

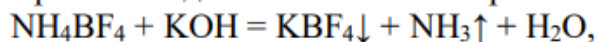
1. При термическом разложении аммониевой соли **X** (с потерей в весе 35%) может быть получена кислота **Y** (реакция 1). При нагревании соли **X** с кислотой **Z** продуктами реакции являются аммиак, вода и соль **C** (реакция 2), содержащая по массе 72,48% «разрушающего» элемента, 13,36% «безжизненного» элемента, 3,85% самого легкого элемента. При взаимодействии соли **C** с раствором KOH выпадает осадок соли **D** (реакция 3). Полученный осадок калиевой соли **D** разлагается при 500 °C (с потерей в весе 54%), образуя твердый остаток **F** (реакция 4) – калиевую соль кислоты **Y**, устойчивую к нагреванию. Определите вещества **X**, **Y**, **Z**, **C**, **D**, **F** и запишите уравнения реакций 1–4.

№ 1

- 1) Определим соль **C**, по условию задачи она содержит 72,48% F, 13,36% N, 3,85% H и 10,31% неизвестного элемента Э. Рассчитаем отношения количества вещества элементов, поделив массу элементов (допустим, что у нас 100 г вещества, тогда масса элементов совпадает с массовой долей) на их атомную массу: $3.81:0.954:3.81:\text{Э}$. Разделив на минимальное значение, получим отношение числа атомов: $4:1:4:x$, тогда соль **C** имеет состав $\text{NH}_4\text{Э}_x\text{F}_4$.

Пусть $x = 1$, тогда количество вещества элемента Э будет равно 0,954, значит, можно рассчитать атомную массу, разделив массу элемента на его количество вещества: $10,31/0,954 = 10.8$, что совпадает с атомной массой бора, тогда **C** – NH_4BF_4

- 2) При взаимодействии **C** с KOH протекает реакция:

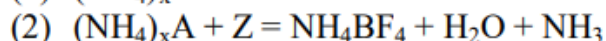
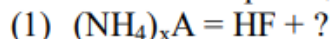


при этом KBF_4 — нерастворимая соль **D**.

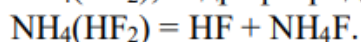
- 3) Рассчитаем молярную массу оставшейся соли **F** в реакции (4): $(1 - 0,54) \cdot M(\text{KBF}_4) = 0,46 \cdot 126 = 58$ г/моль, т.к. это калиевая соль, найдём массу аниона: $58 - 39 = 19$ г/моль, что соответствует молярной массе фтора. Запишем термическое разложение соли **D**: $\text{KBF}_4 = \text{KF} + \text{BF}_3\uparrow$,

тогда KF (соль **F**), которая является солью фтороводородной кислоты HF(**Y**).

- 4) Запишем части реакций (1) и (2), которые известны:



По условию потеря массы в реакции (1) составляет 35%, она приходится на HF. Допустим стехиометрию разложения соли с образованием HF 1:1, тогда рассчитаем молярную массу соли **X**: $M(\text{HF})/0,35 = 20/0,35 = 57$ г/моль. Пусть $x = 1$, тогда $M(\text{A}) = 57 - 18 = 39$ г/моль. Из реакции (2) предположим, что **Z** — это борсодержащая кислота, тогда анион A не содержит бора, а может содержать только H, F или O. Из реакции (1) можно сделать вывод, что A точно содержит F. $M(\text{A}) - M(\text{F}) = 39 - 19 = 20$ г/моль, что соответствует либо HF, либо OH_4 , последнее не существует, тогда истинная формула **X** – $\text{NH}_4(\text{HF}_2)$, гидрофторид аммония. Реакция его разложения:



- 5) Т.к. **X** не содержит кислорода, то по уравнению (2) можно сделать окончательный вывод, что **Z** — кислородная борсодержащая кислота — борная кислота, формула которой H_3BO_3 . Реакция (2) проходит при нагревании:
- $$2\text{NH}_4(\text{HF}_2) + \text{H}_3\text{BO}_3 = \text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{BF}_4.$$
- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| X — $\text{NH}_4(\text{HF}_2)$ | C — NH_4BF_4 |
| Y — HF | D — KBF_4 |
| Z — H_3BO_3 | F — KF |

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Записаны 4 уравнения реакций – по 1 баллу за каждое (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 0.5 балла). | $1 \times 4 = 4 \text{ балла}$ |
| 2. Определены вещества X-Z , C-F – каждое по 1 баллу. | $1 \times 6 = 6 \text{ баллов}$ |
| ИТОГО: | 10 баллов |

