

# Měření tíhového zrychlení pomocí kyvadla

K. Němcová, M. Cihlář  
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1  
michal.cihlar@seznam.cz

## Abstrakt

Na fyzikálním seminář jsme se rozhodli vyzkoušet změřit tíhové zrychlení pomocí jednoduchých, běžně dostupných pomůcek. Následně jsme se zaměřili na chyby měření.

## 1 Úvod

Pro malé výchylky matematického kyvadla platí vzorec (1), kde  $l$  je délka závěsu a  $g$  je tíhové zrychlení.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

Pro taktéž malé výchylky fyzického kyvadla platí vzorec (2), kde  $I$  je moment setrvačnosti kyvadla kolem osy otáčení,  $l$  délka závěsu a  $m$  hmotnost závaží.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{gml}} \quad (2)$$

Moment setrvačnosti pro válec, jehož osa je kolmá na osu otáčení a neprochází válcem je (3), kde  $l$  je délka závěsu,  $R$  je poloměr válce,  $h$  výška válce a  $m$  hmotnost válce.

$$I = \left( l^2 + \frac{1}{4} R^2 + \frac{1}{12} h^2 \right) m \quad (3)$$

Po dosazení (3) do (2) a vyjádření dostáváme výsledný vzorec pro tíhové zrychlení (4)

$$g = \frac{\pi^2 (12 l^2 + 3 R^2 + h^2)}{3 T^2 l} \quad (4)$$

Pro výpočet chyby jsme použili vzorec pro výpočet střední kvadratické chyby (5), kde  $T$  je perioda,  $l$  délka závěsu,  $R$  poloměr válce a  $h$  výška válce.

$$\sigma_g = g \sqrt{\left(\frac{2\sigma_T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_l}{l}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma_R}{R}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma_h}{h}\right)^2} \quad (5)$$

## 2 Experiment

Měření jsme provedli na několika místech republiky, a to v Týnci nad Labem, Praze 4 a Praze 1, vždy pro několik délek závěsu. Každé měření jsme provedli minimálně patnáctkrát, aby jsme mohli následně spočítat statistickou chybu. Výsledky jsou uvedeny v Tab.1.

<b>1.měření</b>
$g=9,90\text{ms}^{-2} \pm 0,10\text{ms}^{-2}$ (stat.) $\pm 0,52\text{ms}^{-2}$ (syst.)
$g=9,96\text{ms}^{-2} \pm 0,16\text{ms}^{-2}$ (stat.) $\pm 0,53\text{ms}^{-2}$ (syst.)
<b>2.měření</b>
$g=9,92\text{ms}^{-2} \pm 0,06\text{ms}^{-2}$ (stat.) $\pm 0,37\text{ms}^{-2}$ (syst.)
$g=9,88\text{ms}^{-2} \pm 0,11\text{ms}^{-2}$ (stat.) $\pm 0,37\text{ms}^{-2}$ (syst.)
<b>3.měření</b>
$g=9,91\text{ms}^{-2} \pm 0,06\text{ms}^{-2}$ (stat.) $\pm 0,39\text{ms}^{-2}$ (syst.)

Tab.1: Tabulka shrnuje výsledky měření.

### 3 Závěr

Měřením jsme zjistili, že se zvětšující se délkou závěsu se zvyšuje přesnost měření díky omezení chyby výpočtu jedné periody. Změna místa měření na výsledek neměla vliv, protože chyby měření jsou řádově větší než tabulkové rozdíly mezi místy měření.

### 4 Poděkování

Děkujeme Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. za jeho čas a rady.

### Reference

- [1] I. Štoll. *Mechanika*. České vysoké učení technické, Praha 2010. ISBN 978- 80-01-04554-1.
- [2]J. Brož a kol.: *Základy fyzikálních měření I.*, SPN Praha, 1983