

**TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
DREVÁRSKA FAKULTA**

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky



Predmet: Fyzika

Laboratórna úloha: 4 Určovanie hmotnostnej tepelnej kapacity.

Akad. rok:

Dátum:

Meno účastníka skupiny	Úloha	Emócie/dojmy – hodnotenie práce (body)	Podiel člena v %	Hodnotenie
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		

Teória

Hmotnostnú tepelnú kapacitu c látky definujeme ako veličinu, ktorej číselná hodnota udáva teplo potrebné na zohriatie 1 kg látky o 1 Kelvin. Základom pre jej meranie je teda rovnica

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

z ktorej vyplýva, že množstvo tepla Q , ktoré je potrebné dodať látke je priamoúmerné jej hmotnosti m a rozdielu teplôt Δt . Konštantou priamej úmernosti je hmotnostná tepelná kapacita c príslušnej látky.

Použitím tejto rovnice a zákona zachovania energie pri tepelnej výmene môžeme odvodiť vzťah pre hmotnostnú tepelnú kapacitu pevnej látky, ktorú určujeme v zmiešavacom kalorimetri.

Zmiešavací kalorimeter je zariadenie zabraňujúce tepelným stratám do okolia.

Do vnútornej nádoby kalorimetra s hmotnosťou m_k , ktorá je zhotovená z kovu so známou hmotnostnou tepelnou kapacitou c_k , nalejeme vodu so známou hmotnostnou tepelnou kapacitou c_v , hmotnosťou m_v a počiatočnou teplotou t_1 . Po čase túto teplotu dosiahne aj vnútorná nádoba kalorimetra. Potom do kalorimetra s vodou vložíme teleso hmotnosti m zohriate predtým na vyššiu teplotu t_2 , ktorého hmotnostnú tepelnú kapacitu c chceme určiť. Následne kalorimeter zavrieme, premiešame a necháme prebehnúť tepelnú výmenu, až kým sa teplota všetkých telies neustáli na hodnote t . Označme Q_1 množstvo tepla, ktoré prijmú kalorimeter a voda od telesa a Q_2 označme teplo, ktoré odovzdá teleso. Ak zanedbáme tepelné straty, tak zo zákona zachovania energie pri tepelnej výmene platí:

$$Q_1 = Q_2$$

Po dosadení

$$m_k \cdot c_k \cdot (t - t_1) + m_v \cdot c_v \cdot (t - t_1) = m \cdot c \cdot (t_2 - t)$$

A po vyjadrení hľadanej hmotnostnej tepelnej kapacity

$$c = \frac{m_k \cdot c_k \cdot (t - t_1) + m_v \cdot c_v \cdot (t - t_1)}{m \cdot (t_2 - t)} \quad (4.1)$$

Kde:

m_k je hmotnosť vnútornej nádoby kalorimetra (kg),

c_k je hmotnostná tepelná kapacita vnútornej nádoby kalorimetra ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

m_v je hmotnosť vody v kalorimetri (kg),

c_v je hmotnostná tepelná kapacita vody ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

m je hmotnosť skúmaného telesa (kg),

c je hmotnostná tepelná kapacita skúmaného telesa ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

t_1 je počiatočná teplota vody s kalorimetrom ($^{\circ}\text{C}$),

t_2 je počiatočná teplota skúmaného telesa ($^{\circ}\text{C}$),

t je výsledná teplota sústavy v rovnovážnom stave ($^{\circ}\text{C}$).

Pomôcky

Zmiešavací kalorimeter, termočlánky, kovové telesá, hrniec, varič, stojan s držiakom na telesá.

Cieľ: Experimentálne určenie hmotnostnej tepelnej kapacity látok.

Pracovný postup:

1. Naplníme hrniec vodou a necháme ju zovrieť na variči.
2. Odvážení zistíme hmotnosti telies m , ktorých hmotnostnú tepelnú kapacitu meriame.

- Odvážime vnútornú nádobu kalorimetra – m_k . Potom nalejeme do nej (do 3/4 objemu) studenú vodu a znovu odvážime. Rozdiel hmotností plnej a prázdnej nádoby je hmotnosť vody m_v . Následne vnútornú nádobu vložíme do vonkajšej, vložíme do nádoby jeden termočlánok a uzavrieme.
- Telesá z neznámych látok vložíme do vody v hrnci a zavesíme pomocou nitky na stojan tak, aby boli celé ponorené vo vode, a pritom sa nedotýkali dna hrnca. Do hrnca vložíme druhý termočlánok.
- Predpokladáme, že počas váženia sa teploty kalorimetra a vody vyrovnali a vsunutý termočlánok meria počiatočnú teplotu t_1 .
- Keď voda na variči už vrije (termočlánok v hrnci ukazuje teplotu 98°C alebo vyššiu), necháme v nej telesá ešte aspoň 5 minút. Teplota telesa je rovná teplote, ktorú meria termočlánok, ktorý je ponorený vo vode v hrnci. Následne otvoríme veko kalorimetra, vyberieme prvé teleso z vriacej vody, vložíme ho do kalorimetra a veko uzavrieme. Premiešame vodu v kalorimetri. Pri prekladaní telesa z vriacej vody do kalorimetra pracujeme čo najrýchlejšie, aby nevznikla veľká chyba merania v dôsledku tepelných únikov.
- Pozorujeme teplotu vody v kalorimetri, ktorá stúpa. Keď sa teplota, ktorú meria termočlánok v kalorimetri ustáli, určíme výslednú teplotu t sústavy v rovnovážnom stave.
- Dosadením všetkých nameraných veličín do rovnice (4.1) vypočítame hmotnostnú tepelnú kapacitu neznámej látky.
- Porovnáme náš výsledok s tabuľkovou hodnotou hmotnostnej tepelnej kapacity kovu a určíme percentuálnu odchýlku podľa vzťahu

$$PO = \frac{|c_E - c_T|}{c_T} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

kde c_E je nami nameraná hodnota a c_T je tabuľková hodnota hmotnostnej tepelnej kapacity.

- Uvedený postup opakujeme aj s druhým telesom.

Kontrolné otázky:

A.

- Definujte hmotnostnú kapacitu pevnej látky a uveďte jej jednotku.
- Ktorý zákon je východiskom pre meranie hmotnostnej tepelnej kapacity metódou zmiešavacieho kalorimetra?

B.

- Poukážte na okolnosti, ktoré spôsobujú nepresnosti pri meraniach hustoty, ktoré ste uskutočnili!
- Pri ktorom kroku pracovného postupu môže vzniknúť najväčšia chyba pri určovaní hmotnostnej tepelnej kapacity?

Vyhodnotenie:

Tab.1 Namerané teploty

Vzorka	t_1 (°C)	t_2 (°C)	t (°C)