

PRACOVNÍ LIST

Téma úlohy: Určení měrné tepelné kapacity látky

Pracoval:	Teplota:	Hodnocení:
Třída:	Tlak:	
Datum:	Vlhkost vzduchu:	
Spolupracovali:		

Téma: Určení měrné tepelné kapacity látky

Historie:

Jedním z vědců, kteří velkou měrou přispěli k rozvoji termodynamiky byl Henry Cavendish. Objevy, které učinil, mnohdy nepublikoval a přišlo se na ně až po jeho smrti. Například dokázal, že voda je sloučenina kyslíku s vodíkem. Chemikové považovali vodu za prvek. Nejistil to ovšem pomocí chemické analýzy (rozkladu), protože to chemikové tenkrát ještě neuměli. Cavendish vodu naopak syntetizoval, a to velmi důmyslným způsobem: vytvořil směs vodíku a kyslíku, zapálil ji elektrickou jiskrou, a směs shořela – na vodu. Měřením pak ale prokázal, že váha vzniklé vody se rovná váze obou plynů, které vstoupily do reakce. Jen o rok později syntetizoval další sloučeninu – směs kyslíku a dusíku proměnil elektrickým výbojem v kyselinu dusičnou. Stejně důležité byly i jeho výzkumy ve fyzice. Vrcholem byl slavný pokus v r. 1798, při kterém Cavendish stanovil velikost gravitační konstanty a vypočítal hustotu a hmotnost Země. Ze změn rovnováhy vahadla určil velikost gravitační konstanty a doslova „zvážil Zemi“. Jeho výpočet průměrné hustoty Země $5,5\text{g/cm}^3$ byl téměř dokonale přesný (současné měření udává $5,52\text{g/cm}^3$).

Kalorimetrickou rovnici v přibližně dnešním tvaru zavedl skotský fyzik a chemik Joseph Black (1728–1799), který zavedl pojem latentní teplo a specifické teplo (dnes správněji měrná tepelná kapacita) a jako chemik zkoumal vlastnosti oxidu uhličitého. Výsledkem bylo zavedení kalorimetrické rovnice v tom tvaru, jak se o ní vyučuje v 8. ročníku základního vzdělávání.

Teorie:

Kalorimetrická rovnice je vlastně zákonem zachování mechanické energie při tepelné výměně.

Lze ji psát ve tvaru: $Q_1 = Q_2 + Q_c$,

kde Q_1 ... je teplo, které do tepelné výměny přináší teplejší těleso

Q_2 ... je teplo, které při tepelné výměně přijme chladnější těleso

Q_c ... je teplo, které při tepelné výměně přijme kalorimetr, nebo se může jednat o ztráty

Předpokládáme, že chladnější těleso je před tepelnou výměnou v kalorimetru a má tedy stejnou počáteční teplotu jako on. Rovnice může nabývat i složitějších podob, pokud například při tepelné výměně dochází také ke změnám skupenství. Tuto situaci ale měřit nebudeme.

Kalorimetrickou rovnici rozepíšeme – použijeme vztahy pro výpočet předaného (odevzdaného) tepla pomocí hmotnosti, měrné tepelné kapacity látky a změny teploty:

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

kde je:

- m_1 ... hmotnost teplejšího tělesa
- c_1 ... měrná tepelná kapacita teplejšího tělesa
- t_1 ... počáteční teplota teplejšího tělesa
- m_2 ... hmotnost chladnějšího tělesa
- c_2 ... měrná tepelná kapacita chladnějšího tělesa
- t_2 ... počáteční teplota chladnějšího tělesa
- C ... tepelná kapacita kalorimetru
- t ... výsledná teplota ustálená v kalorimetru

V naší úloze budeme určovat měrnou tepelnou kapacitu teplejšího tělesa – c_1 .

Postup:

1. Tepelnou kapacitu kalorimetru (C) určete výpočtem. Zvažte vnitřní nádobku kalorimetru. Najděte si v tabulkách měrnou tepelnou kapacitu hliníku, ze kterého je nádobka vyrobena. Vynásobením hmotnosti nádoby a měrné tepelné kapacity hliníku získáte tepelnou kapacitu kalorimetru.
2. Do kalorimetru dejte tolik vody z kohoutku, aby se do ní zkoumaný váleček celý ponořil. Hmotnost vody určete pomocí laboratorních vah a poznamenejte si ji (m_2).
3. Teploměrem změřte teplotu vody (t_2), kterou jste dali do kalorimetru .
4. V rychlovarné konvici nahřejte zkoumaný váleček o hmotnosti m_1 (přiveďte vodu s ponořeným předmětem k varu a vařte asi minutu).
5. Předmět vyhřátý na 100°C ($=t_1$) přeneste z rychlovarné konvice co nejrychleji do kalorimetru s vodou.
6. Důkladně pozorujte teplotu v kalorimetru se zkoumaným předmětem. Jakmile se teplota ustálí (popř. začne klesat), poznamenejte si ji (t).
7. Z kalorimetrické rovnice vypočítejte měrnou tepelnou kapacitu válečku c_1 :

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

8. Měření opakujte tolikrát, kolikrát to stihnete.
9. Výsledky zpracujte obvyklým způsobem.
10. Určete materiál, ze kterého je váleček vyroben (podle hodnoty měrné tepelné kapacity). Použijte hodnot z fyzikálních tabulek.

Měření a zpracování výsledků:

$m_1 = \dots\dots\dots$

$C_c = \dots\dots\dots$

$m_c = \dots\dots\dots$

$t_1 = 100^\circ\text{C}$

$c_2 = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

	m_2	t_2	t	c_1	Δc_1
	kg	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Závěr: