

Přílohy

Příloha č. 1 Tepelná kapacita kalorimetru – pracovní list



www.vernier.cz
info@vernier.cz

Tepelná kapacita kalorimetru

Cílem této úlohy je stanovit tepelnou kapacitu kalorimetru složeného ze dvou otevřených kádinek vsunutých do sebe. Měření provedeme s počítačem a programem Logger Lite.

Pomůcky:

- USB teploměr [Vernier Go!Temp](#)
- kádinky 100 cm³ a 150 cm³
- odměrný válec
- obyčejný laboratorní teploměr
- elektrický vaříč, kahan nebo rychlovarná konvice
- magnetická míchačka (např. [Vernier STIR](#)) nebo míchací tyčinka



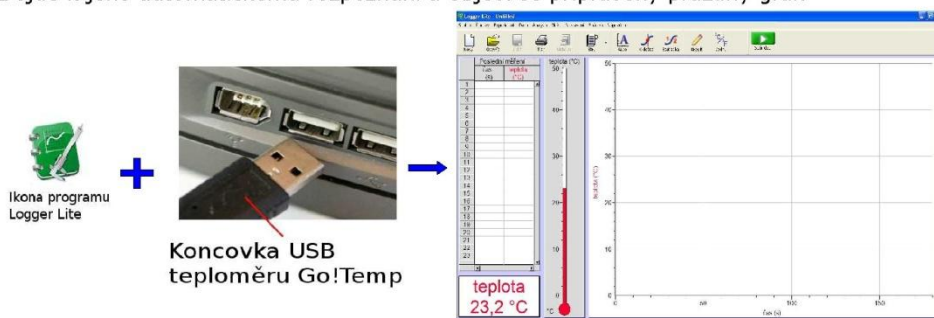
Chemikálie:

- teplá a studená voda

Postup při měření:

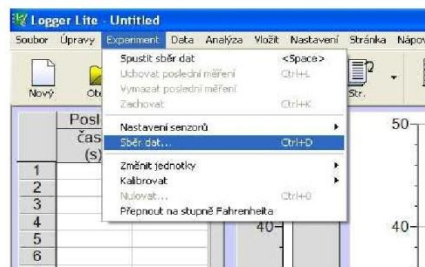
1. Připojení USB teploměru:

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:

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 vařiče, kahanu, konvice apod. si připravte „stranou“ 50 cm³ vody o teplotě přibližně 50 °C – tuto teplotu měřte obyčejným laboratorním teploměrem.

4. Do kalorimetru složeného ze dvou do sebe vložených kádinek nalijte 50 cm³ vody o laboratorní teplotě (budeme jí říkat „studená“), ponořte do ní USB teploměr a začnete míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

5. Spusťte měření tlačítkem:



6. Začne se vykreslovat závislost teploty na čase. Po uplynutí 50 s měření přilijte do kalorimetru teplou vodu. Těsně před přilítím si poznamenejte, jaká je její teplota! Na grafu, který se vykresluje, můžete pozorovat, jak se teplota vody v kalorimetru ustaluje. Měření se po uplynutí 180 s automaticky ukončí.

Práce s výsledky:

K určení tepelné kapacity C kalorimetru složeného ze dvou kádinek použijeme kalorimetrickou rovnici pro naši soustavu. Na levé straně je vyjádřeno teplo odevzdané teplou vodou, na straně pravé teplo přijaté studenou vodou a kalorimetrem:

$$cm_2(t_2 - t) = cm_1(t - t_1) + C(t - t_1),$$

kde c je měrná tepelná kapacita vody, m_1 hmotnost studené vody, m_2 hmotnost teplé vody, t_1 teplota studené vody, t_2 teplota teplé vody a t výsledná teplota po ustálení.

Odtud lze tepelnou kapacitu kalorimetru vyjádřit jako:

$$C = \frac{c(m_2(t_2 - t) - m_1(t - t_1))}{t - t_1}$$

Hodnoty t_1 a t získáme z vykresleného grafu, hodnotu t_2 odečteme před slitím kapalin z laboratorního teploměru.

Poznámky:

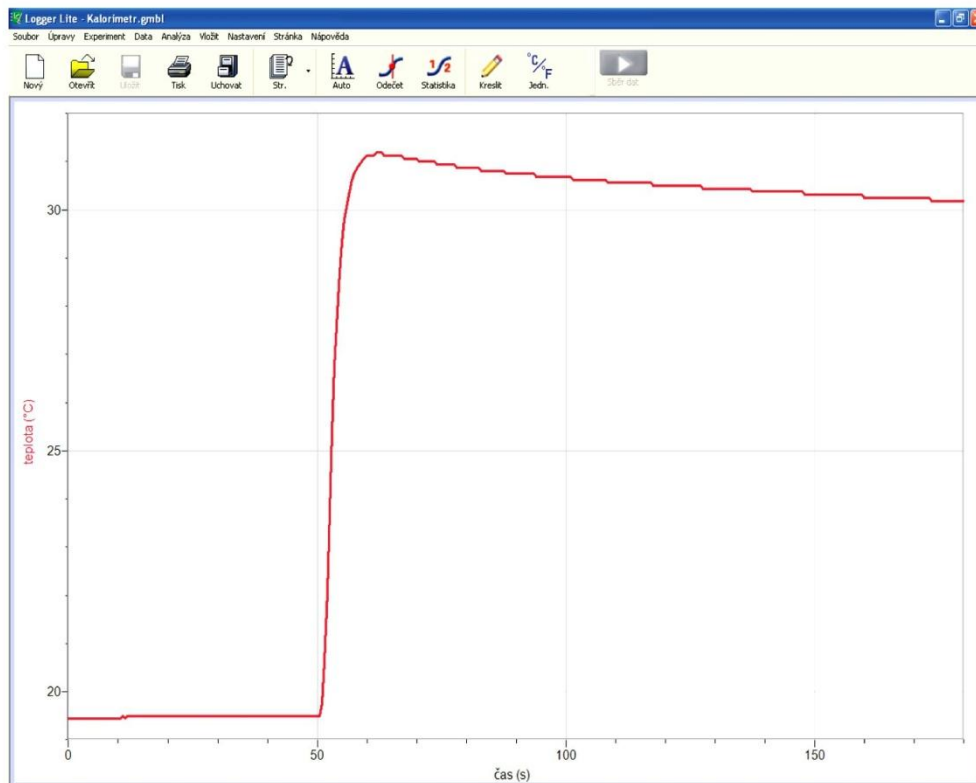
1) Po ponoření USB teploměru do vody vždy chvíli vyčkejte, než spustíte měření. Teploty kapaliny a čidla se vyrovnají a umožní vám tak přesnější měření.

2) Proveďte 5 měření pro různé teploty t_2 a tepelnou kapacitu kalorimetru určete jako aritmetický průměr jednotlivých výsledků. Nezapomeňte, že aby mělo měření nějakou vypovídací hodnotu, musí být teplota t_2 vždy alespoň o 15 °C vyšší než teplota studené vody.

3) Změřte a porovnejte tepelnou kapacitu různých „kalorimetrů“ - kolejenkové lahve, termosky, nápojových kelímků, apod.



www.vernier.cz
info@vernier.cz



Ukázka naměřené závislosti zachycuje vývoj teploty po slítí 50 cm³ vody o teplotě t₁ = 19 °C a 50 cm³ vody o teplotě t₂ = 49 °C.

Příloha č. 2 Krystalizační teplo – pracovní list



www.vernier.cz
info@vernier.cz

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:

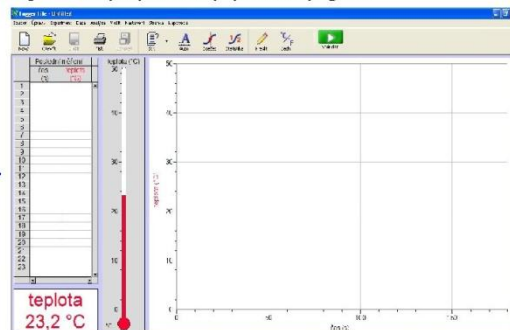
Spusťte program Logger Lite a do USB portu počítače připojte teploměr Vernier Go!Temp. Dojde k jeho automatickému rozpoznání a objeví se připravený prázdný graf.



Ikona programu
Logger Lite



Koncovka USB
teploměru Go!Temp



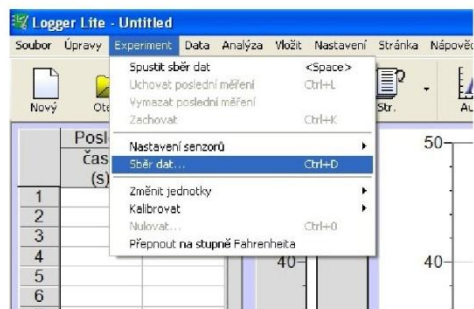
2. Parametry měření:

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.

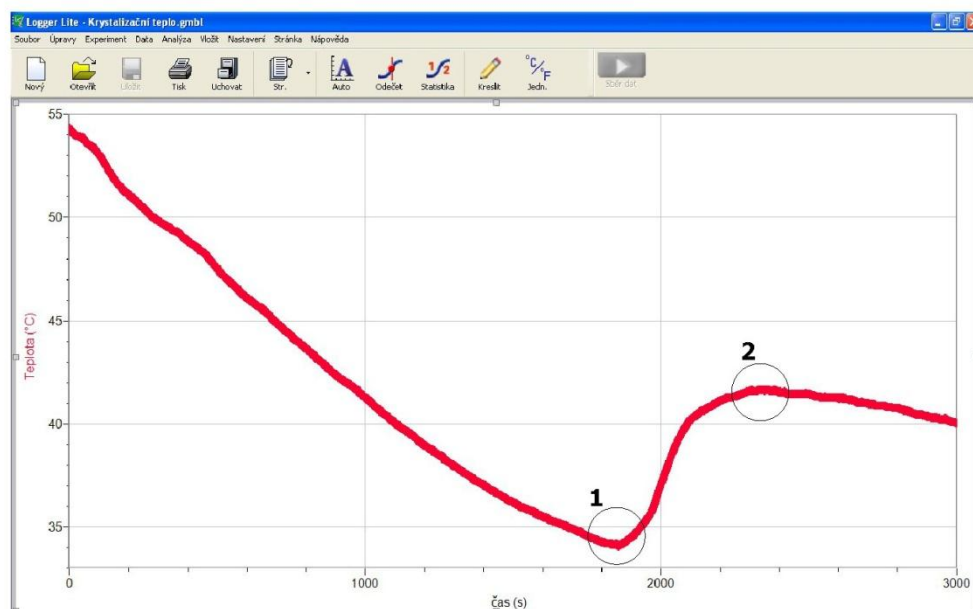
7. Teplota tuhnutí thiosíranu sodného je přibližně 47 °C, při postupném chladnutí ale může tato sloučenina zůstat kapalná i při teplotách výrazně nižších (běžně 35 °C i méně). Při dosažení dostatečně nízké teploty vzorek rychle přejde do pevného skupenství. Tento přechod lze také iniciovat uměle, například 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 tuhnut 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.

Příloha č. 3 Seznam zpracovaných experimentů u vybraných senzorů Vernier

CON-BTA Conductivity Probe – elektroda pro měření vodivosti

- Acidobazické titrace s konduktometrickým určením bodu ekvivalence
- Závislost vodivosti vodného roztoku na jeho koncentraci
- Alkalimetrická titrace silné kyseliny (HCl) silnou zásadou ($NaOH$) s konduktometrickou detekcí bodu ekvivalence
- Alkalimetrická titrace slabé kyseliny (CH_3COOH) silnou zásadou ($NaOH$) s konduktometrickou detekcí bodu ekvivalence
- Vodivost osolené a ocukrované vody
- Vlastnosti roztoků - elektrolyty a neelektrolyty
- Vliv koncentrace na vodivost roztoku
- Salinita půdy
- The base hydrolysis of Ethyl Acetat
- Drug tests
- No Dumping
- Investigating the Purity of Mixture
- A Water Field Study
- Diffusion: How Fast?
- Acid Strengths

GO!Temp Go!Temp – čidlo pro měření teploty

- Tepelná kapacita kalorimetru
- Tepelné zabarvení při zředování anorganických kyselin
- Tepelné zabarvení rozpouštění pevných látek
- Tepelné zabarvení reakce při rozpouštění bezvodé a hydratované soli
- Krystalizační teplo
- Tepelné zabarvení neutralizačních reakcí
- Tepelné zabarvení srážecích reakcí
- Tepelné zabarvení redoxních reakcí
- Vliv látkového množství na tepelném zabarvení reakce

- Tepelné změny chladící směsi
- Tepelné změny při vypařování kapalin
- Destilace za normálního tlaku
- Srovnání měrné tepelné kapacity vody a lihu
- Účinnost různých způsobů ohřevu vody
- Měrné skupenské teplo tání ledu
- Stavová rovnice ideálního plynu
- Křivka tání pevné látky
- Endotermické a exotermické reakce
- Frakční destilace
- Vypařování a mezimolekulové interakce
- Stanovení molární hmotnosti látky pomocí poklesu teploty tání
- Energie v potravinách
- Energie v palivech
- Hessův zákon: aktivita reakčních tepel
- Spalné teplo hořčíku
- Skleníkový efekt
- Rosný bod
- A Water Field Study
- Baking soda and vinegar investigation
- An investigation of Urea-Containing Cold Pack
- Identifying a Pure Substance
- Sugar fermentation by Yeasts
- Enzym activity
- Reaction rates
- Reaction stoichiometry
- Enthalpy changes
- Relative humidity
- The Synthesis and Analysis of Aspirin

GPS-BTA Gas Pressure Sensor – čidlo tlaku plynu

- Stavová rovnice ideálního plynu
- Boyleův zákon: vztah mezi objemem a tlakem plynu
- Tlak nasycených par
- Sugar fermentation by Yeasts
- Enzym Activity
- Reaction rates

ORP-BTA ORP Sensor – sensor oxidačně-redukčních potenciálů

- An Oxidation-Reduction Titration: The reaction of Fe^{2+} and Ce^{4+}
- Potentiometric titration of Hydrogen Peroxide
- Determining the Percent Peroxid in a Commercial Product

PH-BTA pH Sensor – čidlo kyselosti

- Acidobazické titrace (vícesytné kyseliny)
- Acidobazické titrace (vícesytná báze)
- Neutralizace žaludeční kyseliny
- Prokázání výskytu kyseliny trihydrogenfosforečné v Coca Cole
- Sledování rozpustnosti pevných forem vitamínu C v žaludeční kyselině
- Titrace histidindihydrochloridu
- Alkalická hydrolýza acetanhydridu
- Stanovení koncentrace potravinářského octa
- Jak se mění pH při ředění roztoku
- Kyselé deště
- Alkalimetrická titrace silné kyseliny (HCl) silnou zásadou ($NaOH$) s pH-metrickou detekcí bodu ekvivalence
- Alkalimetrická titrace slabé kyseliny (CH_3COOH) silnou zásadou ($NaOH$) s pH-metrickou detekcí bodu ekvivalence
- Alkalimetrická titrace vícesytné kyseliny (H_3PO_4) silnou zásadou ($NaOH$) s pH-metrickou detekcí bodu ekvivalence

- Sledování hydrolyzy u vodných roztoků různých solí
- Studium změny stupně disociace α slabých protofytů v závislosti na změně molární koncentrace
- Kyseliny a zásady v domácnosti
- Disociační konstanta kyseliny K_a
- Acidobazická mikrotitrace
- pH půdy
- Drug tests
- No Dumping
- A Water Field Study
- Household Acids and Bases
- The Buffer in Lemonade
- Standardizing a Solution of Sodium Hydroxid

STS-BTA Surface Temperature Sensor – bodové teplotní čidlo

- Absorbce světla
- Určení měrné tepelné kapacity pevného tělesa
- Effect of Temperature on Solar Panel Output
- Exploring Passive Solar Heating
- Exploring Solar Collectors
- Hot Wire Anemometer
- Effect of Vascularity on Skin Temperature Recovery

SVIS-PL SpectroVis Plus – spektrofotometr

- Barevnost látek
- Analýza karotenoidních barviv v zelenině
- Jak moc jsou přibarvovány žluté nápoje?
- Jak moc jsou přibarvovány modré nápoje?
- Chinin v toniku
- Katalýza a autokatalýza
- Hmota a záření

- Stanovení koncentrace kationtů přechodných kovů
- Stanovení koncentrace železnaté soli
- Stanovení koncentrace chromanu draselného
- Emisní spektra různých zdrojů
- Chemická rovnováha – určení rovnovážné konstanty K_c
- Lambertův-Beerův zákon: stanovení koncentrace roztoku
- Určení rychlostní rovnice krystalové violeti
- Stanovení obsahu volného chloru v bazénové vodě
- Stanovení obsahu železa v multivitaminové tabletě
- Extaction of Spinach Pigments and Analysis by Electronic Absorption Spectroscopy
- The Synthesis and Analysis of Aspirin
- Synthesi sof Fluerecein
- Synthesi sof Methyl Orange and Its Application to Textiles
- Rate Determination and Activation Energy

TCA-BTA Thermocouple – termočlánek

- Měření teploty plamene svíčky