



Jméno a příjmení:

Zuzana Budinská

PROTOKOL O LABORATORNÍM MĚŘENÍ Z FYZIKY

Číslo a název úlohy:

7.1 Stanovení součinitele délkové teplotní roztažnosti

Den a čas měření: Středa 10:45

Vyučující: výběr ze seznamu

Datum měření:

12.12.2023

Datum odevzdání:

24.12.2023

Klasifikace:

1. Úkol:

a) Stanovte součinitel

b) Graficky zpr

$$\Delta l_i = f(\Delta t_i)$$

2. Princip a metoda

Roztažnost pevných látek měříme pomocí přístrojů nazývaných dilatometry. Měření součinitele teplotní roztažnosti provádíme pomocí indikátorových hodiněk. Měřenou dutou tyč o délce $l_0 = 600$ mm na jednom konci upevníme na podpory a druhý konec necháme zapřený o indikátorové hodinky. Vnitřkem měřené tyče proudí ohřátá kapalina a zahřívá celou tyč. Při stanovené teplotě odečteme z indikátorových hodiněk, o kolik se tyč prodloužila.

3. Definice a jednotka měření:

Součinitel teplotní délkové roztažnosti α se používá u těles, u nichž převládá jeden rozměr. Je měřítkem délkových změn objektu. Délková teplotní roztažnost je obecně závislá na teplotě. Při měření v určitém oboru teplot (t_1, t_2) se zavádí průměrná délková teplotní roztažnost $\bar{\alpha}$

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{1}{l_0} K \quad (1)$$

kde K je směrnice získaná z lineární regrese $\Delta l_i = f(\Delta t_i)$, l_0 je délka tyče při teplotě 20°C .

Nejistota směrnice K představuje nejistotu typu A. Nejistotu typu B součinitele délkové teplotní roztažnosti stanovíme jako nejistotu typu B součinitele délkové teplotní roztažnosti při teplotě 20°C , která je dána jako $l_0 = (600 \pm 1)$ mm. [1]

- Úvodní list musí obsahovat takto vyplněnou hlavičku (lze stáhnout [zde](#))
- Celý protokol je nutné psát stejným stylem (písmo, rovnice...), stránky čísujeme.
- Proměnné ve vzorcích se píší kurzívou, jednotky vzpřímeným písmem, např.: $T = 3$ s.

V této části popište stručně svými slovy danou problematiku. Opsání celého návodu k úloze není žádoucí. Důležité je uvést potřebné vztahy, schéma, metodu měření. Vzorce čísujte, ať se na ně lze později v textu odvolat, každou proměnnou ve vzorci je třeba popsat.

4. Seznam pomůcek:

- Dilatometr s indikátorovým měřidlem
- Termostat
- Dvě tyče z neznámého materiálu
- PC

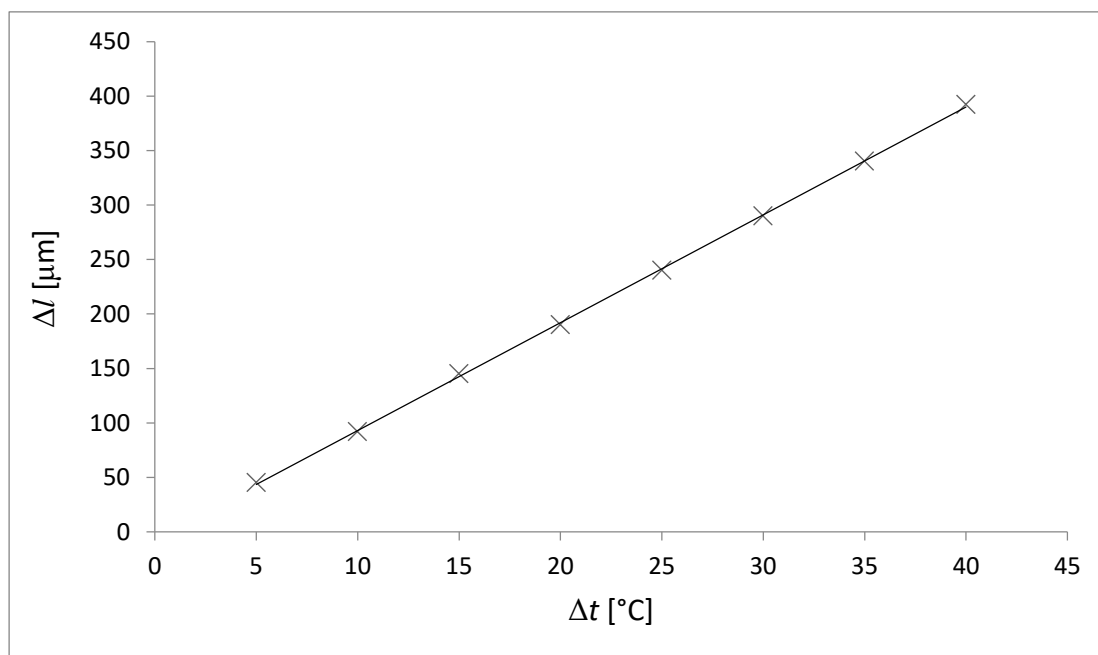
Pomůcky si zapíšete až v laboratoři.

5. Naměřené hodnoty:

Počáteční teplota tyče byla 20°C.

Tabulka 1: Prodloužení tyče 1 a tyče 2 v závislosti na teplotě

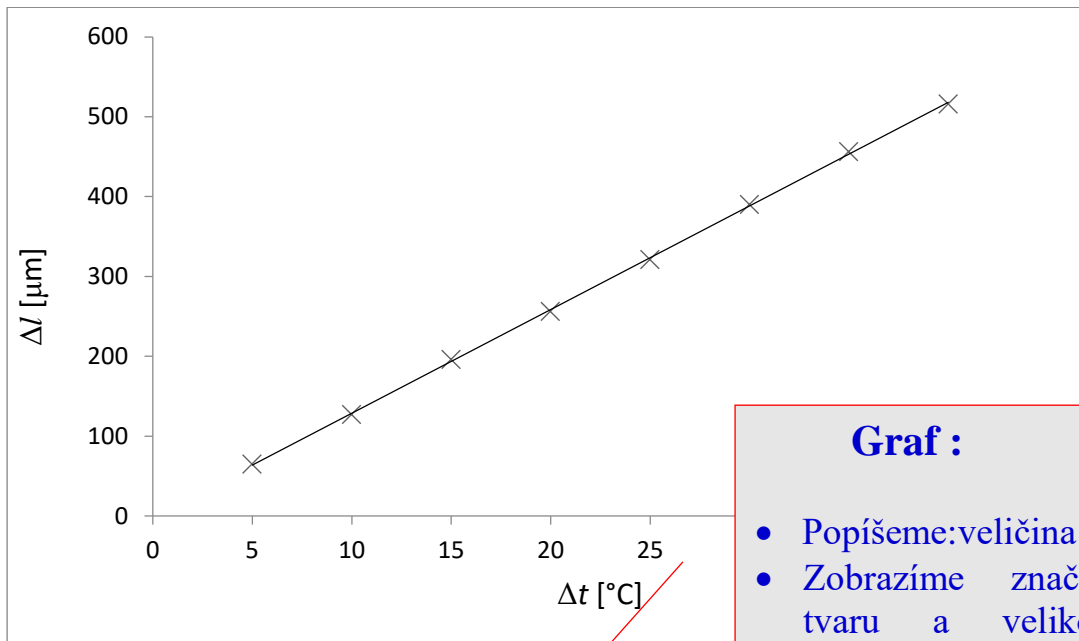
Δt [°C]	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Δl_1 [μm]	0	45	92	145	190	240	290	340	392
Δl_2 [μm]	0	65	127	196	256	321	390	453	516



Graf 1 : Závislost prodloužení na teplotě – vzorek 1

Tabulky, grafy a obrázky musí být číslovány a popsány.

Stránky musí být číslovány.



Graf :

- Popíšeme: veličina (jednotky)
- Zobrazíme značkou (vhodného tvaru a velikosti) naměřené hodnoty.
- Rozsah os volíme tak, aby graf pokrýval celou plochu.
- Graf musí mít velikost minimálně 14 cm x 7 cm.
- NIKDY ZOBRAZENÉ BODY V GRAFU NESPOJUJEME!
- Získané body buď proložíme známou **funkční závislostí**, nebo necháme **samostatně**. Z diskrétních měření nemůžeme předpokládat, že hodnota naměřená v intervalu mezi nimi leží na jejich spojnici.

Graf 2 : Závislost prodloužení na teplotě – vzorek

Lineární regrese pomocí PC:

$$K_1 = (9,6863 \pm 0,0462) \mu\text{m} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$K_2 = (12,9167 \pm 0,0273) \mu\text{m} \cdot \text{K}^{-1}$$

6. Výpočet podle (1):

$$\alpha_1 = \frac{K_1}{l_0} = \frac{9,6863}{600000} = 1,6144 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha_2 = \frac{K_2}{l_0} = \frac{12,9167}{600000} = 2,1528 \cdot 10^{-5}$$

Výpočet nejistoty:

Pro α_1 :

$$u_r(\alpha_1) = \sqrt{u_{rK_1A}^2 + u_{rl_0B}^2}$$

$$u_{rK_1A} = \frac{u_{K_1A}}{K_1} = \frac{0,0462}{9,6863} = 4,7696 \cdot 10^{-3}$$

$$u_{rl_0B} = \frac{1}{600} = 1,6667 \cdot 10^{-3}$$

$$u_{r\alpha_1} = \sqrt{(4,7696 \cdot 10^{-3})^2 + (1,6667 \cdot 10^{-3})^2} = 5,075 \cdot 10^{-3}$$

$$u_{\alpha_1} = \alpha_1 \cdot u_{r\alpha_1} = 8,15 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_1 = (1,6144 \pm 0,0079) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

Pro α_2 :

$$u_{r\alpha_2} = \sqrt{u_{rK_2A}^2 + u_{rl_0B}^2}$$
$$u_{rK_2A} = \frac{u_{K_2A}}{K_2} = \frac{0,0273}{12,9167} = 2,1135 \cdot 10^{-3}$$
$$u_{rl_0B} = \frac{1}{600 \cdot \sqrt{3}} = 9,6225 \cdot 10^{-4}$$

$$u_r(\alpha_2) = \sqrt{(2,1135 \cdot 10^{-3})^2 + (9,6225 \cdot 10^{-4})^2} = 2,3223 \cdot 10^{-3}$$
$$u_{\alpha_2} = \alpha_2 \cdot u_{r\alpha_2} = 4,9996 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_2 = (2,1529 \pm 0,0050) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}.$$

U všech výpočtů musí být dosazení do obecných vztahů, jednotky, a v konečném zápise výsledku správné zaokrouhlení (na 2. platné místo u nejistoty, podle toho zaokrouhlen výsledek).

7. Závěr:

Tepelná roztažnost první tyče je $\alpha_1 = (1,6144 \pm 0,0079) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Tato hodnota přibližně odpovídá tabulkové hodnotě pro měď $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. [1]

Tepelná roztažnost druhé tyče je $\alpha_2 = (2,1529 \pm 0,0050) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Tato hodnota přibližně odpovídá tabulkové hodnotě pro hliník $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ [1], ale vzhledem k tomu, že se liší o téměř 17 %, mohlo by se jednat o slitinu hliníku s jiným materiálem.

8. Literatura

[1] Z. Kohout a kol.: Laboratorní cvičení z fyziky. Praha: ČVUT 2003.

V závěru shrneme zaokrouhlené výsledky a porovnáme s tabulkovými hodnotami, nebo s očekávanými výsledky. Provedeme objektivní diskuzi k získaným výsledkům, ale jasně a stručně. Subjektivní hodnocení typu „Měření se nám líbilo“ „Vyšlo nám to skoro přesně“... do závěru nepatří.