

Задача на рівняння теплового балансу

Тема: Термодинаміка



Умова задачі

- В 1 л води, температура якої 20°C , кидають шматок заліза масою 100 г, нагрітий до 500°C . при цьому частина води перетворюється в пару. Остаточна температура води 24°C . Визначити масу води, що перетворилася в пару

Увага!

Процеси нагрівання води і пароутворення відбуваються одночасно. Тому під час зіткнення шматка заліза з водою частина її одразу ж нагрівається до 100°C і перетворюється в пару.



Розв'язання задачі

$m_1 = 1\text{кг}$ - маса води

$c_1 = 4.2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ - питома теплоємність води

$c = 460 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$ - питома теплоємність заліза

$r = 2.26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$ - питома теплота пароутворення води

$t_1 = 20^\circ\text{C}$ - початкова температура води

$t_2 = 100^\circ\text{C}$ - температура кипіння води

$t = 500^\circ\text{C}$ - початкова температура заліза

$\Theta = 24^\circ\text{C}$ - врівноважна температура

$m = 0.1\text{кг}$ - маса заліза

$m_2 - ?$ - маса води, яка випарувалася



Продовження розв'язання задачі

$Q = cm(t - \Theta)$ - кількість теплоти, яку віддало залізо воді

$Q_1 = c_1 m_1 (\Theta - t_1)$ - кількість теплоти, яку отримала вода при нагріванні до остаточної температури

$Q_2 = c_1 m_2 (t_2 - \Theta)$ - кількість теплоти, яку отримала вода при нагріванні до температури кипіння

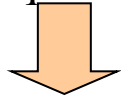
$Q_3 = r m_2$ - кількість теплоти, яка витратилася на перетворення води в пару

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ - закон збереження енергії

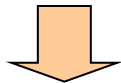


Виведення кінцевої формули

$$cm(t - \Theta) = c_1 m_1 (\Theta - t_1) + c_1 m_2 (t_2 - \Theta) + r m_2$$



$$cm(t - \Theta) = c_1 m_1 (\Theta - t_1) + m_2 (c_1 (t_2 - \Theta) + r)$$



$$m_2 = \frac{cm(t - \Theta) - c_1 m_1 (\Theta - t_1)}{c_1 (t_2 - \Theta) + r}$$

- кінцева формула



Математичні розрахунки

$$m_2 = \frac{460 \cdot 0,1 \cdot (500 - 24) - 4200 \cdot 1 \cdot (24 - 20)}{4200 \cdot (100 - 24) + 2,26 \cdot 10^6} = 2 \cdot 10^{-3} (\text{кг})$$

Відповідь: 2 г води перетворилося у пару

