

Задача 6. Два ядовитых газа X_1 и Y_1 сгорают в избытке кислорода синим пламенем. При взаимодействии X_1 с хлором образуется другое ядовитое вещество X_2 (реакция № 1), при взаимодействии Y_1 с хлорной водой образуется жёлтый осадок вещества Y_2 (реакция № 2). Вещество X_2 реагирует с избытком раствора едкого кали с образованием соли X_3 и бинарного соединения Z_1 ионного строения (реакция № 3). Вещество Y_2 растворяется в концентрированном горячем растворе гидроксида калия с образованием соли Y_3 и бинарного соединения Y_4 ионного строения (реакция № 4).

Для качественного определения вещества X_1 используют реакцию с бумажкой, смоченной раствором хлорида двухвалентного металла Z_2 , в котором массовая доля хлора равна 40,11 % (реакция № 5). Для количественного определения X_1 используют реакцию с оксидом иода Z_3 , в котором массовая доля иода равна 76,05 % (реакция № 6). В ходе этой реакции образуется простое вещество.

Для качественного определения вещества Y_1 используют реакцию с бумажкой, смоченной раствором нитрата свинца(II) (реакция № 7).

Задания:

- 1) Идентифицируйте вещества X_1 – X_3 , Y_1 – Y_4 , Z_1 – Z_3 . Приведите необходимые расчёты, необходимые для вывода формул веществ Z_2 и Z_3 . Атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых, значение атомной массы хлора примите равной 35,5.
- 2) Напишите уравнения реакций № 1–7.
- 3) Каковы аналитические признаки реакций №6 и №7?

Решение и критерии оценивания

- 1) По описанию можно сделать вывод, что газ X_1 – монооксид углерода CO , газ Y_1 – сероводород. При взаимодействии X_1 с хлором образуется фосген $COCl_2$ (X_2), также являющийся ядом. При взаимодействии Y_1 с хлорной водой образуется желтый осадок серы (Y_2) и хлороводород. При взаимодействии фосгена $COCl_2$ с гидроксидом калия образуются карбонат калия (X_3) и хлорид калия (Z_1). При взаимодействии серы с концентрированным раствором гидроксида калия образуются сульфит калия K_2SO_3 (Y_3) и сульфид калия K_2S (Y_4).
- 2) Выведем формулу хлорида двухвалентного металла Z_2 . В общем виде формулу этого вещества можно записать как $MeCl_2$. Выразим молярную массу хлорида металла $M(MeCl_2)$ через массовую долю хлора:

$$M(MeCl_2) = \frac{2 \cdot M(Cl)}{\omega(Cl)} = \frac{71}{0,4011} \approx 177 \text{ (г/моль)}$$

Поэтому молярная масса металла равна 106 г/моль (177 - 71). Следовательно, металл – палладий Pd , а вещество Z_2 – хлорид палладия(II) $PdCl_2$.

- 3) Выведем формулу оксида иода Z_3 . Пусть масса оксида иода равна 100 г, тогда можно найти массы и количества веществ иода и кислорода:

$$m(I) = 0,7605 \cdot 100 \text{ г} = 76,05 \text{ г}$$

$$m(O) = 100 \text{ г} - 76,05 \text{ г} = 23,95 \text{ г}$$

$$n(I) = 76,05 \text{ г} : 127 \text{ г/моль} \approx 0,6 \text{ моль}$$

$$n(O) = 23,95 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} \approx 1,5 \text{ моль}$$

Отсюда можно найти соотношение иода и кислорода, которое составляет $0,6 : 1,5 = 1 : 2,5 = 2 : 5$. Следовательно, вещество Z_3 – оксид иода(V) I_2O_5 .

- 4) При реакции между монооксидом углерода и оксидом иода (V), который является веществом белого цвета, образуется темный-серый иод. При реакции между сероводородом и нитратом свинца (II) образуется черный осадок сульфида свинца (II).

Формулы веществ

X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Z_1	Z_2	Z_3
CO	$COCl_2$	K_2CO_3	H_2S	S	K_2SO_3	K_2S	KCl	$PdCl_2$	I_2O_5

Уравнения реакций:

- $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$
- $H_2S + Cl_2 \rightarrow S + 2HCl$
- $COCl_2 + 4KOH \rightarrow K_2CO_3 + 2KCl + 2H_2O$
- $3S + 6KOH \rightarrow 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$
- $CO + PdCl_2 + H_2O \rightarrow CO_2 + Pd + 2HCl$
- $5CO + I_2O_5 \rightarrow I_2 + 5CO_2$
- $H_2S + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbS + 2HNO_3$

Критерии оценивания

- 1) За правильно определенные вещества $X_1 - X_3$, $Y_1 - Y_4$, $Z_1 - Z_3$ по 1 баллу. За вещества Z_2 и Z_3 баллы ставятся только при наличии соответствующего расчета, иначе – 0 баллов.

Итого: **10 баллов**

- 2) За каждую правильно уравненную реакцию по 1 баллу. Если реакция написана и не уравнена, но вещества взяты правильные, то 0,5 балла. Итого: **7 баллов**

- 3) За каждый верно указанный аналитический признак по 1,5 балла. Итого: **3 балла**.

Всего 20 баллов