

Східноєвропейський національний університет імені Лесі
Українки
Хімічний факультет
Кафедра неорганічної і фізичної хімії

О. М. Строк, І. І. Мазурець

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Частина II

Методичні вказівки до лабораторних занять

Луцьк – 2018

УДК 546(072)
ББК 24.1я73-9
М 54

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 5 від 21.02. 2018 р.)*

Рецензенти:

Марушко Л. П., кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та біоорганічної хімії Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

Шемет В. Я., кандидат хімічних наук, доцент кафедри матеріалознавства та пластичного формування конструкцій машинобудування Луцького національного технічного університету.

О. М. Строк, І. І. Мазурець

М 54 **Неорганічна хімія:** Методичні вказівки до лабораторних занять для студ. спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, освітньої програми «Хімія». Частина II. Видання третє, перероблене, доповнене. / Укладачі: Оксана Мар'янівна Строк, Ірина Іванівна Мазурець. – Луцьк: П “Зоря–плюс” ВОО ВОІ СОІУ, 2018. – 48 с.

Навчально–методичне видання містить тематичний план лабораторного практикуму, перелік питань та задач до кожної теми, детальний опис виконання лабораторного експерименту до кожного заняття, список рекомендованої літератури. Видання третє, перероблене, доповнене.

Для студентів I курсу спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, освітньої програми «Хімія»; викладачів та лаборантів, які проводять лабораторні заняття.

УДК 546(072)
ББК 24.1я73-9
© Строк О. М., Мазурець І. І., 2018

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
План проходження лабораторного практикуму	4
<i>Лабораторна робота № 1. Гідроген. Галогени. Гідроген галогеніди</i>	5
<i>Лабораторна робота № 2. Оксигеновмісні сполуки галогенів. Елементи підгрупи Мангану</i>	8
<i>Лабораторна робота № 3. Оксиген, Сульфур та їх сполуки</i>	11
<i>Лабораторна робота № 4. Елементи підгруп Селену та Хрому</i>	15
<i>Лабораторна робота № 5. Нітроген, Фосфор та їх сполуки</i>	19
<i>Лабораторна робота № 6. Елементи підгруп Арсену та Ванадію</i>	23
<i>Лабораторна робота № 7. Карбон, Силіцій та їх сполуки</i>	26
<i>Лабораторна робота № 8. Елементи підгруп Германію та Титану</i>	30
<i>Лабораторна робота № 9. Елементи III групи та їх сполуки</i>	33
<i>Лабораторна робота № 10. Елементи II групи та їх сполуки</i>	37
<i>Лабораторна робота № 11. Елементи I групи та їх сполуки</i>	41
<i>Лабораторна робота № 12. Елементи VIII групи та їх сполуки</i>	45
Список рекомендованої літератури	48

Пояснювальна записка

Навчальна дисципліна «Неорганічна хімія» читається студентам галузей знань – 10 «Природничі науки» та 01 «Освіта», спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 «Хімія», освітньої програми «Хімія» протягом I-го року навчання в двох семестрах. Згідно з навчальним планом у II-му семестрі на вивчення дисципліни відводиться 120 аудиторних годин – 48 лекційних та 72 лабораторних.

Дане навчально-методичне видання стосується другої частини дисципліни «Неорганічна хімія», а саме «Хімії елементів та їх сполук».

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу „Неорганічна хімія”, частина II, містять методику експериментального виконання 12 лабораторних робіт, матеріали для самостійної індивідуальної роботи студентів і самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу. До кожної теми лабораторної роботи пропонується 15 теоретичних питань та 15 розрахункових задач, які студент зобов'язаний опрацювати та виконати самостійно. За час, що відводиться на виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно виконати експеримент, оформити роботу у спеціальному журналі та здати виконану і оформлену роботу викладачу.

План проходження лабораторного практикуму

№ л.р.	Тема	Год
1	Гідроген. Галогени. Гідроген галогеніди	6
2	Оксигеновмісні сполуки галогенів. Елементи підгрупи Мангану	6
3	Оксиген, Сульфур та їх сполуки	6
4	Елементи підгруп Селену та Хрому	6
Модульна контрольна робота № 1		
5	Нітроген, Фосфор та їх сполуки	6
6	Елементи підгруп Арсену та Ванадію	6
7	Карбон, Силіцій та їх сполуки	6
8	Елементи підгруп Германію та Титану	6
9	Елементи III групи та їх сполуки	6
Модульна контрольна робота № 2		
10	Елементи II групи та їх сполуки	6
11	Елементи I групи та їх сполуки	6
12	Елементи VIII групи та їх сполуки	6
Модульна контрольна робота № 3		

Лабораторна робота № 1

Гідроген. Галогени. Гідроген галогеніди

Питання для підготовки

1. Загальні закономірності s - і p -елементів. 2. Внутрішня та вторинна періодичність властивостей елементів періодичної системи. 3. Загальна характеристика Гідрогену. Положення у Періодичній системі. 4. Знаходження у природі. Добування водню у промисловості та в лабораторії. 5. Прості речовини, які утворює Гідроген. Фізичні та хімічні властивості водню. 6. Зміна типу хімічного зв'язку у сполуках Гідрогену по періоду для елементів II і III періодів. Гідриди металів. 7. Вода як найпоширеніша сполука Гідрогену. Фізичні та хімічні властивості води. 8. Галогени. Загальна характеристика елементів. 9. Лабораторні та промислові способи одержання галогенів. 10. Фізичні властивості галогенів. Окисні властивості галогенів. 11. Відношення галогенів до металів та неметалів. 12. Відношення галогенів до води, лугів та кислот. 13. Гідроген галогеніди. Одержання, хімічні властивості. 14. Як змінюються окисно-відновні властивості та сила кислот у ряді $\text{HF}-\text{HCl}-\text{HBr}-\text{HI}$? Які з галогеноводневих кислот можуть вступати у реакцію з концентрованою сульфатною кислотою (з виділенням вільного галогену і сульфур диоксиду)? Чому? 15. Фізичні та хімічні особливості плавикової кислоти. Чому плавикову кислоту не можна зберігати у скляному посуді?

Задачі для самостійного розв'язування

1. Змішали 5 л водню та 3 л кисню (н.у.), суміш стиснули до об'єму 2 л при тій же температурі та підпалили. Як відносяться тиски в посудині до вибуху та після нього (продукти приведено до початкової температури)?

2. Наважку металічного цинку (з домішкою цинк оксиду) масою 5 г обробили хлоридною кислотою, отримавши 1,689 л газу, зібраного в бюретці над водою при температурі в кімнаті 18°C і тиску 750 мм Hg. Знайти вміст цинк оксиду у зразку. ($P_{\text{H}_2\text{O}} = 15,477$ мм. рт. ст.)

3. У процесі синтезу амоніаку тиск у реакторі впав на 10 %. Знайти склад отриманої після реакції газової суміші (в об.%), якщо у початковій суміші вміст азоту і водню відповідав стехіометричному співвідношенню.

4. На спалювання 5 л суміші водню та метану витрачено 8,5 л кисню. Знайти об'ємне співвідношення газів у вихідній суміші.

5. У природних водах вміст дейтерію (^2D) складає приблизно 0,015 % (ат.), решта – протій (^1H). Скільки моль води складу $^1\text{H}_2\text{O}$ припадає на один моль ізотопно-змішаної води $^2\text{D}^1\text{HO}$ (утворенням $^2\text{D}_2\text{O}$ та інших молекул знехтувати).

6. Невідомий двовалентний метал масою 7,95 г взаємодіє з концентрованою сульфатною кислотою. При цьому виділяється такий же об'єм газу, як і при взаємодії 3 г магнію з хлоридною кислотою. Який це метал?

7. Знайти ізотопний склад хлору (в ат.%), якщо в природі існують лише ^{35}Cl і ^{37}Cl , а середня атомна маса хлору становить 35,471.

8. У 100 г води при 20°C розчиняється 3,6 г бромиду (утворенням кислот при цьому знехтувати). Скільки грамів бромної води потрібно для окиснення 7,6 г феруму (II) сульфату у середовищі сульфатної кислоти?

9. На приготування 20 л хлорної води витрачено 0,448 л (н.у.) хлору, який повністю перейшов у розчин. Знайти рН отриманої хлорної води, якщо ступінь дисмутації хлору становить 48,5 % (об.).

10. Через розчин, що містить 2 г суміші NaCl і NaI в 100 г води, пропустили 1 л газоподібного хлору. Отриманий розчин випарили і прожарили, отримавши 1,78 г осаду. Знайти масові частки (%) солей у вихідному розчині.

11. Суміш водню та хлору об'ємом 12 л опромінили розсіяним світлом. В утвореній суміші містилось 30 % хлороводню, а вміст хлору знизився до 20 % від початкової кількості речовини. Знайти склад вихідної та кінцевої сумішей (об. %).

12. До розчину, що містить 1,6 г калій броміду, добавили 5 г технічного бромиду з домішкою хлору. Після випарювання та прожарювання суміші отримано 1,155 г твердого залишку. Знайти масову частку (%) хлору у препараті бромиду.

13. Обчислити рівноважні концентрації водню та іоду, якщо відомо, що їх початкові концентрації склали 0,02 М, а рівноважна концентрація HI – 0,03 М. Знайти константу рівноваги для цього процесу.

14. Масова частка Хлору у хлориді металічного елемента становить 38,71 %. Питома теплоємність металу дорівнює 0,231 Дж/(г·К). Визначити відносну атомну масу елемента.

15. Газоподібна сполука Фосфору та Гідрогену масою 28,28 г займає об'єм 20 л за температури 25°C та тиску 103 кПа. Визначити молекулярну формулу речовини та вказати її назву.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Добування водню взаємодією цинку з хлоридною кислотою

У термостійку пробірку налити 3-4 мл концентрованої хлоридної кислоти та кинути гранулу цинку. Закрити пробірку корком з газовідвідною трубкою, спостерігати за протіканням реакції. Через 30 секунд після початку реакції можна перевірити водень, що виділяється, на чистоту. Для цього наповнити суху пробірку, зважаючи на те, що густина водню є меншою від густини повітря, і закрити отвір пальцем. Піднести пробірку до пальника, відкрити отвір і підпалити водень. Чистий водень горить блідо-блакитним полум'ям із глухим, слабким звуком.

Дослід 2. Відновлення феруму (III) хлориду воднем

Налити у пробірку 2-3 краплі розчину феруму (III) хлориду і таку саму кількість 2 н розчину сульфатної кислоти, додати декілька крапель калій тіоціанату і спостерігати за появою червоного забарвлення, що свідчить про наявність іонів Fe³⁺. Розлити розчин у дві пробірки і помістити в одну з них гранулу цинку, а в другу пропустити водень, одержаний у I-му досліді, зануривши у розчин кінець газовідвідної трубки. В якій з пробірок

забарвлення зникає швидше? Чому? Довести наявність у двох пробірках тіоціанат-аніонів, додавши по декілька крапель розчину ферум (III) хлориду.

Дослід 3. Реакція виявлення гідроген пероксиду

Налити у пробірку декілька крапель розчину калій іодиду, додати декілька крапель 2 н розчину сульфатної кислоти і розчину крохмалю, а потім – 3% розчину гідроген пероксиду. Спостерігати посиніння розчину, зумовлене утворенням нестійкої сполуки крохмалю з вільним іодом.

Дослід 4. Добування хлору. (Під тягою!) (Демонстраційний)

Зібрати прилад. Для цього колбу В'юрца з газовідвідною трубкою закрити гумовим корком, у який вставлена ділительна лійка. Відкрити корок і внести у колбу невелику кількість кристалічного калій перманганату. Закрити колбу корком із ділительною лійкою і, закривши кран, влити у неї декілька мілілітрів концентрованої хлоридної кислоти, кінець газовідвідної трубки опустити в склянку з водою. Відкрити кран і додавати по краплях хлоридну кислоту до калій перманганату. Спостерігати виділення хлору, відзначити його забарвлення. Пропускати газ через воду 3-5 хвилин. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що калій перманганат переходить у манган (II) хлорид. Вказати окисник та відновник. Довести наявність кислого середовища у склянці, в яку пропускали хлор, за допомогою індикаторного паперу.

Дослід 5. Добування бром та іоду

У дві пробірки внести: в одну – 2-3 кристалики натрій броміду і декілька кристаликів манган (IV) оксиду, а в другу таку ж кількість калій іодиду з манган (IV) оксидом. У кожен пробірку додати по 2-3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що манган (IV) оксид переходить у манган (II) сульфат.

Примітка. У зв'язку з токсичністю галогенів у пробірки із залишками реагентів внести по декілька крапель розчину натрій тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ і відразу ж їх вимити.

Дослід 6. Розчинність бром та іоду в органічних розчинниках

У дві пробірки внести по декілька крапель бромної та іодної води. Додати у кожен пробірку по 5-6 крапель органічного розчинника. Розчини струнути. Відмітити забарвлення шарів у пробірках (органічний розчинник екстрагує бром і іод з водного розчину). Які галогени можна виявити цим дослідом?

Дослід 7. Добування хлороводню. (Демонстраційний)

Зібрати прилад. Для цього закріпити мікроколбочку у штативі, закрити її корком із газовідвідною трубкою. Кінець газовідвідної трубки (з корком) опустити у пробірку, закріплену у цьому ж штативі. Вийняти корок з колбочки, насипати в неї невелику кількість сухого натрій хлориду, додати декілька мілілітрів 70%-ної сульфатної кислоти і швидко закрити колбочку корком. При цьому пробірка, в яку поступає газ, не повинна бути закрита корком. Пробірку наповнювати газом 2-3 хвилини. Хлороводень, що виділяється, помітно димить на повітрі. Що являє собою білий дим?

Наповнивши пробірку хлороводнем, закрити її корком і від'єднати гумову трубку від капіляра, опущеного в пробірку. Швидко закрити вказівним пальцем отвір капіляра і, перевернувши пробірку догори дном опустити кінець капіляра у кристалізатор з водою, у яку попередньо додати декілька крапель розчину лакмусу. Відкрити під водою капіляр і спостерігати швидке заповнення пробірки водою внаслідок розчинення газу. Відзначити зміну забарвлення лакмусу.

Описати спостережувані явища. Написати рівняння реакції добування хлороводню. Пояснити зміну забарвлення лакмусу. Чи відновлює HCl сульфатну кислоту?

Дослід 8. Порівняння відновних властивостей галогенідів на прикладі реакції з калій дихроматом

У три пробірки внести по декілька крапель розчину калій дихромату і підкислити розчин у кожній пробірці декількома краплями 2 н розчину сульфатної кислоти. Додати у пробірки по декілька крапель таких реактивів: у першу – розчину калій іодиду, у другу – розчину натрій броміду, у третю – розчину натрій хлориду. Розчини струсити. У якому випадку відновлення калій дихромату не відбулося? Чому?

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що калій дихромат, відновлюючись, переходить у хром (III) сульфат. Як змінювався при цьому ступінь окиснення відповідних галогенів? Що при цьому спостерігалось?

Дослід 9. Окиснення бромід- і іодид іонів хлором і бромом в присутності органічного розчинника

В одну пробірку внести 3-5 крапель розчину натрій броміду, а у дві інші – по 3-5 крапель розчину калій іодиду. У всі три пробірки додати 2-3 краплі органічного розчинника. У пробірки з розчинами броміду та іодиду внести по 3-4 краплі хлорної води, а в останню пробірку з розчином іодиду – стільки ж бромної води. Вміст кожної пробірки струсити і за забарвленням шару органічного розчинника встановити, який галоген виділяється у вільному стані у кожній з пробірок.

Записати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах, у кожному випадку вказати окисник та відновник. Розмістити галогени в ряд за спаданням їх окиснювальної здатності. Чи можуть молекулярні галогени проявляти відновні властивості? Відповідь обґрунтувати.

Лабораторна робота № 2

Оксигеновмісні сполуки галогенів. Елементи підгрупи Мангану

Питання для підготовки

1. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+1). Отримання та застосування хлорного вапна. 2. Як змінюється сила кислот та окисні властивості в ряду $\text{HClO}-\text{HBrO}-\text{HIO}$? Пояснити цю зміну. 3. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+3). 4. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+5). Зміна стійкості та кислотних властивостей у ряді $\text{HClO}_3-\text{HBrO}_3-\text{HIO}_3$. 5. Отримання і застосування бертолетової солі. Чи

відбуватиметься реакція бертолетової солі з калій іодидом у кислому і нейтральному середовищі? Чому? 6. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+7). 7. Зміна стійкості, сили кислот та окисно-відновних властивостей в ряді $\text{HClO}-\text{HClO}_2-\text{HClO}_3-\text{HClO}_4$. 8. Інтергалогеніди, їх властивості. 9. Загальна характеристика елементів підгрупи Mn. Електронні конфігурації та найстійкіші ступені окиснення. 10. Фізичні та хімічні властивості простих речовин елементів VII-b підгрупи. 12. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+2). 13. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенями окиснення (+4, +6). 14. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+7). Вплив рН середовища на властивості іона MnO_4^- . 15. Порівняння властивостей сполук галогенів та елементів VII-b підгрупи у найнижчих та найвищих ступенях окиснення. Чим пояснюється велика сила перхлоратної та перманганатної кислот?

Задачі для самостійного розв'язування

1. Скільки мл 0,01 н розчину аргентум нітрату потрібно для реакції обміну з 1 мл 10 %-го розчину HBr ($\rho = 1,06$)?
2. Обчислити нормальність розчину хлоридної кислоти, якщо 40 мл його після додавання надлишку аргентум нітрату утворили 0,574 г AgCl .
3. Скільки грамів іоду виділиться в сульфатнокислому розчині при взаємодії надлишку розчину калій іодиду із 150 мл 6 %-го розчину калій перманганату ($\rho = 1,04$)?
4. Іон Ag^+ володіє сильно вираженими бактерицидними властивостями. Нижня межа бактерицидної дії Ag^+ оцінюється концентрацією 10^{-9} г/л. Чи досягається така концентрація в насиченому розчині AgCl ? ($D_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$)
5. Для повного осадження 1 кг розчину суміші NaCl і NaBr з рівними масовими частками обох солей витрачено 1 л 8 %-го розчину аргентум нітрату ($\rho = 1,07$). Знайти масові частки солей у вихідному розчині.
6. Для нейтралізації 10 г розчину, що містить суміш HCl і HBr , витрачено 2,5 г 3,2 %-го розчину натрій гідроксиду, а при дії на таку ж масу (10 г) надлишку аргентум нітрату випало 0,3315 г осаду. Знайти масові частки (%) кислот у вихідному розчині.
7. Газ, отриманий електролізом розчину, що містив 22,2 г кальцій хлориду, пропустили через 400 г 2 %-го гарячого розчину натрій гідроксиду. Знайти масові частки солей в отриманому розчині.
8. Скільки грамів калій хлорату розклатось по схемі А (з виділенням кисню) та по схемі В (без виділення кисню), якщо при повному розкладі 73,5 г цієї солі отримано 33,5 г калій хлориду?
9. При взаємодії 200 мл розчину калій іодату з надлишком калій іодиду у сульфатнокислому розчині утворився вільний іод масою 1,27 г. Знайти нормальність калій іодату.
10. Наважку суміші HIO_3 і H_5IO_6 масою 154,36 г нагрівали при 250°C до припинення виділення газів. Після конденсації водяної пари залишилось 6,72 л газу. Знайти масу твердого залишку.

11. Для отримання бертолетової солі хлор пропускають у гарячий концентрований розчин кальцій гідроксиду, потім додають калій хлорид. Після охолодження до 20°C випадає осад KClO_3 . Знайти об'єм хлору (н.у.), необхідний для отримання 100 г осаду.

12. При розкладі 8,06 г суміші калій перманганату та бертолетової солі виділилось 1,568 л кисню (н.у.). Визначити склад суміші.

13. При прожарюванні певної кількості калій перманганату маса його зменшилась на 8%. Знайти процентний вміст домішок, вважаючи їх стійкими до нагрівання.

14. Скільки грамів калій нітриту можна окиснити в присутності сульфатної кислоти з допомогою 30 мл 0,09 н розчину калій перманганату?

15. Природний Реній складається з ізотопів ^{185}Re ($A_r = 184,953$) і ^{187}Re ($A_r = 186,9558$); мольна частка ізотопу ^{185}Re дорівнює 37,4%. Розрахувати відносну атомну масу природного Ренію.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Утворення іодатної кислоти. (Під тягою!)

Налити у пробірку 1 мл розбавленого розчину калій іодиду і такий самий об'єм органічного розчинника, після чого, інтенсивно збовтуючи, додати невеликими порціями хлорної води. Спостерігати за появою характерного для іоду забарвлення органічного шару. Долити надлишок хлорної води, добре збовтати і спостерігати за знебарвленням розчину внаслідок окиснення вільного іоду до іодатної кислоти. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Утворення гіпобромітів. (Під тягою!)

Налити у пробірку 1 мл бромної води (**обережно!**) і додати краплями розчин калій гідроксиду до переходу червоно-бурого забарвлення розчину в блідо-жовте. Написати рівняння реакції взаємодії бромну з розчином калій гідроксиду.

Дослід 3. Відбілююча дія хлорної води, гіпохлоритів, хлорного вапна

У три пробірки внести по декілька крапель розчину фуксину. В першу пробірку додати хлорної води, у другу – розчин хлорного вапна, а в третю – розчин калій гіпохлориту до знебарвлення розчинів. Дослід повторити з розчином індиго. Пояснити причину знебарвлення барвників хлорною водою, розчинами хлорного вапна та калій гіпохлориту.

Дослід 4. Добування калій іодату. (Під тягою!) (Демонстраційний)

Налити у пробірку 2 мл 40%-ного розчину калій гідроксиду, закріпити її у штативі і нагріти майже до кипіння. У гарячий розчин внести невелику кількість кристаликів іоду і продовжувати нагрівання. Коли іод повністю розчиниться, внести знову декілька кристаликів іоду і так продовжувати до появи безбарвних кристаликів KIO_3 . Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Манган (II) гідроксид і його властивості

У дві пробірки внести по 3-4 краплі розчину солі мангану (II) і по 2-3 краплі 2 н розчину лугу. Який колір отриманого осаду манган (II) гідроксиду? Розмішати осад в одній пробірці і відмітити його побуріння

внаслідок окиснення Mn (II) до Mn (IV). У другу пробірку з осадом манган (II) гідроксиду додати 2-3 краплі 2 н сульфатної кислоти. Що спостерігається? Які властивості характерні для манган (II) гідроксиду?

Написати рівняння реакцій: добування манган (II) гідроксиду і його окиснення киснем повітря в $MnO(OH)_2$; взаємодії манган (II) гідроксиду з сульфатною кислотою.

Дослід 6. Окиснення солі мангану (II) бромом

Внести у пробірку 2-3 краплі розчину манган (II) сульфату і 3-4 краплі 2 н розчину натрій гідроксиду. До отриманого осаду додати 5-6 крапель бромної води. Відмітити зміну забарвлення осаду внаслідок утворення сполуки мангану (IV). Написати рівняння реакції.

Дослід 7. Відновлення мангану (VII) манганом (II)

Налити в пробірку 1 мл розчину манган (II) сульфату і додати декілька крапель розчину калій перманганату. Що спостерігається? Перевірити реакцію середовища у пробірці індикаторним папірцем. Написати рівняння реакції.

Дослід 8. Окиснювальні властивості манган (IV) оксиду

У пробірку помістити декілька кристаликів манган (IV) оксиду і 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. За забарвленням і запахом визначити, який газ виділяється. Якщо реакція відбувається недостатньо енергійно, пробірку обережно нагріти на маленькому полум'ї пальника. Написати рівняння реакції.

Дослід 9. Розклад $KMnO_4$ при нагріванні. (Демонстраційний)

Помістити декілька кристаликів калій перманганату у пробірку, закріпити її в штативі горизонтально і нагрівати на невеликому полум'ї пальника до повного розкладу речовини. Після охолодження пробірки до сухого залишку додати 5-6 крапель води. Відмітити забарвлення отриманого розчину. Яка речовина перебуває в осаді? Яка в розчині? Написати рівняння реакції розкладу калій перманганату. Вказати окисник і відновник.

Дослід 10. Вплив рН середовища на характер відновлення калій перманганату

У три пробірки внести по 3-4 краплі розчину калій перманганату. В одну з них додати 2-3 краплі сульфатної кислоти, в другу – стільки ж води, а в третю 3-4 краплі 2 н розчину калій гідроксиду. У всі три пробірки додати по декілька кристаликів натрій сульфату. Відмітити різну зміну початкового забарвлення розчину у кожному випадку. Чим це зумовлено? Написати рівняння реакцій.

Лабораторна робота № 3

Оксиген, Сульфур та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика елементів VI групи. 2. Алотропні видозміни Оксигену. Будова молекул та властивості простих речовин. 3. Якісна реакція

на озон. Чим зумовлена окисна дія озону? 4. Зміна типу хімічних зв'язків у оксидах елементів III періоду. Зміна властивостей цих оксидів 5. Отримання та властивості гідроген пероксиду. Сполуки пероксидного типу. 6. Сполуки Оксигену з позитивними ступенями окиснення. 7. Алотропні модифікації та діаграма стану сірки. 8. Взаємодія сірки з водою та розчинами лугів. 9. Гідроген сульфід, його розчини. 10. Сульфіди металів. Полісульфіди. 11. Отримання та властивості галогенідів Сульфуру. 12. Оксиди Сульфуру, їх добування та властивості. 13. Сульфатна кислота. Чим пояснюється різниця у силі та стійкості сульфідної та сульфатної кислот? 14. Добування сульфатної кислоти. Олеум. Гомо- та гетерополікислоти Сульфуру. 15. Дія сульфатної кислоти на метали, неметали, вуглеводи.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Знайти об'ємну частку (%) озону в повітрі, якщо при пропусканні 100 мл повітря через розчин калій іодиду виділилось 0,267 г іоду.

2. Стандартна ентальпія утворення озону дорівнює 142,5 кДж/моль. Скільки енергії треба затратити, щоб 10 л кисню перетворилося на 10 % в озон? Яким буде об'єм суміші після озонування?

3. Розчин гідроген пероксиду масою 200 г трохи підігріли. При цьому виділилось 1,65 л (н.у.) газу. Потім розчин підкислили сульфатною кислотою і додали до нього надлишок розчину калій перманганату. Виділилось 9,88 л (н.у.) газу. Визначити масову частку гідроген пероксиду у вихідному розчині.

4. У результаті реакції 2 л суміші сульфур диоксиду та кисню утворилось 0,17 г сульфур (VI) оксиду. Знайти об'ємний склад вихідної суміші, вважаючи, що сульфур диоксид вступив в реакцію повністю. Який об'єм кінцевої суміші?

5. Сульфур диоксид розчинили у воді. До отриманого розчину добавили бромну воду до появи забарвлення бром, а потім надлишок розчину барій хлориду. Відфільтрований і висушений осад важив 1,165 г. Який об'єм сульфур диоксиду був розчинений у воді?

6. Яку масу сульфур триоксиду треба розчинити у 100 г 91%-ної сульфатної кислоти, щоб отримати 10%-ний олеум?

7. При розчиненні в 50 мл 25%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,28$) всього сульфур диоксиду, отриманого при спалюванні 8,96 л гідроген сульфід, отримано розчин солі. Який її склад та масова частка у розчині?

8. Який об'єм сульфур диоксиду треба перевести у триоксид, щоб кислоти, отриманої розчиненням того у воді, вистачило для повної нейтралізації 150 г 40%-го розчину барій гідроксиду до середньої солі?

9. Газ, одержаний у результаті обпалювання 64 г суміші ферум (II) сульфід та ферум дисульфід, маси яких у суміші відносилися як 11:5, пропустили крізь розчин натрій гідроксиду з масовою часткою луку 18% та густиною 1,197 г/мл. Одержали середню сіль. Який об'єм розчину використали, якщо в ньому містилася стехіометрична кількість луку?

10. При згорянні суміші натрію та калію на повітрі утворилось 14,9 г продукту. При обробці його водою утворився 1 л розчинів гідроксидів натрію

та калію і виділилось 2,8 л (н.у.) кисню. Визначити склад (мас. %) взятої суміші металів і молярну концентрацію OH^- в утвореному розчині.

11. Знайти константу рівноваги та вихідну концентрацію SO_3 у системі $2\text{SO}_3 \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{SO}_2$, якщо у рівноважній суміші концентрації реагуючих речовин становлять $[\text{SO}_3] = 0,9$ моль/л; $[\text{O}_2] = 0,05$ моль/л; $[\text{SO}_2] = 0,1$ моль/л.

12. У суміші калій сульфату та калій сульфїду масою 104,4 г маса Сульфур у більша за масу Оксигену в 4,455 разу. Визначити відношення мас калій сульфату та калій сульфїду в суміші.

13. При взаємодії хлоридної кислоти та твердого натрій гідрогенсульфїту одержали газ, який поглинувся водним розчином калій перманганату. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій хлориду. При цьому випав осад масою 58,25 г. Визначити масу використаного натрій гідрогенсульфїту.

14. Визначити об'ємний склад суміші O_2 і SO_2 (н.у.), якщо після взаємодії 200 мл суміші утворилося 0,438 г сульфур триоксиду. Врахувати, що сульфур диоксид вступив у реакцію повністю.

15. Якою стане концентрація 17%-го розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,12$), якщо в 1 л цієї кислоти розчинити 200 г сульфур триоксиду.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Горіння сірки в кисні. (Під тягою!) (Демонстраційний)

Дослід 2. Відновлення калій перманганату гідроген пероксидом

Внести в пробірку декілька крапель розчину калій перманганату, підкислити його декількома краплями 2 н розчину сульфатної кислоти і додавати краплями розчин гідроген пероксиду. Відмітити знебарвлення розчину. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що утворюється сіль мангану (II) і вільний кисень.

Дослід 3. Добування сірководню та його горіння. (Під тягою!) (Демонстраційний)

Пробірку, на 1/3 заповнену дрібними шматочками ферум (II) сульфїду, закріпити у штативі. Додати у пробірку 1 мл концентрованої хлоридної кислоти. Швидко закрити пробірку корком з газовідвідною трубкою. Газ, що виділяється, підпалити біля кінця газовідвідної трубки. Над полум'ям потримати змочений дистильованою водою індикаторний папірець. Пояснити зміну його забарвлення. Внести у полум'я холодний фарфоровий тигель і спостерігати утворення жовтого нальоту сірки.

Протягом 1-2 хвилин пропускати газ у колбочку з водою. Переконавшись, що одержаний розчин сірководневої води володіє властивостями кислоти за допомогою універсального індикаторного папірця.

Описати спостережені явища. Написати рівняння реакцій: а) добування сірководню; б) його повного і неповного згоряння; в) взаємодії з водою газу, отриманого при горінні сірководню. Вказати, які з цих реакцій є окисно-відновними.

Дослід 4. Відновні властивості сірководню

У дві пробірки внести наступні розчини: у першу – 5 крапель розчину калій перманганату і 2 краплі розчину 2 н сульфатної кислоти, у другу – стільки ж розчину калій дихромату і тієї ж кислоти. У кожену пробірку додавати краплями сірководневу воду до зміни забарвлення кожного розчину і його помутніння внаслідок виділення сірки.

Написати рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що іон MnO_4^- переходить в іон Mn^{2+} , а іон $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – у іон Cr^{3+} .

Дослід 5. Отримання малорозчинних сульфідів

У дві пробірки внести окремо по 3-4 краплі манган (II) сульфату і плюмбум (II) нітрату. До кожного розчину додати по 3-4 краплі розчину натрій сульфідіду. Спостерігати випадання осадів сульфідів мангану та плюмбуму. До отриманих осадів додати по 3-4 краплі 2 н розчину нітратної кислоти. Який сульфід розчинився? Чому?

У дві інші пробірки з розчинами тих самих солей мангану та плюмбуму додати по 3-4 краплі сірководневої води. В якому випадку утворення осадів не спостерігається? Чому?

Написати в молекулярному та іонному вигляді рівняння реакцій добування сульфідів мангану та плюмбуму. Вказати їх забарвлення. Записати рівняння реакції розчинення MnS у кислоті. Користуючись значеннями ДР_{MnS} і ДР_{PbS} , пояснити: а) різні результати дії H_2S та Na_2S на сіль мангану; б) утворення осаду PbS в обох випадках. Утворення чорного осаду PbS може служити реакцією виявлення іона Pb^{2+} .

Дослід 6. Нестійкість натрій тіосульфату у кислому середовищі

Внести у пробірку 5-6 крапель натрій тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ і 3-4 краплі 2 н розчину сульфатної кислоти. Відмітити випадання сірки. За запахом визначити газ, який виділився. Навести графічну формулу натрій тіосульфату. Написати рівняння взаємодії натрій тіосульфату з сульфатною кислотою. Вказати окисник та відновник.

Дослід 7. Відновні властивості натрій тіосульфату

У дві пробірки внести окремо по 5-6 крапель бромної та іодної води. В обидві додати по декілька крапель натрій тіосульфату до знебарвлення розчинів. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що бром окиснює тіосульфат до сульфату, при цьому в реакції бере участь вода. (Сірка, що виділяється є продуктом побічної реакції). Іод окиснює тіосульфат до тетратіонату $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$. До якого ступеня окиснення переходять при цьому бром та іод? Чи може хлорна вода окиснити тіосульфат? Відповідь обґрунтувати.

Дослід 8. Обвуглення паперу сульфатною кислотою

Написати скляною паличкою що-небудь на білому папері, перед тим опустивши паличку в розбавлену сульфатну кислоту. Висушити написане, високо тримаючи папір над полум'ям газового пальника. Спочатку на папері майже не видно написаного, а згодом на білому фоні чітко виступають чорні літери. Пояснити причину цього явища.

Дослід 9. Обвуглення цукру сульфатною кислотою. (Під тягою!)
(Демонстраційний)

Насипати у вузький стакан 5-6 г цукрової пудри, долити краплями 1-2 мл води, розмішуючи вміст стакана скляною паличкою до утворення кашкоподібної маси, а потім долити невеликими порціями 4-5 мл сульфатної кислоти. Залишити скляну паличку у вертикальному положенні у стакані. Спостерігати, як через декілька хвилин цукор почне темнішати, спучуватися і у вигляді пухкої маси підніматися. Звернути увагу на розігрівання маси. Пояснити спостережуване явище. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що сульфатна кислота не тільки відбирає від молекул цукру воду, а й частково окиснює вуглець до карбон діоксиду.

Дослід 10. Взаємодія сульфатної кислоти з цинком

Помістити у дві пробірки по невеликому шматочку цинку і додати по 2-3 мл: у першу – розбавленої, в другу – концентрованої сульфатної кислоти. У першій пробірці реакція відбувається енергійно, з виділенням газу. Чи має запах цей газ? Наповнити ним суху пробірку, тримаючи догори дном, і піднести її отвором до полум'я газового пальника. Що при цьому спостерігається? Який це газ? Звернути увагу на те, що в концентрованій сульфатній кислоті на холоді цинк майже не розчиняється. Злегка нагріти пробірку і спостерігати за перебігом реакції. За запахом спробуйте визначити газ, який виділяється?

Нагрійте сильніше пробірку і спостерігайте за появою у розчині помутніння дрібнодисперсної сірки, а у верхній частині – жовтого нальоту сірки. Звернути увагу на запах газу, що виділяється. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що концентрована сульфатна кислота в залежності від температури може відновлюватися цинком до сульфур діоксиду, вільної сірки та гідроген сульфід.

Лабораторна робота № 4

Елементи підгрупи Селену та підгрупи Хрому

Питання для підготовки

1. Зміна властивостей елементів у підгрупі Селену, причина цих змін.
2. Відношення простих речовин Se, Te, Po до води, лугів, кислот.
3. Отримання та властивості гідроген селеніду та гідроген телуриду.
4. Порівняння будови та властивостей H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te .
5. Селеніди та телуриди металів, їх властивості та застосування.
6. Отримання та властивості оксидів Селену та Телуру.
7. Вищі оксиди Селену і Телуру та кислоти, що їм відповідають; відмінність їх властивостей.
8. Загальна характеристика елементів підгрупи Хрому, їх фізичні властивості.
9. Знаходження у природі Cr, Mo, W, добування.
10. Хімічні властивості простих речовин Cr, Mo, W.
11. Сполуки із ступенем окиснення елементу +2, їх властивості.
12. Хром (III) оксид та його похідні. Солі Хрому (III), їх властивості, застосування.
13. Сполуки Cr, Mo, W із ступенем окиснення +6.

Вищі оксиди, гідроксиди. 14. Вплив рН на зміщення рівноваги хромат \leftrightarrow дихромат іонів. Окисні властивості хроматів. 15. Ізополікислоти та гетерополікислоти Cr, Mo, W. Вольфрамкові бронзи.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Скільки грамів селен диоксиду треба розчинити у 200 г води, щоб отримати розчин з рН = 2?

2. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при взаємодії 100 мл 0,2 н розчину селенатної кислоти з надлишком концентрованої хлоридної кислоти? Знайти масові частки солей, що утворяться при пропусканні цього газу через 1 л 0,2 М гарячого розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,12$).

3. У 0,001 М розчин ферум (II) сульфату пропустили селеноводень до концентрації 0,002 моль/л. Чи випаде осад ферум (II) селеніду, якщо розчин попередньо підкислили сульфатною кислотою до рН = 0? ($DP_{FeSe} = 1,0 \cdot 10^{-26}$).

4. Виготовлено водні розчини натрій селеніду та натрій телуриду з однаковими молярними концентраціями. Який з розчинів має нижче значення рН і чому?

5. Під час реакції 1 г водного розчину гідроген пероксиду з надлишком калій дихромату в присутності сульфатної кислоти виділилось 200 мл газу (при 100кПа та 27°C). Визначити масову частку гідроген пероксиду в розчині.

6. Кристал WCl_5 об'ємом $1,3513 \text{ см}^3$ при кімнатній температурі помістили в закритий реактор і повністю перевели в пару. Розрахувати молярну концентрацію (моль/л) газоподібного WCl_5 , якщо об'єм реактора складає 14,5 л ($\rho(WCl_5) = 3,875 \text{ г/мл}$).

7. У якому об'ємі води можна розчинити 2 г аргентум біхромату, якщо добуток розчинності цієї солі становить $2 \cdot 10^{-7}$?

8. Осад аргентум хромату промили водою. Вирахувати втрати осаду за рахунок розчинення, якщо для промивання використано 2 л води. Добуток розчинності аргентум хромату становить $2 \cdot 10^{-12}$.

9. Розклад амоній біхромату відбувається з виділенням азоту, водяної пари та твердого хром (III) оксиду. Знайти кількість тепла, яке виділиться при розкладі 10 г цієї солі ($\Delta H^\circ((NH_4)_2Cr_2O_7) = -1799 \text{ кДж/моль}$).

10. Яким електролітом – сильним чи слабким – є калій дихромат, якщо розчин, що містить 29,4 г цієї солі у 200 г води замерзає при $-2,51^\circ\text{C}$?

11. Вирахувати тиск водяної пари над 10%-ним розчином амоній дихромату, якщо тиск пари над чистою водою при цій температурі становить 1,6 кПа. Дисоціацію солі вважати повною.

12. Визначити рН 0,002 М розчину хром (III) сульфату при 25°C .

13. Чи буде випадати осад при додаванні 0,2 мл 0,1 М розчину натрій гідроксиду до 2 л 10%-го розчину хром (III) нітрату? ($DP_{Cr(OH)_3} = 6,7 \cdot 10^{-31}$).

14. Описати структуру кластера молібден дихлориду, якщо для осадження іонів хлору на 1 об'єм 0,1 М розчину цієї солі затрачається 4 об'єми 0,1 М розчину аргентум нітрату.

15. Який об'єм 0,2 М розчину калій біхромату потрібно для окиснення в сульфатнокислому розчині 50 мл 4%-го розчину H_2SO_3 ($\rho = 1,02$)?

Хід виконання роботи

Дослід 1. Добування селен (IV) оксиду. (Під тягою!) (Демонстраційний)

У фарфорову чашку налити 2-3 мл розведеної (1:1) нітратної кислоти і додати невелику кількість порошку селену. Суміш злегка нагріти на азбестовій сітці. Спостерігати за поступовим розчиненням селену. Нерозчинні домішки відфільтрувати на скляному фільтрі і фільтрат випарити насухо. Сухий залишок - це селен (IV) оксид, який сублимує при 317°C . Коли чашка охолоне, додати 1 мл води і спостерігати за розчиненням селен (IV) оксиду, в результаті чого утворюється селенітна кислота. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Добування телур (IV) оксиду. (Під тягою!) (Демонстраційний)

У фарфорову чашку налити 5-6 мл розведеної (1:1) нітратної кислоти і додати невелику кількість порошку телуру. Суміш злегка нагріти на азбестовій сітці. Спостерігати за поступовим розчиненням телуру. Нерозчинні домішки відфільтрувати на скляному фільтрі і фільтрат випарити насухо. Сухий залишок - це телур (IV) оксид, який сублимує при 450°C . Коли чашка охолоне, додати 1 мл дистильованої води. Злегка нагрійте розчин і переконайтеся, що телур диоксид не розчиняється і в гарячій воді. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 3. Розклад амоній дихромату (Демонстраційний)

Помістити на азбестову сітку невелику гірку розтертого у порошок сухого амоній дихромату. Підпалити сірником вершину гірки. Спостерігати бурхливий розклад солі.

Написати рівняння реакції розкладу, враховуючи, що одночасно утворюється азот і вода. Вказати окисник і відновник. До якого типу окисно-відновних реакцій відноситься дана реакція?

Дослід 4. Отримання і властивості хром (III) гідроксиду

Добути у двох пробірках малорозчинний хром (III) гідроксид взаємодією 3-4 крапель розчину солі хрому (III) з 2-3 краплями 2 н розчину лугу. Випробувати відношення хром (III) гідроксиду до кислоти і до надлишку лугу, для цього додати в одну пробірку краплями 2 н розчин сульфатної кислоти, в другу – 2 н розчин лугу до розчинення осаду.

Написати рівняння реакцій: а) добування хром (III) гідроксиду; б) взаємодії хром (III) гідроксиду з кислотою та лугом, враховуючи, що в другому випадку утворюється комплексний аніон $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$. Як називається відповідна калієва сіль? При підкисленні розчину відбувається поступове заміщення гідроксидних лігандів у комплексі хрому (III) на молекули води з

утворенням аквакомплексу. При цьому координаційне число комплексоутворювача не зміниться.

Зробити висновок про кислотно-основний характер хром (III) гідроксиду.

Дослід 5. Гідроліз хром (III) хлориду

Випробувати дію розчину хром (III) хлориду на лакмус, для чого у пробірку з 1-2 мл лакмусу та 3 мл води додати декілька крапель хром (III) хлориду до зміни забарвлення лакмусу.

Написати в молекулярній та іонній формах рівняння реакції гідролізу. Які речовини при цьому утворюються? Навести їх назви. Як можна послабити гідроліз даної солі? Як підсилити його?

Дослід 6. Сумісний гідроліз хром (III) хлориду і натрій карбонату

До 2-3 крапель розчину хром (III) хлориду додавати краплями розчин натрій карбонату до утворення осаду $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Відмітити виділення газу.

Чому не утворився хром (III) карбонат? Який виділився газ? Написати молекулярне та іонне рівняння реакції.

Дослід 7. Окиснення іонів Cr^{3+} до іонів CrO_4^{2-}

У пробірку налити 1-2 мл розчину солі хрому (III) і розчину натрій гідроксиду до розчинення утвореного на початку осаду. До суміші краплями додавати розчин гідроген пероксиду до появи жовтого забарвлення. Виконати дослід ще раз, замінивши розчин гідроген пероксиду хлорною водою. Написати відповідні рівняння реакцій.

Дослід 8. Перехід калій хромату у дихромат

До 3-4 крапель розчину калій хромату додавати краплями 2 н розчин сульфатної кислоти. Відмітити забарвлення взятого і отриманого розчинів і вказати, якими іонами ці забарвлення зумовлені. Написати рівняння реакції. Чому отримана сіль відноситься до ізополікислот?

Дослід 9. Перехід калій дихромату у хромат

До 3-4 крапель розчину калій дихромату додавати краплями розчин лугу до зміни забарвлення. Написати рівняння реакції. Пояснити зміщення рівноваги у системі $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ при додаванні: а) кислоти; б) лугу. Який іон, хромат чи дихромат існує в кислому середовищі, а який – у лужному?

Дослід 10. Відновлення молібдену (VI) до молібдену (III)

До 1 мл розчину амоній молібдату додати 1 мл концентрованої хлоридної кислоти і вкинути гранулу цинку. Спостерігати за ходом реакції. При цьому залежно від ступеня відновлення молібдену розчин забарвлюється у синій, потім зелений і, нарешті, бурий колір. Чим зумовлена зміна забарвлення у кожному випадку.

Дослід 11. Відновлення вольфраму (VI) до вольфраму (III)

До 1 мл розчину натрій вольфрамату додати 1 мл концентрованої хлоридної кислоти і вкинути гранулу цинку. Спостерігати за ходом реакції.

Поява синього, потім зеленого і, нарешті, бурого забарвлення зумовлене різним ступенем відновлення вольфраму.

Лабораторна робота № 5

Нітроген, Фосфор та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Будова атома Нітрогену та молекули азоту. Фізичні та хімічні властивості простої речовини. 2. Амоніак. Солі амонію. 3. Інші сполуки Нітрогену з негативними ступенями окиснення. 4. Отримання та властивості оксидів Нітрогену. 5. Нітритна кислота та її солі. 6. Нітратна кислота. Отримання, будова молекули. 7. Взаємодія нітратної кислоти з металами та неметалами. 8. Термічний розклад нітратів. 9. Алотропні модифікації Фосфору. Електронна будова та можливі ступені окиснення. 10. Отримання, фізичні та хімічні властивості фосфору. 11. Фосфіди. Отримання та властивості. Молекула фосфіну та іон фосфонію. Їх властивості. 12. Оксиди та галогеніди Фосфору, їх гідроліз. 13. Кислоти Фосфору із різними ступенями окиснення атома Фосфору. 14. Фосфатні кислоти, їх будова та взаємоперетворення. Ізо- та гетерополіфосфатні кислоти. 15. Нітратні та фосфатні добрива, їх одержання.

Задачі для самостійного розв'язування

1. До 45,45 мл 24%-го розчину амоній нітрату ($\rho=1,1$) додали 80 г 10%-го розчину натрій гідроксиду. Отриманий розчин швидко прокип'ятили (втрати води можна знехтувати). Знайти масові частки речовин, що залишилися у розчині.

2. Розчинність амоній хлориду у 100 г води при 20°C становить 37,2 г ($\rho=1,08$). У колбу внесли 10 мл насиченого розчину амоній хлориду і довели об'єм розчину водою до 250 мл. Знайти рН отриманого розчину ($K=1,8 \cdot 10^{-5}$).

3. Газ, отриманий взаємодією 9,52 г міді з 50 мл 81%-го розчину нітратної кислоти ($\rho=1,45$), пропустили через 150 мл 20%-го розчину натрій гідроксиду. ($\rho=1,22$). Знайти масові частки речовин у кінцевому розчині.

4. Амоніак об'ємом 100 м³ (н.у.) пропустили через реактор, заповнений 500 кг 50%-го розчину ортофосфатної кислоти. Знайти масові частки солей у розчині.

5. Який об'єм амоніаку (н.у.) треба розчинити в 1,2 л 8%-го розчину ($\rho = 0,96$) амоній гідроксиду, щоб отримати 10%-ий розчин?

6. На скільки градусів понизиться температура замерзання, якщо в 50 г води розчинити 2,5 г калій нітрату. Уявний ступінь дисоціації солі дорівнює 90 %.

7. Суміш 5 л амоніаку і 4 л кисню (н.у.) стиснули до об'єму 1 л при тій же температурі та підпалили (без каталізатора). Знайти кінцевий тиск суміші

після охолодження до початкової температури, якщо у реакцію вступило 30 % амоніаку.

8. При окисненні фосфору 60%-ним розчином нітратної кислоти ($\rho = 1,37$) отримано нітроген (II) оксид і ортофосфатну кислоту, на нейтралізацію якої затрачено 25 мл 25%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,28$). При цьому утворився натрій дигідрогенортофосфат. Розрахувати об'єм нітратної кислоти, взятої для окиснення фосфору, та об'єм виділеного газу.

9. Фосфор, кількісно виділений з 31 г середнього кальцій фосфату, окиснено при нагріванні 27,9 мл 70%-го розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,4$). Після закінчення реакції до утвореного розчину додали 65,3 мл 20%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,225$). Які речовини і в якій кількості знаходяться в розчині.

10. Фосфор, кількісно виділений з 31 г середнього кальцій фосфату, окиснено в атмосфері кисню. Отриманий препарат розчинено в 200 мл 1,5 М розчину калій гідроксиду. Визначити маси речовин, що знаходяться в розчині.

11. Скільки моль (і грамів) червоного фосфору та калій хлорату було використано, якщо при розчиненні утвореного в результаті їх взаємодії фосфор (V) оксиду у 85,5 г 50%-го розчину фосфатної кислоти масова частка останньої збільшилась на 12,5%?

12. Фосфін, отриманий гідролізом 145,6 г кальцій фосфіду, спалили. Отриманий при цьому фосфор (V) оксид розчинили в 200 мл 25%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,28$). Яка сіль утвориться? Яка її масова частка в розчині?

13. У якому масовому співвідношенні потрібно змішати амоній гідрогенфосфат та дигідрогенфосфат, щоб отримати продукт з масовою часткою фосфор (V) оксиду 59,7%?

14. Внаслідок дії надлишку води на суміш, що містить магній фосфід та алюміній карбід, одержали газоподібну суміш, у якій об'єми речовин відносяться як 4:3. Визначити масові частки (%) речовин у вихідній суміші.

15. До розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 106. 5 мл з масовою часткою речовини 40 % ($\rho = 1,38$) прилили 196,74 мл 20%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,22$). З цього розчину нагріванням виділили 225,6 г кристалогідрату. Визначити формулу кристалогідрату.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Добування азоту. (Демонстраційний)

Помістити у пробірку 2 г натрій нітриту і долити 6-8 мл насиченого розчину амоній хлориду. Пробірку закрити корком з газовідвідною трубкою, похило закріпити у штативі і повільно нагріти на полум'ї пальника. Через 2-3 хв після початку реакції кінець газовідвідної трубки підвести під отвір іншої пробірки, заповненої водою і зануреної догори дном у воду, налиту в кристалізатор.

Після заповнення пробірки газом її вийняти, зафіксувати запах і забарвлення азоту і, опустивши у пробірку жевріючу скіпку, переконатися у нездатності азоту підтримувати горіння. Записати рівняння реакції.

Дослід 2. Добування амоніаку, його взаємодія з водою та хлоридною кислотою

У фарфорову чашку помістити по шпателю амоній сульфату та кальцій гідроксиду (гашеного вапна). Перемішати суміш скляною паличкою, і невелику кількість її помістити у пробірку. Відмітити запах амоніаку. Пробірку закріпити у пробіркотримачі, закривши корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опустити в пробірку з водою. На слабкому полум'ї пальника нагрівати суміш 3-5 хвилин, пропускаючи амоніак у воду, після чого пробірку з отриманим розчином відставити і зберегти до наступного досліду. До отвору газовідвідної трубки піднести спочатку скляну паличку, змочену у концентрованій хлоридній кислоті, а потім – вологий індикаторний папірець. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій усіх процесів.

Дослід 3. Рівновага у водному розчині амоніаку

Добутий у досліді 2 розчин амоніаку розділити на дві пробірки, додати в обидві пробірки одну краплю фенолфталеїну. Відмітити забарвлення розчину. На присутність яких іонів воно вказує? Додати в одну з пробірок декілька кристаликів амоній хлориду і розмішати. Як змінилась інтенсивність забарвлення розчину? Чому? До розчину у другій пробірці додати 5-6 крапель розчину алюміній сульфату. Відмітити зникнення запаху амоніаку і знебарвлення розчину.

Написати: а) схему рівноваги у водному розчині амоніаку; б) молекулярне та іонне рівняння реакції взаємодії алюміній сульфату з водним розчином амоніаку.

Вказати, в якому напрямку зміщується рівновага у водному розчині амоніаку при додаванні до нього амоній хлориду; алюміній сульфату? Як при цьому змінюється концентрація компонентів даної рівноважної системи: гідроксид-іону, іону амонію, молекулярного амоніаку? У якому напрямку зміститься рівновага системи при додаванні хлоридної кислоти? Чому?

Дослід 4. Відновні властивості амоніаку

У три пробірки внести окремо по 3-4 краплі розчинів: а) бромної води; б) калій перманганату; в) калій дихромату. У кожну з пробірок додати по 3-5 крапель 25%-го розчину амоніаку. У кожному випадку розчини злегка підігріти до зміни їх забарвлення. Написати відповідні рівняння реакцій, враховуючи, що амоніак в основному окиснюється до молекулярного азоту. У всіх випадках відмітити зміну забарвлення розчинів.

Дослід 5. Відновні властивості нітритів

Налити в пробірку 1 мл концентрованого розчину натрій нітриту, підкислити його розведеною сульфатною кислотою, а потім додати краплями розчин калій перманганату. Спостерігайте за знебарвленням розчину.

Проробити те саме, взявши замість калій перманганату розчин калій дихромату, і злегка нагріти. Спостерігайте за зміною оранжевого забарвлення на зелене. Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 6. Окиснювальні властивості нітритів

До 1 мл розчину натрій нітриту, підкисленого сульфатною кислотою, додати краплинами розчин калій іодиду і спостерігайте за виділенням вільного іоду. Напишіть рівняння реакції. До утвореного розчину додайте кілька краплин розчину крохмалю. Чи синіє розчин?

Дослід 7. Термічний розклад нітратів. (Демонстраційний) (Під тягою!)

Покласти у сухі пробірки чотири нітрати: 1) амонію; 2) калію; 3) плюмбуму; 4) аргентуму. Закріпити пробірки у пробіркотримачі та обережно нагрівати на полум'ї. Спостерігайте за перебігом реакцій. Нітрати у перших двох пробірках спочатку плавляться, потім розкладаються. Спостерігаючи за розкладом солей, внесіть у кожен пробірку тліючу скіпку. Про що свідчить її спалахування? Який ще газ виділяється у пробірках 3-4? Запишіть інші ваші спостереження, складіть рівняння реакцій, враховуючи, що у 2 пробірці утворюється нітрит, у 3 – оксид, в 4 – вільний метал.

Дослід 8. Добування фосфатної кислоти. (Демонстраційний)

В залізу ложечку покласти невелику кількість червоного фосфору, підпалити і внести в колбу з 1-2 мл дистильованої води. Фосфор, згоряючи, утворює білий дим (фосфорний ангідрид). Після закінчення реакції колбу закрити корком і енергійно струснути. При цьому білий дим розчиняється у воді. Випробувати одержаний розчин універсальним індикаторним папірцем на кислотність.

Записати рівняння трьох можливих реакцій взаємодії фосфорного ангідриду з водою.

Дослід 9. Якісні реакції на ортофосфат-, метафосфат- і дифосфат-іони. (Демонстраційний)

Добутий у досліді 1 розчин налити у дві пробірки. В одну додати кілька крапель розчину аргентум нітрату. Що спостерігається? (Жовте забарвлення зумовлене фосфат-іоном, біле – метафосфат- і дифосфат-іонами). У пробірку долити трохи розведеної нітратної кислоти до розчинення осадів. Після цього обережно долити по стінках кожної пробірки по 1 мл розведеного розчину амоніаку. На межі поділу двох шарів, що утворилися після додавання амоніаку, спостерігайте за утворенням забарвленого (якого?) кільця.

У іншу пробірку з отриманим у попередньому досліді розчином долити 1 мл розчину альбуміну (яєчного білка). Спостерігати за денатурацією та звертанням альбуміну, яка зумовлена наявністю метафосфат-іонів.

Залишок розчину з досліді 1 вилити в стакан, додати 10 мл дистильованої води і 1 мл концентрованої нітратної кислоти (для прискорення реакції), після чого розчин прокип'ятити протягом 10 хвилин на азбестовій сітці. Коли розчин охолоне, відлити його в пробірку і довести наявність у ньому ортофосфатної кислоти за допомогою аргентум нітрату і амоніаку.

Дослід 10. Гідроліз натрій ортофосфатів

У чотири пробірки внести по декілька крапель розчину лакмусу та 1-2 мл дистильованої води. Одну пробірку залишити як контрольну, у другу додати 3-4 краплі натрій ортофосфату, в третю – натрій гідрогенфосфату, в

четверту – натрій дигідрогенфосфату. Простежте та поясніть зміну кольору індикатора у кожній з пробірок. Написати рівняння реакцій.

Дослід 11. Розчинність кальцієвих солей ортофосфатної кислоти.

Налити у три пробірки по 1 мл розчину кальцій хлориду і долити такі самі об'єми розчинів: у першу – натрій ортофосфату, в другу – натрій гідрогенфосфату, в третю – натрій дигідрогенфосфату. Спостерігайте за утворенням осадів у перших двох пробірках. Поясніть чому в третій пробірці осад не утворюється? Додайте в першу і другу пробірку розчину ортофосфатної кислоти і спостерігайте за розчиненням осадів. В якій пробірці осад розчиняється швидше і чому? Напишіть рівняння реакцій.

Дослід 12. Осадження ферум (III) ортофосфату і алюміній ортофосфату в присутності натрій ацетату

У дві пробірки внести по 3-4 краплі розчинів солей: у першу – ферум (III) хлориду, у другу – алюміній сульфату. Додати у кожен пробірку по 2-3 краплі розчинів натрій ацетату і натрій гідрогенортофосфату. Відмітити забарвлення осадів, що випали.

У даному випадку в розчинах солей алюмінію та феруму (III), буферованих натрій ацетатом, утворюються середні ортофосфати цих металів, нерозчинні в ацетатній кислоті. Написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах.

Лабораторна робота № 6 Елементи підгруп Арсену та Ванадію

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика *p*-елементів V-ої групи. 2. Поширеність у земній корі елементів підгрупи As. Добування та застосування. 3. Прості речовини As, Sb, та Bi. Їх фізичні та хімічні властивості. 4. Сполуки з Гідрогеном, зміна властивостей цих сполук по підгрупі. 5. Сполуки As, Sb, Bi з Оксигеном, їх стійкість при різних ступенях окиснення елементу. 6. Сульфідні та галогенідні елементів підгрупи As, їх властивості. 7. Арсенітна та арсенатні кислоти, тіоарсенатна кислота. 8. Гідроксиди Sb і Bi, їх кислотно-основні та окисно-відновні властивості. 9. Солі Sb та Bi, їх гідроліз. 10. Загальна характеристика елементів підгрупи Ванадію. 11. Поширеність та форми знаходження у земній корі. Застосування металів підгрупи Ванадію. 12. Фізичні властивості і добування V, Nb, Ta. 13. Відношення V, Nb, Ta до води, кислот та основ. 14. Оксиди Ванадію при різних ступенях окиснення елементу, їх властивості. 14. Солі V, Nb, Ta у катіонній та аніонній формах. Кластерні сполуки.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Визначити об'єм 0,1 н розчину калій перманганату, необхідний для окиснення 2,5 г натрій арсеніту в лужному середовищі.

2. Арсен (III) сульфід наважкою 5 г окиснили сумішшю натрій гіпохлориту та натрій гідроксиду. Утворені хлорид-іони зв'язали розчином аргентум

- нітрату, при чому утворилося 40,18 г осаду. Знайти масову частку арсен (III) сульфід у мінералі.
3. Визначте ступінь розкладання арсину, якщо за сталої температури і тиску об'єм газу з часом збільшився з 50 мл до 62 мл. Об'ємом твердого арсену і тиском його пари знехтувати.
4. Яка молярна концентрація розчину калій гексагідроксостибату, якщо в 500 мл розчину міститься продукт сплавлення 12,18 г стибію з надлишком калій нітрату?
5. Цинкову пластинку масою 19,5 г занурили в розчин солі бісмуту. Через деякий час її маса збільшилася до 26,6 г. Скільки грамів бісмуту виділилося на пластинці.
6. Суміш As_2S_3 , Sb_2S_3 і Bi_2S_3 масою 11 г обробили концентрованим розчином натрій сульфід у маса зменшилася на 5,86 г. Якщо ж суміш обробити надлишком концентрованої хлоридної кислоти, то маса зменшилася на 3,40 г. Вкажіть склад вихідної суміші у мольних частках.
7. Скільки амоній полісульфід потрібно, щоб зняти (розчинити) стибієве "дзеркало", що утворилось при розкладі 2,24 л (н.у.) стибію.
8. Сплав містить 76 % бісмуту і 24 % кадмію. В 1 кг сплаву міститься 400 г бісмуту у вигляді кристалів, вкраплених в евтектику. Визначити процентний склад евтектики.
9. Суміш хлоридів стибію (III) та бісмуту масою 5 г після тривалого нагрівання при $300^\circ C$ у сухій атмосфері зменшилася на 2 г. Який склад вихідної суміші хлоридів у масових частках?
10. Скільки грамів натрій бісмутату (V), що містить 5% нерозчинних домішок, потрібно взяти для реакції з 100 мл 2н розчину манган (II) сульфату, підкисленого сульфатною кислотою.
11. На титрування 50 мл насиченого при $18^\circ C$ розчину амоній метаванадату витрачено 28,3 мл 0,098 н розчину солі Мора, підкисленого сульфатною кислотою. Визначити розчинність амоній метаванадату при вказаній температурі, прийнявши густину його розчину рівною одиниці.
12. Кристалогідрат ванадій (III) сульфату містить 21,25 % металу. Встановити формулу кристалогідрату. Знайти молярність розчину, отриманого розчиненням 8 г його у 200 мл води.
13. Скільки грамів калій ортованадату повинно міститись в 2 л 0,1 н розчину, якщо його використовують як окисник у сульфатнокислому середовищі?
14. Для швидкого осадження хлору з водного розчину, що містив 6,637 г ванадій (III) хлориду гексагідрату, затрачено 75 мл 1 М розчину аргентум нітрату. На основі цих даних написати координаційну формулу комплексу та вираз для константи нестійкості.
15. Скільки грамів калій перманганату потрібно для окиснення 7,6 г ванадій (III) сульфату до ванадат-іону в нейтральному та нітрату діоксидванадату (V) у кислому середовищах.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Сتيبій (III) та бісмут (III) гідроксиди, їх властивості

У дві пробірки внести по 3-4 краплі розчину стибій (III) хлориду, у дві інші – стільки ж розчину бісмут (III) нітрату. У всі чотири пробірки додати по 3-5 крапель 2 н розчину натрій гідроксиду до випадання осаду. В одну пробірку з осадом стибій (III) гідроксиду додати декілька крапель 2 н розчину хлоридної кислоти, у другу – лугу. Спостерігати розчинення осадів в обох випадках. Проробити аналогічні досліди з бісмут (III) гідроксидом, замінивши хлоридну кислоту на нітратну. Чи в обох випадках розчинився осад?

Описати спостережені явища у всіх випадках і зробити висновок про властивості гідроксидів стибію (III) та бісмуту (III). Написати в молекулярній та іонній формі рівняння реакцій добування вказаних гідроксидів та їх взаємодії з кислотою та лугом, враховуючи, що в надлишку лугу стибій (III) гідроксид утворює комплексний аніон $[Sb(OH)_6]^{3-}$ – гексагідроксостибат (III). У якому середовищі стійкий цей аніон? У якому середовищі стійкий катіон Sb^{3+} ?

Дослід 2. Дія калій перманганату на стибій (III) хлорид та бісмут (III) нітрат

У дві пробірки помістити по 3-4 краплі розчину калій перманганату і 2 н розчину хлоридної кислоти. В одну з пробірок додати 3-5 крапель розчину стибій (III) хлориду, в другу – стільки ж розчину бісмут (III) нітрату. Відмітити знебарвлення розчину в першій пробірці. Чи протікає аналогічна реакція в другому випадку?

Написати рівняння реакції відновлення калій перманганату до манган (II) хлориду і окиснення $SbCl_3$ до $H[SbCl_6]$. Відмітити різну відновлювальну здатність іонів Sb^{3+} і Bi^{3+} .

Дослід 3. Отримання бісмут (III) іодиду та калій тетраіодбісмутату (III)

Налити у пробірку 5-6 крапель розчину бісмут (III) нітрату і додати 2 краплі розчину калій іодиду. Відмітити забарвлення осаду, що випав. У цю ж пробірку продовжити додавання краплями розчину калій іодиду до розчинення осаду. Яке забарвлення отриманого розчину? Присутністю яких іонів воно зумовлене? Написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах. Яке координаційне число бісмуту у комплексній сполучі?

Дослід 4. Добування і властивості сульфідів стибію (III) та бісмуту (III). (Під тягою!)

Налити у пробірку 2 мл розчину стибій (III) хлориду, в який пропустити водень сульфід. Спостерігати за утворенням оранжевого осаду стибій (III) сульфід.

Злити з осаду рідину, додати розчин натрій сульфід і спостерігати за розчиненням осаду внаслідок утворення солі тіостибітної кислоти.

Написати рівняння реакцій. Зробити висновок про хімічний характер стибій (III) сульфід. Повторити дослід з бісмут (III) нітратом.

Дослід 5. Добування і властивості ванадій (V) оксиду. (Під тягою!)

Два мікрошпателі сухого амоній метаванадату помістити у фарфорову чашку і обережно нагрівати, помішуючи скляною паличкою. Спостерігати

перехід білого забарвлення амоній ванадату у цегельно-червоне забарвлення ванадій (V) оксиду.

Отриманий ванадій (V) оксид розділити на дві порції, помістити у дві пробірки і додавати до них по 4-5 крапель: в одну – 2 н розчину лугу, в другу – концентрованої сульфатної кислоти. Відмітити розчинення ванадій (V) оксиду у кислому і лужному середовищі і забарвлення отриманих розчинів.

Написати рівняння реакцій: розкладу амоній метаванадату; взаємодії ванадій (V) оксиду з лугом і сульфатною кислотою, враховуючи, що в першому випадку отримують натрій метаванадат, у другому – $(VO_2)_2SO_4$ – диоксованадій (V) сульфат (ванадил сульфат). Зробити висновок про хімічний характер ванадій (V) оксиду.

Дослід 6. Отримання малорозчинних ванадатів

У чотири пробірки внести по 3-4 краплі розчину натрій метаванадату і додати по 3 краплі розчинів: у першу – барій хлориду, у другу – купрум (II) сульфату, в третю – аргентум нітрату, в четверту – плюмбум (II) нітрату. Спостерігати випадання осадів і відмітити їх забарвлення.

Написати молекулярні та іонні рівняння реакцій, враховуючи, що для барію і плюмбуму отримують солі метаванадатної кислоти, а для аргентуму – солі ортованадатної кислоти H_3VO_4 . Для купруму в залежності від рН розчину можуть бути солі метаванадатної кислоти (осад синьо-зеленого кольору) або ортованадатної кислоти (осад жовто-зеленого кольору).

Дослід 7. Окиснювальні властивості ванадатів

До 1 мл підкисленого розчину натрій ванадату додати 1-2 краплі розчину калій іодиду. Спостерігати за виділенням вільного іоду. Написати рівняння реакції, враховуючи, що ванадій (V) відновлюється до ванадію (III).

Дослід 8. Утворення сполук ванадію (IV), ванадію (III), ванадію (II)

Налити у пробірку 5-6 мл розчину натрій ванадату, додати концентрованої хлоридної кислоти і шматочок цинку. Спостерігати за перебігом реакції і зміною забарвлення розчину внаслідок послідовного відновлення ванадію (V) до сполук ванадію з нижчими ступенями окиснення. Чому ванадій називають «хімічним хамелеоном»? Яке забарвлення мають сполуки Ванадію з ступенем окиснення (IV), (III), (II)?

Лабораторна робота 7 Карбон. Силіцій та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Положення в періодичній системі, особливості будови атома Карбону. 2. Карбон у природі, алотропні видозміни Карбону, їх будова та властивості. 3. Хімічні властивості вуглецю. 4. Сполуки Карбону з від'ємним значенням ступеня окиснення, стан гібридизації атома Карбону. 5. Сполуки Карбону з нітрогеном, їх похідні. 6. Ціанідна кислота, ціаніди. Ціанати, тіоціанати. 7. Карбон монооксид, карбоніли металів. 8. Карбон диоксид, карбонатна кислота. 9. Карбамідна кислота, карбамід, тіокарбамід; їх застосування. 10. Силіцій у природі, форми знаходження. 11. Одержання та

хімічні властивості силіцію. 12. Хімічні зв'язки у простій речовині та у сполуках, ступені окиснення Силіцію. 13. Силіцій діоксид, його властивості у кристалічному та аморфному стані. 14. Силікатні кислоти та їх солі. 15. Силікатна промисловість.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Розчинність карбон діоксиду у воді при 20°C становить 0,88 об'єму на 1 об'єм води. Знайти максимально можливу масову частку отриманої карбонатної кислоти, вважаючи взаємодію повною. Яке рН матиме отриманий розчин?

2. На скільки понизиться тиск насиченої водяної пари над розчином при 18°C, якщо в 100 мл води розчинити 5 г кристалічної соди ($p^{\circ}(18^{\circ}\text{C})=15,47$ мм.рт.ст.)?

3. На нейтралізацію розчину суміші натрій карбонату та гідрогенкарбонату використано 80 мл 1 М розчину натрій гідроксиду. Після обережного випарювання розчину отримано осад соди масою 16,09 г. Знайти масові частки натрій карбонату та гідрогенкарбонату у вихідному розчині.

4. При 60°C розчинність натрій карбонату складає 31,6 г, а при 0°C – 6,75 г на 100 г розчину. Скільки кристалічної соди виділиться при охолодженні 500 г насиченого розчину від 60°C до 0°C?

5. Суміш амоній, натрій та кальцій гідрогенкарбонатів масою 41,6 г прожарили. При цьому маса суміші зменшилась на 20,6 г. При дії на залишок розчином хлоридної кислоти отримано 4,48 л (н.у.) газу. Знайти масову частку кожного компоненту в суміші.

6. Визначити склад суміші кальцій та алюміній карбідів, якщо відомо, що при дії на неї розчину хлоридної кислоти утворилась газова суміш, що має густину за воднем 11,3. Який об'єм розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 20% ($\rho = 1,1$ г/мл) необхідно використати для реакції з 6 г суміші карбідів?

7. При дії на суміш, що містила вуглець, сірку та алюміній, надлишку концентрованої сульфатної кислоти залишилось 0,54 г нерозчинного залишку та виділилось 4,032 л (н.у.) газової суміші, яку пропустили через розчин гідроген сульфідіду. При цьому випало 16,32 г осаду. Визначити масовий склад вихідної суміші та масову частку вуглецю в ній.

8. Після пропускання 100 мл суміші, що містить метан, карбон (II) та карбон (IV) оксиди, через надлишок розчину калій гідроксиду, об'єм газової суміші зменшився на 20 мл. Для повного згоряння суміші, що залишилась, витратили 619 мл повітря, об'ємна частка кисню в якому становить 21%. Всі виміри проводились за нормальних умов. Обчислити відношення об'ємів газів у початковій суміші.

9. Вирахувати тиск в посудині об'ємом 1,985 л при 500 К, в якій міститься 1,98 г фосгену, враховуючи, що фосген дисоціює за рівнянням: $\text{COCl}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{Cl}_2$ на 55 %.

10. При термічному розкладі манган (II) карбонату отримано газ, повністю поглинутий 200 мл 0,5 н розчину калій гідроксиду з утворенням середньої

солі. Якою була наважка карбонату, якщо він містив 6 % стійких до нагрівання домішок?

11. До 300 мл 18 %-го розчину натрій карбонату ($\rho = 1,19$ г/мл) додали 500 мл 6 %-го розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,04$ г/мл). Скільки мл 2,5 н розчину хлоридної кислоти потрібно для взаємодії з надлишком соди?

12. Як зміниться рН 0,01 М розчину натрій силікату, якщо його розбавити водою у 3 рази (приймаючи до уваги тільки першу стадію гідролізу)?

13. При спалюванні суміші силану та карбон монооксиду одержали твердий продукт масою 15 г. Газоподібні продукти пропустили через розчин калій гідроксиду і добули 13,8 г калій карбонату та 40 г калій гідрогенкарбонату. Розрахувати об'ємний склад вихідної суміші та об'єм кисню, що витратився на її спалювання.

14. Препарат магній силіциду з домішками магнію помістили в надлишок розчину хлоридної кислоти. При цьому утворились дві газоподібні речовини, об'єми яких відносилися як 5:1. Розрахувати масову частку магній силіциду у вихідному препараті.

15. До розчину, що містить 5,48 г суміші натрій сульфату і силікату, додали надлишок барій хлориду, в результаті чого випало 9,12 г осаду. Визначити склад вихідної суміші солей.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Відновлення вуглецем сульфатної кислоти

У пробірку помістити 2-3 краплі концентрованої сульфатної кислоти і невеликий шматочок активованого вугілля. Закріпити пробірку в штативі і на слабкому полум'ї пальника обережно підігріти її. Спостерігати за виділенням бульбашок газу. За запахом визначити один з газів, що виділяються.

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що вуглець окиснюється до карбон (IV) оксиду. Яка речовина відновлюється?

Дослід 2. Адсорбція активованим вугіллям

Налити у пробірку 2-3 мл дистильованої води, 1-2 краплі розчину фенолфталеїну і додавати краплями розчин амоніаку до утворення стійкого забарвлення від останньої краплі. До розчину додати 5-6 шматочків активованого вугілля, суміш енергійно струсити і профільтрувати. До фільтрату додати 1-2 краплі фенолфталеїну. Записати спостереження та висновки з дослідів.

Дослід 3. Добування карбон (IV) оксиду та його розчинення у воді

Приготувати пробірку з 5-6 краплями нейтрального розчину лакмусу. В іншу пробірку покласти 3-4 маленьких шматочки мармуру. Закріпити цю пробірку у штативі вертикально, внести в неї 5 крапель концентрованої хлоридної кислоти. Швидко закрити цю пробірку корком з газовідвідною трубкою. Кінець трубки опустити у пробірку з нейтральним розчином лакмусу і пропускати газ 2-3 хвилини. Відмітити зміну забарвлення розчину.

Написати рівняння реакції рівноважного процесу, який існує у водному розчині карбон (IV) оксиду. Як зміниться рівновага при додаванні розчину лугу? Кислоти? Вказати причину зміщення рівноваги у кожному випадку.

Дослід 4. Отримання карбонатів лужноземельних металів і їх розчинення в ацетатній кислоті

У трьох пробірках добути карбонати кальцію, стронцію, барію взаємодією 3-4 крапель розчину солі відповідного металу із 3-4 краплями розчину натрій карбонату. Дати розчинам відстоятись, і, зливши більшу частину рідини, додати до осадів розчину ацетатної кислоти. Що спостерігається?

Відмітити випадання осадів, їх забарвлення і розчинення в ацетатній кислоті, яке супроводжується виділенням газу. Написати рівняння всіх реакцій.

Дослід 5. Утворення гідроксокарбонатів деяких металів

До 3-4 крапель розчинів солей магнію, кобальту та кадмію в окремих пробірках додати таку ж кількість розчину натрій карбонату в кожному з них.

Відмітити випадання осадів гідроксокарбонатів вказаних металів, їх забарвлення та виділення бульбашок газу. Написати в молекулярному та іонному вигляді рівняння реакцій, які протікають за участю води.

Дослід 6. Термічний розклад купрум (II) гідроксокарбонату. (Демонстраційний)

У пробірку внести невелику кількість (0,5 см висоти пробірки) сухої солі купрум (II) гідроксокарбонату і закріпити її у штативі у дещо нахиленому положенні. Закрити її корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опустити у пробірку з вапняною водою. Пробірку з сіллю нагрівати слабким полум'ям пальника. Що відбувається з вапняною водою? Поясніть це явище. Який склад утвореного осаду? Чому осад розчиняється при подальшому пропусканні газу?

Написати рівняння розкладу купрум (II) гідроксокарбонату при нагріванні та взаємодії газу, що виділяється з вапняною водою.

Дослід 8. Отримання гелю силікатної кислоти

У пробірку внести 4-5 крапель натрій силікату і таку ж кількість 2 н розчину хлоридної кислоти. Пробірку струснути. Спостерігати утворення гелю силікатної кислоти. Написати рівняння реакції утворення силікатної кислоти.

Дослід 9. Добування малорозчинних силікатів.

У чотири пробірки внести по 3-5 крапель розчинів солей: у першу – кальцій хлориду, в другу – кобальт (II) сульфату, в третю – плюмбум (II) нітрату, а в четверту – купрум (II) сульфату. Додати у кожному пробірку розчину натрій силікату. Відмітити забарвлення осадів. Написати рівняння реакцій.

Дослід 10. Гідроліз натрій силікату

У дві пробірки внести по 5-6 крапель розчину натрій силікату, в які додати розчину фенолфталеїну. Відмітити появу малинового забарвлення. На надлишок якого іону воно вказує? У другу пробірку додати 3-5 крапель розчину амоній хлориду.

Описати спостережувані явища та пояснити різницю у ступені гідролізу натрій силікату у воді та в присутності амоній хлориду. Написати молекулярні та іонні рівняння в обох випадках гідролізу. Присутність якого іону збільшила ступінь гідролізу у другому випадку? Як послабити гідроліз натрій силікату?

Дослід 11. Витіснення силікатної кислоти з її солі карбонатною кислотою

Налити у пробірку 2-3 мл розчину натрій силікату і пропустити через нього карбон диоксид. Спостерігайте утворення гелю силікатної кислоти. Про що це свідчить? Напишіть рівняння реакцій. На підставі дослідів 4 та 11 розташуйте карбонатну, силікатну і ацетатну кислоти в ряд стосовно зростання їх сили.

Лабораторна робота № 8
Елементи підгруп Германію та Титану
Питання для самопідготовки

1. Загальна характеристика елементів IV групи Періодичної системи.
2. Порівняльна характеристика елементів підгрупи Германію та Титану.
3. Знаходження у природі та застосування Ge, Sn, Pb.
4. Відношення простих речовин Ge, Sn, Pb до кислот.
5. Хімічні властивості елементів підгрупи Германію.
6. Галогеніди Ge, Sn, Pb; їх властивості.
7. Оксиди Ge, Sn, Pb; їх властивості.
8. Сульфідиди Ge, Sn, Pb; їх властивості.
9. Гідроксиди Ge, Sn, Pb; їх властивості.
10. Найважливіші сплави Sn і Pb. Свинцеві акумулятори.
11. Електронна будова та ступені окиснення елементів підгрупи Титану.
12. Фізичні та хімічні властивості простих речовин Ti, Zr, Hf.
13. Сполуки елементів підгрупи Ti з ступенем окиснення (IV); їх властивості.
14. Сполуки Ti з ступенями окиснення (III, II); їх властивості.
15. Сполуки з металічним зв'язком: гідриди, карбіди, нітриди. Їх використання.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Який об'єм 1 н розчину калій гідроксиду необхідно додати до 20 мл розчину станум (II) хлориду з масовою часткою речовини 4 % і густиною 1,03 г/мл, щоб перетворити станум (II) хлорид у калій тетрагідроксостанат (II)?
2. Яка маса свинцю та плюмбум (IV) оксиду витрачається при розряджанні свинцевого акумулятора для отримання 13,4 А струму за 1 годину.
3. Суміш газів, одержану в результаті термічного розкладу 0,1655 кг плюмбум (II) нітрату, розчинено в 0,1 л води. Яка масова частка одержаної кислоти? Який об'єм 10 % розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,116$ г/мл) необхідний для нейтралізації одержаного розчину кислоти?
4. Визначити масу плюмбум (II) сульфату, одержаного взаємодією 150 г 8 % розчину плюмбум (II) нітрату та 70 г 6 % розчину натрій сульфідиду, та наступною дією на одержаний осад розведеною нітратною кислотою.
5. Еквімолярну суміш графіту, аморфного кремнію, олова та свинцю обробили надлишком розчину натрій гідроксиду. Знайти об'єм (н.у.)

отриманого газу, якщо загальна кількість вихідної речовини становила 2,8 моль.

6. Для виготовлення напівпровідникових матеріалів особливо чистий германій легують бором до вмісту $1 \cdot 10^{18}$ атомів бору на 1 см^3 германію ($\rho = 5,32$). Скільки грамів бору необхідно для легування 10 кг германію.

7. Максимально допустима концентрація катіонів Pb^{2+} у промислових стоках повинна складати не більше 0,1 мг/мл. Чи досягається достатня очистка води осадженням плюмбуму у вигляді: а) хлориду ($\text{ДР} = 1,6 \cdot 10^{-5}$); б) сульфату ($\text{ДР} = 2,2 \cdot 10^{-8}$); в) ортофосфату ($\text{ДР} = 7,9 \cdot 10^{-43}$)?

8. Сплав має склад: 30 % Sn, 70 % Pb. У 800 г цього сплаву міститься 425 г свинцю у вигляді кристалів, вкраплених в евтектику. Обчисліть склад евтектики.

9. У 200 мл розчину, який містить плюмбум (II) нітрат, аргентум нітрат та магній нітрат з концентрацією кожного 0,1 М, помістили 2,24 г залізних ошурок. Які метали і в якій кількості будуть витіснені залізом?

10. Значення рН 0,1 М розчину гідроген сульфідів довели до 2,05. Яка максимальна концентрація іонів плюмбуму (II) може існувати в такому розчині? ($\text{ДР}_{\text{PbS}} = 2,5 \cdot 10^{-27}$).

11. Чи випаде осад плюмбум (II) гідроксиду, якщо до 120 мл 0,1 н розчину плюмбум (II) нітрату долити рівний об'єм 0,05 н розчину амоніаку? ($\text{ДР}_{\text{Pb(OH)}_2} = 5 \cdot 10^{-16}$).

12. У пробірці змішали 1 мл розчину плюмбум нітрату з молярною концентрацією 0,2 моль/л та 2 мл 0,01 М розчину натрій хлориду. Чи утвориться осад? ($\text{ДР}_{\text{PbCl}_2} = 1,7 \cdot 10^{-5}$).

13. Проведено повний гідроліз $0,5 \text{ см}^3$ рідкого ($\rho = 1,726$) титан (IV) хлориду з утворенням осаду, який відфільтровано і прожарено. Знайти масу сухого залишку.

14. Титан очищують іодтермічним методом за схемою: $\text{TiI}_{4(\text{r})} \leftrightarrow \text{Ti}_{(\text{r})} + 2\text{I}_{2(\text{r})}$ ($K_c = 0,86$). Знайти масу титану в рівноважній суміші, якщо початкова концентрація TiI_4 становила 2 моль/л, об'єм реактора 10 л.

15. Іодтермічне очищення цирконію описується схемою: $\text{Zr}_{(\text{ТВ})} + 2\text{I}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{ZrI}_{4(\text{r})}$, $\Delta H^\circ < 0$. Як потрібно змінити параметри стану системи (концентрації реагентів, загальний тиск та температуру), щоб змістити рівновагу реакції вліво?

Хід виконання роботи

Дослід 1. Взаємодія олова з кислотами

У три пробірки внести по шматочку металічного олова. У кожену з пробірок додати окремо по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. Відмітити повільну взаємодію на холоді. Нагріти пробірки на слабкому полум'ї пальника. Спостерігати виділення газів.

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що при взаємодії олова з розведеною нітратною кислотою виділяється переважно NO, а олово у всіх випадках окиснюється до Sn^{2+} , утворюючи відповідні солі. Який газ виділяється при взаємодії олова з розведеними хлоридною та сульфатною кислотами?

Розчини розведених кислот обережно злити у кожній з пробірок, залишивши шматочки олова, і в кожен додати по 4-5 крапель концентрованих кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. Як відбуваються реакції на холоді? Нагріти пробірки на слабкому полум'ї пальника (*обережно!*). Відмітити протікання реакцій при нагріванні. Який газ виділяється в першій пробірці? За запахом визначити газ, який виділяється у другій пробірці.

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що при взаємодії з концентрованою сульфатною кислотою олово окиснюється до Sn (IV); при взаємодії олова з концентрованою нітратною кислотою утворюється білий осад β -станатної кислоти складу $x\text{SnO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$, якій умовно приписують формулу H_2SnO_3 – метастанатна кислота. Нітратна кислота відновлюється при цьому головним чином до нітроген (IV) оксиду.

Дослід 2. Станум (IV) гідроксид і його властивості

У дві пробірки внести по 3-4 краплі розчину станум (IV) хлориду і таку ж кількість 2 н розчину натрій гідроксиду (до початку випадання осаду). До отриманого осаду додати в одну пробірку декілька крапель хлоридної кислоти, в другу – декілька крапель розчину натрій гідроксиду.

Написати рівняння реакцій отримання осаду станум (IV) гідроксиду і його взаємодії з кислотою та лугом, враховуючи, що в лужному середовищі утворюється комплексний іон гексагідроксостанату (IV) $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$. Відмітити властивості станум (IV) гідроксиду. Як змінюється концентрація іонів Sn^{4+} і $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$ при додаванні луку? Кислоти? Слід відмітити, що у сильно кислому середовищі утворюється іон $[\text{SnCl}_6]^{2-}$.

Дослід 3. Відновні властивості станум (II) хлориду

До розчину станум (II) хлориду додати трохи натрій гідроксиду і бромної води. Спостерігати за знебарвленням бромної води. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Відновлення іона Pb^{2+} з розчину

У пробірку помістити гранулу цинку і додати 5-6 крапель розчину солі плюмбуму. Спостерігати виділення металічного свинцю у вигляді блискучих кристалів. Написати рівняння реакції у молекулярній та іонній формах. Якими металами можна замінити в цьому досліді цинк?

Дослід 5. Плюмбум (II) гідроксид і його властивості

У дві пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі плюмбуму і додати в кожен по декілька крапель 2 н розчину натрій гідроксиду до випадання осаду. Дослідити властивості добутого плюмбум (II) гідроксиду, для чого в одну пробірку додати декілька крапель 2 н розчину нітратної кислоти, в другу – 2 н розчину натрій гідроксиду до розчинення осаду в обох випадках.

На основі результатів дослідів зробити висновок про властивості плюмбум (II) гідроксиду. Написати рівняння реакцій добування плюмбум (II) гідроксиду, його дисоціації, розчинення в кислоті та лузі, враховуючи утворення в лужному середовищі комплексного аніона $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{4-}$ –

гексагідроксоплюмбату (II). Чому в даному досліді слід використовувати нітратну кислоту, а не хлоридну чи сульфатну?

Дослід 6. Отримання деяких нерозчинних солей плюмбуму (II)

У чотири пробірки окремо внести по 3-4 краплі розчинів сульфатної кислоти, хлоридної кислоти, калій йодиду і сірководневої води. У кожену пробірку додати по 3-4 краплі розчину солі плюмбуму. Відмітити утворення осадів та їх забарвлення. У всі пробірки додати по 2-3 краплі води і нагріти. Відмітити розчинення плюмбум (II) хлориду та йодиду при нагріванні. Охолодити пробірки і спостерігати випадання осадів плюмбум (II) хлориду та йодиду. Чи розчиняються при нагріванні плюмбум (II) сульфід та сульфат?

Дослід 7. Окисні властивості плюмбум диоксиду. (Демонстраційний)

Насипати у стакан 0,2 г плюмбум диоксиду, долити 25 мл 2 н розчину сульфатної кислоти та 0,5 мл розведеного розчину манган (II) сульфату. Нагріти і кип'ятити вміст стакана 2-3 хвилини. Відставити пальник і дати надлишку плюмбум диоксиду осісти. Розчин забарвлюється у фіолетово-червоний колір – характерний для іона MnO_4^- . Записати рівняння реакції.

Дослід 8. Добування і властивості цирконій (IV) гідроксиду

До 1 мл розчину цирконій нітрату додати розчин натрій гідроксиду. Спостерігати за утворенням білого драглистого осаду цирконій (IV) гідроксиду. Розділити осад з розчином у дві пробірки і долити в одну з них сульфатної кислоти, а в другу надлишок лугу. Написати рівняння реакцій. Чому осад не розчиняється в лугах?

Дослід 9. Добування цирконій (IV) ортофосфату

Налити у пробірку 1 мл розчину цирконій нітрату і добре підкислити хлоридною кислотою, а потім додати розчин натрій гідрогенфосфату. Спостерігати за утворенням білого осаду цирконій (IV) ортофосфату. Написати рівняння реакції.

Лабораторна робота № 9 **Елементи III групи та їх сполуки**

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика елементів III-ої групи. Порівняльна характеристика головної та побічної підгруп. 2. Одержання бору, фізичні та хімічні властивості простої речовини. 3. Огляд бінарних сполук Бору з Гідрогеном, металами, Нітрогеном, Сульфуром, галогенами). Типи зв'язків у сполуках. 4. Отримання та властивості бор оксиду. Борна кислота та її солі. 5. Алюміній: фізичні та хімічні властивості, одержання та застосування. 6. Сполуки Алюмінію з галогенами, Сульфуром, Нітрогеном, Гідрогеном. 7. Оксид та гідроксид Алюмінію. 8. Фізичні та хімічні властивості елементів підгрупи Галію. 9. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи Галію. 10. Огляд безкисневих сполук Ga, In, Tl. 11. Зміна властивостей елементів підгрупи Скандію. Відношення елементів підгрупи Скандію до води, кислот, лугів. 12. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи

Скандію, їх властивості. 13. Положення в Періодичній системі лантаноїдів та актиноїдів. Електронні конфігурації Лантану та лантаноїдів. 14. „Лантаноїдний стиск” та внутрішня періодичність лантаноїдів. У чому вони полягають та як впливають на зміну властивостей елементів від Церію до Лютецію? 15. Електронні конфігурації Актинію та актиноїдів. Які ступені окиснення характерні для актиноїдів?

Задачі для самостійного розв’язування

1. До 15 мл 1 М розчину алюміній хлориду додали 25 мл 2 М розчину натрій гідроксиду. Осад відфільтрували і прожарили. Знайти його масу і хімічний склад.

2. Сплав міді з алюмінієм масою 2 г обробили розчином лугу. Залишок розчинили в розведений нітратній кислоті і прожарили. Маса залишку після прожарювання становила 0,8 г. Знайти склад вихідного сплаву (% мас.) та об’єм витраченого 40%-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,04$).

3. Маса суміші тривалентного металу та його оксиду рівна 21 г. Для повного розчинення цієї суміші потрібно 100 г 24%-го розчину натрій гідроксиду. При цьому виділяється 13,44 л газу. Знайти масові частки компонентів суміші та вказати метал.

4. Суміш порошоків алюмінію та натрій карбонату масою 35 г сплавляли у відкритому тиглі в атмосфері кисню. Знайти масові частки речовин в отриманій суміші, якщо її маса після сплавлення стала рівною 37,9 г.

5. Знайти формулу мінералу, що містить 10,04 % Алюмінію та 31,5 % Силіцію. Крім того мінерал містить Оксиген та невідомий елемент у співвідношенні 10,625:1.

6. 15 г суміші алюмінію та магнію розчинили в хлоридній кислоті, а газ, що виділився, пропустили спочатку через нагріту трубку з надлишком CuO , а потім через трубку з фосфор (V) оксидам. В результаті маса другої трубки зросла на 13,5 г. Знайти склад початкової суміші (% мас.)

7. Чи випаде осад при змішуванні 300 мл 0,02 М розчину талій (I) нітрату з 100 мл 0,004 М розчину хлоридної кислоти? Вказати добуток концентрацій відповідних іонів. ($D_{\text{P}_{\text{TlCl}}} = 1,7 \cdot 10^{-4}$)

8. У колбі об’ємом 500 мл містилось 100 мл 20%-го розчину калій гідроксиду ($\rho = 1,186$) при ст. ум. У розчин помістили 3 г галію, колбу закрили, а після закінчення реакції охолодили до попередньої температури. Знайти кінцевий тиск у колбі.

9. Яку масу цинк гідроксиду потрібно додати до алюміній гідроксиду масою 15,6 г, щоб при прожарюванні цієї суміші маса одержаного твердого залишку становила 80 % від маси вихідних речовин?

10. Розрахувати масу борної кислоти та об’єм розчину натрій карбонату з масовою часткою розчиненої речовини 10 % ($\rho = 1,102$), необхідні для одержання 955 г бури.

11. Знайти температуру замерзання розчину, отриманого при взаємодії 2 г галію з 5 мл 4 М розчину хлоридної кислоти ($\rho = 1,07$). $(-2,6^\circ)$

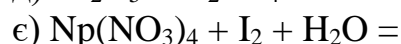
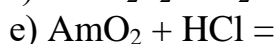
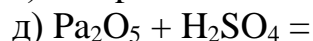
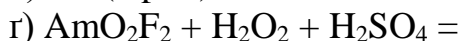
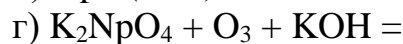
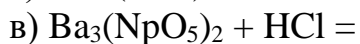
12. Маса колби з газоподібним уран фторидом рівна 172,68 г, а маса тієї ж колби з повітрям – 162,07 г. Визначте формулу уран фториду, якщо маса тієї

ж колби з карбон (IV) оксидом дорівнює 162,56 г. Маса всіх газів визначили при однаковому тиску та температурі.

13. Записати рівняння реакції гідролізу скандій нітрату за першим ступенем. Розрахувати рН 0,001 М розчину цієї солі. ($K_d = 7,6 \cdot 10^{-10}$)

14. Гази, що виділились при термічному розкладі 7,5 г лантан нітрату пропустили через 1 л води. Яка концентрація одержаного розчину, якщо вважати взаємодію газів повною.

15. Написати рівняння хімічних реакцій:



Хід виконання роботи

Дослід 1. Кислотні властивості ортоборатної кислоти

У трьох пробірках з 5-6 краплями дистильованої води розчинити при нагріванні декілька кристаликів борної кислоти. В одну з пробірок додати 3-5 крапель нейтрального розчину лакмусу. Відмітити зміну його забарвлення. В другу пробірку внести невелику кількість металічного магнію. Відмітити виділення газу. Якого? У третю пробірку опустити на декілька секунд смужку індикаторного паперу і порівняти її забарвлення із забарвленням еталонної шкали. Зробити висновок про рН борної кислоти в даному розчині.

Написати рівняння реакцій: а) взаємодії борної кислоти з магнієм; б) дисоціації борної кислоти. Записати значення рН в отриманому розчині борної кислоти. Сильним чи слабким електролітом є борна кислота?

Дослід 2. Забарвлення полум'я, зумовлене присутністю борної кислоти. (Демонстраційний)

Розжарити у полум'ї пальника платинову дротинку, відмітити забарвлення полум'я. Опустити розжарену дротинку в порошок борної кислоти і знову внести в полум'я. Яке забарвлення дає борна кислота?

Дослід 3. Отримання малорозчинних боратів

У три пробірки внести по 3-4 краплі насиченого розчину $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ і додати по декілька крапель розчинів: у першу – аргентум (I) нітрату, у другу – купрум (II) сульфату, у третю – алюміній сульфату. Відмітити кольори осадів.

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що у всіх реакціях бере участь вода і утворюється борна кислота, а також, що у першій пробірці випадає осад аргентум (I) метаборату, у другій – основна сіль купруму CuOHBO_2 – купрум (II) гідроксометаборат, у третій – алюміній гідроксид. Чому в останніх двох пробірках не утворились середні солі – купрум (II) борат і алюміній борат? Відповідь пояснити написати рівняння відповідних реакцій.

Дослід 4. Отримання перлини бури. (Демонстраційний)

Нагріти в полум'ї пальника платинову дротинку з вушком на кінці і торкнутись нею до кристаликів бури. Знову нагріти дротинку з кристаликами бури до сплавлення їх у прозору скловидну масу. Злегка охолодженою краплею обережно торкнутись порошку солі кобальту, щоб захопити невелику кількість солі. Потім знову нагріти дротинку в полум'ї пальника до отримання однорідної скловидної маси. Охолодити перлину і відмітити її забарвлення.

Написати рівняння розкладу натрій тетраборату на натрій метаборат та бор оксид і взаємодії бор оксиду з сіллю кобальту, що відбувається з утворенням кобальт (II) метаборату і нітроген (V) оксиду. Написати загальне рівняння взаємодії бури з сіллю кобальту. Після досліду платинову дротинку слід очистити, для чого розбити перлину легким постукуванням, промити у хлоридній кислоті і прожарити дротинку у полум'ї пальника.

Дослід 5. Взаємодія алюмінію з розбавленими кислотами

У три пробірки внести по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. У кожен пробірку опустити по маленькому шматочку алюмінію. Чи скрізь протікає реакція на холоді? Нагріти пробірки. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій. Який газ виділяється при взаємодії алюмінію з розбавленою нітратною кислотою? З розбавленими хлоридною та сульфатною кислотами?

Дослід 6. Взаємодія алюмінію з концентрованими кислотами

Проробити дослід аналогічний попередньому, взявши замість розбавлених кислот концентровані. Як протікають реакції на холоді? З якою кислотою алюміній не взаємодіє? Чому? Нагріти пробірки. Як впливає нагрівання на протікання реакцій?

Описати спостережувані явища. Відповісти на питання. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що при нагріванні нітратна кислота відновлюється до нітроген (IV) оксиду, а сульфатна кислота – до сульфур (IV) оксиду і частково до вільної сірки при нагріванні. Чи впливає зміна концентрації хлоридної кислоти на характер її взаємодії з алюмінієм?

Дослід 7. Розчинення алюмінію у водному розчині лугу

Внести у пробірку шматочок алюмінію додати 3-4 краплі води. Нагріти пробірку. Чи спостерігається виділення водню? Додати у пробірку декілька крапель лугу. Відмітити інтенсивне виділення водню.

Описати спостережувані явища. Пояснити їх. Написати рівняння реакції взаємодії алюмінію з розчином лугу.

Дослід 8. Вплив хлорид-іона на корозію алюмінію

Іон хлору є сильним активатором корозії. Його присутність у розчині сприяє руйнуванню захисної плівки алюміній оксиду, внаслідок чого корозія підсилюється.

У дві пробірки помістити по шматочку алюмінію і додати в одну з них 7-8 крапель купрум (II) сульфату, а в другу – стільки ж розчину купрум (II) хлориду. Відмітити різний результат в обох випадках: в той час як у першій

пробірці алюміній залишається майже без змін, то в другій він швидко вкривається нальотом міді. Написати відповідні рівняння реакцій.

Дослід 9. Взаємодія солі лантану з лугом

Помістити у пробірку 3-4 краплі солі лантан (III) нітрату і осадити лантан (III) гідроксид рівним об'ємом розчину лугу. Розділити отриману речовину на дві пробірки. Додати в одну з них надлишок лугу. Чи розчиняється отриманий осад лантан (III) гідроксиду? У другу пробірку додати розчин нітратної кислоти. Який характер лантан (III) гідроксиду? Записати рівняння реакцій.

Дослід 10. Добування малорозчинних солей лантану

У три пробірки помістити по 3-4 краплі розчину лантан (III) нітрату. У першу пробірку додати 2-3 краплі розчину натрій ортофосфату, у другу – стільки ж 1 н розчину оксалатної кислоти, в третю – 1-2 краплі розчину натрій флуориду. Записати рівняння реакцій.

Лабораторна робота № 10 **Елементи II групи та їх сполуки**

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика *s*-елементів II-ої групи. 2. Електронна будова атомів та типи зв'язків у сполуках. Зміна по підгрупі металічних, кислотно-основних властивостей. 3. Фізичні властивості елементів II-а підгрупи. Одержання та застосування металів та їх сполук. 4. Відношення елементів підгрупи Берилію до води, кислот і лугів. 5. Бінарні сполуки (галогеніди, халькогеніди, карбіди, нітриди, гідриди). 6. Отримання та властивості оксидів елементів підгрупи Берилію. Пероксиди елементів II-а підгрупи. 7. Гідроксиди лужноземельних металів. Вапняна та баритова вода. 8. Гідроліз сполук елементів підгрупи Берилію. 9. Твердість води та способи її усунення. В'язучі будівельні матеріали. 10. Положення в Періодичній системі, будова атомів *d*-елементів II-ої групи. Зміна атомних радіусів, іонізаційних потенціалів, електронегативностей елементів підгрупи Цинку. 11. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення простих речовин до повітря, води, кислот, лугів. 12. Оксиди та гідроксиди елементів, їх властивості. 13. Сполуки Меркурію у різних ступенях окиснення, їх властивості. 14. Солі Zn, Cd, Hg. Гідроліз солей. Комплексні сполуки Zn, Cd, Hg в катіонній та аніонній формах, їх стійкість. 15. Токсичність кадмію та меркурію. Амальгами.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Деяку масу кристалогідрату магній карбонату прожарили до припинення виділення газів. При пропусканні їх через промивні склянки з концентрованою сульфатною кислотою і вапняною водою маса першої зросла на 1,8 г, а в другій випало 1,97 г осаду. Знайти склад і масу вихідного кристалогідрату.

2. При взаємодії суміші магнію і магній карбонату з хлоридною кислотою виділилось 11,2 л газу. Після спалювання цього газу і конденсації водяної пари об'єм газу зменшився до 4,48 л. Знайти масову частку (%) магнію в суміші.

3. До 250 мл 0,1 М розчину магній нітрату додали 194 мл 4,3 %-го розчину барій гідроксиду ($\rho=1,03$). Які речовини будуть у розчині? Знайти молярні концентрації речовин в отриманому розчині, якщо сумарний об'єм розчину після виділення осаду зменшився на 4 мл.

4. Знайти об'єм водню, що виділиться при обробці розчином натрій гідроксиду суміші, отриманої при сплавленні 6 г магнію з 45 г силіцій оксиду.

5. Знайти масові частки барій оксиду та пероксиду в суміші, якщо при обробці 5 г її сульфатною кислотою виділилося 0,197 мл ($\rho = 1,465$) гідроген пероксиду. Яка маса утвореного при цьому барій сульфату?

6. Через розчин, що містив 29,6 г кальцій гідроксиду, пропустили 6 л суміші нітроген диоксиду та вільного азоту (об'ємні частки їх 30 % та 70 %, відповідно). Розчин обережно випарили. Знайти вміст кальцій гідроксиду в сухому залишку.

7. Загальна твердість зразка води становить 6,52 ммоль/л, а карбонатна – 3,32 ммоль/л. Яку масу кальцій гідроксиду та кальцинованої соди потрібно взяти, щоб усунути твердість 5 л такої води?

8. При обробці натрій карбонатом 0,25 л води, твердість якої зумовлена тільки кальцій нітратом, в осад випало 37,8 мг кальцій карбонату. Чому дорівнює твердість такої води (в ммоль/л)?

9. Знайти постійну твердість води, якщо для видалення іонів кальцію, які містились в 50 л такої води, витрачено 21,6 г безводної бури.

10. Знайти об'єм гідроген сульфід, що виділиться при взаємодії 60 г магнію з 500 мл 55 %-ної сульфатної кислоти ($\rho = 1,455$) при 18°C та тиску 96 кПа.

11. Який об'єм 2 М розчину натрій гідроксиду необхідний для повного розчинення 9,9 г цинк гідроксиду?

12. Сплав цинку з алюмінієм масою 0,156 г обробили надлишком хлоридної кислоти. При цьому отримано 144 мл газу при 20°C і тиску 99,3 кПа. Знайти масову частку цинку у сплаві.

13. У розчин, що містить 4 г купрум (II) сульфату, опустили кадмієву пластинку. Після повного витіснення міді маса пластинки зменшилась на 3 %. Визначити масу опущеної в розчин пластинки.

14. Розчинили у воді 2,65 г безводних сульфатів цинку і кадмію. Через розчин пропускали електричний струм силою 0,536 А протягом 90 хв до повного виділення цинку і кадмію. Визначити склад суміші сульфатів у масових частках.

15. Під час перевірки лабораторії виявлено, що тиск насичених парів ртуті в ній при кімнатній температурі (20°C) становить 0,173 Па. Гранично допустима концентрація (ГДК) парів ртуті в повітрі робочих приміщень 0,01 мг/л. Обчислити, у скільки разів концентрація насичених парів ртуті у повітрі цієї лабораторії перевищує ГДК.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Взаємодія магнію з водою

Внести у пробірку невелику кількість магнієвого порошку і додати 5-6 крапель дистильованої води. Відмітити відсутність реакції за кімнатної температури. Нагріти пробірку невеликим полум'ям пальника. Що спостерігається? Додати до отриманого розчину краплю розчину фенолфталеїну. На присутність яких іонів вказує поява забарвлення фенолфталеїну? Написати рівняння реакції.

Дослід 2. Взаємодія магнію з кислотами

У дві пробірки внести невелику кількість магнієвого порошку. В одну додати декілька крапель 2 н розчину хлоридної кислоти, а в другу – таку ж кількість 2 н розчину нітратної кислоти.

Що відбувається з магнієм? Який газ виділяється при взаємодії магнію з хлоридною кислотою? з нітратною кислотою? Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Добування магній гідроксиду та його розчинення в кислотах та в солях амонію

У дві пробірки внести по 3-4 краплі солі магнію і в кожен з них додати таку ж кількість 4 н розчину натрій гідроксиду. В одну з пробірок додати розчин хлоридної кислоти до повного розчинення осаду. У другій пробірці розчинити осад у 2 н розчині амоній хлориду. В якому випадку для розчинення осаду потрібна була більша кількість реактиву?

Написати рівняння реакцій. Користуючись величиною добутку розчинності, пояснити розчинення магній гідроксиду в амоній хлориді та хлоридній кислоті. У якому реактиві розчинення осаду відбулося легше? Чому?

Дослід 4. Добування магній гідроксикарбонату

У пробірку внести 2-3 краплі розчину солі магнію та додати декілька крапель розчину натрій карбонату до утворення осаду магній гідроксикарбонату. Спостерігати виділення газу (якого?). Подіяти на осад 3-5 краплями хлоридної кислоти, відмітити відношення магній гідроксикарбонату до хлоридної кислоти. Написати рівняння реакції добування магній гідроксикарбонату та його розчинення в кислоті.

Дослід 5. Хромати лужноземельних металів

У три пробірки окремо внести по декілька крапель солей кальцію, стронцію, барію. У кожен з них додати по декілька крапель розчину калій хромату. Хромати яких металів випадають в осад? Відмітити їх забарвлення. Випробувати дію ацетатної кислоти на осад цих хроматів. Знову добути хромати і випробувати дію на них хлоридної кислоти. Записати відповідні рівняння реакцій, дати пояснення.

Дослід 6. Забарвлення полум'я солями лужноземельних металів. (Демонстраційний)

Платинову дротинку внести у концентровану хлоридну кислоту, а потім прожарити у полум'ї пальника. Чиста дротинка не повинна забарвлювати полум'я. Очищену платинову дротинку внести в розчин солі

барію і знову внести в полум'я пальника. Відмітити забарвлення полум'я. Дослід повторити з розчинами солей стронцію і кальцію. Описати спостережені явища.

Дослід 7. Розчинення цинку в кислотах і лугах

Налити у пробірку декілька крапель 2 н розчину сульфатної кислоти, внести гранулу цинку і злегка підігріти. Те ж саме проробити з концентрованою сульфатною кислотою і за запахом визначити виділення сульфур диоксиду. Таким самим способом перевірити розчинність цинку в 2 н розчині хлоридної кислоти і в 2 н розчині лугу.

Описати спостережувані явища. Написати відповідні рівняння реакцій. Чому розбавлена і концентрована сульфатна кислота по різному реагує з цинком?

Дослід 8. Добування цинк сульфідів і кадмій сульфідів

У дві пробірки, в одній з яких міститься декілька крапель розчину солі цинку, а в іншій – солі кадмію, додати по 2-3 краплі розчину натрій сульфідів. Відмітити забарвлення осадів і додати в кожен пробірку по одній краплі 2 н розчину хлоридної кислоти. Який з сульфідів є більш розчинним у хлоридній кислоті?

Користуючись величинами добутків розчинності, пояснити різну розчинність сульфідів цинку і кадмію у кислоті. Написати рівняння реакцій.

Дослід 9. Гідроліз солей Цинку і Кадмію

Помістити в одну пробірку декілька кристаликів солі Цинку, в іншу – солі Кадмію і розчинити їх у воді. Додати в кожен пробірку по 2-3 краплі розчину лакмусу і злегка підігріти. У третю пробірку налити 1-2 краплі води і 3-4 краплі розчину лакмусу і порівняти забарвлення розчину у цій пробірці із забарвленням отриманих розчинів. На яку реакцію середовища вказує забарвлення лакмусу у розчинах солей? Написати в молекулярній та іонній формах рівняння реакцій цих процесів.

Дослід 10. Комплексні сполуки Цинку і Кадмію

Помістити у пробірку 1 краплю розчину солі Цинку і додати 2 краплі 2 н розчину амоніаку. Осад якого кольору утворився? Краплями у пробірку додавати надлишок амоніаку до розчинення осаду. Такий же дослід проробити з розчином солі Кадмію.

Написати рівняння реакцій, вважаючи, що характерним координаційним числом для обох іонів-комплексотворювачів є 4. Написати рівняння дисоціації отриманих комплексних сполук і комплексних іонів, а також вирази для констант нестійкості. Виписати з довідника числові значення констант нестійкості обох комплексів і пояснити різну міцність комплексних іонів.

Дослід 11. Взаємодія меркурій (II) нітрату з надлишком калій іодиду

Помістити у пробірку 1-2 краплі розчину меркурій (II) нітрату і осадити меркурій (II) іодид, додавши 2 краплі розчину калій іодиду. Додати

надлишок розчину калій іодиду. Що відбулося з осадом? Що можна сказати про розчинність комплексної сполуки $\text{HgI}_2 \cdot 2\text{KI}$? Написати координаційну формулу цієї сполуки, враховуючи, що іон меркурію Hg^{2+} має координаційне число 4. До отриманого розчину додати 2 краплі розчину аргентум нітрату. Як пояснити випадання осаду?

Відповісти на питання, назвати обидві комплексні солі, написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах. Написати вирази констант нестійкості отриманого комплексного аніона.

Лабораторна робота № 11 **Елементи I групи та їх сполуки**

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика s-елементів I-ої групи. 2. Фізичні властивості та застосування лужних металів. 3. Взаємодія лужних металів з неметалами (киснем, галогенами, сіркою, азотом). 4. Відношення лужних металів до води, кислот та основ. 5. Властивості оксидів та пероксидів лужних металів. 6. Отримання та властивості лугів. Каустична сода. Натронне вапно. 7. Карбонати та нітрати лужних металів. Отримання, властивості та застосування. 8. Якісні реакції на іони лужних металів. 9. Загальна характеристика d-елементів I-ої групи. Особливості будови атомів, найважливіші ступені окиснення. 10. Поширеність та форми знаходження у земній корі Cu, Ag, Au. Добування металів підгрупи Купруму. 11. Фізичні та хімічні властивості Cu, Ag, Au. 12. Сполуки елементів у ступені окиснення +1, їх стійкість. 13. Сполуки елементів у ступені окиснення +2. 14. Сполуки елементів у ступені окиснення +3. 15. Катіонні та аніонні комплекси металів: аміакати, аквакомплекси, ціанідні галогенідні.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Знайти маси калій хлориду та натрій хлориду в суміші, якщо на осадження всіх іонів хлору з 5,32 г такої суміші витрачено 500 мл 0,16 М розчину аргентум нітрату.

2. Знайти масові частки солей, що утворюються при розчиненні 24,6 л хлору (н.у.) в 320 мл 30 %-го гарячого розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,22$).

3. Водний розчин натрій гідроксиду піддали електролізу протягом 268 годин при силі струму 10 А. Після електролізу залишилося 50 г 24 %-го розчину NaOH. Знайти масову частку лугу у вихідному розчині.

4. Після прожарювання 24 г суміші натрій сульфату, нітрату та гідрогенкарбонату виділився газ об'ємом 2,24 л (н.у.). При пропусканні цього газу через надлишок вапняної води отримано 5 г осаду. Знайти склад вихідної суміші.

5. Для того, щоб перевести у середню сіль 9,5 г суміші натрій гідроген- і дигідрогенфосфатів потрібно 10 мл 27,69 %-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,3$). Знайти масу натрій гідрогенфосфату у суміші.

6. При поглинанні нітроген диоксиду надлишком розчину КОН (без доступу повітря) утворилось 40,4 г калій нітрату. Яку масу міді треба

розчинити у надлишку концентрованої нітратної кислоти, щоб отримати таку ж кількість NO_2 ?

7. Під час електролізу 200 мл 20%-го розчину натрій сульфату ($\rho = 1,14$) виділилось 11,6 л кисню (н.у.). Знайти масу речовини, що розклалась, та масову частку натрій сульфату в отриманому розчині.

8. 0,01 М водний розчин сполуки $\text{Fe}(\text{CN})_3 \cdot 3\text{KCN}$ замерзає при $-0,065^\circ\text{C}$. Знайти уявний ступінь дисоціації зовнішньої сфери комплексу.

9. Чи випаде осад CsMnO_4 , якщо до 0,5 л 0,01 М розчину CsCl долити 0,1 л 0,005 М розчину KMnO_4 ? ($D_{\text{CsMnO}_4} = 9,1 \cdot 10^{-5}$).

10. Для визначення вмісту срібла у срібній монеті її шматочок масою 0,3 г розчинили в нітратній кислоті і Ag^+ осадили хлоридною кислотою. Маса осаду після промивання і висушування становила 0,199 г. Розрахувати вміст срібла у монеті (у %).

11. Аурум (III) гідроксид взаємодіє з HCl і HBr згідно з рівнянням реакції: $\text{Au}(\text{OH})_{3(m)} + 4\text{HG} = \text{H}[\text{AuG}_4]_{(p)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(p)}$. Зміна ентальпії цих реакцій для HCl і HBr відповідно дорівнює $-96,14$ і $-153,82$ кДж. Змішування в розчині 1 моль $\text{H}[\text{AuBr}_4]$ з 1 моль HCl супроводжується поглинанням 2,13 кДж теплоти. Який процент $\text{H}[\text{AuBr}_4]$ перетворюється в $\text{H}[\text{AuCl}_4]$?

12. Який об'єм 0,25 н розчину натрій сульфідіду потрібно для осадження у вигляді сульфідів одновалентних іонів купрум і аргентуму, якщо в розчині міститься 1,5 г нітратів цих металів у масовому співвідношенні 4:1?

13. При електролізі розчину, отриманого розчиненням 0,8 г латуні в нітратній кислоті, на катоді отримано 0,496 г міді. Знайти склад латуні (% мас.) та об'єм (н.у.) газу, що виділився на аноді.

14. Електроліз 400 мл 6%-го розчину купрум (II) сульфату ($\rho=1,02$) проводили доти, поки маса розчину не зменшилась на 10 г. Знайти масові частки речовин у кінцевому розчині та маси речовин, що виділилися на інертних електродах.

15. Гази, що утворились при прожарюванні 17 г суміші купрум та плюмбум нітратів, пропущені через воду в присутності кисню. Для нейтралізації отриманого розчину витрачено 50 мл 12%-го розчину KOH ($\rho=1,12$). Знайти молярне співвідношення купрум та плюмбум нітратів у початковій суміші.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Взаємодія s-елементів I групи з водою. (Демонстраційний)

Кварцову чашку до половини заповнити дистильованою водою. Пінцетом дістати шматочок металічного літію, який зберігається в банці з гасом, відрізати скальпелем невеликий шматочок, просушити фільтрувальним папером і опустити в чашку з водою. Після закінчення реакції універсальним індикаторним папером встановити реакцію середовища. Проробити такий же дослід, замінивши літій на натрій і калій.

Дослід 2. Взаємодія натрій пероксиду з водою

У пробірку внести шпателем невелику кількість порошку натрій пероксиду, додати 8-10 крапель дистильованої води і розмішати. Який газ

виділяється? Довести наявність лугу в отриманому розчині, додавши до нього одну краплю фенолфталеїну. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Окиснювальні властивості натрій пероксиду

Внести у тигель 3 мікрошпателі натрій пероксиду, 2 мікрошпателі натрій карбонату і декілька кристаликів хром (III) хлориду. Суміш ретельно перемішати скляною паличкою, поставити тигель на керамічний трикутник і нагріти його полум'ям пальника до сплавляння суміші. Охолодити тигель на повітрі, додати декілька крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою, дати суміші відстоятися і перелити розчин у пробірку. Відмітити колір утвореного натрій хромату. Написати рівняння взаємодії натрій пероксиду з хром (III) хлоридом у присутності натрій карбонату, враховуючи, що при цьому, що утворюється карбон (IV) оксид.

Дослід 4. Реакція середовища у розчині натрій карбонату і натрій гідрогенкарбонату

Внести у три пробірки по 6-7 крапель дистильованої води. У кожну з них додати таку ж кількість нейтрального розчину лакмусу. В одну пробірку внести декілька кристаликів натрій карбонату, а в другу – натрій гідрогенкарбонату. Третю пробірку залишити для порівняння. Перемішати розчини. порівняти забарвлення лакмусу в розчинах солей з його забарвленням в третій пробірці. Пояснити зміну забарвлення лакмусу.

Дослід 5. Термічний розклад натрій гідрогенкарбонату

Помістити у тигель 3 мікрошпателі порошку натрій гідрогенкарбонату, поставити тигель на фарфоровий трикутник і прожарювати протягом 10-15 хвилин. Охолодити тигель на повітрі, внести у нього 12-14 крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою і розділити розчин у дві пробірки. Довести, що в розчині є сіль карбонатної кислоти. Для цього в одну з пробірок додати 3-4 краплі 2 н розчину хлоридної кислоти і спостерігати виділення бульбашок газу. Який газ виділяється? У другу пробірку до отриманого розчину додати декілька крапель нейтрального розчину лакмусу. За забарвленням лакмусу визначити, яка сіль перебуває в розчині – натрій карбонат чи натрій гідрогенкарбонат? Написати рівняння реакції розкладу натрій гідрогенкарбонату при нагріванні. Ця реакція використовується у промисловому способі добування кальцинованої соди.

Дослід 6. Добування літій карбонату

Внести у пробірку 4-5 крапель розчину літій хлориду і додати такий самий об'єм розчину натрій карбонату. Злегка підігріти пробірку на пальнику і спостерігати спочатку помутніння, а потім випадання дрібних кристалів літій карбонату. Записати рівняння реакції.

Дослід 7. Взаємодія міді з розбавленими і концентрованими кислотами

У три пробірки помістити по шматочку міді і додати по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: у першу – хлоридної, в другу – сульфатної, в третю – нітратної. Чи забарвився розчин у пробірках у синьо-голубий колір, характерний для іона Cu^{2+} ?

Проробити аналогічний дослід з концентрованими кислотами без нагрівання і при обережному нагріванні. З якими кислотами взаємодіє мідь?

При написанні рівняння реакції взаємодії міді з розбавленою нітратною кислотою вважати, що нітратна кислота відновлюється до NO. Чому мідь не взаємодіє з хлоридною кислотою і розбавленою сульфатною? Написати рівняння реакцій взаємодії міді з концентрованими кислотами, вважаючи, що концентрована нітратна кислота відновлюється міддю до нітроген (IV) оксиду, а сульфатна – до сульфур (IV) оксиду.

Дослід 8. Взаємодія купрум (II) оксиду з кислотами

У дві пробірки внести невелику кількість купрум (II) оксиду і додати по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: в одну – хлоридної, в другу – сульфатної. Спостерігати в обох випадках появу забарвлення розчину. Присутністю яких іонів воно зумовлене? Написати рівняння реакцій.

Дослід 9. Добування купрум (II) гідроксокарбонату (малахіту)

У пробірку з декількома краплями розчину купрум (II) сульфату додати розчину натрій карбонату. Спостерігати випадання синьо-зеленого осаду купрум (II) гідроксокарбонату $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Чому при взаємодії солей купруму з розчином натрій карбонату не випадає середня сіль купрум (II) карбонат? Написати рівняння реакції, яка протікає з участю води.

Дослід 10. Характерні реакції на галогенід-іони

Утворення осадів AgCl, AgBr і AgI є характерною реакцією на галогенід-аніони. Отримати вказані осадки реакціями обміну. Необхідні розчини брати в кількості 4-5 крапель.

Розділити отримані осадки на дві пробірки. В одну пробірку з осадком додати 2-3 краплі розчину нітратної кислоти, в другу – розчину амоніаку. Чи спостерігається їх розчинення?

Написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах, зазначити відтінки кольорів отриманих осадків і результат дії на них нітратної кислоти та амоніаку.

Дослід 11. Добування комплексних солей аргентум (I) сульфату і тіосульфату

У пробірку з розчином аргентум нітрату додавати краплями розчин натрій тіосульфату і спостерігати розчинення осаду аргентум тіосульфату, що випав спочатку. Аналогічно спостерігати взаємодію аргентум нітрату з розчином натрій сульфату.

Написати рівняння усіх реакцій, вважаючи, що іони SO_3^{2-} і $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ – монодентатні, а координаційне число аргентуму – 2.

Дослід 12. Забарвлення полум'я іонами лужних металів та купруму (II) (Демонстраційний)

Очищену платинову дротинку опустити у розчин калій хлориду і внести у полум'я пальника. Відмітити забарвлення полум'я. Дослід повторити з розчинами солей літію, натрію та купруму (II). Перед кожним дослідом

дротинку слід промивати у концентрованій хлоридній кислоті і прожарювати у полум'ї пальника.

Лабораторна робота № 12 Елементи VIII групи та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Інертні гази в природі. Особливості електронної будови та фізичні властивості. 2. Хімічні властивості елементів підгрупи Криптоніду. 3. Огляд сполук інертних газів. 4. Застосування інертних газів. 5. Загальна характеристика *d*-елементів VIII-ої групи. 6. Фізичні властивості елементів тріад. 7. Методи добування металів тріади Феруму, їх застосування. Найважливіші сплави заліза. 8. Хімічні властивості фероїдів. Взаємодія з неметалами, кислотами лугами. Карбоніли металів. 9. Стійкість сполук родини Феруму у різних ступенях окиснення. 10. Комплексні солі металів родини Феруму. 11. Знаходження у природі платиноїдів. Їх фізичні властивості та застосування. 12. Добування та розділення платинових металів. 13. Особливості електронної будови та ступені окиснення. 14. Взаємодія платиноїдів з неметалами, кислотами, окисниками. 15. Огляд сполук металів родини Платини.

Задачі для самостійного розв'язування

1. При постійній температурі стан рівноваги реакції $\text{FeO}_{(т)} + \text{H}_2_{(г)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$ встановлюється при концентраціях водню та водяної пари 0,47 та 2,24 моль/л відповідно. Потім їх концентрації збільшують на 2,16 та 0,38 моль/л. Знайти нові рівноважні концентрації.

2. Знайти рівноважні концентрації газоподібних речовин у системі $\text{FeO}_{(т)} + \text{CO}_{(г)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(т)} + \text{CO}_{2(г)}$, якщо константа рівноваги рівна 0,6, а початкова концентрація CO становила 0,16 моль/л.

3. Знайти стандартну енергію Гіббса реакції отримання заліза алюмотермічним методом при 1500°C, виходячи з ферум (III) оксиду.

4. На розчинення зразка суміші ферум (II) оксиду і ферум (III) оксиду масою 12,07 г витратили 30 %-ний розчин нітратної кислоти об'ємом 89 мл і густиною 1,18 г/мл. Визначити масову частку ферум (III) оксиду (у відсотках).

5. Суміш ферум (II) оксиду і ферум (III) оксиду масою 8 г розчинили у надлишку сульфатної кислоти. Для реакції з добутиим розчином використали 5 %-ний розчин калій перманганату масою 31,6 г. Визначити масову частку (у відсотках) ферум (II) оксиду у вихідній суміші.

6. Залізний цвях, опущений у розчин речовин Х, вкривається червоним нальотом речовини А. В результаті прожарювання речовини Х виділяється безбарвний газ Б, бурий газ В і залишається чорна речовина Г. Запишіть рівняння реакцій цих перетворень.

7. Який об'єм 0,2 н розчину лугу потрібно для осадження у вигляді гідроксиду всього заліза, що міститься в 100 мл 0,5 н розчину ферум (III) хлориду? Яким буде осмотичний тиск отриманого розчину при 20°C?

8. При сполученні 2,1 г заліза з сіркою виділилось 3,77 кДж тепла. Розрахувати теплоту утворення ферум сульфїду. З яким об'ємом 0,2 н підкисленого розчину калій перманганату може прореагувати газ, який виділиться при взаємодії FeS з надлишком хлоридною кислоти.

9. Залізо, що містилось в 10 мл розчину FeSO₄ окиснили до Fe (III) і осадили у вигляді гідроксиду. Після його прожарювання маса сухого залишку становила 0,4132 г. Знайти молярну концентрацію вихідного розчину.

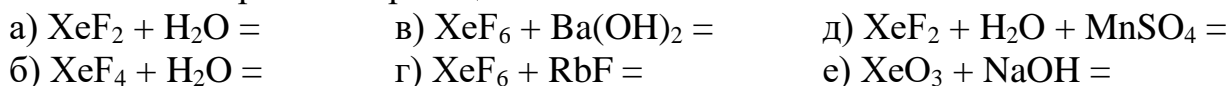
10. Кристалогідрат невідомого складу містить Нітроген, Ферум, Сульфур, Гідроген та Оксиген, масові частки яких становлять відповідно 2,90%, 11,62%, 13,28%, 5,81% та 66,39%. Визначити формулу сполуки. Вказати кількість моль води, що міститься в 1 молі кристалогідрату.

11. При спалюванні 251,2 г суміші піриту та цинкової обманки утворилось 71,68 л (н.у.) сульфур диоксиду. Визначити склад суміші.

12. Суміш оксидів, одержаних при повному термічному розкладі еквімолярної суміші ферум (III) гідроксиду та ферум (II) гідроксиду масою 78,8 г, розчинили у надлишку розчину сульфатної кислоти. На окиснення йонів Fe²⁺ витратили 26,67 мл 3М розчину калій перманганату. Визначити масові частки гідроксидів у вихідній суміші.

13. 26,4 г суміші заліза та сірки, що містила еквімолярні кількості речовин, нагріли без доступу повітря. Одержаний продукт реакції помістили у надлишок хлоридної кислоти. При цьому утворилось 10,08 л (н.у.) газової суміші, яку пропустили крізь розчин купрум (II) сульфату, в якому містилась стехіометрична кількість речовини солі. При цьому випав чорний осад масою 28,8 г. Визначити масову частку заліза у вихідній суміші.

14. Закінчити рівняння реакцій:



15. Написати координаційні формули сполук:

- а) диціанотетраакванікол (II);
- б) гексааміннікол (II) бромід;
- в) гексаамінкобальт (III) хлорид сульфат;
- г) пентафтороксенон (VI) тетрафтороферат (II);
- д) натрій гексаціанокобальтат (III);
- е) тетрахлородіамінплатина;
- є) калій дихлородіоксалатопаладат (IV);
- ж) рубідій гексанітрородат (III).

Хід виконання роботи

Дослід 1. Відновлення нітратної кислоти

У дві пробірки внести розчин солі Мора. В одну з них додати краплю концентрованої нітратної кислоти. Підігріти розчин до припинення виділення газу і дати йому охолонути. Потім в обидві пробірки додати по краплі 0,01 н розчину амоній тіоціанату. В якій пробірці спостерігається червоне забарвлення і чому? Написати рівняння реакцій, вважаючи, що нітратна кислота відновлюється переважно до NO.

Дослід 2. Окиснення калій іодиду

У пробірку з 3-4 краплями розчину ферум (III) хлориду додати 1-2 краплі калій іодиду. В який колір і чому забарвлюється розчин? Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Гідроліз ферум (III) хлориду

Помістити у дві пробірки по 5-6 крапель нейтрального розчину лакмусу і по декілька крапель розчину ферум (III) хлориду. Визначити за забарвленням розчину реакцію середовища. Одну з пробірок нагріти. Що спостерігається при нагріванні?

Написати рівняння гідролізу ферум (III) хлориду на холоді і при нагріванні. Як можна зменшити ступінь гідролізу цієї солі?

Дослід 4. Отримання комплексного ферум (III) ортофосфату

У пробірку з 3-4 краплями ферум (III) хлориду додати краплю 0,01 н розчину амоній тіоціанату і потім дві краплі 2 н розчину ортофосфатної кислоти. Що спостерігається? Враховуючи, що стійкий комплексний іон $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$ безбарвний, пояснити спостережені явища і написати рівняння відповідних реакцій.

Дослід 5. Отримання кобальт (II) гідроксиду і його окиснення

У дві пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі кобальту і додавати краплями розчин лугу; спочатку з'являється синій осад основної солі, який потім стає рожевим, що вказує на утворення кобальт (II) гідроксиду. Осад в одній пробірці ретельно розмішати, у другу додати 2-3 краплі 3 %-го розчину гідроген пероксиду. В якій з пробірок спостерігається окиснення кобальт (II) гідроксиду? Чому? Написати рівняння реакцій.

Дослід 6. Отримання нікол (II) гідроксиду і його окиснення

У три пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі Ніколу і додавати краплями розчин лугу до випадання осаду нікол (II) гідроксиду. У першій пробірці осад ретельно перемішати. У другу пробірку додати 2-3 краплі 3 %-го розчину гідроген пероксиду. Чи спостерігається зміна забарвлення осаду? Чи відбувається окиснення нікол (II) гідроксиду киснем повітря і гідроген пероксидом? У третю пробірку додати одну краплю бромної води. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій. Порівняти відновні властивості ферум, кобальт і нікол (II) гідроксидів за спостереженнями і при порівнянні стандартних окисно-відновних потенціалів (при переході в гідроксиди цих елементів у ступені окиснення +3).

Дослід 7. Аквакомплекс кобальту (II) і його руйнування

У дві пробірки помістити по 4-5 крапель насиченого розчину солі кобальту (II). У першу пробірку додати 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти, у другу пробірку внести невеликий шматочок попередньо прожареного на азбестовій сітці кальцій хлориду. Що спостерігається?

В третю пробірку помістити декілька кристаликів солі кобальту і 3-4 краплі етилового спирту, відмітити забарвлення отриманого розчину. Додати до розчину 7-8 крапель води до нової зміни забарвлення. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що зміна забарвлення розчину в усіх випадках пояснюється тим, що комплексний іон $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ надає розчину рожевого забарвлення, а елементарний іон Co^{2+} – синього.

Дослід 8. Отримання амінокомплексу ніколу

Декілька кристаликів солі Ніколу (II) розчинити у 5 краплях води. Додати 5 крапель 25 %-го розчину амоніаку. Як змінюється забарвлення розчину? Додати до розчину 2-3 краплі розчину амоній сульфідом. Яка речовина випадає в осад?

Написати рівняння реакцій: утворення амінокомплексу Ніколу (координаційне число Ніколу – 6); дисоціації комплексної сполуки та комплексного іона; взаємодії отриманої комплексної сполуки Ніколу з амоній сульфідом. Пояснити механізм взаємодії, використовуючи константу нестійкості комплексного іона та добуток розчинності.

Список рекомендованої літератури

1. Голуб А. М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. / А. М. Голуб. – К.: Вища шк., 1971. – 442 с.
2. Григор'єва В. В. Загальна хімія / В. В. Григор'єва, В. М. Самійленко, А. М. Сич. – К.: Вища шк., 1991. – 431 с.
3. Кириченко В. І. Загальна хімія: Навч. посібн. / В. І. Кириченко. – К.: Вища шк., 2005. – 639 с.
4. Неділько С. А. Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи / С. А. Неділько, П. П. Попель. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.
5. Романова Н. С. Загальна та неорганічна хімія / Н. С. Романова. – К.: Вища шк., 1988. – 432 с.
6. Сиса Л. В. Неорганічна хімія в розрахункових задачах для комп'ютерного контролю знань / Л. В. Сиса, В. М. Сомов. – Луцьк: Видав. обл. друкарні, 2006. – 287 с.
7. Степаненко О. М. Загальна та неорганічна хімія. Том I, том II / О. М. Степаненко, Л. Г. Рейтер. – Київ: Педагогічна преса, 2002. – 765 с.
8. Ахметов Н.С. Неорганическая химия / Н.С. Ахметов. – Москва: Высшая школа, 1975. — 672 с.
9. Зайцев О. С. Задачи и вопросы по химии / О. С. Зайцев. – М.: Химия, 1985. – 302 с.
10. Коттон Ф. Современная неорганическая химия / Ф.Коттон, Дж.Уилкинсон. – Москва: Мир, 1969. – Ч. 2 – 495 с., Ч. 3 – 592 с.

11. Некрасов Б. В. Основы общей химии / Б. В. Некрасов. – М.: Химия, 1965. – 519 с.
12. Николаев Л. А. Современная химия / Л. А. Николаев. – М.: Просвещение, 1970. – 544 с.
13. Реми Г. Курс неорганической химии / Г. Реми – Москва: Мир, 1966. – Т.1, 2.
14. Угай Г.Я. Неорганическая химия / Г.Я. Угай – Москва: Высшая школа, 1988. - Том 1, 2.

Навчально-методичне видання

**Оксана Мар'янівна Строк,
Ірина Іванівна Мазурець**

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ
Частина II

Методичні вказівки до лабораторних занять

Друкується в авторській редакції