

1.2. Экспериментальная часть

1.2.1. Цель работы:

Изучение свойств простого вещества титана. Получение оксидов и гидроксидов Ti (III) и Ti (IV). Изучение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств оксидов и гидроксидов Ti (III) и Ti (IV). Получение и изучение свойств комплексных соединений Ti (IV).

1.2.2. Реактивы:

Титан (порошок или мелкая стружка); цинк (гранулы); кристаллический титанат калия (навески по (0,2–0,5) г); 70% H₂SO₄; 24% H₂SO₄; 20% H₂SO₄; (10–15)% H₂SO₄; 20% HCl; 40% NaOH; 6M NaOH; 0,1 M NaOH; хлорид или сульфат титана (IV); 20% (NH₄)₂S; 20% KMnO₄; 0,1 M CuCl₂; 3% H₂O₂.

1.2.3. Оборудование:

Стакан на 50 мл, конические пробирки, фарфоровый тигель с крышкой, горелка, электрическая плитка для нагревания до температуры >600⁰С, водяная баня, шпатели, микрошпатели, стеклянные палочки, пипетки, фильтровальная бумага.

1.2.4. Порядок выполнения эксперимента.

Соединения Ti (III)

Опыт 1. Взаимодействие титана с кислотой.

В пробирку поместите немного (на кончике микрошпателя) порошка титана или несколько стружек титана. Налейте в неё 3 мл серной кислоты (10–15)%. Затем поместите пробирку в кипящую водяную баню и нагревайте до тех пор, пока раствор не станет светло-фиолетовым.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнение реакции.*
- 3) *Отметьте время появления окраски раствора. Какому иону титана присуща такая окраска раствора?*

Опыт 2. Получение соединений Ti (III).

Налейте в стакан ёмкостью 50 мл 5 мл хлорида титана (IV) и 10 мл 10% раствора H₂SO₄. Размешайте раствор стеклянной палочкой и бросьте туда 3–4 кусочка цинка. Нагревайте стакан на пламени горелки 10–15 мин. Наблюдайте появление окраски, характерной для иона Ti (III). Разлейте его в 6 пробирок, пронумеруйте их и сохраните для следующих опытов.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Укажите восстановитель и окислитель в реакции.*

Опыт 3. Получение и кислотно-основные свойства гидроксида титана (III).

К раствору соли титана (III) (пробирки №1 и №2, опыт 2) добавьте 0,5 мл 6M раствора NaOH и наблюдайте выпадение осадка.

К полученному осадку Ti (OH)₃ в пробирке №1 добавьте 1,5–2 мл 24% раствора серной кислоты. Осадок Ti (OH)₃ в пробирке №2 попытайтесь растворить в избытке 6M раствора NaOH.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Укажите цвет осадка.*
- 3) *Напишите уравнения реакций.*
- 4) *Охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидроксида Ti (III)?*

Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства соединений Ti (III).

Получите в пробирке №3 осадок $Ti(OH)_3$ и оставьте его на воздухе на 30 минут.

Пробирку №4 с раствором соли Ti (III) оставьте на воздухе до конца занятия.

В пробирку №5 с солью Ti (III) добавьте 2 мл 24% раствора H_2SO_4 и 2–3 капли раствора $KMnO_4$ и перемешайте.

В пробирку №6 добавьте (2–3) мл 0,1 М раствора $CuCl_2$.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Укажите цвета растворов и осадков*
- 3) *Напишите уравнения реакций.*
- 4) *Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства соединений титана (III).*

Соединения Ti (IV)

Опыт 5. Получение и кислотно-основные свойства гидроксида Ti (IV).

В стакан, ёмкостью 50 мл, налейте 20 мл 20% раствора соляной кислоты и насыпьте в него 0,2–0,5 г титаната калия K_2TiO_3 . Тщательно размешайте раствор. Наблюдайте помутнение раствора, связанное с образованием гидроксида Ti (IV):

Дайте осадку отстояться и декантируйте его.

Возьмите два стакана по 50 мл каждый. Один из них заполните наполовину 70% H_2SO_4 , а второй – 40% $NaOH$. Внесите в каждый из стаканов небольшое количество полученного $Ti(OH)_4$. Содержимое стаканов тщательно размешайте.

Вопросы и задания:

- а) Опишите наблюдаемое.*
- б) Напишите уравнения реакций.*
- в) Укажите, в какой форме гидроксид Ti (IV) получен в условиях эксперимента*
- г) Сделайте вывод о кислотно-основных свойствах гидроксида Ti (IV).*

Опыт 6. Термическое разложение гидроксида Ti (IV).

Осадок $Ti(OH)_4$, полученный в опыте 5 положите на крышечку тигля и прокаливайте на пламени горелки до появления тёмно-фиолетовых кристаллов Ti_2O_3 (Время прокаливания около 1 часа).

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите реакции, соответствующие превращениям, которые происходят при прокаливании $Ti(OH)_4$*

Опыт 7. Необратимый гидролиз соединений Ti (IV).

Опыт проводить под тягой!

В пробирку внесите 0,5 мл раствора $(NH_4)_2S$ и аккуратно прибавьте к нему 1–2 капли $TiCl_4$.

Вопросы и задания:

- 1) *Опишите наблюдаемое.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*

- 3) Укажите, какое вещество образовалось на стенках пробирки? Отметьте его цвет

Опыт 8. Качественная реакция на Ti (IV).

Налейте в пробирку 2–3 капли подкисленного раствора $TiCl_4$. Для создания кислой среды добавьте 1 мл 10% H_2SO_4 . Внесите в пробирку по каплям примерно 1 Мл 3% раствора H_2O_2 .

Вопросы и задания:

- 1) Опишите наблюдаемое. Отметьте цвет продукта.
- 2) Напишите уравнение реакции

1.2.5. 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. 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).

1.3. Задачи.

- 1) Напишите уравнение реакций, отвечающих цепочкам превращений:
 - а) $TiCl_4 \rightarrow TiCl_3 \rightarrow Ti(OH)_3 \rightarrow Ti(OH)_4$
 - б) $Ti(OH)_4 \rightarrow TiO_2 \rightarrow Ti_2O_3$
 - в) $Ti \xrightarrow{+HCl} A \xrightarrow{+KOH} B \xrightarrow{+HCl} V \xrightarrow{+O_2} \Gamma$
- 2) В подкисленный раствор сульфата титанила поместили кусочек цинка. Напишите уравнение реакции. Рассчитайте константу равновесия данной реакции, если $E^0_{TiO^{2+}/Ti^{3+}} = 0,100 В$, $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,736 В$.
- 3) Можно ли восстановить Ti (IV) до Ti (III), добавив в раствор сульфата титана порошок титана, если $E^0_{TiO^{2+}/Ti^{3+}} = 0,100 В$; а $E^0_{Ti^{3+}/Ti} = 0,999 В$ Рассчитайте константу равновесия реакции.
- 4) Переработка лопаритового концентрата, одним из компонентов которого является оксид титана (IV), основана на взаимодействии его компонентов с газообразным хлором при $750 - 850 ^\circ C$ в присутствии кокса:

$$TiO_2 + 2C + 2Cl_2 \rightarrow TiCl_4 + 2CO$$
 Рассчитайте ΔG и константу равновесия данной реакции, используя табличные данные.

Вещество	$\Delta_f H^0$ кДж/моль.	rS^0 Дж/моль·К.
$TiCl_4$ (г)	-763	353
TiO_2 (к)	-942,97	50,29
C (графит)	0	5,740
CO (г)	-110,52	197,54
O ₂ (г)	0	205,036