

## ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

автор: В. В. Апяри

По результатам титрования оксалата натрия рассчитаем концентрацию раствора  $\text{KMnO}_4$ . Для этого запишем уравнение реакции оксалата натрия с перманганатом калия:



$$\text{откуда } c(\text{KMnO}_4) = \frac{2 \cdot c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{5 \cdot V_1(\text{KMnO}_4)}, \text{ моль/л,}$$

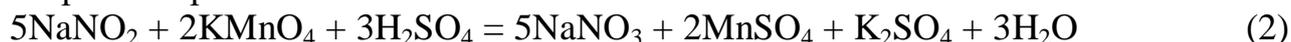
где:

$c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  – концентрация стандартного раствора оксалата натрия, моль/л;

$V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  – объем стандартного раствора оксалата натрия, взятый для титрования, 10 мл;

$V_1(\text{KMnO}_4)$  – объем раствора перманганата калия, пошедший на титрование, мл.

Для расчета концентрации нитрита запишем уравнение реакции нитрита натрия с перманганатом калия:



Отсюда найдем выражение для расчета концентрации нитрита:

$$c(\text{NaNO}_2) = \frac{5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V_2(\text{KMnO}_4)}{2 \cdot V(\text{NaNO}_2)}, \text{ моль/л,}$$

где:

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

$V_2(\text{KMnO}_4)$  – объем раствора перманганата калия, взятый для титрования, 10 мл;

$V(\text{NaNO}_2)$  – объем анализируемого раствора нитрита, пошедший на титрование, мл.

### Решение заданий:

1. См. уравнение (1) и уравнение (2) выше.

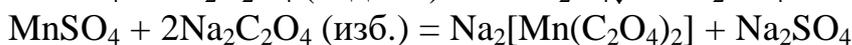
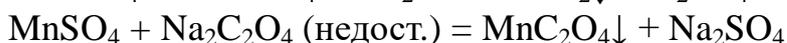
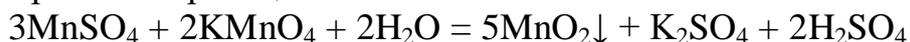
2. См. формулы выше. Формулы выводятся на основании значений стехиометрических коэффициентов в уравнениях соответствующих реакций.

3. В реакции  $\text{KMnO}_4$  с  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  фигурируют пять продуктов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . В роли катализатора может выступать соединение, относительно легко вступающее в реакцию с исходными веществами. Как правило, каталитической активностью обладают соединения переходных элементов. Сульфаты щелочных металлов в роли катализаторов выступать не могут, поскольку химически они весьма инертны. Таким образом, продуктом-катализатором является  $\text{MnSO}_4$  (точнее ион  $\text{Mn}^{2+}$ ).

Предположение о том, что продуктом-катализатором является  $\text{CO}_2$ , понижающий рН раствора и таким образом способствующий протеканию

взаимодействия, является неоправданным, поскольку реакцию проводят в среде серной кислоты.

Уравнения реакций:



4. Титрование нитрита перманганатом не проводят, поскольку нитриты неустойчивы в кислой среде и медленно разлагаются в соответствии с уравнением:



В случае, когда титрантом является сам нитрит, попадая в избыток перманганата, он разложиться не успевает.

### Система оценивания

Правильность определения концентрации нитрита (оценивается, исходя из абсолютной погрешности определения концентрации нитрита  $\Delta c$ , моль/л):

$\Delta c$ , моль/л	Баллы
$\leq 0,0005$	30
0,0005–0,001	28
0,001–0,002	24
0,002–0,003	20
0,003–0,004	16
0,004–0,006	12
0,006–0,008	8
0,008–0,01	4
$> 0,01$	0

- |   |  |           |
|---|--|-----------|
| 1 | Два уравнения по 2 балла   | 4 балла   |
| 2 | Две формулы по 2 балла   | 4 балла   |
| 3 | Выбор продукта–катализатора – 2 балла<br>Три уравнения реакций по 2 балла            | 8 баллов  |
| 4 | Обоснование и уравнение реакции – по 2 балла   | 4 балла   |
|   | Результат определения концентрации нитрита в соответствии с вышеприведенной таблицей | 30 баллов |

**ИТОГО: 50 баллов**