

2.2.3 Kalorimetrická rovnice

Př. 1: Do 200 ml vody o teplotě 20°C (pokojová teplota) přilijeme 150 ml vody o teplotě 80°C (horká voda). Odhadni teplotu výsledné teplé vody. Urči teplotu vody výpočtem. Odhadni teplotu jakou teplotu vody naměříme pokud pokus provedeme, odhad zdůvodni.

$$m_s c \Delta t_s = m_t c \Delta t_t \quad / : c$$

$$\text{Dosazení: } t = \frac{m_t t_t + m_s t_s}{m_s + m_t} = \frac{0,15 \cdot 80 + 0,2 \cdot 20}{0,2 + 0,15} \text{ } ^\circ\text{C} = 45,7^\circ\text{C}$$

Dodatek: Výsledný vztah $t = \frac{m_t t_t + m_s t_s}{m_s + m_t}$ je fakticky vzorcem pro vážený průměr obou teplot, kde jsou jejich váhy určeny hmotnostmi vody s danou teplotou.

Př. 2: Navrhni takové provedení předchozího pokusu, aby teplota výsledné teplé vody byla vyšší než hodnota určená výpočtem.

Čím lepší kalorimetr, tím přesněji platí $Q_s = Q_t$, po dosazení:

$$\text{kalorimetrická rovnice: } m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t - t_2)$$

Př. 3: Rozhodni, která z hmotností m_1 , m_2 patří v rovnici $m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t - t_2)$ látce s vyšší teplotou.

Pokud má výraz $(t_1 - t)$ znamenat kladný tepelný rozdíl, musí patřit teplota t_1 teplejšímu tělesu o hmotnosti m_1 .

Při použití v praxi není příliš důležité, jak budeme rovnici psát. Stačí:

- teplo přijaté = teplo odevzdané
- $Q = mc\Delta t$ nebo $Q = C \Delta t$
- trocha úvahy

Př. 4: Kolik studeného čaje o teplotě 20°C musíme nalít do 0,25 l horkého čaje o teplotě 80°C, abychom získali snesitelně teplý nápoj o teplotě 45°C.

$$\text{Dosazení: } m_s = \frac{m_t (t_t - t)}{t - t_s} = \frac{0,25(80 - 45)}{45 - 20} \text{ kg} = 0,35 \text{ kg}$$

Př. 5: Ve vaně je 100 litrů teplé vody o teplotě 27°C. Kolik litrů horké vody o teplotě 65°C musíme do vany připustit, abychom získali „zapářku“ o teplotě 40°C.

$$\text{Dosazení: } m_t = \frac{m_s (t - t_s)}{t_t - t} = \frac{100(40 - 27)}{65 - 40} \text{ kg} = 52 \text{ kg}$$

Poznámka: Autor by rád upozornil (na podnět generální tajemnice International Women Movement Against Zapářka), že předchozí příklad v žádném případě nebyl zamýšlen jako propagace tohoto v dnešní době již zcela překonaného způsobu vykonávání tělesné hygieny.

Dodatek: Autor se musí ohradit proti nepodloženým pomluvám, že by byl k předchozí poznámce nucen ze strany IWMAZ.

Př. 6: Najdi co nejvíce důvodů, proč je „zapářka“ v dnešní době již zcela překonaný způsob vykonávání tělesné hygieny.

Zapářka:

- je neekologická (velká spotřeba energie a vody)
- snižuje obranyschopnost organismu
- zvyšuje vlhkost v bytě a způsobuje tak šíření plísní
- odmašťuje pokožku a zvyšuje tak riziko kožních chorob
- vysoká teplota protékající vody zkracuje životnost těsnění ve vodovodní baterii
- velmi vysoká teplota vody způsobuje únavu a zvyšuje pravděpodobnost usnutí ve vaně
- prodlužuje dobu koupání a zabraňuje tak ostatním členům rodiny v přístupu do koupelny

Př. 7: Jakou teplotu musí mít 2 kg vody, aby po smíchání s 3 kg ethanolu o teplotě 40°C vytvořila směs o teplotě 30°C.

$$\text{Dosazení: } t_s = \frac{m_s c_s t - m_t c_t (t_t - t)}{m_s c_s} = \frac{2 \cdot 4200 \cdot 30 - 3 \cdot 2500 (40 - 30)}{2 \cdot 4200} \text{ } ^\circ\text{C} = 21^\circ\text{C}$$

Př. 8: Závaží o hmotnosti 500g z neznámého prvku o teplotě 100°C vhodíme do 2 litrů vody o teplotě 20°C. Teplota vody a závaží se ustálila na 24°C. Urči měrnou tepelnou kapacitu a druh prvku.

$$\text{Dosazení: } c_t = \frac{m_s c_s (t - t_s)}{m_t (t_t - t)} = \frac{2 \cdot 4200 \cdot (24 - 20)}{0,5 (100 - 24)} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 880 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{ hliník}$$

Př. 9: Železné závaží o hmotnosti 200 g hodíme do 0,5 litru vody o teplotě 20°C. Teplota vody se ustálila na 22°C. Jaká byla původní teplota závaží? Místo indexů s a t použij v obecném řešení indexy 1 a 2.

$$\text{Dosazení: } t_2 = \frac{m_1 c_1 (t - t_1) + m_2 c_2 t}{m_2 c_2} = \frac{0,5 \cdot 4200 (22 - 20) + 0,2 \cdot 450 \cdot 22}{0,2 \cdot 450} \text{ } ^\circ\text{C} = 69^\circ\text{C}$$

Př. 10: Kalorimetr o tepelné kapacitě $63 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ obsahuje 250 g oleje o teplotě 12°C. Do oleje v kalorimetru vložíme měděné závaží o teplotě 100°C a hmotnosti 500 g. Po ustálení má vše teplotu 33°C. Urči měrnou tepelnou kapacitu oleje.

$$c_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - t) - C (t - t_1)}{m_1 (t - t_1)} = \frac{0,5 \cdot 380 \cdot (100 - 33) - 63 (33 - 12)}{0,25 (33 - 12)} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 2200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Př. 11: Petříček si hrál s kalorimetrem. Postupně do něj umístil 0,5 litru vody o teplotě 30°C, 1 kg lihu o teplotě 10°C a půlkilové železné závaží o teplotě 100°C. Urči teplotu obsahu kalorimetru poté, co přejde od rovnovážného stavu.

$$Q = m_1 c_1 (t_1 - t_2) + m_3 c_3 (t_3 - t_2) = 0,5 \cdot 4200 (30 - 10) + 0,5 \cdot 450 (100 - 10) \text{ J} = 62250 \text{ J}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} = \frac{62250}{0,5 \cdot 4200 + 1 \cdot 2500 + 0,5 \cdot 450} \text{ } ^\circ\text{C} = 13^\circ\text{C}$$

Obsah kalorimetru bude mít teplotu 23°C.