

Do 2 kg wody o temperaturze 20°C wrzucono kolejno kawałek srebra i kawałek niklu mających temperaturę 40°C. Po wrzuceniu srebra temperatura wody wzrosła o 2 K, po wrzuceniu niklu temperatura wody wzrosła o kolejne 2 K. Wyznaczyć ilości substancji metali w kg.

Przyjąć następujące wartości ciepła właściwych: wody 4190 J/(kg·K), srebra 251 J/(kg·K), niklu 457 J/(kg·K). Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

## ROZWIĄZANIE

**Wrzucenie srebra** – w stanie początkowym 1 układem jest woda, w stanie końcowym 2 woda i srebro.

Równanie bilansu energii

$$E_d = E_{u2} - E_{u1} + E_w \quad (1)$$

gdzie:

$$E_d = U_{s1} = m_s c_s t_s \quad (2)$$

$$E_{u1} = U_{w1} = m_w c_w t_w \quad (3)$$

$$E_{u2} = U_{w2} + U_{s2} = m_w c_w t_{k1} + m_s c_s t_{k1} \quad (4)$$

$$E_w = 0 \quad (5)$$

$$m_s c_s t_s = m_w c_w t_{k1} + m_s c_s t_{k1} - m_w c_w t_w \quad (6)$$

**Wrzucenie niklu** – w stanie początkowym 2 układem jest woda i zanurzone w niej srebro, w stanie końcowym 3 woda, srebro i nikiel.

Równanie bilansu energii

$$E_d = E_{u3} - E_{u2} + E_w \quad (7)$$

gdzie:

$$E_d = U_{n1} = m_n c_n t_n \quad (8)$$

$$E_{u2} = U_{w2} + U_{s2} = m_w c_w t_{k1} + m_s c_s t_{k1} \quad (9)$$

$$E_{u3} = U_{w3} + U_{s3} + U_{n3} = m_w c_w t_{k2} + m_s c_s t_{k2} + m_n c_n t_{k2} \quad (10)$$

$$E_w = 0$$

$$m_n c_n t_n = m_w c_w t_{k2} + m_s c_s t_{k2} + m_n c_n t_{k2} - m_w c_w t_{k1} - m_s c_s t_{k1} \quad (11)$$

$$t_{k1} = t_w + 2 = 20 + 2 = 22^\circ\text{C}$$

$$t_{k2} = t_{k1} + 2 = 22 + 2 = 24^\circ\text{C}$$

Z równania (6)

$$m_s = \frac{m_w c_w (t_{k1} - t_w)}{c_s (t_s - t_{k1})} = \frac{2 \cdot 4190 \cdot (22 - 20)}{251 \cdot (40 - 22)} = 3,71 [\text{kg}]$$

Z równania (11)

$$m_n = \frac{m_w c_w (t_{k2} - t_{k1}) + m_s c_s (t_{k2} - t_{k1})}{c_n (t_n - t_{k2})} = \frac{2 \cdot 4190 \cdot (24 - 22) + 3,71 \cdot 251 \cdot (24 - 22)}{457 \cdot (40 - 24)} = 2,55 [\text{kg}]$$