

# Tepelné zabarvení reakce při rozpouštění pevných látek (NaOH, NaNO<sub>3</sub>)

Cílem této úlohy je sledovat změny teploty při rozpouštění hydroxidu sodného a dusičnanu sodného a stanovit molární rozpouštěcí tepla těchto reakcí. Současně lze ilustrovat kvalitativní rozdíl mezi exotermickou a endotermickou 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<sup>3</sup> a 150 cm<sup>3</sup>
- odměrný válec
- laboratorní váhy
- váženka a lžička



## Chemikálie:

- pevný hydroxid sodný NaOH (drcený)
- pevný dusičnan sodný NaNO<sub>3</sub>
- destilovaná voda

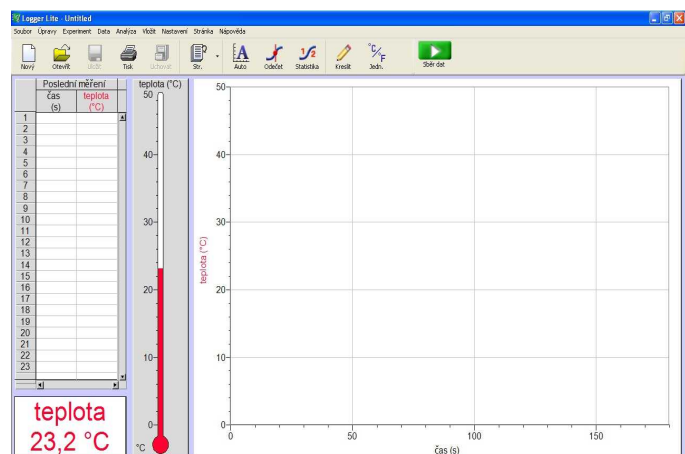
## Postup při měření:

### 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.

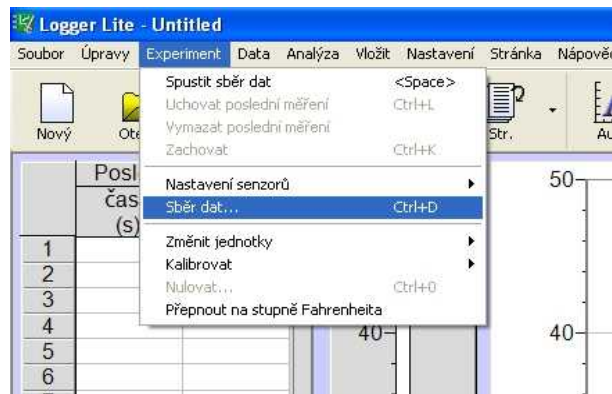


Koncovka USB  
teploměru Go!Temp



## 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. Pomocí laboratorních vah odvažte 4 gramy hydroxidu sodného (NaOH).

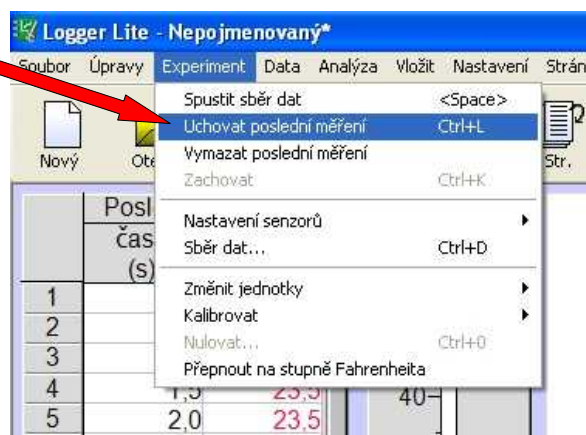
4. Do kalorimetru složeného ze dvou do sebe vložených kádinek nalijte 98 cm<sup>3</sup> destilované vody o laboratorní teplotě, ponořte do ní USB teploměr a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

## 5. Spusťte měření tlačítkem:



6. Začne se vykreslovat závislost teploty na čase. Po 50 s měření přisypte do kalorimetru odvážené množství hydroxidu sodného 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 8,5 g dusičnanu sodného (NaNO<sub>3</sub>).



8. Vymyjte kalorimetr a nalijte do něj 96 cm<sup>3</sup> destilované vody. Ponořte do vody USB teploměr a začněte opět míchat.

## 9. Měření spusťte opět tlačítkem:



10. Po 50 s měření přisypte do kalorimetru odvážené množství NaNO<sub>3</sub> 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 zbarvení 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 rozpouštěním a po něm a ze známé hodnoty tepelné kapacity soustavy se reakční (rozpuštěcí) teplo vypočte jako:

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

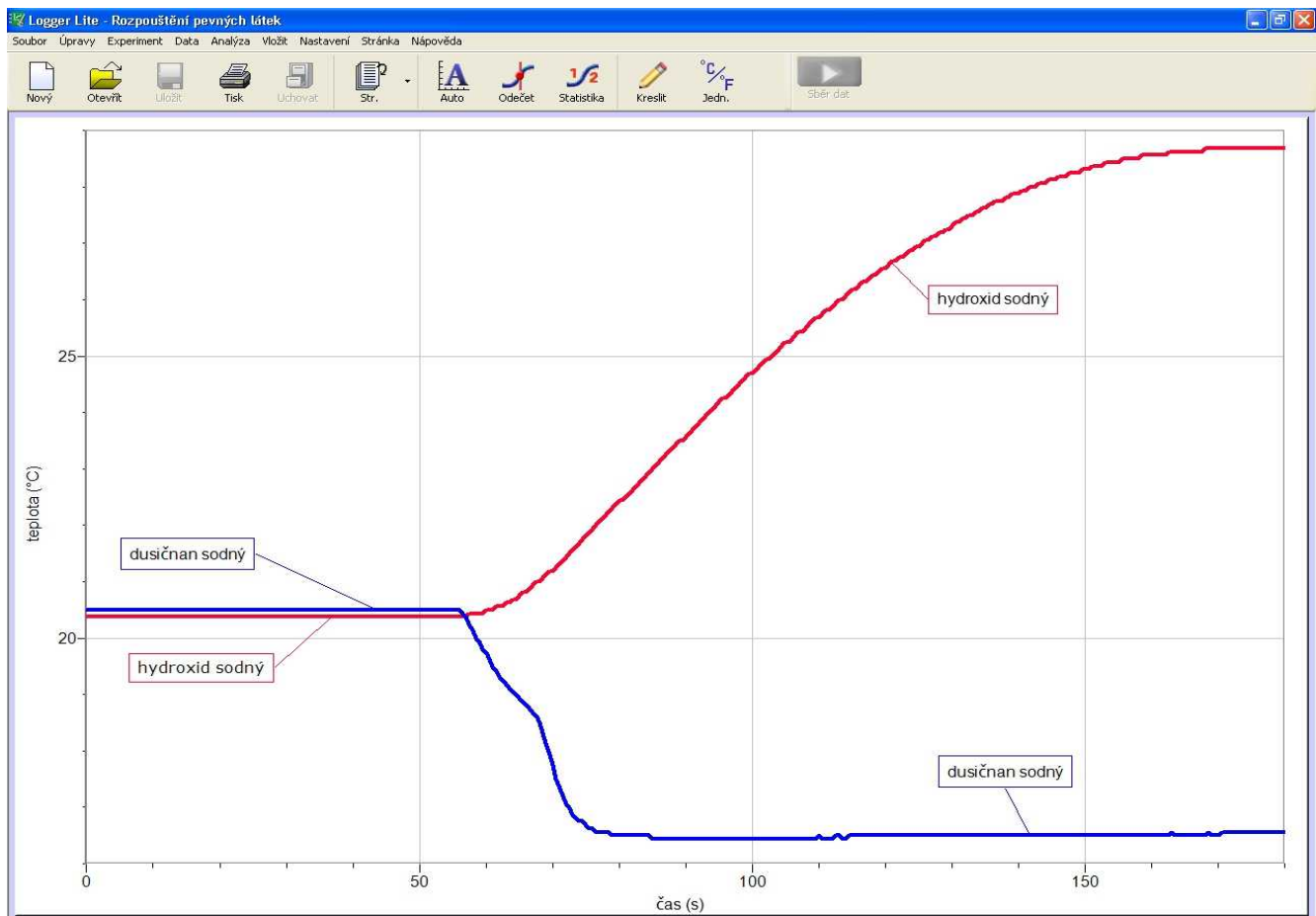
Molární rozpouštěcí teplo pak určíme jako:

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

kde  $C$  je tepelná kapacita soustavy,  $T$  počáteční teplota před rozpouštěním,  $T'$  koncová teplota po rozpouštění a  $n$  látkové množství.

### 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) Při práci s hydroxidem dbejte zásad bezpečnosti práce!
- 4) Předpokládáme, že teploty destilované vody a rozpouštěných látek jsou si před slitím dostatečně blízké, aby výsledek měření neovlivnilo přirozené vyrovnávání jejich teplot.
- 5) Pro názornost je vhodné, aby byly teploty destilované vody na počátku obou měření téměř shodné (tj. aby grafy „začínaly ze stejného bodu“).
- 6) Hydroxid sodný můžete použít také ve formě peciček – potom jsou tepelné změny pomalejší a ztráty způsobené únikem tepla do okolí větší. Pokud si nejste jisti, že mícháte tak intenzivně, aby se pecičky za 180 sekund rozpustily, nastavte pro jistotu delší čas měření (např. 300 s) volbou *Experiment – Sběr dat*.



*Takto vypadá naměřená závislost v případě, že použijete hydroxid sodný NaOH ve formě peciček. Pro práškový NaOH by byl růst červené křivky výrazně strmější.*