

# Kalorimetrická rovnice

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na [www.jarjurek.cz](http://www.jarjurek.cz).

## 1. Kalorimetrická rovnice

Do tepelně izolované nádoby s kapalinou vložíme těleso, jehož teplota je větší než teplota kapaliny. Předpokládáme, že látka, z níž je těleso zhotoveno, chemicky nereaguje s kapalinou a že při tepelné výměně mezi tělesem a kapalinou nenastává změna skupenství. Hmotnost teplejšího tělesa označme  $m_1$ , jeho počáteční teplotu  $t_1$  a měrnou tepelnou kapacitu látky, z níž je těleso zhotoveno,  $c_1$ . Kapalina má hmotnost  $m_2$ , počáteční teplotu  $t_2$ , kde ( $t_2 < t_1$ ), a měrnou tepelnou kapacitu  $c_2$ . Tepelná výměna bude probíhat tak dlouho, až nastane rovnovážný stav, při němž se teploty tělesa a kapaliny vyrovnají na výslednou teplotu  $t$ , kde platí, že  $t_2 < t < t_1$ . Ze zákona zachování energie vyplývá, že se úbytek vnitřní energie tělesa rovná přírůstku vnitřní energie kapaliny. Celková vnitřní energie soustavy tvořené tělesem a kapalinou v tepelně izolované nádobě se přitom nezmění. Teplo  $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t)$ , které odevzdá těleso, se tedy rovná teplu  $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)$ , které přijme kapalina v nádobě.

Proto platí tzv. **kalorimetrická rovnice**

$$Q_1 = Q_2$$

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

V této rovnici se vyskytuje celkem sedm veličin. Vždy jednu z nich neznámou tak můžeme počítat.

K experimentálnímu měření měrné tepelné kapacity se používají **kalorimetry**.



Pokud budeme uvažovat i ztráty v kalorimetru, pak platí upravená kalorimetrická rovnice:

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) + C_k \cdot (t - t_2),$$

kde  $C_k$  je tepelná kapacita kalorimetru.

### Příklad 1:

V kalorimetru, jehož tepelná kapacita je  $0,10 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$ , je voda o hmotnosti  $0,47 \text{ kg}$  a teplotě  $14 \text{ }^\circ\text{C}$ . Vložíme-li do kalorimetru mosazné těleso o hmotnosti  $0,40 \text{ kg}$  ohřáté na teplotu  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , ustálí se v kalorimetru teplota  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Určete měrnou tepelnou kapacitu mosazi.

### **Řešení:**

$$C_k = 0,10 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m_2 = 0,47 \text{ kg}$$

$$t_2 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 4 \text{ 180 J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m_1 = 0,40 \text{ kg}$$

$$t_1 = 100 \text{ °C}$$

$$t = 20 \text{ °C}$$

$$c_1 = ? [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) + C_k \cdot (t - t_2),$$

$$c_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 (t - t_2) + C_k \cdot (t - t_2)}{m_1 \cdot (t_1 - t)}$$

$$c_1 = \frac{0,47 \cdot 4180 \cdot (20 - 14) + 100 \cdot (20 - 14)}{0,40 \cdot (100 - 20)}$$

$$c_1 = 387 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{ (po zaokrouhlení)}$$

### Závěr:

Měrná tepelná kapacita mosazi je přibližně  $387 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .



## 2. Kalorimetrická rovnice - procvičovací úlohy

1. V kalorimetru o tepelné kapacitě  $63 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  je olej o hmotnosti  $250 \text{ g}$  a teplotě  $12 \text{ °C}$ . Do oleje ponoříme měděný váleček o hmotnosti  $500 \text{ g}$  a teplotě  $100 \text{ °C}$ . Výsledná teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu je  $33 \text{ °C}$ . Určete měrnou tepelnou kapacitu použitého oleje.

4160

OK  $2,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

2. Do vody o hmotnosti  $6,7 \text{ g}$  ponoříme teploměr o tepelné kapacitě  $2,0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ . Před ponořením do vody ukazoval teploměr teplotu  $17,8 \text{ °C}$ , po dosažení rovnovážného stavu teplotu  $32,4 \text{ °C}$ . Jaká byla teplota vody před měřením? Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi teploměrem a vodou.

4161

OK  $33,4 \text{ °C}$

3. Hliníkový předmět o hmotnosti  $0,80 \text{ kg}$  a teplotě  $250 \text{ °C}$  byl vložen do vody o hmotnosti  $1,5 \text{ kg}$  a teplotě  $15 \text{ °C}$ . Jaká je teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu? Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi hliníkovým předmětem a vodou.

4158

OK  $39 \text{ °C}$

4. Ocelový předmět o hmotnosti  $0,50 \text{ kg}$  byl vložen do vody o objemu  $2,0 \text{ litry}$  a teplotě  $15 \text{ °C}$ . Výsledná teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu je  $28 \text{ °C}$ . Jakou teplotu měl ocelový předmět před vložením do vody, předpokládáme-li, že tepelná výměna nastala jen mezi ocelovým předmětem a vodou?

4159

OK  $510 \text{ °C}$

 **Obsah**

- |  |   |
|--|---|
|  1. Kalorimetrická rovnice                      | 2 |
|  2. Kalorimetrická rovnice - procvičovací úlohy | 3 |