

### Практическая работа 3. Окислительно-восстановительные реакции.

#### Опыт 1. Реакции с участием кислорода воздуха

##### Реактивы

Сухие соли  $\text{FeSO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{MnSO}_4$ , раствор  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}$  стружка, раствор фенолфталеина.

##### Оборудование

Пробирки, шпатель для реактивов, стеклянная палочка, пинцет, спиртовка.

##### Порядок работы

*а) Реакции гидроксидов металлов в промежуточной степени окисления с кислородом воздуха*

Возьмите две пробирки, в одну поместите немного твёрдой соли Мора ( $\text{FeSO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ), в другую немного сульфата марганца(II). Обе соли растворите в небольшом количестве воды, затем в обе пробирки прилейте по каплям раствор щелочи.



Отметьте изменение цвета осадков  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  со временем в результате их окисления на воздухе. Составьте уравнения реакций получения гидроксида железа(II) и марганца(II), их последующего окисления кислородом воздуха (в присутствии воды в качестве среды) до  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и  $\text{MnO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ . Подберите коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного и электронно-ионного баланса.

*б) Горение металлов на воздухе (опыт выполняется в вытяжном шкафу!)*

Возьмите металлическим пинцетом небольшой кусочек магниевой стружки и подожгите его с помощью спиртовки. (Осторожно! Не смотрите прямо на очень яркое пламя!). После остывания остатка исследуйте его свойства: попытайтесь растворить его в воде, проведите реакцию раствора на гидроксид-ионы с фенолфталеином.



Опишите наблюдения. Сделайте вывод о химических свойствах полученных соединений, запишите уравнения реакций.

#### Опыт 2. Окислительные свойства дихромата калия

##### Реактивы

Сухая соль Мора ( $\text{FeSO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ), растворы  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и  $\text{HCl}$  (0,1М).

##### Оборудование

Пробирки, шпатель для реактивов, стеклянная палочка.

##### Порядок работы

В пробирку поместите 2-3 капли раствора дихромата калия, добавьте 7-8 капель 0,1М соляной кислоты, внесите в подкислённый раствор один микрошпатель кристаллической соли Мора и размешайте до растворения. Наблюдайте за изменением окраски при протекании реакции.



Запишите уравнение реакции, учитывая, что продуктами являются хлориды хрома(III), железа(III), калия и вода, подобрав коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

### **Опыт 3. Окислительно-восстановительные свойства ионов металлов в различных степенях окисления**

#### **Реактивы**

Растворы солей:  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{SnCl}_2$ .

#### **Оборудование**

Пробирки, шпатель для реактивов, стеклянная палочка.

#### **Порядок работы**

В пробирку поместите 2 капли раствора хлорида железа (III) и добавьте одну каплю раствора желтой кровяной соли  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . К полученному ярко-синему раствору добавьте несколько капель раствора хлорида олова (II).



Что наблюдается при добавлении хлорида олова (II)? Желтая кровяная соль является качественным реактивом на ион  $\text{Fe}^{3+}$ :  $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 3\text{KCl}$ .

Напишите уравнение реакции восстановления  $\text{FeCl}_3$  хлоридом олова(II), подобрав коэффициенты методом электронного баланса. С учетом результатов опытов 1а и 2 сделайте вывод об окислительно-восстановительных свойствах ионов  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Sn}^{2+}$  и роли степени окисления металлов в определении этих свойств.

### **Опыт 4. Термическое разложение дихромата аммония (демонстрационный опыт, выполняется в вытяжном шкафу!)**

#### **Реактивы**

Сухая соль  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

#### **Порядок работы**

На лист алюминиевой фольги поместите немного кристаллического дихромата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Прикоснитесь зажжённой спичкой к его поверхности.



Что наблюдается в ходе реакции? Запишите уравнение реакции, учитывая, что продуктами разложения является оксид хрома(III), азот и вода. Уравняйте реакцию методом электронного баланса.

### **Опыт 5. Влияние среды на окислительные свойства перманганата калия**

*Перманганат-ион  $\text{MnO}_4^-$  является сильным окислителем. В зависимости от кислотности среды восстановление перманганат-иона происходит по-разному.*

#### **Реактивы**

Растворы  $\text{KMnO}_4$  (0,01M),  $\text{HCl}$  (0,1M),  $\text{NaOH}$  (1M), сухая соль  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

#### **Оборудование**

Пробирки, шпатель для реактивов, стеклянная палочка.

### **Порядок работы**

#### **а) Восстановление $MnO_4^-$ в сильноокислой среде**

В пробирку поместите 3-4 капли 0,01М раствора перманганата калия, добавьте 5-10 капель 0,1М раствора HCl, а затем внесите один микрошпатель кристаллического сульфита натрия ( $Na_2SO_3$ ).



Что наблюдается при этом? Напишите уравнение реакции, учитывая, что продуктами являются сульфат марганца(II), сульфат натрия, сульфат калия и вода. Подберите коэффициенты этой реакции методом электронно-ионного баланса.

#### **б) Восстановление $MnO_4^-$ в нейтральной среде**

Проведите опыт, аналогичный описанному в пункте (а), но вместо кислоты в пробирку добавьте воду (5-10 капель), а затем внесите один микрошпатель кристаллического сульфита натрия. В результате реакции образуется коричневый осадок диоксида марганца.



Напишите уравнение реакции и подберите коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

#### **в) Окислительные свойства $MnO_4^-$ в сильнощелочной среде**

Порядок проведения опыта аналогичен описанному в пункте (а): к раствору перманганата калия добавьте 5-10 капель 1М раствора щелочи (NaOH), затем внесите один микрошпатель кристаллического сульфита натрия.



Что наблюдается? Допишите уравнение реакции:



Методом электронно-ионного баланса подберите его коэффициенты.

### **Опыт 6. Окислительные и восстановительные свойства пероксида водорода**

#### **Реактивы**

Растворы: KI (0,05М),  $K_2Cr_2O_7$  (0,1М), HCl (0,1М),  $H_2O_2$  (3%).

#### **Оборудование**

Пробирки, пипетки.

#### **Порядок работы**

а) Налейте в пробирку 1 мл 0,05М раствора иодида калия и подкислите его 1-2 каплями 0,1М соляной кислоты. Прибавьте 3%-ный раствор пероксида водорода.



Чем объясняется появление бурой окраски? Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

б) Налейте в пробирку 1 мл 0,1М раствора дихромата калия и подкислите его 1-2 каплями 0,1М соляной кислоты. Затем добавьте 1 мл 3%-ного раствора пероксида водорода.



Опишите наблюдения в ходе протекания этой реакции. Какие свойства проявляет пероксид водорода в этом случае? Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса.

## Практическая работа 4. Синтез наночастиц $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{F}_2$

### Реактивы

$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , KF, NaF,  $\text{NH}_4\text{F}$ .

### Оборудование

Пластиковые стаканы, бюретка, перистальтический насос, магнитная мешалка, диализные мешки.

### Порядок работы



Необходимо синтезировать 1 г соединения  $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{F}_2$  ( $x = 0.01, 0.02, 0.03$  или  $0.04$ ) по методике из работы [1]. Теоритический выход продукта в синтезе считать 100%. Напишите уравнение реакции синтеза. Рассчитайте навески нитрата стронция и нитрата редкоземельного элемента (РЗЭ) для приготовления 0,08 М раствора с заданным соотношением элементов (Раствор 1). Рассчитайте навеску фторирующего агента (KF, NaF или  $\text{NH}_4\text{F}$ ) для приготовления 0,16 М раствора (Раствор 2). Учитывайте, что Раствор 2 необходимо использовать с избытком 7% по отношению к Раствору 1. Почему для синтеза необходимо использовать разбавленный раствор?

Синтез проводится в вытяжном шкафу. Приготовить исходный раствор нитратов стронция и РЗЭ с концентрацией 0,08 М, по капельно добавлять его в раствор фтор-агента с концентрацией 0,16 М при перемешивании (такая методика смешения называется прямой). В случае добавления фторирующего агента в раствор нитратов методика смешения называется обратной. Через 1 час выпадает осадок.

Декантируйте раствор, оставшийся осадок поместите в предварительно вымоченный в воде диализный мешок. Установите диализный мешок в стакан с дистиллированной водой, периодически меняйте воду в процессе диализа. Под контролем преподавателя извлеките раствор с очищенным осадком из диализного мешка и высушите под лампой при температуре около 45 °С. Взвесьте сухой продукт.



Что происходит в процессе диализа? Рассчитайте практический выход продукта ( $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{F}_2$ ).

[1] Федоров П.П., Кузнецов С.В., Маякова М.Н. Синтез бинарных фторидов методом соосаждения из водных растворов. // Журнал неорганической химии, 2011. – Т. 56. № 10. – С. 1525-1531.