

Tepelné zabarvení neutralizačních reakcí

Cílem této úlohy je sledovat a porovnat tepelné zabarvení neutralizace silné kyseliny silnou zásadou a tepelné zabarvení neutralizace slabé kyseliny silnou zásadou. 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
- pipeta 50 cm³

Chemikálie:

- hydroxid sodný NaOH ($c = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)
- kyselina chlorovodíková HCl ($c = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)
- kyselina octová CH₃COOH ($c = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)



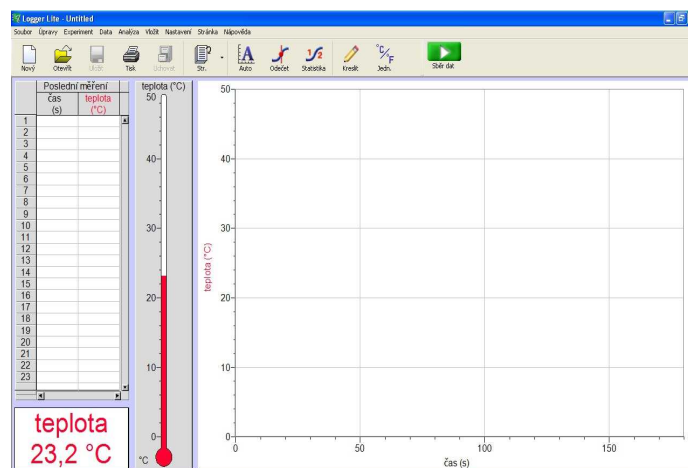
Postup při měření:

1. Připojení USB teploměru:

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

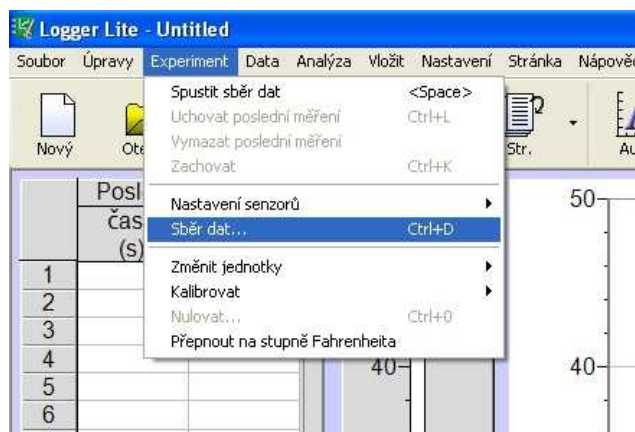


Koncovka USB
teploměru Go!Temp



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.



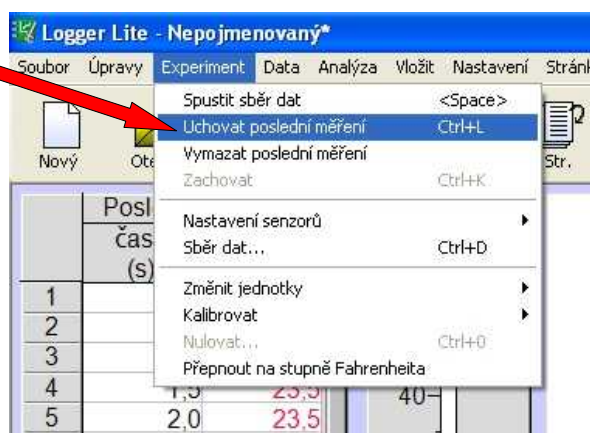
3. Do kalorimetru složeného ze dvou do sebe vložených kádinek nalijte 50 cm³ roztoku kyseliny chlorovodíkové HCl o laboratorní teplotě, ponořte do ní USB teploměr a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

4. Spusťte měření tlačítkem:



5. Začne se vykreslovat závislost teploty na čase. Po 50 s měření přilejte do kalorimetru 50 cm³ roztoku hydroxidu sodného NaOH 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 50 cm³ roztoku kyseliny octové CH₃COOH. Ponořte do něj USB teploměr a začněte míchat.

8. Měření spusťte opět tlačítkem:



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

10. Výsledkem měření jsou dvě závislosti teploty na čase vykreslené do jediného grafu, jedna pro neutralizaci kyseliny chlorovodíkové hydroxidem sodným, druhá pro neutralizaci kyseliny octové hydroxidem sodným.

Interpretace výsledků:

Principem neutralizace je reakce oxoniových kationtů s hydroxidovými anionty, při níž vznikají prakticky nedisociované molekuly vody. Tato reakce je spojená s uvolněním tepla:



$$\Delta H = -57,36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Při reakci slabých kyselin (v našem případě CH_3COOH) nebo slabých zásad probíhají ještě vedlejší reakce (endotermické děje – změna stupňů disociace nebo asociace, změna hydratace apod.), které snižují hodnotu reakčního tepla oproti reakci silných kyselin a silných zásad, kdy je neutralizace jedinou probíhající reakcí.

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 neutralizací a po ní a ze známé hodnoty tepelné kapacity soustavy se reakční (neutralizační) teplo vypočte jako:

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

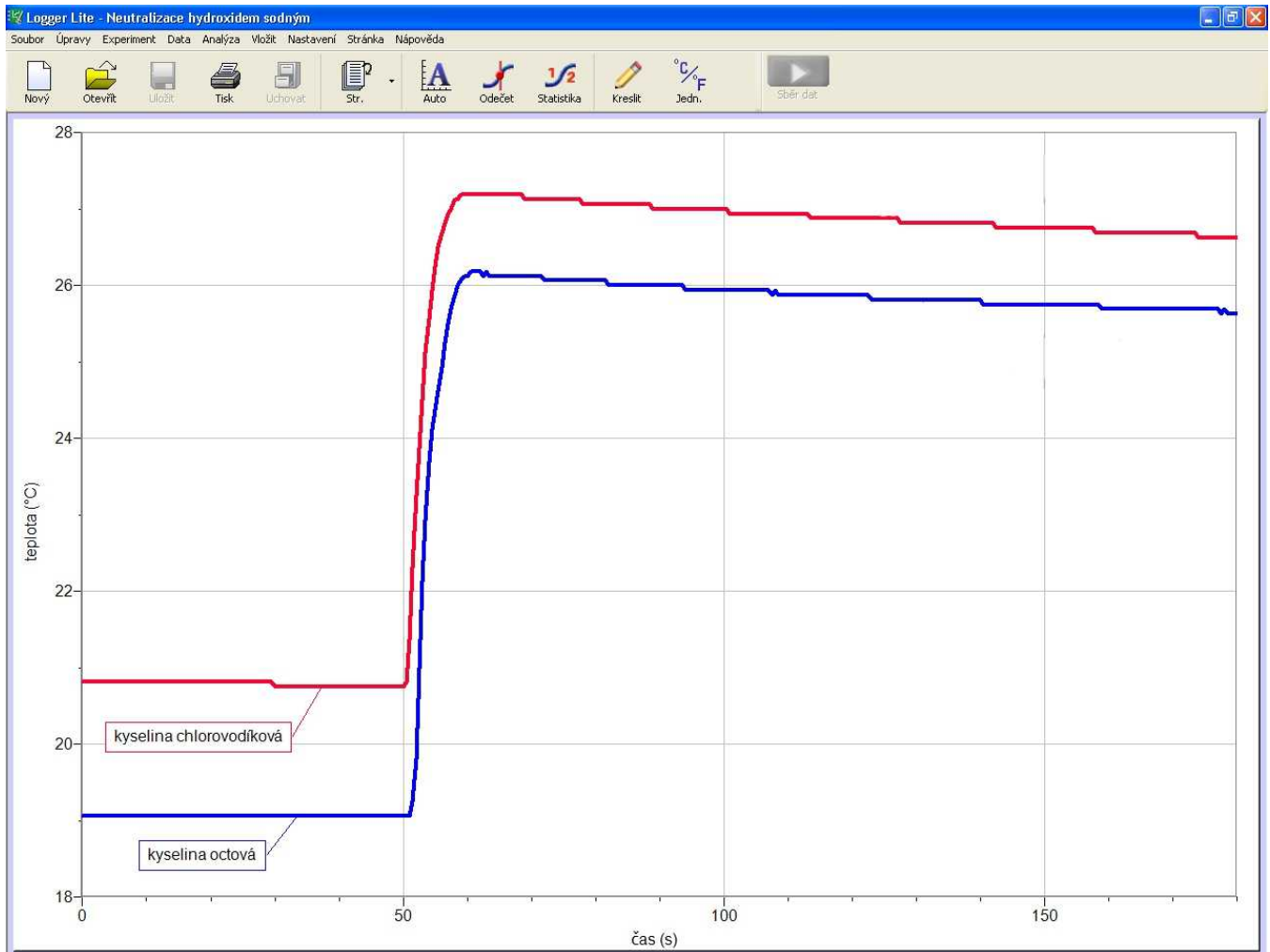
Molární neutralizační teplo pak určíme jako:

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

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

Poznámky:

- 1) Po ponoření USB teploměru do kyseliny vždy chvíli vyčkejte, než spustíte měření. Teploty kapaliny a čidla se vyrovnají a umožní vám tak přesnější měření.
- 2) Dbejte zásad bezpečnosti práce při práci s kyselinami i hydroxidem!
- 3) Předpokládáme, že teploty kyselin a hydroxidu jsou před slitím dostatečně blízké, aby výsledek měření neovlivnilo přirozené vyrovnávání jejich teplot.
- 4) Pro názornost je vhodné, aby byly teploty kyselin na počátku obou měření téměř shodné (tj. aby grafy „začínaly ze stejného bodu“).



Ukázka naměřené závislosti