

### Задача:

Студенту выдали для исследования смесь двух твердых солей **А** и **Б** массой 15,265 г. Предварительно было известно, что обе соли представляют собой кристаллогидраты, одна из них содержит 36,18% кристаллизационной воды (четыре молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ ), а другая — 15,95% воды (две молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ ) и 52,59% металла. Студент растворил смесь солей в воде, и разделил полученный прозрачный раствор на 4 равные порции (3 для проведения опытов и 1 запасная). При добавлении к одной из порций избытка раствора нитрата серебра выпало 5,02 г белого творожистого осадка, не растворимого в кислотах, но растворимого в водном растворе аммиака, при этом в полученном растворе обнаруживался только один вид анионов. Во вторую порцию раствора он пропускал газообразный сероводород, при этом был получен темный осадок массой 1,88 г. К третьей порции раствора был добавлен избыток раствора сульфида аммония, при этом выпал черный осадок.

1. Определите соли **А** и **Б** и массу каждой соли в смеси.
2. Определите массу осадка, полученного при добавлении сульфида аммония к порции раствора. Почему массы осадков, полученных при добавлении сульфида аммония и при пропускании сероводорода, различаются? Приведите необходимые расчеты и рассуждения.

### Решение:

- 1) Выпадение осадка с нитратом серебра указывает на то, что выданные соли — хлориды, или одна из солей хлорид, а другая нитрат (так как после добавления нитрата и осаждения хлорида в растворе есть только один вид анионов).
- 2) Определим соль **А**:  $72/(M_1 + 72) = 0,3618$ , отсюда  $M_1 = 127 \text{ г/моль}$ , предполагая, что это хлорид, получаем  $\text{FeCl}_2$ , соль **А** =  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Предположение, что это нитрат, разумных результатов не дает.
- 3) Определим соль **Б**:  $36/(M_2 + 36) = 0,1595$ , отсюда  $M_2 = 189,7 \text{ г/моль}$ . Перебор всех возможных нитратов и хлоридов дает несколько вариантов, однако с учетом массовой доли металла остается только  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- 4) Массу каждой соли в смеси можно найти из массы  $\text{AgCl}$ , которая равна 5,02 г из четверти раствора, составила бы 20,08 г из всего раствора, т.е. 0,14 моль  $\text{AgCl}$ . Суммарное количество солей в смеси 0,07 моль (так как в каждой из них два хлорид-иона). Пусть  $x$  = кол-во моль хлорида железа. Тогда:  
$$199x + 225,7(0,07 - x) = 15,265;$$
 $x = 0,02 \text{ моль}$ , это количество  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  в смеси, и это составляет 3,98 г. Соответственно количество  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,05$  моль, что составляет 11,285 г. Массу каждой соли можно найти также из массы выпавшего сульфида, однако приведенный выше способ никаких знаний о сульфидах не требует.
- 5) При пропускании сероводорода в осадок выпадает только сульфид олова, а сульфид железа не выпадает, так как в реакции образуется  $\text{HCl}$ , а сульфид железа растворим в разбавленных кислотах.

Поэтому массы осадков, полученных в двух случаях, различаются. Действительно, масса осадка, выпавшего в первом случае, соответствует 0,05 моль SnS.

б) Определим массу осадка, которая выпадет при прибавлении сульфида аммония. Масса SnS останется без изменений. Масса 0,02 моль FeS составит 1,76 г. Для порции раствора  $1,76 : 4 = 0,44$  г. Суммарная масса  $1,88 + 0,44 = 2,32$  г