

Rozpouštění solí a entalpie?

Jméno:

Třída:

Jméno spolupracovníka:

Datum:

Úvod

Při rozpouštění solí často dochází k tepelným změnám. Tyto změny tepla ale nelze měřit přímo. Musíme využít alternativní či nepřímé metody měření tepelného zbarvení.

Cíle

- Určete množství tepla, které se uvolní při rozpouštění vámi zvolené soli.

Než začneme s laborováním

1. Pro tuto úlohu si bude potřeba vybrat jednu sůl z nabídky – podtrhněte vámi vybranou sůl, či dopište vzorec vámi zvolené soli mimo nabídku:

KNO₃, KI, NaCl, NaNO₃, NH₄NO₃, CuSO₄·5H₂O, KF, případně si můžete vybrat i jinou sůl

2. Na rozpouštění solí ve vodě dochází k její disociaci na ionty. Napište rovnici disociace vámi zvolené soli:
3. Navrhněte hypotézu (vyber):
Bude rozpouštění vaší soli při rozpouštění ve vodě děj endotermní či exotermní? Zdůvodněte vaši hypotézu:

Postup práce

Pomůcky

odměrný válec, plastový kelímek, magnetická míchačka, teflonové míchadlo, Vernier teploměr, předvážky, malá kádinka, lžička

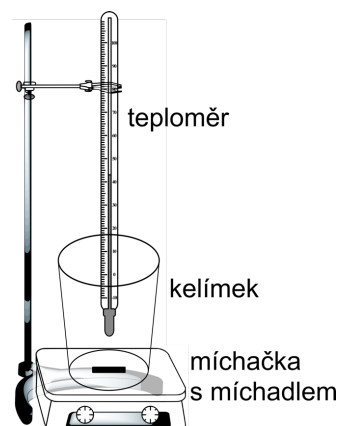
Chemikálie

zvolená sůl z nabídky, destilovaná voda

1. Sestavte si aparaturu dle nákresu Obr. 1:
2. Připojte teplotní čidlo k počítači – návod v příloze.
3. Do kelímku nalijete 100 ml vody. Vodu míchejte magnetickým míchadlem na elektromagnetické míchačce po celou dobu experimentu.
4. Na předvážkách si do malé kádinky navážte 5 g soli.
5. V programu *Graphical Analysis* spusťte experiment kliknutím na ikonu „Zahájit měření“ na horní liště okna.

ZAHÁJIT MĚŘENÍ

6. Navážených 5 g soli přisypte do vody v 10. sekundě experimentu.
7. Pozorujte změnu teploty vody.
8. Po proběhnutí měření vypláchněte kelímek vodou.
9. Experiment můžete opakovat i s další solí.



Obr. 1 Nákres aparatury

Vyhodnocení

1. Vložte graf s naměřenou křivkou závislosti teploty na čase a vámi odečtený rozdíl teploty. – přiložit online
2. Vypočítejte molární rozpouštěcí entalpii vámi zvolené soli:

hmotnost soli / g	objem vody / ml	hmotnost roztoku / kg	teplota na začátku / °C	teplota po reakci / °C	rozdíl teplot ΔT / °C	změna tepla ΔQ / J
5	100					
5	100					

Vztah pro výpočet změny tepla: $\rho(\text{roztoků}) = 1 \text{ g cm}^{-3}$ $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $c = 4180 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

hmotnost soli / g	objem vody / ml	$n(\text{soli})$ / mol	změna tepla ΔQ / kJ	změna entalpie ΔH_r / kJ	molární entalpie ΔH_{neu} / kJ mol ⁻¹
5	100				
5	100				

Vzorečky:

$$\Delta H_{\text{roz}} = -\Delta Q$$

$$\Delta H_{\text{roz}}^0 = \frac{\Delta H_{\text{roz}}}{n}$$

3. Jak se změní teplota směsi, když vámi zvolená sůl bude naopak krystalizovat z roztoku? Na základě čeho (jakého zákona) lze tepelné zabarvení tohoto děje odhadnout?

Závěr

Potvrdil experiment vaši hypotézu z úvodu cvičení? Proč ano či proč ne?

Vysvětlení pro zvědavé

V této úloze se měřilo teplo potřebné (případně uvolněné) pro rozpuštění látek ve vodě. Při rozpuštění látky ve vodě dochází k rozbití původních vazebných interakcí soli a dokonce i vody. Tento proces je endotermický a platí $\Delta H_1 > 0$ a $\Delta H_2 > 0$. Následně dojde ke vzniku nových interakcí mezi částicemi v roztoku a dojde k ohřátí vody. Platí tedy $\Delta H_3 < 0$. Výsledná entalpie roztoku se vyjádří vztahem:

$$\Delta H_{\text{roz}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

Znaménko ΔH_{roz} tak může být kladné, záporné nebo dokonce 0. Předpokládáme, že po přidání soli do vody je systém tepelně izolovaný. To znamená, že rozpuštěná látka potřebnou energii (entalpii) přijme od vody, což se projeví snížením teploty směsi. Naopak případná uvolněná energie z rozpouštění se předá vodě, což se projeví vzrůstem teploty směsi. Z fyziky známe následující vztah:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

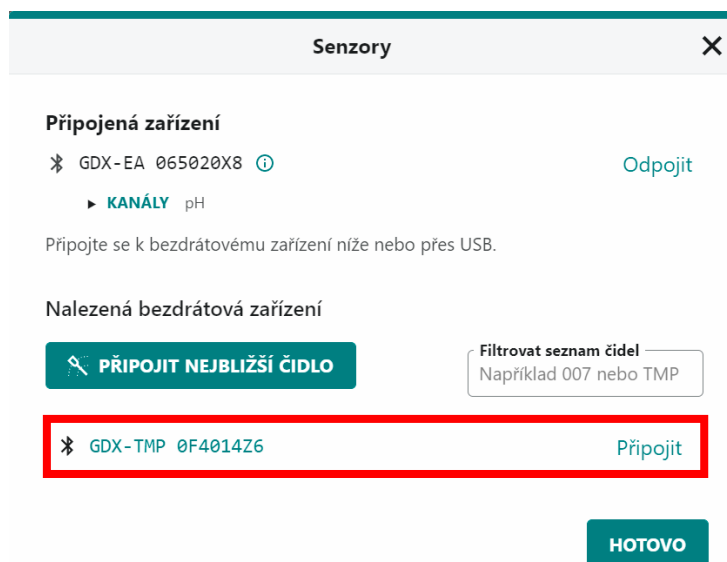
kde Q je teplo potřebné k ohřátí soustavy v J, m je hmotnost soustavy v kg, c je měrná tepelná kapacita (pro vodu $c = 4180 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$) a ΔT je změna teploty v K. (Jelikož mají Kelvin i stupeň Celsia stejnou velikost a zde se počítá rozdíl dvou teplot, mohou se údaje o teplotě roztoku dosazovat přímo ve stupních Celsia.) Tímto vztahem se vypočítá kolik energie voda vydala, případně přijala. Následně se tato energie (s opačným znaménkem) vztáhne na jeden mol rozpouštěné látky a získá se tak molární rozpouštěcí entalpie.

Příloha: Připojení čidla a nastavení měření

1. Čidlo zapněte delším stiskem vypínače. Zapnutí je indikováno blikáním červené diody.
2. Na počítači spusťte program *Graphical Analysis*. Na úvodním okně kliknete na „Měření pomocí senzoru“.



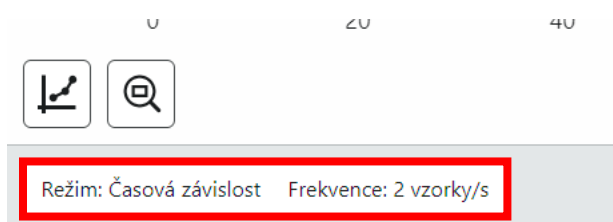
3. Program vyhledá dostupná čidla a zobrazí jejich seznam, případně také automaticky připojí naposledy použité čidlo. Připojte čidlo k počítači.



Identifikační číslo konkrétního čidla najdete na jeho štítku.



4. V levém spodním rohu kliknete na ikonu nastavení režimu měření.



5. V horním rozbalovacím seznamu zvolte „Časová závislost“.

Nastavení měření [X]

Režim Časová závislost

Jednotky času s

Frekvence 2 vzorky/s

Interval 0,5 s/vzorek

Zahájit měření Ručně
 Hodnotou měřené veličiny

Zastavit měření Po 180 s trvání experimentu
 Ručně

Celkový počet naměřených bodů 361

Označování dat Zakázáno
 Povoleno

STORNO HOTOVO

Čas (s)

6. Do pole „Zastavit měření“ nastavte dobu trvání experimentu na 120 s.