

Задача 4

Природный минерал **А** массой 41,4 подвергли длительному обжигу в кислороде. полученный при этом бесцветный газ **Б** с резким запахом пропустили в избыток известковой воды. Полученный белый осадок **В** массой 54 г растворяется в соляной кислоте с выделением исходного количества газа **Б**. Твердый остаток после обжига минерала **А** длительное время нагревали в токе водорода. Полученная смесь твердых веществ массой 27 г частично растворяется в разбавленной соляной кислоте, при этом выделяется 5,04 л (н.у.) водорода и изначально образуется светло-зеленый раствор соли **Г**. Остаток после обработки кислотой имеет красноватый цвет, его масса составляет 14,4 г. Определите вещества **Б –Г**, запишите уравнения всех описанных реакций. Определите формулу основного вещества минерала **А**.

Решение

Газ **Б** по описанию свойств - сернистый газ, тогда осадок **В** – сульфит кальция. Значит, в состав **А** входила сера. $n(\text{CaSO}_3) = 54/120 = 0,45$ моль. $n(\text{S}) = n(\text{SO}_2) = n(\text{CaSO}_3) = 0,45$ моль (*1 балл*) $m(\text{S}) = 0,45 \cdot 32 = 14,4$ г (*1 балл*)

Если, допустим, минерал **А** – природный сульфид, то при его обжиге должны были образовываться оксиды металлов, или металлы (в случае серебра и ртути), или соответствующие смеси. При нагревании смеси в токе водорода должны получиться металлы, или, как в нашем случае, смесь металлов. Один из металлов растворяется в соляной кислоте.

$\text{Me} + x\text{HCl} = \text{MeCl}_x + x/2\text{H}_2$ где M – молярная масса металла, x – заряд катиона.

Его масса $m(\text{Me}) = 27 - 14,4 = 12,6$ г, а количество вещества тогда $n(\text{H}_2) = 5,04/22,4 = 0,225$ моль, по уравнению $n(\text{Me}) = 12,6/M = 2n(\text{H}_2)/x = 0,45/x$, откуда $M = 12,6x/0,45 = 28x$.

При $x = 1$ $M = 28$ г/моль, что не соответствует ни одному однозарядному катиону металла,

при $x = 2$ $M = 56$, г/моль, что соответствует железу (II), что подтверждается и описанием цвета раствора после растворения в соляной кислоте. **(за определение железа с расчетом 3 балла, по описанию свойств - 1 балл)**

$n(\text{Fe}) = 12,6/56 = 0,225$ моль. **(1 балл)**

Остаток после растворения по описанию свойств – медь. $n(\text{Cu}) = 14,4/64 = 0,225$ моль. **(1 балл)**

Проверим, были еще какие-либо элементы кроме железа меди и серы в составе А

$41,4 - 12,6 - 14,4 - 14,4 = 0$, то есть состав А можно представить как $\text{Cu}_a\text{Fe}_b\text{S}_c$

$a:b:c = n(\text{Cu}):n(\text{Fe}):n(\text{S}) = 0,225:0,225:0,45 = 1:1:2$ **(3 балла)**

состав А - CuFeS_2 (это халькопирит).

Суммарно за расчет формулы 10 баллов.

$4\text{CuFeS}_2 + 13\text{O}_2 = 4\text{CuO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ **(2 балла, если не уравнено, или написаны другие оксиды меди или железа – 1 балл)**

$\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ **(1 балл)**

$\text{CaSO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ **(1 балл)**

$\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ **(1 балл, на Cu_2O – 0,5 балла)**

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ **(1 балл, на другой оксид железа – 0,5 баллов)**

$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ **(1 балл)**

А - CuFeS_2 Б - SO_2 **(1 балл)** В - CaSO_3 **(1 балл)** Г - FeCl_2 **(1 балл)**

