

Задача №1. Неизвестный кристаллогидрат

1.1	Всего
4	4

1.1. Катион в кристаллогидрате – кальций (кирпично-красный цвет), а анион – нитрат (есть вариант с ацетатом, но оно является органическим анионом).
Формула кристаллогидрата $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$.

Определяем массу образованного раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}) + m_o(\text{H}_2\text{O}) = 6.54 + 93.46 = 100 \text{ г}$$

Находим массу и количество соли в нем:

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 100 \cdot 0.0492 = 4.92 \text{ г}$$

$$n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{4.92}{164} = 0.03 \text{ моль}$$

Рассчитываем молярную массу кристаллогидрата:

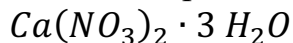
$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x \text{H}_2\text{O})}{n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{6.54}{0.03} = 218 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Находим формулу кристаллогидрата:

$$218 = 40 + 62 \cdot 2 + 18 \cdot x$$

$$x = 3$$

Пишем конечную формулу кристаллогидрата:

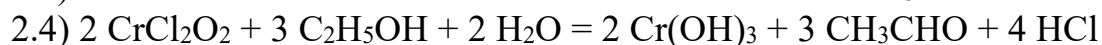
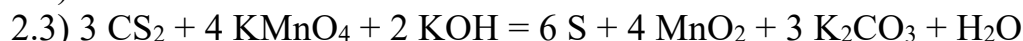
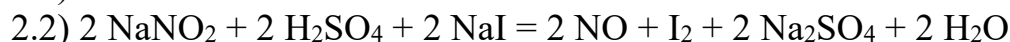


Проведение нужных расчетов (определение масс компонентов в кристаллогидрате и их химические количества) для решения задачи – 2 балла
Определение конечной формулы кристаллогидрата – 2 балла

Задача №2. Помнишь?

2.1	2.2	2.3	2.4	Всего
2	2	2	2	8

Снизу представлены химические реакции в уравненном виде:



За полную химическую реакцию с коэффициентами – 2 балла (общ. 8 баллов)

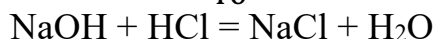
Задача №3. pH

3.1	3.2	Всего
2	2	4

3.1. Определяем химическое количество каждого вещества, оставшегося вещества, и объем конечного раствора:

$$n(\text{HCl}) = \frac{200 * 1.1 * 0.2}{36.5} = 1.205 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{400 * 1.1 * 0.1}{40} = 1.1 \text{ моль}$$



$$n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 1.205 - 1.1 = 0.105 \text{ моль}$$

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{400 * 1.1 + 200 * 1.1}{1.12} = 589.3 \text{ мл}$$

Находим pH раствора с помощью концентрации соляной кислоты:

$$C_{\text{ост}}(\text{HCl}) = \frac{0.105}{0.5893} = 0.178 \text{ М}$$

$$\text{pH} = -\log(0.178) = 0.75$$

3.2. Определяем конечную концентрацию соляной кислоты:

$$C_{\text{к}}(\text{HCl}) = 10^{-\text{pH}} = 10^0 = 1 \text{ М}$$

Проводим расчеты сколько нужно добавить хлороводорода и его объем:

$$n_{\text{к}}(\text{HCl}) = C_{\text{к}}(\text{HCl}) * V_{\text{р-ра}} = 1 * 0.5893 = 0.5893 \text{ моль}$$

$$n_{\text{д}}(\text{HCl}) = n_{\text{к}}(\text{HCl}) - n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 0.5893 - 0.105 = 0.4843 \text{ моль}$$

$$V_{\text{д}}(\text{HCl}) = n_{\text{д}}(\text{HCl}) * V_{\text{м}} = 0.4843 * 22.4 = 10.85 \text{ л}$$

За правильный ход определения pH – 2 балла (небольшие отклонения от ответа принимаются, если было допущено округление от участника)

За правильный объем хлороводорода – 2 балла (только за химическое количество – 1.5 балла)

Задача №4. Карбид и сульфиды

4.1	4.2	Всего
7	2	9

4.1. Перед тем как решить задачу, обозначим химические количества исходных веществ неизвестными:

$$\vartheta(\text{Al}_2\text{S}_3) = x \text{ моль}$$

$$\vartheta(\text{CaS}) = y \text{ моль}$$

$$\vartheta(\text{Al}_4\text{C}_3) = z \text{ моль}$$

Рассчитываем массу и химическое количество алюминия в исходной смеси:

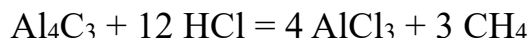
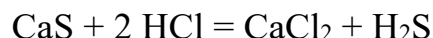
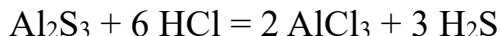
$$m(\text{Al}) = m_o * \omega(\text{Al}) = 72.6 * 0.5207 = 37.8 \text{ г}$$

$$\vartheta(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{37.8}{27} = 1.4 \text{ моль}$$

Рассчитываем химическое количество образованной газовой смеси:

$$\vartheta(\text{см.}) = \frac{V(\text{см.})}{V_m} = \frac{31.36}{22.4} = 1.4 \text{ моль}$$

Пишем реакции веществ с соляной кислотой и определяем химические количества образованных газов:



$$\vartheta(\text{H}_2\text{S}) = 3 * \vartheta(\text{Al}_2\text{S}_3) + \vartheta(\text{CaS}) = 3 * x + y \text{ моль}$$

$$\vartheta(\text{CH}_4) = 3 * \vartheta(\text{Al}_4\text{C}_3) = 3 * z \text{ моль}$$

Составляем систему уравнений из общей массы смеси, химического количества алюминия и газовой смеси:

$$\begin{cases} m = m(\text{Al}_2\text{S}_3) + m(\text{CaS}) + m(\text{Al}_4\text{C}_3) \\ \vartheta(\text{Al}) = \vartheta_{\text{Al}_2\text{S}_3}(\text{Al}) + \vartheta_{\text{Al}_4\text{C}_3}(\text{Al}) \\ \vartheta(\text{см.}) = \vartheta(\text{H}_2\text{S}) + \vartheta(\text{C}_2\text{H}_2) + \vartheta(\text{CH}_4) \\ \begin{cases} 72.6 = x * 150 + y * 72 + z * 144 \\ 1.4 = 2 * x + 4 * z \\ 1.4 = 3 * x + y + 3 * z \end{cases} \\ x = 0.1 \text{ моль} \\ y = 0.2 \text{ моль} \\ z = 0.3 \text{ моль} \end{cases}$$

Определяем массы и массовые доли веществ в исходной смеси:

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = \vartheta(\text{Al}_2\text{S}_3) * M(\text{Al}_2\text{S}_3) = 0.1 * 150 = 15 \text{ г}$$

$$m(\text{CaS}) = \vartheta(\text{CaS}) * M(\text{CaS}) = 0.2 * 72 = 14.4 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = \vartheta(\text{Al}_4\text{C}_3) * M(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0.3 * 144 = 43.2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Al}_2\text{S}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{S}_3)}{m} * 100 \% = \frac{15}{72.6} * 100 \% = 20.66 \%$$

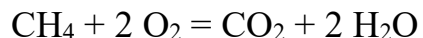
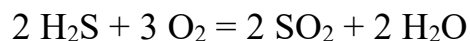
$$\omega(\text{CaS}) = \frac{m(\text{CaS})}{m} * 100 \% = \frac{14.4}{72.6} * 100 \% = 19.83 \%$$

$$\omega(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{m(\text{Al}_4\text{C}_3)}{m} * 100 \% = \frac{43.2}{72.6} * 100 \% = 59.51 \%$$

Проведение нужных расчетов (определение масс компонентов в смеси и их химические количества) для решения задачи – 5.5 баллов

Определение массовых долей – 0.5 балл за каждое вещество (общ. 1.5 балла)

4.2. Образованную газовую смесь сожгли кислородом. С помощью химических реакции определяем нужное количество кислорода и соответственно, его объем:



$$\nu(\text{O}_2) = \nu_{\text{H}_2\text{S}}(\text{O}_2) + \nu_{\text{C}_2\text{H}_2}(\text{O}_2) + \nu_{\text{CH}_4}(\text{O}_2) = 1.5 * \nu(\text{H}_2\text{S}) + 2 * \nu(\text{CH}_4)$$

$$\nu(\text{O}_2) = 1.5 * 0.5 + 2 * 0.9 = 2.55 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) * V_m = 2.55 * 22.4 = 57.12 \text{ л}$$

*Проведение нужных расчетов (определение химических количеств веществ)
для решения задачи – 1 балл*

Определение объема кислорода – 1 балл