

CHLADNUTÍ VODY

Pomůcky:

LabQuest, sonda teploměr, dvě stejné uzavíratelné nádoby, do kterých lze nalít horkou vodu

Postup:

Experiment byl zaměřen na měření poklesu teploty vody v závislosti na čase ve dvou nádobách, z nichž jedna byla otevřená a druhá uzavřená.

Pro vzájemné srovnání měřené veličiny by bylo vhodné povést experiment s využitím dvou měřících souprav najednou. Pokud to není možné, provedeme nejdříve jeden experiment a následně další. Současné provedení obou experimentů zaručí stejné podmínky, za kterých experiment budeme provádět (teplota okolního vzduchu, jeho tlak, ...).



obr. 1



obr. 2

K experimentu budeme potřebovat dvě stejné nádoby, z nichž jednu je možné uzavřít víčkem, do kterého lze zasunout čidlo teploty systému Vernier (viz obr. 1). Plně postačí

sklenice od tatarské omáčky. Do jednoho víčka vyvrtáme otvor, do kterého lze pohodlně zasunout teplotní čidlo tak, aby přitom otvor téměř utěsnilo. Budeme tedy měřit průběh teploty vody ve dvou stejných nádobách: jedné otevřené a druhé uzavřené.

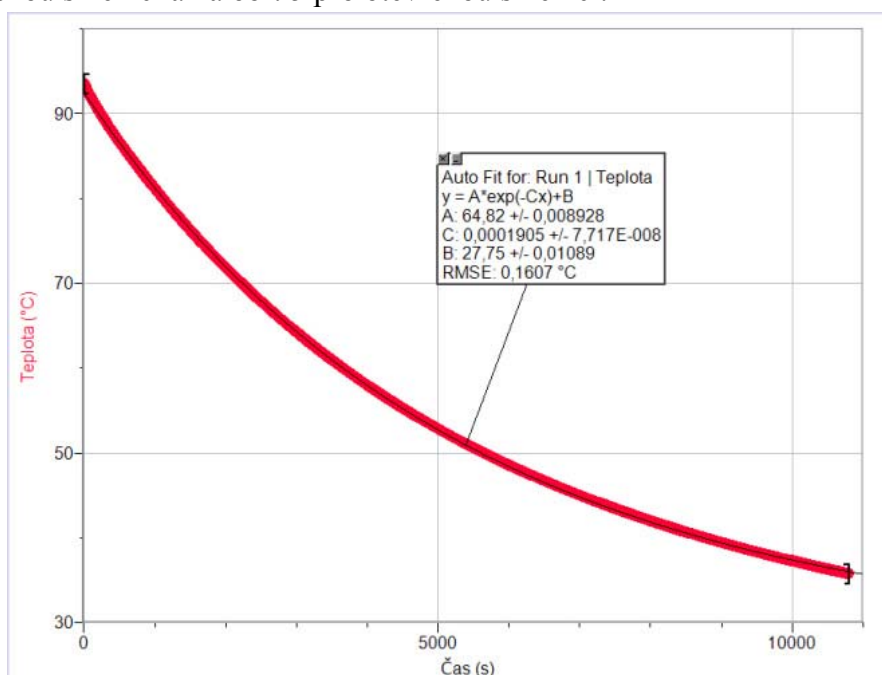


obr. 3

Jedno teplotní čidlo pro jistotu zabalíme do igelitového sáčku, aby se čidlo nepoškodilo při ponoření do vody. Čidla teploty připojíme k LabQuestu a nastavíme dobu měření na 3 hodiny s frekvencí měření 1 s (tato nastavení provedeme v nabídce *Režim*, kterou lze vyvolat z hlavního menu přístroje).

V rychlovarné konvici přivedeme vodu až k varu a poté jí nalijeme do obou nádob. Jednu nádobu uzavřeme víčkem, kterým dovnitř zasuneme teploměr, druhou necháme otevřenou; rovněž do ní zastrčíme teploměr (viz obr. 2). Současně spustíme na obou přístrojích měření (viz obr. 3).

Naměřená data spolu s proloženou křivkou, která je aproximuje, jsou zobrazena na obr. 4 pro uzavřenou sklenici a na obr. 5 pro otevřenou sklenici.



obr. 4

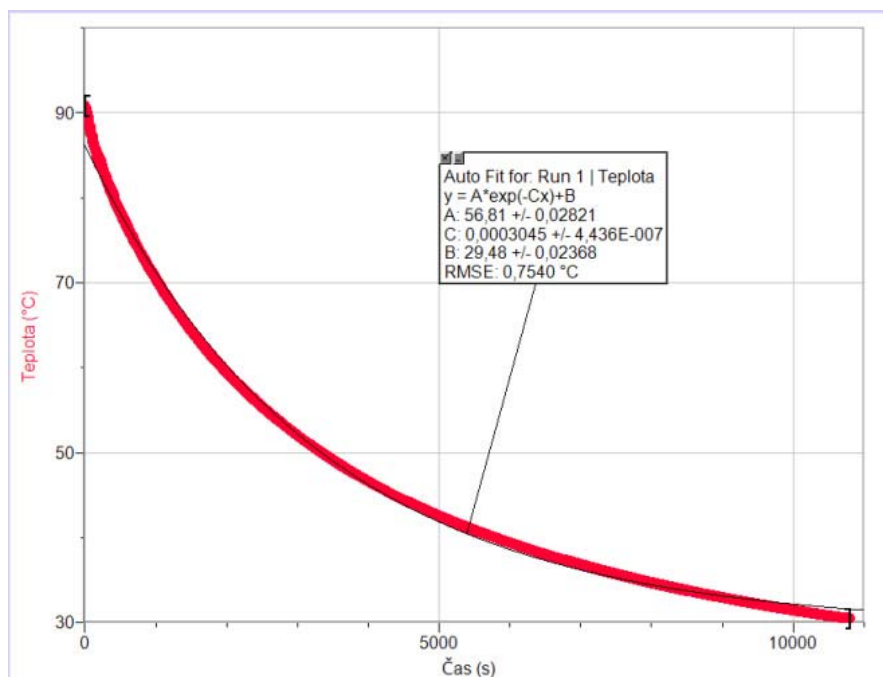
Z obr. 4 a obr. 5 lze vyčíst rovnice aproximační křivky, která velmi dobře popisuje naměřená data. Pro graf na obr. 4 má tato rovnice tvar

$$\{t_1\} = 64,8e^{-0,0002\tau} + 27,8, \quad (1)$$

kde t_1 je teplota vypočtená na základě dat z prvního čidla a τ je čas. Pro graf zobrazený na obr. 5 je aproximační křivka popsána rovnicí

$$\{t_2\} = 56,8e^{-0,0003\tau} + 29,5, \quad (2)$$

kde t_2 je teplota vypočtená na základě dat ze druhého čidla.



obr. 5

Z grafů na obr. 4 a na obr. 5 lze vyčíst několik informací. Je zřejmé, že graf zobrazený na obr. 5 má počáteční teplotu nižší než graf zobrazený na obr. 4. To je způsobeno tím, že do nádoby, v níž byla naměřena data zobrazená na obr. 5, byla nalita voda z rychlovarné konvice dříve, než do druhé nádoby. Proto stihla voda o zhruba 3 °C vychladnout. Při teplotě přibližně 90 °C probíhá odpařování velmi intenzivně a voda tedy rychleji chladne. Dále je zřejmé, že voda v nádobě, v níž byla naměřena data zobrazená na obr. 5, dosáhla za sledovaný časový úsek nižší teploty, než voda ve druhé nádobě. Příčinou je skutečnost, že nádoba, již odpovídají data na obr. 5, byla otevřená a tedy ochlazování probíhalo rychleji - teplá voda předávala část své vnitřní energie okolnímu vzduchu i prouděním hrdlem nádoby, zatímco u druhé nádoby byl tento způsob přenosu vnitřní energie omezen víčkem. A konečně je z obr. 5 patrný rychlejší pokles teploty v závislosti na čase, který je způsoben rychlejší tepelnou výměnou mezi vodou a okolím ve srovnání s druhou láhví.

Na obr. 2, který byl pořízen krátce před ukončením experimentu, je též vidět pokles hladiny vody v nádobě způsobený výparem vody.

Tento experiment je vhodný též k demonstraci vlastností exponenciální funkce v matematice. Ta je velmi důležitá, neboť většina dějů, které probíhají v reálném světě (chladnutí vody, nabíjení kondenzátoru, pokles amplitudy tlumeného kmitání, ...), popisuje právě exponenciální funkce.