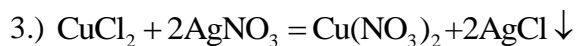
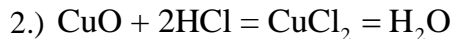


## Химия (Ответы и решения)

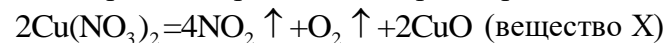
**X1.** Вещество X – это оксид меди CuO.

Реакции можно записать следующим образом.



Применение именно соли серебра принципиально, так как в этом случае один из продуктов – хлорид серебра – выпадает в осадок, а второй остаётся в растворе в индивидуальном виде и может быть из раствора выделен. Если осадок не выпадает, например, в случае реакции  $\text{CuCl}_2 + \text{NaNO}_3$ , то реакция фактически не идёт, а раствор содержит смесь четырёх ионов:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{NO}_3^-$ .

4.) Нитрат меди разлагается при нагревании:



5.) Восстановление при нагревании  $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

**X2.**  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  – уравнение реакции;

$\text{CaCO}_3$  – карбонат кальция (известняк),  $\text{CaO}$  – оксид кальция (негашеная известь).

Молярная масса карбоната кальция  $M(\text{CaCO}_3) = 100$  г/моль, оксида кальция  $M(\text{CaO}) = 56$  г/моль. При прокаливании масса образца должна уменьшиться на 44% ( $((100 \text{ г/моль} - 56 \text{ г/моль}) / (100 \text{ г/моль})) \cdot 100\% = 44\%$ ). Реально она уменьшилась на 22%. Значит содержание пустой породы (в данном случае, примесей, которые не разлагаются при нагревании) составляет  $22/44 = 0,5$  (50%).

**X3.** Согласно закону Авогадро, объёмное соотношение газов равно их молярному соотношению. То есть на каждую молекулу ( $\text{HCl}$  или  $\text{HBr}$ ) в газе приходится один и тот же объём (поэтому объёмное отношение газов в смеси равно отношению количеств молекул этих газов). Молярные массы  $M(\text{HCl}) = 36,5$  г/моль,  $M(\text{HBr}) = 81$  г/моль. По условию в водном растворе (а, следовательно, и пропущенной через воду смеси газов) содержатся равные по массе количества  $\text{HCl}$  и  $\text{HBr}$ , поэтому отношение количеств молекул этих веществ равно отношению масс их молекул, что, разумеется, равно отношению их молярных масс  $81/36,5 = 2,22$ . Молекулы  $\text{HCl}$  легче, поэтому их больше (в 2,22 раза).

**X4.** Реакция протекает по схеме:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$

До начала реакции в смеси было  $560 \text{ г} / 28 \text{ г/моль} = 20$  моль азота  $\text{N}_2$  и  $16 \text{ г} / 2 \text{ г/моль} = 8$  моль водорода  $\text{H}_2$ . По условию в реакцию вступило 75% водорода, т. е. прореагировало 6 моль водорода, и по уравнению реакции втрое меньше азота (2 моль), аммиака образовалось 4 моль. Таким образом, после завершения реакции в сосуде находится 18 моль непрореагировавшего азота, 2 моль непрореагировавшего водорода и 4 моль образовавшегося аммиака, всего 24 моль молекул газов.

При нормальных условиях ( $p_0 = 1$  атм;  $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ ) 24 моль газа должны занимать объём  $V_0 = 24 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль}$ . Чтобы давление газа увеличилось в  $N = 15$  раз, газ нужно «нагреть» до

температуры  $T$  и «сжать» до объёма  $V$  так, чтобы  $\frac{T}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V} = N = 15$

$$\text{Отсюда } V = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{V_0}{N} = \frac{773,15 \text{ K}}{273,15 \text{ K}} \cdot \frac{24 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{15} = 101,445 \text{ л}$$

**X5.** Рассчитаем содержание метана (относительная молярная масса 16) в смеси с плотностью 1,225 г/л. Примем долю метана в смеси за  $x$ . Тогда доля воздуха  $(1 - x)$ .

Относительная молярная масса газовой смеси может быть записана в виде  $M_r = 16x + 29(1 - x)$

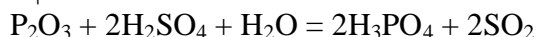
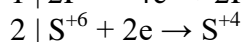
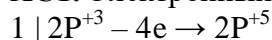
Так как 1 моль газа при н.у. занимает объём 22,4 л, то плотность газа в г/л равна частному от деления относительной молярной массы на 22,4

$$16x + 29(1 - x) / 22,4 = 1,225 \quad \text{Отсюда} \quad 29 - 13x = 1,225 \cdot 22,4 = 27,44, \text{ а } x = 1,56 / 13 = 0,12$$

Содержание метана в смеси составляет 12%, эта величина попадает в интервал взрывоопасности, значит, такая смесь взрывоопасна.

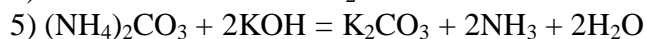
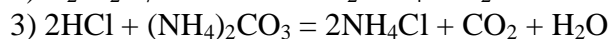
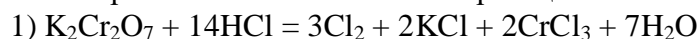
Уравнение сгорания метана записывается в виде  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**XC1.** Электронный баланс:

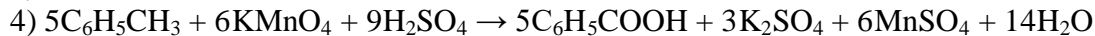
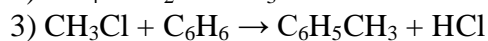
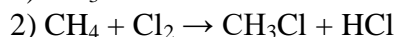


$\text{P}_2\text{O}_3$  ( $\text{P}^{+3}$ ) – восстановитель,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\text{S}^{+6}$ ) – окислитель

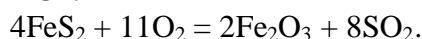
**XC2.** Уравнения всех возможных реакций:



**XC3.**



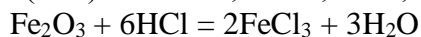
**XC4.**



$$v(\text{FeS}_2) = 60 / 120 = 0,5 \text{ моль},$$

$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5v(\text{FeS}) = 0,25 \text{ моль}.$$

$$v(\text{HCl}) = 626 \times 1,05 \times 0,1 / 36,5 = 1,8 \text{ моль}.$$



$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – в недостатке. В результате реакции образуется 0,5 моль  $\text{FeCl}_3$  массой  $0,5 \times 162,5 = 81,25$  г и остается  $1,8 - 6 \times 0,25 = 0,3$  моль  $\text{HCl}$  массой 10,95 г.

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{р-ра HCl}) + m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 626 \times 1,05 + 0,25 \times 160 = 697 \text{ г}.$$

$$\omega(\text{FeCl}_3) = 81,25 / 697 = 0,117 = 11,7\%$$

$$\omega(\text{HCl}) = 10,95 / 697 = 0,016 = 1,6\%$$

**Ответ. 11,7% FeCl<sub>3</sub>, 1,6% HCl.**

**XC5.**



$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 26,9 / 22,4 = 1,2; \quad m(\text{C}) = 1,2 \times 12 = 14,4 \text{ г};$$

$$v(\text{N}) = 2v(\text{N}_2) = 2 \times 10,1 / 22,4 = 0,9; \quad m(\text{N}) = 0,9 \times 14 = 12,6 \text{ г};$$

$$v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 13,5 / 18 = 1,5; \quad m(\text{H}) = 1,5 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = m(\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_a) - m(\text{C}) - m(\text{H}) - m(\text{N}) = 33,3 - 14,4 - 12,6 - 1,5 = 4,8 \text{ г}.$$

$$v(\text{O}) = 4,8 / 16 = 0,3;$$

$v(\text{C}) : v(\text{H}) : v(\text{N}) : v(\text{O}) = 1,2 : 1,5 : 0,9 : 0,3 = 4 : 5 : 3 : 1 - \text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$  ( $M = 111$  г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.

**Ответ. C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O.**