



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр Т-59-11-07

Заключительный этап.
«Технологии МАТЕРИАЛОВ»

№1 ДАНО:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\lambda_{\text{жел}} = 27 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\lambda_{\text{сер}} = 0,87 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\lambda_{\text{стали}} = 0,84 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\lambda_{\text{зон}} = 0,67 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{сер}}} = ?$$

$$\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{стали}}} = ?$$

Решение:

1) Найдём энергию плавления
железа:

$$Q_{\text{жел}} = m \lambda_{\text{жел}} = 2 \cdot 27 \cdot 10^4 = 54 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 540 \text{ кДж}$$

$$2) \frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{сер}}} = \frac{\lambda_{\text{жел}} \cdot m}{\lambda_{\text{сер}} \cdot m} = \frac{\lambda_{\text{жел}}}{\lambda_{\text{сер}}} = \frac{27 \cdot 10^4}{0,87 \cdot 10^5} \approx 3,1$$

$$\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{стали}}} = \frac{\lambda_{\text{жел}} \cdot m}{\lambda_{\text{стали}} \cdot m} = \frac{27 \cdot 10^4}{0,84 \cdot 10^5} \approx 3,21$$

$$\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{зон}}} = \frac{\lambda_{\text{жел}} \cdot m}{\lambda_{\text{зон}} \cdot m} = \frac{27 \cdot 10^4}{0,67 \cdot 10^5} \approx 4,03$$

Ответ: $Q_{\text{жел}} = 540 \text{ кДж}$; $\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{сер}}} \approx 3,1$;

$$\frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{стали}}} \approx 3,21; \quad \frac{Q_{\text{жел}}}{Q_{\text{зон}}} \approx 4,03$$

№2 ДАНО:

$$C_A = 0,6 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$C_B = 0,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$k = 0,2 \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$$

$$T_1 = 100^\circ \text{C}$$

Решение:



Скорость реакции до увеличения
концентрации:

$$v_1 = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b = 0,2 \cdot 0,6 \cdot 0,5^2 = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

!!! Опечатка !!!
в тексте
задания (секунды
не дописаны)

$$\Delta T = 30^\circ \text{C}$$

$$\Delta C_B = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\gamma = 2$$

$$\left. \begin{array}{l} v_1 - ? \quad v_1' - ? \\ v_2 - ? \end{array} \right\}$$

$$\frac{v_2}{v_1} - ?$$

2) Скорость реакции после увеличения концентрации:

$$v_1' = k \cdot C_A^2 \cdot (C_B + \Delta C_B)^B = 0,2 \cdot 0,6 \cdot (0,5 + 0,2)^2 = 0,0588 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

3) При повышении температуры:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma \frac{T_2 - T_1}{10}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma \frac{\Delta T}{10}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 2 \frac{30}{10} = 8$$

Ответ: $v_1 = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$; $v_1' = 0,0588 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$; $\frac{v_2}{v_1} = 8$

13) ДАНО:

$$\omega(V_2O_5) = 0,85$$

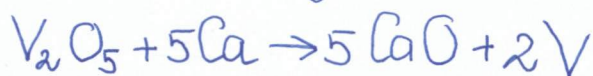
$$m = 400 \text{ г}$$

$$\omega(CaO) = 0,05$$

$$\left. \begin{array}{l} m(V) - ? \\ m(Ca_{\text{техн}}) - ? \end{array} \right\}$$

Решение:

1) ур-е реакции



2) $m(V_2O_5) = m \cdot \omega(V_2O_5) = 400 \cdot 0,85 = 340 \text{ г}$

3) $\nu(V_2O_5) = \frac{m(V_2O_5)}{\mu} = \frac{340 \text{ г}}{(50,94 \cdot 2 + 16 \cdot 5) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 1,87 \text{ моль}$

4) из ур-я реакции:

$$2\nu(V_2O_5) = \nu(V)$$

$$m(V) = 2\nu(V_2O_5) \cdot \mu(V) = 2 \cdot 1,87 \cdot 50,94 = 190,52 \text{ г}$$

4) $\nu(Ca) = 5\nu(V_2O_5)$ из ур-я реак-и

$$m(Ca) = 5\nu(V_2O_5) \cdot \mu(Ca) = 5 \cdot 1,87 \cdot 40,08 = 374,75 \text{ г}$$

5) $m(Ca) = 374,75 \text{ г}$ — "чистый" кальций

$$374,75 \text{ г} - 95\% \quad (1 - \omega(CaO) = 1 - 0,05 = 0,95 - 95\% \text{ "чистого" Ca})$$

$$x - 100\%$$

$$\Rightarrow x = 394,47 \text{ г} - \text{МАССА технического кальция}$$

Ответ: МАССА МЕТАЛЛА — $m(V) = 190,52 \text{ г}$

МАССА технического Ca — $x = 394,47 \text{ г}$



4) ДАНО:

$$V_1 = 11,2 \text{ л}$$

$$V_2 = 6,72 \text{ л}$$

$$m(\text{Fe}) = 6 \text{ г}$$

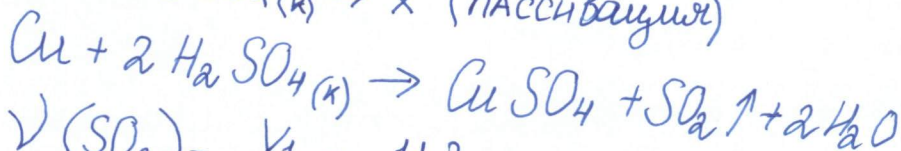
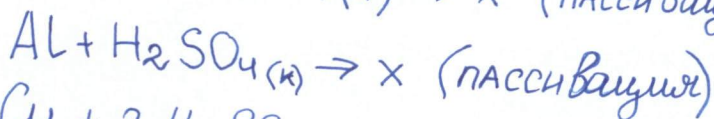
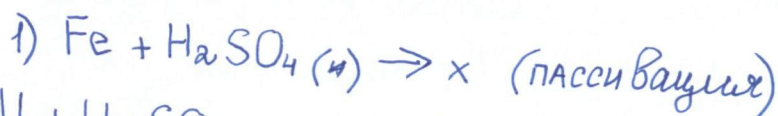
$$m_{\text{смеси}} - ?$$

$$\omega(\text{Al}) - ?$$

$$\omega(\text{Cu}) - ?$$

$$\omega(\text{Fe}) - ?$$

Решение:

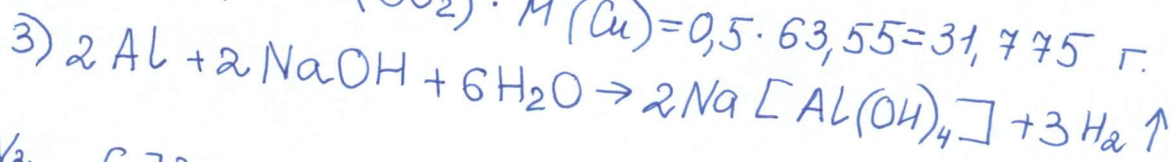


$$2) V(\text{SO}_2) = \frac{V_1}{V_m} = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,5 \text{ моль}$$

из ур-я реакции:

$$V(\text{Cu}) = V(\text{SO}_2)$$

$$m(\text{Cu}) = V(\text{SO}_2) \cdot M(\text{Cu}) = 0,5 \cdot 63,55 = 31,775 \text{ г.}$$



$$V(\text{H}_2) = \frac{V_2}{V_m} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$2 V(\text{Al}) = 3 V(\text{H}_2) \text{ из ур-я реакции}$$

$$V(\text{Al}) = \frac{2 V(\text{H}_2)}{3} = \frac{2 \cdot 0,3}{3} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = V(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,2 \cdot 26,98 = 5,4 \text{ г.}$$

$$4) m(\text{Fe}) = 6 \text{ г.}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{Al}) + m(\text{Cu}) + m(\text{Fe}) = 31,775 + 5,4 + 6 = 43,175 \text{ г.}$$

$$5) \omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m_{\text{смеси}}} \cdot 100\% = \frac{5,4}{43,175} \cdot 100\% = 12,5\%$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{смеси}}} \cdot 100\% = \frac{31,775}{43,175} \cdot 100\% = 73,6\%$$

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m_{\text{смеси}}} \cdot 100\% = \frac{6}{43,175} \cdot 100\% = 13,9\%$$

Ответ: $m_{\text{смеси}} = 43,175 \text{ г}$; $\omega(\text{Al}) = 12,5\%$; $\omega(\text{Cu}) = 73,6\%$;

$$\omega(\text{Fe}) = 13,9\%$$

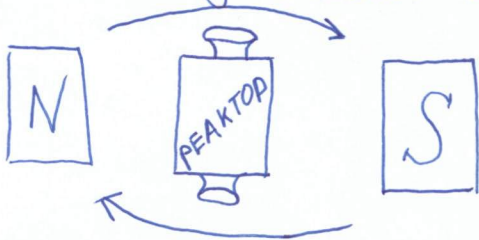
15) В качестве альтернативы пневмотранспорту для перемещения катализатора можно использовать магнитные системы.

Для этого нужно, чтобы катализатор приобрёл магнитные свойства. В целом некоторые катализаторы и так имеют ферромагнитные частицы, но даже остальные типы можно модифицировать путём добавления внутрь кусочка железа или любого другого магнитного материала. Помимо этого, вместо твёрдотельного катализатора можно использовать суспензию с добавлением магнитных частиц.

Перемещение производилось бы с помощью магнитного поля:

- либо двигаются постоянные магниты,
- либо катушки с током.

Схематично установка выглядит таким образом:



Ответ: предложен такой способ перемещения, как магнитные системы.