

Dynamika rotačního pohybu

Jakub Kákona, kaklik@mlab.cz

26.10.2009

Abstrakt

1 Pracovní Úkoly

1. V domácí přípravě odvoďte vzorec pro výpočet momentu setrvačnosti válce a dutého válce.

$$I = \frac{1}{2}MR^2 \quad (1)$$

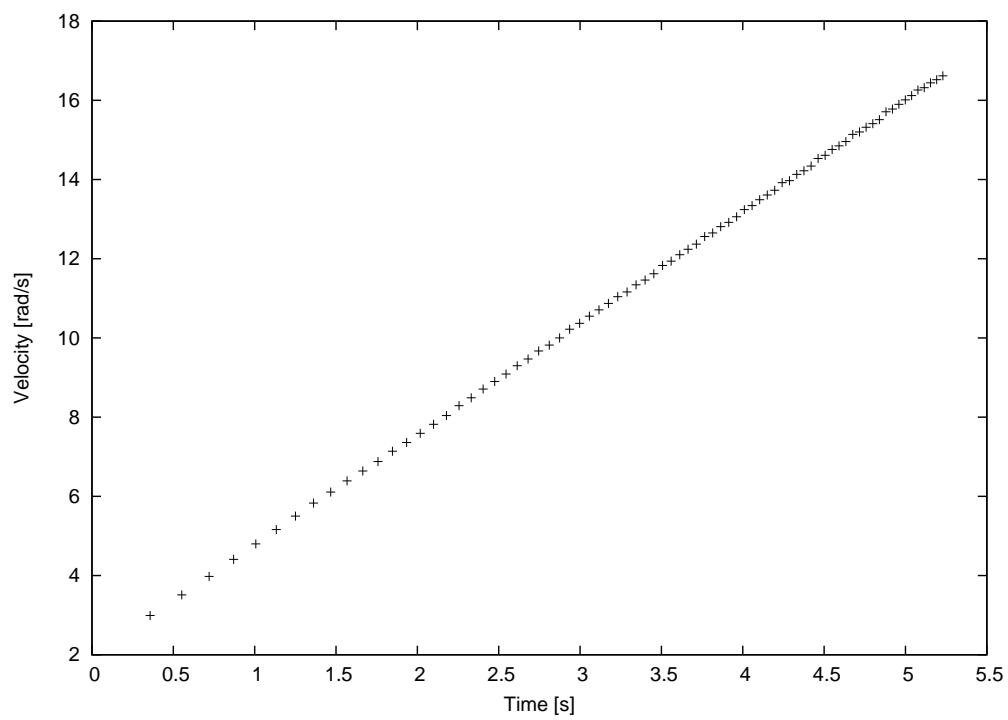
$$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2) \quad (2)$$

2. Změřte momenty setrvačnosti přiložených rotačních objektů experimentálně a porovnejte je s hodnotami z teoretických vzorců. Měření proveďte alespoň pětkrát. Použijte disk, disk + prsteneček a pomocí nich stanovte moment setrvačnosti samotného prstenečku.
3. Změřte moment setrvačnosti disku, umístěného na dráze mimo osu rotace a pomocí výsledků z předchozího úkolu ověřte platnost Steinerovy věty.
4. Ověřte zákon zachování momentu hybnosti. Do protokolu přiložte graf závislosti úhlové rychlosti rotace na čase.
5. Změřte rychlost precese gyroskopu jak přímo senzorem, tak i nepřímo z měření rychlosti rotace disku. Měření proveďte alespoň pětkrát. Obě hodnoty porovnejte.

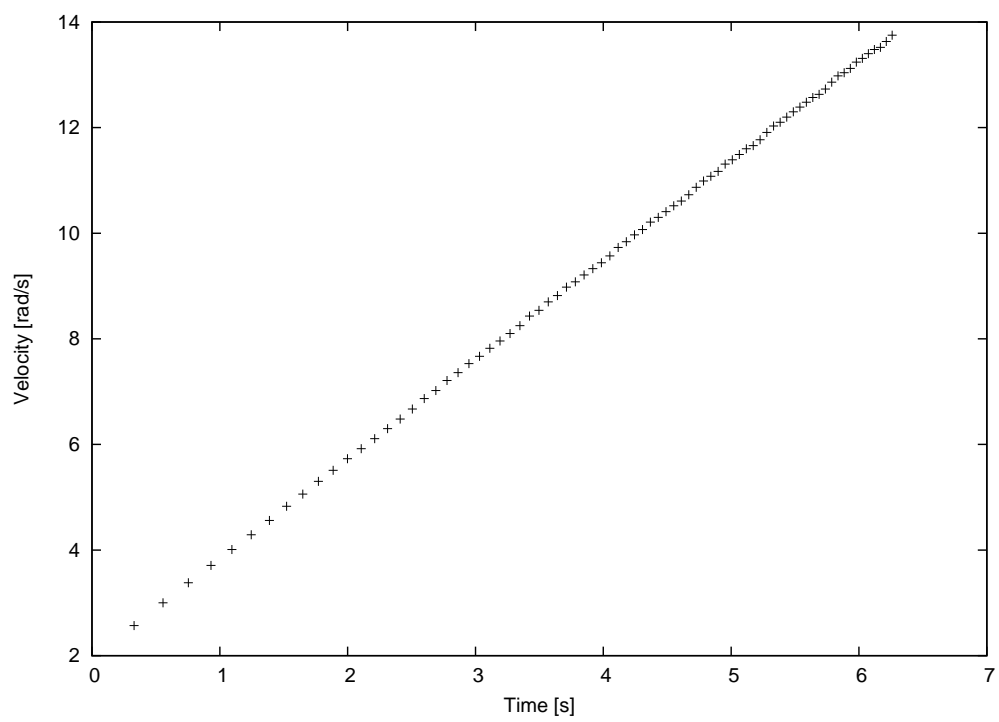
2 Postup měření

2.1 Měření momentu setrvačnosti

Moment hybnosti jsme měřili roztáčením tělesa přes kladku pomocí definovaného závaží. Ze záznamu časového průběhu rychlosti lze proložením přímkou určit moment setrvačnosti tělesa. Změřená data jsou vidět v následujících grafech.



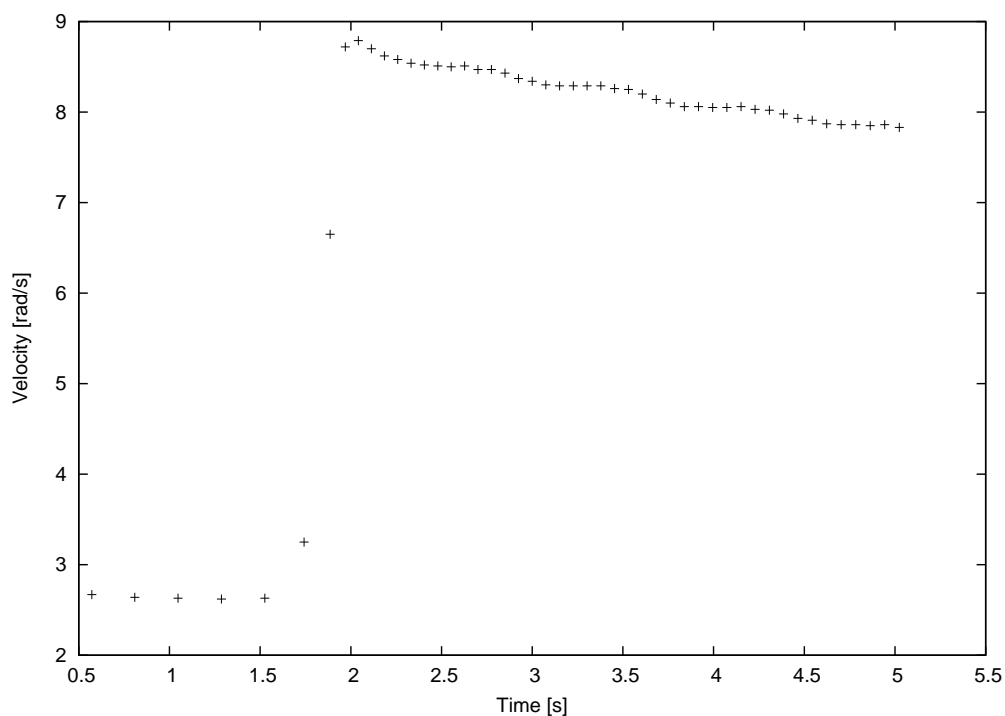
Obrázek 1: Data z mereni momentu setrvacnosti disku



Obrázek 2: Data z mereni momentu setrvacnosti disku a prstence

2.2 Zachování momentu hybnosti

Při měření jsme postupovali prakticky totožně, jako při měření momentu setrvačnosti, ale hmotnost byla rozložena ve dvou závažích, které jsme během otáčení zatažením za šňůrku sesunuli k sobě.



Proložení dat jsme spočítali momenty setrvačnosti disku $(9.63 \pm 0,05)10^{-3}kgm^2$ dále moment setrvačnosti prstence $(5.11 \pm 0,01)10^{-3}kgm^2$. úkolem také bylo ověřit platnost Steinerovy věty, k tomu jsme stejným způsobem museli nejdříve změřit moment setrvačnosti držáku $(12.81 \pm 0,02)10^{-3}kgm^2$ a následně celého systému s prstencem posunutým o 50mm od osy rotace. V takovém případě byl moment setrvačnosti $(10.31 \pm 0,06)10^{-3}kgm^2$

2.3 Zachování momentu hybnosti

Při tomto úkolu jsme na držák přidali dvě závaží tak aby je bylo možné je během rotace šňůrkou stáhnout k sobě. Tím se změnila úhlová rychlost z 2,5 rad/s na 9,2 rad/s při změně momentu setrvačnosti z $0.0254 kgm^2$ na $0.0073 kgm^2$ aby moment hybnosti zůstal zachován s chybou 5%.

2.4 Precese gyroskopu

Precesi gyroskopu jsme měřili tak že v jsme jej v klidu vyvážili a na straně s gyroskopem zatížili definovaným závažím o hmotnosti 17,9 g. Které působí na gyroskop tíhovou silou. Která způsobuje precesi gyroskopu kolem svislé osy.

$\omega_P [rad/s]$	$\delta_{\omega P} [\%]$	$\omega_S [rad/s]$	$\Omega_S [rad/s]$	$\Omega_M [rad/s]$	$\delta_{\omega M} [rad/s]$	$\Delta_{\Omega} [-]$	$\delta_{\Omega} [\%]$
77.3891	0.030	157.2051	0.0181	0.0107	59.280	0.0074	41.04
89.5982	0.015	182.0062	0.0157	0.0154	66.040	0.0002	1.42
97.5382	0.022	198.1352	0.0144	0.0086	199.800	0.0058	40.13
71.8631	0.032	145.9798	0.0195	0.0309	10.810	-0.0114	58.32
61.4821	0.030	124.8923	0.0228	0.0199	28.180	0.0029	12.81

Tabulka 1: Změřené a vypočtené hodnoty precese

3 Diskuse

Největším problémem bylo měření zachování momentu hybnosti, kdy aparatura přecházela při změně konfigurace závaží do neopakovatelně definovaných stavů, což pravděpodobně způsobilo značnou chybu.

4 Závěr

Z naměřených dat lze potvrdit že momenty setrvačností objektů rotujících na téže ose se sčítají. A moment hybnosti se při změně momentu setrvačnosti zachovává. Průměrná hodnota precese gyroskopu nám vyšla 0,0176 rad/s.

Reference

- [1] Zadání úlohy 11 - Dynamika rotačního pohybu.
<http://praktika.fjfi.cvut.cz/RotacniPohyb/>.