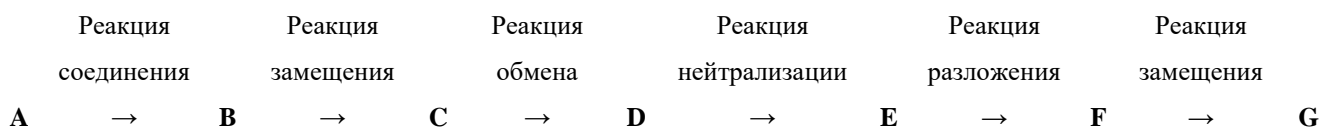
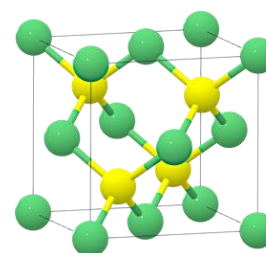


1. Плотность железа составляет  $7.874 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте радиус атома железа и занимаемый этим атомом объем, если известно, что в решетке металла атомы занимают 74 % пространства.
2. В избытке кислорода сожгли 2.5 г графита, продукты сгорания растворили в минимально необходимой для получения соли массе 12 %-ного раствора гидроксида натрия. К полученному раствору добавили избыток 8 %-ной соляной кислоты. Напишите уравнения перечисленных реакций. Какая масса соли (г) находится в конечном растворе?
3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей цепочке превращений:

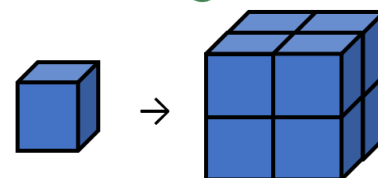


Установите формулы зашифрованных веществ.

4. На рисунке изображена кубическая элементарная ячейка некоторого сульфида. Установите химическую формулу данного соединения, если параметр ячейки  $a = 4.87 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ ), плотность вещества  $\rho = 2.36 \text{ г/см}^3$ .



\*Элементарная ячейка – минимальный воображаемый объем кристалла, параллельный перенос которого во всех трех измерениях позволяет построить всю кристаллическую решетку.



## Решения.

1. 5 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
Возьмем кубик железа с ребром 1 см. Тогда масса такого кубика (согласно плотности металла) будет равна 7.874 г. Количество атомов металла в этой порции найдем, пользуясь формулами для количества вещества: $n = m/M = 7.874/56 \approx 0.14$ моль. 1 моль $\approx 6 \cdot 10^{23}$ частиц $\rightarrow$ у нас $0.14 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0.84 \cdot 10^{23}$ атомов железа.	<b>(2 балла)</b>
По условию задачи атомами занято 74 % пространства $\rightarrow 1 \cdot 0.74 = 0.74 \text{ см}^3$ – объем, занимаемый $0.84 \cdot 10^{23}$ атомами железа. Отсюда находим объем одного атома: $0.74 / (0.84 \cdot 10^{23}) \approx 0.88 \cdot 10^{-23} = 8.8 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3$	<b>(1 балл)</b>
Радиус атома находим из формулы для объема шара: $V = (4/3) \cdot \pi \cdot r^3$ , откуда $r^3 = 3V/4\pi$ . Извлекая кубический корень (примерно, т.к. нет калькулятора) из этого выражения, находим, что радиус атома железа примерно равен $1.3 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ .	<b>(2 балла)</b>

2. 5 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
$C + O_2 \rightarrow CO_2$	<i>(0.5 балла)</i>
при сжигании $m = 2.5$ г графита в избытке кислорода образуется $n(CO_2) = 2.5/12 = 0.2083$ моль углекислого газа.	<i>(0.5 балла)</i>
Его растворение в минимальном объеме NaOH сопровождается образованием гидрокарбоната натрия: $CO_2 + NaOH \rightarrow NaHCO_3$ .	<i>(0.5 балла)</i>
Количество моль гидрокарбоната равно 0.2083 моль. В реакции с избытком соляной кислоты выделяется $CO_2$ , который улетучивается из раствора, а весь гидрокарбонат натрия превращается в хлорид: $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$	<i>(0.5 балла)</i>
$n(NaCl) = n(NaHCO_3) = 0.2083$ моль, следовательно $m(NaCl) = 0.2083 \cdot (23+35.5) = 12.19$ г.	<i>(3 балла)</i>

3. 6 баллов:

<i>Шаги в решении</i>	<i>Первичный балл</i>
$Fe_2O_3 + 3SO_3 = Fe_2(SO_4)_3$ – при нагревании, реакция соединения	<i>(1 балл)</i>
$3Zn + Fe_2(SO_4)_3 = 3ZnSO_4 + 2Fe \downarrow$ - реакция замещения	<i>(1 балл)</i>
$ZnSO_4 + 2NH_3 \cdot H_2O = Zn(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ – реакция обмена	<i>(1 балл)</i>
$Zn(OH)_2 + 2HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2H_2O$ – реакция нейтрализации	<i>(1 балл)</i>
$2Zn(NO_3)_2 = 2ZnO + 4NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ – при нагревании, реакция разложения	<i>(1 балл)</i>
$ZnO + C = Zn + CO \uparrow$ – при нагревании, реакция замещения	<i>(1 балл)</i>

*(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>
Число зеленых шаров: $8 \cdot 1/8$ (в вершинах) + $6 \cdot 1/2$ (на гранях) = 4	<i>(1 балл)</i>
число желтых шаров: $4 \cdot 1$ (в объеме) = 4	<i>(1 балл)</i>
Таким образом, оксид имеет формулу <b>AB</b> , число формульных единиц $Z = (4 + 4)/(1 + 1) = 4$	<i>(1.5 балла)</i>
Молярная масса сульфида равна:	<i>(4.5 балла)</i>

$M = \frac{V_{\text{ячейки}} \cdot \rho \cdot N_A}{Z} = \frac{(4.87 \cdot 10^{-10})^3 \text{ м}^3 \cdot 2360 \text{ кг/м}^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{4}$ $= 0.041 \text{ кг/моль} = 41 \text{ г/моль}$	
<p>Если <b>В</b> – сера, то <math>M(\text{А}) = 41 - 32 = 9</math> г/моль, что соответствует бериллию.          Таким образом, неизвестный сульфид – BeS</p>	<b>(2 балла)</b>