

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ**

Четвертый (зональный) этап

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

Вологда, Воронеж, Ижевск, Омск
22-27 марта 1996 г.

Четвертый этап Олимпиады-96.

Эксперимент

-1-

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задание

В семи пронумерованных пробирках находятся растворы следующих веществ: NaCl , NaI , NaBr , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , Na_2SiO_3 , NaOH . Пользуясь находящимися на столах реагентами, определите состав каждой пробирки. Дайте схему анализа и приведите уравнения реакций.

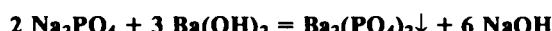
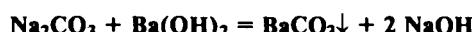
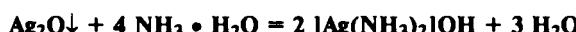
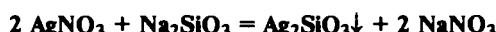
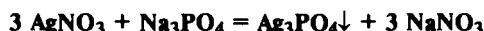
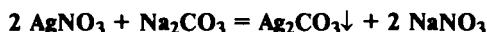
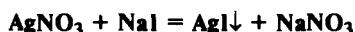
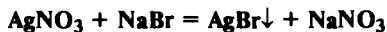
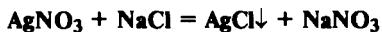
Реагенты: AgNO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, HCl , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, фенолфталеин.

Оборудование: пробирки, часовье стекла, пипетки для отбора проб.

Решение

реагенты вещество	AgNO_3	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	HCl	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	фенолфталеин
NaCl	↓белый раствор в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$				
NaBr	↓св.-желт раствор в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$				
NaI	↓желтый не раствор в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$				
Na_2CO_3	↓белый разлаг. $\text{HCl}, \text{CO}_2 \uparrow$	↓белый раствор в $\text{HCl}, \text{CO}_2 \uparrow$	↑ CO_2		малиновое окрашивание
Na_3PO_4	↓желтый разлаг. HCl	↓белый раствор в HCl			малиновое окрашивание
Na_2SiO_3	↓белый разлаг. HCl , с образ геля	↓белый	↓гель		малиновое окрашивание
NaOH	↓черн. Ag_2O раствор в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$				малиновое окрашивание

Уравнения реакций



ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задание

Определите молярную концентрацию выданного раствора сульфита методом обратного титрования. Составьте краткую методику анализа. Приведите уравнения химических реакций и расчетные формулы.

Реагенты: растворы: $K_2Cr_2O_7$, $Na_2S_2O_3$, H_2SO_4 , I_2

твёрдая соль: KI

индикатор: крахмал

Оборудование: бюретка на 25 мл, мерная колба на 100 или 50 мл, пипетка соответственно на 10 или 5 мл, колбы для титрования примерно на 100 мл, часовье стекла, воронка.

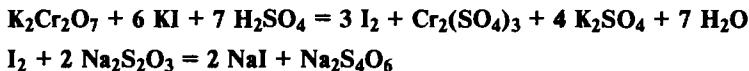
Решение (Методика определения)

1. *Определение концентрации тиосульфата натрия*

В коническую колбу для титрования переносят пипетку раствора дихромата калия, добавляют примерно 10 мл 1 М раствора серной кислоты и примерно 1 г твердого иодида калия. Колбу закрывают часовым стеклом, содержимое перемешивают, дают постоять 5-10 мин пока не завершится реакция.

Выделившийся иод титруют раствором тиосульфата натрия до тех пор, пока окраска раствора не станет бледно-желтой, затем титруемый раствор разбавляют водой приблизительно в два раза, добавляют крахмал и заканчивают титрование в тот момент, когда синяя окраска раствора перейдет в светло-зеленую.

При этом протекают следующие реакции:



По уравнениям реакций 1 моль $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ соответствует 6 молям $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

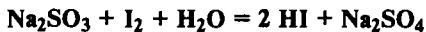
Расчет концентрации раствора тиосульфата натрия проводят по формуле:

$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{6 \cdot C_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}$$

2. Определение концентрации раствора сульфита натрия

Полученный для анализа раствор сульфита натрия в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. В колбу для титрования переносят пипетку раствора сульфита натрия, добавляют 10 мл раствора иода и титруют оставшуюся часть иода раствором тиосульфата в присутствии индикатора крахмала. Объем тиосульфата, пошедший на титрование $V'(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$. Затем переносят в коническую колбу для титрования такой же объем раствора иода и титруют его раствором тиосульфата в присутствии крахмала. Запишите объем, пошедший на титрование $V''(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$. Полученные объемы используют для соответствующих расчетов.

Реакция протекает по уравнению:



Расчет концентрации выданного раствора сульфита натрия проводят по формуле:

$$C_{\text{Na}_2\text{SO}_3} = \frac{C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot \left(V''_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} - V'_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \right)}{2 \cdot V_{\text{Na}_2\text{SO}_3}}$$

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Задание

Определите массовую долю (%) железа (II) в выданном образце методом перманганатометрического титрования.

Составьте краткую методику проведения анализа. Приведите уравнения химических реакций и расчетные формулы.

Реагенты: растворы $KMnO_4$, $Na_2C_2O_4$, H_2SO_4 , H_3PO_4

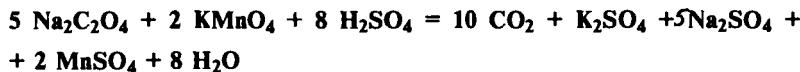
Оборудование: бюретка на 25 мл, мерная колба на 100 или 50 мл, пипетка соответственно на 10 или 5 мл, колбы для титрования примерно на 100 мл, электроплитка, воронка.

Решение (методика)

1. Определение концентрации $KMnO_4$

В коническую колбу для титрования переносят 10 мл раствора $Na_2C_2O_4$, добавляют 10 мл 1М H_2SO_4 , нагревают примерно до 70-80 °C и горячий раствор титруют 0,02 М $KMnO_4$ до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты.

При этом протекает следующая реакция:



Расчет концентрации проводят по формуле:

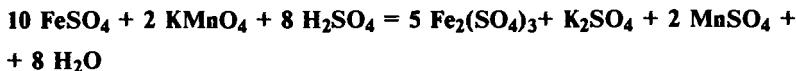
$$5 \cdot C_{KMnO_4} = \frac{2 \cdot C_{Na_2C_2O_4} \cdot V_{Na_2C_2O_4}}{V_{KMnO_4}}$$

2. Определение массовой доли Fe(II)

Полученную навеску образца переносят в мерную колбу, растворяют в дистиллированной воде, добавляют примерно 30 мл 1 М H₂SO₄ и доводят до метки дистиллированной водой.

Тщательно перемешивают. 10 мл раствора переносят в колбу для титрования, добавляют 10 мл 1М H₂SO₄, 2 мл 2М H₃PO₄ и титруют раствором KMnO₄ до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты.

При этом протекает реакция:



Расчет проводят по формуле:

$$g_{\{\text{Fe}\}}\% = \frac{5 \cdot C_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot 55,84}{1000} \cdot \frac{V_{\text{колбы}}}{V_{\text{пипетки}}} \cdot \frac{100}{a_{\text{навески образца}}}$$