

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 1993г. ПО ХИМИИ

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ЗАДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА

9 класс

1. Вычислите, какой объем займет водород, выделяющийся при взаимодействии выданной Вам навески металлического алюминия с выданным образцом соляной кислоты (объем раствора, его плотность и массовая доля растворенного вещества указаны на сосуде с раствором).

Проверьте проведенный Вами расчет экспериментально. Сравните полученный результат с данными расчета и, если наблюдаются отклонения, объясните результаты эксперимента.

2. Используя метод перманганатометрического титрования, определите массовую долю железного купороса в выданном Вам образце смеси медного, железного и цинкового купоросов. Докажите качественно, что смесь содержит все названные компоненты.

10 класс

Используя имеющиеся в Вашем распоряжении реактивы, определите массовые доли компонентов в навеске смеси сульфита и тиосульфата натрия указанной Вам массы, содержащейся в выданном растворе.

11 класс

1. Определите объемную концентрацию солей железа (II) и железа (III) в выданном Вам растворе смеси солей этого металла, используя выданные Вам реактивы и оборудование.

2. Проведите синтез органического соединения по предложенной Вам методике.

Напишите уравнение проведенной реакции. Определите выход полученного соединения. Охарактеризуйте чистоту полученного вещества методом тонкослойной хроматографии и анализом ИК-спектра.

КОМПЛЕКСИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУЛЬФИТ- И ТИОСУЛЬФАТ-ИОНОВ В СМЕСИ

1. Установка титра тиосульфата натрия.

Обработать пипеткой три пробы раствора дихромата калия по 10 мл каждой в колбочки для титрования на 250 мл, добавляя 10 мл 2N раствора серной кислоты, 3 мл раствора KI и ставят в темное место на 5 мин. для окончательной реакции. После этого разбавляют до 100 мл дистиллированной водой и титруют тиосульфатом натрия до соломенно-желтого цвета. После этого добавляют 1 мл раствора крахмала и титруют далее до перехода синей окраски в светло-зеленую.

Расчет концентрации ведут по формуле:

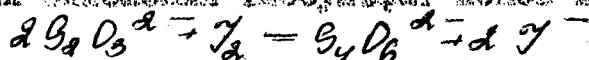
$$V(K_2Cr_2O_7) \cdot C(K_2Cr_2O_7) = V(Na_2S_2O_3) \cdot C(Na_2S_2O_3)$$

2. Нарезку количественно переносит в мерную колбу на 250 мл и доводит дистиллированной водой до метки.

3. Определение тиосульфат-ионов.

Обработав aliquotную часть исследуемого раствора, помещают её в коническую колбу для титрования, прибавляют 5 мл формальдегида, 20 мл уксусной кислоты, 1-2 мл раствора крахмала и содержащее колбу титруют раствором мода до исчезающего синего окрашивания. Количество перескодаваемого на титрование раствора мода соответствует содержанию ионов $S_2O_3^{2-}$, так как сульфит-ионы связываются формальдегидом в прочное соединение, не реагирующее с модом.

Реакция окисления тиосульфат-ионов идет по уравнению:



Расчет.

Содержание тиосульфат-ионов в мг вычисляют по формуле:

$$m = \frac{V \cdot C \cdot 250}{1000 \cdot 10} \cdot \frac{1}{3} \text{ экв.} (M_{S_2O_3})$$

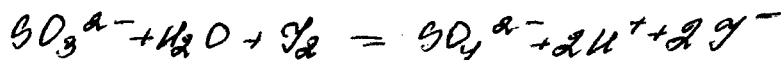
где V - объем раствора мода,

C - концентрация раствора мода.

$\frac{1}{3} \text{ экв.} (M_{S_2O_3})$ - молярная масса эквивалента тиосульфата натрия.

4. Определение сульфит-ионов.

В коническую колбу емкостью 250 мл наливают в избыток раствор мода (20 мл), прибавляют 5-10 мл уксусной кислоты, прибавляют пипеткой исследуемый раствор (используя тот же объем пипетки, что и в предыдущем титровании) прибавляют 1-2 мл раствора крахмала и оттитровывают перекисью серы раствор тиосульфата натрия. Нарасходовавшееся на реакцию количество мода соответствует суммарному содержанию в воде ионов SO_3^{2-} и $S_2O_3^{2-}$. Реакция окисления идет по уравнению:



Расчет содержания сульфит-ионов в мг вычисляют по формуле:

$$m = \frac{(V_3 - V_2 \cdot K - V_1) \cdot 0,02 \cdot 250}{1000 \cdot 10} \cdot \frac{1}{2} \text{ экв.} (M_{SO_3})$$

где V_3 - объем приложенного раствора мода,

V_2 - объем тиосульфата натрия

K - коэффициент эквивалентности для приложенной концентрации к 0,02N.

V_1 - объем воды, помещенный на определение тиосульфат-ионов,
 $1/2 \text{ экв}(M_{H_2SO_3})$ - молярная масса эквивалента сульфита натрия.

Расчет содержания сульфит- и тиосульфат-ионов по общему объему воды, помещенному на титрование.

$$n \text{ моль-экв}(SO_3^{2-} + S_2O_3^{2-}) = \frac{(V_2 \cdot 0,025 - V_1 \cdot 0,02) \cdot 2,5}{1000 \cdot 10}$$

Пусть в смеси - x моль-экв $M_{H_2SO_3}$ и y моль экв $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

$$\begin{cases} x \cdot \frac{1}{2} M(M_{H_2SO_3}) + y \cdot M(M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}) = g \\ x + y = n \end{cases}$$

где V_2 - объем воды, принятый в избыток,
 V_1 - объем тиосульфата натрия, помещенный на титрование,
 k - поправочный коэффициент на приведение концентрации к точно 0,02 нормальной,
 M - молярные массы веществ.