

Měření momentu setrvačnosti

P. Svačina

K. Marková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

petr.svacina@email.cz

kattala@seznam.cz

Abstrakt

Experimentálně jsme určovali moment setrvačnosti závaží v různé poloze k ose otáčení. Naším cílem bylo určit závislost momentu setrvačnosti na vzdálenosti závaží od osy rotace.

1 Úvod

Máme-li rotující tuhé těleso, závisí moment jeho setrvačnosti na rozložení hmoty v tomto tělese. V případě různých těles o stejné hmotnosti bude největší moment setrvačnosti u tělesa, jehož hmota je koncentrována dále od osy otáčení.

Tato skutečnost se hojně využívá nejen v technické praxi (např. setrvačníky), ale také ve sportu – krasobruslař může při piruetě zvýšit rychlost svého otáčení pouhým připažením, aniž by musel dále zvyšovat svou kinetickou energii, což je umožněno závislostí momentu setrvačnosti na rozložení hmoty vzhledem k ose otáčení.

2 Metody

Experiment jsme prováděli pomocí aparatury (viz Fig.1), která se skládá z kolejničky se středem v ose otáčení, na kterou se umísťuje závaží v libovolné vzdálenosti od středu, a senzoru snímajícího frekvenci. Kolejnička je roztáčena gravitační silou F , která působí na závaží visící na provázku navinutém na kotouči o poloměru r , pevně spojeném s kolejničkou. Senzor předává naměřenou frekvenci datové laboratoři, která zpracovává údaje a vykresluje graf závislosti úhlové rychlosti na čase.

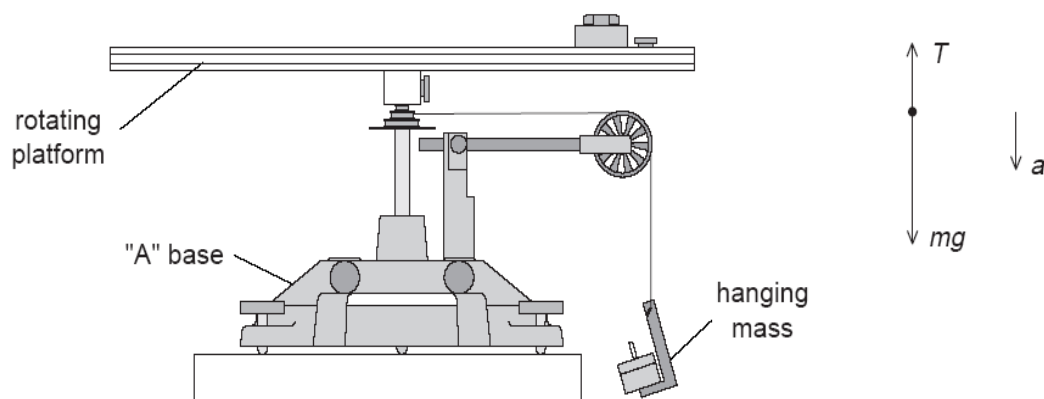


Fig. 1

Z grafu získané hodnoty dosadíme do vzorce pro moment setrvačnosti:

$$J = \frac{Frt}{\omega(t) - \omega(0)}$$

Kde:

- J - moment setrvačnosti
- F - působící síla ($F = 1\text{ N}$)
- r - poloměr kotoučku pomocí kterého roztáčíme aparaturu ($r = 1,55\text{ cm}$)
- t - čas
- $\omega(t)$ - úhlová rychlost v čase t
- $\omega(0)$ - úhlová rychlost na počátku měření (vyjadřuje interval mezi okamžikem rotace aparatury a začátkem snímání pohybu)

3 Výsledky experimentu:

$R \cdot 10^{-2}(\text{m})$	T(s)	$\omega(0) (\text{rads}^{-1})$	$\omega(t) (\text{rads}^{-1})$	$J_1 (\text{kgm}^2)$	$J_2 (\text{kgm}^2)$
0	6	1	8,4	0,013	0,014
5	7	1,2	9	0,014	0,015
11	9	0,8	9	0,017	0,017
22	4	0,6	3	0,026	0,027

Pozn:

Bez závaží jsme z naměřených hodnot určili moment setrvačnosti kolejnice $J_a = 0,014\text{ kgm}^2$

J_1 = moment setrvačnosti získaný z naměřených hodnot

J_2 = moment setrvačnosti vypočítaný pomocí známých údajů ze vzorce $J = J_a + mR^2$
($m=0,275\text{ kg}$ – hmotnost závaží na kolejnici, R – vzdálenost závaží od středu otáčení)

4 Shrnutí:

Ukázali jsme, že moment setrvačnosti roste kvadraticky se vzdáleností závaží od osy rotace. Naměřené hodnoty se blíží analyticky určeným, takže jsme experimentálně ověřili správnost vzorce pro určení momentu setrvačnosti.

Poděkování

Katedře fyziky při FJFI – ČVUT za zapůjčení aparatury nezbytné k provedení experimentu

Reference:

1. Doc.Ing. I. Štoll, CSc.: Mechanika, Vydavatelství ČVUT, 2. vydání
2. Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific Model ME-8950: Complete Rotational System (www.pasco.com)