

Cílem úlohy je změřit vyzkoušet si absolutní měření měrné tepelné kapacity vody elektrickým kalorimetrem a stanovit teplo uvolněné tuhnutím octanu sodného v zahřívacím polštářku.

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:

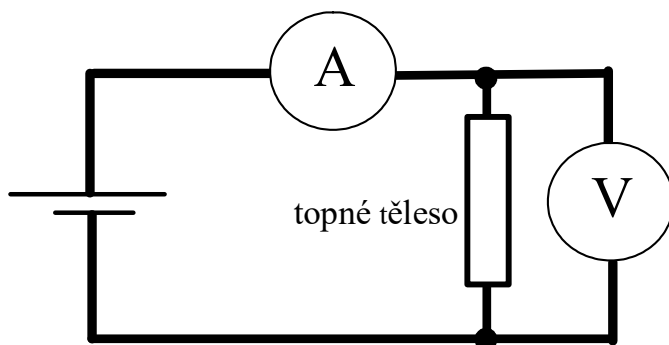
- 1) Topné těleso neohřívá pouze kapalinu, ale i nádobu, teploměr, míchačku a také samo sebe. Zanedbáním tzv. kapacity kalorimetru se dopustíme jisté systematické chyby, která je tím menší, čím větší množství kapaliny ohříváme (ve srovnání s hmotností kalorimetru a jeho příslušenství).
- 2) Kalorimetr nikdy není dokonale tepelně izolovaný a vyměňuje si teplo s okolím. Výhodné je proto začít zahřívát kapalinu o něco chladnější, než je teplota v laboratoři a ohřívát 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 **s váživostí do 3 kg**.
2. Zapojte topné těleso do elektrického obvodu dle obrázku 1.
3. Zapojení si nechte zkontrolovat vyučujícím! Zatím nepřipojujte do obvodu napájecí zdroj.
4. Kalorimetr umístěte na magnetickou míchačku a vložte do něj míchací tělíčko. Digitálním teploměrem změřte pečlivě počáteční teplotu vody.
5. Zapněte napájecí zdroj. Za stálého míchání ohřívajte 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 vypočtete měrnou tepelnou kapacitu vody a srovnejte ji s tabulkovou hodnotou.



Obrázek 1

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 teplo uvolněné zahřívacím polštářkem

1. Do kalorimetru (Dewarovy nádoby) nalijte asi 300 ml 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 vhod'te 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. Teplo uvolněné polštářkem Q_p vypočtete 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.

Poznámka

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