

<b><i>Slezská univerzita v Opavě – Filosoficko-přírodovědecká fakulta</i></b>			
<b><i>Fyzikální praktikum I – Mechanika a molekulová fyzika</i></b>			
<b>Jméno:</b>	<b>Ročník, obor:</b> První,	<b>Vyučující:</b>	<b>Datum měření:</b>
<b>Akademický rok:</b>	<b>Název úlohy:</b> <b>Základní kalorimetrická měření</b>		<b>Datum odevzdání:</b>
<b>Číslo úlohy:</b>			<b>Hodnocení:</b>

### 1. Cíl úlohy:

- Určete výslednou teplotu kapaliny pomocí směšovacího kalorimetru, stanovte tepelnou kapacitu kalorimetru. Úlohu můžete realizovat smícháním teplé a studené vody.
- Určete měrnou tepelnou kapacitu zkoumané látky. Úlohu můžete realizovat např. pro železo a hliník.

### 2. Teorie úlohy:

Teplota je formou energie, měří se tedy ve stejných jednotkách, tj. joulech – J. Joule je hlavní jednotkou soustavy SI (samozřejmě nikoli základní jednotkou, těch je jen 7). Dříve se pro měření energie provádělo v kaloriích (cal) či kilokaloriích (kcal). *Doplňte do teorie úlohy převodní vztah kcal – J a vysvětlete ho.*

Při zahřívání termodynamická soustava těleso přijímá teplo. Přijaté teplo  $Q$  přijaté můžeme vypočítat podle vztahu

$$Q = c m (t_2 - t_1), \text{ kde}$$

$c$  je měrná tepelná kapacita tělesa. *Doplňte do teorie její zavedení existující dohodou, tj. definicí.* Dále je:

$m$  – hmotnost tělesa,

$t_1$  – počáteční teplota tělesa,

$t_2$  – konečná teplota tělesa.

Obdobně můžeme vyjádřit teplo, které těleso odevzdá při jeho ochlazení.

Měrné tepelné kapacity látek (dříve často také měrná tepla) se běžně určují pomocí kalorimetrů. Kalorimetr je tepelně izolovaná nádoba, často např. *Dewarova nádoba čili termoska* (nedochází tedy k výměně tepla s okolím). Nejjednodušším typem kalorimetru je kalorimetr směšovací, ve kterém je zkoumané látce dodáváno (odebíráno) teplo jinou látkou, jejíž  $c$  známe.

Pak platí, že teplo  $Q_1$ , které jedna látka přijme, se rovná teplu  $Q_2$  odevzdanému druhou látkou, to platí, nedochází-li k výměně tepla s okolím, což je u kalorimetru v podstatě splněno, nepodstatné tepelné ztráty (nebo také zisky) pak můžeme zanedbat.

Platí tedy:

$$Q_1 = Q_2$$

$$c_1 m_1 (t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t), \text{ což je tzv. } \textit{kalorimetrická rovnice} \quad (1)$$

kde

$m_1, m_2$  – hmotnosti těles,

$c_1, c_2$  – měrné tepelné kapacity těles,

$t_1$  – teplota prvního tělesa

$t_2$  – teplota druhého tělesa

$t$  je pak výsledná teplota, která se v kalorimetru ustálí, takže vyjde:

$$t = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}$$

Pokud jsou obě tělesa ze stejné látky je  $c_1 = c_2$  a výslednou teplotu můžeme vypočítat podle zjednodušeného vztahu

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$$

Z rovnice (1) můžeme také vyjádřit měrnou tepelnou kapacitu jednoho z těles:

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

Známe-li ostatní veličiny, můžeme  $c_2$  vypočítat. Při přesnějším měření je třeba počítat i s vlivem kalorimetru, tj. s jeho tepelnou kapacitou  $K$  (*doplňte definici  $K$* ). Pokud je do kalorimetru nejdříve dána látka 1, pak lze psát

$$(c_1 m_1 + K)(t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t), \quad (2)$$

což je kalorimetrická rovnice se zohledněním vlivu kalorimetru, z ní vyjde:

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

### 3. Vlastní měření

#### a) Výsledná teplota a tepelná kapacita kalorimetru

Použité měřicí přístroje a pomůcky

dvě kádinky

směšovací kalorimetr

železné závaží 100 g

zdroje teplé a studené vody

teploměr

#### Postup měření

Určení výsledné teploty vody po smíchání studené a teplé vody

1. Do kádinky dejte studenou vodu.
2. Určete její hmotnost  $m_1$  a změřte její teplotu  $t_1$ . Hmotnost vody můžete případně určit z měření jejího objemu.
3. Do druhé kádinky nalejeme teplou vodu.
4. Určete její hmotnost  $m_2$  a teplotu  $t_2$ .
5. Teplou a studenou vodu smíchejte v kalorimetru a změřte výslednou teplotu  $t$ .
6. Výslednou teplotu  $t$  vypočítejte.
7. Porovnejte výsledky a vysvětlete případný rozdíl.
8. Analogicky stanovte  $K$  kalorimetru.

### **b) určení měrné tepelné kapacity zkoumané látky**

1. Do směšovacího kalorimetru dejte vodu známé hmotnosti a změřte její teplotu.
2. V kádince zahřejte ve vodě železné závaží 100 g na co nejvyšší teplotu.
3. Ohřáté závaží bez prodlev vložte do kalorimetru.
4. Změřte výslednou teplotu vody v kalorimetru.
5. Z naměřených hodnot vypočítejte měrnou tepelnou kapacitu železa.
6. Zopakujte pro hliníkové těleso.
7. Zjištěné výsledky porovnejte s jejich tabulkovými hodnotami, rozdíly vysvětlete.