

# Gyroskop

Jan Buryanec

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová7, 115 19 Praha 1

buryajan@fjfi.cvut.cz

## Abstrakt

V tomto projektu jsem se zabýval vysvětlením fungování gyroskopu, jeho aplikaci a následné demonstraci na konkrétních pokusech.

## 1 Úvod

S pojmem gyroskop přišel první známý francouzský fyzik Jean Bernard Léon Foucault. Svůj první gyroskop představil v roce 1852, na kterém demonstroval rotaci zemské osy, která v důsledku tzv. nutace a následně vyvolané precese opisuje plášť jakéhosi pomyslného kužele. Později se však ukázalo, že gyroskop lze využít i pro praktické účely, jako například v letectví, kosmonautice či prostě jen pro zábavu.

## 2 Teorie

### 2.1 Co je to gyroskop

Gyroskop je obecně řečeno setrvačnick, který zachovává při určitých otáčkách svoji osu rotace. Tento setrvačnick je umístěn nejčastěji v tzv. Cardanových závěsech, které drží samotný setrvačnick. Pokud je upevněn ve třech na sebe kolmých osách, pak hovoříme o tzv. tříosém gyroskopu. Mezi Cardanovými závěsy a setrvačnickem by mělo být co nejmenší tření, což u mechanických gyroskopů jde velmi těžko, ale tyto ztráty v podobě tření se dají minimalizovat. V důsledku dostatečně velkého momentu setrvačnosti je pak setrvačnick schopen zachovat svoji osu rotace a tomuto jevu říkáme gyroskopický efekt, kdy je hmotnost setrvačnicku soustředěná do obvodu. Za takový setrvačnick lze také považovat i méně sofistikované zařízení, jako je například kolo od bicyklu či jiného dopravního prostředku. Na gyroskopu lze demonstrovat základní poznatky z mechaniky absolutně tuhého tělesa, které samozřejmě v reálném světě neplatí. Za předpokladu absolutně tuhého tělesa lze hovořit o tzv. 6 stupních volnosti, konkrétně 3 rotační a 3 posuvné.

### 2.2 Mat/Fyz popis

Jak už bylo řečeno v předešlém odstavci na gyroskop lze aplikovat základní vztahy z mechaniky absolutně tuhého tělesa. Obecně platí, že setrvačnick má tendenci se dostat do místa s co největším momentem setrvačnosti. Za první důležitý vztah popisující rotační pohyb setrvačnicku považují moment hybnosti  $\vec{L}$ , který je roven vektorovému součinu vzdálenosti polohového vektoru  $\vec{r}$  od středu otáčení setrvačnicku a hybnosti  $\vec{p}$ :

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}. \quad (1)$$

Dalším velmi důležitým vztahem je moment síly, který je roven opět vektorovému součinu tentokrát polohového vektoru  $\vec{r}$  a síly  $\vec{F}$ :

$$\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F}. \quad (2)$$

Posledním důležitým vzorcem je zcela bez pochyby moment setrvačnosti  $I$ . Jedná se obecně o tenzorovou veličinu, která je závislá na rozložení hmoty, tedy každé těleso lišící se tvarem má jiný vztah pro výpočet momentu setrvačnosti. Pro naše účely si vystačíme se vztahem pro dokonale tenkou obruč, která má svoji hmotu soustředěnou co nejvíce od středu, která je dána skalárním součinem celkové hmotnosti  $M$  a druhé mocniny vzdálenosti hmoty od středu  $R$ :

$$I = MR^2. \quad (3)$$

Nebo lze setrvačnick považovat za válec a v tomto případě se vzorec liší o 1/2 tedy:

$$I = \frac{1}{2}MR^2. \quad (4)$$

## 2.3 Rotace, nutace, precese

Dalšími velmi důležitými pojmy související s gyroskopickým efektem jsou rotace, nutace a precese.

### 2.3.1 Rotace

Je pohyb, který koná v našem případě setrvačnick otáčející se kolem nějaké osy rotace a tím vyvolává gyroskopický efekt, který při rostoucích otáčkách je znatelnější.

### 2.3.2 Nutace

Je jev, který z latiny znamená kývat se neboli v našem případě se jedná o kývavý pohyb. Toto tzv. kývání způsobuje výchylky osy rotace při precesním opisování pomyslného kužele. Ovšem co je nutno podotknout, že nutace je nadřazena precesi, tedy ji vyvolává.

### 2.3.3 Precese

Je jev, který vzniká v důsledku nenulového momentu hybnosti dvojice sil a způsobí orientaci osy rotace v prostoru, která opisuje plášť pomyslného kužele.

## 3 Závěr

Gyroskopy jsou zajímavá a sofistikovaná zařízení, na kterých si lze demonstrovat spoustu fyzikálních jevů zároveň. Samozřejmě gyroskopy nacházejí i svá uplatnění v praxi, jako stabilizační jednotky do umělých družic, či lodí, nebo jako orientační jednotka do letadel, kde hlavním předpokladem je zachování své osy rotace v prostoru.

## Reference

[1] I. Štoll, Mechanika, České vysoké učení technické, Praha (2003) 157-186

[2] J. Mikulčák a kol., *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*, Prometheus, Praha (1995) 45-46

