

Tepelné zbarvení reakce při rozpouštění bezvodé a hydratované soli

Cílem této úlohy je porovnat tepelné zbarvení reakcí při rozpouštění síranu měďnatého CuSO_4 a jeho pentahydrátu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a přibližně stanovit jejich molární rozpouštěcí tepla a molární hydratační tepla. Měření provedeme s počítačem a programem Logger Lite.

Pomůcky:

- USB teploměr [Vernier Go!Temp](#)
- magnetická míchačka (např. [Vernier STIR](#)) nebo míchací tyčinka
- kádinky 100 cm³ a 150 cm³
- odměrný válec
- laboratorní váhy
- váženka a lžička



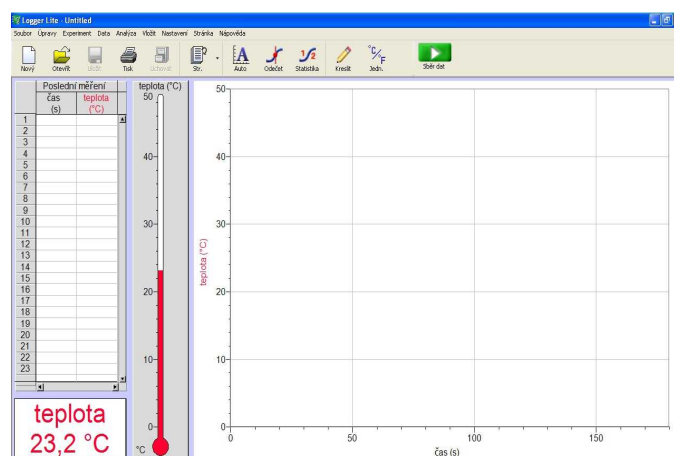
Chemikálie:

- bezvodý síran měďnatý CuSO_4
- pentahydrát síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- destilovaná voda

Postup při měření:

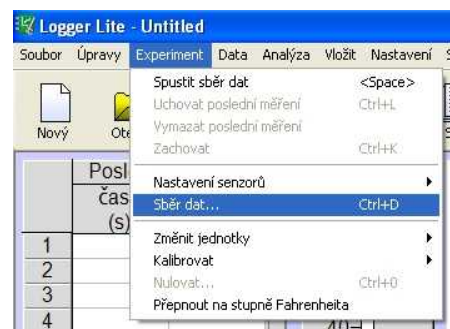
1. Připojení USB teploměru:

Spusťte program Logger Lite a do USB portu počítače připojte teploměr Vernier Go!Temp. Dojde k jeho automatickému rozpoznání a objeví se připravený prázdný graf.




2. Parametry měření:

Měření je automaticky nastaveno na dobu trvání **180 s** a vzorkovací frekvenci **2 Hz**. Tyto parametry pro naše měření vyhovují, pokud byste je přesto chtěli změnit, vyberte možnost *Experiment – Sběr dat* nebo použijte klávesovou zkratku CTRL+D. V okně, které se následně objeví, můžete parametry měření změnit.




3. Odvažte 16 g bezvodého síranu měďnatého (CuSO_4).
4. Do kalorimetru složeného ze dvou do sebe vložených kádinek nalijte $95,5 \text{ cm}^3$ destilované vody o laboratorní teplotě, ponořte do ní USB teploměr a začněte míchat.

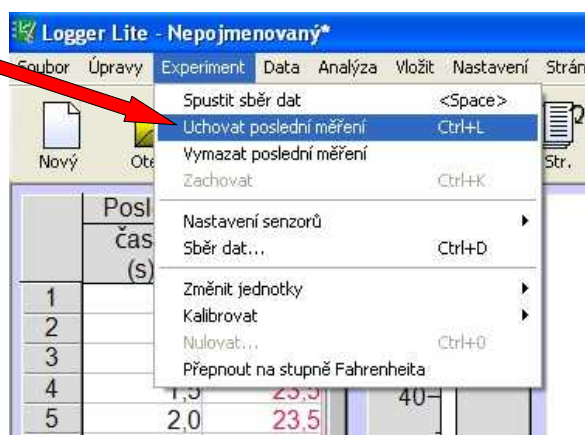
5. Spusťte měření tlačítkem: 

6. Začne se vykreslovat závislost teploty na čase. Po 50 s měření přisypte do kalorimetru odvážené množství bezvodého CuSO_4 a pozorujte, jak dochází k ustálení teploty. Po uplynutí 180 sekund se měření automaticky ukončí.

7. Vyberte *Experiment – Uchovat poslední měření* (také klávesová zkratka CTRL+L). Naměřená závislost se do grafu zafixuje a program je připraven opět měřit. Odvažte 25 g pentahydrátu síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, tzv. modrá skalice).

8. Vymyjte kalorimetr a nalijte do něj $91,5 \text{ cm}^3$ destilované vody. Ponořte do vody USB teploměr a začněte míchat.

9. Měření spusťte opět tlačítkem: 



10. Po 50 s měření přisypte do kalorimetru odvážené množství $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a pozorujte, jak dochází k ustálení teploty. Po uplynutí 180 sekund se měření automaticky ukončí.

11. Výsledkem měření jsou dvě závislosti teploty na čase vykreslené do jediného grafu, které můžete použít jako demonstraci rozdílu mezi endotermickou a exotermickou reakcí.

Interpretace výsledků:

Reakční teplo (neboli tepelné zabarvení reakce) vyjadřuje množství tepla, které systém při reakci vyměňuje s okolím. U reakcí probíhajících za stálého tlaku (v otevřené nádobě) je dáno změnou entalpie. Z určení teplotního rozdílu před zředěním a po něm a ze známé hodnoty tepelné kapacity soustavy se reakční (rozpouštěcí) teplo vypočte jako:

$$Q = C(T' - T)$$

Molární rozpouštěcí teplo pak určíme jako:

$$Q_m = \frac{Q}{n} = \frac{C(T' - T)}{n},$$

kde C je tepelná kapacita soustavy, T počáteční teplota před zředěním, T' koncová teplota po zředění a n látkové množství.

Hydratační teplo odpovídá rozdílu hodnot tepelného zabarvení reakce, tedy rozdílu molárních rozpouštěcích tepel bezvodé soli a hydrátu.

Poznámky:

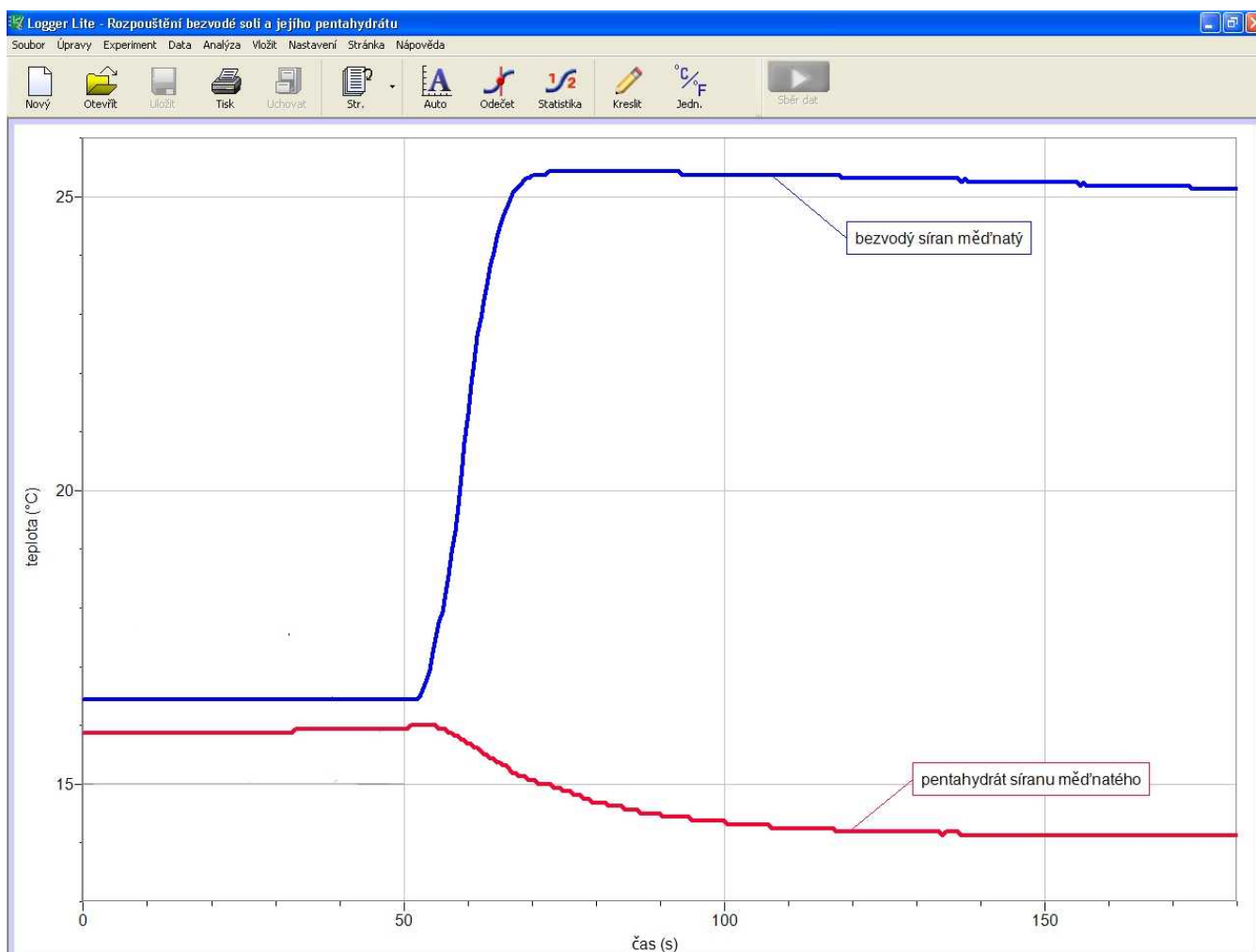
1) Po ponoření USB teploměru do destilované vody vždy chvíli vyčkejte, než spustíte měření. Teploty kapaliny a čidla se vyrovnají a umožní vám tak přesnější měření.

2) Poměr rozpouštění je v obou případech volen tak, aby vznikl roztok o koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

3) Předpokládáme, že teploty destilované vody a rozpouštěných látek jsou si před slitím dostatečně blízké, aby výsledek měření neovlivnilo přirozené vyrovnávání jejich teplot.

4) Pro názornost je vhodné, aby byly teploty destilované vody na počátku obou měření téměř shodné (tj. aby grafy „začínaly ze stejného bodu“).

5) Bezvodý síran měďnatý má bílou barvu. Eventuální namodralá barva je důsledkem určitého obsahu vody, která je odstranitelná vyžiháním nebo vysušením v sušárně.



Ukázka naměřené závislosti