

### Задача 11-1 (автор В.А.Реутов)

1. Очевидно, что **A** и **B** – оксиды **X** в различных степенях окисления. Оксид **A** устойчив к окислению воздухом, однако элемент **X** в этом соединении имеет не высшую возможную степень окисления, так как вступает в реакцию окисления с пероксидом натрия. При таких реакциях (реакциях окислительного щелочного плавления) обычно образуются соли кислот, содержащих кислотообразующий элемент в высшей степени окисления. Цвета соединений **A**, **B** и **C** позволяют предположить, что **X** – Cr – хром.

Тогда, **A** – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – оксид хрома(III), **B** – CrO – оксид хрома(II), **C** – Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> – хромат натрия.

При действии концентрированной серной кислоты на хромат натрия может быть выделен оксид хрома(VI). Тогда, **D** – CrO<sub>3</sub> – оксид хрома(VI), **E** – CrO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – оксохлорид хрома(VI) или хлористый хромил (хромилхлорид), **H** – хромовая кислота H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

**F** – это оксид хрома в степени окисления, промежуточной между +6 и +3 (в условии приведена реакция диспропорционирования **F** до **A** и **D**). При температуре 360-540°C разложение CrO<sub>3</sub> идет до оксида хрома(IV) (относительно правильным ответом может считаться получение и других оксидов хрома, например, Cr<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, образующихся в близких температурных интервалах).

Итак, **F** – CrO<sub>2</sub> – оксид хрома(IV).

Действие перекиси водорода на соединения хрома(VI) Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (**C**) (в кислой среде) или CrO<sub>3</sub> (**D**) приводит к образованию пероксида хрома **Y**, который может быть выделен в виде аддукта с пиридином CrO<sub>5</sub>·nC<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N (**G**).

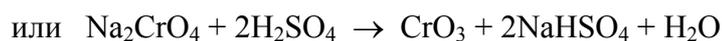
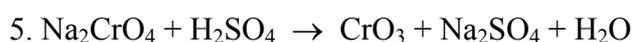
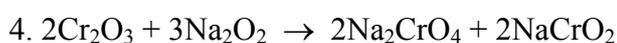
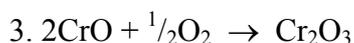
Содержание углерода и азота в этом аддукте соответственно равны:

$$\omega(\text{C}) = 5 \cdot 12 \cdot n / (132 + 79 \cdot n), \quad \omega(\text{N}) = 14 \cdot n / (132 + 79 \cdot n).$$

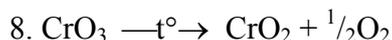
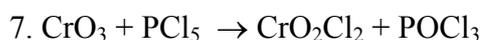
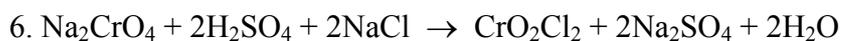
Учитывая, что  $\omega(\text{C}) - \omega(\text{N}) = 0.218$ , получаем:  $60 \cdot n - 14 \cdot n = 0.218 \cdot (132 + 79 \cdot n)$ .

Решение этого равенства приводит к  $n = 1$ . Следовательно, **G** – CrO<sub>5</sub>·C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N.

Уравнения описанных реакций:



Вода в обоих случаях сразу поглощается серной кислотой.



2. Оксиды хрома парамагнитны.  $\text{CrO}_2$  устойчив на воздухе, его применяют в качестве рабочего вещества магнитных записей.

Как гидрат оксида хрома(IV) можно рассматривать аморфное вещество, выпадающее в осадок из растворов, содержащих  $\text{Cr(III)}$  и  $\text{Cr(VI)}$ , при  $\text{pH} = 3\div 4$ . Это вещество имеет формулу  $[\text{Cr(OH)}_2]_2\text{CrO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и применяется в качестве полупродукта при получении некоторых соединений хрома.

В кислой среде  $\text{Cr(IV)}$  – окислитель, поэтому:

