Неорганическая соль **X_1** розово-красного цвета представляет собой шестиводный кристаллогидрат. Конечным продуктом ее разложения является темный порошок **X_2**. Раствор **X_1** в смеси с концентрированной серной кислотой реагирует с медью с выделением бурого газа. При внесении кристалла **X_1** в концентрированный раствор гидроксида натрия образуется раствор синего цвета.

1. Запишите формулы твердых веществ **X_1** и **X_2**. Приведите уравнения всех реакций.

X_1 = $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, **X_2** = CoO
$2Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O = 2CoO + 4NO_2 + O_2 + 12H_2O$
$Co(NO_3)_2 + 2H_2SO_4 + Cu = CuSO_4 + 2NO_2 + CoSO_4 + 2H_2O$.

К раствору соли **X_1** добавили избыток твердого хлорида аммония, активированный уголь, концентрированный раствор аммиака и пропустили сильный ток воздуха до тех пор, пока раствор не стал желто-коричневым. Выпавший при охлаждении осадок грязного цвета обработали 1%-й соляной кислотой, отделили от осадка **X_3**. К фильтрату добавили концентрированную соляную кислоту и охладили. Выделились красно-коричневые кристаллы **X_4**. Известно, что 0.62 г **X_4** при растворении в воде и обработке избытком раствора нитрата серебра дают 1.00 г белого творожистого осадка.

2. Запишите формулы твердых веществ **X_3** и **X_4**. Подтвердите расчетом. Приведите уравнения реакций.

X_3 = уголь C, **X_4** = $[Co(NH_3)_6]Cl_3$
$2Co(NO_3)_2 + 6NH_4Cl + 10NH_3 + H_2O_2 = 2[Co(NH_3)_6]Cl_3 + 4NH_4NO_3 + 2H_2O$
$[Co(NH_3)_6]Cl_3 + 3AgNO_3 = 3AgCl\downarrow + [Co(NH_3)_6](NO_3)_3$

$M([Co(NH_3)_6]Cl_3) / 3M(AgCl) = 267.5 / 3 \cdot 143.5 = 0.62$

К охлажденному раствору соли **X_1** добавили избыток насыщенного раствора гидрокарбоната натрия и 30%-й пероксид водорода. Образовался окрашенный раствор, из которого выделились кристаллы **X_5**, содержащие 16.3% по массе самого тяжелого элемента (из числа входящих в их состав).

3. Определите формулу **X_5** (подтвердите расчетом). Приведите уравнение реакции.

X_5 = $Na_3[Co(CO_3)_3] \cdot 3H_2O$
$\omega(Co) = 59 / 362 = 0.163$
$2Co(NO_3)_2 + 10NaHCO_3 + H_2O_2 = 2Na_3[Co(CO_3)_3] \cdot 3H_2O + 4NaNO_3 + 4CO_2$

4. Выскажите предположение об окраске **X_5**, если известно, что в электронном спектре поглощения присутствуют широкие полосы шириной 100 нм с максимумами при 420 нм и 630 нм.

Раствор пропускает зеленый цвет (550 нм). Окраска – зеленая

5. Запишите реакции водного раствора комплексного иона, содержащегося в **X_5**, с раствором иодоводородной кислоты. Назовите окраску раствора, полученного при последующем добавлении после завершения реакции 30%-го пероксида водорода, кипячении и разбавлении раствора водой.

$2[Co(CO_3)_3]^{3-} + 2I^- + 12H^+ + 6H_2O = 2[Co(H_2O)_6]^{2+} + I_2 + 6CO_2$
$I_2 + 5H_2O_2 = 2HIO_3 + 4H_2O$
Раствор приобретет розовую окраску

6. При смешении растворов **X_4** и **X_5** выпадает зеленый осадок **X_6** и образуется раствор, содержащий неорганическую соль. Запишите формулу **X_6** и приведите уравнение реакции.

X_6 = $[Co(NH_3)_6][Co(CO_3)_3]$
$Na_3[Co(CO_3)_3] + [Co(NH_3)_6]Cl_3 = 3NaCl + [Co(NH_3)_6][Co(CO_3)_3]\downarrow$

7. Какие ионы будут присутствовать в растворе вещества **X_6** после его подкисления азотной кислотой?

$[Co(H_2O)_6]^{3+}$

Баллы:

За вещества **X_1**, **X_4**, **X_5**, **X_6** – по 2 балла, за **X_2** и **X_3** – по 1 баллу, итого 10 баллов

За уравнения реакций – по 1 баллу, итого 8 баллов.

За окраску **X_5** – 1 балл

За ионы в растворе – 1 балл

Сумма – 20 баллов