

5.2. Экспериментальная часть.

5.2.1. Цель работы:

Изучение свойств простого вещества железа. Получение гидроксидов Fe(II) и Fe(III). Изучение их кислотно-основных свойств. Окислительно-восстановительных свойства соединений железа (II) и железа (III).

5.2.2. Реактивы:

Железо – кусочки и стружка; 2М растворы HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, HNO₃, NaOH. Концентрированные H₂SO₄; HNO₃; 6М HNO₃; 6М NaOH; КОН-твёрдое. Концентрированные растворы BaCl₂, K₃[Fe(CN)₆] и K₄[Fe(CN)₆]. Растворы FeCl₂, Fe₂(SO₄)₃, FeCl₃, KJ, Na₂S₂O₃, Na₂CO₃ (0,1 М) и (NH₄)₂S (1М и 2М), NH₄(SCN) (0,1 М). Кристаллические Fe(NO₃)₃, NH₄(SCN), NH₄Cl. 1М раствор соли Мора, сероводородная вода, бромная вода. Смесь: 1,2 в. ч. (NH₄)₂Fe(SO₄)·6H₂O + 1 в. ч. Na₂HPO₄ + + 0,5 в. ч. CH₃COONa·2H₂O расфасованная по пакетикам, бензол, раствор лакмуса.

5.2.3. Оборудование:

Конические пробирки, пипетки, фарфоровые тигли или чашечки, газовая горелка, аппарат Киппа, аппарат для получения хлора, микропипетки, шпатели, стеклянные палочки, фильтровальная бумага.

5.2.4. Порядок выполнения эксперимента.

Опыт 1. Взаимодействие железа с кислотами.

В шесть пробирок внесите по 5–7 капель 2М растворов HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, HNO₃, концентрированной H₂SO₄ (пл. 1,84 г/см³) и дымящей (ω>70%) HNO₃, соответственно. В каждую из пробирок поместите приблизительно равные кусочки железа. Опыты с концентрированными кислотами проводите при комнатной температуре и при нагревании на водяной бане. Результаты наблюдений занесите в таблицу 5.1.

Таблица 5.1.

Кислота	Наблюдения			Уравнения реакций
	Скорость реакции при комн. темп-ре.	Скорость реакции при нагревании.	Цвет раствора.	
2М HCl				
2М H ₂ SO ₄				
2М H ₃ PO ₄				
2М HNO ₃				
H ₂ SO ₄ конц.				
HNO ₃ конц.				

Вопросы и задания:

- 1) Опишите наблюдаемое. Отметьте цвета растворов и результаты занесите в таблицу
- 2) Напишите уравнения реакций и занесите их в таблицу
- 3) Оцените скорость взаимодействия железа с кислотами по 3-х бальной шкале

Соединения железа (II)

Опыт 2. Получение гидроксида Fe(II).

В три пронумерованные пробирки поместите по 10 капель 1 М соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и, для предохранения раствора от кислорода воздуха, добавьте по 2–3 капли бензола. Пипеткой внесите в каждую пробирку по несколько капель 2М раствора NaOH до выпадения в каждой из пробирок осадка гидроксида Fe(II). Оставьте пробирки для опытов 3 и 4.

Вопросы и задания

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Укажите цвет осадка в каждой пробирке*
- 4) *Какой цвет должен иметь осадок $\text{Fe}(\text{OH})_2$*
- 5) *Какой цвет осадка получен в условиях эксперимента. В чём причина отличия?*

Опыт 3. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксида железа (II).

В пробирку №1 (опыт2) добавьте при перемешивании 2М раствора HCl, а в пробирку №2 – 6М NaOH.

С поверхности осадка $\text{Fe}(\text{OH})_2$ в пробирке №3 слейте бензол и в течение получаса следите за изменением его окраски.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Охарактеризуйте кислотно-основные свойства $\text{Fe}(\text{OH})_2$.
Обладает ли гидроксид Fe(II) амфотерностью?*
- 4) *Объясните изменение окраски $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и сделайте вывод об устойчивости соединений Fe(II) на воздухе?*

Опыт 4. Получение и свойства солей железа(II).

4.1. Получение карбоната железа (II).

В пробирку внесите 10 капель 1 М раствора соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и для предотвращения доступа кислорода воздуха несколько капель бензола. Добавьте в пробирку 5 капель 0,1 М раствора Na_2CO_3 . Наблюдайте за выпадением кристаллов FeCO_3 . Затем, через раствор над осадком FeCO_3 пропустите ток CO_2 из аппарата Киппа.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Сделайте вывод о растворимости FeCO_3 и $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$*

4.2. Получение сульфида железа (II).

Опыт проводить под тягой!

В две пробирки поместите по 10 капель раствора соли Мора. Затем в одну из пробирок добавьте немного 1 М $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, а в другую – сероводородной воды. Осадок FeS, выпавший в одной из пробирок, отделите от раствора при помощи центрифугирования и с помощью шпателя разделите его на две пробирки.

К одной части осадка FeS при перемешивании добавьте 2М раствор HCl до полного его растворения. (Обратите внимание на запах выделяющегося газа.)

Вторую часть осадка растворите в 6М HNO_3 . (Обратите внимание на цвет выделяющегося газа.)

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Объясните, почему осадок сульфида железа (II) нельзя получить с помощью сероводородной воды?*

- 4) *Напишите реакции взаимодействия сульфида железа (II) с соляной и азотной кислотой.*
- 5) *Перечислите характерные признаки газов, выделяющихся при растворении сульфида железа (II) в соляной и азотной кислотах.*

4.3. Получение фосфата железа.

В пробирку, содержащую 5 мл воды внесите готовую смесь, содержащую 1,2 весовых частей $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,1 весовую часть $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и 0,5 весовых частей $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Наблюдайте при перемешивании смеси выпадение мелкодисперсного осадка $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите состав и цвет осадка*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*

Опыт 5. Качественная реакция на железо (II)

Налейте в пробирку 2 мл раствора соли Мора. Добавьте туда несколько капель гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое. Укажите состав и цвет осадка.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*

Опыт 6. Окислительно-восстановительные свойства Fe (II)

Налейте в пробирку 0,5 мл 0,1 М раствора FeCl_2 и добавьте свежеприготовленную хлорную воду до изменения окраски раствора.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Отметьте время изменения цвета раствора.*

Соединения железа (III)

Опыт 7. Получение и кислотно-основные свойства оксида Fe(III).

Опыт проводите под тягой!

Поместите в фарфоровый тигель два шпателя кристаллического нитрата железа (III) и прокаливайте его на огне горелки до прекращения выделения газа.

Полученный оксид железа (III) разделите на три части и поместите в пробирки. К одной части прилейте 2М раствор HCl , ко второй части – концентрированный раствор HCl , а к третьей части — 6М NaOH .

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций*
- 3) *Укажите, по каким признакам можно определить выделяющийся при прокаливании нитрата железа (III) газ?*
- 4) *Укажите цвет оксида железа (III).*
- 5) *Отметьте, в каком из реагентов растворился оксид железа (III)?*
- 6) *Охарактеризуйте кислотно-основные свойства Fe_2O_3 .*

Опыт 8. Получение и кислотно-основные свойства гидроксида Fe(III).

Налейте в пробирку 1 мл раствора 1 М FeCl_3 и добавьте 2М раствора щёлочи до получения осадка гидроксида железа (III).

С помощью шпателя разделите осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$ на две пробирки. В одну по каплям при постоянном перемешивании добавьте концентрированный раствор HCl , в другой попытайтесь растворить осадок в избытке концентрированной щелочи.

Для доказательства амфотерности $\text{Fe}(\text{OH})_3$ налейте в стакан на 50 мл 10 мл 6М щёлочи. Добавьте в раствор щелочи 2–3 капли 1 М FeCl_3 .

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Укажите цвет $\text{Fe}(\text{OH})_3$*
- 4) *Объясните, почему при добавлении раствора FeCl_3 к избытку щелочи осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$ не выпадает?*
- 5) *Охарактеризуйте кислотно-основные свойства $\text{Fe}(\text{OH})_3$*

Опыт 9. Окислительно-восстановительные свойства соединений Fe(III).

В две пробирки налейте по 1 мл соли железа (III). Добавьте в одну пробирку 2–3 капли 1 М раствора KI , а в другую немного сероводородной воды. Наблюдайте за происходящими реакциями.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Укажите цвет растворов и осадков в каждой из пробирок*

Опыт 10. Гидролиз соли Fe(III).

Поместите в пробирку 5 капель раствора лакмуса. Отметьте его окраску. Добавьте в пробирку немного раствора FeCl_3 . Наблюдайте за изменением окраски раствора.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции гидролиза FeCl_3 .*
- 3) *По изменению окраски лакмуса, сделайте вывод о pH раствора FeCl_3 .*

Опыт 11. Качественная реакция на Fe(III).

Налейте в пробирку 3–5 капель раствора хлорида железа (III) и 3 капли 0,1 М роданида аммония $\text{NH}_4(\text{SCN})$.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите полное и сокращённо-ионное уравнение реакции.*
- 3) *Объясните, какое соединение окрашивает раствор в кроваво-красный цвет?*

Соединения железа (VI)

Опыт 12. Получение феррата калия (VI).

Опыт проводить под тягой!

Осторожно поместите в фарфоровую чашечку около 0,5 г измельчённого KOH , смочите его пятью каплями FeCl_3 и прилейте 1 мл брома. Наблюдайте образование феррата калия K_2FeO_4 .

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Укажите цвет K_2FeO_4 .*

5.2.5. 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)

5.3. Задачи

- 1) Напишите уравнение гидролиза хлорида железа (III) Рассчитайте степень гидролиза 0,1 N раствора этой соли при комнатной температуре.
- 2) Рассчитайте pH насыщенных растворов гидроксида железа (II) и гидроксида железа (III)/
- 3) Выпадет ли осадок гидроксида железа (II) при сливании
 - а) равных объемов 0,01 M растворов гексацианоферрата (II) калия и 0,1 M раствора гидроксида калия.
 - б) 10 мл 0,1 M раствора гексацианоферрата (II) калия и 40 мл 0,01 M раствора гидроксида калия.

д) *Опишите методом ВС строение комплексного иона в красной кровяной соли.*