

T É M A: CHYBY MĚŘENÍ, ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

ANOTACE:

V první části této laboratorní práce se žáci seznámí s chybami při měření fyzikálních veličin, naučí se zpracovat naměřené hodnoty, určit odchylku a relativní odchylku měřené veličiny, naučí se určit přesnost daného měření a rozhodnout, která veličina byla naměřena s větší přesností. V druhé části laboratorní práce aplikují získané poznatky při řešení úkolů.

TEORIE:

Chyby měření

Každé měření fyzikální veličiny je zatíženo chybami. Chyby dělíme na:

- hrubé
- systematické
- náhodné
-

Hrubé chyby vznikají nepozorností, únavou nebo omylem pozorovatele. Projevují se tak, že naměřená hodnota se nápadně liší od ostatních naměřených hodnot. Tuto hodnotu z dalšího zpracování výsledků vyloučíme.

Systematické chyby se vyskytují pravidelně. Tyto chyby vznikají z nedokonalosti použité měřicí metody nebo měřicího přístroje. Systematické chyby lze omezit tím, že použijeme dokonalejší měřicí metodu nebo měřidlo.

Náhodné chyby jsou výsledkem zcela nepravidelných vlivů. Projevují se v tom, že při opakovaném měření dané veličiny nedostáváme stále stejný výsledek. Tyto chyby nemůžeme odstranit. Jejich vliv na přesnost měření můžeme zmenšit tím, že danou veličinu změříme vícekrát a z naměřených hodnot určíme hodnotu nejpravděpodobnější a stanovíme, s jakou přesností byla naměřena.

Postup při zpracování naměřených hodnot

1. Naměřené **hodnoty fyzikální veličiny** označíme x_1, x_2, \dots, x_n , kde n je počet měření. Naměřené hodnoty zapíšeme do předem připravené tabulky.

2. Z naměřených hodnot vypočítáme **aritmetický průměr** \bar{x} .

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

3. Určíme **odchylky** Δx_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$ naměřených hodnot od aritmetického průměru. Odchylky jsou $\Delta x_1 = \bar{x} - x_1, \Delta x_2 = \bar{x} - x_2, \dots, \Delta x_n = \bar{x} - x_n$. Některé odchylky jsou kladné, jiné záporné. Součet kladných a záporných odchylek se rovná nule.

4. Vypočítáme **průměrnou odchylku** Δx jako aritmetický průměr absolutních hodnot všech odchylek od aritmetického průměru.

$$\Delta x = \frac{|\bar{x} - x_1| + |\bar{x} - x_2| + \dots + |\bar{x} - x_n|}{n}$$

5. Průměrnou odchylku zaokrouhlíme na jednu platnou číslici. Průměrná odchylka má stejnou jednotku jako měřená veličina.

Odchylka součtu dvou veličin (tétoho druhu) se rovná nejvíce součtu odchylek u jednotlivých veličin.

Totéž platí i pro odchylku rozdílu dvou veličin.

Výsledek můžeme zobecnit i pro součet nebo rozdíl více veličin.

6. Aritmetický průměr zaokrouhlíme na stejný počet míst jako má průměrná odchylka.

7. Určíme **relativní odchylku** měření δx , jako podíl průměrné odchylky a aritmetického průměru. Relativní odchylka je číslo bezrozměrné.

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

Relativní odchylku vyjadřujeme v procentech, takže platí:

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Laboratorní měření považujeme za přesné, jestliže je relativní odchylka menší než 1%. Někdy můžeme považovat za dostatečně přesné i měření s relativní odchylkou 1,5% až 5%.

Ze dvou měření je přesnější to, které má menší relativní odchylku.

Platí:

Relativní odchylka součinu nebo podílu dvou veličin se rovná nejvýše součtu relativních odchylek jednotlivých veličin. Relativní odchylka součinu více veličin se rovná nejvýše součtu relativních odchylek jednotlivých veličin, které tvoří součin.

8. Výsledek měření zapíšeme ve tvaru

$$x = \bar{x} \pm \Delta x, \quad \delta x = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Z průměrné odchylky určíme horní a dolní mez naměřené veličiny.

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x$$

Naměřenou hodnotu jsme neurčili přesně, ale určili jsme, že naměřená hodnota leží v daném intervalu.

PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si druhy chyb při měření fyzikálních veličin.
2. Projděte si postup při zpracování naměřených hodnot.
3. V laboratorním cvičení potřebujete kalkulačku.

PŘÍPRAVA:

ÚKOL Č. 1:

Změřili jsme desetkrát délku hrany kvádru, naměřené hodnoty jsme zapsali do tabulky.

Číslo měření i	$x_i [mm]$	$\Delta x_i [mm]$
1	107,2	
2	107,4	
3	107,3	
4	107,1	
5	107,3	
6	107,5	
7	107,4	
8	107,1	
9	107,5	
10	107,2	
Součet		
Aritmetický průměr		

Určete:

- aritmetický průměr, odchylky naměřených hodnot, průměrnou odchylku,
- relativní odchylku,
- zapište výsledek ve správném tvaru.

ŘEŠENÍ ÚKOLU Č. 1:

ÚKOL Č. 2:

Změřili jsme délku a šířku listu papíru a po zpracování měření jsme dostali tyto výsledky:

$a = (32,1 \pm 0,1) \text{ cm}$, $b = (23,5 \pm 0,1) \text{ cm}$. Určete:

- a) jaká je maximální odchylka součtu $a + b$,
- b) jaká je relativní odchylka součtu $a + b$,
- c) která veličina je naměřená s větší přesností.

ŘEŠENÍ ÚKOLU Č. 2:

ÚKOL Č. 3:

Změřili jsme délku a šířku obdélníku a dostali jsme tyto výsledky: $a = (32,1 \pm 0,1) \text{ cm}$, $b = (23,5 \pm 0,1) \text{ cm}$. Určete odchylku a relativní odchylku obsahu obdélníkové desky.

ŘEŠENÍ ÚKOLU Č. 3:

ÚKOLY NA PROCVIČENÍ:

Žáci řeší úkoly samostatně, na konci hodiny projdou řešení s učitelem.

ÚKOL Č. 1:

Změřili jsme desetkrát délku hrany kvádru, naměřené hodnoty jsme zapsali do tabulky.

Číslo měření i	$\frac{a_i}{mm}$	$\frac{\Delta a_i}{mm}$
1	35,8	
2	35,2	
3	35,5	
4	35,6	
5	35,2	
6	35,3	
7	35,7	
8	35,4	
9	35,5	
10	35,6	
Součet absolutních hodnot		
Aritmetický průměr		

Určete:

- aritmetický průměr, odchylky naměřených hodnot, průměrnou odchylku,
- relativní odchylku,
- zapište výsledek ve správném tvaru.

ÚKOL Č. 2:

Změřili jsme délku, šířku a výšku kvádru a dostali jsme tyto výsledky:

$a = (7,1 \pm 0,1)cm$, $b = (13,5 \pm 0,1)cm$, $c = (27,5 \pm 0,2)cm$. Určete:

- jaká je maximální odchylka součtu $a + b + c$,
- jaká je relativní odchylka součtu $a + b + c$,
- která veličina je naměřená s největší přesností.

ÚKOL Č. 3:

Změřili jsme objem tělesa a jeho hmotnost, dostali jsme tyto výsledky: $V = (2,52 \pm 0,03)cm^3$, $m = (20,6 \pm 0,1)g$.

Určete odchylku a relativní odchylku hustoty tělesa.

ŘEŠENÍ ÚKOLŮ K PROCVIČENÍ:

SHRNUTÍ:

1. Jaké druhy chyb znáte?
2. Podle které odchylky posuzujeme přesnost naměřené veličiny?
3. Kdy považujeme měření za přesné?
4. Jak určíme relativní odchylku u součinu veličin?
5. Čemu se rovná relativní odchylka podílu veličin?

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] BEDNAŘÍK, Milan; ŠIROKÁ, Miroslava. *Fyzika pro gymnázia - Mechanika*. 3. vydání. Praha: Prometheus, 2005. 288 s. ISBN 80-7196-176-0
- [02] VACHEK, J.; BEDNAŘÍK, M.; KLOBUŠICKÝ, K.; MARŠÁK, J.; NOVÁK, J.; ŠABO, I. *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 383 s.
- [03] ŽIVNÝ, F., LEPIL, O. *Praktická cvičení z fyziky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 267 s.

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Dana Stesková
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Mechanika – chyby měření
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 16 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům, podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace čerpá žák z vlastních poznámek. Náplň: chyby měření, zpracování naměřených hodnot, odchylka a relativní odchylka měření, aplikace těchto poznatků při zpracování naměřených hodnot.