

Gyroskop



Buryanec Jan

Fyzsem 2018/2019

buryajan@cvut.fjfi.cz

ČVUT FJFI v Praze

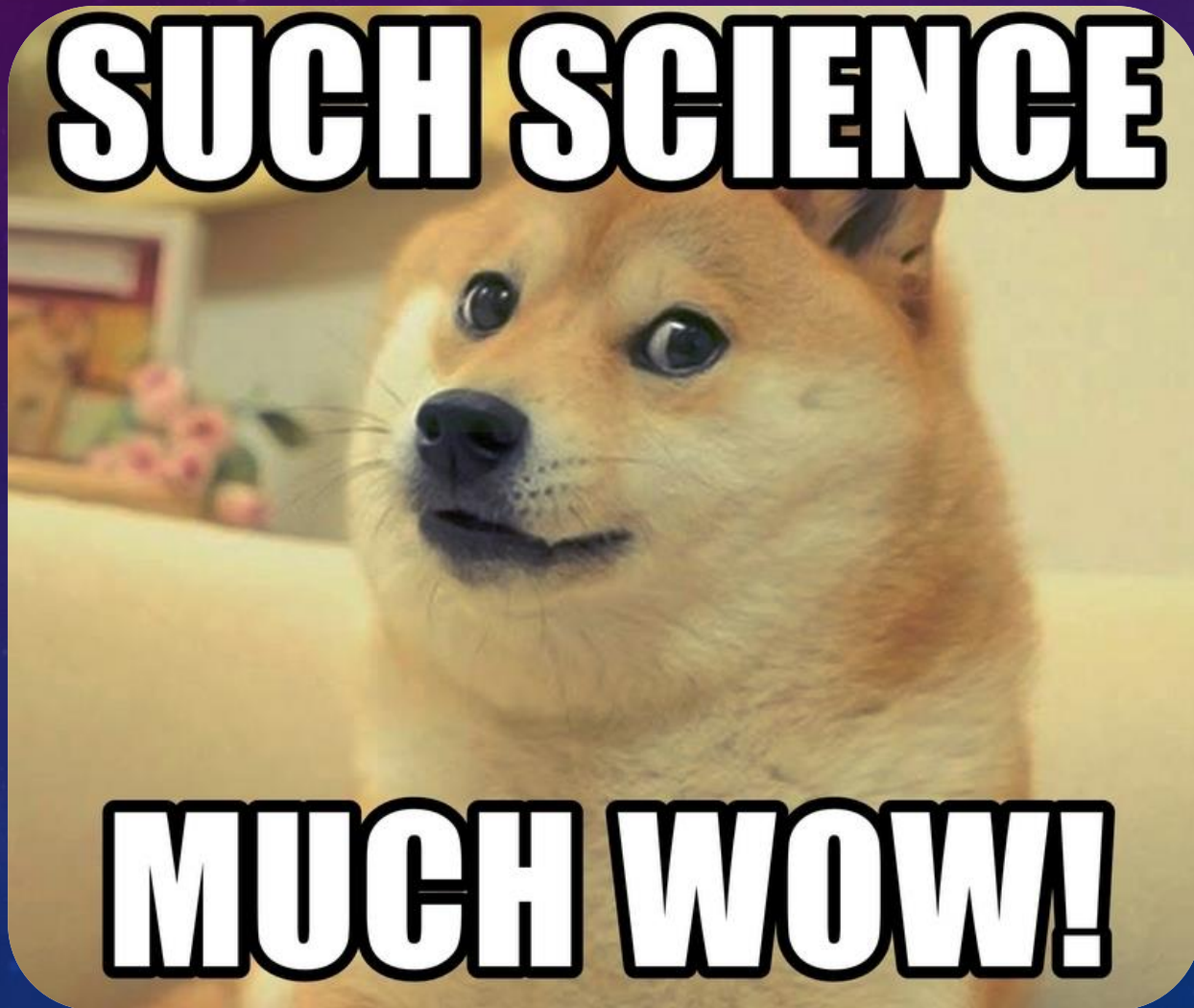
Obsah

0. Motivace
1. Co je to gyroskop?!
2. Mat/Fyz popis
3. Využití v praxi?!
4. Experimenty
5. Zhodnocení a výsledky měření

content?

A samozřejmě...

SUCH SCIENCE



MUCH WOW!

Motivace



Periskop



?!
=

Gyroskop



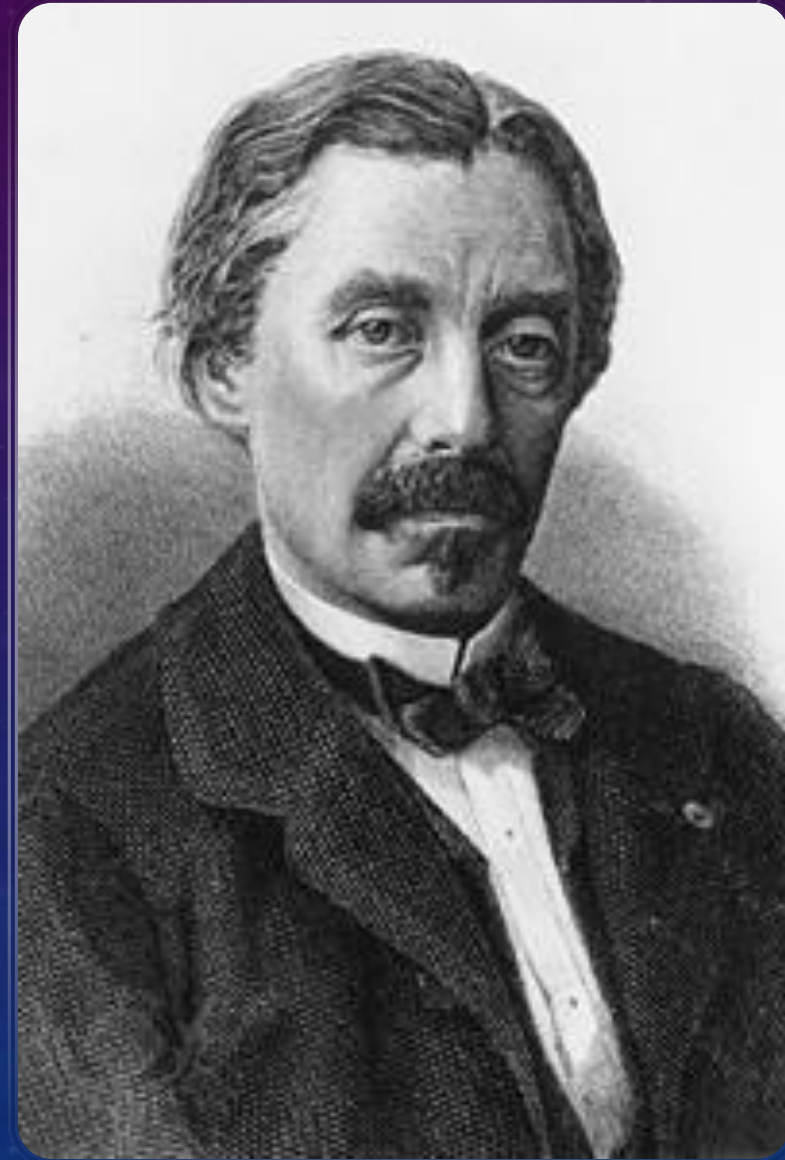
Co je to gyroskop?!

- Obecně volný rotační setrvačnick zachovávající svoji osu rotace
- Vynálezce prvního gyroskopu v roce 1852 demonstroval fr. Fyzik Léon Foucault
- Za gyroskop lze považovat cokoli schopno zachovat svoji osu rotace
- Gyroskopický efekt



Jean Bernard Léon Foucault (1819-68)

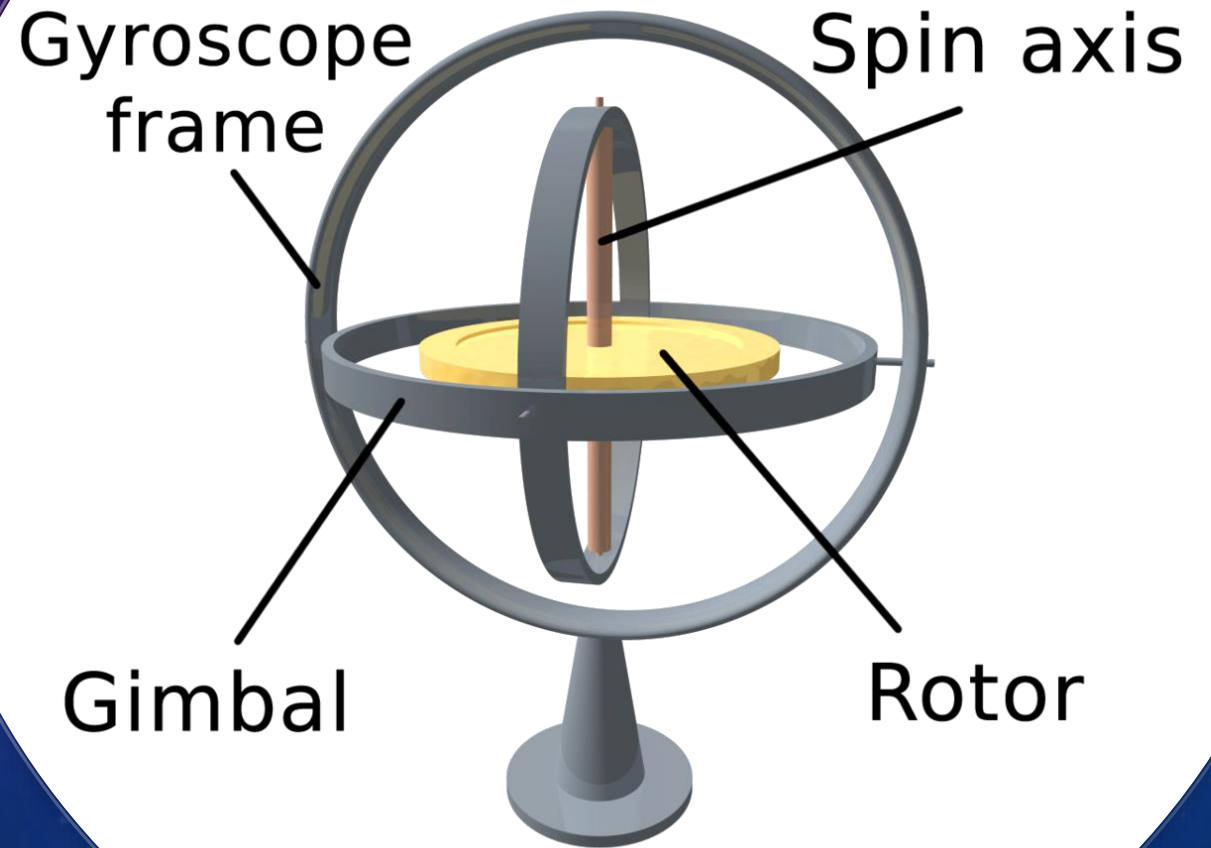
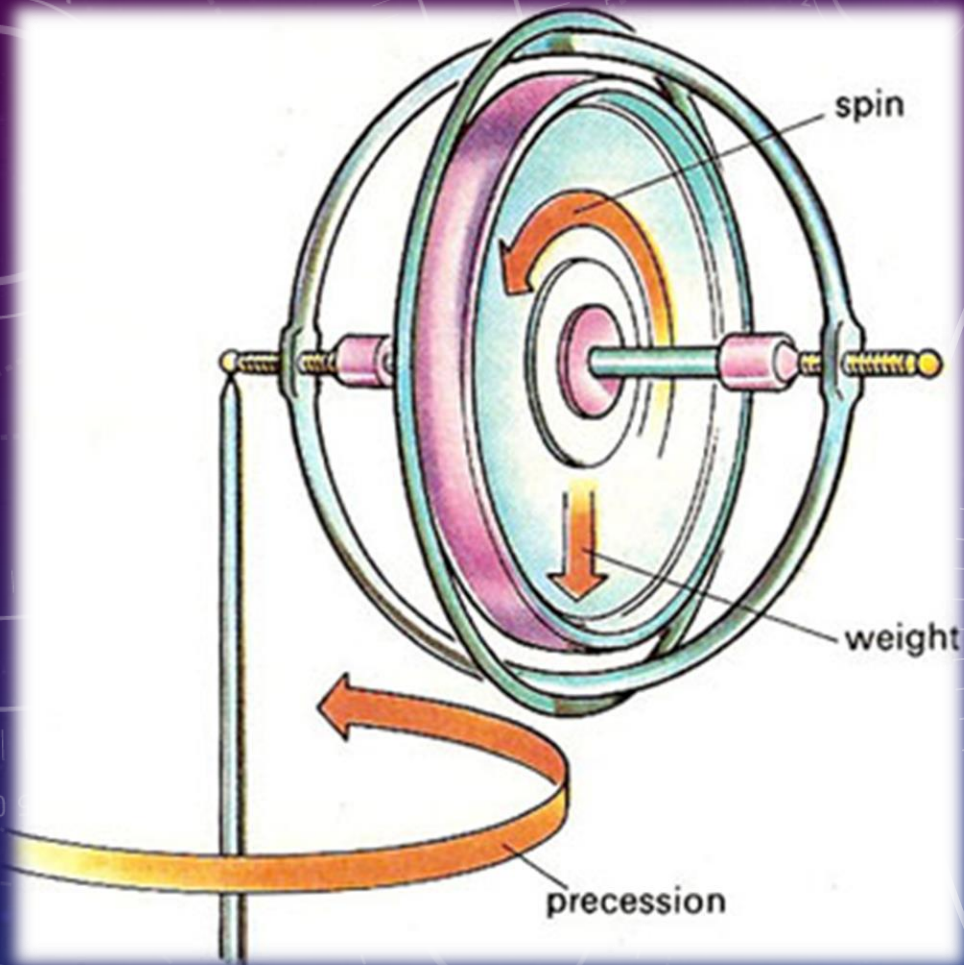
- Francouzský fyzik (lékař)
- Experimentální fyzika
- Vyšetřoval šíření světla a tepla
- Foucaultovo kyvadlo
- Gyroskop (r.1852)
- Foucaultovy vířivé proudy
- Otáčení Země



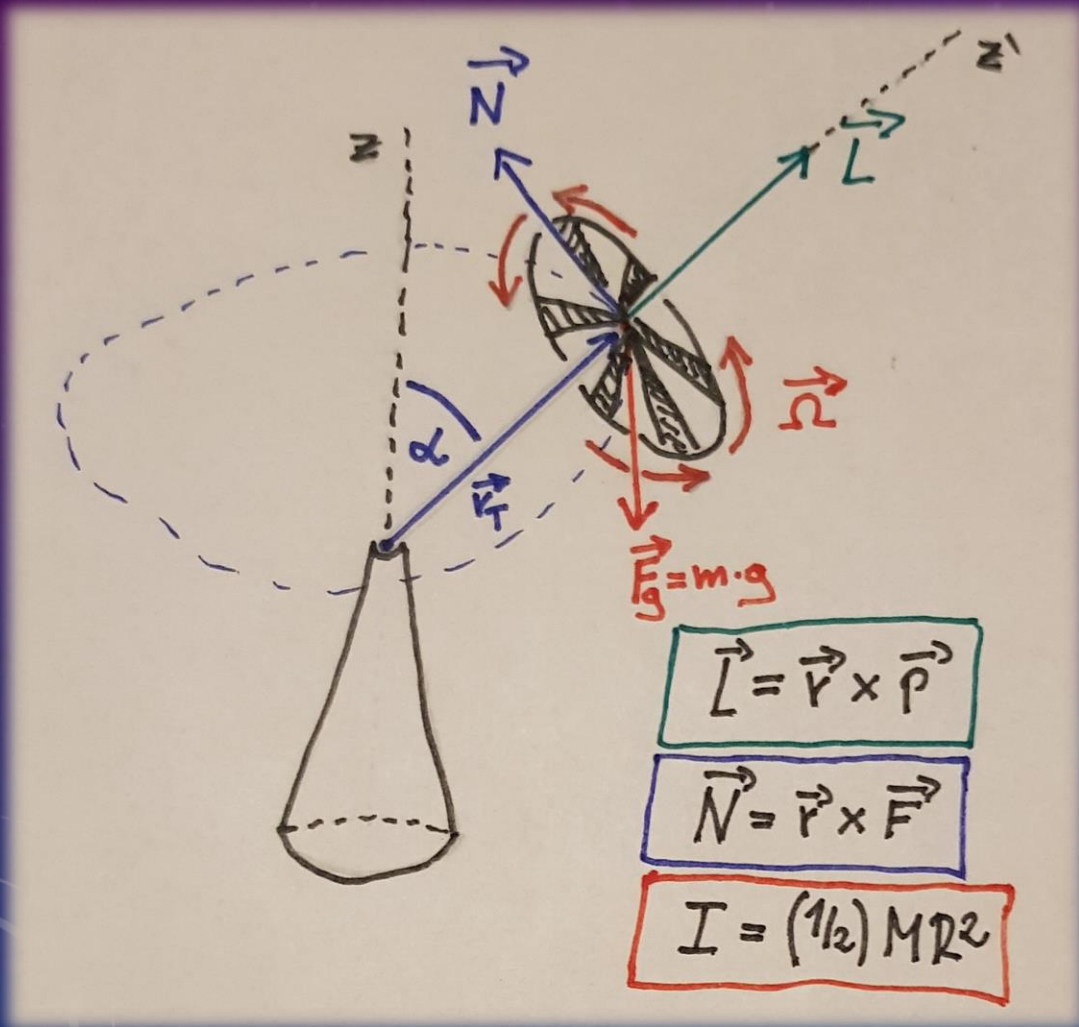


Ukázka Foucaultova kyvadla

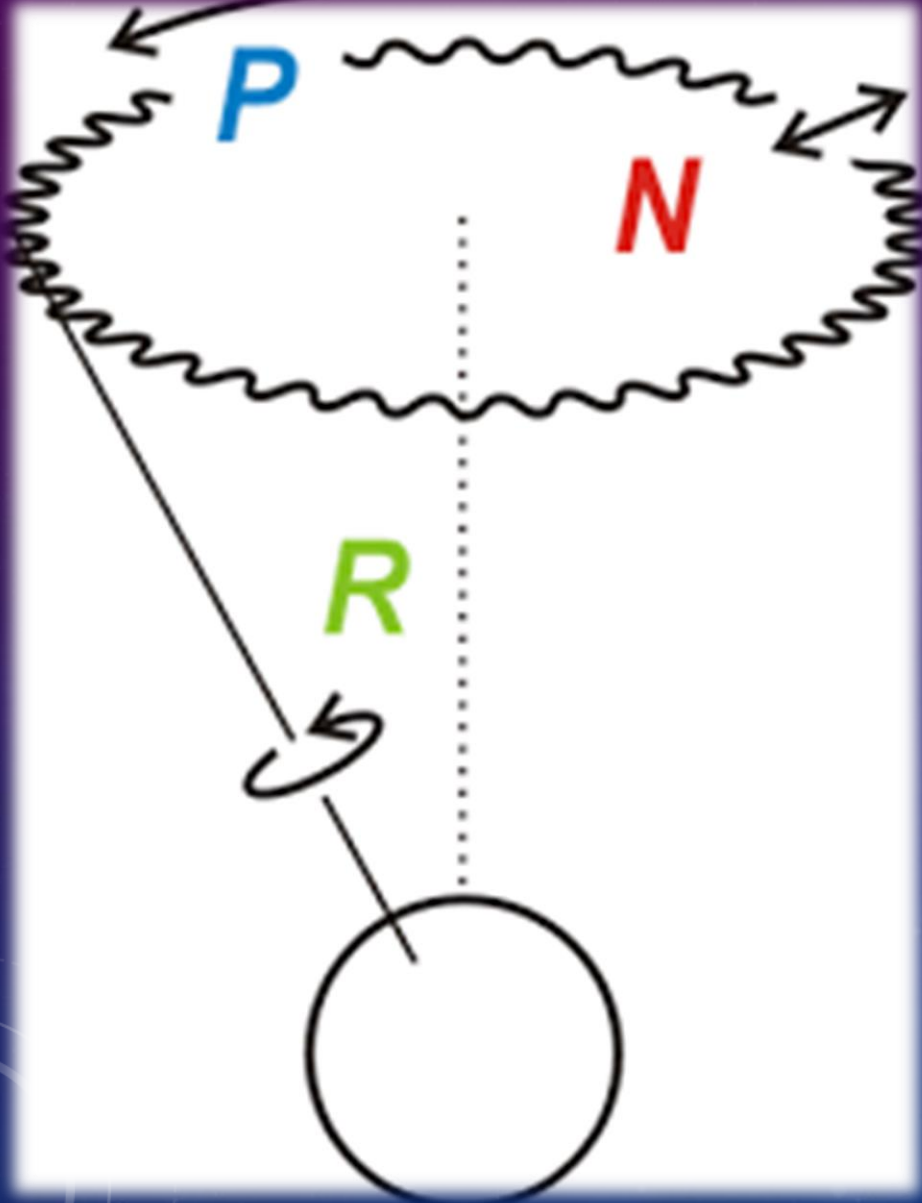
Mat/Fyz popis



Mat/fyz popis

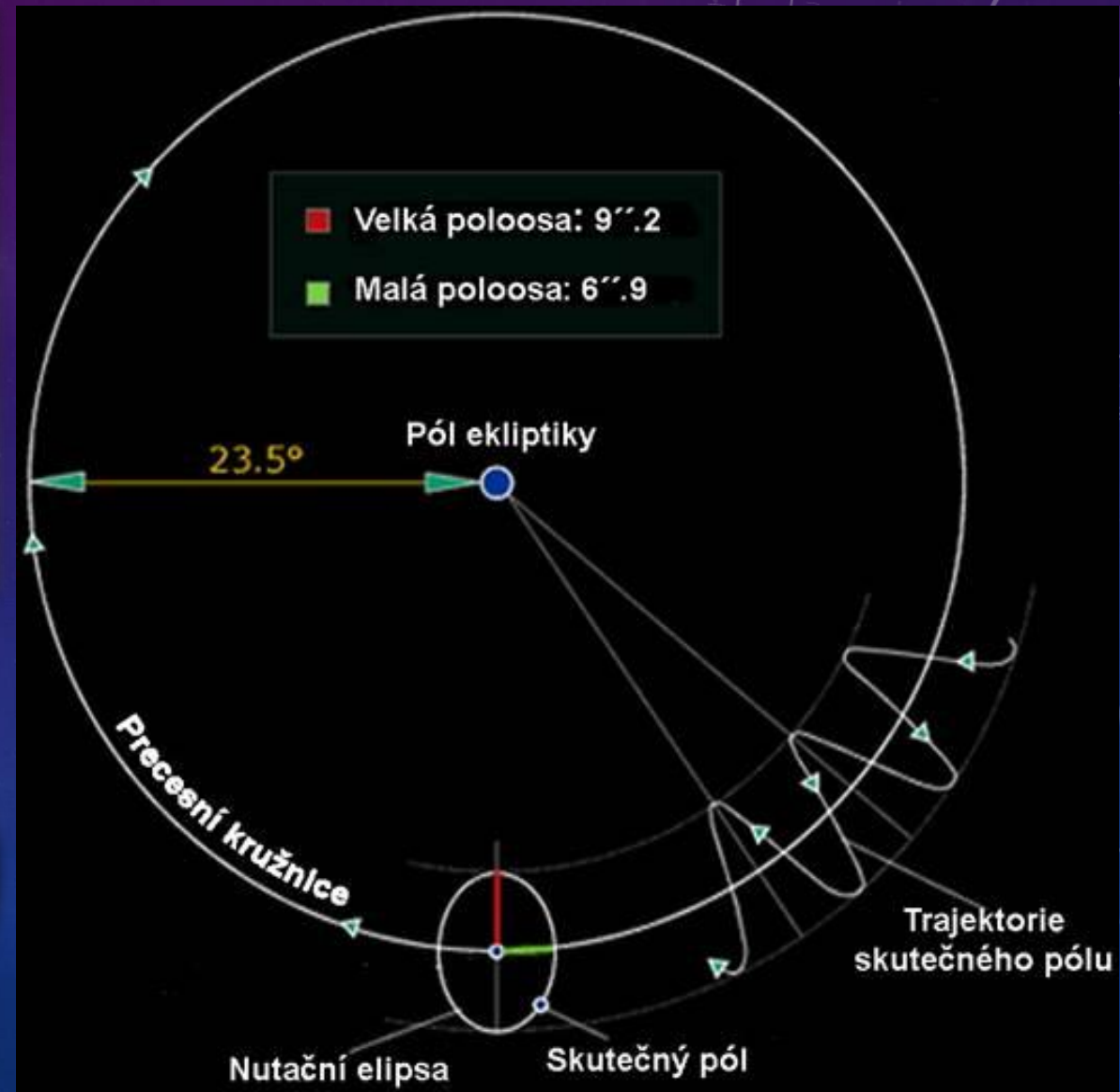
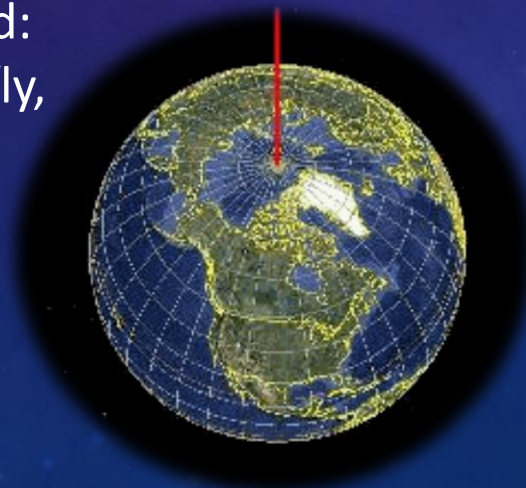
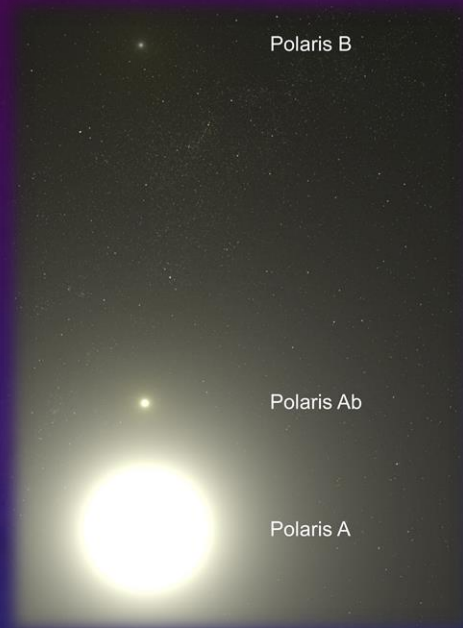


Rotace, Precese, Nutace



Trocha Astronomie

- Země i ostatní planety jsou též jakýsi přírodní gyroskop
- Koná též Rotaci, Precesi i Nutaci
- Precesní oběh Země je přibližně 25 780 let = Platónský rok (Polárka α UMI, za 12 000 let Vega (Lyra))
- Nutace vyvolána například: mořské proudy, slapové síly, gravitační pole ostatních těles okolo Země ($23,5^\circ$ ($21,92^\circ$; $24,3^\circ$))

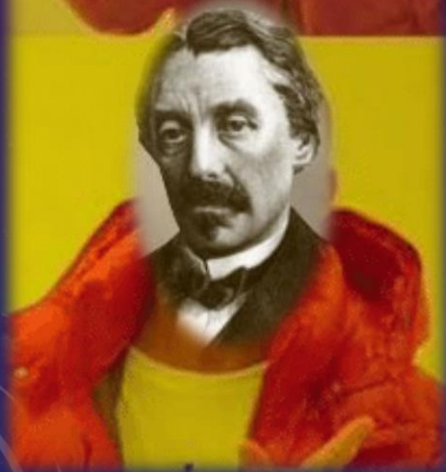




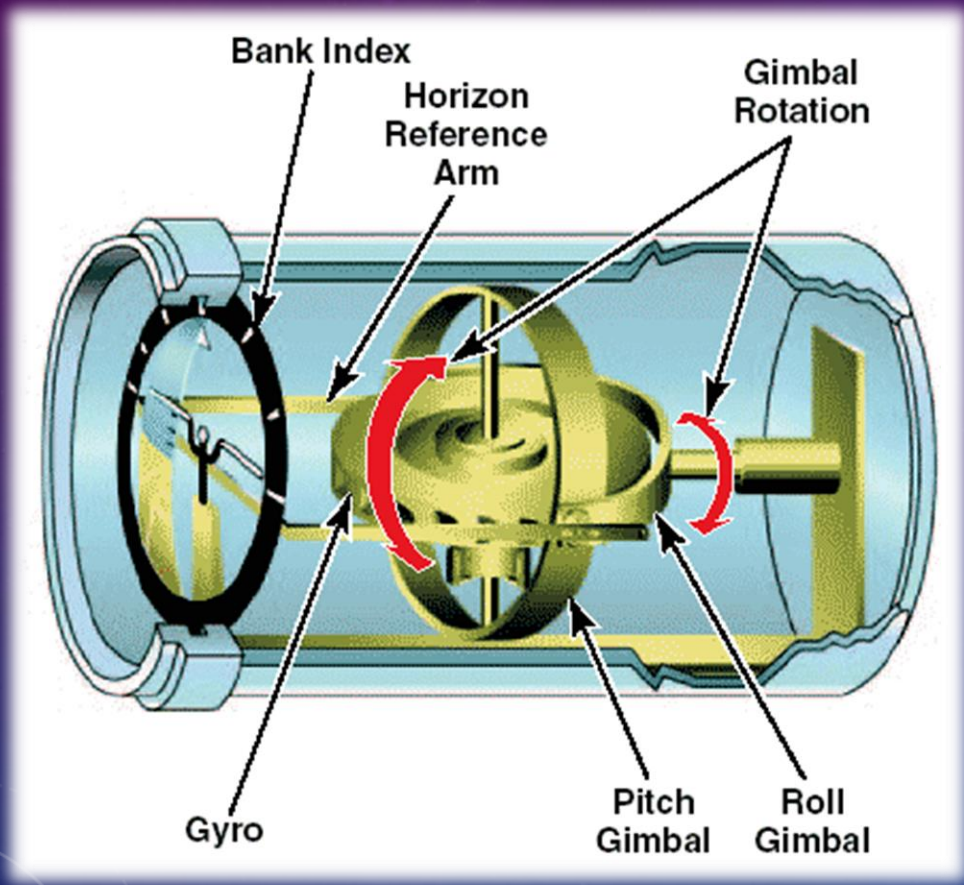
Využití v praxi

Pro zábavu

Samozřejmě jasnou volbou!!!



V letectví



Ve vesmíru – stabilita satelitů a družic



Gravity Probe B (NASA)

Něco zajímavého ;-)

<https://www.youtube.com/watch?v=2zIRBTqHTEg&t=28s>

...?!

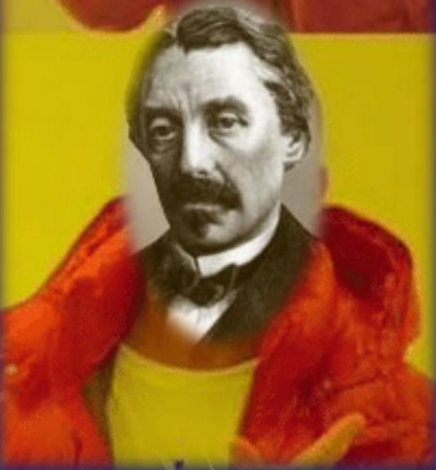


+



=

∅



+



=



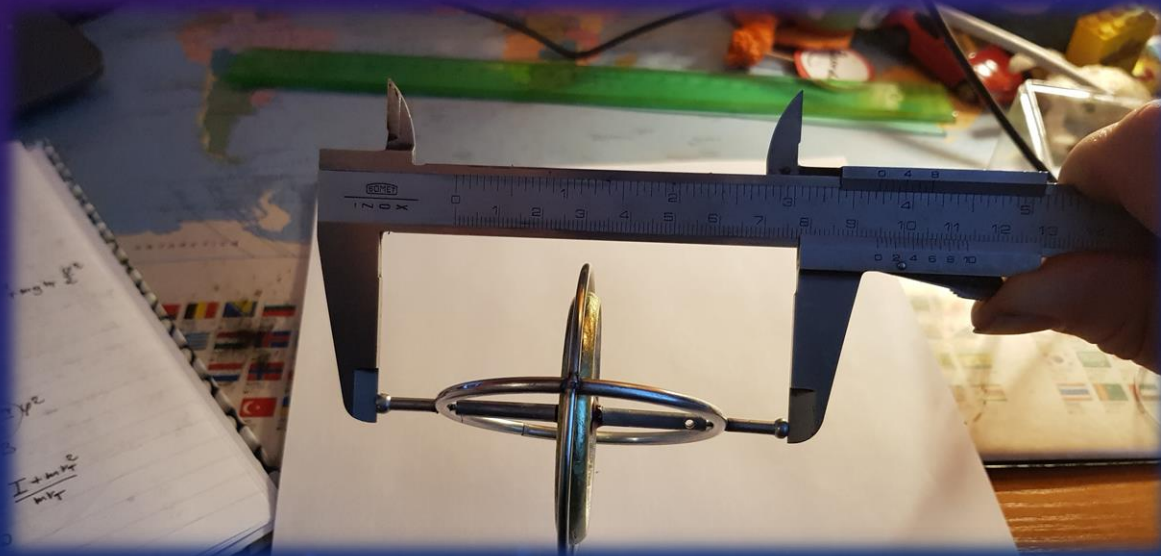
Moje experimenty ,aneb

„Metoda pokus omyl (spíš ten omyl)“

„Porovnání úhlové frekvence precesního otáčení pomocí vzorce a vzorce, ale trošku jinak“

1.Výpočet přes parametry setrvačníku.

Vzdálenost těžiště setrvačníku a počátku otáčení na ose otáč. prec. pohybu.



$$\omega = \frac{r_T \cdot m \cdot g}{I \cdot \Omega}$$

průměr d :

1.	9,423	0,001
2.	9,425	0,001
3.	9,423	0,001
4.	9,424	0
5.	9,425	0,001

$$\bar{d} = 9,424 \text{ cm} \quad \sigma_d = 4,442 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$d = (9,424 \pm 4,442 \cdot 10^{-3}) \text{ cm} = (0,094 \pm 0,004 \cdot 10^{-3}) \text{ m}$$

$$\text{poloměr: } r_T = \frac{d}{2} = (0,044 \pm 0,002 \cdot 10^{-3}) \text{ m} = \underline{\underline{(44 \pm 2 \cdot 10^{-3}) 10^{-3} \text{ m}}}$$

Hmotnost setrvačníku

hmotnost :

1. 59,2	1,3
2. 61,4	0,3
3. 62,5	2,0
4. 59,2	1,3
5. 60,3	0,2

$$\bar{m} = 60,52 \quad \sigma_m = 0,64$$

$$m = (60,52 \pm 0,64) \text{ g} = \underline{\underline{(61 \pm 1) \cdot 10^{-3} \text{ kg}}}$$



Délka natahovacího provázku



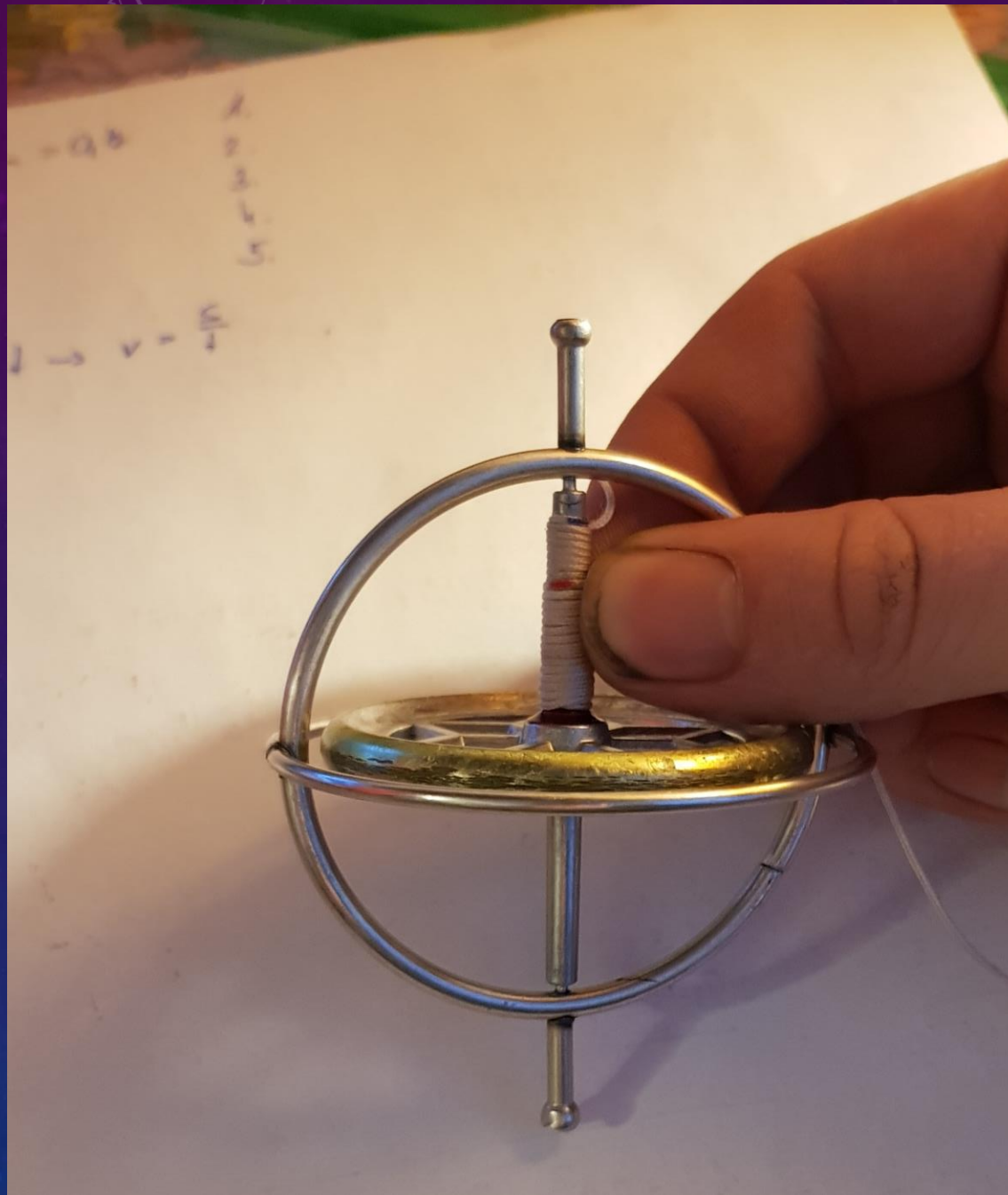
Začátek



Konec

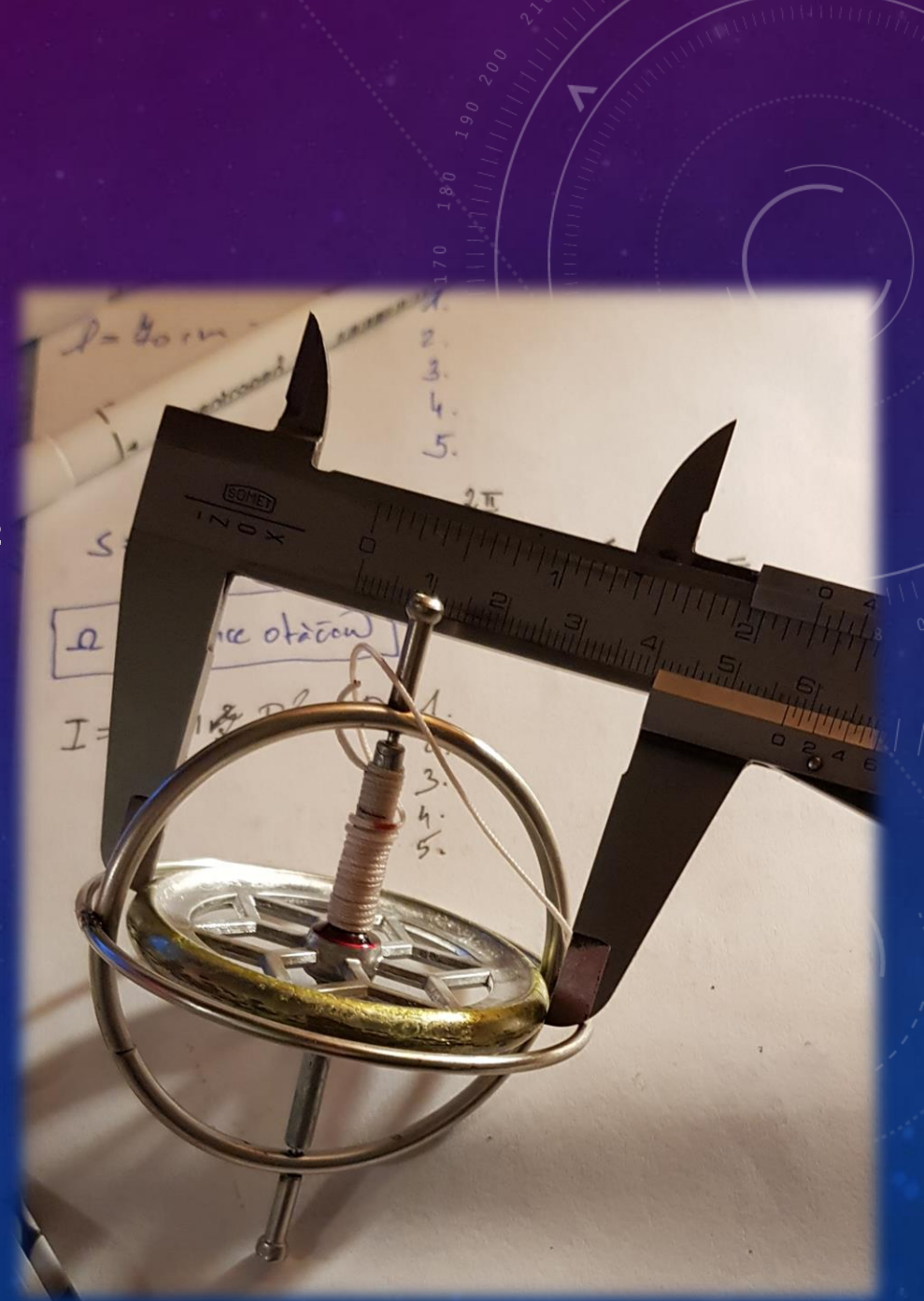


Odměřeno 70 centimetrů natahovací zóny



Poloměr setrvačníku

- Předpokládejme, že setvačník je „přibližně válec“
- Tedy pro výpočet momentu setrvačnosti použijeme vztah: $I = \frac{1}{2}mR^2$



průměr D:

1.	5,20	0,03
2.	5,15	0,02
3.	5,18	0,01
4.	5,15	0,02
5.	5,14	0,00

$$\bar{D} = 5,14 \text{ cm} \quad \sigma_D = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$D = (5,14 \pm 9,5 \cdot 10^{-3}) \text{ cm} = (0,0514 \pm 0,1 \cdot 10^{-3}) \text{ m}$$

$$\text{poloměr: } R = D/2 = \underline{\underline{(0,0257 \pm 0,05 \cdot 10^{-3}) \text{ m}}}$$

Teď ten zbytek (to nejhorší) :-)

Měření času roztočení 70 centimetrového provázku a výpočet úhlové frekvence vlastního otáčení setrvačníku.



$$\Omega: s = v \cdot t \Rightarrow v = \frac{s}{t}$$

$$s = 0,4 \text{ m}$$

t:	1. 0,81	0,04
	2. 0,93	0,8
	3. 0,85	0
	4. 0,84	0,02
	5. 0,80	0,05

$$\bar{t} = 0,85 \text{ s} \quad \sigma_{\bar{t}} = 0,02 \text{ s}$$

$$\underline{\underline{t = (85 \pm 2) \cdot 10^{-2} \text{ s}}}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{k \cdot 2\pi r}{t} = \frac{0,4}{0,85} = 0,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad \Omega = \frac{v}{r} = \frac{0,82 \cdot 10^0}{2 \cdot 10^{-4} \text{ m}} = 4100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow f = 615 \text{ Hz}$$

$$r = 0,02 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Celkový výpočet přes parametry setrvačníku

$$I = \frac{1}{2} m R^2$$

$$\omega = \frac{r_T \cdot m \cdot g \cdot \Omega}{m \cdot R^2 \cdot \Omega} = \frac{0,044 \cdot 9,81 \cdot \Omega}{25 \cdot 10^{-3} \cdot \Omega} = \underline{\underline{36 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$r_T = (44 \pm 2 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$m = (61 \pm 1) \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$R = (0,025 \pm 0,005 \cdot 10^{-3}) \text{ m}$$

$$\Omega = 41 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2. Přes měření periody otáčení prec. pohybu

$$36 \text{ rad s}^{-1} \neq 3,34 \text{ rad s}^{-1}$$



So what
happened?

Perioda: $T_\omega =$

1.	1,55	0,33
2.	1,84	0,04
3.	2,06	0,18
4.	2,09	0,21
5.	1,89	0,01
6.	2,08	0,2
7.	2,09	0,21
8.	1,44	0,11
9.	1,44	0,41
10.	1,93	0,05

$\bar{T}_\omega = 1,844 \text{ s}$ $\sigma_{T_\omega} = 0,065 \text{ s}$
 " "
 1,88 s

$$T_\omega = (1,844 \pm 0,065) \text{ s} = \underline{\underline{(1,88 \pm 0,06) \text{ s}}}$$

$$\omega = 2\pi f_\omega = \frac{2\pi}{T_\omega} = \frac{2\pi}{1,88} = \underline{\underline{3,34 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}}} \rightarrow \underline{\underline{f_\omega = 0,53 \text{ Hz}}}$$

Vzorec: Měřeno T_ω

$$\omega = 36 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} : \omega = 3,34 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

Možné příčiny vskutku odlišného výsledku

- Úplně špatná a stupidní metoda měření
- Nepřesné měření času a dalších veličin
- Podmínky okolí
- Nedokonalý setrvačnick (gyroskop) se značným třením
- Nevyzpytatelné chování rotujících objektů
- (úplně fatální chyba ve výpočtu)



Něco zajímavějšího

Přistupte blíže! :-)

Provazochodec



Holubička



Kolotoč



Prostě kolo



Poděkování! ;-)

- **RNDr. Davidu Břeňovi Ph.D. za příjemné konzultace při vysvětlení gyroskopického jevu.**
- **Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. A) Za (úspěšné) rozmluvení šíleného projektu.
B) Za cenné rady do začátku badatelského počínání.
C) Kritiku mého prezentování ať už bylo jakékoli :-)**
- **Stránce Unium.cz za úspěšné zkopírování celých jmen obou výše jmenovaných kolegů.**

Použité materiály

Britannica encyklopedia.Leon-Foucault[online] [cit.13.12.2018].Dostupné na: <https://www.britannica.com/biography/Leon-Foucault>

Matfyz.cz.Fyzikální pokus Gyroskop[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://www.matfyz.cz/clanky/976-fyzikalni-pokus-gyroskop>

David Darling.Gyroscope[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/G/gyroscope.html>

The Tardiest Explorer.Umberto eco foucaultovo kyvadlo[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <http://tardyexplorer.blogspot.com/2015/11/umberto-eco-foucaultovo-kyvadlo.html>

Deník.cz.Foucaultovo kyvadlo jako důkaz otáčení země[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: https://kromerizsky.denik.cz/zpravy_region/foucaultovo-kyvadlo-jako-dukaz-otaceni-zeme-20140802.html

Youtube.Supravodivý setrvačnický Ondřej Svoboda[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=i0BYkVvPuFU>

Pinterest.Oroginal gyroscope[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://cz.pinterest.com/pin/124763852148617745/>

Cleonis.Gyroscope[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: http://www.cleonis.nl/physics/phys256/gyroscope_physics.php

Euroskateshop.fidget spinner[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://euroskateshop.uk/fidget-spinner-neo-chrome.html>

Guora.What is the function of gyroscope[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://www.quora.com/What-is-the-function-of-gyroscopes-in-airplane>

Sarasotaavionics.Mid-Cintinent instr avionics Lifesaver Gyro[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <http://sarasotaavionics.com/avionics/lifesaver-gyro>

Elastoform .Káča[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <http://www.elastoform.cz/produkty/sport-a-hry/hry-hracky/kaca/kaca-classic>

Vesír.cz.Konečné výsledky gravity Probe B opravdu se točí[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-7/konecne-vysledky-gravity-probe-b-opravdu-se-toci.html>

Unium.cz.Vojtech Svoboda[online] [cit.13.12.2018]. Dostupné na: <http://www.unium.cz/reference/cvut/fjfi/vojtech-svoboda-v2706.html>

Autor: No machine-readable author provided. LucasVB assumed (based on copyright claims). – No machine-readable source provided. Own work assumed (based on copyright claims)., Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1247135>

Případné otázky-1

Proč se gyroskop při snížení otáček setrvačníku začne otáčet ještě více v precesním pohybu?!

$$\omega = \frac{v_T \cdot m \cdot g}{I \cdot \Omega}$$

Případné otázky-2

Potenciální otázka pana Svobody: „Proč ten pes?!“



Plán B - Gyroskop na vesmírné stanici + domácí stabilizace

https://www.youtube.com/watch?time_continue=20&v=xQb-N486mA4

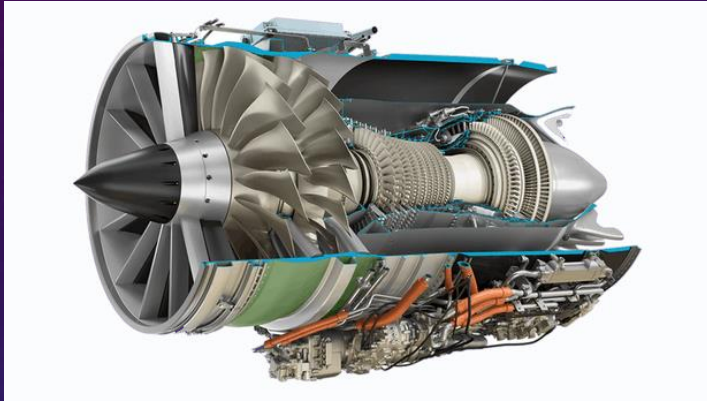
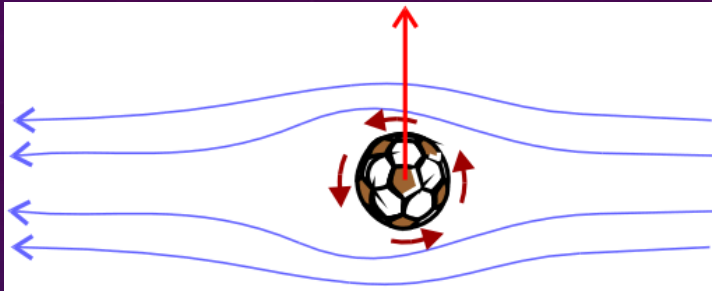
<https://www.youtube.com/watch?v=XBxvHZ8akT4>

Plán B – Setrvačnickový uchováváč energie + Prof. Water Lewin s tříosým gyrokopem

<https://www.youtube.com/watch?v=i0BYkVvPuFU&t=25s>

<https://www.youtube.com/watch?v=ekzwbt3hu2k>

Změna projektu



Rotace

Magnusův jev

JET engine

Gyroskop

JET Engine is coming...



Děkuji za pozornost! :-)

