

Teplo, kalorimetrická rovnice

1. Měrná tepelná kapacita oceli je $0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Jaké teplo musíme dodat ocelovému předmětu o hmotnosti 6 kg, aby se ohřál z teploty $25 \text{ }^\circ\text{C}$ na teplotu $85 \text{ }^\circ\text{C}$? Jaká je tepelná kapacita předmětu?

$$c = 0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, m = 6 \text{ kg}, t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}, t_2 = 85 \text{ }^\circ\text{C}; Q = ?, C = ?$$

$$Q = mc(t_2 - t_1) = 160 \text{ kJ}$$

$$C = mc = 2,7 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$$

2. Ocelový a hliníkový předmět mají stejnou hmotnost. Který z nich má větší tepelnou kapacitu? Potřebné údaje vyhledejte v MFChT.

Hliníkový; má větší měrnou tepelnou kapacitu, a proto má při stejné hmotnosti také větší tepelnou kapacitu. Ocelový; při stejném objemu má ocelový předmět větší hmotnost (neboť má větší hustotu), takže i při menší měrné tepelné kapacitě má větší tepelnou kapacitu.

3. Ve vodopádu padá voda z výšky 50 m. O jakou hodnotu by vzrostla její teplota, kdyby se celá její mechanická energie přeměnila ve vnitřní energii?

$$h = 50 \text{ m}, g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, c = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; \Delta t = ?$$

$$Q = \Delta E_p = mgh = mc\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{gh}{c} = 0,12 \text{ }^\circ\text{C}$$

4. Olověná střela dopadne rychlostí $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na pevnou překážku a zastaví se. O jakou hodnotu se zvýší teplota střely, jestliže na zvýšení její vnitřní energie připadá 60 % kinetické energie? Měrná tepelná kapacita olova je $0,13 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

$$v = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \Delta U = 0,6\Delta E_k, c = 0,13 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 130 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; \Delta t = ?$$

$$mc\Delta t = 0,6 \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \Delta t = \frac{0,3v^2}{c} = 92 \text{ }^\circ\text{C}$$

5. V nádobě jsou 3 kg vody o teplotě $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Kolik vody o teplotě $90 \text{ }^\circ\text{C}$ musíme přilít, aby výsledná teplota v nádobě byla $35 \text{ }^\circ\text{C}$? Tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.

$$m_1 = 3 \text{ kg}, t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}, t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}, t = 35 \text{ }^\circ\text{C}; m_2 = ?$$

Voda o hmotnosti m_1 se ohřeje z teploty t_1 na teplotu t , voda o hmotnosti m_2 se ochladí z teploty t_2 na teplotu t . Měrnou tepelnou kapacitu vody označíme c a budeme předpokládat, že nezávisí na teplotě vody. Podle kalorimetrické rovnice je po vyrovnání teplot teplo přijaté chladnějším tělesem rovné teplu vydanému teplejším tělesem, platí tedy vztah

$$m_1c(t - t_1) = m_2c(t_2 - t)$$

a odtud hledaná hmotnost vody

$$m_2 = \frac{m_1(t - t_1)}{t_2 - t} = 1,36 \text{ kg} \approx 1,4 \text{ kg}.$$

6. Proč je nutné při měření měrné tepelné kapacity v kalorimetru promíchávat jeho obsah?

Aby se v kalorimetru rychleji ustálila tepelná rovnováha.

7. Do kalorimetru obsahujícího 0,30 kg vody o teplotě 18 °C jsme nalili 0,20 kg vody o teplotě 60 °C. V kalorimetru se ustálila výsledná teplota 34 °C. Vypočítejte tepelnou kapacitu kalorimetru. Měrná tepelná kapacita vody je 4,18 kJ · kg⁻¹ · K⁻¹.

$$m_1 = 0,30 \text{ kg}, t_1 = 18 \text{ °C}, m_2 = 0,20 \text{ kg}, t_2 = 60 \text{ °C}, t = 34 \text{ °C}, c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; C = ?$$

$$m_1 c (t - t_1) + C (t - t_1) = m_2 c (t_2 - t),$$

odtud tepelná kapacita kalorimetru

$$C = \frac{m_2 c (t_2 - t)}{t - t_1} \approx 0,1 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}.$$

8. Kalorimetr, jehož tepelná kapacita je 0,10 kJ · K⁻¹, obsahuje 0,47 kg vody o teplotě 14 °C. Vložíme-li do kalorimetru mosazné těleso o hmotnosti 0,40 kg ohřáté na teplotu 100 °C, ustálí se v kalorimetru teplota 20 °C. Určete měrnou tepelnou kapacitu mosazi.

$$C = 0,10 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}, m_1 = 0,47 \text{ kg}, t_1 = 14 \text{ °C}, c_1 = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, m_2 = 0,40 \text{ kg}, t_2 = 100 \text{ °C}, t = 20 \text{ °C}; c_2 = ?$$

$$(m_1 c_1 + C)(t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t),$$

odtud

$$c_2 = \frac{(m_1 c_1 + C)(t - t_1)}{m_2 (t_2 - t)} = 0,39 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

9. Do nádoby obsahující 35 kg oleje teploty 30 °C byl ponořen ocelový předmět ohřátý na teplotu 800 °C. Vypočítejte, jaká byla hmotnost tohoto předmětu, jestliže se teplota oleje zvýšila na 58 °C. Měrná tepelná kapacita oleje je 1,7 kJ · kg⁻¹ · K⁻¹, oceli 0,45 kJ · kg⁻¹ · K⁻¹. Tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.

$$m_1 = 35 \text{ kg}, t_1 = 30 \text{ °C}, c_1 = 1,7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, c_2 = 0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, t = 58 \text{ °C}; m_2 = ?$$

$$m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t)$$

$$m_2 = \frac{m_1 c_1 (t - t_1)}{c_2 (t_2 - t)} = 5,0 \text{ kg}$$

10. Abychom určili teplotu v peci, zahřáli jsme v ní ocelový kruh o hmotnosti 0,60 kg a ponořili jej do nádoby obsahující 5,65 kg vody o teplotě 7,2 °C. Výsledná teplota v nádobě byla

13,2 °C. Určete teplotu v peci. Měrná tepelná kapacita oceli je $0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.

$$m_1 = 0,60 \text{ kg}, c_1 = 0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, t_2 = 7,2 \text{ °C}, m_2 = 5,65 \text{ kg}, c_2 = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \\ t = 13,2 \text{ °C}; t_1 = ?$$

$$m_2 c_2 (t - t_2) = m_1 c_1 (t_1 - t)$$

$$t_1 = t + \frac{m_2 c_2}{m_1 c_1} (t - t_2) = 538 \text{ °C}$$

11. Dvě kapaliny, vodu a olej, jsme zahřívali ve dvou stejných kalorimetrech elektrickým proudem tak, že dodané teplo bylo v obou případech stejné. Tepelná kapacita každého kalorimetru byla $0,08 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$, hmotnost vody byla $0,20 \text{ kg}$, hmotnost oleje $0,16 \text{ kg}$. Teplota vody se zvýšila z $18,0 \text{ °C}$ na $33,0 \text{ °C}$, teplota oleje z $20,0 \text{ °C}$ na $58,5 \text{ °C}$. Vypočtěte měrnou tepelnou kapacitu oleje.

$$C = 0,08 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}, m_1 = 0,20 \text{ kg}, t_1 = 18,0 \text{ °C}, t_2 = 33,0 \text{ °C}, c_1 = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \\ m_2 = 0,16 \text{ kg}, t_1' = 20,0 \text{ °C}, t_2' = 58,5 \text{ °C}; c_2 = ?$$

$$Q = (m_1 c_1 + C)(t_2 - t_1) = (m_2 c_2 + C)(t_2' - t_1') \\ c_2 = \frac{(m_1 c_1 + C)(t_2 - t_1)}{m_2 (t_2' - t_1')} - \frac{C}{m_2} = 1,73 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

12. Vodu o objemu 1 liter a počáteční teplotě 23 °C ohříváme ponorným vaříčem o příkonu 500 W a účinnosti 90% . Vypočtěte, za jakou dobu se voda ohřeje na 100 °C .

$$V = 1 \text{ liter} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, t_1 = 23 \text{ °C}, t_2 = 100 \text{ °C}, P_0 = 500 \text{ W}, \eta = 0,9; \tau = ?$$

$$\eta P_0 \tau = mc(t_2 - t_1) = V \rho c (t_2 - t_1) \\ \tau = \frac{V \rho c (t_2 - t_1)}{\eta P_0} = 719 \text{ s} \approx 12 \text{ min}$$