

Wymagana temperatura parzenia herbaty wynosi nie mniej niż 95°C. Czy po zalaniu wrzątkiem listków herbaty wsypanych do porcelanowego kubka o pojemności 0,25 litra i wadze 1,2 N temperatura parzenia będzie odpowiednia? Początkowa temperatura kubka była równa 20°C, a ciepła właściwe wody i porcelany wynoszą odpowiednio 4190 J/(kg·K) oraz 800 J/(kg·K).

R O Z W I A Ż A N I E – sposób pierwszy

Przyjmujemy, że gęstość wody jest równa 1 kg/l, a jej temperatura wrzenia wynosi 100°C.

Założymy, że układem termodynamicznym jest woda wlane do kubka.

Równanie bilansu energii

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

gdzie:

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

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

$$E_{u2} = U_{w2} = m_w c_w t_{w2} \quad (4)$$

Ciepło wyprowadzone z układu to ciepło pochłonięte przez kubek.

$$E_w = Q_k = m_k c_k (t_{k2} - t_{k1}) \quad (5)$$

W stanie końcowym temperatury wody i kubka są jednakowe.

$$t_{k2} = t_{w2} \quad (6)$$

Podstawiamy prawe strony równań (2) – (6) do równania (1)

$$0 = m_w c_w t_{w2} - m_w c_w t_{w1} + m_k c_k (t_{w2} - t_{k1})$$

$$m_w c_w t_{w2} + m_k c_k t_{w2} = m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1}$$

Ilość substancji wody

$$m_w = V_w \rho = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ kg} \quad \left[l \cdot \frac{\text{kg}}{l} = \text{kg} \right]$$

Masa kubka

$$m_k = \frac{G_k}{g} = \frac{1,2}{9,81} = 0,1223 \text{ [kg]} \quad \left[\frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \text{kg} \right]$$

$$t_{w2} = \frac{m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1}}{m_w c_w + m_k c_k}$$

$$t_{w2} = \frac{0,25 \cdot 4190 \cdot 100 + 0,1223 \cdot 800 \cdot 20}{0,25 \cdot 4190 + 0,1223 \cdot 800} = 93,17 [^{\circ}\text{C}] \quad \left[\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = ^{\circ}\text{C} \right]$$

Temperatura parzenia herbaty będzie za niska.

R O Z W I A Ź A N I E – sposób drugi

Założymy, że układem jest woda i kubek.

Równanie bilansu energii

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

gdzie:

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

$$E_{u1} = U_{w1} + U_{k1} = m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1} \quad (3)$$

$$E_{u2} = U_{w2} + U_{k2} = m_w c_w t_{w2} + m_k c_k t_{k2} \quad (4)$$

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

W stanie końcowym temperatury wody i kubka są jednakowe.

$$t_{k2} = t_{w2} \quad (6)$$

Podstawiamy prawe strony równań (2) – (5) do równania (1)

$$0 = m_w c_w t_{w2} + m_k c_k t_{w2} - m_w c_w t_{w1} - m_k c_k t_{k1} + 0$$

Pamiętać, że $-(m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1}) - m_w c_w t_{w1} - m_k c_k t_{k1}$

$$m_w c_w t_{w2} + m_k c_k t_{w2} = m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1}$$

$$t_{w2} = \frac{m_w c_w t_{w1} + m_k c_k t_{k1}}{m_w c_w + m_k c_k}$$