

## 6.2. Экспериментальная часть

### 6.2.1. Цель работы:

Изучение свойств простых веществ кобальта и никеля. Получение гидроксидов Co(II) и Ni(II), а также гидроксидов Co(III) и Ni(III). Изучение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений Co(II), Ni(II) и Co(III). Получение и изучение свойств комплексных соединений Co(II), Co(III) и Ni(II).

### 6.2.2. Реактивы:

Кобальт-порошок; никель-порошок; кристаллический  $\text{CoCl}_2$ ; концентрированная (37%-ная)  $\text{HCl}$ ; концентрированные  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{NaOH}$ ; 1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 2 М  $\text{HNO}_3$ ; 2 М  $\text{HCl}$ ; 2 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; 1 М  $\text{CoCl}_2$ ; 1 М  $\text{NiCl}_2$ ; 2 М  $\text{KNO}_2$ ; 1 М  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 1 М  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ; свежеприготовленная бромная вода; 0,05М аммиачный раствор диметилглиоксима.

### 6.2.3. Оборудование:

Газовая горелка, термометр, конические пробирки, стаканчики на 50 мл, пипетки на 2-5 мл, мерные цилиндры на 5 мл, фарфоровые тигли, шпатели, стеклянные палочки, фильтровальная бумага.

### 6.2.4. Порядок выполнения эксперимента.

#### Соединения кобальта

#### Опыт 1. Взаимодействие кобальта с кислотами.

В четыре пронумерованные пробирки поместите примерно одинаковые количества порошка кобальта. В пробирку №1 прилейте несколько капель 2М раствора  $\text{HCl}$ ; в пробирку №2 – 1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (если реакция протекает медленно, осторожно подогрейте). В третью пробирку прилейте 2М раствор  $\text{HNO}_3$ , а в четвертую – концентрированную (> 70%)  $\text{HNO}_3$ . Наблюдения и результаты опытов представьте в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1.

Кислота	Наблюдения			Уравнения реакций
	Скорость реакции при комн. темп-ре.	Скорость реакции при нагревании.	Цвет раствора.	
2М $\text{HCl}$				
2М $\text{H}_2\text{SO}_4$				
2М $\text{HNO}_3$				
$\text{HNO}_3$ конц.				

Вопросы и задания:

- 1) Опишите наблюдаемое.
- 2) Напишите уравнения реакций и занесите их в таблицу.
- 3) В уравнениях реакций подчеркните одной чертой продукты окисления, а двумя – продукты восстановления.
- 4) Оцените скорость взаимодействия  $\text{Co}$  с кислотами по 3-х бальной шкале.
- 5) Укажите окраску иона  $\text{Co(II)}$  в водных растворах?
- 6) В какой кислоте скорость растворения  $\text{Co}$  выше? Объясните почему?

## **Опыт 2. Получение гидроксида Со(II).**

В стаканчик на 50 мл, содержащий 5 мл 1 М соли Со(II), прилейте при перемешивании 25 мл 2М раствора щёлочи. Наблюдайте за изменением цвета осадка. Осадок разделите на 5 частей, поместите их в пронумерованные пробирки и оставьте для опыта 3.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*

## **Опыт 3. Кислотно-основные свойства гидроксида Со(II).**

Добавьте к одной порции осадка Со(ОН)<sub>2</sub> (пробирка №1) осторожно подогретый на водяной бане концентрированный раствор щёлочи, а к другой (пробирка №2) — 2М раствор Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Охарактеризуйте кислотно-основные свойства Со(ОН)<sub>2</sub>*

## **Опыт 4. Восстановительные свойства гидроксида Со(II).**

Пробирку №3 с частью осадка Со(ОН)<sub>2</sub> оставьте на воздухе до конца занятий. В пробирку №4 добавьте 3% раствор Н<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, а в пробирку № 5 бромную воду. Результаты наблюдений занесите в таблицу 6.3.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите цвет продуктов реакций.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Подчеркните вещества, являющиеся окислителями в реакциях.*
- 4) *Какой окислитель наиболее сильный?*

## **Опыт 5. Окислительные свойства гидроксида Со(III).**

Осадок Со(ОН)<sub>3</sub>, полученный в предыдущем опыте в пробирке №4, декантируйте и добавьте к нему 2М раствор НСl до полного растворения осадка. Испытайте действие выделяющегося газа на влажную иодкрахмальную бумажку.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Укажите цвет раствора. О присутствии какого иона кобальта свидетельствует эта окраска?*
- 4) *Какие свойства проявляет в изученной реакции гидроксид Со(III)?*
- 5) *О чем свидетельствует изменение окраски иодкрахмальной бумажки?*

## **Опыт 6. Получение фосфата кобальта.**

Прилейте к 1 мл 1 М соли Со(II) раствор 1 М Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и наблюдайте выпадение осадка Со<sub>3</sub>(РО<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Испытайте действие на полученный осадок 2М НСl и концентрированного раствора аммиака.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите цвет осадка Со<sub>3</sub>(РО<sub>4</sub>)<sub>2</sub>*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Охарактеризуйте растворимость осадка карбоната кобальта в растворах кислоты и аммиака.*

### Опыт 7. Получение основных карбонатов кобальта и никеля.

К 1 мл 1 М соли Со(II) прилейте 1 М раствор карбоната натрия до осаждения основного карбоната кобальта.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое. Отметьте цвет основного карбоната кобальта.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*

### Опыт 8. Качественная реакция на ион Со(II).

К 2–3 каплям раствора соли Со(II) в пробирке добавьте 3 капли 2М уксусной кислоты и избыток 2М нитрата калия  $\text{KNO}_2$  до появления осадка жёлтого цвета.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Назовите полученное соединение.*
- 4) *Подчеркните в уравнении реакции окислитель и восстановитель.*
- 5) *Объясните роль  $\text{NO}_2^-$  в этой реакции*

*Соединения никеля*

### Опыт 9. Взаимодействие Ni с кислотами.

В четыре пронумерованные пробирки поместите примерно одинаковые количества порошка никеля. В пробирку №1 прилейте несколько капель 2М раствора  $\text{HCl}$ ; в пробирку №2 – 1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  В третью пробирку прилейте 2М раствор  $\text{HNO}_3$ , а в четвёртую – концентрированную ( $> 70\%$ )  $\text{HNO}_3$ . Если реакции протекают медленно, осторожно подогрейте пробирки на водяной бане. Наблюдения и результаты опыта занесите в таблицу 6.2.

Таблица 6.2.

Кислота	Наблюдения			Уравнения реакций
	Скорость реакции при комн. темп-ре.	Скорость реакции при нагревании.	Цвет раствора.	
2М $\text{HCl}$				
2М $\text{H}_2\text{SO}_4$				
2М $\text{HNO}_3$				
$\text{HNO}_3$ конц.				

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций и занесите их в таблицу.*
- 3) *В уравнениях реакций подчеркните одной чертой продукты окисления, а двумя – продукты восстановления.*
- 4) *Оцените скорость взаимодействия Ni с кислотами по 3-х бальной шкале.*
- 5) *Укажите окраску иона Ni(II) в водных растворах?*
- 6) *В какой кислоте скорость растворения Ni выше? Объясните почему?*

### Опыт 10. Получение и свойства гидроксида Ni(II).

В стаканчик, содержащий 2 мл 1 М соли Ni(II), прилейте 6 мл 2М щёлочи. Отметьте цвет осадка и разделите его на четыре части.

Одну часть полученного осадка поместите в фарфоровый тигель и нагрейте его на газовой горелке до почернения.

Вторую часть осадка положите в пробирку и добавьте к нему при перемешивании 2М HCl до полного растворения.

Третью часть осадка поместите в пробирку и добавьте туда 5 мл концентрированной щёлочи. К четвёртой части осадка добавьте при перемешивании концентрированный раствор аммиака до его полного растворения.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Укажите цвет всех растворов и цвет оксида Ni(II).*
- 4) *В какой форме присутствует ион Ni (II) в различных растворах?*

### Опыт 11. Окислительно-восстановительные свойства гидроксида Ni(II).

Получите гидроксид Ni(II), как указано в опыте 8. Осадок разделите на 3 части. Одну часть поместите в пробирку и оставьте на воздухе до конца занятий. Вторую часть поместите в пробирку и добавьте туда равный объём 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. К третьей части осадка прилейте бромную воду. Результаты наблюдений занесите в таблицу 6.3.

Таблица 6.3.

Реактив	Воздух	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>
Гидроксид			
Co(OH) <sub>2</sub>			
Ni(OH) <sub>2</sub>			

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите цвет продуктов реакции*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Укажите цвет продуктов реакции*
- 4) *Подчеркните вещества, являющиеся окислителями в реакциях.*
- 5) *Какой окислитель наиболее сильный?*
- 6) *Сравните восстановительные свойства Co(II) и Ni(II).*
- 7) *Для какого из этих элементов степень окисления +2 является более устойчивой?*

### Опыт 12. Качественная реакция на никель (II)

В пробирку с 5 каплями воды прилейте 2 капли 0,1 М соли никеля (II) и 1 каплю аммиачного раствора 0,05 М диметилглиоксимата. Наблюдайте выпадение нерастворимого осадка диметилглиоксимата никеля

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Объясните изменение окраски раствора?*
- 4) *Напишите выражение для константы равновесия этой реакции.*

### **Опыт 13. Получение фосфата никеля.**

Прилейте к 1 мл 1 М соли Ni (II) раствор 1 М Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и наблюдайте выпадение осадка. Испытайте действие на полученный осадок 2М HCl и концентрированного раствора аммиака.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите цвет осадка основного карбоната никеля.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Охарактеризуйте растворимость осадка карбоната никеля в растворах кислоты и аммиака.*

### **Опыт 14. Получение основного карбоната никеля.**

К 1 мл 1 М соли Ni (II) прилейте 1 М раствор карбоната натрия до осаждения основного карбоната никеля. Получите аналогичным образом основной карбонат никеля (NiOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

*Вопросы и задания:*

- 1) *Опишите наблюдаемое. Отметьте цвет основного карбоната никеля.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*

### **6.2.5. Что должен представить студент преподавателю для сдачи работы:**

1. Описания наблюдений в выполненных опытах и пояснения к ним.
2. Ответы на вопросы к опытам.
3. Заполненные таблицы;
4. Уравнения реакций с указанием цвета растворов и осадков исходных веществ и продуктов реакций (при подборе коэффициентов в окислительно–восстановительных реакциях должен быть использован метод электронно–ионного баланса)

### **6.3. Задачи.**

- 1) Рассчитайте pH насыщенного раствора гидроксида Co(II) и гидроксида Ni(II).  $K_{sp} \text{Co(OH)}_2 = 1,6 \cdot 10^{-15}$ ,  $K_{sp} \text{Ni(OH)}_2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$
- 2) Выпадет ли осадок при сливании равных объемов 0,01М сульфида натрия и 1 М раствора сульфата гексаамминкобальта(II)? Ответ подтвердите расчетом.  $K_{sp} \text{CoS} = 3,0 \cdot 10^{-23}$ ,  $K_H [\text{Co(NH}_3)_6]^{2+} = 4,07 \cdot 10^{-5}$
- 3) Рассчитайте pH 0,1 М раствора нитрата Co(II); 0,01М сульфата Ni(II).  $K_a \text{(II) Co(OH)}_2 = 4 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_a \text{(II) Ni(OH)}_2 = 2,5 \cdot 10^{-5}$