

## Úlohy ke kapitole Skupenské přeměny látek

Vodu o hmotnosti 5,5 a o teplotě 70 °C máme ochladit na teplotu 30 °C vhozením ledu o teplotě 0 °C. Jaká je potřebná hmotnost ledu? Měrné skupenské teplo tání ledu je 336 kJ·kg<sup>-1</sup>, měrná tepelná kapacita vody je 4200 J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>. Tepelnou kapacitu nádoby neuvažujte.

[ $m_2 = 2$  kg]

### Řešený příklad:

V nádobě je voda o teplotě  $t_1 = 80$  °C a hmotnosti  $m_1 = 5$  kg. Do nádoby vhodíme led o hmotnosti  $m_2 = 0,5$  kg a teplotě  $t_2 = 0$  °C. Určete výslednou teplotu  $t$  za předpokladu, že všechny led roztál. Řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty.

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$t_1 = 80 \text{ °C}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ kg}$$

$$t_2 = 0 \text{ °C}$$

$$t = ? \text{ [°C]}$$

Teplo odevzdané vodou je rovno teplu, které způsobí roztátí ledu při teplotě 0 °C a zvýšení teploty vody vzniklé tímto roztátím:

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

$$m_1 c t_1 - m_1 c t = m_2 c t - m_2 c t_2 + m_2 l_t$$

$$m_1 c t_1 + m_2 c t_2 - m_2 l_t = m_2 c t + m_1 c t$$

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

$$t = \frac{m_1 c t_1 + m_2 c t_2 - m_2 l_t}{m_2 c + m_1 c} \leftarrow \text{obecné řešení}$$

Řešení pro zadané hodnoty:

$$t = \frac{5 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 80^\circ\text{C} + 0,5 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 0^\circ\text{C} - 0,5 \text{ kg} \cdot 336000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}}{0,5 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} + 5 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

$$t = 65,5 \text{ °C}$$

Do nádoby obsahující 70 kg vody o teplotě 25 °C byl ponořen ocelový výkovek o hmotnosti 100 kg, zahřátý na teplotu 680 °C. Jaká hmotnost vody se přemění v páru? Předpokládejte, že přeměna vody na páru nastane až v okamžiku, kdy má všechna voda v nádobě teplotu 100 °C. Měrná tepelná kapacita vody je 4200 J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>, měrná tepelná kapacita oceli je 460 J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>, měrné skupenské teplo varu vody 2260 kJ·kg<sup>-1</sup>. Tepelnou kapacitu nádoby neuvažujte.

[přibližně 2 gramy]

Vypočtete, jako minimální rychlost musí mít olověná střela, aby se po nárazu na ocelovou desku roztavila? Teplota střely je 27 °C, teplota tání olova 327 °C, měrné skupenské teplo tání olova 22,6 kJ·kg<sup>-1</sup>, měrná tepelná kapacita olova 0,129 kJ·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>. Olověná deska neodebírá střele žádné teplo.

Nápověda: Uvažte, že veškerá kinetická energie střely se přemění na teplo nutné k ohřátí střely na teplotu tání a k roztavení střely za teploty tání.

$$[v = \sqrt{2[c(t_t - t) + l_t]} = 350 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$$