

Десятый класс (Апяри В. В.)

1) При стандартизации HCl протекает реакция:



Поскольку количества веществ HCl и NaOH одинаковы, а $v = cV$, запишем $c(\text{HCl})V(\text{HCl}) = c(\text{NaOH})V(\text{NaOH})$, откуда

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH})V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})},$$

где $c(\text{NaOH})$ – концентрация стандартного раствора NaOH, М; $V(\text{NaOH})$ – объем NaOH, затраченный на титрование, мл; $V(\text{HCl})$ – объем аликвоты HCl, взятый для титрования.

2) При добавлении к анализируемому образцу HCl протекает реакция:



На основании стехиометрии данной реакции количество CaCO_3 (ммоль) равно $v(\text{CaCO}_3) = \frac{v_{\text{прореаг.}}(\text{HCl})}{2}$, где $v_{\text{прореаг.}}(\text{HCl})$ – количество HCl, прореагировавшей с CaCO_3 , ммоль.

Это количество может быть найдено по разности между введенным количеством HCl и оставшимся, которое, в свою очередь, с учетом объема аликвоты равно количеству пошедшего на его титрование NaOH (см. реакцию 1):

$$v_{\text{прореаг.}}(\text{HCl}) = c(\text{HCl})V_{\text{введ}} - c(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) \frac{V(\text{смеси})}{V(\text{аликв.})},$$

где $c(\text{HCl})$ – точная концентрация HCl, М; $V_{\text{введ}}$ – объем введенной HCl, 5,0 мл; $c(\text{NaOH})$ – концентрация стандартного раствора NaOH, М; $V(\text{NaOH})$ – объем NaOH, затраченный на титрование аликвоты, мл; $V(\text{смеси})$ – объем смеси (5 мл исходной смеси после растворения карбоната кальция + 5 мл воды), 10,0 мл; $V(\text{аликв.})$ – объем аликвоты, 5,0 мл.

Окончательно, для расчета массы CaCO_3 (мг) будем иметь следующую формулу:

$$m(\text{CaCO}_3) = M(\text{CaCO}_3) \frac{c(\text{HCl})V_{\text{введ}} - c(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) \frac{V(\text{смеси})}{V(\text{аликв.})}}{2},$$

где $M(\text{CaCO}_3)$ – молярная масса CaCO_3 , г/моль.

Зная массу выданной навески образца, $m(\text{навески})$, рассчитаем массовую долю CaCO_3 по формуле: $\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{навески})} \cdot 100\%$. Общую

массу мелка рассчитаем, исходя из массовой доли CaCO_3 по формуле:

$$m(\text{мелка}) = \frac{\omega(\text{CaCO}_3) \cdot m(\text{образца})}{100\%}, \text{ где } m(\text{образца}) \text{ – масса переданного}$$

археологами образца, 30 г.

Система оценивания

1, 2. Критерием оценки за часть 1 и 2 является величина относительной погрешности ($\Delta x/x_{\text{ист}}$, %), где $x_{\text{ист}}$ – истинное значение концентрации HCl (задание 1) или истинное значение массовой доли CaCO_3 (задание 2), Δx – разница между величиной, полученной участником, и истинным значением, в соответствии со следующей таблицей:

$\Delta x/x_{\text{ист}}$, %	Баллы	
	Задание 1	Задание 2
≤ 5	12	12
5 – 7	11	11
7 – 10	10	10
10 – 15	8	8
15 – 30	6	6
> 30	4	4

*ВсОШ по химии, Региональный этап
2015–2016 учебный год
Решения задач экспериментального тура*

3. За верный расчет массы мелка безотносительно правильности полученного экспериментально результата – 2 балла

4. Уравнения химических реакций в любой форме – 2 уравнения по 2 балла – 4 балла

ИТОГО: 30 баллов