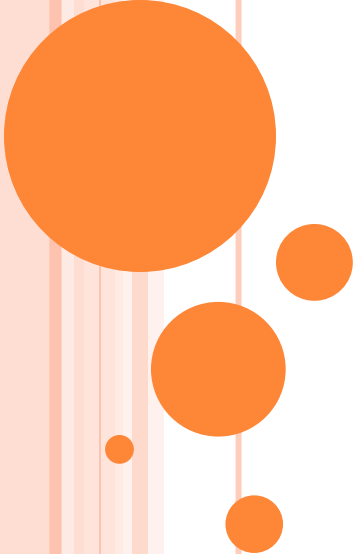




FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM II

Elektřina a Magnetismus

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:

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

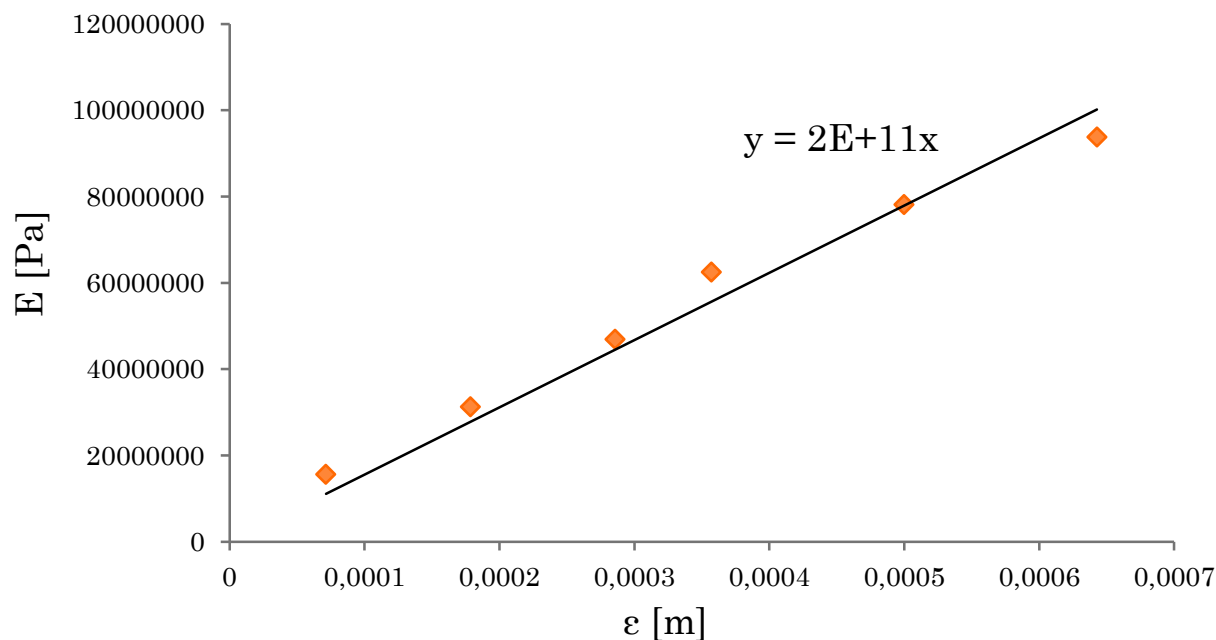


VÝSLEDEK UVEĎTE VE TVARU: $X = x \pm \delta x$ [jednotky]

!!! JE TŘEBA SPRÁVNĚ ZAOKROUHLIT VÝSLEDEK !!!

GRAFY BY MĚLY OBSAHOVAT:

Závislost Youngova modulu pružnosti na prodloužení



FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM Z ELEKTŘINY A MAGNETISMU

ÚLOHY LS 2014/2015

1. Měření odporů přímou metodou a měření měrného elektrického odporu
2. Měření kapacity přímou metodou a pomocí RLC můstku
3. Měření indukčnosti
4. Měření napětí a proudu na transformátoru
5. Měření intenzity a indukce magnetického pole
6. Měření vnitřního odporu článku a vnitřního odporu ampérmetru
7. Měření odporů Wheatstoneovým můstkem a substituční metodou
8. Studium pohybu elektronů v magnetickém poli
9. Měření rezonanční křivky RLC obvodu
10. Měření fázového posunu



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 nepřímě měřené veličiny:

Nepřímě 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. nepřímou 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:

$$c_1 + \delta c_1$$

Nezapomeňte správně zaokrouhlit výsledek!!!

