



Химия для школьников 7 – 11 класса (заключительный этап)
Простые задачи. Решения

Решение задачи 1. Фуллерид меди (10 баллов)



2. $M(\text{Cu}_x\text{C}_{60}) / (xM(\text{CuF}_2)) = 4.36$
 $(63.5x + 720) / (101.5x) = 4.36$
 $x = 1.9$

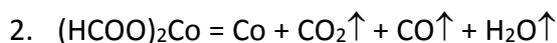
Ответ. $\text{Cu}_{1.9}\text{C}_{60}$.

Решение задачи 2. Синтез нанопорошка (10 баллов)

1. Газы – CO_2 , CO , H_2O . (2 балла)

Проверка: $M_{\text{ср}} = (44 + 28 + 18) / 3 = 30$ г/моль, $D_{\text{H}_2}(\text{смеси}) = 30 / 2 = 15$. (3 балла)

Соль X – $(\text{HCOO})_2\text{Co}$, формиат кобальта. (формула – 2 балла, название – 1 балл)



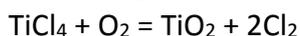
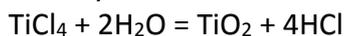
Ответ. $(\text{HCOO})_2\text{Co}$.

Решение задачи 3. Неорганические нанотрубки (10 баллов)

1. Наиболее вероятно, неметалл – двухвалентный, тогда его простейшая формулу XY_2 , где X – металл, Y – неметалл. Молярная масса в 2.222 раза превосходит утроенную молярную массу углерода: $M(\text{XY}_2) = 2.222 \cdot 3M(\text{C}) = 80$ г/моль. Такой формуле и молярной массе соответствует диоксид титана TiO_2 .

2. Из рисунка видно, что средний диаметр трубок немного превышает отрезок 100 нм, т.е. составляет 100-150 нм.

3. Способы получения TiO_2 :



(по 2 балла за уравнение, принимается любая разумная реакция образования TiO_2).

Ответ. TiO_2 .

Решение задачи 4. Растворение оксида (10 баллов)

1. С одной стороны, масса растворённого оксида алюминия равна

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \rho V = \rho S h,$$

где V – объём растворённого оксида алюминия, ρ – его плотность, h – толщина барьерного слоя, S – площадь оксидной плёнки. С другой стороны, масса алюминия в растворе равна

$$C_{\text{Al}^{3+}} = \frac{v_{\text{Al}^{3+}}}{V_p} = \frac{m_{\text{Al}^{3+}}}{M_{\text{Al}} V_p}$$

$$m_{\text{Al}^{3+}} = C_{\text{Al}^{3+}} M_{\text{Al}} V_p$$

где $v_{\text{Al}^{3+}}$ – количество алюминия, $C_{\text{Al}^{3+}}$ – концентрация ионов алюминия, M_{Al} – молярная масса алюминия, V_p – объём раствора, $m_{\text{Al}^{3+}}$ – масса алюминия в растворе.

Так как в оксиде алюминия на два атома алюминия приходится три атома кислорода, то массу оксида можно выразить через массу металла:

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{2M_{\text{Al}} + 3M_{\text{O}}}{2M_{\text{Al}}} m_{\text{Al}^{3+}} = \frac{2M_{\text{Al}} + 3M_{\text{O}}}{2M_{\text{Al}}} C_{\text{Al}^{3+}} M_{\text{Al}} V_p$$

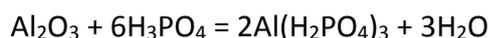
Таким образом,

$$\rho S h = \frac{2M_{\text{Al}} + 3M_{\text{O}}}{2M_{\text{Al}}} C_{\text{Al}^{3+}} M_{\text{Al}} V_p$$

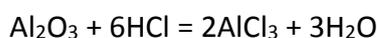
$$h = \frac{(2M_{\text{Al}} + 3M_{\text{O}}) \cdot C_{\text{Al}^{3+}} V_p}{2\rho S} =$$

$$= \frac{\left(2 \cdot 27 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} + 3 \cdot 16 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \right) \cdot 1.4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \cdot 20.0 \cdot 10^{-3} \text{Л}}{2 \cdot 3.6 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3} \cdot 1.0 \text{СМ}^2} \approx 40 \text{ нм}$$

2. Из предложенного списка для растворения оксида алюминия можно использовать фосфорную и соляную кислоты:



(образуется именно кислая соль, поскольку кислота взята в большом избытке; иначе нерастворимый фосфат алюминия AlPO_4 препятствовал бы растворению)



Кремниевую кислоту использовать для растворения оксида алюминия нельзя, так как она сама нерастворима в воде.

Ответ. 40 нм.

Решение задачи 5. Металлические наночастицы (10 баллов)

1. С одной стороны, суммарный объём наночастиц равен

$$V = \frac{m}{\rho},$$

где m – масса наночастиц, ρ – плотность металла **X**. С другой стороны,

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 N,$$

где R – радиус наночастицы, N – число наночастиц. Следовательно,

$$N = \frac{3m}{4\pi\rho R^3}.$$

Суммарная площадь поверхности наночастиц равна

$$S = 4\pi R^2 N.$$

Значит,

$$\rho = \frac{3m}{SR} = \frac{3 \cdot 0.58 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{12.0 \text{ м}^2 \cdot \frac{15 \cdot 10^{-9}}{2} \text{ м}} = 19333 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Используя приведённую таблицу, находим, что металл **X** – это золото Au.

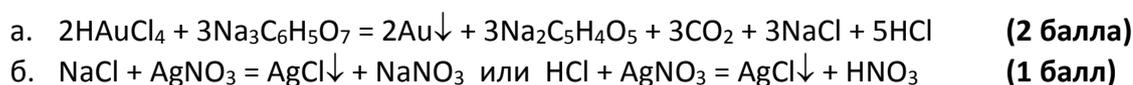
2. Определим молярную массу соединения **A**. Для этого составим пропорцию

$$\begin{array}{ccc} 1.00 \text{ г} & \rightarrow & 0.58 \text{ г} \\ \mathbf{A} & & \mathbf{X} \\ a \frac{\text{г}}{\text{моль}} & & 196.97 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \end{array}$$

$$a = \frac{1.00 \text{ г} \cdot 196.97 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{0.58 \text{ г}} \approx 340 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Так как раствор, оставшийся после извлечения наночастиц золота, образует белый творожистый осадок с раствором нитрата серебра, то он содержит хлорид-анионы. Следовательно, соединение **A** также содержит хлорид-анионы. На 4 атома хлора приходится $4 \cdot 35.5 = 142$ г/моль. Остальная масса $340 - 197 - 142 = 1$ г/моль приходится на водород. Формула соединения **A** – HAuCl_4 .

3. Уравнения реакций:



Ответ. **X** – Au, **A** – HAuCl_4 .