

Задача 5

Химический элемент **А** образует простое вещество – металл, кубик из которого с длиной ребра 5 см содержит $5,46 \cdot 10^{24}$ атомов **А**. Плотность металла составляет $1,74 \text{ г/см}^3$. Химический элемент **Б** образует несколько простых веществ – неметаллов, среди которых наиболее известны **В** (прозрачные кристаллы очень высокой твердости) и **Г** (черное твердое вещество слоистой структуры, обладающее проводимостью). При сжигании как **В**, так и **Г** образуется газ **Д** с относительной плотностью по кислороду 1,375.

Элементы **А** и **Б** образуют несколько бинарных соединений друг с другом. Среди них – **Е** (массовая доля элемента **А**, в котором – 50%) и **Ж** (молярная доля элемента **Б** в котором 60%). При взаимодействии этих бинарных веществ с водой выделяются газы **З** и **И** соответственно (**З** и **И** – летучие водородные

соединения элемента **Б**), и в обоих случаях образуется белый осадок **К**, также получаемый при реакции металла **А** с кипящей водой. При 0°C и атмосферном давлении 5,6 л газа **З** имеет массу 6,5 г, а 5,6 л газа **И** – 10 г. Определите химические элементы **А** и **Б**, формулы веществ **В** – **К**, напишите уравнения реакций получения газов **З** и **И**.

Решение

Масса кубика из металла **А**: $m(\text{А}) = 1,74 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 = 217,5 \text{ г}$, в нем содержится

$$n(\text{А}) = N/N_A = 5,46 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 9,07 \text{ моль А.}$$

$M = m/n = 217,5/9,07 = 24 \text{ г/моль}$, то есть металл **А** и химический элемент **А** – магний (**3 балла, без расчета - 1 балл**)

По описанию свойств элемент **Б** – углерод, а вещества **В** и **Г** – алмаз и графит соответственно. При их сжигании образуется **Д** – углекислый газ CO_2 , относительная плотность которого по кислороду равна $D = M(\text{CO}_2)/M(\text{O}_2) = 44/32 = 1,375$, что отвечает условию задачи. (**по 1 баллу за вещества Б-Г, 1 балл за расчет**)

Получаем, что вещества **Е** и **Ж** – карбиды магния общей формулой Mg_aC_b

В веществе **Е** $a:b = w(\text{Mg})/24:w(\text{C})/12 = 50/24:50/12 = 1:2$, то есть состав **Е** MgC_2 (**3 балла**)

В веществе **Ж** $a:b = \chi(\text{Mg}):\chi(\text{C}) = 40:60 = 2:3$, то есть состав **Ж** Mg_2C_3 (**3 балла**)

При нормальных условиях 5,6 л газа соответствует количеству вещества $n = 5,6/22,4 = 0,25$ моль. Тогда $M(\text{З}) = 6,5/0,25 = 26$ г/моль (**1 балл**), $M(\text{И}) = 10/0,25 = 40$ г/моль (**1 балл**).

При реакции магния с водой образуется гидроксид магния: $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ (**1 балл**)

Это же вещество (**К**) образуется при гидролизе карбидов. Газы - углеводороды. По молярным массам

З – C_2H_2 (**1 балл**), **И** – C_3H_4 (**1 балл**) (например, **З** содержит не более и не менее 2 атомов углерода, $2 \cdot 12 = 24$ г/моль, остается 2 г/моль, что соответствует 2 атомам H, аналогично для **И**).

$\text{MgC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ (**1 балл**)

$\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{C}_3\text{H}_4$ (**1 балл**)

