

# Změna teploty při rozpouštění



## Pomůcky

Teplotní čidlo Vernier TMP-BTA, kádinka, kuchyňská sůl, hydroxid sodný (v perličkách), ochranné rukavice, brýle nebo obličejový štít, váhy.

## Teorie

Rozpouštění pevných látek může být spojeno s uvolňováním energie do okolí (exotermický děj), nebo s jejím odebíráním z okolí (endotermický děj). Veličina udávající, kolik energie se při rozpouštění uvolní/spotřebuje, se označuje jako rozpouštěcí teplo (entalpie rozpouštění) a je obvykle vztažena na gram látky.

Cílem tohoto experimentu je nejprve výpočtem předpovědět růst či pokles teploty při rozpouštění a poté vypočítanou hodnotu ověřit experimentem.

## Příprava měření

1. Pomocí USB kabelu připojte rozhraní LabQuest Mini k počítači.
2. Do rozhraní LabQuest Mini zapojte čidlo Vernier TMP-BTA.
3. Spustíte program Logger Lite, vyberte v menu *Experiment* → *Sběr dat*, nastavte dobu měření na 100 sekund, zaškrtněte *Nepřerušovaný sběr dat* a potvrďte.
4. Odvažte 10 g kuchyňské soli a do kádinky si připravte 100 ml vody.
5. Vypočítejte, jak by se měla změnit teplota vody poté, co se v ní sůl rozpustí.

## Orientační výpočet před vlastním experimentem

Rozpouštěcí teplo (entalpie rozpouštění) kuchyňské soli je podle Wikipedie asi 66 J/g (při teplotě 25 °C), tj. na rozpuštění každého gramu soli je třeba dodat 66 J – jedná se tedy o endotermický děj. Pro rozpuštění 10 gramů soli je proto potřeba dodat teplo



$$Q = 10 \text{ g} \cdot 66 \frac{\text{J}}{\text{g}} \doteq 660 \text{ J}.$$

Pokud by se tato energie získala ochlazením vody, lze změnu teploty  $\Delta t$  odhadnout ze vztahu  $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ , kde  $c$  je měrná tepelná kapacita vody ( $4,2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) a  $m$  je hmotnost vody (100 g). Výpočtem dostaneme:

$$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} \doteq \frac{660}{4,2 \cdot 100} \text{ } ^\circ\text{C} \doteq 1,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota by tedy rozpouštěním měla klesnout o přibližně 1,6 °C.

## Provedení experimentu

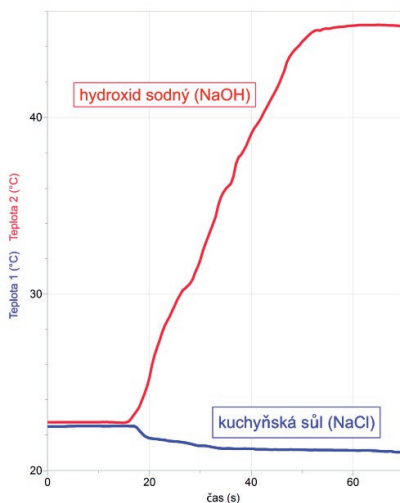
1. Do nádoby s vodou vložte teploměr a tlačítkem  spustíte měření.
2. Nechte měřenou teplotu ustábit a poté nasypete do vody odváženou sůl.
3. Za stálého míchání sledujte změny teploty. Jakmile teplota přestane klesat, je veškerá sůl rozpuštěna a tlačítkem  můžete ukončit měření.
4. Odečtěte v grafu rozdíl mezi počáteční a minimální teplotou a porovnejte ho s vypočítaným údajem (předpovědí).

## Ukázka naměřených dat

V případě kuchyňské soli byl naměřen pokles teploty o 1,4 °C (odhad byl 1,6 °C).

## Stejný experiment s hydroxidem sodným

Totéž měření zopakujte s hydroxidem sodným NaOH – přibližně 10 g NaOH rozpustíte opět v přibližně 100 ml vody. Rozpouštěcí teplo NaOH je oproti NaCl výrazně větší, a to -1100 J/g (znaménko minus značí, že reakce je exotermická a teplo se při ní uvolňuje). Výpočet předpovídá nárůst teploty o 26 °C, při experimentu jsme naměřili nárůst teploty o 22 °C.



## Závěr

Experiment demonstruje endotermický a exotermický děj. Současně je názornou ukázkou toho, jak lze výpočtem předpovídat výsledky měření.

## Poznámky

- Hydroxid sodný je nebezpečná žíravina – při práci s ním zamezte styku s kůží a chráňte oči! Nevdechujte výpary ze vzniklého roztoku!
- Je správně, že předpovězené změny teploty jsou vždy větší než výsledky experimentů – zjednodušený výpočet totiž zahrnul pouze změnu teploty vody. Při experimentu se ovšem ochlazuje/ohřívá rovněž rozpouštěná látka, nádoba a také samotný teploměr.
- Podobně realizovaný experiment ukazuje též video [www.vernier.cz/video/energie-potrebna-k-rozpusteni-soli](http://www.vernier.cz/video/energie-potrebna-k-rozpusteni-soli)