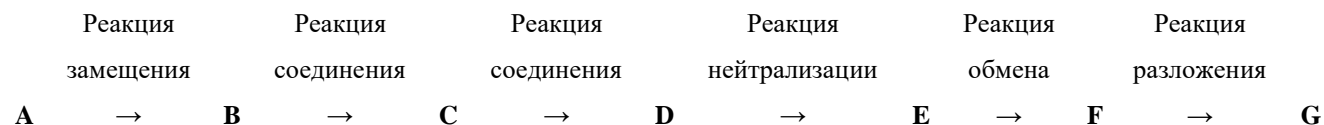


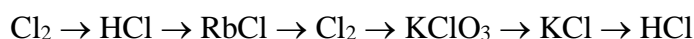
1. В 46.5 г дистиллированной воды растворили 7.5 г железного купороса  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Определите массовую долю сульфата железа в полученном растворе (%). Ответ приведите с точностью до 0.1 %.

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей цепочке превращений:

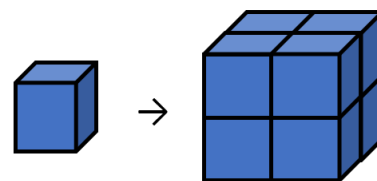
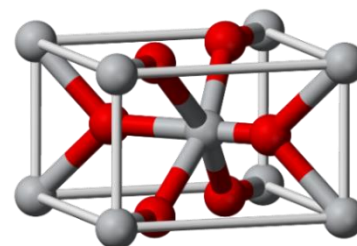


Установите формулы зашифрованных веществ.

3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей цепочке превращений:



4. На рисунке изображена элементарная ячейка\* соединения хрома с кислородом (красными шариками изображены атомы кислорода). По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц\*\* содержится в ячейке. \*Элементарная ячейка – минимальный воображаемый объем кристалла, параллельный перенос которого во всех трех измерениях позволяет построить всю кристаллическую решетку.



\*\*Формульная единица - реально существующая или условная группа атомов или ионов, состав которой соответствует эмпирической формуле данного вещества. Например, для хлорида натрия, кристаллы которого построены за счет ионных связей между ионами  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , формульной единицей будет  $\text{NaCl}$ .

### Решения.

1. 4 балла:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
$m(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{FeSO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 7.5 \cdot (56 + 32 + 16 \cdot 4) / (56 + 32 + 16 \cdot 4 + 18 \cdot 7) = 7.5 \cdot 152 / 278 = 4.1 \text{ г.}$	<i>(1 балл)</i>
$m(\text{раствора}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 46.5 + 7.5 = 54 \text{ г.}$	<i>(1 балл)</i>
$\omega(\text{FeSO}_4 \text{ в растворе}) = m(\text{FeSO}_4) / m(\text{раствора}) = 4.1 / 54 = 0.076 = 7.6 \text{ \%}.$	<i>(2 балла)</i>

2. 6 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
$\text{Al} + 4\text{CaO} = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca}$ (или $4\text{CaO} + 2\text{Al} = \text{CaAl}_2\text{O}_4 + 3\text{Ca}$ ) – при нагревании, реакция замещения	<i>(1 балл)</i>

$2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$ – реакция соединения	(1 балл)
$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ – реакция соединения	(1 балл)
$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ – реакция нейтрализации	(1 балл)
$\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Ca(NO}_3)_2$ – реакция обмена	(1 балл)
$2\text{Ca(NO}_3)_2 = 2\text{CaO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ - реакция разложения, при нагревании (допускается также $2\text{Ca(NO}_3)_2 = 2\text{Ca(NO}_2)_2 + \text{O}_2\uparrow$ )	(1 балл)

*(Уравнения реакций по 1 баллу, 0.5 балла за верные уравнения после одного неверного, после двух и более неверных уравнений – 0 баллов за последующие. Неуказание необходимых для протекания реакции условий – минус 0.25 балла в каждой такой реакции)*

3. 6 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
$\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$ – при УФ или нагревании	(1 балл)
$\text{HCl} + \text{RbOH} = \text{RbCl} + \text{H}_2\text{O}$ (или $\text{HCl} + \text{Rb}_2\text{O/Rb}_2\text{CO}_3$ )	(1 балл)
$2\text{RbCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{RbOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ (или $2\text{RbCl(расплав)} = 2\text{Rb} + \text{Cl}_2$ ) – электролиз	(1 балл)
$3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ – при нагревании	(1 балл)
$2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ – при нагревании, катализатор (без него тоже засчитывать)	(1 балл)
$\text{KCl(тв.)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{HCl}\uparrow + \text{KHSO}_4$	(1 балл)

*(Уравнения реакций по 1 баллу, 0.5 балла за верные уравнения после одного неверного, после двух и более неверных уравнений – 0 баллов за последующие. Неуказание необходимых для протекания реакции условий – минус 0.25 балла в каждой такой реакции)*

4. 10 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
Каждый атом, находящийся в углу ячейки, принадлежит одновременно 8 элементарным ячейкам, т.е. вклад каждого такого атома в ячейку составляет 1/8. Таких атомов в ячейке 8.	(1.5 балла)
Кроме того, атом, находящийся в центре ячейки, принадлежит только этой ячейке. Таким образом, «серых» (более светлых) атомов (Cr) в ячейке будет $8 \cdot (1/8) + 1 = 2$ .	(1.5 балла)

Каждый атом, находящийся на гранях ячейки, принадлежит одновременно 2 ячейкам, т.е. вклад каждого такого атома в ячейку составляет $(1/2)$ . Таких атомов (красных или более темных) – атомов О – в ячейке 4.	<i>(1.5 балла)</i>
Также атомы кислорода в количестве 2 штук находятся внутри ячейки. Итого получаем, что атомов кислорода в ячейке $4*(1/2) + 2 = 4$ .	<i>(1.5 балла)</i>
Cr: 2, O: 4. Формула соединения – $\text{CrO}_2$	<i>(2 балла)</i>
Формульных единиц в ячейке – 2.	<i>(2 балла)</i>