

## 2 тур. Химия

Автор: Никита Крысанов

### Условие

Биологическое разнообразие живых организмов обеспечивается различными органическими молекулами, благодаря которым существует и функционирует всё живое. Основу органических соединений составляют четыре элемента периодической системы – углерод, водород, кислород и азот. О химическом разнообразии бинарных соединений  $X_1 - X_8$ , образованных двумя из них, и пойдёт речь в данной задаче.

В 1909 году известный немецкий химик Фриц Габер при взаимодействии двух простых веществ в присутствии катализатора получил  $X_1$ , которое позволило ему прокормить миллионы людей по всему миру. При окислении  $X_1$  с помощью гипохлорита натрия образуется  $X_2$ , содержащее 87,5% более тяжёлого элемента по массе. Взаимодействие нитрита цезия с  $X_2$  позволяет получить бинарное соединение **A**, содержащее 76,0% цезия по массе. Интересно, что при давлении около 600 тысяч атмосфер **A** способно взаимодействовать с азотом в соотношении 1:1 с образованием **B**. Обработка **A** и **B** избытком концентрированного раствора фосфорной кислоты приводит к легколетучим соединениям  $X_3$  и  $X_4$  соответственно.

Вещества  $X_1$  и  $X_2$  проявляют основные свойства, в то время как  $X_3$  и  $X_4$  являются кислотами. При их попарном взаимодействии возможно образование ряда бинарных соединений  $X_5 - X_8$  с монотонно возрастающей молярной массой.

*Вопросы и задания:*

1. Установите элементы, образующие ряд соединений  $X_1 - X_8$
2. Определите формулы соединений **A**, **B**,  $X_1 - X_8$
3. Приведите химические названия соединений  $X_1 - X_8$



## Ответы и критерии

Двумя элементами, входящими в состав соединений  $X_1 - X_8$ , согласно условию задачи могут являться углерод, водород, кислород и азот. Поскольку вещества  $X_1$  и  $X_2$  проявляют основные свойства, а  $X_3$  и  $X_4$  являются кислотами, предположим, что один из элементов – это водород. На роль второго наиболее вероятно подходит азот, поскольку при взаимодействии водорода с азотом действительно образуется аммиак  $X_1 - NH_3$ , являющийся слабым основанием.

Исходя из массовой доли азота, несложно определить, что простейшей формуле вещества  $X_2$  соответствует фрагмент  $-NH_2$ :

$$n(N):n(H) = \frac{\omega(N)}{M(N)} : \frac{\omega(H)}{M(H)} = \frac{0,875}{14} : \frac{0,125}{1} = 0,0625 : 0,125 = 1 : 2$$

Поскольку валентность азота должна быть равна трём, вещество  $X_2$  представляет собой гидразин  $N_2H_4$ .

При взаимодействии нитрита цезия с гидразином образуется бинарное соединение цезия и азота, содержащее 76,0% металла по массе:

$$n(Cs):n(N) = \frac{0,76}{133} : \frac{0,24}{14} = 5,714 \cdot 10^{-3} : 17,143 \cdot 10^{-3} = 1 : 3$$

Данному соотношению удовлетворяет азид цезия **A** –  $CsN_3$ , а его продуктом реакции с азотом в соотношении 1:1 является пентазолят цезия **B** –  $CsN_5$ . Тогда веществами  $X_3$  и  $X_4$  соответственно являются азидоводородная (азотистоводородная) кислота  $HN_3$  и пентазол (1Н-пентазол)  $HN_5$ .

Продуктами  $X_5 - X_8$  взаимодействия веществ  $X_1 - X_4$  являются:

	$NH_3$	$N_2H_4$
$HN_3$	<b><math>X_5 - NH_4N_3</math></b> азид аммония	<b><math>X_6 - N_2H_5N_3</math></b> азид гидразиния
$HN_5$	<b><math>X_7 - NH_4N_5</math></b> пентазолят аммония	<b><math>X_8 - N_2H_5N_5</math></b> пентазолят гидразиния





<b>Критерии оценивания</b>	
1. Установление элементов, входящих в состав $X_1 - X_8$	по 1 баллу
2. Определение формул веществ <b>A – B, <math>X_1 - X_8</math></b>	по 1 баллу
3. Написание названий соединений $X_1 - X_8$  <b><u>В случае, если формулы веществ не были определены, названия веществ не оцениваются!</u></b>	по 1 баллу
<b>Итого</b>	<b>20 баллов</b>

