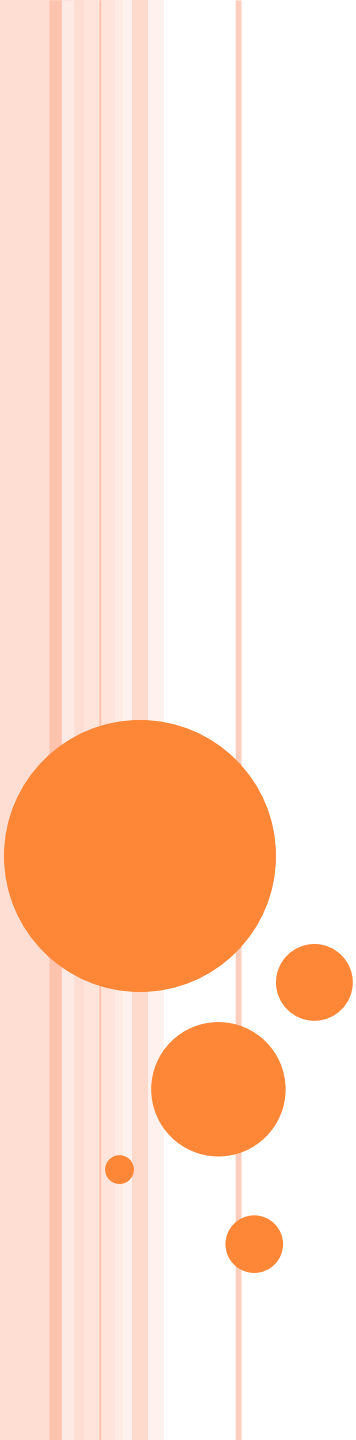




FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM I

Mechanika a Termika

ŘÁD PRAKTIKA A ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE

- Vstup do laboratoře je povolen jen se souhlasem vyučujícího.
- V laboratoři je zakázáno jíst a pít.
- V laboratoři se setkáváme s malým napětím (50V)
- **Laboratorní úlohy je nutné zapojovat a upravovat bez připojeného napětí.** Před zapnutím zdrojů je nutno požádat vyučujícího o kontrolu zapojení.
- K připojení napětí musí dát souhlas vyučující.
- Po skončení měření je nutno zkontrolovat vypnutí všech přístrojů. Opustit laboratoř mohou posluchači jen se svolením vyučujícího.
- V případě ohrožení osob nebo majetku je nutné odpojit laboratoř od napětí hlavním vypínačem.
- Hasicí přístroj je umístěn u dveří.
- Telefon je umístěn na stole vyučujícího. Napojení na veřejnou síť se provede vytočením nuly.
 - záchranka: 155
 - hasiči: 150



PODMÍNKY PRO UDĚLENÍ ZÁPOČTU

- Na laboratorní cvičení se každý dostaví včas se svou skupinou.
- Každý posluchač měří předem stanovenou úlohu, na kterou musí být řádně připraven. V tomto praktiku se měří ve dvojicích. (Písemná příprava = stručný postup + tabulky do kterých zaznamenáte naměřené hodnoty.)
- Před měřením budou všichni studenti přezkoušeni, zda znají princip úlohy.
- Záznam z měření vypracují posluchači trojmo. Jeden záznam odevzdají po skončení měření vyučujícímu, ostatní záznamy s podpisem vyučujícího si nechají.
- Z naměřených hodnot posluchači zpracují referát a odevzdají včetně podepsaného záznamu o měření vždy před následujícím měřením.
- Zápočet bude udělen po naměření všech úloh a po odevzdání referátu z každé úlohy.



REFERÁT

- Referát odevzdává a zpracovává každý student sám, i když měříte ve dvojicích.
- K referátu se přikládá záznam měření podepsaný vyučujícím.
- Referát píše na listy A4, na titulní list napište název úlohy, datum měření, své jméno. Všechny listy včetně grafů sešijte sešívačkou.

ČÁSTI REFERÁTU:

- SEZNAM POMŮCEK
- TEORIE
- PRACOVNÍ ÚKOLY
- POSTUP MĚŘENÍ
- NAMĚŘENÉ HODNOTY
- ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ
- DISKUSE VÝSLEDKŮ (ZÁVĚR)



ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

- Výpočty provádějte následujícím způsobem:
 - uveďte obecný vztah
 - do tohoto vztahu dosadte numerické hodnoty včetně jednotek
 - výsledek správně zaokrouhlete (podle chyby) a uveďte i s jednotkami
- Pokud se uvedený výpočet opakuje, stačí ho uvést pouze jednou.
- Pokud je v pracovním úkolu požadován výpočet chyb, postupujeme obdobným způsobem.

PŘÍKLAD VÝPOČTU:

$$\lambda = \frac{4UIl}{\pi D^2(t_A - t_B)} = \frac{4 \cdot 60V \cdot 9 \cdot 10^{-2}A \cdot 25 \cdot 10^{-3}m}{\pi(2 \cdot 10^{-2})^2m \cdot 3,8K} = 113 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$$

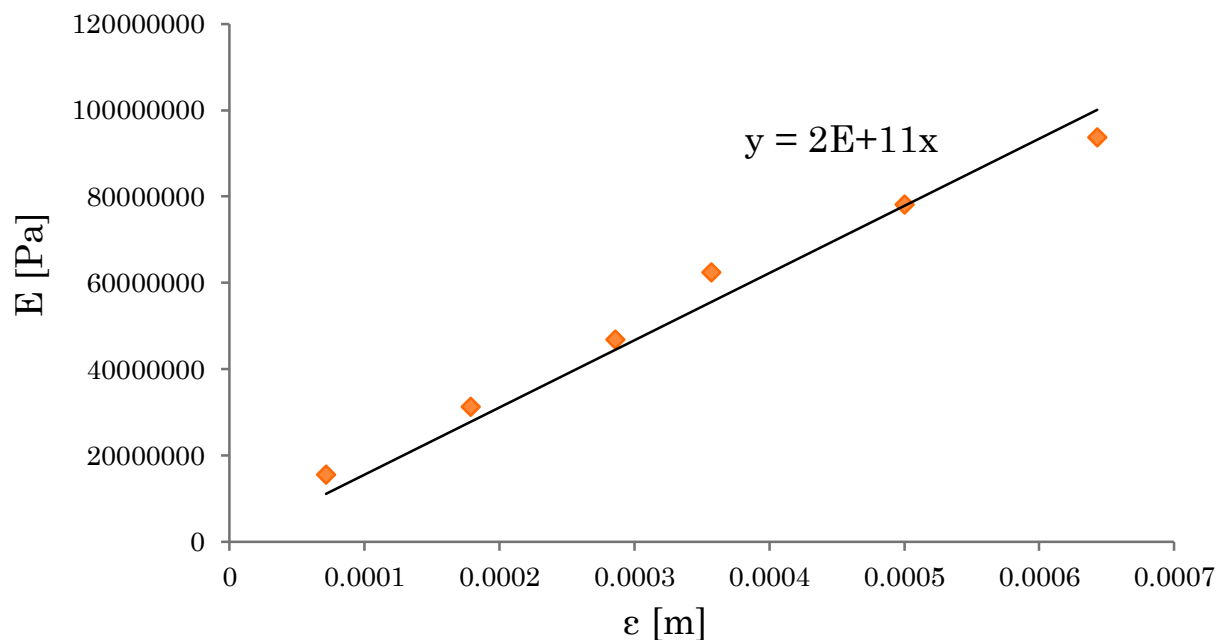


VÝSLEDEK UVEĎTE VE TVARU: $X = x \pm \delta x$ [jednotky]

!!! JE TŘEBA SPRÁVNĚ ZAOKROUHLIT VÝSLEDEK !!!

GRAFY BY MĚLY OBSAHOVAT:

Závislost Youngova modulu pružnosti na prodloužení



FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM Z MECHANIKY A TERMIKY

ÚLOHY LS 2014/2015

1. Měření měrné tepelné kapacity pevných látek a kapalin
2. Měření momentu setrvačnosti
3. Měření hustoty pevných látek a kapalin
4. Měření gravitačního zrychlení - volný pád, reverzní kyvadlo
5. Měření tepelné vodivosti stavebních materiálů
6. Funkce solárního kolektoru
7. Ověření zákonů pro ideální plyn
8. Měření viskozity kapalin
9. Měření povrchového napětí kapalin
10. Funkce tepelného čerpadla
11. Měření modulu pružnosti a tuhosti pružiny



CHYBY MĚŘENÍ

Chyba měření je kvalifikovaný odhad nepřesnosti provedeného měření. Stanovenou chybu veličiny U můžeme uvádět třemi způsoby:

a) **V absolutním tvaru:** značíme δU , nazýváme „absolutní chyba“

Výsledek měření pak uvádíme ve tvaru:

$\bar{U} \pm \delta U$ [fyzikální jednotky veličiny U],

kde $\bar{U}$ je naměřená hodnota veličiny U .

Podle normy se chyba δU musí stanovit tak, aby skutečná hodnota veličiny U (kterou ovšem neznáme!) ležela v intervalu $\langle \bar{U} + \delta U, \bar{U} - \delta U \rangle$ s pravděpodobností asi 70 %.

b) **V relativním tvaru:** značíme ξU , nazýváme „relativní chyba“

Převodní vztah mezi absolutní a relativní chybou je:

$$\xi U = \frac{\delta U}{\bar{U}} [-]$$



STANOVENÍ CHYBY

A. Stanovení chyby přímo měřené veličiny:

Přímo měřená veličina je veličina, kterou měříme přímo pomocí měřicího přístroje (napětí, délka, hmotnost, teplota...).

a) Vypočteme statistickou chybu – měříme N-krát:

$$\sigma U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{U} - U_i)^2}{N \cdot (N-1)}},$$

kde $\bar{U}$ je aritmetický průměr z jednotlivých naměřených hodnot U_i . Tato chyba se nazývá směrodatná nebo standardní.

b) Určíme přístrojovou chybu dle použitého přístroje:

- přístroj bez informací od výrobce:

$$\delta U = 0,3 \cdot \text{nejmenší dílek na stupnici (displeji)}$$

- použijeme předpis pro stanovení chyby uvedený výrobcem
- ruční stopky pro měření času:

$$\delta U = 0,2 \text{ sec} \quad (\text{relaxační doba obsluhy})$$



B. Stanovení chyby nepřímo měřené veličiny:

Nepřímo měřená veličina je veličina počítaná (podle nějakého vzorečku) z jiných veličin.

Je tedy jejich funkcí. Její chybu musíme stanovit z chyb těchto veličin.

Je-li veličina Y dána funkcí $Y = F(A, B, C, \dots)$, pak chybu δY veličiny Y spočteme jako:

$$\delta Y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial A} \cdot \delta A\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial B} \cdot \delta B\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial C} \cdot \delta C\right)^2 + \dots},$$

kde $\delta A, \delta B, \delta C, \dots$ jsou absolutní směrodatné chyby veličin $A, B, C, \dots$



- Je-li měřená veličina funkcí několika přímo měřitelných veličin $Y = f(a, b, c, \dots)$ a touto funkcí je **součet nebo rozdíl** přímo měřitelných veličin, pak je absolutní chyba dána vztahem:

$$\delta Y = \delta(a \pm b \pm c \pm \dots) = \sqrt{(\delta a)^2 + (\delta b)^2 + (\delta c)^2 + \dots}$$

- Je-li měřená veličina funkcí několika přímo měřitelných veličin $Y = f(a, b, c, \dots)$ a touto funkcí je **součin nebo podíl** přímo měřitelných veličin, pak při výpočtu chyby takové veličiny postupujeme takto:
 - a) Nejprve určíme absolutní chyby všech přímo měřitelných veličin vyskytujících se ve vztahu, tj. $\delta a, \delta b, \delta c, \dots$
 - b) Spočítáme všechny relativní chyby těchto veličin, tj. $\xi a = \delta a / a$ a obdobně $\xi b, \xi c, \dots$
 - c) Výslednou relativní chybu měření veličiny pak vypočítáme vztahem:

$$\xi Y = \sqrt{\xi^2 a + \xi^2 b + \xi^2 c + \dots}$$

Vyskytuje-li se některá z veličin v n-té mocnině, vynásobíme relativní chybu této veličiny n-krát.



PŘÍKLAD VÝPOČTU CHYBY

Tepelná kapacita vzorku se počítá podle vzorce:

$$c_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 + K}{m_1} \cdot \frac{(t - t_2)}{(t_1 - t)} \quad (1)$$

Zajímá nás chyba veličiny c_1 , jež je tzv. nepřímo měřenou veličinou a je funkcí několika přímo měřitelných veličin $Y = f(a, b, c, \dots)$, avšak touto funkcí není jen **součet/rozdíl**, nebo **součin/podíl** přímo měřitelných veličin.

Nelze proto použít pravidla pro součin/podíl nebo součet/rozdíl přímo!!

Máte dvě možnosti: použít vztah s parciálními derivacemi, nebo postupovat „zevnitř“ vztahu (1) a přitom použít pravidla pro součin/podíl nebo součet/rozdíl.

Tato druhá možnost je zde nastíněna:

1) vzorec (1) si přepíšeme tak, abychom dostali „čistý“ součin/podíl:

$$c_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 + K}{m_1} \cdot \frac{(t - t_2)}{(t_1 - t)} = \frac{A \cdot B}{m_1 \cdot C}, \quad \text{kde } \begin{aligned} A &= m_2 \cdot c_2 + K \\ B &= (t - t_2) \\ C &= (t_1 - t) \end{aligned} \quad (2)$$

- 2) veličiny B a C jsou **rozdíly** přímo měřitelných veličin , tedy chybu spočítáme podle vztahu

$$\delta Y = \delta(a \pm b \pm c \pm \dots) = \sqrt{(\delta a)^2 + (\delta b)^2 + (\delta c)^2 + \dots}$$

Platí:

$$\delta B = \delta(t - t_2) = \sqrt{(\delta t)^2 + (\delta t_2)^2}$$

$$\delta C = \delta(t_1 - t) = \sqrt{(\delta t_1)^2 + (\delta t)^2}$$

- 3) veličina A je však kombinací součtu a součinu, tedy je třeba si ji přepsat do tvaru

$$A = m_2 \cdot c_2 + K = D + K, \quad \text{kde } D = m_2 \cdot c_2$$

- 4) veličina D je již funkcí jen **součinu** přímo měřitelných veličin, platí:

$$\xi D = \sqrt{\xi^2 m_2 + \xi^2 c_2} = \sqrt{\left(\frac{\delta m_2}{m_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta c_2}{c_2}\right)^2}$$



- 5) veličina A je (viz bod 3)) funkcí součtu a proto platí:

$$\delta A = \sqrt{(\delta D)^2 + (\delta K)^2} = \sqrt{(D \cdot \xi D)^2 + \delta^2 K}$$

- 6) konečná chyba veličiny c_1 , která je funkcí jen součinu a podílu veličin A, B, m_1, C , je pak dána vztahem:

$$\xi c_1 = \sqrt{\xi^2 A + \xi^2 B + \xi^2 m_1 + \xi^2 C} = \sqrt{\left(\frac{\delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\delta B}{B}\right)^2 + \left(\frac{\delta m_1}{m_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta C}{C}\right)^2}$$

- 7) výslednou relativní chybu převedeme na absolutní:

$$\delta c_1 = c_1 \cdot \xi c_1$$

a uvedeme výsledek ve tvaru:

$$c_1 \pm \delta c_1$$

Nezapomeňte správně zaokrouhlit výsledek!!!

