

8. Соль **А** массой 36,0 г растворили в воде, не допуская контакта раствора с воздухом. Если к образовавшемуся бесцветному раствору добавить избыток азотной кислоты, то у раствора появится окраска. При выпаривании полученного раствора образуется кристаллогидрат, в котором содержится 48,4 г безводной соли **Б**. При термическом разложении соли **Б** образуются твёрдое вещество и смесь двух газов, мольное соотношение компонентов в которой составляет 1 : 4. Разложение соли **А** при нагревании приводит к образованию таких же продуктов, что и в случае соли **Б**, но в другом соотношении.

1) Какие соли были взяты? Укажите в ответе их молярные массы (в г/моль), атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых.

2) Определите с точностью до целых массу (в граммах) газовой смеси, выделяющейся при полном термическом разложении 36,0 г соли **А**.

3) Определите объёмную долю того компонента газовой смеси, образующейся при разложении соли **А**, которого меньше в смеси. Ответ укажите в процентах с точностью до целых.

Решение:

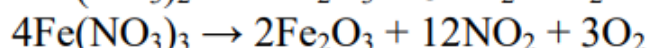
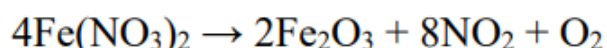
1) Так как после действия азотной кислоты на соль **А** качественный состав смеси продуктов разложения не поменялся, то можно сделать вывод, что соли **А** и **Б** – нитраты некоторого металла с переменной валентностью, причём в **Б** степень окисления металла выше, чем в **А**. С учётом того, что соль, содержащая катионы металла с меньшей степенью окисления, не окрашивает раствор, а другая соль окрашивает, то разумно предположить, что соль **А** – нитрат железа(II), а соль **Б** – нитрат железа(III). Проверим этот вывод. Количества нитратов железа должны быть одинаковыми:

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 36,0 \text{ г} : 180 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 48,4 \text{ г} : 242 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

Значит, наше предположение было верно. Соль **А** – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, соль **Б** – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Молярная масса соли **А** равна 180 г/моль, соли **Б** – 242 г/моль.

2) Газовая смесь, образующаяся при разложении обеих солей – это смесь кислорода и оксида азота (IV):



При разложении 0,2 моль нитрата железа (II) образуется 0,4 моль диоксида азота и 0,05 моль кислорода. Их массы равны:

$$m(\text{NO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 18,4 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ г}$$

Масса газовой смеси:

$$m(\text{смесь}) = 18,4 \text{ г} + 1,6 \text{ г} = 20,0 \text{ г}$$

3) Объёмная доля кислорода (компонент смеси, которого образуется меньше) равна: $\varphi(\text{O}_2) = 1 : 9 \cdot 100\% \approx 11\%$.

Ответ:

1) $M(\text{A}) = 180 \text{ г/моль}$

$M(\text{Б}) = 242 \text{ г/моль}$

2) $m(\text{смеси}) = 20 \text{ г}$

3) $\varphi(\text{O}_2) = 11\%$

5 баллов – по 2 балла за вопросы 1) и 2) и 1 балл за вопрос 3).