

Změny skupenství látek

# Měrné skupenské teplo tání ledu

Mirek Kubera

**Výstup RVP:** žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření, objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou

**Klíčová slova:** led, skupenství, změna skupenství, měrné skupenské teplo tání, teplo, tání, kalorimetr

**Laboratorní práce**

Doba na přípravu:

**10 min**

Doba na provedení:

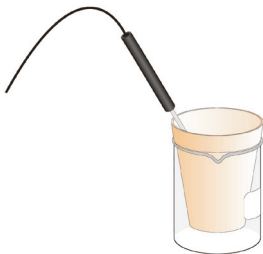
**45 min**

Obtížnost:

**nízká**

**Úkol** Určete na základě experimentu měrné skupenské teplo tání ledu. Výsledek porovnejte s tabulkovou hodnotou.

**Pomůcky** Počítač, USB teploměr Go!Temp, kádinka 250 ml, pěnový pohárek, váha, teplá voda, odměrný válec 100 ml, papírové ubrousky či ručníky, kostky ledu



**Teoretický úvod** Během tání je teplo pohlcováno tajícím tělesem. V tomto experimentu se pokusíme určit, kolik tepla je potřeba k roztání 1 g ledu (jinak řečeno, určíme měrné skupenské teplo tání ledu). Teplo (v J) potřebné k tání ledu pochází z ochlazující se teplé vody. Změříme ho za pomoci kalorimetru – izolované nádoby doplněné teploměrem. Vyrobíme si jednoduchý kalorimetr z pěnového pohárku, 250 ml kádinky a USB teploměru spojeného s počítačem.

- Postup**
- 1) Spojte počítač s USB teploměrem. Abychom měli jistotu, že všechen led roztaje dříve, než skončí měření, nastavme dobu měření na 300 s.
  - 2) Umístěte pěnový pohárek do kádinky nebo sklenice. Získá lepší stabilitu. Zvažte kalorimetr (pěnový pohárek + kádinka). Změřenou hodnotu zapište do tabulky.
  - 3) V odměrném válci odměřte 100 ml vody o teplotě asi 30 °C. Nalijte ji do pěnového pohárku a znovu zvažte celou soustavu (pěnový pohárek + kádinka + voda). Změřenou hodnotu zapište do tabulky.
  - 4) Vložte do teplé vody teploměr. Před přidáním ledu musí být teploměr ve vodě alespoň 45 s.
  - 5) Rozbijte na ručníku ledovou kostku. Spusťte měření. Po načtení několika teplot vložte do vody v pěnovém pohárku kousky ledu, které jste předtím osušili.
  - 6) Obsah v pěnovém pohárku lehce míchejte teploměrem. Když všechen led roztaje, teplota přestane klesat. Nyní můžete zastavit měření.
  - 7) Znovu zvažte soustavu (pěnový pohárek + kádinka + voda + roztátý led).
  - 8) Z grafu odečtete počáteční a konečnou teplotu vody v kalorimetru.

Naměřené hodnoty (každé měření proveďte dvakrát):

hmotnost pěnového pohárku a kádinky (g)		
hmotnost pěnového pohárku, kádinky a teplé vody (g)		
hmotnost pěnového pohárku, kádinky, teplé vody a roztátého ledu (g)		
počáteční teplota vody (maximum) ... $t_1$ (°C)		
konečná teplota vody (minimum) ... $t_2$ (°C)		

## Určení měrného skupenského tepla tání ledu

- Výpočty**
- 1) Určete (v g) hmotnost teplé vody, kterou jste přilili do kalorimetru.
  - 2) Vypočítejte rozdíl teploty vody  $\Delta t$  ( $\Delta t = t_1 - t_2$ ).
  - 3) Spočítejte teplo odevzdané vodou při jejím ochlazování:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ . V tomto vztahu  $Q$  značí teplo (v J),  $\Delta t$  změnu teploty (ve  $^{\circ}\text{C}$ ),  $m$  hmotnost ochlazované vody (v g) a  $c$  je konstanta  $c = 4,18 \text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ .
  - 4) Určete hmotnost tajícího ledu (v g).
  - 5) Vypočítejte za pomoci předchozích výsledků teplo potřebné k roztátí 1 g ledu (v J/g).
  - 6) Tabulková hodnota tepla potřebného k roztátí 1 g ledu je  $334 \text{ J/g}$  ( $= 334 \text{ kJ/kg}$ ). Vypočítejte procentuální odchylku vašeho měření podle vztahu

$$\% \text{ odchylka} = \frac{I_{\text{exp}} - I_{\text{teor}}}{I_{\text{teor}}} \cdot 100 \%$$

- 7) Jaký předpoklad jsme museli učinit o teple odevzdaném vodou v kalorimetru v porovnání s teplem získaným ledem?

**Výsledky měření**

	měření č. 1	měření č. 2
hmotnost teplé vody (g)		
rozdíl teplot ( $^{\circ}\text{C}$ )		
dodané teplo (J)		
hmotnost tajícího ledu (g)		
měrné skupenské teplo tání ledu (J/g)		
procentuální odchylka		

- Úloha pro zvidavé** Navrhněte a realizujte experiment, který by měl odpovědět na otázku, zda kostka ledu vzata přímo z mrazáku a umístěná do kalorimetru potřebuje ke svému roztátí stejnou energii na 1 g jako led, který byl vyjmut z mrazáku deset minut před experimentem.

Změny skupenství látek

# Měrné skupenské teplo tání ledu

Mirek Kubera

Chcete-li mladším studentům ulehčit měření, namíchejte větší množství vlažné vody před hodinou.

Ledové kostky by měly být mokré, což znamená, že mají teplotu tání. Je potřeba je vyndat z mrazáku 15–20 minut před realizací experimentu. Pomáhá také, když dáme led do studené vody. Získáme tak směs vody a ledu o teplotě tání.

Před umístěním kousků ledu do kalorimetru je osušte papírovou utěrkou nebo ručníkem.

**Ukázka  
výsledků  
(naměřené  
hodnoty)**

hmotnost pěnového pohárku a kádinky (g)	90,5	97,0	95,3
hmotnost pěnového pohárku, kádinky a teplé vody (g)	187,3	195,5	193,9
hmotnost pěnového pohárku, kádinky, teplé vody a roztátého ledu (g)	210,7	222,9	224,9
počáteční teplota vody (maximum) ... $t_1$ (°C)	28,5	27,5	26,9
konečná teplota vody (minimum) ... $t_2$ (°C)	8,7	6,7	4,2

**Ukázka  
výsledků  
(vypočítané  
hodnoty)**

	měření č. 1 kelímek KFC	měření č. 2 kelímek McDonald	měření č. 3 kelímek Lavazza
hmotnost teplé vody (g)	96,8	98,5	98,6
rozdíl teplot (°C)	19,8	20,8	22,7
dodané teplo (J)	8012	8564	9356
hmotnost tajícího ledu (g)	23,4	27,4	31,0
měrné skupenské teplo tání ledu (J/g)	342	312	302
procentuální odchylka	2,4%	6,6%	9,6%

Procentuální odchylka naměřené hodnoty (první měření) a teoretické hodnoty je přibližně 2,4 %, což lze považovat za výborný výsledek. Většinou měření vychází s odchylkou kolem 10 %. Vezmeme-li v úvahu tepelnou kapacitu kalorimetru (kelímku + kádinky + termoměru), která je přibližně 7 J/°C, zmenší se odchylka měření o 3 %. V práci s mladšími žáky však tuto hodnotu doporučuji zanedbat.