

Úloha Fyzikální praktikum pro SŠ

č. 9 Kalorimetrická měření

Měření měrné tepelné kapacity vody elektrickým kalorimetrem

Měrná tepelná kapacita dané látky (obvyklý symbol c) udává množství tepla, které je nutné k ohřátí jednoho kilogramu látky o jeden stupeň Celsia. Pokud tedy ohříváme m kilogramů látky z teploty t_1 na teplotu t_2 (tedy o rozdíl teplot $t_2 - t_1$), potřebujeme k tomu teplo Q

$$Q = mc(t_2 - t_1).$$

V elektrickém kalorimetru dodáváme teplo pomocí elektrického proudu procházejícího topným tělesem. Pro práci elektrického proudu platí vztah:

$$W = UI\tau$$

kde U je napětí na topném tělese, I proud, který jím prochází a τ doba ohřevu. Práce dodaná elektrickým proudem musí být ze zákona zachování energie rovna teplu přijatého kapalinou, tedy

$$W = Q$$

a dosazením z předchozích rovnic

$$UI\tau = mc(t_2 - t_1).$$

Při měření měrné tepelné kapacity postupujeme tak, že v elektrickém kalorimetru ohříváme kapalinu po jistou vhodně zvolenou dobu τ . Veličinu c pak získáme ze vztahu:

$$c = \frac{UI\tau}{m(t_2 - t_1)}.$$

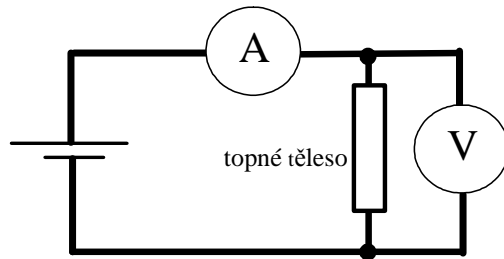
Při přesnějším měření bychom museli vzít v úvahu i dvě následující skutečnosti:

- 1) Topné těleso neohřívá pouze kapalinu, ale i nádobu, teploměr, míchačku a také samo sebe. Zanedbáním tzv. kapacity kalorimetru se dopustíme jisté systematické chyby, která je tím menší, čím větší množství kapaliny ohříváme (ve srovnání s hmotností kalorimetru a jeho příslušenství).
- 2) Kalorimetr nikdy není dokonale tepelně izolovaný a vyměňuje si teplo s okolím. Výhodné je proto začít zahřívat kapalinu o něco chladnější, než je teplota v laboratoři a ohřívat ji v teplotním intervalu přibližně symetrickém kolem laboratorní teploty.

Úkol 1: Změřte pomocí elektrického kalorimetru měrnou tepelnou kapacitu vody.

Postup

1. Kalorimetr naplňte známým množstvím vody o teplotě asi o 5°C nižší, než je teplota místnosti. Hmotnost vody určíte vážením na digitálních vahách.
2. Zapojte topné těleso do elektrického obvodu dle obrázku:



3. Zapojení si nechte zkontrolovat vyučujícím! Zatím nepřipojujte do obvodu napájecí zdroj.
4. Kalorimetr umístěte na magnetickou míchačku a vložte do něj míchací tělísko. Digitálním teploměrem změřte pečlivě počáteční teplotu vody.
5. Zapněte napájecí zdroj. Za stálého míchání ohřívejte lázeň až na teplotu asi o 5°C vyšší, než je teplota místnosti. Měřte celkovou dobu ohřevu, napětí a proud v obvodu.
6. Z naměřených hodnot vypočítejte měrnou tepelnou kapacitu vody a srovnajte ji s tabulkovou hodnotou.

Měření tepelné kapacity zahřívacího polštářku

Zahřívací polštářek obsahuje vodný roztok octanu sodného, který po iniciaci (klapnutím startovacího plíšku) začne tuhnout. Při tuhnutí se uvolňuje skupenské teplo, které polštářek ohřívá.

Úkol 2: Změřte tepelnou kapacitu zahřívacího polštářku.

1. Do kalorimetru (Dewarovy nádoby) nalijte asi 300ml vody o teplotě přibližně rovné teplotě místnosti. Hmotnost vody m předem určete vážením na digitálních vahách.
2. Změřte počáteční teplotu vody t_1 .
3. Iniciujte polštářek a okamžitě jej vhodte do vodní lázně.
4. Za občasného míchání měřte teplotu až do té doby, kdy se její růst zastaví. Poznamenejte si konečnou teplotu t_2 .
5. Tepelnou kapacitu polštářku Q_p vypočítejte podle vztahu:

$$Q_p = mc(t_2 - t_1).$$

kde c je měrná tepelná kapacita vody (zjistíme v tabulkách – viz předchozí úkol).

Při tomto jednoduchém postupu jsme zanedbali teplo potřebné k ohřevu samotného polštářku a vlastní nádoby kalorimetru. Chyba je tím menší, čím více vody jako náplň kalorimetru použijeme. Na druhé straně příliš velké množství vody by se polštářkem ohřálo jen málo a malý teplotní rozdíl by nebylo možné určit s dostatečnou přesností.

Pozn.

Je výhodné začít laboratorní úlohu úkolem č. 2 a během tuhnutí zahřívacího polštářku měřit úlohu č. 1.