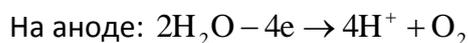




Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 5. Нанонити

1. Уравнения реакций:



Массу образовавшегося никеля можно найти по закону Фарадея:

$$m = \frac{M \cdot Q}{n \cdot F} = \frac{58,69 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 25 \text{ Кл}}{2 \cdot 96485 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}} = 7,6 \text{ мг}$$

2. Так как отличие плотностей сплошного и пористого оксидов обусловлено наличием пор, то можно составить следующее уравнение:

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{m_{\text{оксида}}}{m_{\text{пористой плёнки}}} = \frac{\rho_{\text{оксида}} \cdot V_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{пористой плёнки}} \cdot V_{\text{пористой плёнки}}} = \\ &= \frac{\rho_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{пористой плёнки}}} \cdot \frac{V_{\text{пористой плёнки}} - V_{\text{пор}}}{V_{\text{пористой плёнки}}} = \frac{\rho_{\text{оксида}}}{\rho_{\text{пористой плёнки}}} \cdot \left(1 - \frac{\pi r^2 L n}{S_{\text{пористой плёнки}} L} \right) \\ \Rightarrow n &= \frac{S_{\text{пористой плёнки}}}{\pi r^2} \left(1 - \frac{\rho_{\text{пористой плёнки}}}{\rho_{\text{оксида}}} \right), \end{aligned}$$

где r – радиус пор, L – длина пор (в случае цилиндрических пор она равна толщине оксидной плёнки), n – количество пор, $S_{\text{пористой плёнки}}$ – площадь плёнки.

Таким образом,

$$n = \frac{1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{3,14 \cdot \left(\frac{40}{2} \cdot 10^{-9} \text{ м} \right)^2} \left(1 - \frac{3200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{3600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \right) \approx 8,8 \cdot 10^9 \text{ нанонитей}$$

3. Массу никеля можно вычислить, зная объём всех пор:

$$m = \rho_{\text{Ni}} V_{\text{пор}},$$

где $V_{\text{пор}}$ – суммарный объём всех нанонитей, равный объёму всех пор (так как нити целиком заполняют объём занимаемой поры), ρ_{Ni} – плотность никеля (8900 кг/м^3).

Объём всех пор можно рассчитать как

$$V_{\text{пор}} = \pi r^2 L n.$$

Следовательно,

$$m = \rho_{Ni} \pi r^2 L n$$

$$L = \frac{m}{\rho_{Ni} \pi r^2 n}$$

$$L = \frac{7,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}{8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot \left(\frac{40}{2} \cdot 10^{-9} \text{ м} \right)^2 \cdot 8,8 \cdot 10^9} \approx 77 \text{ мкм}$$

4. Поскольку механически извлечь синтезированные нанонити из оксидной матрицы не представляется возможным, необходимо применить химический метод, а именно растворить оксид алюминия в щёлочи, например, в гидроксиде натрия. Растворять оксидную плёнку в кислоте нельзя, так как при этом растворятся и нанонити.

