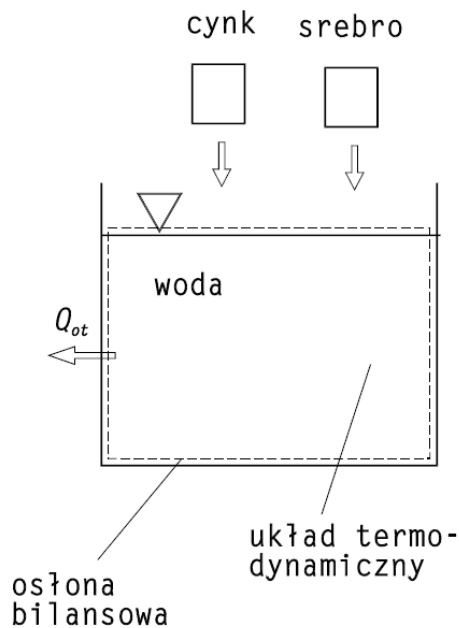


Do $V = 6 \text{ dm}^3$ wody o temperaturze $t_w = 22^\circ\text{C}$ wrzucono $m_s = 0,5 \text{ kg}$ srebra o temperaturze $t_s = 45^\circ\text{C}$ i $m_c = 2 \text{ kg}$ cynku o temperaturze $t_c = 10^\circ\text{C}$. Obliczyć końcową temperaturę ciał t_k , jeżeli straty ciepła do otoczenia wynoszą $Q_{ot} = 2,3 \text{ kJ}$, ciepło właściwe wody $c_w = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, ciepło właściwe srebra $c_s = 0,234 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, a ciepło właściwe cynku $c_c = 0,385 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Gęstość wody przyjąć równą $\rho_w = 1 \text{ kg}/\text{dm}^3$.

ROZWIĄZANIE



Ogólne równanie bilansu energetycznego układu (I zasada termodynamiki) ma postać

$$E_d = \Delta E_u + E_w \quad (1)$$

gdzie przyrost energii układu jest równy różnicy energii układu w stanie końcowym i początkowym

$$\Delta E_u = E_2 - E_1 \quad (2)$$

Założymy, że osłona bilansowa jest poprowadzona na granicy wody z naczyniem i powietrzem (patrz rysunek). Stąd energia doprowadzona do układu jest sumą energii wewnętrznych srebra i cynku przed wrzuceniem ich do wody

$$E_d = U_{s1} + U_{c1} = m_s c_s t_s + m_c c_c t_c \quad (3)$$

Energia układu w stanie początkowym jest równa energii wewnętrznej wody przed wrzuceniem metali

$$E_1 = U_{w1} = m_w c_w t_w \quad (4)$$

Energia układu w stanie końcowym jest równa sumie energii wewnętrznych wody i metali po wyrównaniu się temperatury w układzie

$$E_2 = U_{w2} + U_{s2} + U_{c2} = m_w c_w t_k + m_s c_s t_k + m_c c_c t_k = (m_w c_w + m_s c_s + m_c c_c) t_k \quad (5)$$

Energia wyprowadzona z układu jest równa ciepłu przekazanemu do otoczenia

$$E_w = Q_{ot} \quad (6)$$

Podstawiamy zależności (2) - (6) do równania (1)

$$m_s c_s t_s + m_c c_c t_c = (m_w c_w + m_s c_s + m_c c_c) t_k - m_w c_w t_w + Q_{ot} \quad (7)$$

Po przekształceniu równania (7) otrzymujemy

$$t_k = \frac{m_s c_s t_s + m_c c_c t_c + m_w c_w t_w - Q_{ot}}{m_s c_s + m_c c_c + m_w c_w} \quad (8)$$

Ilość substancji wody

$$m_w = \rho_w V = 1 \cdot 6 = 6 \text{ kg}$$

Po podstawieniu do (8) wartości liczbowych dostajemy

$$t_k = \frac{0,5 \cdot 0,234 \cdot 45 + 2 \cdot 0,385 \cdot 10 + 6 \cdot 4,19 \cdot 22 - 2,3}{0,5 \cdot 0,234 + 2 \cdot 0,385 + 6 \cdot 4,19} = 21,66^\circ \text{C}$$

Przekształcenie jednostek

$$\left[\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot ^\circ\text{C} - \text{kJ}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = ^\circ\text{C} - \frac{\text{kJ}}{\frac{\text{kJ}}{\text{K}}} = ^\circ\text{C} - \text{K} = ^\circ\text{C} \right]$$

$$t[^\circ\text{C}] \pm \Delta T[\text{K}] \rightarrow t[^\circ\text{C}]$$