

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2023/2024 учебном году**

**Теоретический тур (решения)
9 КЛАСС**

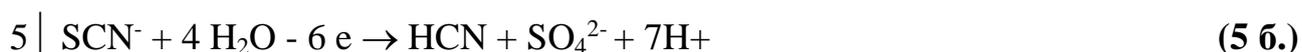
Задача 1.

К 25 мл 5,5% раствора роданида калия (плотность 1,043 г/мл), подкисленного серной кислотой, добавили 25 мл 6% раствора перманганата калия (плотность 1,045 г/мл). Одним из продуктов реакции является летучее ядовитое вещество, обладающее запахом горького миндаля. Составьте уравнение реакции и расставьте коэффициенты. Найдите концентрацию ядовитого вещества в растворе до испарения. Плотность раствора синильной кислоты примите равным 1,0 г/мл. Летучее ядовитое вещество отогнали в закрытый цилиндр высотой 100 см и диаметром 25 см. Определите, насколько опасен воздух в цилиндре, если известно, что вдыхание паров этого вещества с концентрацией 0,06 мг/л и выше смертельно. Объем цилиндра рассчитывается по формуле: $V = R^2 \cdot \pi \cdot h$, где R- радиус цилиндра, равный половине диаметра, см; $\pi=3,14$; h – высота цилиндра, см.

20 баллов

Решение.

Уравнения реакций:



Рассчитаем количества моль исходных солей, чтобы определить, какое вещество в недостатке:

$$v_{\text{KSCN}} = \omega \cdot V \cdot \rho_{\text{KSCN}} / M_{\text{KSCN}} = 0,055 \cdot 25 \cdot 1,043 / 97 = 0,01478 \text{ моль} \quad (2 \text{ б.})$$

$$v_{\text{KMnO}_4} = \omega \cdot V \cdot \rho_{\text{KMnO}_4} / M_{\text{KMnO}_4} = 0,06 \cdot 25 \cdot 1,045 / 159 = 0,009858 \text{ моль} \quad (2 \text{ б.})$$

В избытке KSCN, расчет ведем по KMnO₄.

Определяем v_{HCN}

$$v_{\text{HCN}} = 0,009858 \cdot 10 / 12 = 0,00821 \text{ моль} \quad (3 \text{ б.})$$

Определяем массу кислоты:

$$m_{\text{HCN}} = v_{\text{HCN}} \cdot M_{\text{HCN}} = 0,00821 \cdot 27 = 0,22167 \text{ г} = 221,67 \text{ мг} \quad (3 \text{ б.})$$

Определяем массовую долю кислоты в растворе:

$$\omega_{\text{HCl}} = m_{\text{HCl}} \cdot 100\% / V_{\text{раствора}} \cdot \rho_{\text{раствора}} = 0,22167 \cdot 100\% / 50 \cdot 1,00 = 0,443\% \quad (3 \text{ б.})$$

Объем цилиндра: $V = R^2 \cdot \pi \cdot h = 12,5^2 \cdot 3,14 \cdot 100 = 49062,5 \text{ см}^3 = 49,06 \text{ л.}$

Концентрация синильной кислоты в объеме цилиндра:

$$C_{\text{HCN}} = m_{\text{HCN}} / V_{\text{цилиндра}} = 221,67 \text{ мг} / 49,06 \text{ л} = 4,518 \text{ мг/л, следовательно, воздух в цилиндре смертельно ядовит} \quad (2 \text{ б.})$$

20 баллов

Задача 2.

Смесь алюминия с сульфидом алюминия разделили на 2 равные части. При внесении одной из них в воду выделился газ объемом 0,672 л (н. у.). При внесении другой части смеси в раствор хлороводорода, взятый в избытке, выделилась смесь газов объемом 1,344 л (н. у.). Какова общая масса всей смеси и массовые доли веществ в ней.

20 баллов

Решение.

1. С водой реагирует только сульфид алюминия:



С соляной кислотой реагируют и сульфид алюминия и алюминий:



2. Определим массу сульфида алюминия, вступившего в реакцию с водой

$$m_{\text{Al}_2\text{S}_3} = V_{\text{H}_2\text{S}} \cdot M_{\text{Al}_2\text{S}_3} / V_m = 0,672 \cdot 150 / 3 \cdot 22,4 = 1,5 \text{ г} \quad (2 \text{ б.})$$

3. Так как смесь была разделена на две равные части, то во второй части масса сульфида алюминия тоже составляет 1,5 г. Зная массу Al_2S_3 , найдем объем сероводорода, выделившегося при реакции с раствором хлороводорода:

$$V_{\text{H}_2\text{S}} = m_{\text{Al}_2\text{S}_3} \cdot V_m / M_{\text{Al}_2\text{S}_3} = 1,5 \cdot 3 \cdot 22,4 / 150 = 0,672 \text{ л} \quad (2 \text{ б.})$$

4. Тогда, объем водорода, выделившийся при реакции алюминия с раствором хлороводорода, равен:

$$V_{H_2} = V_{\text{общ}} - V_{H_2S} = 1,334 - 0,672 = 0,672 \text{ л} \quad (2 \text{ б.})$$

5. Зная объем водорода, выделившегося при реакции алюминия с раствором хлороводорода, найдем массу Al:

$$m_{Al} = 0,672 \cdot 54 / 3 \cdot 22,4 = 0,54 \text{ г} \quad (2 \text{ б.})$$

6. Общая масса смеси составляет: $1,5 \cdot 2 + 0,54 \cdot 2 = 4,08 \text{ г}$

$$\text{Масса } Al_2S_3 \text{ } 1,5 + 1,5 = 3,0 \quad (2 \text{ б.})$$

$$\text{Масса Al } 0,54 + 0,54 = 1,08 \quad (2 \text{ б.})$$

7. Массовые доли сульфида алюминия и алюминия составляют, соответственно:

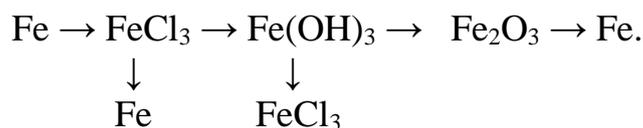
$$\omega(Al_2S_3) = 3,0 / 4,08 \cdot 100\% = 73,53\% \quad (2 \text{ б.})$$

$$\omega(Al) = 1,08 / 4,08 \cdot 100\% = 26,47\% \quad (2 \text{ б.})$$

20 баллов

Задача 3.

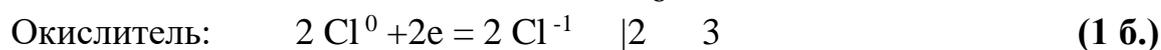
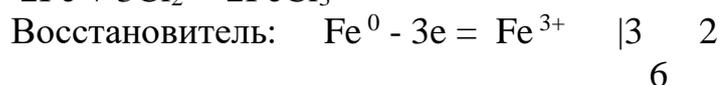
Осуществите цепочку превращений:



Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионно – молекулярном виде. При необходимости проведите уравнивание методом электронного баланса.

20 баллов

Решение.



Решение.

Самым распространенным элементом в природе является кислород, то есть элементом Б является О **(6б.)**

Так как элементы А и Б находятся в одном периоде, то элементом А может быть: литий, бериллий, бор, азот, углерод, фтор и неон. Так как в атоме элемента А количество энергетических уровней в два раза меньше, чем число электронов на его внешнем уровне, то элемент А – углерод, а соединение типа АБ₂ с элементом А это СО₂ **(6б.)**

Так как элемент В энергично реагирует с водой, образуя щелочь и находится в одном периоде с углеродом и кислородом, то элемент В – литий. Соединение В₂АБ₃- это Li₂СО₃ **(6б.)**

СО₂-оксид углерода (IV) или углекислый газ **(1б.)**

Li₂СО₃- карбонат лития **(1б.)**

20 баллов