

8 класс

Задание 1.

1. Антон считал, что нагревается только жидкая вода, поэтому количество сообщённой теплоты для нагревания до температуры t было равно:

$$Q = 200 \cdot 4.20 \cdot (t-20).$$

Ваня учёл и фазовый переход, и нагревание газообразной воды. В этом случае теплота Q складывается из трёх теплот:

Нагревание жидкой воды: $Q_1 = 200 \cdot 4.20 \cdot 80 = 67\ 200$ Дж (2 балла).

Испарение воды: $Q_2 = 200 \cdot 2.30 \cdot 1000 = 460\ 000$ Дж (2 балла).

Нагревание газообразной воды: $Q_3 = 200 \cdot 2.20 \cdot (t-100)$

Поскольку ученики получили одну и ту же температуру t , уравнения Вити и уравнение Вани можно приравнять:

$$200 \cdot 4.20 \cdot (t-20) = 67\ 200 + 460\ 000 + 200 \cdot 2.20 \cdot (t-100)$$

После раскрытия скобок получим:

$$840t - 16800 = 527\ 200 + 440t - 44000$$

$$400t = 500000$$

Откуда $t = 1250^\circ\text{C}$ (4 балла)

2. Для нагревания до такой температуры воде необходимо было сообщить $67,2 + 460 + 200 \cdot 2.20 \cdot (1250-100) = 1033.2$ кДж (2 балла) тепла.

Всего максимум 10 баллов.

Задание 2.

1. Рассмотрим 1 моль смеси, в котором будет содержаться x моль кальция и $(1-x)$ моль магния. По условию, мольная доля магния превышает мольную долю кальция. Тогда $(1-x) > x$, откуда $x < 0.5$. Это первое граничное условие.

Масса кальция в смеси будет равна $40.08x$, а масса магния $24.305(1-x)$.

Первая величина должна превышать вторую. Тогда $40.08x > 24.305(1-x)$, или $64.385x > 24.305$, или $x > 0.3775$. Это второе граничное условие.

Объединение условий даёт: **$0.3775 < x < 0.5$ (запись верных граничных условий для массовых или мольных долей кальция или магния – 5 баллов).**

Максимально возможная мольная доля магния в смеси будет при наименьшем x и равна $(1-0.3775) = 0.6225$ или **62.25 %** (расчёты с молярными массами, округлёнными до целых, дают $x > 0.375$ и долю магния **62.5 %**) (2,5 балла).

2. Максимально возможное массовое содержание кальция в смеси будет для x , стремящемуся к 0.5. Массы кальция и магния составят $40.08 \cdot 0.5 = 20.04$ г и $24.305 \cdot 0.5 = 12.153$ г, а масса смеси будет равна 32.193 г. **Массовая доля кальция** $20.04/32.193 = 0.6225$ или **62.25 %** (расчёты с округлёнными молярными массами приводят к ответу **62.5 %**) (2,5 балла).

Всего максимум 10 баллов.

Задание 3.

- 1) NH_3 , KI (по 0.75 балла)
- 2) SiO_2 , CO (по 0.75 балла)
- 3) KMnO_4 , H_2SO_4 (по 0.75 балла)
- 4) KOH , KI (по 0.75 балла)
- 5) H_2O , Xe , O_2 (по 0.5 балла)
- 6) PbO_2 , H_2O (по 0.75 балла)
- 7) O_2 , I_2 , K_2SO_4 (по 0.5 балла)
- 8) BeCl_2 , AlCl_3 , CO (по 0.5 балла)

Всего максимум 12 баллов.

Задание 4.

1. Обозначим за m_X массу **X**, M_X – молярную массу **X**. Тогда масса раствора с массовой долей ω будет равна m_X/ω , а объём этого раствора в мл - $m_X/(\omega \cdot \rho)$. Поскольку молярная концентрация определяется как отношение количества растворённого вещества ($n_X = m_X/M_X$) к объёму раствора в л, можно составить следующее выражение:

$$C = \frac{n_X}{V} = \frac{m_X / M_X}{m_X / (1000 \cdot \omega \cdot \rho)} = \frac{1000 \cdot \omega \cdot \rho}{M_X}$$

где 1000 отвечает за перевод мл в л. Масса **X** в полученном выражении сокращается, что позволяет выразить молярную массу растворённого вещества через молярную концентрацию, массовую долю растворённого вещества и плотность раствора:

$$M_X = \frac{1000 \cdot \omega \cdot \rho}{C}$$

Проведя такой расчёт по единственной строке таблицы с полной информацией, получим:

$$M_X = \frac{1000 \cdot \omega \cdot \rho}{C} = \frac{1000 \cdot 0.25 \cdot 1.1919}{3.04} = \mathbf{98 \text{ г / моль (2 балла)}}$$

Неизвестное соединение явно обладает высокой химической активностью и хорошей растворимостью в воде. Среди распространённых соединений с этими свойствами молярную массу 98 г/моль имеет серная кислота H_2SO_4 (**3 балла**).

2. Используя ранее выведенные соотношения, заполним пропуски в таблице. Для предпоследней строки неизвестна массовая доля:

$$\omega = \frac{C \cdot M}{1000 \cdot \rho} = \frac{2.324 \cdot 98}{1000 \cdot 1.1394} = 0.2$$

Отсутствующее значение – **20 %**.

В первой строке неизвестна плотность:

$$\rho = \frac{C \cdot M}{1000 \cdot \omega} = \frac{1.087 \cdot 98}{1000 \cdot 0.1} = \mathbf{1.0653 \text{ г/мл}}$$

Оставшаяся строка таблицы содержит сразу две неизвестные величины. Логично предположить, что шаг массовой доли в таблице – 5%, и пропущенное значение равно **15%**:

$$\rho = \frac{C \cdot M}{1000 \cdot \omega} = \frac{1.685 \cdot 98}{1000 \cdot 0.15} = \mathbf{1.1009 \text{ г/мл}}$$

Восстановленная таблица имеет вид:

C, моль/л	ω, %	ρ, г/мл
1.087	10	1.0653
1.685	15	1.1009
2.324	20	1.1394
3.004	25	1.1919

За каждое восстановленное значение 1.5 балла.

3. Справочник сернокислотчика (1 балл).

Всего максимум 12 баллов.