

# Fyzikální laboratoře – úvodní hodina

*příprava podle Bednařík, M., Šíroková, M.: Fyzika pro gymnázia – Mechanika*

Cíl: Seznámíme se s metodami měření některých fyzikálních veličin a naučíme se zpracovávat výsledky měření.

**Metoda měření** = pracovní postup, kterým měření provádíme. Je založena na principu měření.

**Principy měření** = „jak funguje měřidlo“, např.

- teploměr - tepelná roztažnost kapaliny
- siloměr – závislost prodloužení pružiny na velikosti působící síly
- váhy – porovnávání hmotnosti tělesa s hmotností závaží
- ...

**Přímá metoda** = hodnotu zjišťujeme přímo odečtením ze stupnice

**Nepřímá metoda** = hodnotu určujeme výpočtem na základě změřených hodnot jiných veličin. Např.

- hustota  $\rho = \frac{m}{V}$

**Absolutní metoda** = hodnota je přímo ve zvolené jednotce

**Relativní (srovnávací) metoda** = výsledek je poměr měřené hodnoty s hodnotou srovnávací – zpravidla jednotkovým množstvím (např. závaží, ...)

**Průběh laboratorní práce:**

**Příprava na měření:**

1. seznámíme se s poznatkami, které se týkají měřené veličiny (způsoby jejího měření, měřidla, vztahy k jiným veličinám...)
2. zvolíme metodu měření a odpovídající princip měření
3. vybereme vhodná měřidla a naučíme se s nimi manipulovat
4. uvážíme, které vnější podmínky mohou ovlivnit výsledky měření a které chyby měření mohou nastat
5. naplánujeme pracovní postup měření

**Vlastní měření:**

- provádíme podle návodu

**Zpracování výsledků (do „Laboratorního deníku“):**

- přípravu + hodnoty získané měřením + zpracování výsledků měření
- na konci laboratorního měření předloží studenti ke kontrole a oparafování učiteli

## Protokol:

- název laboratorního cvičení a datum měření
- jméno žáka a jméno spolupracovníka
- cíl práce
- úkol laboratorní práce
- seznam použitých pomůcek
- princip a metodu měření
- tabulky s naměřenými hodnotami
- statistické zpracování výsledků měření
- zhodnocení výsledků měření
- závěr

## Statistické zpracování

**Hrubé chyby** – z nepozornosti, únavy nebo omylu

- obvykle se nápadně liší od ostatních výsledků. Ze zpracování ji vyloučíme.

**Systematické chyby** – nedokonalostí měřícího přístroje, metody, pozorovatele.

- jejich vliv na výsledek je stálý.
- lze je těžko zjistit
- odstraníme je použitím vhodnějšího měřidla nebo metody

**Náhodné chyby** – výsledek zcela nepravidelných vlivů. S těmi pracuje statistika.

## Číselné zpracování výsledků měření

**Nejpravděpodobnější hodnotu měřené veličiny** – zjistíme aritmetickým průměrem výsledků opakovaných měření

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

## Určení statistické chyby měření

**Přesnost měření** – určíme pomocí odchylek od aritmetického průměru  $\Delta x$

**Odchylka od aritmetického průměru:**

$$\Delta x_1 = \bar{x} - x_1$$

$$\Delta x_2 = \bar{x} - x_2$$

...

$$\Delta x_n = \bar{x} - x_n$$

### Průměrná odchylka:

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

### Zápis výsledku:

- průměrnou odchylku  $\Delta x$  zaokrouhlíme na jednu platnou číslici.
- Aritmetický průměr  $\bar{x}$  zaokrouhlíme tak, aby průměrná odchylka  $\Delta x$  „zasahovala“ poslední platné místo aritmetického průměru (na stejný počet desetinných míst, jako  $\Delta x$ ).

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

**Absolutní průměrná odchylka  $\Delta x$**  = vyjádřená v jednotkách měřené veličiny

**Relativní průměrná odchylka  $\delta x$**  – slouží k posouzení přesnosti měření

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

Vyjádřeno v procentech:

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

Je-li  $\delta x < 1\%$  ... považujeme laboratorní měření za dostatečně přesné

Při provozních měření tolerujeme i  $\delta x > 1\%$

Nepřímá měření:

Naměřené veličiny nejprve zpracujeme stejně

**Nejpravděpodobnější hodnotu měřené veličiny** – zjistíme výpočtem s aritmetickými průměry výsledků opakovaných měření.

## Průměrnou odchylku nepřímého měření

### Postup:

1. Určíme  $\bar{x}$  a  $\Delta x$  všech naměřených veličin.
2. Vypočítáme střední hodnotu  $\bar{c}$  pomocí naměřených  $\bar{x}$ .
3. Je-li vztah mezi veličinami  $\bar{x}$  sčítání nebo odčítání, pak  $\Delta c$  vypočítáme jako součet  $\Delta x$ . Pro další matematické operace je třeba počítat s  $\delta x$ .
4. Určíme  $\delta x$  naměřených veličin a pomocí tabulky  $\delta c$ , a výsledek zaokrouhlíme je na jednu platnou číslici.
5. Pomocí  $\delta c$  a  $\bar{c}$  vypočítáme  $\Delta c$  a výsledek zaokrouhlíme na jednu platnou číslici.

$$\Delta c = \frac{\bar{c} \cdot \delta c}{100}$$

6. Výsledek zapíšeme ve známém tvaru:

$$c = \bar{c} \pm \Delta c$$

Počtetní operace	Střední hodnota	Stanovení průměrné odchylky
$a + b$	$\bar{c} = \bar{a} + \bar{b}$	$\Delta c = \Delta a + \Delta b$
$a - b$	$\bar{c} = \bar{a} - \bar{b}$	$\Delta c = \Delta a - \Delta b$
Počtetní operace	Střední hodnota	Stanovení průměrné odchylky
$a \cdot b$	$\bar{c} = \bar{a} \cdot \bar{b}$	$\delta c = \delta a + \delta b$
$\frac{a}{b}$	$\bar{c} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}}$	$\delta c = \delta a + \delta b !$
$a^2$	$\bar{c} = \bar{a}^2$	$\delta c = 2\delta a$
$\sqrt{a}$	$\bar{c} = \sqrt{\bar{a}}$	$\delta c = \frac{\delta a}{2}$

**Prameny:**

Bednařík, M., Šíroká, M.: Fyzika pro gymnázia – Mechanika, Prometheus, Praha 2004, ISBN: 80-7196-176-0