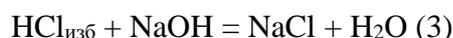


### 2.3.3. Задание 11 класса

Запишем уравнения реакций, которые протекают при обратном титровании смеси карбонатов натрия и кальция:



Чтобы определить массу декагидрата карбоната натрия и карбоната кальция в смеси составим систему из двух уравнений.

Зная, что в навеске содержится только карбонат кальция и декагидрат карбоната натрия, можем записать:

$$m(\text{навески}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CaCO}_3).$$

Далее, по результатам титрования мы можем определить общее количество вещества декагидрата карбоната натрия и карбоната кальция в навеске:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + n(\text{CaCO}_3) = \frac{1}{2} [C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) - C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 10 \cdot 10^{-3}]$$

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

$V(\text{HCl})$  – объем раствора хлороводородной кислоты, добавленный при растворении навески (мл);

$C(\text{NaOH})$  – концентрация раствора гидроксида натрия, использованного для титрования (моль/л);

$V(\text{NaOH})$  – средний объем раствора гидроксида натрия затраченный на титрование аликвоты раствора (мл);

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

Если выразить количество декагидрата карбоната натрия и карбоната кальция через отношение их масс и молярных масс получим уравнение:

$$\frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{286} + \frac{n(\text{CaCO}_3)}{100} = \frac{1}{2} [C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) - C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 10^{-2}]$$

Решая полученную систему уравнений

$$\begin{cases} m(\text{навески}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CaCO}_3) \\ \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{286} + \frac{n(\text{CaCO}_3)}{100} = \frac{1}{2} [C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) - C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 10^{-2}] \end{cases}$$

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

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{m(\text{навески})} \cdot 100\%$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 100 - w(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

### Разбалловка

Написание уравнений (1)–(3)	3 x 0,5 б. = 1,5 б.																
Составление системы уравнений для расчета массы карбоната кальция и декагидрата карбоната натрия	3 б.																
Решение системы и расчет массовых долей карбоната кальция и декагидрата карбоната натрия в смеси (без учета результатов титрования)	2,5 б.																
Оценка точности определения (расчет ошибки ведут по массовой доле декагидрата карбоната натрия):	до 13 б.																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ошибка, %</th> <th>балл</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 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>&gt; 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																
<b>ИТОГО</b>	20 б.																