

Krystalizační teplo

Cílem úlohy je sledovat změny teploty při různé intenzitě ochlazování taveniny thiosíranu sodného. Měření provedeme s počítačem a programem Logger Lite.

Pomůcky:

- USB teploměr [Vernier Go!Temp](#)
- skleněná tyčinka k míchání
- větší zkumavka nebo malá kádinka
- kádinka pro vodní lázeň
- laboratorní váhy
- váženka a lžička



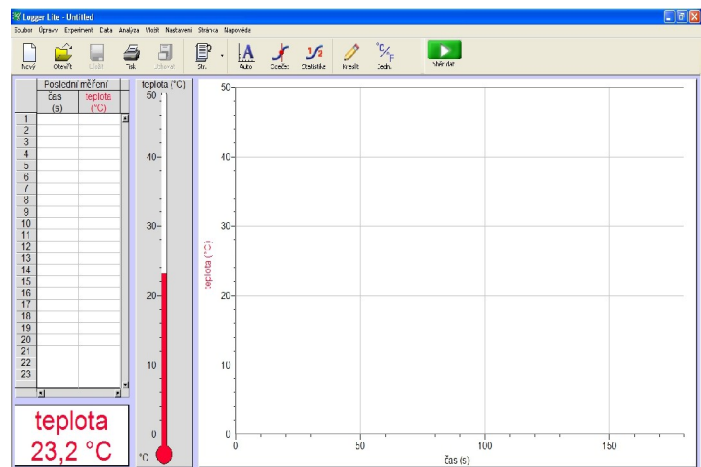
Chemikálie:

- thiosíran sodný $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 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.



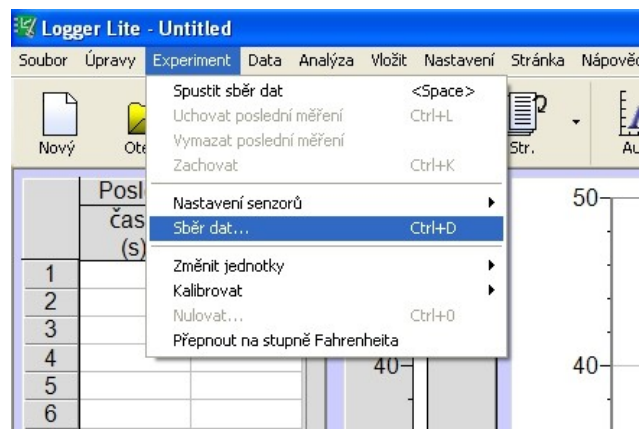
2. Parametry měření:


Vyberte *Experiment* – *Sběr dat* nebo použijte klávesovou zkratku CTRL+D. V okně, které se objeví, změňte tento údaj:

Doba měření (Length) – záleží na chlazení:

- až 1 hodina (necháte-li chladit vzduchem)
- 600 sekund (při chlazení kostkami ledu)

Potvrďte tlačítkem **Hotovo**.



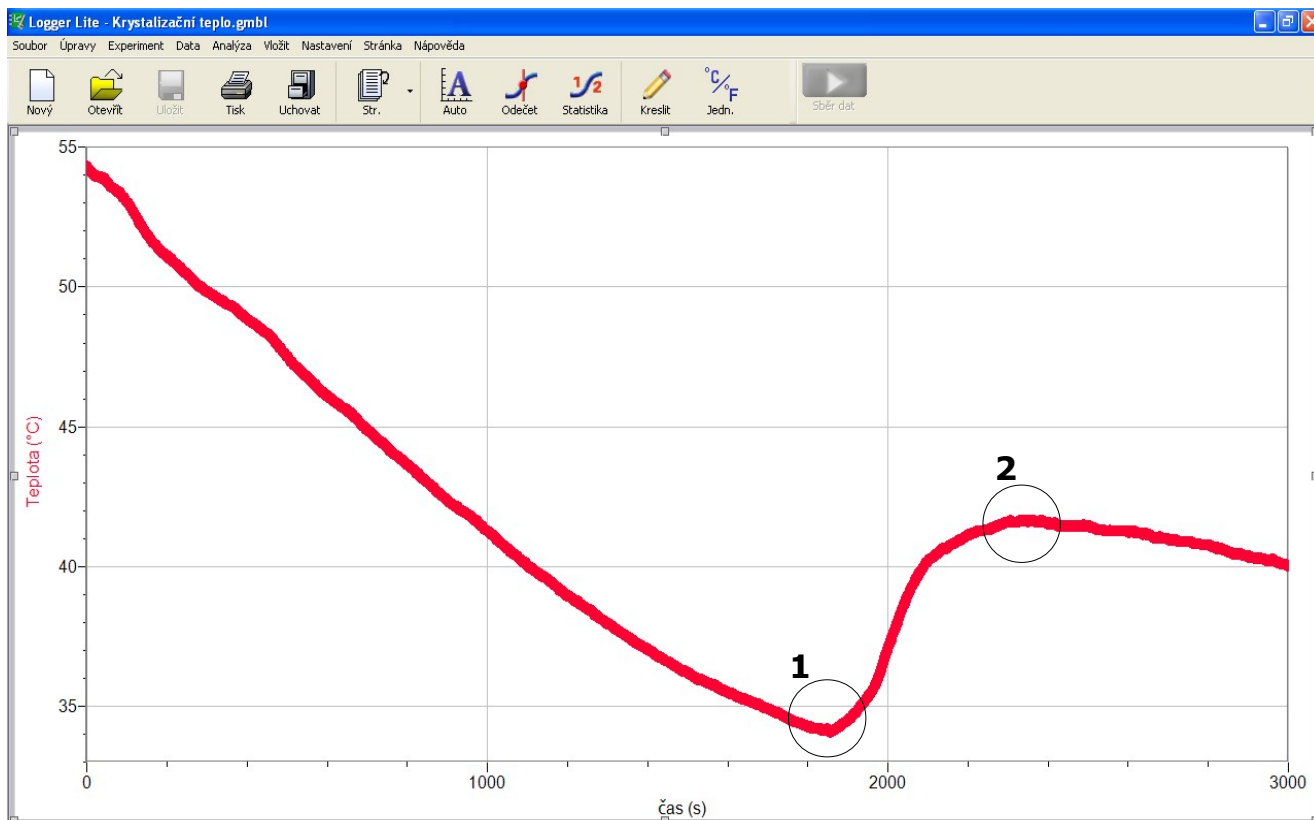
3. Do malé kádinky (25 cm³ nebo 50 cm³) nebo větší zkumavky vložte 20 g thiosíranu sodného a USB teploměr Vernier Go!Temp.
4. Na vodní lázni thiosíran sodný roztavte. (Při stále vloženém USB teploměru.)
5. Je-li thiosíran roztaven, spusťte měření tlačítkem: 
6. Za stálého míchání začněte thiosíran ochlazovat. Lze nechat pozvolna přirozeně chladnout na vzduchu nebo urychlit proces chladnutí uměle – například přidáváním kostek ledu do vodní lázně.
7. Teplota tuhnutí thiosíranu sodného je přibližně 47 °C, při postupném chladnutí ale může tato sloučenina zůstat kapalná i při teplotách výrazně nižších (běžně 35 °C i méně). Při dosažení dostatečně nízké teploty vzorek rychle přejde do pevného skupenství. Tento přechod lze také iniciovat uměle, například vhozením krystalků pevného thiosíranu.

Interpretace výsledků:

Roztavený thiosíran sodný se při intenzivním ochlazování dostává do tzv. **přechlazeného stavu**, kdy existuje v kapalném skupenství i přesto, že je jeho teplota nižší než teplota tuhnutí. V takovém stavu stačí jen malý podnět, aby došlo k prudké krystalizaci, při které se uvolňuje poměrně značné množství tepla – proto při přechodu do pevného stavu dojde k nárůstu teploty. Kýženým podnětem může být v našem případě například právě vhození krystalků pevného thiosíranu, které představují **kondenzační jádra**.

Poznámky:

- 1) Teploměr je nutné vložit do kádinky již při tavení proto, aby vložením jeho chladného těla do roztavené soli nedošlo k předčasné krystalizaci.
- 2) Zkuste sledovat popsany děj při různé intenzitě míchání a zcela bez míchání.
- 3) Čím nižší teploty kapalného thiosíranu dosáhnete, tím je zkoumaný efekt výraznější.



Ukázka naměřené závislosti (doba měření: 50 minut)

Roztavený thiosíran o teplotě přibližně 55 °C na vzduchu pozvolna chladl, minimální teploty 34,1 °C bylo dosaženo po 31 minutách (oblast 1). Poté začal vzorek tuhnout a jeho teplota vzrostla až na 41,6 °C (oblast 2).

Měření bylo provedeno bez chlazení kostkami ledu, bez iniciace tuhnutí a bez míchání. Pokud by se k iniciaci tuhnutí použily například krystalky pevného thiosíranu, byla by závislost mezi oblastmi 1 a 2 výrazně strmější.