



Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 4. Неорганические люминофоры

1. Между карбонатом металла и олеиновой кислотой происходит обменная реакция с образованием олеата металла:



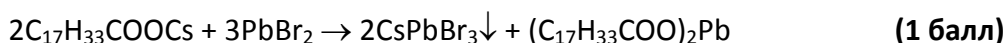
Из уравнения следует, что $\nu(\text{олеата}) = 2\nu(M_2CO_3)$:

$$\frac{2.07}{M(M) + 281} = 2 \cdot \frac{0.815}{2M(M) + 60}$$

откуда $M(M) = 133$ г/моль, $M - Cs$, $A - Cs_2CO_3$, $B - C_{17}H_{33}COOCs$. (2 балла)

В состав вещества **X** входят атомы цезия, свинца и галогена. Точную формулу можно получить, соотнося путем несложного перебора массовые доли и молярные массы элементов. Например, если отнести 22.9% к цезию, а 35.7% – к свинцу, то получим соотношение $\nu(Cs) : \nu(Pb) = (22.9/133) : (35.7/207) = 1 : 1$. Тогда на галоген приходится: $(207/35.7) \cdot 41.4 = 240$ единиц массы, что соответствует 3 атомам брома. Вещество **X** – $CsPbBr_3$, а галогенид свинца (вещество **C**) – $PbBr_2$. (2 балла)

Уравнение реакции получения **X**:



Осадок выпадает в виде наночастиц, так как молекулы стабилизаторов, адсорбируясь на их поверхности, предотвращают частицы от слипания и увеличения размера.

2. Для ответа на вопросы 2 и 3 найдем массу одной наночастицы:

$$m(\text{НЧ}) = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = 4.75 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (5 \cdot 10^{-7})^3 = 2.49 \cdot 10^{-18} \text{ г.}$$

Проведем расчет по реакции образования $CsPbBr_3$.

$$\nu(C_{17}H_{33}COOCs) = 4 \cdot 10^{-4} \text{ л} \cdot 0.125 \text{ моль/л} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ моль,}$$

$$\nu(PbBr_2) = 69 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 367 \text{ г/моль} = 1.88 \cdot 10^{-4} \text{ моль} - \text{избыток, расчет ведем по олеату.}$$

$$\nu(CsPbBr_3) = \nu(C_{17}H_{33}COOCs) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ моль,}$$

$$m(CsPbBr_3) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \cdot 580 \text{ г/моль} = 2.9 \cdot 10^{-2} \text{ г.}$$

Число наночастиц: $N(\text{НЧ}) = 2.9 \cdot 10^{-2} / 2.49 \cdot 10^{-18} = 1.16 \cdot 10^{16}$. (2 балла)

3. Примем для оценки, что объем полимера равен объему мономера, т.е. 1 см^3 . Найдем общую массу наночастиц в полимере: $m(CsPbBr_3) = 0.12 \text{ мл} \cdot 20 \text{ мг/мл} = 2.4 \text{ мг}$.

Концентрация наночастиц: $n(\text{НЧ}) = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3 / 2.49 \cdot 10^{-18} \text{ г} \approx 10^{15} \text{ см}^{-3}$. (1 балл)