

Лабораторна робота № 7

Метали IV А групи: олово і п्लомбум. Інструментальні, абразивні та напівпровідникові матеріали: бор, вуглець, кремній

Мета: одержати і дослідити властивості найбільш поширених сполук Бору, Карбону, Силіцію, Стануму і П्लомбуму

Короткі теоретичні відомості

БОР

Бор відноситься до р-елементу третьої групи. Стан його валентних електронів характеризується загальною формулою ns^2np^1 . У своїх сполуках бор проявляє єдиний і стійкий ступінь окиснення +3, тому для сполук бору як окиснювальні, так і відновні властивості не характерні.

Кристалічний бор – неметал і хімічно інертна речовина. Оксиди і гідроксиди бору є амфотерними, причому у цих сполук бору переважають кислотні властивості. Незвичайною особливістю оксиду бору є його схильність до склоутворення. У цьому проявляється діагональна подібність бору з кремнієм. Стійкі до дії хімічних реактивів і термостійкі різновиди скла борату використовуються для виготовлення лабораторного посуду.

КАРБОН, КРЕМНІЙ, ГЕРМАНІЙ, СТАНУМ І ПЛЮМБУМ

Головну підгрупу четвертої групи періодичної системи Д.І. Менделєєва складають хімічні елементи Вуглець, Кремній, Германій, Станум і П्लомбум. Їх прості речовини і багато сполук широко використовуються в житті і діяльності людини.

Карбон – основа органічної хімії, але і в неорганічній хімії його сполуки представлені досить широко. Вивчення неорганічних сполук Карбону розпочинається з одержання вуглекислого газу і нерозчинних карбонатів, з вивчення гідролізу розчинних карбонатів.

Під час вивчення сполук Силіцію особливу увагу приділяють силікатній кислоті, оскільки це випадок нерозчинної кислоти і желеподібного стану речовини, з якими знайомляться студенти, вивчаючи хімію. Корисні також досліди з отримання нерозчинних і гідролізу розчинних силікатів, оскільки вони дозволяють порівняти їх з аналогічними сполуками Карбону.

Германій і його сполуки є рідкісними, і в навчальних лабораторіях не використовуються. Станум, П्लомбум та їх сполуки, навпаки, широко використовуються в лабораторних цілях. Ці метали можна одержувати з розчинів їх солей шляхом витіснення більш активними металами. Оксиди і гідроксиди цих металів є амфотерними.

Особлива увага приділяється окиснювально-відновним властивостям сполук Стануму і П्लомбуму. Хлорид стануму(II) використовується в хімічних лабораторіях і в технічних цілях як відновник, а діоксид п्लомбуму – як один з найсильніших окисників.

Елементи однієї підгрупи – це загалом схожі елементи, але кожен з них має багато індивідуальних особливостей. Для Стануму і П्लомбуму відмінність проявляється, зокрема, в одержанні і розчиненні сульфідів. Сульфід двовалентного Стануму SnS є нерозчинним в розбавлених кислотах, але

розчинним в концентрований HCl і в кислотах-окисниках; з сульфідами лужних елементів і сульфідом амонію він не взаємодіє. Сульфід чотиривалентного Стануму SnS_2 – сульфоангідрид, тобто він взаємодіє з розчинами сульфідів лужних елементів і амонію з утворенням розчинних сульфосолей. Сульфід двовалентного Плюмбуму PbS відноситься до сульфідів, розчинних в кислотах-окисниках, а сульфід чотиривалентного Плюмбуму не існує внаслідок розкладання у момент утворення за реакцією внутрішньомолекулярного окиснення-відновлення.

Сполуки Бору, Карбону, Силіцію знайшли своє широке застосування як інструментальні та абразивні матеріали. Це такі, наприклад, як бор карбід (B_4C), бор нітрид (BN), карборунд (SiC), вольфрам карбід (WC), титан карбід (TiC) та ін.

Карбіди і бориди d-металів (Cr , Ti , V і ін.) також використовуються для одержання жароміцних матеріалів (сталі, різноманітні сплави). Особливе значення для виробництва мають синтетичні матеріали, до складу яких входить Карбон (C): пластичні маси, гума, віскоза, капрон, штучна шкіра та ін.

Силіцій (Si) і Германій (Ge) належать до p-елементів, неметалів (ns^2np^2). Вони є напівпровідниковими матеріалами, які різко змінюють електричну провідність в залежності від умов (освітлення, температури). Їх застосування у техніці зумовлено тим, що вони мають властивості, які дозволяють перетворювати зовнішню інформацію (зміну температури, поглинання променевої енергії та ін.) у електричні сигнали, що легко піддаються перетворенню і фіксації у приладах управління, зв'язку та контролю.

Експериментальна частина

Реактиви: Насич. розч. бури $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$, розчин H_2SO_4 , крист. H_3BO_3 , етиловий спирт (1). Крист. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$, розчини CoCl_2 , NiCl_2 , CrCl_3 , FeCl_3 , CuSO_4 (2). Свіжовигот. 10%-ний розч. $(\text{Na}_2\text{SiO}_3)_x$, розб. HCl , розчин NaOH , спиртовий розч. фенолфталеїну (3). Розчини CoSO_4 , NiSO_4 , CrCl_3 , FeCl_3 , CuSO_4 , розчин $(\text{Na}_2\text{SiO}_3)_x$ (4, 5). Розчини $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, SnCl_2 , NaOH і $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (6, 7). Розчини $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, розчин KI , оцтова кислота (8).

Посуд і прилади : штатив з пробірками, скляна паличка, спиртівка, фарфорова чашка або тигель, сірники, універсальний індикаторний папір, стальна дротина.

Одержання ортоборної кислоти і вивчення її властивостей

Одержання ортоборної кислоти. У пробірку помістити 5-6 крапель насиченого розчину бури $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$ додати 2-3 краплі концентрованої сірчаної кислоти. Спостерігати випадання білих кристалів.



У звіті описати дослід і написати рівняння реакції. Сіллю якої кислоти є тетраборат натрію? Чому в реакції виходить не тетраборна, а ортоборна кислота?

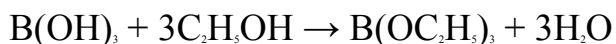
Кислотні властивості ортоборної кислоти. У пробірці з ортоборною кислотою визначити рН розчину за допомогою універсального індикаторного паперу. Вказати значення рН розчину кислоти і написати схему електролітичної дисоціації. Чим дисоціація ортоборної кислоти відрізняється від дисоціації інших кислот? Яка її основність?

Зробити висновок про силу ортоборної кислоти, константа дисоціації якої дорівнює $5 \cdot 10^{-10}$.

Потім в пробірку з ортоборною кислотою внести шматочок магнієвої стрічки, спостерігати виділення газоподібної речовини. Написати рівняння реакції магнію з ортоборною кислотою.

Одержання ефіру ортоборної кислоти. У фарфоровий тигель помістити декілька кристалів ортоборної кислоти, 2-3 краплі сірчаної кислоти і 5-6 крапель етилового спирту. Суміш розтерти скляною паличкою і підпалити. Відмітити забарвлення полум'я.

В результаті реакції $B(OH)_3$ з етанолом у присутності концентрованої сірчаної кислоти (в ролі водовід'ємного засобу) утворюється борноетиловий ефір:



Борноетиловий ефір відганяється з суміші у вигляді азеотропної суміші з етанолом. Реакція горіння борноетилового ефіру відповідає рівнянню:



У звіті написати рівняння взаємодії етанолу з ортоборною кислотою з утворенням борноетилового ефіру $B(OC_2H_5)_3$. Яка роль сірчаної кислоти в цій реакції? Зробити висновок про амфотерних властивості ортоборної кислоти.

Одержання перлів бури

Метаборати Хрому, Нікелю, Кобальту і деяких інших металів мають склоподібну структуру і характерне забарвлення. Ці кольорові види скла називаються перлами бури. Вони використовуються в аналізі і у виготовленні художніх виробів з кольорового скла.

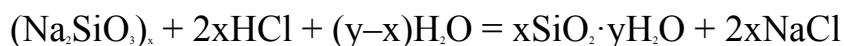
Розжареною сталевною дротиною з вушком торкнутися по черзі кристалів бури і солі кобальту. Нагрівати отриману краплю розплаву до одержання однорідної скловидної маси. Охолодити отриманий перл і відмітити його забарвлення. Таким же способом одержати перли Хрому, Нікелю, Купруму і Феруму.

Описати дослід і спостереження. Написати рівняння реакцій :

- 1) зневоднення бури і її розкладання на метаборат і оксид бору;
- 2) взаємодії оксиду бору з солями Кобальту, Хрому, Нікелю, Купруму і Феруму.

Одержання силікатної кислоти

До 4-5 крапель розчину силікату натрію додати 6-7 крапель 2 н. соляної кислоти.



Спостерігати утворення желе силікатної кислоти. Написати рівняння реакції. Пояснити, чому формула силікатної кислоти H_2SiO_3 є умовною, який дійсний склад цього желе?

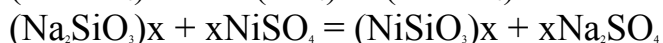
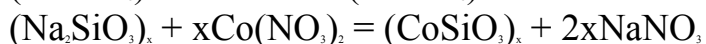
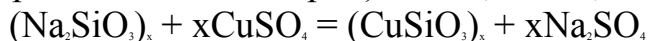
Одержання малорозчинних силікатів

У три пробірки внести по 3-4 краплі розчинів хлориду барію, хлориду нікелю(II) і сульфату купруму(II). Додати в кожну пробірку по 2-3 краплі розчину силікату натрію.

Описати дослід, написати рівняння реакцій в молекулярному і йонно-молекулярному вигляді, відмітити колір осадів.

Цей самий дослід ще називається "хімічний сад", якщо його провести заздалегідь. За тиждень до показу досліду в циліндр наливають 120-150 мл

розчину полісилікату натрію і кидають в розчин по декілька кристалів солей (розміром з пшеничне зерно) CoSO_4 , NiSO_4 , CuSO_4 . Внаслідок обмінних реакцій:



утворюються малорозчинні полісилікати міді, кобальту, нікелю у вигляді "ниток" і "стрічок" різної форми і кольору, схожих на водорості. Вони створюють картину, що нагадує сад.

Гідроліз розчинного силікату

За допомогою універсального індикаторного паперу встановити середовище розчину силікату натрію. Написати рівняння гідролізу в молекулярному і йонному вигляді. Пояснити, чому середовище розчину Na_2SiO_3 є більш лужним, ніж розчину Na_2CO_3 .

Одержання гідроксидів стануму(II) і плюмбуму(II) і дослідження їх основно-кислотних властивостей

Гідроксид стануму(II). У двох пробірках отримати гідроксид стануму(II) взаємодією розчину хлориду стануму(II) з гідроксидом амонію.

Для дослідження властивостей гідроксиду стануму(II) в одну пробірку додати соляну кислоту, в іншу – надлишок розчину лугу.

Написати молекулярні і йонно-молекулярні рівняння реакцій одержання гідроксиду стануму(II) і взаємодії його з розчином гідроксиду натрію і соляною кислотою, враховуючи, що в лужному розчині утворюється гідроксокомплексні сполуки.

Гідроксид плюмбуму(II). Взаємодією розчиненого нітрату плюмбуму(II) з гідроксидом амонію одержати в двох пробірках гідроксид плюмбуму(II). Відмітити колір осаду. Розчинити осад, додаючи в першу пробірку 2 н. азотну кислоту, а в другу – розчин лугу. Написати рівняння реакцій одержання гідроксиду плюмбуму(II) і взаємодії його з кислотою і лугом в молекулярному і йонно-молекулярному вигляді.

Чому для розчинення $\text{Sn}(\text{OH})_2$ можна використати сірчану і соляну кислоту, а для розчинення $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – не можна?

Сформулювати висновок про основно-кислотні властивості гідроксидів стануму(II) і плюмбуму(II).

Гідроліз солей стануму(II) і плюмбуму(II)

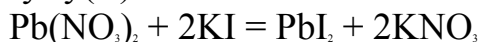
Гідроліз хлориду стануму(II). У пробірку з 3-4 краплями води опустити 2-3 кристали хлориду стануму(II). Розмішати вміст пробірки скляною паличкою до повного розчинення кристалів і за допомогою універсального індикаторного паперу визначити рН розчину. Додати в пробірку ще 5-6 крапель води, відмітити утворення осаду основної солі – хлориду гідроксостануму(II). Написати рівняння реакцій. Вказати тип гідролізу і рН середовища. Пояснити вплив додавання води на зміщення рівноваги гідролізу цієї солі.

Гідроліз нітрату плюмбуму(II). Помістити в пробірку декілька кристалів нітрату плюмбуму(II) і 3-4 краплі дистильованої води. Розмішати вміст пробірки скляною паличкою до повного розчинення солі. Визначити рН одержаного розчину за допомогою універсального індикатора. Яке середовище цього розчину?

Написати рівняння гідролізу нітрату плюмбуму(II) за першим ступенем.

Одержання йодиду плюмбуму(II)

У пробірку наливають розчин нітрату плюмбуму(II), потім підливають до нього розчин йодиду калію до утворення яскраво-жовтого осаду йодиду плюмбуму(II) :



Розчинність йодиду плюмбуму(II) дуже сильно залежить від температури (0,076 % за 25°C і 0,3 % за 80°C), тому під час нагрівання і подальшого охолодження осад може бути перекристалізований. Для цього склянку з суспензією йодиду плюмбуму(II) нагрівають до повного розчинення осаду, а потім отриманий розчин швидко охолоджують. Випадають блискучі золотисті кристали йодиду плюмбуму(II).

Контрольні запитання та завдання

1. Продемонструйте за допомогою рівнянь реакцій одержання вуглекислого газу з природних сполук (мінералів) кальциту, магнезиту і малахіту.
2. Напишіть рівняння гідролізу карбонату натрію і силікату натрію. Яка сіль і чому гідролізується повніше?
3. Поясніть, чому реакція $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{Na}_2\text{SiO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2(\text{к})$ в розчинах відбувається в прямому напрямі, а в розплавах – в зворотному?
4. Розчин силікату натрію використовується як клей. Чому внаслідок зберігання в негерметичній ємкості цей розчин стає каламутним і втрачає склеювальні властивості?
5. Продемонструйте за допомогою рівнянь реакцій амфотерні властивості гідроксидів $\text{Sn}(\text{OH})_2$ і $\text{Sn}(\text{OH})_4$.
6. Продемонструйте за допомогою рівнянь реакцій відновні властивості SnCl_2 і окиснювальні властивості PbO_2 .