

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 1993г. ПО ХИМИИ

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

### ЗАДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРНА

#### 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 никелевого 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.

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУЛЬФИД- И ТИОСУЛЬФАТ-ИОНОВ В СМЕСИ

### 1. Установка титра тиосульфата натрия.

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

Расчет концентрации ведут по формуле:

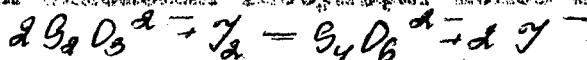
$$V(K_2Cr_2O_7) \cdot C(K_2Cr_2O_7) = V(Na_2S_2O_3) \cdot C(Na_2S_2O_3)$$

2. Наровку количественно переносят в мерную колбу на 250 мл и доводят дистиллированной водой до метки.

### 3. Определение тиосульфат-ионов.

Собрать пипеткой часть исследуемого раствора, помешают её в колбочку колбу для титрования, прибавляют 5 мл формальдегида, 20 мл уксусной кислоты, 1-2 мл раствора крахмала и содохлором коком титруют раствором иода до насыщавшего синего окрашивания. Количество иодесо-дихромата на титрование раствора иода соответствует содержанию иодов  $S_2O_3^{2-}$ , так как сульфит-ионы связываются формальдегидом в прочное соединение, не реагирующее с иодом.

Реакция окисления тиосульфат-ионов идет по уравнению:



Расчет.

Содержание тиосульфат-ионов в мг выражают по формуле:

$$m = \frac{V_1 \cdot C \cdot 250}{1000 \cdot 10} \cdot M \frac{3}{2} \text{ мкв.}(Na_2S_2O_3)$$

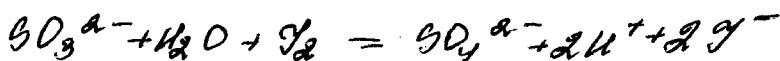
где  $V_1$  - объем раствора иода,

$C$  - концентрация раствора иода.

$M \frac{3}{2}$  мкв. ( $Na_2S_2O_3$ ) - молярная масса окислителя тиосульфата натрия.

### 4. Определение сульфит-ионов.

В колбочку колбу на 250 мл наливают в избыток раствор иода (50 мл), прибавляют 5-10 мл уксусной кислоты, прибавляют пипеткой исследуемый раствор (используя тот же объем пипетки, что и в пробы-туре титрования) предваряют 1-2 мл раствора крахмала и оттитровывают избыток растворенного иода раствором тиосульфата натрия. Нарастающее количество иодита иода соответствует суммарному содержанию в пробе ионов  $SO_3^{2-}$  и  $S_2O_3^{2-}$ . Реакция окисления идет по уравнению:



Расчет содержания сульфит-ионов в мг выражают по формуле:

$$(V_3 - V_2) \cdot K \cdot V_1 \cdot 0,02 \cdot 250$$

$$m = \frac{(V_3 - V_2) \cdot K \cdot V_1 \cdot 0,02 \cdot 250}{1000 \cdot 10} \cdot M \frac{3}{2} \text{ мкв.}(Na_2S_2O_3)$$

где  $V_3$  - объем прибавленного раствора иода,

$V_2$  - объем тиосульфата натрия

$K$  - поправочный коэффициент для поправки концентрации к 0,02 л.

$V_1$  - объем иода, помещенный во спиртовую титрованную щелочь,  
 $M_{\text{экв}}(Na_2S_2O_3)$  - молярная масса титруемого сульфита натрия.

Расчет содержания сульфит- и тиосульфит-ионов по объему титруемому иода, помещенному на титрование.

$$n \text{ моль-экв} (S_2O_3^{2-}, S_2O_3^{2-}) = \frac{(V_2 \cdot 0,025 - V_1 \cdot 0,01) \cdot 2 \cdot 50}{1000 \cdot 10}$$

Пусть в смеси -  $x$  моль-экв  $Na_2S_2O_3$  и  $y$  моль экв  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

$$\left\{ \begin{array}{l} x \cdot \frac{1}{2} M / Na_2S_2O_3 + y \cdot 1M / Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O = g \\ x + y = n \end{array} \right.$$

где  $V_2$  - объем иода, примененный в изобарике,

$V_1$  - объем тиосульфата натрия, помещенный на титрование,

$K$  - поправочный коэффициент на приведение концентрации к точно 0,02 нормальной,

$M$  - молярные массы веществ.