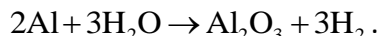




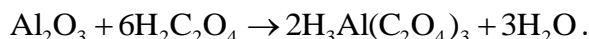
Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 6. Оксидные соты

1. Уравнения реакций:

а) Электрохимическое окисление алюминия:



б) Растворение оксида алюминия в щавелевой кислоте:



2. Учтём, что выход по току составляет 95%. Тогда на окисление алюминия пошло

$$Q_{0.95} = 113 \text{ Кл} \cdot 0.95 = 107.35 \text{ Кл}.$$

По закону Фарадея найдём массу образовавшегося оксида алюминия:

$$m = \frac{M \cdot Q_{0.95}}{n \cdot F} = \frac{102 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \cdot 107.35 \text{ Кл}}{6 \cdot 96485 \frac{\text{Кл}}{\text{МОЛЬ}}} = 1.89143 \cdot 10^{-2} \text{ Г}$$

Однако в растворе было обнаружено присутствие катионов алюминия, то есть не весь оксид пошёл на формирование плёнки. Найдём массу растворившегося оксида:

$$m(\text{Al}^{3+}) = \nu \cdot M = C \cdot V \cdot M = 1.1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \cdot \frac{250}{1000} \text{ Л} \cdot 27 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} = 7.425 \cdot 10^{-4} \text{ Г}$$

В пересчёте на оксид алюминия получим

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{Al}^{3+}) \cdot \frac{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}{2 \cdot M(\text{Al})} = 7.425 \cdot 10^{-4} \text{ Г} \cdot \frac{102 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}}{2 \cdot 27 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}} = 1.4025 \cdot 10^{-3} \text{ Г}$$

Значит, в самой плёнке осталось

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1.89143 \cdot 10^{-2} \text{ Г} - 1.4025 \cdot 10^{-3} \text{ Г} = 1.75118 \cdot 10^{-2} \text{ Г}$$

Кроме того, при прокаливании масса плёнки уменьшилась. Следовательно, она содержала примеси (адсорбированные молекулы воды, оксалатные комплексы алюминия...). Таким образом, масса всей плёнки до прокалывания составляет

$$m = \frac{1.75118 \cdot 10^{-2} \text{ Г}}{1 - 0.033} \approx 1.811 \cdot 10^{-2} \text{ Г}$$

Найдём объём образца:

$$V = L \cdot S = L \cdot \pi \cdot r^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ см} \cdot 3.1416 \cdot \left(\frac{1.2}{2}\right)^2 \text{ см}^2 \approx 5.655 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

Плотность полученной мембраны:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.811 \cdot 10^{-2} \text{ Г}}{5.655 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3} = 3.2 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$$

3. Так как отличие плотностей сплошного и пористого оксидов обусловлено наличием пор, то можно составить следующее уравнение (ε – пористость):

$$1 = \frac{m_{\text{оксида}} + m_{\text{пор}}}{m_{\text{мембраны}}} = \frac{m_{\text{оксида}}}{m_{\text{мембраны}}} = \frac{\rho_{\text{оксида}} V_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{мембраны}} V_{\text{мембраны}}} = \frac{\rho_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{мембраны}}} \cdot \frac{V_{\text{мембраны}} - V_{\text{пор}}}{V_{\text{мембраны}}} =$$

$$= \frac{\rho_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{мембраны}}} \cdot \left(1 - \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{мембраны}}} \right) = \frac{\rho_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{мембраны}}} \cdot (1 - \varepsilon)$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\text{мембраны}}}{\rho_{\text{оксида}}} = 1 - \frac{3.2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{3.61 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 0.113 = 11.3\%$$

Система оценивания

1. Уравнения реакций – **2 балла**:
 - Электрохимическое окисление алюминия – 1 балл
 - Растворение оксида алюминия в щавелевой кислоте – 1 балл

2. Масса синтезированной мембраны – **3 балла**:
 - Масса оксида по закону Фарадея с учётом выхода по току – 1 балл
 - Масса растворившегося оксида алюминия – 1 балл
 - Поправка на наличие примесей в образце – 1 балл

Объём мембраны – **1 балл**
 Плотность оксидной плёнки – **1 балл**
 Итого 3 + 1 + 1 = **5 баллов**

3. Пористость синтезированного образца – **2 балла**

Всего за задачу 2 + 5 + 2 = 9 баллов