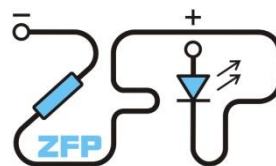


Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum I



Úloha č. 24

Název úlohy: Teplotní roztažnost pevných látek a kapalin

Jméno: Katarína Križanová

Obor: FOF

Datum měření: 17/03/2016

Datum odevzdání:

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

I. Pracovná úloha

1. Zmerajte závislosť predĺženia tyče na teplote. Meranie spravte pre štyri rôzne materiály.
2. Výsledky meraní spracujte metódou lineárnej regresie a graficky znázornite.
3. Určite koeficient teplotnej rozťažnosti meraných materiálov.

II. Teoretický úvod

Teplotná objemová rozťažnosť môže byť charakterizovaná pri stálom tlaku súčiniteľom objemovej rozťažnosti β . Platí

$$\beta = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)_p, \quad (1)$$

kde V_0 je objem meraný pri teplote 0°C a t je teplota.

Pre tyč môžeme zaviesť i takzvanú dĺžkovú rozťažnosť.

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \left(\frac{\partial l}{\partial t} \right)_p. \quad (2)$$

V prípade, že $\frac{\Delta l}{\Delta t}$ je koeficient lineárnej regresie, tak môžeme vzťah (2) napísať tiež ako

$$\alpha = \frac{\Delta l}{\Delta t} \frac{1}{l_0}. \quad (3)$$

Závislosť dĺžky tyče l na teplote môžeme vyjadriť vzťahom

$$l = l_0(1 + \alpha t). \quad (4)$$

III. Výsledky merania

Na začiatku som si zmerala teplotu v miestnosti. $t_0 = (23,5 \pm 0,025)^\circ\text{C}$.

Chcela som zmerať hodnoty predĺženia štyroch rôznych tyčí v závislosti na teplote.

Všetky štyri tyče mali na začiatku dĺžku $l_0 = (60,0 \pm 0,1) \text{ cm}$. Dĺžku som zmerala pásovým metrom a chybu som odhadla vzhľadom na nepresnosť merania.

Hodnoty predĺženia som zmerala pomocou dilatometru a odčítala som ich na indikátorových hodinkách, ktorých najmenší dielik mal veľkosť $0,01 \text{ mm}$, chybu nameraných hodnôt na ňom beriem ako polovicu najmenšieho dielika.

Každú trubicu zo skúmaného materiálu som vždy upevnila do svorky a ku koncom trubice som pripojila hadice obehového termostatu.

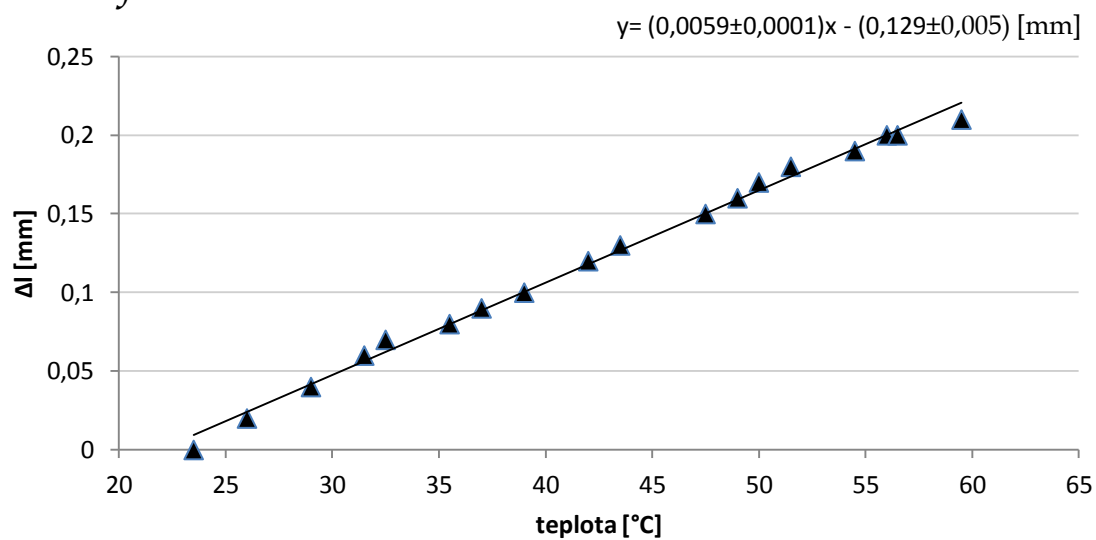
Na indikátorových hodinkách som si pred tým ako som začala merať hodnoty pre danú tyč vždy nastavila ručičku na nulu (pri teplote 23,5°C). Potom som postupne zvyšovala teplotu a zakaždým som zmerala predĺženie tyče. Postupne som tak spravila merania pre všetky štyri materiály- oceľ, hliník, meď a mosadz.

Namerané hodnoty sú v tabuľkách T1 až T4.

Ku každej tabuľke prislúcha graf, v ktorom som hodnoty zakaždým preložila priamkou. Rovnica danej priamky je vždy uvedená v grafe. Chyba koeficientov aj hodnoty koeficientov priamok lineárnej regresie sú vypočítané funkciou LINEST v tabuľkovom editore Excel.

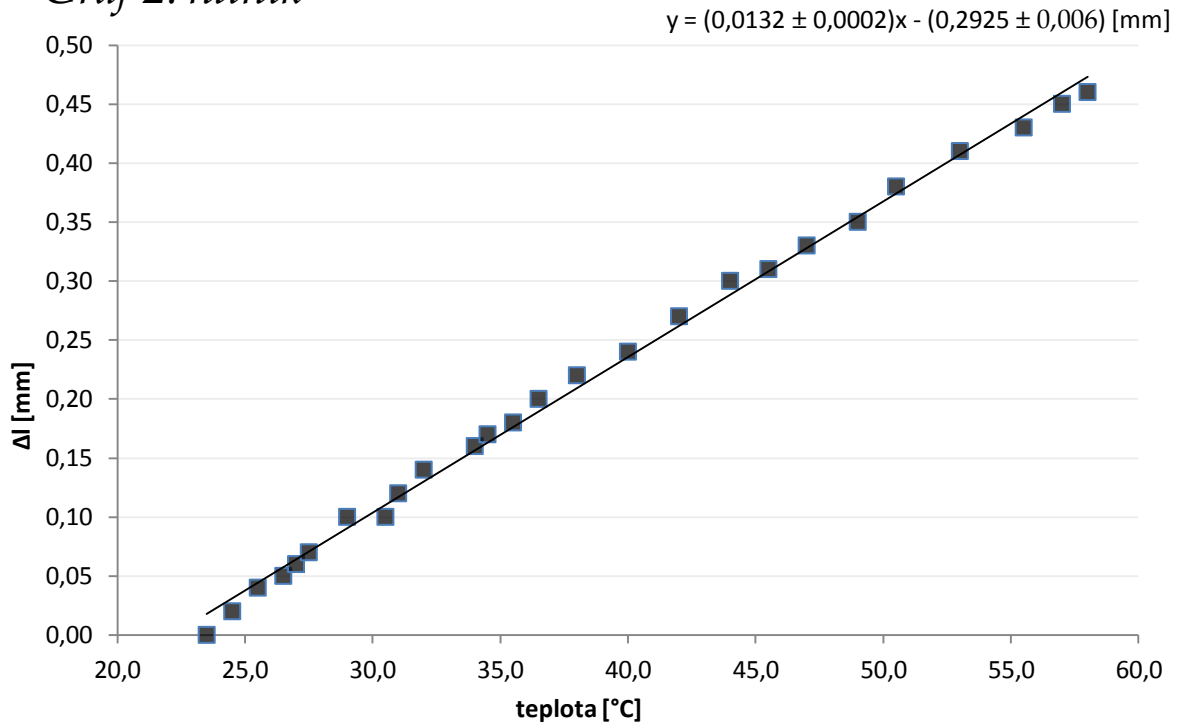
T1: Predĺženie oceľovej tyče		
i	teplota [°C]	Δl [mm]
1	23,5	0,00
2	26,0	0,02
3	29,0	0,04
4	31,5	0,06
5	32,5	0,07
6	35,5	0,08
7	37,0	0,09
8	39,0	0,10
9	42,0	0,12
10	43,5	0,13
11	47,5	0,15
12	49,0	0,16
13	50,0	0,17
14	51,5	0,18
15	54,5	0,19
16	56,0	0,20
17	56,5	0,20
18	59,5	0,21

Graf 1: oceľ



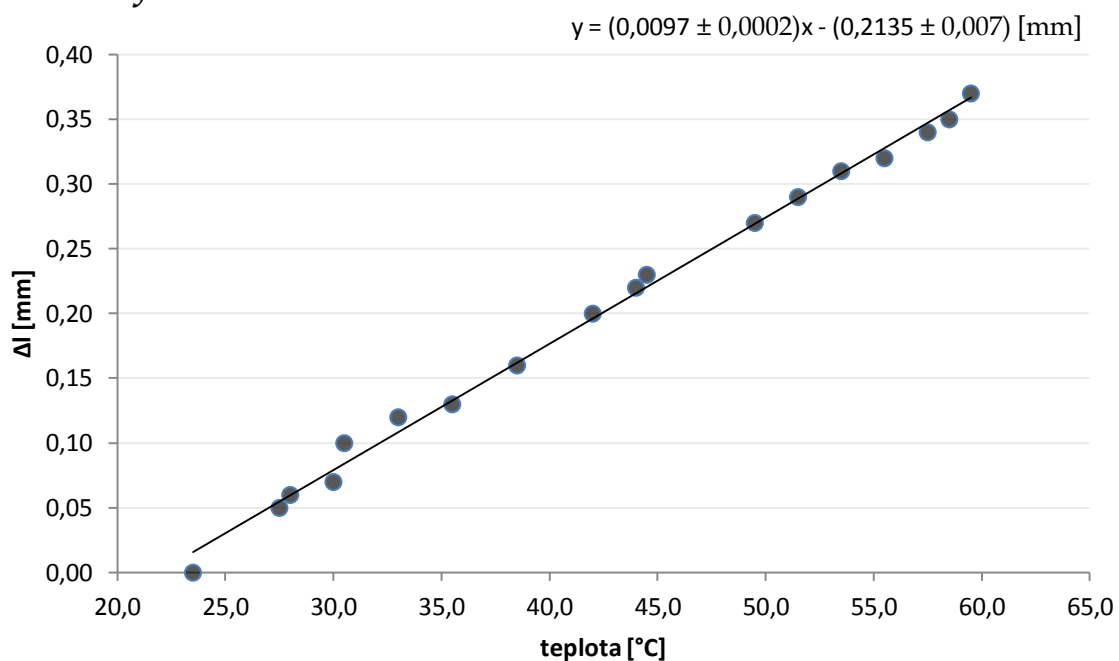
T2: Predĺženie hliníkovej tyče		
i	teplota [°C]	Δl [mm]
1	23,5	0,00
2	24,5	0,02
3	25,5	0,04
4	26,5	0,05
5	27,0	0,06
6	27,5	0,07
7	29,0	0,10
8	30,5	0,10
9	31,0	0,12
10	32,0	0,14
11	34,0	0,16
12	34,5	0,17
13	35,5	0,18
14	36,5	0,20
15	38,0	0,22
16	40,0	0,24
17	42,0	0,27
18	44,0	0,30
19	45,5	0,31
20	47,0	0,33
21	49,0	0,35
22	50,5	0,38
23	53,0	0,41
24	55,5	0,43
25	57,0	0,45
26	58,0	0,46

Graf 2: hliník



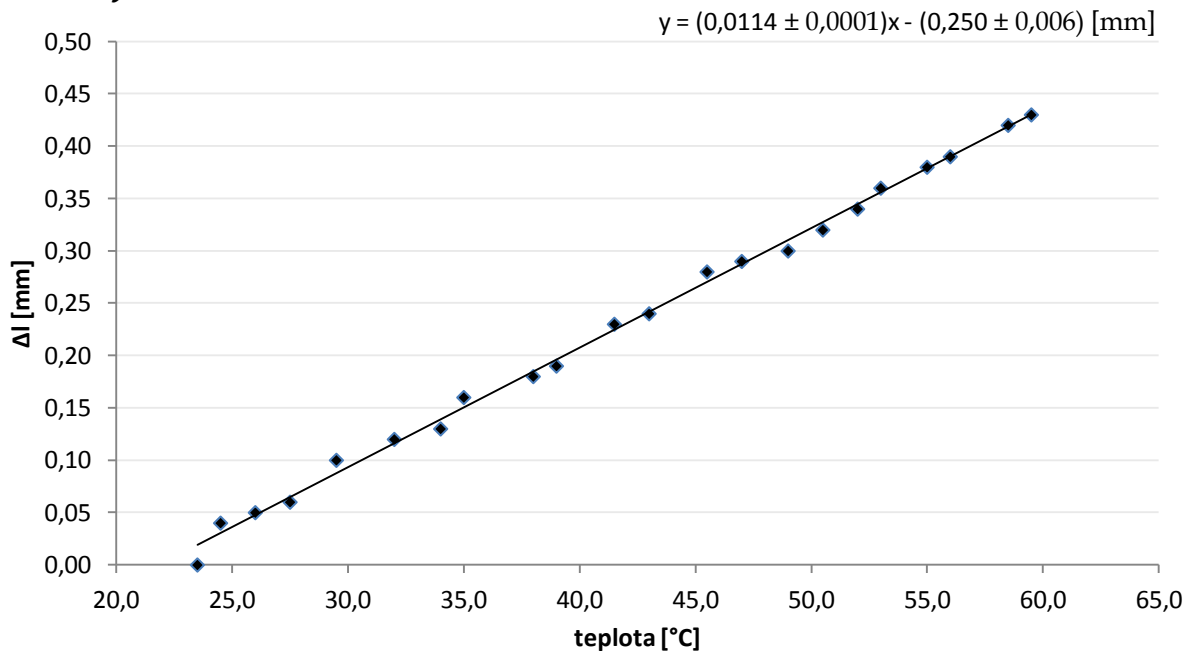
T3: Predĺženie medenej tyče		
i	teplota [°C]	Δl [mm]
1	23,5	0,00
2	27,5	0,05
3	28,0	0,06
4	30,0	0,07
5	30,5	0,10
6	33,0	0,12
7	35,5	0,13
8	38,5	0,16
9	42,0	0,20
10	44,0	0,22
11	44,5	0,23
12	49,5	0,27
13	51,5	0,29
14	53,5	0,31
15	55,5	0,32
16	57,5	0,34
17	58,5	0,35
18	59,5	0,37

Graf 3: Med'



T4: Predĺženie mosadznej tyče		
i	teplota [°C]	Δl [mm]
1	23,5	0,00
2	24,5	0,04
3	26,0	0,05
4	27,5	0,06
5	29,5	0,10
6	32,0	0,12
7	34,0	0,13
8	35,0	0,16
9	38,0	0,18
10	39,0	0,19
11	41,5	0,23
12	43,0	0,24
13	45,5	0,28
14	47,0	0,29
15	49,0	0,30
16	50,5	0,32
17	52,0	0,34
18	53,0	0,36
19	55,0	0,38
20	56,0	0,39
21	58,5	0,42
22	59,5	0,43

Graf 4: Mosadz



Oceľ

Lineárnou regresiou som zistila rovnicu priamky, z ktorej dostávam, že pre oceľ je hodnota $\frac{\Delta l}{\Delta t} = (5,90 \pm 0,01) \cdot 10^{-6} m \cdot K^{-1}$. Dosadením do rovnice (3) dostávam, že súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti pre oceľ je $\alpha_{oceľ} = (9,8 \pm 0,1) \cdot 10^{-6} K^{-1}$. V tabuľkách [3] sa uvádza hodnota pre oceľ $\alpha_{oceľ} = 13,0 \cdot 10^{-6} K^{-1}$

Hliník

Lineárnou regresiou som zistila rovnicu priamky, z ktorej dostávam, že pre hliník je hodnota $\frac{\Delta l}{\Delta t} = (1,32 \pm 0,02) \cdot 10^{-5} m \cdot K^{-1}$. Dosadením do rovnice (3) dostávam, že súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti hliníku je $\alpha_{hliník} = (22,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

Tabelovaná hodnota [2] pre hliník je $\alpha_{hliník} = 23,8 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

Meď

Lineárnou regresiou som zistila rovnicu priamky, z ktorej dostávam, že pre meď je $\frac{\Delta l}{\Delta t} = (9,70 \pm 0,01) \cdot 10^{-5} m \cdot K^{-1}$. Dosadením do rovnice (3) dostávam, že súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti medi je $\alpha_{meď} = (16,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

V tabuľkách [2] nájdeme hodnotu súčiniteľu teplotnej rozťažnosti medi $\alpha_{meď} = 16,8 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

Mosadz

Lineárnou regresiou som zistila rovnicu priamky, z ktorej dostávam, že pre mosadz je hodnota $\frac{\Delta l}{\Delta t} = (1,14 \pm 0,01) \cdot 10^{-5} m \cdot K^{-1}$. Dosadením do rovnice (3) dostávam, že súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti mosadze je $\alpha_{mosadz} = (19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

Tabelovaná hodnota [3] je $\alpha_{mosadz} = 18,7 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

Pri výpočte chýb koeficientov teplotnej rozťažnosti som použila vzťah

$$s_y = \sqrt{\sum \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 s_{x_i}^2}. \quad (5)$$

IV. *Diskusia výsledkov*

Zatiaľ čo hodnota pre oceľ vyšla nepresne, ostatné hodnoty sa veľmi blížila tým tabuľkovým. Hodnota ocele sa líši pravdepodobne preto, že ide o zliatinu, čiže pomer zloženia tabuľkovej a tej, z ktorej bola vyrobená tyč, ktorú som používala pri meraní bol rozdielny.

Nepresnosť merania mohla byť spôsobená viacerými príčinami. Pre obmedzený čas, ktorý som mala na meranie, som nemohla úplne počkať až kým sa teplota aparatury ustálila- je možné, že teplota tyče bola odlišná od teploty vody.

Taktiež pri odčítaní hodnôt z indikátorových hodiniiek sa zopár krát stalo, že ručička neustále pomaly pobežovala medzi dvoma pri sebe ležiacimi bodmi a úplne nezastala, čo môže viesť k ďalšiemu zdroju nepresnosti.

Ďalším problémom je, že tyč nebola dokonale izolovaná, takže s najväčšou pravdepodobnosťou bola ochladzovaná okolitým prostredím.

Môžem teda skonštatovať, že hodnoty, ktoré som určila pre koeficienty teplotnej rozťažnosti nie sú identické s tými tabuľkovým hlavne kvôli nepresnému určovaniu zmien teploty.

No i tak sa dá zo všetkých štyroch grafov usúdiť, že pre teplotnú rozťažnosť platí, aspoň približne, lineárna závislosť.

V. *Záver*

Zistila som koeficienty teplotnej rozťažnosti pre štyri rôzne materiály. Pre oceľ $\alpha_{ocel} = (9,8 \pm 0,1) \cdot 10^{-6} K^{-1}$, hliník $\alpha_{hlinik} = (22,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-6} K^{-1}$, meď $\alpha_{med} = (16,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} K^{-1}$ a mosadz $\alpha_{mosadz} = (19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

VI. *Zoznam použitej literatúry*

[1] http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/_media/zadani/texty/txt_124.pdf

[2] J. Brož, V. Roskovec, M. Valouch: Fyzikální a matematické tabulky SNTL, Praha 1980

[3] http://materialing.com/teplotna_roztaznost_materialov