

Stanovení přesnosti měření

Jelikož se často v protokolech studentů setkávám se špatným způsobem zaokrouhlování výsledků a stanovování přesnosti měření, bude tento dokument návodem, jak správně vypočítat přesnost měření a zapsat naměřené výsledky do protokolu.

Příklad

V našem vzdáleně ovládaném experimentu máme pokus, kde určujeme tíhové zrychlení g z doby kmitu matematického kyvadla. Pokusme se změřit průměr kuličky, která je zavěšena na tenké niti.

1. Nejprve provedeme 10krát měření průměru kuličky (d_1, d_2, \dots, d_{10}) pomocí digitálního posuvného měřidla (viz obrázek č. 1).



Obrázek č. 1

2. Tyto hodnoty zapíšeme do tabulky a vypočítáme aritmetický průměr \bar{d} z naměřených hodnot. Aritmetický průměr je obecně definován vztahem

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}.$$

3. Přesnost měření odhadneme pomocí odchylek jednotlivých naměřených hodnot od aritmetického průměru. Odchytky jsou $\Delta d_1 = \bar{d} - d_1, \Delta d_2 = \bar{d} - d_2, \dots$ Některé odchytky jsou kladné, jiné záporné. Sečtením všech odchylek lze zkontrolovat, zda jsou odchytky a aritmetický průměr určeny správně. Součet všech odchylek musí být roven nule.
4. Přesnost měření určíme pomocí průměrné odchylky Δd , kterou vypočítáme jako aritmetický průměr absolutních hodnot všech odchylek od aritmetického průměru. Obecně je tedy použit vztah

$$\Delta d = \frac{|\bar{d} - d_1| + |\bar{d} - d_2| + \dots + |\bar{d} - d_n|}{n}.$$

5. **Důležité a často v této části dělají studenti chyby!** Nejprve průměrnou odchylku Δd zaokrouhlíme na jednu platnou číslici (1 platná číslice je první číslo různé od nuly bráno zleva doprava). Aritmetický průměr \bar{d} následně upravíme do takového tvaru, aby počet desetinných míst aritmetického průměru \bar{d} odpovídal počtu desetinných míst průměrné odchylky Δd .
6. Výsledek zapíšeme ve tvaru

$$d = (\bar{d} \pm \Delta d) \text{ jednotka.}$$

7. Pro posouzení přesnosti měření má větší význam relativní odchylka δd , která se určí jako podíl průměrné odchylky a aritmetického průměru

$$\delta d = \frac{\Delta d}{\bar{d}}.$$

Relativní odchylku určujeme většinou v procentech, dle vztahu

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

8. Laboratorní měření lze považovat za přesné, je-li relativní odchylka menší než 1 %.

Matematické zpracování

Číslo měření i	d_i [mm]	\bar{d} [mm]	$\Delta d_i = \bar{d} - d_i$ [mm]	Δd [mm]
1	19,85	19,836	- 0,014	0,007
2	19,83		0,006	
3	19,84		- 0,004	
4	19,82		0,016	
5	19,83		0,006	
6	19,83		0,006	
7	19,84		- 0,004	
8	19,84		- 0,004	
9	19,84		- 0,004	
10	19,84		- 0,004	

Tabulka č. 1

Průměr měřené kuličky je $d = (19,836 \pm 0,007) \text{ mm}$.

Relativní odchylka měření je $\delta d = 0,04 \%$. Měření bylo tedy dostatečně přesné.

Pozn. Jelikož používáme měřidlo dělené na setiny milimetru, měl by být výsledek maximálně na setiny milimetru. Tedy za správný výsledek lze také považovat $d = (19,84 \pm 0,01) \text{ mm}$.

Závěrem

Není nejlepší nápad ukazovat kvalitu své kalkulačky, která umí počítat na 8-9 desetinných míst. Tento postup je nesprávný. Je vždy dobré používat při měření selský rozum. Když jdete např. sázet řadu stromů, tak také nepoužijete měřidlo dělené na setiny milimetrů a odchylky mezi vzdálenostmi jednotlivých stromů také nezaokrouhluje na setiny milimetru.

Literatura

Bednařík, M., Šíroká, M.: Fyzika pro gymnázia – Mechanika. Prometheus Praha, 2000.

Holubová, R.: Fyzikální praktikum 1. PřF UP v Olomouci, 2001.