабораторна робота. Сполуки Co(III), Ni(III)

Дослід 1. Добування кобальт(III) оксиду та його властивості (тяга)

а) Кілька кристалів кобальт(II) нітрату нагрійте обережно на кришці від тиглю до припинення виділення газів (яких?). Відзначте колір кобальт(III) оксиду. Напишіть рівняння реакції.

б) Невелику порцію добутого кобальт(III) оксиду охолодіть, помістіть до пробірки, додайте трохи концентрованої HCl та нагрійте. Який виділяється газ? (Обережно, він отруйний!). Відзначте колір добутого розчину. Напишіть рівняння реакції.

– Які властивості виявляє кобальт(III) оксид в цій реакції?

Дослід 2. Добування кобальт(III) гідроксиду (тяга)

а) До двох пробірок підлийте розчин CoCl_2 , додайте концентрований розчин натрій гідроксиду та потім підлийте до однієї пробірки трохи концентрованого розчину H_2O_2 , до іншої – бромної води. Що утворюється? Відзначте колір кобальт(III) гідроксиду, що утворюється. Складіть рівняння реакції.

б) З добутого осаду по можливості повно злийте рідину, потім до осаду підлийте концентровану HCl та нагрійте. Який виділяється газ? До добутого розчину підлийте трохи води. Поясніть зміну кольору розчину. Напишіть рівняння реакції.

– Які властивості виявляє у цій реакції кобальт(III)гідроксид?

Дослід 3. Нікель(III) гідроксид (тяга)

а) До 1–2 мл розчину NiCl_2 підлийте розчин NaOH, а потім 4-5 мл бромної води. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

б) З добутого осаду по можливості повно злийте рідину, потім додайте до нього концентрованої HCl та нагрійте. Який виділяється газ? Напишіть рівняння реакції.

– Які властивості у цій реакції виявляє нікель(III) гідроксид?

Дослід 4. Окисні властивості сполук Co(III)

а) На $\text{Co}(\text{OH})_3$ у пробірці подійте розбавленою сульфатною кислотою і потім концентрованим розчином NaNO_2 . Складіть рівняння реакції.

б) На $\text{Co}(\text{OH})_3$ у пробірці подійте концентрованою хлоридною кислотою. Складіть рівняння реакції.

Дослід 5. Калій гексанітрітокобальтат(III)

До насиченого розчину солі кобальту(II) підлийте трохи оцтової кислоти та надлишок кристалічного калій нітриту. Суміш підігрійте. Який газ виділяється при цьому? Що випадає в осад? Відзначте його колір. Напишіть рівняння реакції.

– Які властивості в реакції виявляє KNO_2 ?

Список літератури

1. Загальна та неорганічна хімія / О. М. Степаненко та ін. : у 2 част. Київ : Пед. преса, 2000. Част. II. 784 с.
2. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М. Загальна хімія. Київ : Вища шк., 1991. 431 с.
3. Сейфулліна І. І., Марцинко О. Е. Неорганічна хімія. Хімія s-, p- та d-елементів, їх роль у природі та біологічних процесах. Одеса : ОНУ, 2015. 256 с.
4. Яворський В. Т. Неорганічна хімія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. 324 с.
5. Кокшарова Т. В. Хімія перехідних елементів : курс лекцій для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної та заочної форм навчання. Одеса : Астропринт, 2021. 92 с.
6. Кокшарова Т.В. Лекції з неорганічної хімії (Хімія елементів). Електронний варіант. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/9712>
7. Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry. Fifth Edition / P. W. Atkins et al. Oxford : Oxford University Press, 2010. 861 p.
https://docs.google.com/file/d/0Bx-8YQWYX4EKRU9UR1Y0LUNMcHM/edit?resourcekey=0-CrJqcKQPn69x_IoohjfGBQ
8. Greenwood N. N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. 2nd edition. Butterworth-Heinemann, 1997. 1340 p.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780750633659/chemistry-of-the-elements?via=ihub=; doi.org/10.1016/C2009-0-30414-6>.
9. Загальна та неорганічна хімія. Лабораторний практикум: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти фарм. навч. закладів і фармацевт. фак. мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації, які навчаються за спец. 226 Фармація, промислова фармація / Є. Я. Левітін, Л. Ю. Клименко, І. О. Ведерникова, Антоненко О. В., Коваль А. О., Криськів О. С., Ковальська О. В., Чан Т. М., Цапко Є. О.; за ред. Є. Я. Левітіна. – Х., 2020. – 130 с.

Навчальне видання

Кокшарова Тетяна Володимирівна

Кіосе Тетяна Олександрівна

Раскола Людмила Анатоліївна

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 102 «Хімія»

Електронне видання мережевого використання

В авторській редакції

Затвердж. авт. 18.07.2024. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним забезпеченням
для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1,4 МБ. Зам. № 2873.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Університетська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua