

Задание 4. Превращение металла в кристаллогидрат

При взаимодействии неизвестного металла X с простым веществом жёлтого цвета Y образовался продукт Z, в котором на 2 массовые части элемента X приходится одна массовая часть элемента Y. При сжигании Z на воздухе получили твёрдый остаток M, представляющий собой порошок чёрного цвета. При действии на M 20 %-ной серной кислоты образовался окрашенный раствор, из которого при охлаждении выделились кристаллы L, который представляет собой пентагидрат.

1. Определите неизвестные вещества, запишите уравнения реакций.
2. Сколько граммов L выделится из 100 г раствора, насыщенного при 60 °С, при его охлаждении до 0 °С, если растворимость L в расчёте на безводную соль составляет 39,5 г / 100 г воды при 60 °С и 14,3 г / 100 г воды при 0 °С?
3. Предложите способ получения X из раствора L. Запишите уравнение реакции.

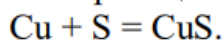
Задание 4. Превращение металла в кристаллогидрат

Решение:

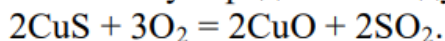
1. Из описания можно предположить, что простое вещество Y – сера. Тогда продукт Z – это сульфид металла. Из массового отношения следует, что на металл приходится масса в два раза большая, чем на серу. Этому соотношению удовлетворяет сульфид меди(II) CuS.

Итак, X – Cu, Y – S, Z – CuS.

Уравнения реакций:

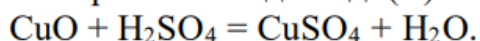


При сжигании сульфидов на воздухе образуются оксиды:



Вещество M – CuO.

При растворении оксида меди(II) в серной кислоте образуется сульфат меди(II):



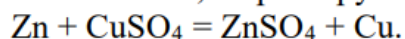
При охлаждении выделяется L – кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

2. В 100 г раствора CuSO_4 , насыщенного при 60 °С, содержится $100 \cdot 39,5 / (100 + 39,5) = 28,31$ г безводного CuSO_4 ($M = 160$ г/моль). Пусть из раствора при охлаждении до 0°С выделится x моль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M = 250$ г/моль). Тогда в полученном насыщенном растворе

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 14,3 / (100 + 14,3) = (28,31 - 160x) / (100 - 250x).$$

$$x = 0,123. m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250x = 30,7 \text{ г}.$$

3. Выделить медь из раствора сульфата меди проще всего действием более активного металла, не реагирующего с водой:



Критерии оценивания:

Вещества X, Y, Z, M, L – по 1 баллу, всего

5 баллов

За каждое уравнение реакций (4 уравнения) – по 0,5 балла, всего

2 балла

(Принимается любой разумный способ извлечения меди.)

Расчёт массы кристаллогидрата

3 балла

Всего за задачу – 10 баллов

