

11. Meranie koeficienta dĺžkovej rozťažnosti

Autor pôvodného textu: **Peter Dieška**

Úloha: Určiť koeficient dĺžkovej rozťažnosti Edelmanovým dilatometrom.

Teoretický úvod

Podobne ako plyny menia svoj objem s teplotou pri stálom tlaku, aj tuhé telesá menia s teplotou svoj objem, resp. dĺžkové rozmery. Experimenty ukazujú, že dĺžkové rozmery tuhých látok v pomerne širokom intervale teplôt sa menia s teplotou lineárne, podobne ako objem ideálneho plynu. To znamená, že napríklad dĺžka ℓ tyče, ako funkcia termodynamickej teploty T , sa vyjadruje vzťahom

$$\ell = \ell_o + k(T - T_o), \quad (11.1)$$

v ktorom ℓ_o predstavuje dĺžku tyče pri teplote $T = T_o$. Ak za T_o zvolíme teplotu topenia ľadu pri normálnom tlaku, potom $t = T - T_o$ predstavuje Celziovu teplotu. Vtedy vzťah (11.1) môžeme prepísať do tvaru

$$\ell = \ell_o \left(1 + \frac{k}{\ell_o} t\right) = \ell_o (1 + \alpha t), \quad (11.2)$$

v ktorom $\alpha = k / \ell_o$ predstavuje **koeficient teplotnej rozťažnosti**. Zo vzťahu vyplýva, že koeficient môžeme definovať aj nasledovne:

$$\alpha = \frac{1}{\ell_o} \frac{d\ell}{dt}, \quad (11.3)$$

čo môžeme prečítať ako prírastok dĺžky pri vzraste teploty o jeden stupeň, prepočítaný na jednotku dĺžky, teda v SI na jeden meter.

Pri väčších rozdieloch teploty však zistujeme, že dĺžkové rozmery telies závisia od teploty zložitejším spôsobom. Potom sa experimentálnymi závislosťami prekládajú polynómy vyšších stupňov, napríklad

$$\ell = \ell_o (1 + at + bt^2).$$

Koeficient dĺžkovej rozťažnosti vtedy závisí od teploty:

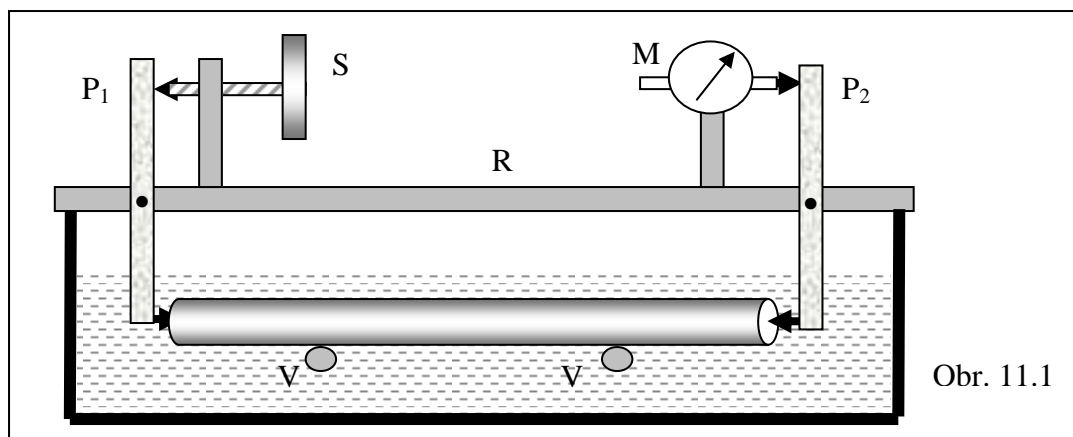
$$\alpha = \frac{1}{\ell_o} \frac{d\ell}{dt} = a + 2bt.$$

Metóda merania

Na meranie dĺžkovej rozťažnosti tuhých látok sa používa Edelmanov dilatometer. Schéma takéhoto zariadenia je na obr. 11.1. Meraná tyč je umiestnená na dvoch valčekoch v olejovom kúpeli. O konce tyče sa opierajú dve rovnoramenné páky P_1 a P_2 , ktorých osi sú upevnené na vodorovnom ráme R . Polohu páky P_1 (t.j. jedného konca tyče) nastavíme skrutkou S . Poloha páky P_2 (t.j. poloha druhého konca tyče) sa prenáša na dotykový mikrometer M . Na mikrometri priamo odčítame zmenu dĺžky tyče pri zvýšení jej teploty.

Prístroje a pomôcky:

Edelmanov dilatometer, meraná tyč, dva digitálne teplomery, prívod s vypínačom na vyhrievanie špirály dilatometra.

**Postup pri meraní**

Na dotykovom mikrometri M pomocou skrutky S nastavíme nulovú hodnotu. Na teplomeroch, ktoré sú ponorené v olejovom kúpeľi pri obidvoch koncoch meranej tyče, odčítame začiatočné teploty. Potom pripojíme vyhrievacie zariadenie na sieť a teplotu kúpeľa postupne zvyšujeme. Aby sa teplota tyče zhodovala s údajmi na teplomeroch, vždy keď teplota stúpne o 3 – 4 stupne, vypneme prívod prúdu a po ustálení (minimálne 1 minúta) odčítame údaje na teplomeroch a súčasne údaj na mikrometri, predstavujúci predĺženie tyče. Za teplotu tyče považujeme aritmetický priemer údajov z dvoch teplomerov. Údaje zapisujeme do tabuľky. Teplota olejového kúpeľa nemá prekročiť 75 °C.

Tab. 11.1

$\ell_0 =$				
i	t_1 (°C)	t_2 (°C)	$(t_1 + t_2)/2$	$\Delta \ell$ (mm)

Namerané hodnoty vynesieme do grafu ako závislosť predĺženia tyče od teploty. Vynesenými bodmi preložíme priamku a z jej smernice určíme koeficient rozťažnosti.

Otázky

1. Ak chceme správne určiť koeficient rozťažnosti, musíme vynášať na graf celú dĺžku tyče, alebo stačí vynášať len jej predĺženie?
2. Ako určíme zo smernice vynesenej priamky koeficient rozťažnosti?
3. Je znalosť pôvodnej dĺžky tyče potrebná pri správnom určení koeficienta rozťažnosti?
4. Zostali by predĺženia tyče rovnaké, keby sa dĺžka tyče zdvojnásobila?
5. Predlžovala by sa tyč s rastúcou teplotu aj v stave bez tiaže?

Meno:

Kružok:

Dátum merania:

Protokol laboratórnej úlohy 11

Meranie koeficienta dĺžkovej rozťažnosti

Stručný opis metódy merania:**Vzťahy ktoré sa používajú pri meraní:****Prístroje a pomôcky:****Meranie**

Tab. 11.1

$\ell_o =$				
i	t_1 (°C)	t_2 (°C)	$(t_1 + t_2)/2$	$\Delta \ell$ (mm)

Pôvodná dĺžka tyče $\ell_o =$

Smernica priamky $k =$

Regresný koeficient $R =$

Koeficient dĺžkovej rozťažnosti $\alpha =$

K protokolu treba pripojiť graf závislosti rozťažnosti od teploty

Slovné zhodnotenie výsledkov merania:

Dátum odovzdania protokolu:

Podpis študenta:

Podpis učiteľa: