

3. Элементы **X** и **Y** образуют большое количество твердых при обычных условиях окрашенных соединений. Массовые доли элемента **X** в них приведены ниже в таблице.

соединение	A	B	C	D	E	F	G	H
w(X), %	26,52	19,39	15,29	10,74	5,67	3,18	2,92	1,69

Известно, что все указанные соединения полностью растворяются как в горячем разбавленном водном растворе фосфорной кислоты, так и в горячем разбавленном водном растворе едкого натра, при этом во всех случаях, кроме соединения **E**, наблюдается выделение газа.

- 1) Определите вещества **A–H**.
- 2) Приведите структурную формулу соединения **C**.
- 3) Напишите уравнения реакций этих веществ с избытком горячей концентрированной фосфорной кислоты, с избытком охлажденного до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ концентрированного раствора гидроксида натрия.
- 4) Предложите способ получения соединений **A–H** из простых веществ.

№ 3

Источник: Н. Гринвуд, А. Эрншо «Химия элементов», Т.1, Раздел 4.4.3.

- 1) Посмотрим соотношения масс элемента **X**, приходящихся на одну и ту же массу элемента **Y**, например, на 10 г последнего.

Соединение	A	B	C	D	E	F	G	H
m(X),г	3,61	2,41	1,80	1,20	0,60	0,33	0,30	0,17

Очевидно, что для соединений **A–E** эти массы соотносятся как 6:4:3:2:1 (или 3:2:1,5:1:0,5), что весьма схоже с последовательностью для бинарных соединений щелочных металлов с кислородом ($\text{MO}_3 - \text{MO}_2 - \text{M}_2\text{O}_2 (\text{MO}) - \text{M}_2\text{O}$). Эти соединения (кроме оксидов) выделяют газ (кислород) при взаимодействии с горячей водой. Тогда, предположив, что элемент **X** – кислород, а соединение **A** – озонид, получаем, что элемент **Y** – цезий. Составы веществ:

соединение	A	B	C	D	E	F	G	H
формула	CsO_3	CsO_2	Cs_2O_3	Cs_2O_2	Cs_2O	Cs_{11}O_3	Cs_4O	Cs_3O

- 2) Предполагается, что «полуторный оксид» Cs_2O_3 на самом деле является динадпероксидом-пероксидами состоит из следующих ионов: $[(\text{Cs}^+)_4 \cdot (\text{O}-\text{O})_2^+ \cdot (\text{O}-\text{O})_2^-]$.
- 3) Соответствующие реакции приведены ниже:

$$4\text{CsO}_3 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 4\text{CsH}_2\text{PO}_4 + 5\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$4\text{CsO}_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 4\text{CsH}_2\text{PO}_4 + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Cs}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{CsH}_2\text{PO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2\text{Cs}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 4\text{CsH}_2\text{PO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

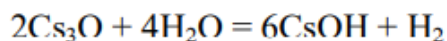
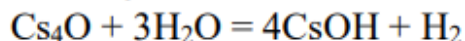
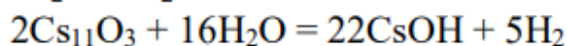
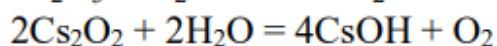
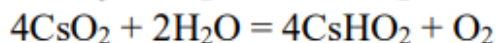
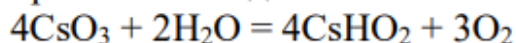
$$\text{Cs}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{CsH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2\text{Cs}_{11}\text{O}_3 + 22\text{H}_3\text{PO}_4 = 22\text{CsH}_2\text{PO}_4 + 5\text{H}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

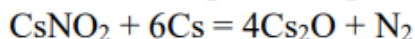
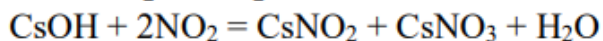
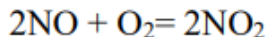
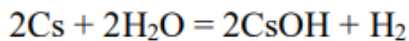
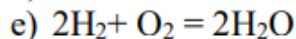
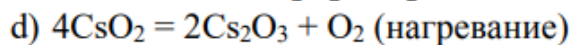
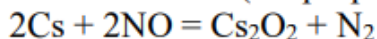
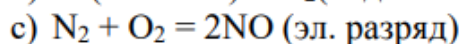
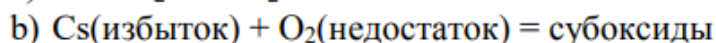
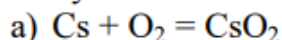
$$\text{Cs}_4\text{O} + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 4\text{CsH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2\text{Cs}_3\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 = 6\text{CsH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

Реакции с концентрированным раствором гидроксида натрия на самом деле будут протекать с водой:



4) Получение:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Определение элементов X и Y – по 0.5 балла за элемент. | $0.5 \times 2 = 1 \text{ балл}$ |
| 2. Определение веществ A-H – по 0.25 балла за вещество. | $0.25 \times 8 = 2 \text{ балла}$ |
| 3. Приведено строение Cs_2O_3 – 0.5 балла. | 0.5 балла |
| 4. Записаны уравнения 8 реакций с H_3PO_4 – каждая по 0.25 балла (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 0.1 балла). | $0.25 \times 8 = 2 \text{ балла}$ |
| 5. Записаны уравнения 8 реакций с CsOH – каждая по 0.25 балла (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 0.1 балла). | $0.25 \times 8 = 2 \text{ балла}$ |
| 6. Приведены 5 способов синтеза из простых веществ (кроме (1)) – каждый по 0.5 балла (если в уравнении реакции или способе где-либо поставлены неверные коэффициенты, за него ставится 0.1 балла). | $0.5 \times 5 = 2.5 \text{ балла}$ |

ИТОГО:

10 баллов