

Meno:

Trieda:

Laboratórne cvičenie
Závislosť objemu vody od teploty

Úlohy:

Odmerať závislosť objemu vody od teploty a určiť teplotný koeficient objemovej rozťažnosti vody

Pomôcky:

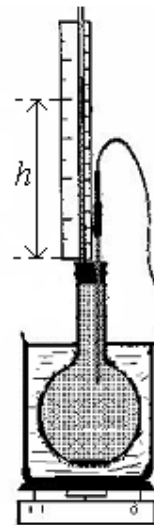
banka (1 l), voda, gumená zátka, sklenená trubička, pravítko, stojan s držiakom, ohrievač alebo varič, veľká nádoba (2 l), odmerný valec, ihlica, posuvné meradlo, váhy, teplotná sonda, počítač so systémom Coach6, merací panel CoachLabII

Fyzikálny princíp:

Objem kvapaliny V pre nie veľké teplotné rozdiely je určený približne vzťahom $V = V_0(1 + \beta\Delta t)$, kde $\Delta t = t - t_0$ je prírastok teploty, V_0 je začiatkový objem kvapaliny pri začiatkovej teplote t_0 a β je teplotný koeficient objemovej rozťažnosti. Pri väčšine kvapalín sa zvyšovaním teploty objem zväčšuje, pri ochladzovaní znižuje. Voda má výnimočnú vlastnosť. Pri zohrievaní od 0°C do $3,98^\circ\text{C}$ sa objem vody znižuje. Pri teplotách väčších ako $3,98^\circ\text{C}$ sa objem vody s rastúcou teplotou zväčšuje.

Postup:

1. Otvorte súbor *Závislosť objemu vody od teploty*. Ak súbor pripravený nemáte, otvorte novú úlohu, v ktorej na kanál 1 (resp.3) pripojte sondu teploty. Dobu merania nastavte na 20 min. Keďže výšku stĺpca vody v trubičke budete zadávať z klávesnice, nastavte frekvenciu snímania na *Manual (Manuálne)* a počet meraní nastavte v ponuke *Number of samples (Počet meraní)*, napr. na 20. Do jedného z okien zobrazte hodnoty teploty v digitálnej podobe. Nastavte osi grafov závislosti teploty od času a výšky vodného stĺpca od času a graf závislosti výšky vodného stĺpca od teploty vody.
2. Skôr než začnete samotné meranie závislosti objemu vody na teplote, odvážite hmotnosť použitej vody nasledujúcim spôsobom. Najprv odmerajte hmotnosť prázdnej banky s príslušenstvom. Potom sklenenú banku naplňte doplna studenou vodou. Banku uzavrite zátkou, v ktorej je vodotesne upevnená sklenená trubička a teplotná sonda. Zátku poriadne zatlačte, aby v banke nezostal vzduch nad hladinou vody, ani vzduchové bubliny na stenách nádoby a aby voda v sklenenej rúrke vystúpila asi 2 cm nad zátku. Zistite hmotnosť banky s vodou a s príslušenstvom. Údaje zaznamenajte.
3. Banku s vodou a s príslušenstvom vložte do nádoby s vodou a celú sústavu položte na varič (obr.1).
4. Stlačením zeleného tlačidla spustíte meranie. Vodu v banke pomaly zohrievajte pomocou variča. Pri pozorovateľnej zmene výšky vodného stĺpca (napr. o 3 mm) zaznamenajte odmerané hodnoty výšky vodného stĺpca nasledovne: opätovným stlačením zeleného tlačidla sa objaví okno, do ktorého prostredníctvom klávesnice zapíšete odmeranú hodnotu výšky vodného stĺpca v trubičke. Tento postup opakujte niekoľkokrát, pričom meranie môžete kedykoľvek ukončiť.



obr.1 Schéma zostavy experimentu

Otázky a úlohy:

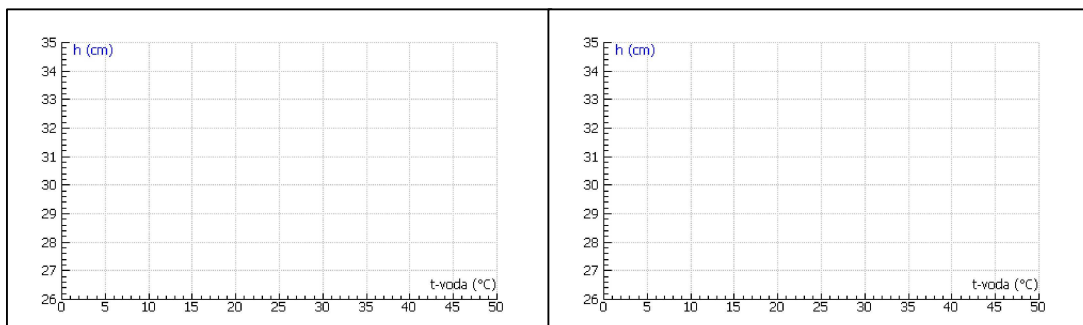
1. Zistite hmotnosť m vody v banke:

	m [kg]
Hmotnosť prázdnej banky s príslušenstvom m_1	
Hmotnosť banky s vodou a s príslušenstvom m_2	
Hmotnosť vody m	

2. Do pripraveného grafu závislosti výšky vody v trubičke od teploty $h(t)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti.

PREDPOVEĎ

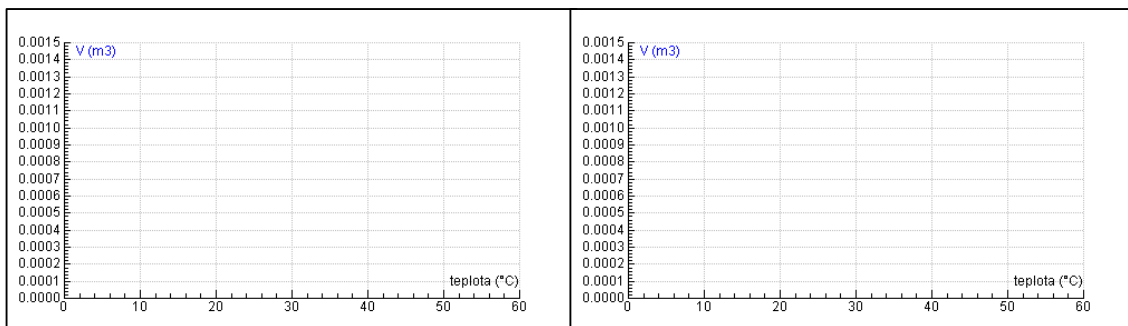
VÝSLEDOK



3. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $h(t)$.
4. Napíšte vzťah pre celkový objem vody v banke a trubičke využitím známych hodnôt objemu V_b banky, polomeru r sklenenej trubičky a výšky h hladiny vody v trubičke.
5. Odmerajte všetky veličiny potrebné k určeniu celkového objemu vody.
6. Vytvorte graf závislosti objemu vody od teploty $V(t)$, pričom na výpočet objemu využite vzťah z úlohy 4. Akú závislosť vám pripomína graf $V(t)$? Svoju predpoveď zakreslite.

PREDPOVEĎ

VÝSLEDOK



7. Graf závislosti $V(t)$ fitujte vhodne zvolenou funkciou. Zapište typ vybranej funkcie a hodnoty parametrov a , b ,...

$$f(x) =$$

$$a =$$

$$b =$$

8. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje nezávislá premenná x ?

$$x =$$

9. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje závislá premenná $y = f(x)$?

$$y = f(x) =$$

10. Aký je fyzikálny význam parametrov a , b vo funkcii, ktorou ste fitovali nameranú závislosť $V=f(t)$?

$$a =$$

$$b =$$

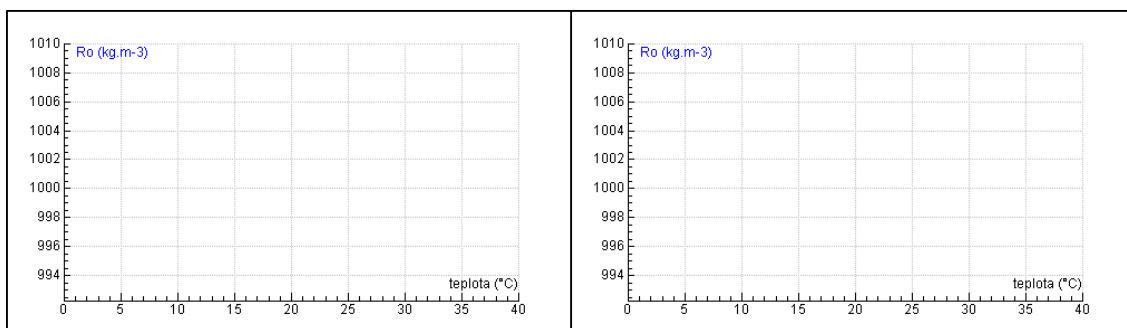
11. Aká je hodnota súčiniteľa teplotnej objemovej rozťažnosti β ? Získaný výsledok porovnajte s tabuľkovou hodnotou. Zhodnoťte presnosť merania.

$$\beta =$$

$$\beta_{\text{tab}} =$$

$$\delta\beta = \frac{\Delta\beta}{\beta_{\text{tab}}} \cdot 100\% =$$

12. Vytvorte graf závislosti hustoty vody na teplote $\rho(t)$ využitím vzťahu medzi objemom a hustotou. Akú závislosť vám pripomína graf $\rho(t)$? Svoju predpoveď zakreslite.



PREDPOVEĎ

VÝSLEDOK

13. Do jedného z okien importujte tabuľku údajov o hustote v teplotnom intervale (0°C , 40°C) získané z MFCH tabuliek a vytvorte odpovedajúci graf závislosti hustoty vody na teplote.

14. Popíšte charakter závislosti hustoty vody na teplote. Ako sa mení hustota vody s teplotou? Pri ktorej hodnote je hustota vody maximálna?

15. Do vytvoreného grafu závislosti hustoty vody na teplote importujte graf získaný meraním. Porovnajte graf $\rho_o(t)$ – hodnoty z MFCH tabuliek s grafom získaným z výsledkov vášho merania. Do akej miery sa zhodujú vaše výsledky s tabuľkovými hodnotami?

16. Vymenujte možné zdroje chýb merania. Navrhnite spôsob, ako meranie spresniť.

