



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
для школьников 5 – 9 классов (заключительный этап)
Химия. Вариант II. Решения**

Решение задачи 1. Сверхпроводник (5 баллов)

1. Молярная масса $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,8}$ равна

$$M = 88.906 + 2 \cdot 137.33 + 3 \cdot 63.546 + 6.8 \cdot 15.999 = 662.9972 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \approx 663.0 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$$

2. С одной стороны, объём плёнки равен

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

С другой стороны, он равен

$$V = Sh$$

Следовательно,

$$Sh = \frac{m}{\rho}$$

$$m = \rho Sh$$

$$m = 6.3 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3} \cdot 15 \text{ см}^2 \cdot 400 \cdot 10^{-7} \text{ см} = 3.78 \cdot 10^{-3} \text{ Г} = 3.78 \text{ мг}$$

Решение задачи 2. Оксид графита (5 баллов)

1. Для вещества C_xO

$$m(\text{C}) / m(\text{O}) = 12x / 16 = 1.86, \text{ отсюда } x = 16 \cdot 1.86 / 12 = 2.48.$$

2. Возьмем 1 моль $\text{C}_{2.48}\text{O}$. 1 моль атомов O связан с 2 молями атомов C, а всего атомов C – 2.48 моль. Процент связанных атомов C = $2 / 2.48 \cdot 100\% = 80.6\%$.

Решение задачи 3. Наночастицы золота (5 баллов)

Общее количество атомов золота:

$$N(\text{Au}) = v(\text{Au})N_A = m(\text{Au}) / M(\text{Au}) \cdot N_A = 5.91 / 197 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 1.806 \cdot 10^{22}. \quad (2 \text{ балла})$$

Число атомов золота в одной наночастице:

$$N_1(\text{Au}) = \frac{V(\text{наночастицы})}{V(\text{Au})} = \frac{\frac{4}{3}\pi \cdot 4.5^3}{\frac{4}{3}\pi \cdot 0.15^3} = 27000 \quad (2 \text{ балла})$$

Число наночастиц:

$$N(\text{наночастиц}) = N(\text{Au}) / N_1(\text{Au}) = 1.806 \cdot 10^{22} / 27000 = 6.9 \cdot 10^{17}. \quad (1 \text{ балл})$$

Решение задачи 4. Регенерация кислорода (10 баллов)

1. Пусть общая формула соединения $X - A_nO_m$, где A – неизвестный элемент, входящий в состав этого соединения. Содержание кислорода в нём можно выразить формулой

$$\omega(\text{O}) = \frac{mM(\text{O})}{nM(\text{A}) + mM(\text{O})} \cdot 100\%$$

$$mM(\text{O}) \cdot 100\% - \omega(\text{O})mM(\text{O}) = \omega(\text{O})nM(\text{A})$$

$$M(\text{A}) = \frac{(100\% - \omega(\text{O})) \cdot m \cdot M(\text{O})}{n \cdot \omega(\text{O})}$$

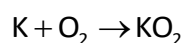
$$M(\text{A}) = \frac{(100 - 45) \cdot m \cdot 16}{n \cdot 45} = \frac{176m}{9n}$$

Составим таблицу для возможных значений n и m :

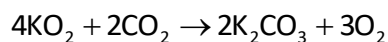
Значение n	Значение m	Молярная масса A	Элемент A	Соединение X
1	1	19.6	-	
1	2	39.1	К (калий)	KO_2
1	3	58.7	Ni (никель)	NiO_3
2	1	9.8	-	
2	2	19.6	-	
2	3	29.3	-	
3	4	26.1	-	

Поскольку соединения NiO_3 не существует, можно сделать вывод, что A – калий, а X – надпероксид калия KO_2 .

2. Надпероксид калия образуется при окислении (сгорании) металлического калия на воздухе или в кислороде:



3. Уравнение реакции:



4. Определим количество углекислого газа v_1 , которое выдыхает один космонавт за сутки:

$$pV = v_1RT$$

$$v_1 = \frac{pV}{RT}$$

Значит, пятеро космонавтов за трое суток выдыхают в $5 \cdot 3 = 15$ раз больше:

$$v = \frac{15pV}{RT}$$

По уравнению реакции взаимодействия углекислого газа и надпероксида калия

$$v(\text{KO}_2) = 2v(\text{CO}_2)$$

Следовательно,

$$v(\text{KO}_2) = \frac{30pV}{RT}$$

Масса надпероксида калия равна

$$m = vM$$

$$m(\text{KO}_2) = \frac{30pVM}{RT}$$

$$m(\text{KO}_2) = \frac{30 \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 0.5 \text{ м}^3 \cdot 71.1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 43.64 \text{ кг}$$