

# Az impulzusmomentum megmaradásának demonstrálása az ember közreműködésének teljes kiküszöbölésével

Bölcsföldi-zsámoly



**Mottó:** *Az ember jelenléte az univerzumban ideiglenes. Az univerzum törvényei azonban örökkévalók.*

Ha a külső erők valamely forgástengelyre vett forgatónyomatékainak összege 0, akkor  $\Theta\omega =$  állandó, az impulzusmomentum (forgásmennyiség, perdület) megmarad.

## A demonstrációs eszköz részei\*

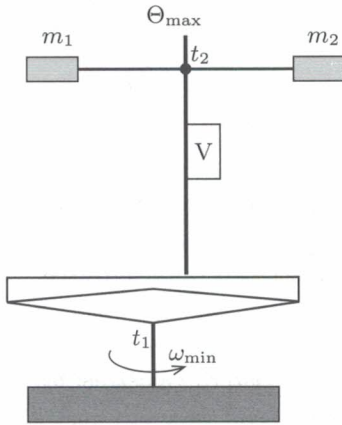
- *Nyugvó talapzat*, amely lehet például vaslemez.
- *Forgózsámoly*, amely függőleges forgástengely ( $t_1$ ) körül minimális súrlódással foroghat. (A forgózsámoly lehet például egy gyermekkerékpár első kereke.) A kerék tengelyének végpontja a talapzat középpontjában van felerősítve.
- *Belső, forgó alrendszer*, amely az  $m_1$  és  $m_2$  tömegekből, az ezeket összekötő vékony rúdból, valamint egy tárcsából áll, és a zsámoly forgórészére van felszerelve úgy, hogy vízszintes  $t_2$  tengely körül képes forogni. Célszerű választás:  $m_1 = m_2$ .
- *Villanymotor* [V], amely 12 voltos akkumulátorral vagy elemmel működik, és a belső alrendszert a vízszintes  $t_2$  tengely körül egyenletesen forgatja.
- *Tárcsa*: a belső forgó alrendszerben lévő villanymotor eredetileg 60/perc fordulatszámát kb. 4 fordulat/perc értékre csökkenti.

## A rendszer működése

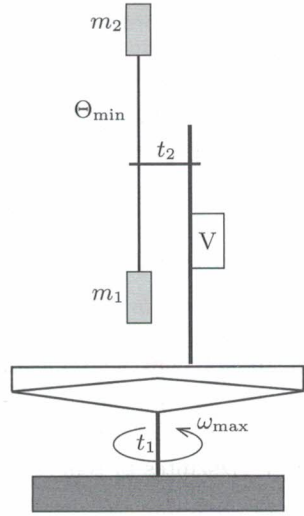
A teljes rendszer tömege állandó. A  $t_1$  tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték egy állandó és egy változó részből áll. A tehetetlenségi nyomaték *állandó* részét a villanymotor, az akkumulátor, a tárcsa, a tartóoszlop és a kerékpárkerék  $t_1$  tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatékai adják. A tehetetlenségi nyomaték *változó* részét pedig a  $t_2$  vízszintes tengely körül egyenletesen körbeforgó belső alrendszer  $t_1$  tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatéka adja. Ha a teljes rendszer tehetetlenségi nyomatékának változó része lényegesen nagyobb, mint a rendszer tehetetlenségi nyomatékának állandó része, akkor a teljes rendszer „ránngatózva” forog a  $t_1$  tengely körül. Ha a teljes rendszer tehetetlenségi nyomatékának változó része lényegesen kisebb, mint a tehetetlenségi nyomaték állandó része, akkor ez a kisebb, változó tehetetlenségi nyomaték nem tudja a szükséges mértékben módosítani a teljes rendszer tehetetlenségi nyomatékát, így esetleg a szögsebesség változása sem érzékelhető. A megfelelő egyensúly elérhető az  $m_1$  és  $m_2$  tömegek és ez által a teljes rendszer  $t_1$  tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatékának változtatásával.

\*A berendezés fényképe a hátsó belső borítón látható.

Bekapcsoljuk a villanymotort. A motor által kifejtett forgatónyomaték (belső forgatónyomaték) a belső alrendszert lassan körbeforgatja a  $t_2$  tengely körül, kb. 4 fordulat/perc sebességgel. Külső forgatónyomaték segítségével a  $t_1$  tengely körül kis szögsebességgel forgásba hozzuk a zsámolyt, majd a rendszert magára hagyjuk. Az  $m_1$  és  $m_2$  tömegeket tartó rúd vízszintes helyzetében (1. ábra) a teljes rendszer maximális tehetetlenségi nyomatékkal és minimális szögsebességgel forog a  $t_1$  tengely körül.



1. ábra



2. ábra

Az  $m_1$  és  $m_2$  tömegeket tartó rúd függőleges helyzetében (2. ábra) a teljes rendszer minimális tehetetlenségi nyomatékkal és maximális szögsebességgel forog. Ezen két szélső érték között a  $t_1$  tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomaték ( $\Theta$ ) is és a szögsebesség ( $\omega$ ) is folyamatosan és periodikusan változik, miközben a  $t_1$  tengelyre vonatkozó impulzusmomentum (forgásmennyiség, perdület), vagyis  $\Theta\omega$  állandó marad.

Nem célszerű a teljes rendszert nagy sebességgel forgásba hozni, mert a fellépő erős centrifugáló hatás kimozzgatja az  $m_1$  és  $m_2$  tömegeket tartó rudat kb. vízszintes helyzetbe, és a motor ekkor nem képes a belső alrendszert forgatni.

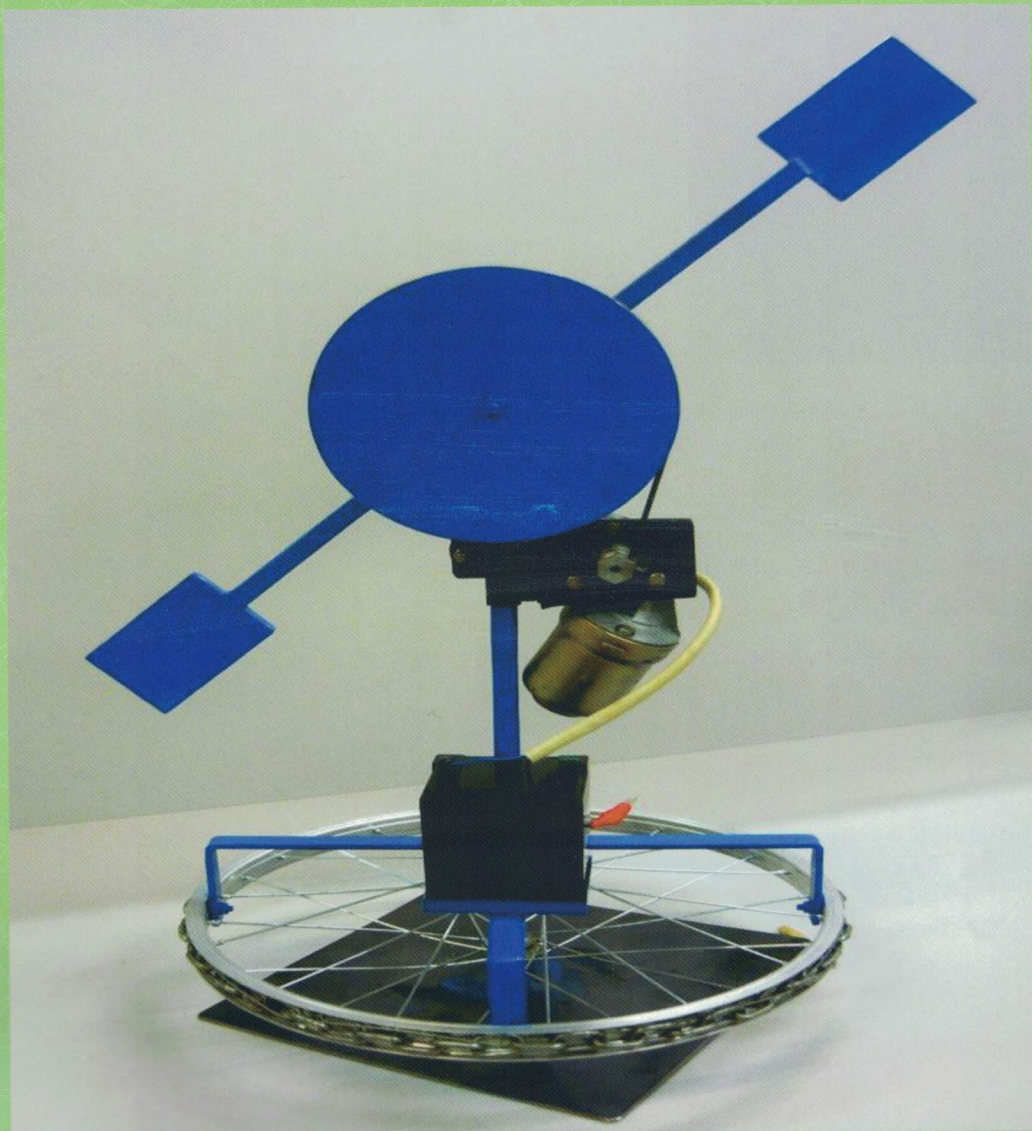
### Az eszköz karbantartása

Ha az akkumulátor kimerült, töltsük fel 12 voltos töltővel. A minél kisebb súrlódás elérése érdekében mindkét golyóscsapágy csavarját tartsuk lazán, ne szorítsuk be. A golyóscsapágyakat 1-2 havonta finoman meg kell olajozni.

**dr. Bölcsföldi József**  
Perczel Mór Gimnázium, Siófok

# Bölcsföldi –zszámoly

Mottó: *Az ember jelenléte az univerzumban ideiglenes.  
Az univerzum törvényei azonban örökkévalók.*



A képen látható eszköz az ember közreműködése nélkül alkalmas az impulzusmomentum megmaradásának bemutatására. További részletek a fizika rovatban megjelent cikkben.

A KöMaL támogatók:

ERICSSON

Morgan Stanley

E-L-T-E

Google

nka