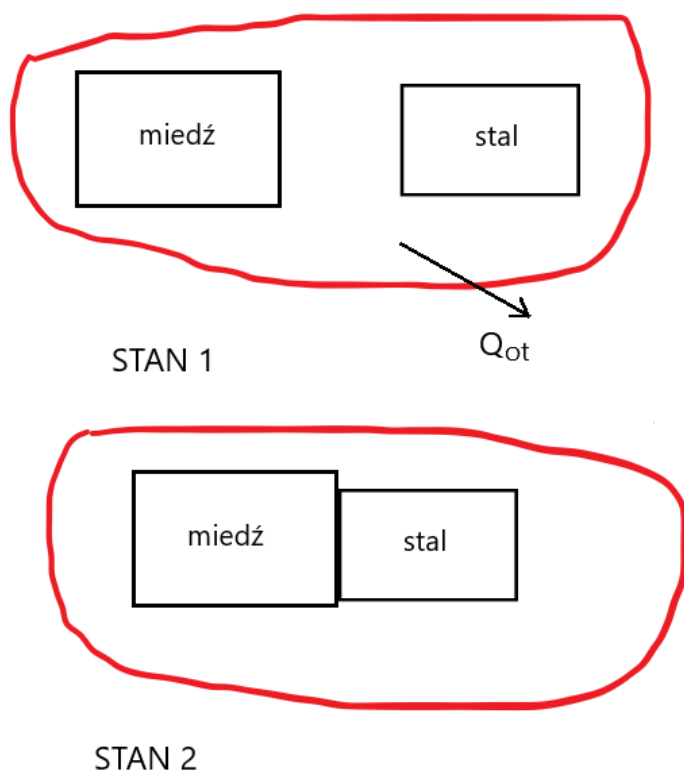


Zetknięto ze sobą 2,6 kg stali o temperaturze 75°C z 4,2 kg miedzi o temperaturze 20°C, aż do wyrównania się temperatur. Obliczyć temperaturę końcową metali, jeżeli podczas wyrównywania się temperatur, które trwało 30 s, strumień ciepła 50 W przepływał do otoczenia. Ciepło właściwe stali wynosi 0,45 kJ/(kg·K), ciepło właściwe miedzi jest równe 0,385 kJ/(kg·K). Ile ciepła pochłonęła miedź?

## ROZWIĄZANIE



Założymy, że układem termodynamicznym są dwa metale. W stanie pierwszym metale te nie stykają się ze sobą. W stanie drugim stykają się i mają wyrównaną temperaturę.

Ogólne równanie pierwszej zasady termodynamiki

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

gdzie

$$E_d = 0 \quad (2)$$

$$\Delta E_u = E_{u2} - E_{u1} \quad (3)$$

$$E_{u1} = U_1 = m_s c_s t_{s1} + m_m c_m t_{m1} \quad (4)$$

$$E_{u2} = U_2 = m_s c_s t_{s2} + m_m c_m t_{m2} \quad (5)$$

$$E_w = Q_{ot} = \dot{Q}_{ot} \tau \quad (6)$$

W stanie końcowym 2 temperatury metali są jednakowe, czyli

$$t_{s2} = t_{m2} = t_k \quad (7)$$

Prawe strony równań (2) – (7) podstawiamy do równania (1)

$$0 = m_s c_s t_k + m_m c_m t_k - m_s c_s t_{s1} - m_m c_m t_{m1} + \dot{Q}_{ot} \tau$$

Po przekształceniach dostajemy

$$t_k (m_s c_s + m_m c_m) = m_s c_s t_{s1} + m_m c_m t_{m1} - \dot{Q}_{ot} \tau$$

i dalej

$$t_k = \frac{m_s c_s t_{s1} + m_m c_m t_{m1} - \dot{Q}_{ot} \tau}{m_s c_s + m_m c_m} = \frac{2,6 \cdot 0,45 \cdot 75 + 4,2 \cdot 0,385 \cdot 20 - 50 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{2,6 \cdot 0,45 + 4,2 \cdot 0,385} = 37,7 [^{\circ}\text{C}]$$

Przeliczenie jednostek

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

W kelwinach jest tu wyrażony przyrost temperatury.

Ciepło pochłonięte przez miedź

$$Q_{m1-2} = m_m c_m (t_k - t_{m1}) = 4,2 \cdot 0,385 \cdot (37,7 - 20) = 28,62 [\text{kJ}]$$