

Муниципальный этап олимпиады школьников Московской области по
химии

2019 – 2020 уч. год.

Решение и критерии оценивания
Экспериментальный тур, 11 класс

В расчетах используются молярные массы:

$M(\text{KMnO}_4) = 158,04$ г/моль, $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07$ г/моль,

$M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 134,00$ г/моль.

1. Молярная концентрация раствора перманганата калия:

$$C(\text{KMnO}_4) = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,632}{158,04 \cdot 1} = 0,004 \text{ моль/л}$$

1. Определение молярной концентрации раствора $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$:

Бюретку промывают и заполняют раствором перманганата калия.

Мерную пипетку промывают анализируемым раствором. В три конические колбы для титрования с помощью мерной пипетки помещают по 10,00 мл раствора контрольной задачи, добавляют 4-5 мл 1М H_2SO_4 , нагревают растворы на водяной бане до 60 - 70°C (не до кипения!) и титруют раствором перманганата калия из бюретки. Сначала медленно по 1 капле, затем быстро. Титрование прекращают, когда раствор окрашивается в бледно-розовый цвет от одной избыточной капли титранта. Результаты записывают в протокол анализа.

Вычисляют средний объем перманганата калия $\bar{V}(\text{KMnO}_4)$, затраченный на титрование:

$$\bar{V}(\text{KMnO}_4) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}, \text{ мл}$$

Вычисляют молярную концентрацию оксалат-иона в растворе:

$$C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{5C(\text{KMnO}_4) \cdot \bar{V}(\text{KMnO}_4)}{2V(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})},$$

где $C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ молярная концентрация оксалат-иона в растворе, моль/л;

$C(\text{KMnO}_4)$ – молярная концентрация раствора перманганата калия, моль/л;

$\bar{V}(\text{KMnO}_4)$ - средний объем раствора перманганата калия, затраченный на титрование, мл;

$V(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ – объем раствора контрольной задачи, взятый для титрования (объем мерной пипетки), мл.

2. Вычисляют $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ в 0,1 л (100 мл) контрольной задачи в ммоль:

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot 0,1 \cdot 1000,$$

где 1000 – коэффициент пересчета в ммоль.

3. Уравнения реакций, протекающих в растворе:



4. Вычисление массовых долей $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в смеси:

Для вычисления массовых долей $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в смеси составляют систему уравнений, в которой $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = x$ (моль), а $n(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = y$ (моль), $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ -количество оксалат-иона, найденное экспериментально, моль, $m(\text{смеси})$, г:

$$\begin{cases} x + y = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \\ 126,07x + 134,00y = m(\text{смеси}) \end{cases}$$

При $x = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - y$:

$$n(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = y = \frac{m(\text{навески}) - 126,07n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{7,93y};$$

$$m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 134,00 \cdot \frac{m(\text{навески}) - 126,07n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{7,93y}.$$

При $y = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - x$:

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = x = \frac{134,00n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - m(\text{навески})}{7,93};$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07 \cdot \frac{134,00n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - m(\text{навески})}{7,93}.$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{m(\text{навески})} \cdot 100\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{m(\text{навески})} \cdot 100\%,$$

$$\text{или } \omega(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$$

Система оценивания

		Баллы
1.	Вычисление молярной концентрации перманганата калия	1
2.	Уравнения реакций 1,2 по 2 балла	4
3.	Четкое описание хода анализа	4
4.	Представление результатов анализа (не менее 3-х параллельных опытов)	3
5.	Точность* определения $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ в 100 мл контрольной задачи, ммоль	15
	*Максимальный балл за относительную погрешность $\leq 2\%$, при	

	больших ошибках снижать по одному баллу за каждый процент свыше 2%.	
6.	**Расчет массовых долей $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в смеси:	3
	**Проверяется умение решать задачи такого типа, при вычислении массовых долей компонентов смеси ответ вычисляется по $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, определенному участником экспериментального тура.	
ИТОГО:		30