Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра хімії та технологій

О. М. Строк, І. А. Іващенко,
І. І. Петрусь

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Частина І

Методичні вказівки до лабораторних занять

Луцьк – 2021

УДК 546(075.8)
С 86

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 6 від 17 лютого 2021 р.)

Рецензенти:

Лавринюк З. В., кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Шемет В. Я., кандидат хімічних наук, доцент кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету.

О. М. Строк, І. А. Іващенко, І. І. Петрусь

Неорганічна хімія. Частина І: Методичні вказівки до лабораторних занять для студ. спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, 161 Хімічні технології та інженерія. Видання четверте, перероблене, доповнене. / Укладачі: Оксана Мар'янівна Строк, Інна Алімівна Іващенко, Ірина Іванівна Петрусь. – Луцьк: П "Зоря–плюс" ВОО ВОІ СОІУ, 2021. – 42 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 четверте, перероблене, доповнене.

Для студентів І курсу спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, 161 Хімічні технології та інженерія; викладачів та лаборантів, які проводять лабораторні заняття.

УДК 546(075.8)
С 86
© Строк О. М., Іващенко І. А.,
Петрусь І. І., 2021

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
План проходження лабораторного практикуму	4
Лабораторна робота № 1. Гідроген. Галогени. Гідроген галогеніди	5
Лабораторна робота № 2. Оксигеновмісні сполуки галогенів.	8
Лабораторна робота № 3. Елементи підгрупи Мангану та їх сполуки.	11
Лабораторна робота № 4. Оксиген, Сульфур та їх сполуки.	14
Лабораторна робота № 5. Елементи підгруп Селену та Хрому та їх сполуки.	18
Лабораторна робота № 6. Нітроген та його сполуки.	21
Лабораторна робота 7. Фосфор та його сполуки.	24
Лабораторна робота № 8. Елементи підгрупи Арсену та їх сполуки.	28
Лабораторна робота № 9. Елементи підгрупи Ванадію та їх сполуки.	31
Лабораторна робота № 10. Карбон, Силіцій та їх сполуки.	34
Лабораторна робота № 11. Елементи підгруп Германію та Титану.	37
Список рекомендованої літератури	41

Пояснювальна записка

Навчальна дисципліна «Неорганічна хімія» читається студентам галузей знань – 10 «Природничі науки» та 01 «Освіта», спеціальностей –102 «Хімія», 014 Середня освіта (Хімія), освітньої програми «Хімія» протягом ІІ–го семестру першого року навчання та І–го семестру другого року навчання. Згідно з навчальним планом на вивчення дисципліни відводиться 174 аудиторних годин – з них 102 години у ІІ–му семестрі першого року навчання (48 лекційних та 68 лабораторних) та 72 години у І–му семестрі другого року навчання (24 лекційних та 34 лабораторних).

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Неорганічна хімія», частина І, містять методику експериментального виконання 11 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.	6
3	Елементи підгрупи Мангану та їх сполуки.	6
4	Оксиген, Сульфур та їх сполуки.	6
5	Елементи підгруп Селену та Хрому та їх сполуки.	6
Модульна контрольна робота № 1		
6	Нітроген та його сполуки.	6
7	Фосфор та його сполуки.	6
8	Елементи підгрупи Арсену та їх сполуки.	6
9	Елементи підгрупи Ванадію та їх сполуки.	6
10	Карбон, Силіцій та їх сполуки.	6
11	Елементи підгруп Германію та Титану.	6
12	Заключне заняття	2
Модульна контрольна робота № 2		

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 HF–HCl–HBr–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°С і тиску 750 мм Hg. Знайти вміст цинк оксиду у зразку. (P_{H_2O} = 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 (^{2}D) складає приблизно 0,015 % (ат.), решта – протій (^{1}H). Скільки моль води складу ^1H_2O припадає на один моль ізотопно-змішаної води $^2D^1HO$ (утворенням ^2D_2O 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°С розчиняється 3,6 г брому (утворенням кислот при цьому знехтувати). Скільки грамів бромної води потрібно для окиснення 7,6 г ферум (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 pH 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 брому з домішкою хлору. Після випарювання та прожарювання суміші отримано 1,155 г твердого залишку. Знайти масову частку (%) хлору у препараті брому.
13. Обчислити рівноважні концентрації водню та іоду, якщо відомо, що їх початкові концентрації складали 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°С та тиску 103 кПа. Визначити молекулярну формулу речовини та вказати її назву.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Добування водню

У термостійку пробірку налити 3-4 мл концентрованої хлоридної кислоти та вкинути 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 ферум (III) хлориду воднем

Налити у пробірку 2-3 краплі розчину ферум (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 Fe^{3+}. Розлити розчин у дві пробірки і помістити в одну з них гранулу цинку, а в другу пропустити водень, одержаний у І-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 брому 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 кожну 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 $Na_2S_2O_3$ і відразу ж їх вимити.

Дослід 5. Розчинність брому та іоду в органічних розчинниках

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

Дослід 6. Порівняння відновних властивостей галогенідів

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 змінюється при цьому ступінь окиснення відповідних галогенів? Що при цьому спостерігається?

Дослід 7. Окиснення бромід- та іодид-іонів хлором і бромом

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.

Дослід 8. Добування хлору (Під тягою!) (Демонстраційний)

Зібрати прилад. Для цього колбу В'юрца з газовідвідною трубкою закрити гумовим корком, у який вставлена ділильна лійка. Відкрити корок і внести у колбу невелику кількість кристалічного калій перманганату. Закрити колбу корком із ділильною 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 9. 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?

Лабораторна робота № 2
Оксигеновмісні сполуки галогенів

Питання для підготовки

1. Взаємодія галогенів з розчинами лугів. 2. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+1). 3. Як змінюється сила кислот та окисні властивості в ряді HClO–HBrO–HIO? Пояснити цю зміну. 4. Отримання та застосування хлорного вапна. 5. Що називають жавелевою водою? 6. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+3). 7. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+5). 8. Зміна стійкості та кислотних властивостей у ряді $HClO_3$–$HBrO_3$–HIO_3. 9. Отримання і застосування бертолетової солі. Чи відбуватиметься реакція бертолетової солі з калій іодидом у кислому і нейтральному

середовищі? Чому? 10. Сполуки галогенів із ступенем окиснення (+7). 11. Вторинна періодичність у підгрупі галогенів. У чому вона проявляється? 12. Перхлоратна та періодатна кислоти. 13. Зміна стійкості, сили кислот та окисно–відновних властивостей в ряді $HClO$–$HClO_2$–$HClO_3$–$HClO_4$. 14. Інтергалогеніди, їх властивості. 15. Сполуки хлору (+2, +4).

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 (ρ = 1,06)?
2. Обчислити нормальність розчину хлоридної кислоти, якщо 40 мл його після додавання надлишку аргентум нітрату утворили 0,574 г AgCl.
3. При нагріванні бертолетової солі за відсутності каталізатора її розклад відбувся за двома напрямами: з утворенням кисню і з утворенням калій перхлорату. Визначити, яка частина (у %) розклалася за кожним напрямом, якщо відомо, що маса утвореного калій хлориду більша за масу утвореного калій перхлорату в 1,814 рази?
4. Йон Ag^+ володіє сильно вираженими бактерицидними властивостями. Нижня межа бактерицидної дії Ag^+ оцінюється концентрацією 10^{-9} г/л. Чи досягається така концентрація йонів Ag^+ у насиченому розчині AgCl? ($ДР_{AgCl} = 1{,}8 \cdot 10^{-10}$)
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 (ρ = 1,07). Знайти масові частки солей у вихідному розчині.
6. При тривалому нагріванні суміші калій хлориду та калій хлорату одержали 13,44 л газу (н.у.) та твердий залишок, який розчинили у воді, а потім до одержаного розчину додали розчин аргентум нітрату. При цьому випало 287 г осаду. Визначити масові частки солей у вихідній суміші.
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 розклалось 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. До надлишку підкисленого розчину KI долили 120 мл 0,25 н розчину KIO_3. Визначити масу виділеного іоду.

13. Обчислити масу бертолетової солі, яку потрібно розкласти для виділення кисню, необхідного для отримання 10,8 г алюміній оксиду з чистого металу.
14. На суміш калій хлорату та калій гідрогенкарбонату масою 29,5 г подіяли концентрованою хлоридною кислотою, що містить стехіометричну кількість речовини HCl. Газоподібні продукти реакції пропустили над надлишком нагрітого залізного порошку. Маса порошку при цьому збільшилась на 42,6 г. Визначити масову частку калій хлорату в суміші.
15. При електролізі водного розчину калій хлориду на катоді виділився газ об'ємом 33,6 л (н.у.). Газ, що виділився при цьому на аноді, пропустили крізь гарячий розчин калій гідроксиду. Утворилась суміш солей масою 185,63 г. Визначити склад та маси утворених солей.

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, добавити 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. Добування жавелевої води (Під тягою!)

Налити у пробірку 5-10 мл розведеного розчину калій гідроксиду, поставити пробірку в стакан з водою, в яку добавлено лід, і пропускати через розчин хлор протягом 3 хвилин. Унаслідок реакції в розчині утвориться суміш калій хлориду і калій гіпохлориту. Як називається цей розчин? Отриманий розчин залишити для подальшого дослідження.

Якщо замість калій гідроксиду взяти натрій гідроксид, то в розчині утвориться суміш натрій хлориду і натрій гіпохлориту, яку називають лабораковою водою.

Пояснити, чому реакцію потрібно проводити при охолодженні. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Добування хлорного вапна (Під тягою!) (Демонстраційний)

У скляну трубку насипати рівномірним шаром кальцій гідроксиду. Закріпити трубку на штативі у горизонтальному положенні, закрити з обох боків пробками з скляними трубками і з'єднати один її кінець з приладом для добування хлору, а другий – з відвідною трубкою, кінець якої потрібно занурити у розчин натрій гідроксиду (для чого?). Через прилад протягом 15-20 хвилин пропускати струмінь хлору.

Закінчивши дослід, перенести хлорне вапно у стакан. Відсипати близько 0,5 г хлорного вапна у пробірку, а до решти додати 20 мл води, розмішати скляною паличкою і відфільтрувати нерозчинний осад.

Додати до твердого хлорного вапна краплями концентрованої хлоридної кислоти. Звернути увагу на інтенсивне виділення хлору. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. 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 5. 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 брому з розчином калій гідроксиду.

Утвореним розчином калій гіпоброміту подіяти на розчин індиго та фуксину. Що при цьому відбувається? Порівняти дію досліджуваного розчину на ці речовини з дією жавелевої води.

Дослід 6. 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.

Лабораторна робота № 3

Елементи підгрупи Мангану та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Mn. 2. Електронні конфігурації та найстійкіші ступені окиснення. 3. Поширеність у природі та добування елементів. 4. Фізичні та хімічні властивості простих речовин елементів VII–*b* підгрупи. 5. Карбоніли металів підгрупи Mn. 6. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+2). 7. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+4). 8. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+6). 9. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+7). 10. Вплив pH середовища на окисні властивості іону MnO_4^-. 11. Оксиди елементів підгрупи Mn. 12. Катіонні та аніонні комплекси Мангану. 13. Порівняння властивостей сполук галогенів та елементів VII–*b* підгрупи у найнижчих та найвищих ступенях окиснення. 14. Чим пояснюється велика сила перхлоратної та перманганатної кислот?

Задачі для самостійного розв'язування

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

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

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

4. 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.

5. 80 мл 0,02 М розчину калій манганату (VII) окислили 17,9 л газу (н.у.), який містить SO_2. Визначити вміст (об. %) сульфур диоксиду в цьому газі.

6. Скільки грамів іоду виділиться в сірчанокислому середовищі при взаємодії надлишку КІ зі 150 мл 6%–ного розчину $KMnO_4$ (ρ=1,06)?

7. До підкисленого розчину КІ додали 80 мл 0,15 н. розчину $KMnO_4$. Обчислити масу іоду, який виділився.

8. Яку масу амоній оксалату можна окиснити дією 50 мл 0,2 н розчину калій перманганату в кислому середовищі?

9. Який об’єм 2,5 н розчину $KMnO_4$ витратиться на реакцію з гідроген пероксидом, підкисленим H_2SO_4, щоб об’єм отриманого внаслідок реакції газу був таким же, як і при розкладі 10,21 г $KClO_3$?

10. Скільки калій перманганату, що містить 5% домішок, потрібно розкласти, щоб кисню вистачило на повне окиснення 6 л амоніаку,взятого за температури 20ºС і тиску 2 атм, в присутності каталізатора?

11. Яка маса плюмбум диоксиду витратиться на реакцію з підкисленим розчином манган (II) сульфату, у результаті якої утворилось 100 мл 2н розчину перманганатної кислоти?

12. У якому масовому співвідношенні повинні бути манган (II) карбонат та манган (II) нітрат, щоб об’єми газів, утворених внаслідок реакцій термічного розкладу солей, відносились між собою як 2:3?

13. Після занурення 8 г магнію у 15%-й розчин $Mn(NO_3)_2$ (ρ = 1,193) об’ємом 50 мл, маса солі в розчині зменшилась удвічі. Якою стала маса металу та концентрація розчину $Mn(NO_3)_2$?

14. Суміш манган диоксиду з диоксидом невідомого елементу масою 33,7 г обробили надлишком концентрованої хлоридної кислоти. При цьому виділилось 6,72 л хлору (н.у.). Визначити невідомий елемент, якщо відомо, що з хлоридною кислотою він реагує так само, як і манган диоксид, а молярне співвідношення диоксидів у суміші становить 5:1.

15. При повному термічному розкладі суміші калій хлорату, калій перманганату, калій нітрату та меркурій (II) оксиду одержали 47,04 л (н.у.) кисню. Відомо, що об’єми кисню, добуті за відповідними рівняннями реакцій, відносяться між собою як 3:2:1:1. Як відносились кількості речовин компонентів вихідної суміші?

Хід виконання роботи

Дослід 1. 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 2. Рівновага в системі манган (II) гідроксид – амоній хлорид

Налити дві пробірки по 1 мл розчину манган (II) сульфату. Додати в одну такий же об'єм розчину амоній хлориду, а потім в кожну пробірку додати 1-2 краплі розчину амоніаку. Чому при наявності амоній хлориду осад не утворюється?Додавати у пробірку з осадом невеликими порціями при збовтуванні розчин амоній хлориду і спостерігати за поступовим розчиненням осаду. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. 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 4. 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 5. 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 6. Вплив pH 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 сульфіту. Відмітити різну зміну початкового забарвлення розчину у кожному випадку. Чим це зумовлено? Написати рівняння реакцій.

Дослід 7. 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.

Лабораторна робота № 4

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 сульфітної 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 у реакцію повністю. Який об'єм кінцевої суміші?
5. Сульфур диоксид розчинили у воді. До отриманого розчину добавили бромну воду до появи забарвлення брому, 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 (ρ = 1,28) всього сульфур диоксиду, отриманого при спалюванні 8,96 л гідроген сульфіду, 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) сульфіду та ферум дисульфіду, маси яких у суміші відносилися як 11:5, пропустили крізь розчин натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 18% та густиною 1,197 г/мл. Одержали середню сіль. Який об’єм розчину використали, якщо в ньому містилася стехіометрична кількість лугу?
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 $2SO_3 \leftrightarrow O_2 + SO_2$, якщо у рівноважній суміші концентрації реагуючих речовин становлять $[SO_3]$ = 0,9 моль/л; $[O_2]$ = 0,05 моль/л; $[SO_2]$ = 0,1 моль/л. Як зміняться рівноважні концентрації речовин, якщо у систему ввести 0,02 моль/л кисню?
12. У суміші калій сульфату та калій сульфіду масою 104,4 г маса Сульфуру більша за масу Оксигену в 4,455 разу. Визначити відношення мас калій сульфату та калій сульфіду в суміші.
13. При взаємодії хлоридної кислоти та твердого натрій гідрогенсульфіту 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 гідрогенсульфіту.
14. Барій пероксид масою 67,6 г помістили в надлишок розчину сульфатної кислоти. Одержаний осад відфільтрували. Який об’єм підкисленого розчину калій перманганату із концентрацією солі 0,1 моль/л витратиться на титрування фільтрату?
15. Якою стане концентрація 17%-го розчину сульфатної кислоти (ρ = 1,12), якщо в 1 л цієї кислоти розчинити 200 г сульфур триоксиду.

Хід виконання роботи

Дослід 1. 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 2. 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 кожну 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 $Cr_2O_7^{2-}$ – у іон Cr^{3+}.

Дослід 3. 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 сульфіду. 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 4. Нестійкість натрій тіосульфату у кислому середовищі

Внести у пробірку 5-6 крапель натрій тіосульфату $Na_2S_2O_3$ 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 5. 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 $Na_2S_4O_6$. До якого ступеня окиснення переходять при цьому бром та іод? Чи може хлорна вода окиснити тіосульфат? Відповідь обґрунтувати.

Дослід 6. Обвуглення паперу сульфатною кислотою

Написати щось скляною поличкою 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 7. 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?

Нагріти сильніше пробірку і спостерігати 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 диоксиду, вільної сірки та гідроген сульфіду.

Дослід 8. Горіння сірки в кисні (Під тягою!) (Демонстраційний)

Покласти невелику грудочку сірки в залізну ложечку, нагріти її на полум’ї газового пальника до займання сірки, а потім внести у колбу з киснем, поступово опускаючи майже до дна. Звернути увагу на інтенсивність горіння сірки в кисні і на повітрі. Коли речовина згорить, вийняти ложечку, долити в колбу трохи води, закрити її корком і добре збовтати. Додати до утвореного розчину декілька крапель розчину лакмусу, пояснитт, чому він змінює забарвлення. Написати рівняння реакції.

Дослід 9. Добування сірководню та його горіння (Під тягою!) (Демонстраційний)

Пробірку, на 1/3 заповнену дрібними шматочками ферум (II) сульфіду, 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. Переконатися, 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 10. 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 диоксиду.

Лабораторна робота № 5

Елементи підгруп Селену та Хрому та їх сполуки

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 pH на зміщення рівноваги хромат↔дихромат іонів. Окисні властивості хроматів. 15. Ізополікислоти та гетерополікислоти Cr, Mo, W. Вольфрамові бронзи.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Скільки грамів селен диоксиду треба розчинити у 200 г води, щоб отримати розчин з pH = 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 (ρ = 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 pH = 0? ($ДР_{FeSe} = 1{,}0 \cdot 10^{-26}$).
4. Виготовлено водні розчини натрій селеніду та натрій телуриду з однаковими молярними концентраціями. Який з розчинів має нижче значення pH 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 $см^3$ 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 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. Знайти кількість теплоти, яка виділиться при розкладі 54,29 г амоній дихромату, що містить інертні до термічного розкладу домішки та масову частку солі у технічному продукті, якщо після закінчення реакції зібрано 4,45 л газу при 18ºС та тиску $1 \cdot 10^5$ Па ($\Delta H°((NH_4)_2Cr_2O_7) = -1799$ 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°С?
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 pH 0,002 М розчину хром (III) сульфату при 25°С.
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? ($ДР_{Cr(OH)_3} = 6,7 \cdot 10^{-31}$).
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. 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 чого 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 $[Cr(OH)_6]^{3-}$. 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 2. 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 3. Сумісний гідроліз хром (III) хлориду і натрій карбонату

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

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

Дослід 4. 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 спочатку 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 5. Рівновага хромат↔дихромат

До 1-2 мл розчину калій дихромату додавати краплями розчин лугу до зміни забарвлення розчину з оранжевого на жовте. Потім додати до розчину краплями 2 н сульфатної кислоти і спостерігати зміну забарвлення з жовтого на оранжеве.

Пояснити зміщення рівноваги у системі: $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \leftrightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ при додаванні: а) кислоти; б) лугу. Який іон, хромат чи дихромат існує в кислому середовищі, а який – у лужному?

Дослід 6. Відновнення 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 розчин забарвлюється спочатку у синій, потім зелений і, нарешті, бурий колір. Чим зумовлена зміна забарвлення у кожному випадку?

Дослід 7. 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.

Дослід 8. Добування селен (IV) оксиду (Демонстраційний)

У порцелянову 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 сублімує при 317°С. Коли чашка охолоне, додати 1 мл води і спостерігати за розчиненням селен (IV) оксиду, в результаті чого утворюється селенітна кислота. Написати рівняння реакцій.

Дослід 9. Добування телур (IV) оксиду (Демонстраційний)

У порцелянову 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 сублімує при 450°С. Коли чашка охолоне, додати 1 мл дистильованої води. Злегка нагріти розчин і переконайтися, що телур диоксид не розчиняється і в гарячій воді. Написати рівняння реакцій.

Дослід 10. 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 амоній дихромату. Вказати окисник і відновник. До якого типу окисно-відновних реакцій належить дана реакція?

Лабораторна робота № 6

Нітроген та його сполуки

Питання для підготовки

1. Будова атома Нітрогену та молекули азоту. Характерні ступені окиснення Нітрогену. 2. Фізичні та хімічні властивості простої речовини. 3. Форми знаходження Нітрогену у природі. 4. Амоніак. Будова молекули, властивості. Одержання амоніаку. Солі амонію. 5. Нітриди металів. 6. Інші сполуки Нітрогену з негативними ступенями окиснення. 7. Азидна кислота та її солі. 8. Отримання та властивості нижчих оксидів Нітрогену. 9. Нітроген диоксид. Будова молекули та хімічні властивості. 10. Нітритна кислота та її солі. 11. Нітратна кислота. Отримання, будова молекули. 12. Взаємодія нітратної кислоти з металами та неметалами. 13. Що називають «царською горілкою»? Дія «царської горілки» на метали. 14. Термічний розклад нітратів. 15. Нітратні добрива, їх одержання. Екологічні аспекти їх використання.

Задачі для самостійного розв'язування

1. До 45,45 мл 24%-го розчину амоній нітрату (ρ=1,1) додали 80 г 10%-го розчину натрій гідроксиду. Отриманий розчин швидко прокип’ятили (втратами води можна знехтувати). Знайти масові частки речовин, що залишилися у розчині.
2. Розчинність амоній хлориду у 100 г води при 20°С становить 37,2 г (ρ=1,08). У колбу внесли 10 мл насиченого розчину амоній хлориду і довели об’єм розчину водою до 250 мл. Знайти pH отриманого розчину ($K=1{,}8\cdot10^{-5}$).
3. Газ, отриманий взаємодією 9,52 г міді з 50 мл 81%-го розчину нітратної кислоти (ρ=1,45), пропустили через 150 мл 20%-го розчину натрій гідроксиду. (ρ=1,22). Знайти масові частки речовин у кінцевому розчині.
4. Через 36,7 мл 0,15 М розчину натрій гідроксиду (ρ = 1,2) пропустили газ, отриманий взаємодією 10 г міді з 50 г 81%-го розчину нітратної кислоти. Знайти масові частки речовин у кінцевому розчині.

5. Амоніак об’ємом 100 м^3 (н.у.) пропустили через реактор, заповнений 500 кг 50%-го розчину ортофосфатної кислоти. Знайти масові частки солей у розчині.
6. Який об’єм амоніаку (н.у.) треба розчинити в 1,2 л 8%-го розчину (ρ = 0,96) амоній гідроксиду, щоб отримати 10%-ий розчин?
7. На скільки градусів знизиться температура замерзання, якщо в 50 г води розчинити 2,5 г калій нітрату. Уявний ступінь дисоціації солі дорівнює 90 %.
8. 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.
9. У процесі синтезу амоніаку тиск у реакторі впав на 10 %. Знайти склад отриманої після реакції газової суміші (в об.%), якщо у початковій суміші вміст нітрогену і гідрогену відповідав стехіометричному співвідношенню.
10. Як повинні відноситись кількості речовин купрум (II) нітрату та аргентум нітрату в суміші, щоб після їхнього повного термічного розкладу маса одержаного залишку виявилась меншою за масу вихідної суміші на 39,62 %?
11. Використовуючи табличні дані, визначити, скільки осаду утвориться при охолодженні 500 г насиченого при 80^{o}C розчину калій нітрату до 20^{o}C.
12. При прожарюванні 0,189 г кристалогідрату лантан нітрату до припинення виділення газів маса сухого залишку становила 0,074 г. Знайти формулу солі.
13. У результаті розчинення питної соди в розчині нітратної кислоти утворився розчин натрій нітрату з масовою часткою солі 8,5%. Обчислити масову частку кислоти у вихідному розчині.
14. Суміш калій нітрату та міді прожарили на повітрі. Маса суміші після прожарювання не змінилась. Визначити масову частку (у %) калій нітрату у вихідній суміші.
15. При пропусканні суміші азоту з воднем, взятих у стехіометричному співвідношенні, через контактний апарат прореагувало 10% азоту. Визначити вміст у об’ємних відсотках амоніаку в кінцевій суміші.

Хід виконання роботи

Дослід 1. Добування амоніаку, його взаємодія з водою та хлоридною кислотою

У порцелянову 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 2 Рівновага у водному розчині амоніаку

Добутий у попередньому досліді 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 йонне 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 3. Сублімація амоній хлориду (Демонстраційний)

У довгу суху пробірку помістити декілька кристалів амоній хлориду і нагріти. Спостерігати за сублімацією амоній хлориду і утворенням білого нальоту на стінках верхньої, холоднішої частини пробірки.

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 краплинами розчин калій перманганату. Спостерігайте за знебарвленням розчину.

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

Дослід 6. Окиснювальні властивості нітритів

До 1 мл розчину натрій нітриту, підкисленого сульфатною кислотою, додати краплями розчин калій іодиду і спостерігати за виділенням вільного іоду. Написати рівняння реакції. До утвореного розчину додати кілька крапель розчину крохмалю. Чи синіє розчин?

Дослід 7. Реакція з дифеніламіном

До 1 мл розчину натрій нітрату додати одну краплю розчину дифеніламіну в концентрованій сульфатній кислоті (обережно!). Поява темно-синього забарвлення характерна для продукту окиснення дифеніламіну нітратною кислотою.

Дослід 8. 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 9. Термічний розклад нітратів (Демонстраційний)

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

Лабораторна робота № 7

Фосфор та його сполуки

Питання для підготовки

1. Алотропні модифікації Фосфору. Знаходження у природі. 2. Електронна будова та можливі ступені окиснення. 3. Отримання та фізичні властивості фосфору. 4. Хімічні властивості фосфору. 5. Фосфіди. Отримання та властивості. 6. Молекула фосфіну та іон фосфонію. Їх властивості. 7. Оксиди Фосфору. 8. Галогеніди Фосфору, їх гідроліз. 9. Сполуки Фосфору у ступенях окиснення елементу (+1, +3). 10. Кислоти Фосфору із різними ступенями окиснення атома Фосфору. 11. Фосфатні кислоти, їх будова та взаємоперетворення. 12. Ізо– та гетерополіфосфатні кислоти. 13. Солі фосфатних кислот. Отримання та застосування. 14. Фосфорні добрива, їх одержання. Комплексні фосфорні добрива. 15. Порівняльна характеристика Нітрогену та Фосфору, сполук цих елементів.

Задачі для самостійного розв'язування

1. 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.

2. На нейтралізацію розчину фосфор (V) хлориду витратили 300 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою 8% та густиною 1,064 г/мл. Визначити масу фосфор (V) хлориду в розчині.

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

4. 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.

5. Яку масу фосфатного ангідриду потрібно додати до 85,8 г 6,3%-го розчину фосфатної кислоти, щоб після кип'ятіння отримати 25%-ний розчин?

6. 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%?

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

8. Знайти pH розчину, отриманого розчиненням 2,2 г фосфор (III) оксиду в 1 л води, приймаючи до уваги лише першу стадію дисоціації утвореної кислоти.

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

10. 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.

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

12. Розчинність аргентум фосфату становить $1{,}97 \cdot 10^{-4}$ г на 100 г води. Знайти добуток розчинності цієї солі.

13. У промисловості ортофосфатну кислоту отримують з фосфоритної руди дією на неї сульфатною кислотою. Визначити, який об'єм (л) 60%-ного

розчину (ρ = 1,426) продукту можна отримати з 800 кг руди, що містить 25% домішок.

14. За деякої температури з 8 моль фосфор (V) хлориду, що міститься в закритій посудині об’ємом 40 л, розклалось 6 моль речовини. Розрахувати константу рівноваги для реакції, що описується рівнянням $PCl_5(г)=PCl_3(г)+Cl_2(г)$.

15. Скільки грамів P_2O_5 треба розчинити у 250 г 5%-ного розчину метафосфатної кислоти, щоб одержати розчин з масовою часткою кислоти 20%?

Хід виконання роботи

Дослід 1. 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. Простежити та пояснити зміну кольору індикатора у кожній з пробірок. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. 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. Спостерігати за утворенням осадів у перших двох пробірках. Пояснити, чому в третій пробірці осад не утворюється? Додати в першу і другу пробірку розчину ортофосфатної кислоти і спостерігати за розчиненням осадів. В якій пробірці осад розчиняється швидше і чому? Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. 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 кожну 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.

Дослід 4. Отримання бромоводню і йодоводню

У дві пробірки внести по 2-3 мікрошпателі сухих солей – натрій броміду і калій йодиду. Додати до них по 5-10 крапель концентрованої ортофосфатної кислоти. Підігріти пробірки. Піднести до отвору змочений водою індикаторний папірець, відмітити зміну його забарвлення. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Отримання малорозчинного аргентум ортофосфату

До 2-3 крапель розчину натрій гідрогенфосфату додати 1-2 краплі розчину аргентум нітрату. Утворюється жовтий осад аргентум ортофосфату.

Отриманий осад розділити на дві пробірки і перевірити його розчинність в нітратній кислоті та амоніаку. Написати рівняння реакцій.

Дослід 6. Утворення магній-амоній фосфату

У пробірці приготувати магнезіальну суміш (суміш магній хлориду, амоніаку та амоній хлориду) Для цього до розчину магній хлориду додати декілька крапель амоніаку і розчин амоній хлориду. Розчин амоній хлориду додавати краплями до повного розчинення утвореного малорозчинного магній гідроксиду.

До 3-4 крапель натрій гідрогенфосфату додати декілька крапель магнезіальної суміші і спостерігати за утворенням білого дрібнокристалічного осаду магній-амоній фосфату. Написати рівняння реакцій.

Дослід 7. Добування фосфатної кислоти. (Демонстраційний)

У залізну 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 8. Якісні реакції на ортофосфат-, метафосфат- і дифосфат-іони. (Демонстраційний)

Добутий у попередньому досліді 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, спостерігати за утворенням забарвленого кільця. Яке його забарвлення? Утворенню якої солі воно відповідає?

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 попереднього досліду 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 9. Добування ортофосфатної кислоти (Демонстраційний)

Внести у пробірку невелику кількість червоного фосфору і додати 3-5 крапель концентрованої нітратної кислоти. Пробірку закріпити у штативі під

кутом і злегка підігріти маленьким полум'ям до початку виділення газу. Після охолодження пробірки провести якісну реакцію на ортофосфат-іони з амоній молібдатом, що протікає за рівнянням:

$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 = (NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6] + NH_4NO_3 + 10H_2O$.

Для цього у пробірку внести 5-6 крапель насиченого розчиеу амоній молібдату, підкисленого нітратною кислотою, і додати до нього краплю отриманого в досліді розчину. Пробірку нагріти на водяній бані. Випадання жовтого осаду підтверджує отримання ортофасфатної кислоти.

Написати: а) рівняння добування ортофосфатної кислоти, враховуючи, що при цьому виділиться нітроген (II) оксид; б) рівняння ступінчастої дисоціації ортофосфатної кислоти; в) рівняння реакції виявлення ортофосфат-аніону дією амоній молібдату.

Лабораторна робота № 8
Елементи підгрупи Арсену та їх сполуки

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 властивості. 4. Хімічні властивості простих речовин. 5. Арсеніди, стибіди, бісмутити. 6. Сполуки з Гідрогеном, зміна властивостей цих сполук по підгрупі. 7. Оксиди As, Sb, Bi, їх стійкість при різних ступенях окиснення елементу. 8. Сульфіди елементів підгрупи As, їх властивості. 9. Галогеніди елементів підгрупи Арсену. 10. Арсенітна та арсенатні кислоти, тіоарсенатна кислота. 11. Гідроксиди Sb і Bi, їх властивості. 12. Солі Sb та Bi, їх гідроліз. 13. Окисно-відновні властивості сполук. 14. Порівняння властивостей *p*–елементів V–ої групи та їх сполук. 15. Вторинна періодичність у підгрупі.

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) сульфіду в мінералі.
3. Визначити 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 сплавляння 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 сульфіду і маса зменшилася на 5,86 г. Якщо ж суміш обробити надлишком концентованої хлоридної кислоти, то маса зменшилася на 3,40 г. Вкажіть склад вихідної суміші у мольних частках.
7. Скільки амоній полісульфіду потрібно, щоб зняти (розчинити) стибієве "дзеркало", що утворилось при розкладі 2,24 л (н.у.) стибіну.
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°С 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. Цинкову пластинку помістили у 200 г 10%-го розчину бісмут нітрату. Через деякий час маса пластинки збільшилась на 5 г. Скільки бісмуту виділилось на пластинці? Якими стали масові частки солей у розчині?
12. При обробці 3,96 г As_2O_3 цинком е кислому середовищі виділяється газ, при пропусканні якого через розжарену кварцову трубку в холодній зоні утворюється «чорне дзеркало» (що це таке?), яке зникає при змоченні його розчином NaClO. Яка маса 10%-ного розчину солі піде на цю реакцію? Якщо ж цей газ пропустити через розчин $AgNO_3$, то осаджується срібло. Скільки срідла можна отримати за цією реакцією?
13. У розчин концентрованої нітратної кислоти помістили металеву пластинку мсою 30 г, виготовлену з невідомого III-валентного металу. Після витіснення 2,41 л газу (н.у.) маса пластинки зменшилась на 25%. З якого металу була виготовлена пластинка?
14. Скільки технічного цинку, що містить 2% домішок, повинно прореагувати з натрій ортоарсенітом у кислому середовищі, якщо газ, що утворився внаслідок реакції, при 25ºС та тиску 90кПа займає об'єм 2 л?
15. Чи випаде осад бісмут йодиду, якщо до 1 мл 0,001 М розчину $Bi(NO_3)_3$ додати 0,5 мл 0,005 М розчину KI? ($ДР = 8 \cdot 10^{-19}$)

Хід виконання роботи

Дослід 1. Розчинення арсен (III) сульфіду

Внести у пробірку декілька шматочків арсен (III) сульфіду і додати до нього концентрованого розчину натрій гідроксиду. Спостерігати за розчиненням арсен (III) сульфіду. Пробірку залишити для наступного досліду. Написати рівняння реакції, враховуючи, що утворюється суміш арсенат- та арсеніт-іонів.

Дослід 2. Якісна реакція на арсеніт- та арсенат-іони

Налити у пробірку декілька крапель отриманого у попередньому досліді розчину і додати до нього декілька крапель нітратної кислоти до слабкокислої реакції, додати кілька крапель аргентум нітрату, а потім обережно по стінках долити розчину амоніаку до утворення двох шарів. Спостерігати за появою на межі поділу двох шарів забарвленого кільця. Якщо забарвлення кільця жовте – утворився аргентум арсеніт, якщо забарвлення кільця шоколадне – утворився аргентум арсенат.

Дослід 3. Відновні властивості сполук арсену (III)

Налити у пробірку 1 мл розчину калій перманганату, долити такий самий об'єм сульфатної кислоти, а потім краплями розчин, отриманий у першому досліді, до знебарвлення розчину. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Окислювальні властивості сполук арсену (V)

Налити у пробірку 1 мл розчину калій іодиду, долити такий самий об'єм хлоридної кислоти і кілька крапель розчину крохмалю, а потім краплями розчин, отриманий у першому досліді. Спостерігати за забарвленням розчину в синій колір. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Стибій (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 спостережувані 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 6. 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 7. 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. Розділити добутий осад у дві пробірки. Долити в одну з них краплями розчин 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 сполуці? Додати до отриманого розчину декілька крапель води, спостерігаючи за випаданням того самого осаду внаслідок розкладу комплексної сполуки.

У другу пробірку долити трохи розчину калій іодиду (не до розчинення осаду), а потім надлишок води і злегка нагріти. Спостерігати за зміною кольору осаду з чорного на оранжевий внаслідок гідролізу бісмут (III) іодиду до бісмутил іодиду. Написати рівняння реакцій.

Дослід 8. Добування і властивості сульфідів стибію (III) та бісмуту (III) (Під тягою!)

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

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

Написати рівняння реакцій. Зробити висновок про хімічний характер стибій (III) сульфіду. Повторити дослід з бісмут (III) нітратом. Що спостерігається у цьому випадку?

Лабораторна робота № 9

Елементи підгрупи Ванадію та їх сполуки

Питання для підготовки

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Ванадію. 2. Поширеність та форми знаходження у земній корі. 3. Добування та застосування металів підгрупи Ванадію. 4. Фізичні властивості V, Nb, Ta. 5. Хімічні властивості V, Nb, Ta. 6. Відношення V, Nb, Ta до води, кислот та основ. 7. Сполуки з металічним зв’язком. 8. Сполуки з ступенем окиснення елементу (+2). 9. Сполуки з ступенем окиснення елементу (+3). 10. Сполуки з ступенем окиснення елементу (+4). 11. Сполуки з ступенем окиснення елементу (+5). 12. Оксиди Ванадію, їх властивості. 13. Солі V, Nb, Ta у катіонній та аніонній формах. 14. Кластерні сполуки. 15. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп V-ї групи.

Задачі для самостійного розв’язування

1. На титрування 50 мл насиченого при 18°С 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.

2. Кристалогідрат ванадій (III) сульфату містить 21,25 % металу. Встановити формулу кристалогідрату. Знайти молярність розчину, отриманого розчиненням 8 г його у 200 мл води.

3. Скільки грамів калій ортованадату повинно міститись в 2 л 0,1 н розчину, якщо його використовують як окисник у сульфатнокислому середовищі?

4. 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.

5. Скільки грамів калій перманганату потрібно для окиснення 7,6 г ванадій (III) сульфату до ванадат-іону в нейтральному та нітрату диоксиванадату (V) у кислому середовищах?

6. Скільки кг технічного патроніту (V_2S_5), що містить 15% домішок, потрібно перевести в оксид, щоб металотермією відновити з нього 10 кг чистого ванадію?

7. На 26,31 г суміші V, Nb і Ta подіяли «царською горілкою». При цьому виділилось 8,96 л газу (н.у.) та лишився нерозчинний залишок, при дії на який сумішшю HNO_3 і HF виділилось 3,36 л газу (н.у.). Знайти масові частки металів у суміші.

8. Який об’єм 0,1 н розчину натрій гіпохлориту витратиться на взаємодію з 50 мл 0,05 М розчину вінадій (III) сульфату у лужному середовищі, якщо ванадій окислюється до метаванадат-іону?

9. Вивести формулу ванадій оксиду, знаючи, що у 2,73 г його міститься 1,53 г Ванадію.

10. Скільки ферум (II) сульфату витратиться на відновлення 100 мл 2 н розчину натрій метаванадату у кислому середовищі, якщо ванадат-іон відновлюється до ванадил (IV) сульфату?

11. Яку масу амоній метаванадату потрібно розкласти, щоб ванадій (V) оксиду вистачило для утворення 150 г 23%-го розчину калій ортованадату?

12. Яким буде відношення мас ванадій (V) оксиду та манган диоксиду, якщо об’єми газу, що виділяється внаслідок дії концентрованої хлоридної кислоти, відносяться як 3:2?

13. Амонійно-ванадієві галуни мають такий елементарний склад: N 2,93%, V 10,69%, S 13,42%, H 5,87% (мас.), решта Оксиген. Встановити формулу галунів та порахувати масу осаду, що випаде при дії розчину барій хлориду на 4,77 г галунів.

14. Яка маса 5%-го розчину калій біхромату витратиться на реакцію з 3,9 г ванадій (III) сульфату у кислому середовищі, якщо ванадій окислюється до йону ванадилу (IV)?

15. Скільки йоду виділиться при дії на підкислений розчин натрій ванадату 100 мл 2н розчину KI?

Хід виконання роботи

Дослід 1. 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; другу пробірку нагріти на водяній бані. 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 (V) сульфат). Зробити висновок про хімічний характер ванадій (V) оксиду.

Дослід 2. 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 pH розчину можуть бути солі метаванадатної кислоти (осад синьо-зеленого кольору) або ортованадатної кислоти (осад жовто-зеленого кольору).

Дослід 3. Утворення пероксованадатної кислоти

До 1 мл підкисленого розчину натрій ванадату додати 1-2 краплі 3%-го розчину гідроген пероксиду. Спостерігати за появою вишнево-червоного забарвлення розчину внаслідок утворення пероксованадатної кислоти HVO_4. Напишісати рівняння реакції.

Дослід 4. Відновлення ванадатів гідрогенсульфідом (Демонстраційний)

Налити у пробірку 1 мл розчину амоній ванадату, злегка підкислити його хлоридною кислотою і пропускати гідрогенсульфід. Спостерігати за появою синього забарвлення розчину внаслідок відновлення ванадат-іонів до диванадил-катіонів $[V_2O_2]^{4+}$. Якщо реакція відбувається дуже повільно, злегка підігріти розчин. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Окислювальні 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 6. 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 10

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 диоксид, його властивості у кристалічному та аморфному стані. 14. Силікатні кислоти та їх солі. 15. Силікатна промисловість.

Задачі для самостійного розв'язування

1. Розчинність карбон диоксиду у воді при 20°С становить 0,88 об'єму на 1 об'єм води. Знайти максимально можливу масову частку отриманої карбонатної кислоти, вважаючи взаємодію повною. Яке pH матиме отриманий розчин?
2. На скільки понизиться тиск насиченої водяної пари над розчином при 18°С, якщо в 100 мл води розчинити 5 г кристалічної соди (p°(18°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°С розчинність натрій карбонату складає 31,6 г, а при 0°С – 6,75 г на 100 г розчину. Скільки кристалічної соди виділиться при охолодженні 500 г насиченого розчину від 60°С до 0°С?
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% (ρ = 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 сульфіду. 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: $COCl_2 \leftrightarrow CO + Cl_2$ 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 (ρ = 1,19 г/мл) додали 500 мл 6 %-го розчину сульфатної кислоти (ρ = 1,04 г/мл). Скільки мл 2,5 н розчину хлоридної кислоти потрібно для взаємодії з надлишком соди?

12. Як зміниться pH 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 досліду.

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 кожну 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 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 кожну 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. Спостерігати за утворенням гелю силікатної кислоти. Про що це свідчить? Написати рівняння реакцій. На підставі дослідів 4 та 11 розташувати карбонатну, силікатну і ацетатну кислоти в ряд стосовно зростання їх сили.

Дослід 12. Термічний розклад купрум 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? Пояснити це явище. Який склад утвореного осаду? Чому осад розчиняється при подальшому пропусканні газу?

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

Лабораторна робота № 11

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. Сульфіди 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 Ті з ступенем окиснення (IV); їх властивості. 14. Сполуки Ті 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 (ρ = 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 сульфіду, 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 (ρ = 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 (ДР = $1,6 \cdot 10^{-5}$); б) сульфату (ДР = $2,2 \cdot 10^{-8}$); в) ортофосфату (ДР = $7,9 \cdot 10^{-43}$)?
8. Сплав має склад: 30 % Sn, 70 % Pb. У 800 г цього сплаву міститься 425г 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 pH 0,1 М розчину гідроген сульфіду довели до 2,05. Яка максимальна концентрація іонів плюмбуму (II) може існувати в такому розчині? ($ДР_{PbS} = 2,5 \cdot 10^{-27}$).
11. Чи випаде осад плюмбум (II) гідроксиду, якщо до 120 мл 0,1н розчину плюмбум (II) нітрату долити рівний об'єм 0,05 н розчину амоніаку? ($ДР_{Pb(OH)_2} = 5 \cdot 10^{-16}$).
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? ($ДР_{PbCl_2} = 1,7 \cdot 10^{-5}$).
13. Проведено повний гідроліз 0,5 $см^3$ рідкого (ρ = 1,726) титан (IV) хлориду з утворенням осаду, який відфільтровано і прожарено. Знайти масу сухого залишку.

14. Титан очищують іодтермічним методом за схемою: $TiI_{4(г)} \leftrightarrow Ti_{(т)} + 2I_{2(г)}$ (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: $Zr_{(тв)} + 2I_{2(г)} \leftrightarrow ZrI_{4(г)}$, $\Delta H° < 0$. 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 кожну 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 кожну 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 концентровано нітратною кислотою утворюється білий осад *β*-станатної кислоти складу $xSnO_2 \cdot yH_2O$, 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) $[Sn(OH)_6]^{2-}$. Відмітити властивості станум (IV) гідроксиду. Як змінюється концентрація іонів Sn^{4+} і $[Sn(OH)_6]^{2-}$ при додаванні лугу? Кислоти? Слід відмітити, що у сильно кислому середовищі утворюється іон $[SnCl_6]^{2-}$.

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 іону 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 кожну 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 досліду 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 $[Pb(OH)_6]^{4-}$ – 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 іодиду і сірководневої води. У кожну 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 іодиду при нагріванні. Охолодити пробірки і спостерігати випадання осадів плюмбум (II) хлориду та іодиду. Чи розчиняються при нагріванні плюмбум (II) сульфід та сульфат?

Дослід 8. Добування і властивості цирконій (IV) гідроксиду

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

Дослід 10. 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.

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 І, том ІІ / 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,
Інна Алімівна Іващенко,
Ірина Іванівна Петрусь

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Частина І

Методичні вказівки до лабораторних занять

Друкується в авторській редакції