

Tepelné zabarvení srážecích reakcí

Cílem této úlohy je sledovat a porovnat tepelné zabarvení srážecí reakce dusičnanu stříbrného (AgNO_3) s:

- chloridem sodným (NaCl)
- bromidem sodným (NaBr)
- iodidem sodným (NaI)

Kromě toho určete molární srážecí tepla těchto tří reakcí. Měření provedeme s počítačem a programem Logger Lite.

Pomůcky:

- USB teploměr [Vernier Go!Temp](#)
- magnetická míchačka (např. [Vernier STIR](#)) nebo míchací tyčinka
- kádinky 100 cm^3 a 150 cm^3
- odměrný válec
- pipeta 50 cm^3

Chemikálie:

- dusičnan stříbrný NaNO_3 ($c = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
- chlorid sodný NaCl ($c = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
- bromid sodný NaBr ($c = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
- iodid sodný NaI ($c = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
- destilovaná voda



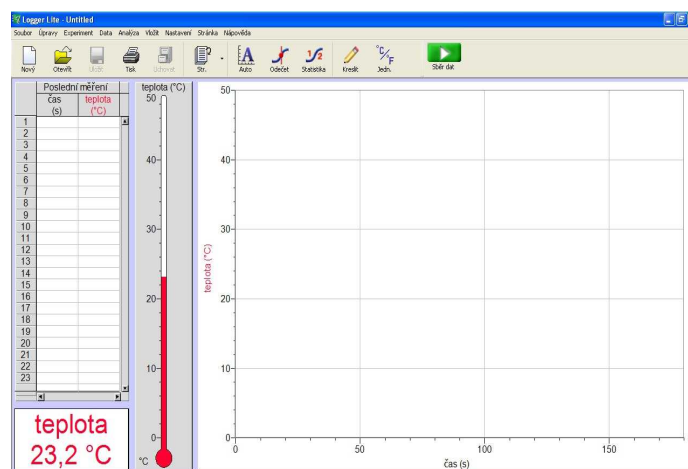
Postup při měření:

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.

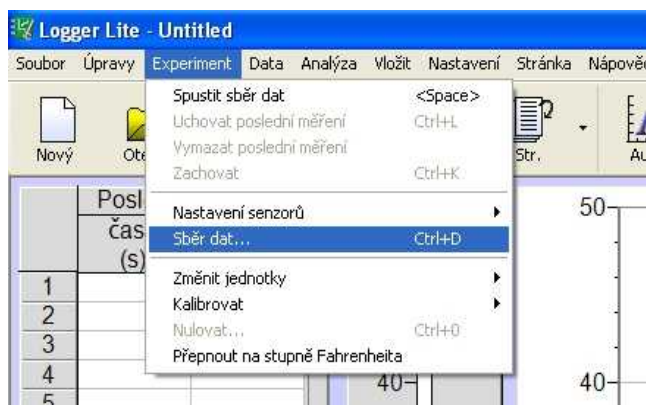


Koncovka USB
teploměru Go!Temp



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.



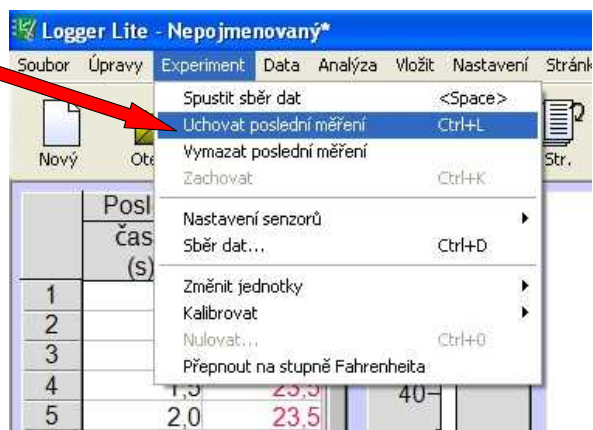
3. Do kalorimetru složeného ze dvou do sebe vložených kádinek nalijte 50 cm³ roztoku dusičnanu stříbrného (AgNO₃) o laboratorní teplotě, ponořte do něj USB teploměr a začněte míchat.

4. Spusťte měření tlačítkem:



5. Začne se vykreslovat závislost teploty na čase. Po 50 s měření přilejte do kalorimetru 50 cm³ roztoku chloridu sodného NaCl a pozorujte, jak dochází k ustálení teploty. Po uplynutí 180 sekund se měření automaticky ukončí.

6. Vyberte *Experiment – Uchovat poslední měření* (také klávesová zkratka CTRL+L). Naměřená závislost se do grafu zafixuje a program je připraven opět měřit.



7. Vymyjte kalorimetr a nalijte do něj opět 50 cm³ roztoku dusičnanu stříbrného (AgNO₃) o laboratorní teplotě. Ponořte do roztoku USB teploměr a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

8. Měření spusťte opět tlačítkem:



9. Po 50 s měření přilejte do kalorimetru 50 cm³ roztoku bromidu sodného (NaBr) a pozorujte, jak dochází k ustálení teploty. Po uplynutí 180 sekund se měření automaticky ukončí.

10. Kroky 6-9 (včetně množství chemikálií) zopakujte pro měření s jodidem sodným (NaI) namísto NaBr.

11. Výsledkem měření jsou tři závislosti teploty na čase vykreslené do jediného grafu, které popisují tepelný průběh srážení chloridu sodného, bromidu sodného a jodidu sodného s dusičnanem stříbrným.

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 srážením a po něm a ze známé hodnoty tepelné kapacity soustavy se reakční (srážecí) teplo vypočte jako:

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

Molární srážecí teplo pak určíme jako:

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

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

Poznámky:

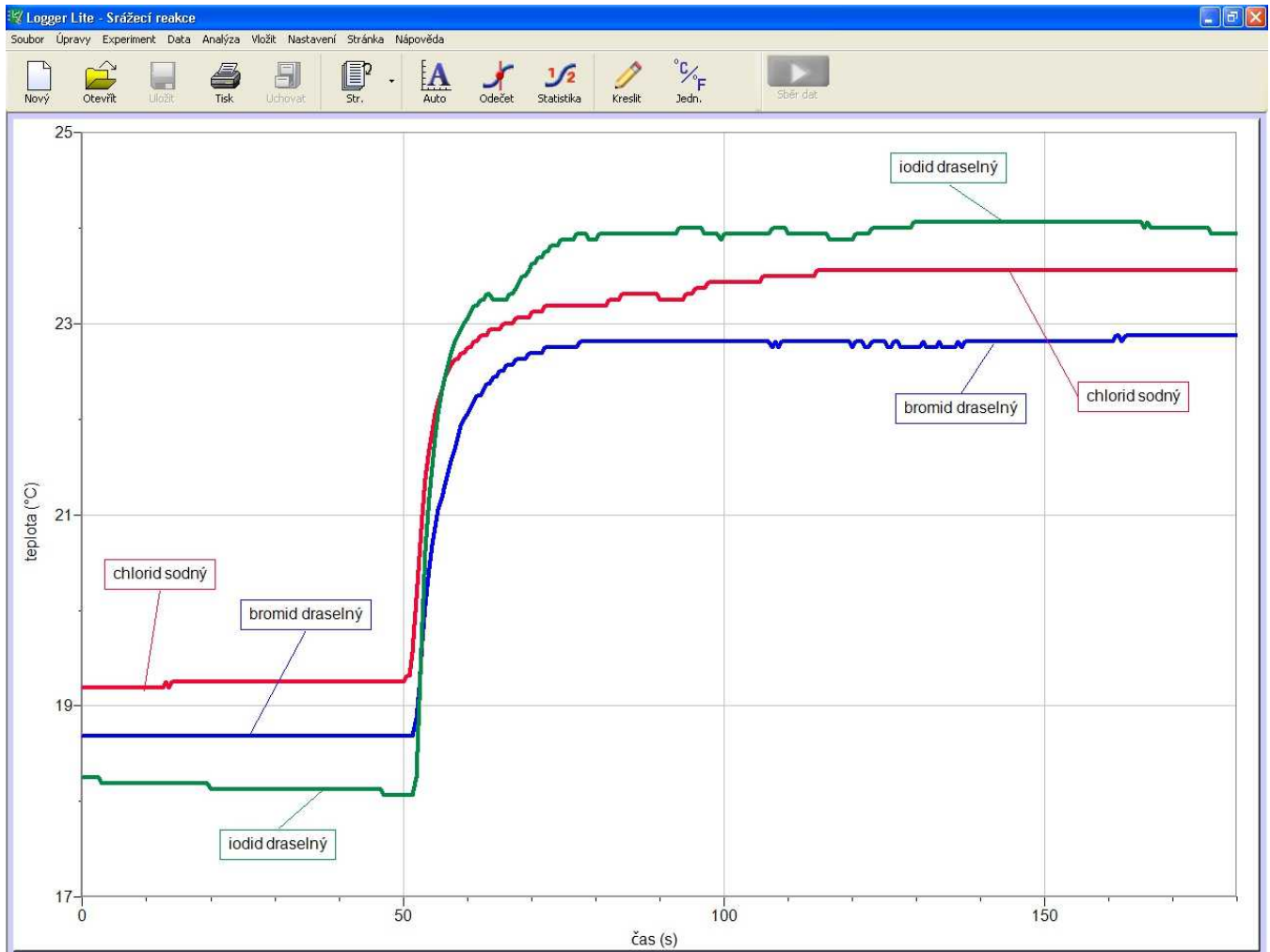
1) Po ponoření USB teploměru do roztoku dusičnanu stříbrného vždy chvíli vyčkejte, než spustíte měření. Teploty kapaliny a čidla se vyrovnají a umožní vám tak přesnější měření.

2) Předpokládáme, že teploty reagujících roztoků jsou před slitím dostatečně blízké, aby výsledek měření neovlivnilo přirozené vyrovnávání jejich teplot.

3) Pro názornost je vhodné, aby byly teploty roztoku AgNO_3 na začátku všech tří měření téměř shodné (tj. aby grafy „začínaly ze stejného bodu“).

4) Není vhodné pracovat s roztoky o molární koncentraci vyšší než $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, neboť při vyšších koncentracích vzniká sraženina o vysoké měrné tepelné kapacitě, což by značně zkreslovalo měření.

5) Namísto NaCl , NaBr a NaI můžete použít také draselné soli - KCl , KBr , KI . Všechny množství údaje, které se vztahovaly k práci s draselnými sloučeninami, zůstávají v platnosti.



Ukázka naměřených závislostí