

Задача 4. Несмотря на то что химический элемент **А** находится на втором месте по распространённости на Земле, соответствующее ему простое вещество было получено лишь 200 лет назад. Основным минералом **А** является тугоплавкое бинарное соединение **Б**, содержащее 53,33 % кислорода по массе. Оно медленно растворяется в концентрированном растворе гидроксида калия (*реакция 1*). Среди некоторых специфических свойств **Б** можно выделить взаимодействие с бинарным водородным соединением **В**, проявляющим кислотные свойства. Указанная реакция, протекающая при 400°C, приводит к образованию газообразного соединения **Г** (*реакция 2*), содержащего 26,92 % элемента **А** по массе. При нагревании **Г** с твёрдым веществом **Д**, представляющим собой соль кислоты **В** и некоего щелочного металла, образуется соединение **Е** (*реакция 3*), содержащее 12,73 % элемента **А** по массе. В XIX веке простое вещество **А** получали восстановлением соли **Е** металлическим калием при повышенной температуре (*реакция 4*), а в настоящее время используют восстановление **Б** с помощью металлического магния (*реакция 5*).

1. Определите формулы веществ **А–Е**. Ответ подтвердите расчётом.
2. Напишите уравнения *реакций 1–5*.

Рекомендации к решению

Определить зашифрованный в задаче элемент можно, исходя массовой доли кислорода в бинарном соединении **Б**, имеющем общую формулу A_2O_n :

$$\omega(O) = \frac{n \cdot M(O)}{2 \cdot M(A) + n \cdot M(O)}$$

$$M(A) = \frac{M(O) \cdot (1 - \omega(O))}{2 \cdot \omega(O)} \cdot n = \frac{16,000 \cdot (1 - 0,5333)}{2 \cdot 0,5333} \cdot n = 7,00 \cdot n$$

n	$M(X)$	X_2O_n
1	7,00	Li_2O
2	14,00	NO
3	21,00	-
4	28,00	SiO_2
5	35,00	-
6	42,00	-
7	49,00	-
8	56,00	-

Среди полученных веществ в состав минерала могут входить оксиды лития и кремния, однако встретить оксид лития в виде индивидуального вещества в природе невозможно вследствие очень высокой активности. Тогда **Б** – SiO_2 , **А** – Si .

Взаимодействие диоксида кремния с некоторым бинарным водородным соединением приводит к замещению кислорода на некоторый элемент. Учитывая массовую долю кремния в веществе **Г**, получаем:

$$M(\Gamma) = \frac{M(\text{Si})}{\omega(\text{Si})} = \frac{28,00 \text{ г/моль}}{0,2692} = 104 \text{ г/моль}$$

На остальные атомы в соединении **Г** приходится 76 г/моль. Кремний зачастую является четырёхвалентным, поэтому в случае, если полученное вещество имеет формулу SiX_4 , $M(\text{X}) = 19 \text{ г/моль}$. Это соответствует фтору. Тогда **В** – HF, **Г** – SiF_4 .

При взаимодействии тетрафторида кремния и фторида некоторого щелочного металла образуется комплексное соединение – гексафторосиликат (IV) $\text{M}_2[\text{SiF}_6]$. Исходя из массовой доли кремния, можно установить, что в данной соли щелочным металлом является калий: **Е** – $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$, тогда **Д** – KF.

Уравнения *реакций 1-5*:

- 1) $\text{SiO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{SiF}_4 + 2\text{KF} \rightarrow \text{K}_2[\text{SiF}_6]$
- 4) $\text{K}_2[\text{SiF}_6] + 4\text{K} \rightarrow \text{Si} + 6\text{KF}$
- 5) $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$

Критерии оценивания	
1. Установление элемента А Установление формул веществ Б-Е	1 балл по 2 балла
2. Уравнения <i>реакций 1-3</i> Уравнения <i>реакций 4-5</i>	по 2 балла по 1,5 балла
Итого	20 баллов

