

Určení měrné tepelné kapacity pevného tělesa

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření; objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou

Klíčová slova: teplota, teplo, kalorimetr, kalorimetrická rovnice, izolovaná soustava, tepelná kapacita, měrná tepelná kapacita

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

90 min

Obtížnost:

střední

Úkol Určete na základě experimentu měrnou tepelnou kapacitu pevného tělesa. Výslednou hodnotu porovnejte s tabulkovou. Odhadněte přesnost měření a případně navrhněte, jak postup zpřesnit.

Pomůcky LabQuest, bodový teploměr Vernier, varná konvice, směšovací kalorimetr, pevné těleso z hliníku, železa nebo mosazi, váhy, odměrný válec

Teoretický úvod Směšovací kalorimetr je tepelně izolovaná nádoba skládající se ze dvou od sebe oddělených a tepelně izolovaných nádob. Jeho součástí je víčko, míchačka a teploměr. Kalorimetr jako takový se při experimentech v něm prováděných zahřeje nebo ochladí, a tím odebere nebo předá část energie studované soustavě. V experimentální praxi je vždy nutné nejprve určit jeho tepelnou kapacitu neboli množství tepla, které musíme kalorimetru dodat/odebrat, aby změnil svou teplotu o 1 °C. Její jednotkou je J/°C.

Ve vlastním experimentu určení měrné tepelné kapacity pevného tělesa sestavíme kalorimetrickou rovnici následujícím způsobem: $Q_1 + Q_c = Q_2$, kde Q_1 je teplo přijaté studenou vodou v kalorimetru, Q_c je teplo přijaté kalorimetrem a Q_2 teplo odevzdané horkým tělesem. Tato rovnice vyjadřuje zákon zachování energie izolované soustavy kalorimetru.

Po dosazení za tepla Q získá rovnice tvar $c_1 m_1 (t - t_1) + C(t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t)$. Pro hledanou měrnou tepelnou kapacitu pevného tělesa c_2 pak dostáváme:

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

V případě určení tepelné kapacity kalorimetru je rovnice stejná, konstanty c_1 a c_2 jsou shodné (měrná tepelná kapacita vody) a z rovnice vyjadřujeme tepelnou kapacitu C .

Vypracování



Měrná tepelná kapacita pevného tělesa

a) Určení tepelné kapacity kalorimetru

V tomto přípravném experimentu nalijeme do kalorimetru horkou vodu o známé hmotnosti. V odměrném válci si poté odměříme určitý objem (a tím i hmotnost) studené vody. Bodovým teplotním čidlem připojeným k LabQuestu změříme teplotu studené vody a potom horké vody v kalorimetru. Studená voda mezitím nezměnila svou teplotu, takže ji můžeme smíchat s horkou vodou v kalorimetru. Měříme výslednou teplotu po ustálení tepelné rovnováhy. Z kalorimetrické rovnice určíme výpočtem tepelnou kapacitu kalorimetru. Experiment opakujeme třikrát a spočítáme aritmetický průměr těchto měření.

b) Určení měrné tepelné kapacity pevného tělesa

Teprve nyní můžeme přistoupit k měření měrné tepelné kapacity pevného tělesa. Pevné těleso z vybraného kovu ohříváme přibližně 5 minut ve vodě ve varné konvici. Do kalorimetru mezitím nalijeme studenou vodu o známé hmotnosti a teplotě. Horké těleso, jehož teplotu určíme měřením teploty vody v konvici, **rychle přeneseme** do vody v kalorimetru. **Musí být celé ponořené!** Uzavřeme kalorimetr, vyčkáme ustanovení tepelné rovnováhy a odečteme výslednou teplotu na LabQuestu. Z kalorimetrické rovnice vypočítáme měrnou tepelnou kapacitu daného materiálu. V případě dostatku času opakujeme i toto měření třikrát.

Závěr Výsledek porovnejte s tabulkovou hodnotou a odhadněte přesnost měření. Určete procentuální odchylku od tabulkové hodnoty.