

Занятие №10

«Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия»

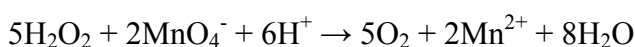
Примеры решения задач

Пример 1.

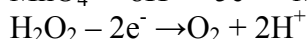
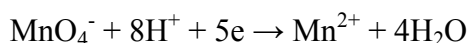
Какая масса (г) пероксида водорода содержится в пробе, если при титровании израсходовано 14,50 мл перманганата калия с $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) = 0,08376$ г/мл ?

Решение.

При прямом титровании число молей эквивалента определяемого вещества (пероксида водорода) равно числу молей эквивалента титранта (перманганата калия). При перманганатометрическом титровании пероксида водорода протекает реакция



и соответствующие полуреакции:



Из уравнений следует, что $f_3(\text{KMnO}_4) = 1/5$, а $f_3(\text{H}_2\text{O}_2) = 1/2$, поскольку один электрон химически эквивалентен условным частицам $1/5 \text{ KMnO}_4$ и $1/2 \text{ H}_2\text{O}_2$. Следовательно,

$$n(1/5 \text{ KMnO}_4) = T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) \cdot V(\text{KMnO}_4) / M(\text{Fe})$$

и $n(1/2 \text{ H}_2\text{O}_2) = m(\text{H}_2\text{O}_2) / M(1/2 \text{ H}_2\text{O}_2)$

Поскольку $n(1/5 \text{ KMnO}_4) = n(1/2 \text{ H}_2\text{O}_2)$, то после преобразований получаем

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) \cdot V(\text{KMnO}_4) / M(\text{Fe}) \cdot M(1/2 \text{ H}_2\text{O}_2)$$

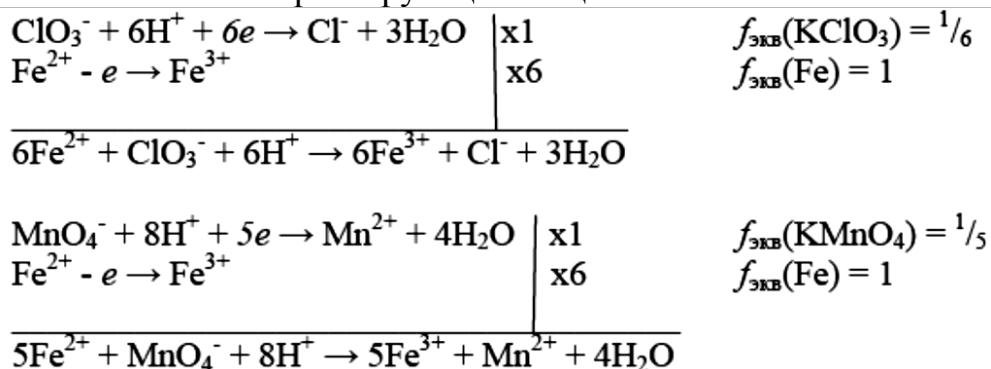
$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = (0,08376 \cdot 14,50 / 55,847) \cdot 17,0073 = 0,3699 \text{ г.}$$

Пример 2.

К 2,50 мл раствора KClO_3 прибавили 25,00 мл 0,1200 М раствора FeSO_4 , избыток которого затем оттитровали 5,00 мл 0,1100 н. раствора KMnO_4 . Рассчитать массовую долю (%) KClO_3 в растворе, если плотность этого раствора $\rho = 1,020$ г/мл.

Решение.

Напишем соответствующие реакции и полуреакции, чтобы определить факторы эквивалентности реагирующих веществ:



В данном случае имеет место обратное титрование (по остатку) и закон эквивалентов записывается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 n(\text{FeSO}_4) &= n(\text{}^{1/6}\text{KClO}_3) + n(\text{}^{1/5}\text{KMnO}_4) \\
 n(\text{}^{1/6}\text{KClO}_3) &= n(\text{FeSO}_4) - n(\text{}^{1/5}\text{KMnO}_4) \\
 \frac{m(\text{KClO}_3)}{M(\text{}^{1/6}\text{KClO}_3)} &= \frac{C(\text{FeSO}_4) \cdot V(\text{FeSO}_4)}{1000} - \frac{C(\text{}^{1/5}\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4)}{1000} \\
 m(\text{KClO}_3) &= \left[\frac{C(\text{FeSO}_4) \cdot V(\text{FeSO}_4)}{1000} - \frac{C(\text{}^{1/5}\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4)}{1000} \right] \cdot M(\text{}^{1/6}\text{KClO}_3) = \\
 &= \left[\frac{0,1200 \cdot 25,00}{1000} - \frac{0,1100 \cdot 5,00}{1000} \right] \cdot \frac{1}{6} \cdot 122,55 = 0,05818 \text{ г}
 \end{aligned}$$

Массу раствора хлората калия рассчитываем с учётом его плотности:

$$m_p = V \cdot \rho = 2,50 \cdot 1,020 = 2,55 \text{ г}$$

Тогда

$$\omega(\text{KClO}_3) = \frac{m(\text{KClO}_3)}{m_p} \cdot 100 = \frac{0,05818}{2,55} \cdot 100 = 1,96\%$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Сколько граммов KMnO_4 чистоты 95,78% требуется для получения 800мл раствора с $T_{\text{KMnO}_4} = 0,001\text{г/мл}$.
2. На титрование 20мл раствора щавелевой кислоты с $T(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,0063\text{г/мл}$ израсходовали 25мл KMnO_4 . Рассчитайте нормальность и титр раствора KMnO_4 .
3. Навеску пергидроля массой 2,6г перенесли в колбу на 500мл и довели водой до метки. На титрование 25мл полученного раствора израсходовано 16,72мл 0,1Н раствора KMnO_4 ($f_3 = 1/5$). Вычислить массовую долю H_2O_2 в пергидроле.
4. Рассчитайте навеску KMnO_4 , необходимую для приготовления 1 л 0,02н раствора.
5. Расставьте коэффициенты в уравнениях следующих реакций:
 - а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
 - б) $\text{NaClO} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - в) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
 - г) $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - д) $\text{NaHSO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$