

2.3.2. Задание 10 класса

Запишем уравнения реакций, которые протекают при титровании смеси карбонатов натрия и калия с метиловым оранжевым:



Так как метиловый оранжевый изменяет свою окраску из желтой в оранжевую в интервале рН 3,1–4,4, то взаимодействие карбонатов с хлороводородной кислотой приводит к образованию хлоридов, а не гидрокарбонатов.

Чтобы определить массу карбоната натрия и калия в смеси составим систему из двух уравнений. Зная, что в навеске содержится только карбонат калия и карбонат натрия, можем записать:

$$m(\text{навески}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{K}_2\text{CO}_3).$$

Далее, по результатам титрования мы можем определить общее количество вещества карбоната натрия и калия в растворе и, следовательно, в навеске:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 10 \cdot 10^{-3}$$

где $C(\text{HCl})$ – концентрация раствора хлороводородной кислоты, использованной для титрования (моль/л);

$V(\text{HCl})$ – средний объем раствора хлороводородной кислоты затраченный на титрование аликвоты раствора (мл);

10 – отношение объема мерной колбы (100 мл) к объему аликвоты (10 мл).

Если выразить количество карбонатов натрия и калия через отношение их масс и молярных масс получим уравнение:

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{106} + \frac{m(\text{K}_2\text{CO}_3)}{138,2} = \frac{1}{2} C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 10^{-2}$$

Решая полученную систему уравнений

$$\begin{cases} m(\text{навески}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{K}_2\text{CO}_3) \\ \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{106} + \frac{m(\text{K}_2\text{CO}_3)}{138,2} = \frac{1}{2} C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 10^{-2} \end{cases}$$

найдем массы карбоната натрия и калия, а затем вычислим их массовые доли в смеси:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{навески})} \cdot 100\%$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 100 - w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) и (2)	2 x 0,5 б. = 1 б.																
Составление системы уравнений для расчета массы карбонатов натрия и калия	3 б.																
Решение системы и расчет массовых долей карбонатов натрия и калия в смеси (без учета результатов титрования)	3 б.																
Оценка точности определения (расчет ошибки ведут по массовой доле карбоната натрия):	до 13 б.																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ошибка, %</th> <th>балл</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 5 %</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>5–10 %</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>11–15 %</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>16–20 %</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>21–25 %</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>26–30 %</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 30 %</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Ошибка, %	балл	< 5 %	13	5–10 %	11	11–15 %	9	16–20 %	7	21–25 %	5	26–30 %	3	> 30 %	1
Ошибка, %		балл															
< 5 %		13															
5–10 %		11															
11–15 %		9															
16–20 %		7															
21–25 %		5															
26–30 %	3																
> 30 %	1																
ИТОГО	20 б.																