

9. Měření tepelné kapacity

pomůcky:

kalorimetr, voda, teploměr, vaříč, hrnec, 3 pevná tělesa, elektronické váhy, led, kladivo, počítač s nainstalovaným softwarem Cobra 3, 2 teplotní čidla, interface Cobra 3

úkoly:

1. určete tepelnou kapacitu kalorimetru
2. určete měrnou tepelnou kapacitu pevné látky
3. určete skupenské teplo tání ledu

postup měření:

ad 1.

- 1x určit hmotnost m_0 prázdného kalorimetru
- 1x určit hmotnost m_1 vody
- zaznamenat průběh teploty vody v kalorimetru (před, během a po smíchání)
- určit teplotu studené vody t_1 , teplotu ohřáté vody t_2 v okamžiku smíchání a výslednou teplotu t_0 , ze zaznamenaného průběhu teploty
- určit hmotnost m_2 výsledného množství vody v kalorimetru
- 3x vše opakovat

ad 2.

- 1x určit hmotnost m_1 vody
- zaznamenat průběh teploty vody v kalorimetru (před a po vhození ohřátého tělesa)
- určit teplotu t_1 studené vody před vhozením, teplotu ohřáté vody t_2 v okamžiku vhození a výslednou teplotu t_0 , ze zaznamenaného průběhu teploty
- určit hmotnost m_2 výsledného množství vody v kalorimetru
- 1x opakovat pro každé těleso

ad 3.

- 1x určit hmotnost m_1 vody (vroucí voda)
- rozbít led na prach
- zaznamenat průběh teploty vody v kalorimetru (před a po vhození rozdrčeného ledu)
- teplotu t_1 horké vody před vhozením a výslednou teplotu t_0 , ze zaznamenaného průběhu teploty určit
- určit hmotnost m_2 výsledného množství vody v kalorimetru
- 3x vše opakovat

vyhodnocení:

ad 1.

- určit hmotnost m_0 kalorimetru
- určit hmotnost m_1 vody
- určit hmotnost m_2 ohřáté vody
- z průběhů teplot určit teplotu t_1 studené vody, teplotu t_2 ohřáté vody a výslednou teplotu t_0
- odchylky všech hmotností jsou 0,1 g, odchylky všech teplot jsou 0,05 °C
- vypočítat tepelnou kapacitu K

$$K = \frac{m_2(t_2 - t_0) - m_1(t_0 - t_1)}{t_0 - t_1} \cdot c_0$$

- určit aritmetický průměr všech kapacit \bar{K} a odchylku $\bar{K} \pm \vartheta_K$

ad 2.

- určit hmotnost m_1 vody
- určit hmotnost m_2 tělesa
- z průběhů teplot určit teplotu t_1 vody, teplotu t_2 ohřátého tělesa a výslednou teplotu t_0
- odchylky všech hmotností jsou 0,1 g, odchylky všech teplot jsou 0,05 °C
- vypočítat tepelnou kapacitu c a odchylku ϑ_c

$$c = \frac{(m_1 \cdot c_0 + K)(t_0 - t_1)}{m_2(t_2 - t_0)}$$

$$\vartheta_c = \sqrt{\left(c_0 \cdot \frac{(t_0 - t_1)}{m_2(t_2 - t_0)} \cdot \vartheta_{m_1}\right)^2 + \left(-\frac{(m_1 c_0 + K)(t_0 - t_1)}{m_2^2(t_2 - t_0)} \cdot \vartheta_{m_2}\right)^2 + \left(-\frac{m_1 c_0 + K}{m_2(t_2 - t_0)} \cdot \vartheta_{t_1}\right)^2 + \left(-\frac{(m_1 c_0 + K)(t_0 - t_1)}{m_2(t_2 - t_0)^2} \cdot \vartheta_{t_2}\right)^2 + \left(\frac{(m_1 c_0 + K)(t_2 - t_1)}{m_2(t_2 - t_0)^2} \cdot \vartheta_{t_0}\right)^2 + \left(\frac{t_0 - t_1}{m_2(t_2 - t_0)} \cdot \vartheta_K\right)^2}$$

ad 3.

- určit hmotnost m_1 vody
- určit hmotnost m_2 vody s ledem
- z průběhů teplot určit teplotu t_1 ohřáté vody v kalorimetru a výslednou teplotu t_0 po rozpuštění ledu (původní teplota ledu $t_2 = 0$ °C)
- odchylky všech hmotností jsou 0,1 g, odchylky všech teplot jsou 0,05 °C
- vypočítat skupenské teplo tání l_t a odchylku ϑ_c

$$l_t = \frac{(m_1 \cdot c_0 + K)(t_1 - t_0)}{m_2 - m_1} - c_0(t_0 - t_2)$$

- vypočítat aritmetický průměr skupenského tepla tání \bar{l}_t a odchylku $\bar{l}_t \pm \vartheta_{l_t}$

poznámka:

Všechny výsledky zaokrouhlete podle odchylky zaokrouhlené na jednu platnou číslici a uveďte ve tvaru $(X \pm \vartheta_X)$ s příslušnými jednotkami.