

### Задача 9-1

#### *Лжецы и рыцари.*

Все химики разные, среди них есть и поборники правды, и любители приукрасить истину. Назовем тех, кто говорит только правду, рыцарями, а тех, кто только врёт – лжецами.

Однажды собралась компания из трех химиков, Алена (далее А.), Олег (О.) и Игорь (И.), среди которых есть по меньшей мере один рыцарь. Они обсуждали соединение X.

А.: X хорошо растворимо в воде при любом pH.

И.: Нет, оно в чистой воде растворимо плохо, это я знаю точно.

О.: К чему спорить? X хорошо растворимо в щелочах.

О.: X состоит из трёх элементов.

И.: Точно могу сказать, что при нагревании X немного уменьшается в массе.

И.: Продукт прокаливания X содержит на один элемент меньше, чем сам X.

О.: Если прокаливать X на воздухе, то масса твердой фазы увеличится на 50%.

А.: При прокаливании вообще ничего происходить не будет!

А.: Даже если осадок X с соляной кислотой кипятить, так и не растворится!

А.: При внесении в пламя горелки кристалликов X пламя окрасится в желтый цвет.

И.: С горелкой всё понятно: пламя будет яблочно-зеленым.

И.: Олег, элементов-то в X целых четыре!

О.: К чему всё путать? Пламя горелки – фиолетовое!

А.: А, вспомнила: в X элементов-металлов не меньше двух.

И.: При внесении в раствор серной кислоты X нацело превращается в другое нерастворимое вещество.

И.: Масса твердого продукта взаимодействия X с серной кислотой равна массе исходного X – вот что забавно!

#### **Вопросы:**

1. Определите, кто в этой компании лжец, а кто – рыцарь. Ответ обоснуйте.

2. Определите вещество X. В тех случаях, когда в тексте **корректно** описаны химические превращения X, приведите уравнения соответствующих реакций.

3. К спорящей компании присоединился друг Андрей. Он заявил, что вещество X растворимо в растворе кислоты, солью которой оно является. Лжец Андрей или рыцарь? Если лжец, обоснуйте, если рыцарь – напишите уравнение реакции растворения.

## Решение задачи 9-1 (автор: Курамшин Б.К.)

1. **Алена – лжец**, так как противоречит сама себе в первой реплике (заявляя, что  $X$  хорошо растворим при любых  $pH$ ) и в следующей (когда говорит, что  $X$  не растворяется в соляной кислоте при кипячении).

Значит, оба утверждения в скобках являются неверными. Это означает, что  $X$  растворим по крайней мере в соляной кислоте. Кроме того, неверным является утверждение «в  $X$  элементов-металлов не меньше двух». Значит, в  $X$  только 1 элемент-металл, и именно он обуславливает цвет пламени (по версии Игоря – яблочно-зеленый, Олега – фиолетовый).

Допустим, что Олег – рыцарь. Тогда  $X$  – соль калия, состоящая из трех элементов, растворимая в щелочах и, как установлено ранее, в соляной кислоте. Однако утверждение « $X$  хорошо растворимо при любых  $pH$ » неверно (т.к. его автор – Алена, лжец), значит,  $X$  без добавления кислот или щелочей нерастворим. Обратите внимание – это не значит, что среда нейтральная, например, чистый силикат калия или хлорид железа растворимы сами по себе, а вот при  $pH$  7 выпадет осадок. Нерастворимые в воде трехэлементные соли калия – перхлорат,  $K_2[PtCl_6]$  но их растворимость не увеличивается в щелочной среде, а при прокаливании масса твердой фазы не может увеличиваться. Значит, если Алена лжец, то и **Олег – лжец**.

Тогда **Игорь – рыцарь**.

2. Итак, суммирую высказывания Игоря и некоторые неверные факты из высказываний Алены и Олега, можно следующим образом описать  $X$ .

- 1)  $X$  состоит из 4 элементов;
- 2) при прокаливании масса  $X$  немного уменьшается, твердый остаток состоит из 3 элементов;
- 3)  $X$  содержит атомы только 1 металла, окрашивающего пламя в яблочно-зеленый цвет;

- 4) X нерастворимо в воде;  
 5) X растворимо в соляной кислоте (по крайней мере при кипячении);  
 6) в серной кислоте X превращается в другое нерастворимое вещество той же массы.

По цвету пламени и нерастворимости сульфата однозначно можно определить катион X – это барий.

Анион X состоит из 3 элементов, а при прокаливании масса X уменьшается с образованием трехэлементного вещества. Это говорит о том, что X – кислая соль.

Кислая соль, нерастворимая в воде, которая при превращении в сульфат бария не изменяет массы, должна содержать анион с молярной массой 96 г/моль (в случае двухзарядного аниона). Единственный анион кислой соли с такой массой – гидрофосфат:  $1 + 31 + 64 = 96$  г/моль.

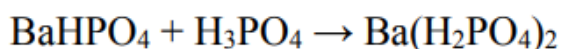
Значит, X –  $\text{BaHPO}_4$ .

### ***Уравнения реакций:***

- 1) разложение при нагревании:  $2\text{BaHPO}_4 \rightarrow \text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$   
 2) взаимодействие с серной кислотой:  $\text{BaHPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{H}_3\text{PO}_4$

Других верно описанных реакций в диалоге нет.

3. В растворе фосфорной кислоты X растворится (по первой ступени она заметно сильнее, чем по второй):



Андрей – рыцарь.

### **Система оценивания:**

1	Верно определенные лжецы и рыцари – по 2 балла	6 баллов
2	Катион вещества X – 3 балла, анион – 3 балла 2 реакции по 2 балла	10 баллов
3	Андрей – рыцарь – 2 балла Уравнение реакции – 2 балла	4 балла
		<b>ИТОГО: 20 баллов</b>

