

Změny skupenství. Tání a tuhnutí.

Křivka tání pevné látky

Mirek Kubera

- Výstup RVP:** žák objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou
- Klíčová slova:** tání, změna skupenství, thiosíran sodný, kapalina, pevná látka, teplo, skupenské teplo tání, teplota tání

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

20 min

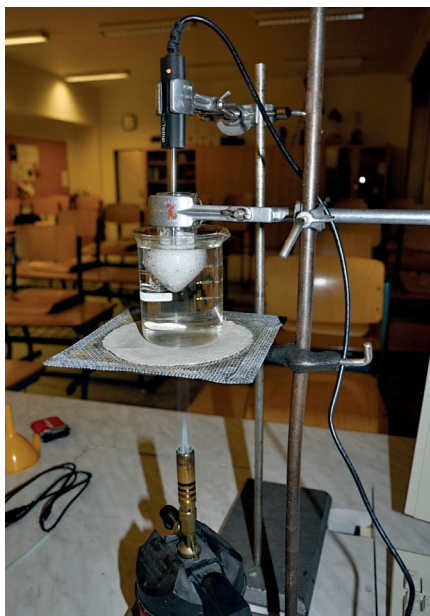
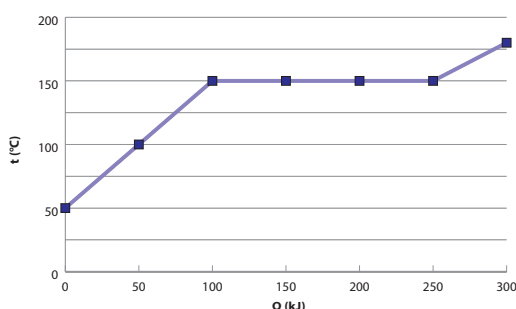
Obtížnost:

střední

Úkol Sledujte změnu teploty a skupenství thiosíranu sodného při jeho postupném zahřívání ve vodní lázni.

Pomůcky Širší silnostěnná zkumavka, kádinka, stojan, držák teploměru, teploměr Go!Temp, počítač s programem Logger Pro, kahan nebo rychlovarná konvice, azbestová mřížka, thiosíran sodný ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Teoretický úvod Změna skupenství pevného na kapalné se nazývá tání. Při tání přijímá pevná látka teplo z okolí. Budeme-li krystalické pevné látky rovnoměrně dodávat teplo, nejprve se bude zahřívat, a když dosáhne teploty tání, začne měnit skupenství. Její teplota se však během tání měnit nebude. Teprve když veškerá pevná látka roztaje, obnoví se nárůst teploty. Vše je přehledně zaznamenáno v následujícím ilustračním obrázku:



Při změně skupenství látka přijímá teplo, aniž by se měnila její teplota. Proto v grafu závislosti teploty na čase můžeme vidět při změně skupenství úsek s konstantní teplotou. Tato teplota se nazývá teplota tání a pro krystalické látky je (při konstantním tlaku) pevně dána.

Postup Dle obrázku sestavíme aparaturu. Spustíme program Logger Pro, propojíme USB teploměr Go!Temp s počítačem. Nastavíme parametry měření. Podle množství vody v lázni zvolíme dobu měření 600 s, vzorkovací frekvenci můžeme nechat přednastavenou (2 Hz). Zapálíme kahan a ohříváme vodní lázeň. Spustíme **Sběr dat**. Dbáme zejména na to, aby se teploměr nedotýkal stěn zkumavky a aby po změně skupenství teploměr zůstal ponořen v kapalné fázi. Mezi krystalky thiosíranu jsou drobné vzduchové mezery, objem kapalné látky tedy bude menší než objem v pevném skupenství.



Křivka tání pevné látky

**Výsledky
a výpočty**

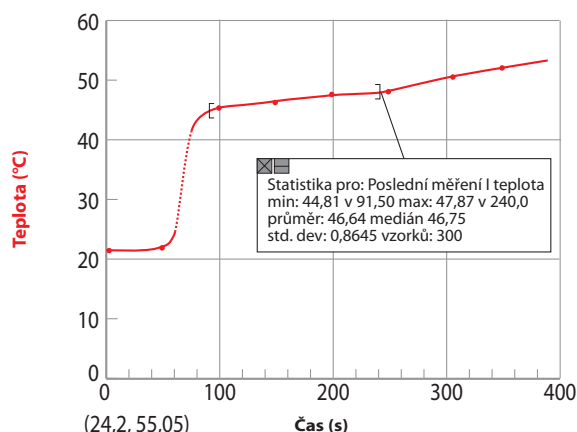
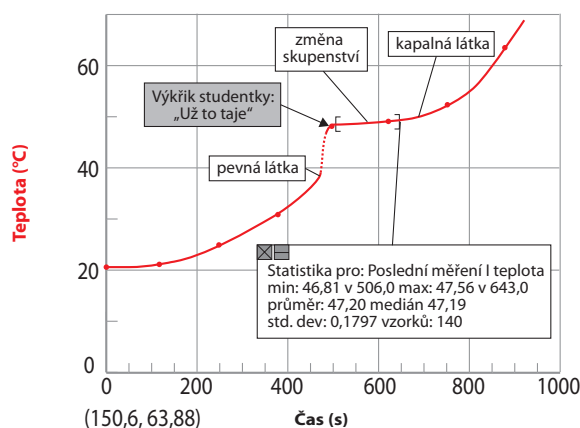
V průběhu experimentu můžeme komentovat probíhající změny. Nejprve dochází k zahřívání pevného thiosíranu sodného. Nárůst teploty je přibližně lineární. Případné odchylky jsou způsobeny tím, že thiosíran je krystalická látka, a není tedy vždy přímo v kontaktu s teploměrem.

Při dosažení teploty tání (pro čistý bezvodý thiosíran sodný je to 48 °C) již nedochází k růstu teploty, přestože je látka stále zahřívána. Dochází ke změně skupenství, kterou můžeme také přímo pozorovat. Mléčné a neprůhledné krystalky thiosíranu mizí a ve zkumavce se objevuje stále více a více kapalné průhledné látky.

Protože je látka dále zahřívána, začne se i po změně skupenství, která probíhá za přibližně konstantní teploty, dále zahřívát a můžeme pozorovat opětovný nárůst teploty. Protože se však jedná o látku jiného skupenství, její měrná tepelná kapacita je jiná a graf teploty na čas nemá nutně stejný sklon jako před změnou skupenství. (V případě vložení zkumavky pouze do horké lázně je velmi těžké zajistit rovnoměrné ohřívání, a porovnávání sklonů přímků zobrazujících změny teploty dvou fází je tak zcela zbytečné.)

Poznámky

Při realizaci experimentu si můžeme vybrat mezi dvěma způsoby. Prvním z nich je ohřívání zkumavky s pevným thiosíranem v horké vodní lázni. Druhým způsobem je ohřev zkumavky s pevným thiosíranem umístěné ve studené vodní lázni, kterou kahanem postupně zahříváme. Tyto způsoby se liší změnou teploty před dosažením teploty tání. Jestliže vložíme zkumavku s thiosíranem do horké vodní lázně, thiosíran se rychle zahřeje a začne brzy měnit skupenství. Jestliže zahříváme studenou vodu a přes ni thiosíran, je nárůst teploty pozvolnější. Jakmile je však dosaženo teploty tání, grafy jsou velmi podobné. První způsob má nevýhodu v tom, že horká lázeň postupně chladne, a není schopna dále ohřívát thiosíran.

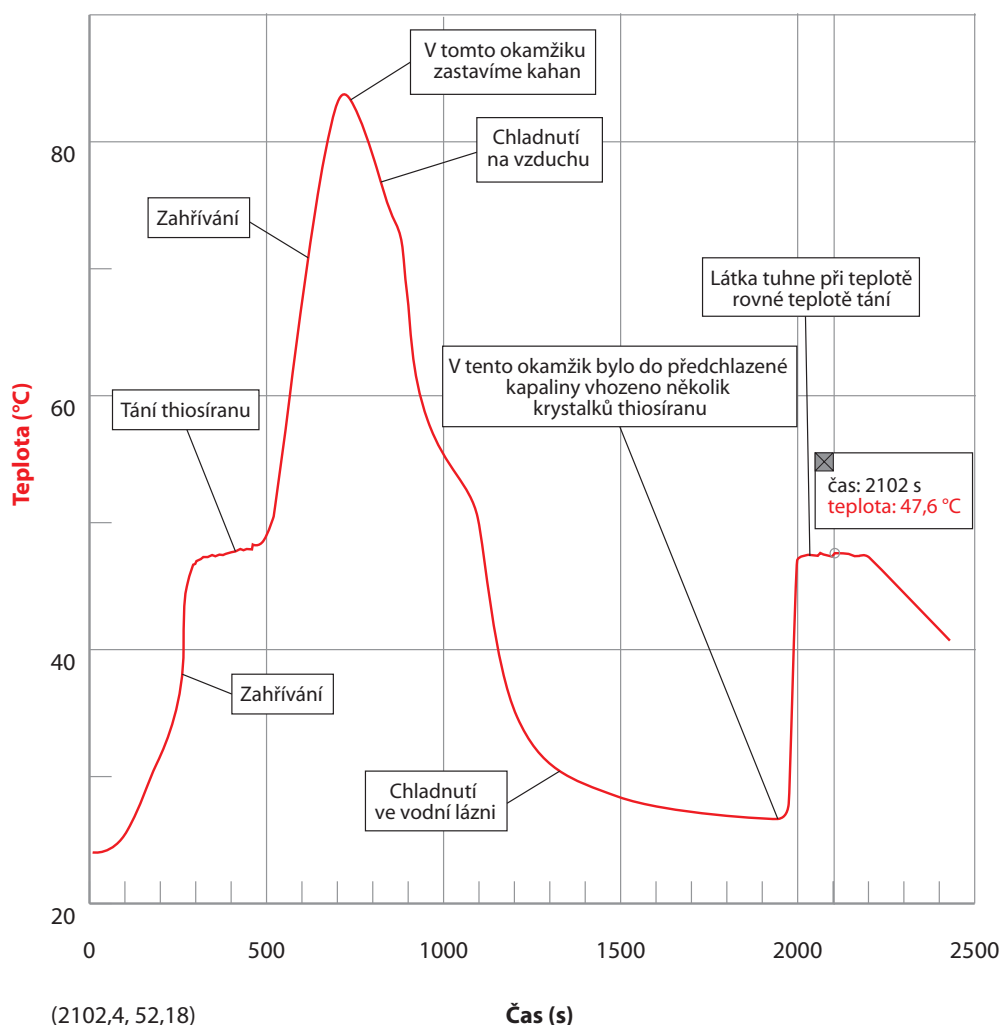
**Křivka tání
thiosíranu
sodného
– ohřívání
v horké
vodní lázni****Tání
thiosíranu
sodného**

Pro úspěšnost experimentu je bezpodmínečně nutné použít čerstvý pentahydrát thiosíranu sodného – tato látka váže vlhkost, a při dlouhodobém skladování se stává pro tento experiment nepoužitelnou; její teplota tání se změní.

Zajímavé by bylo pozorovat též ochlazování. V tomto případě doporučujeme nastavit dobu měření např. 40 min (tj. 2 400 s) a vzorkovací frekvenci 0,5 Hz. Experiment probíhá po celou vyučovací hodinu.

Budeme-li tedy postupně čistý thiosíran ochlazovat, můžeme získat přechlazenou kapalinu o teplotě 20 °C. Vhodíme-li do ní několik zrněk krystalické látky, dojde k jejímu rychlému ztuhnutí a uvolnění velkého množství tepelné energie. Látka se ohřeje na svou teplotu tání 48 °C.

**Teplota
thiosíranu
v závislosti
na čase**



Odkazy http://cs.wikipedia.org/wiki/Thios%C3%ADran_sodn%C3%BD
http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_11/11_25_Vicha.html