



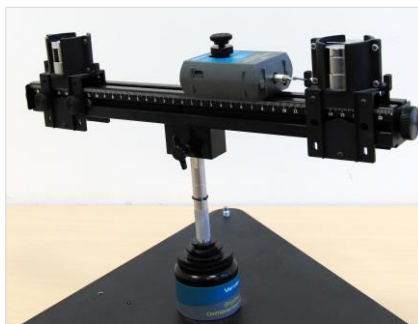
Studium odstředivé síly

Pomůcky

Aparatura pro studium rotačního pohybu Vernier GDX-CFA, siloměr Vernier GDX-FOR (obsahuje též integrovaný tříosý gyroskop a tříosý akcelerometr).

Popis aparatury + teorie

Rameno aparatury pro studium rotačního pohybu se může volně otáčet kolem své osy. Na jednom konci je umístěn pojízdný nástavec pro závaží, na opačném konci jsou umístěna protizávaží.



Hmotnost m nástavce se závažími lze nastavit s krokem 50 g v rozsahu 50–350 g (samotný nástavec váží 50 g).

Pojízdný nástavec lze háčkem připevnit k siloměru. Volbou místa upevnění čidla lze nastavit vzdálenost r závaží od osy otáčení.

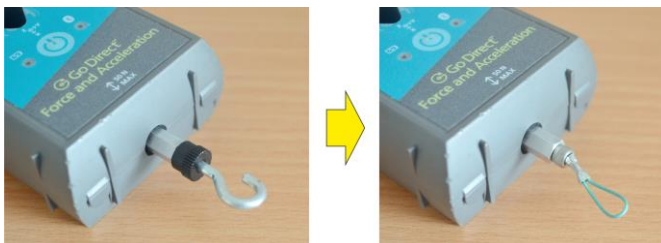
Úhlovou rychlost ω změří gyroskop zabudovaný v čidle GDX-FOR, které současně změří i velikost odstředivé síly.

Cílem experimentu je ukázat, že velikost odstředivé síly je přímo úměrná druhé mocnině úhlové rychlosti a že konstantou úměrnosti je součin $m \cdot r$.

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2$$

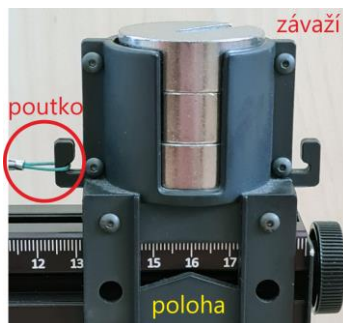
Příprava aparatury

1. Odšroubujte háček siloměru a místo něj připevněte k čidlu poutko dodávané s aparaturou GDX-CFA.



2. Do pojízdného nástavce pro závaží dejte maximální zátěž (tři 100g závaží).


3. Poutko siloměru zahákněte za háček pojízdného nástavce a siloměr upevněte tak, aby šipka nástavce ukazovala na hodnotu 16 cm.
4. Zbylá závaží (100 g + 50 g + 50 g) umístěte jako protizávaží na opačném konci.
5. Pomocí tří šroubovacích nožiček vyrovnejte aparaturu do vodorovné polohy tak, aby se rameno samovolně neroztáčelo při libovolné výchozí pozici.

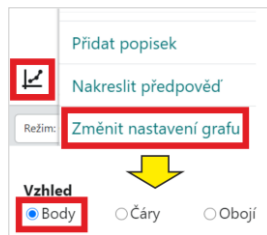


Příprava měření

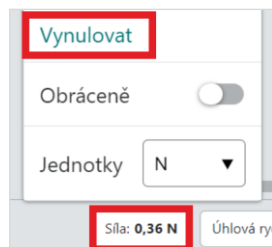
1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte čidlo GDX-FOR ([návod](#)). Během připojování rozklikněte položku *Kanály* a přidejte (zaškrtněte) *Gyro Z*.
2. Klikněte na pole *Režim, Frekvence* v levém dolním rohu, nastavte frekvenci měření na 1 vzorek/s a zvolte *Zastavit měření: Ručně*. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.




3. Klikněte na tlačítko  vlevo dole, vyberte položku *Změnit nastavení grafu* a v části *Vzhled* zvolte *Body*.



4. Klikněte na okamžitou hodnotu síly v pravém dolním rohu a vyberte možnost *Vynulovat*.



Přidání nové veličiny

1. Klikněte na tlačítko  v pravém horním rohu aplikace a vyberte *1 graf*.
2. Klikněte na název svislé osy, poté na tři tečky a v menu vyberte *Přidat dopočítávanou veličinu*.
3. Do pole *Název* napište *Kvadrát úhlové rychlosti*.
4. Klikněte na tlačítko *VLOŽTE VÝRAZ*, vyberte X^*Y a za obě dvě veličiny zvolte *Úhlovou rychlost*. Potvrďte tlačítkem *POUŽÍT*.




5. Kliknutím na názvy os nastavte na svislé ose *Síla* a na vodorovné ose nově vytvořenou veličinu *Kvadrát úhlové rychlosti*.

Provedení experimentu

1. Uchopte mezi palec a ukazováček svislou tyč aparatury a postupně ji roztočte proti směru hodinových ručiček na úhlovou rychlost přibližně 15 rad/s (okamžitou úhlovou rychlost můžete sledovat v pravém dolním rohu).
2. Tlačítkem *ZAHÁJIT MĚŘENÍ* spustíte záznam dat a nechte otáčející se rameno samovolně zpomalovat.
3. Jakmile úhlová rychlost klesne pod 7 rad/s, zastavte měření tlačítkem *ZASTAVIT*.

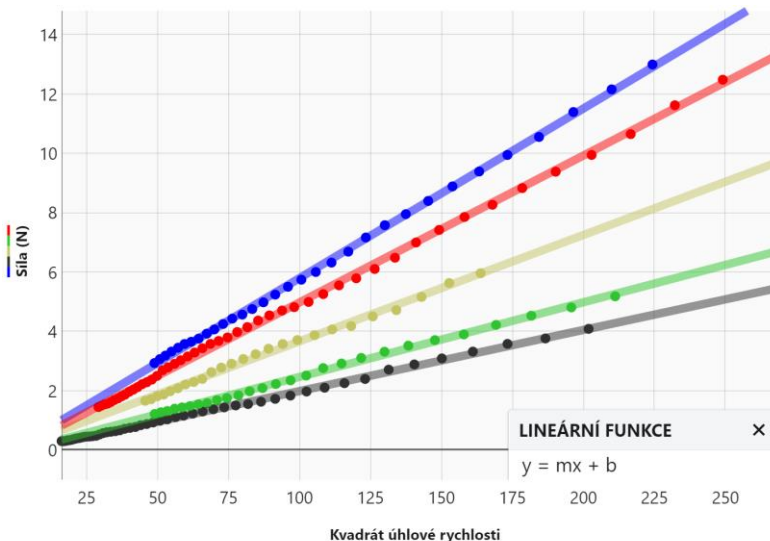
Zpracování naměřených dat

1. Klikněte na tlačítko  v levém dolním rohu. Vyberte *Proložit hodnoty zvolenou funkcí*, v seznamu funkcí zvolte *Lineární funkce* a potvrďte tlačítkem *POUŽÍT*.
2. Porovnejte experimentální hodnotu směrnice s výpočtem (software směrnici automaticky označuje písmenem *m*, nejde ale o hmotnost, je to pouze označení parametru).

$y = mx + b$
 $m: 0.0571$
 $b: 0.08858$
 $r: 0.9997$
Sm. odch.: 0.07261

Ukázka naměřených dat

Ukázkové měření jsme provedli pro různé kombinace hmotností a vzdáleností od osy.



| Různé kombinace hmotností a vzdáleností od osy otáčení | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| číslo měření | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| m [kg] | 0,35 | 0,30 | 0,35 | 0,15 | 0,25 |
| r [m] | 0,16 | 0,16 | 0,10 | 0,16 | 0,08 |
| $m \cdot r$ [kg·m] (výpočet) | 0,056 | 0,048 | 0,035 | 0,024 | 0,020 |
| směrnice [kg·m] (měření) | 0,057 | 0,050 | 0,036 | 0,025 | 0,021 |

Závěr

Velikost odstředivé síly je přímo úměrná druhé mocnině úhlové rychlosti. Teoretické hodnoty konstanty úměrnosti $m \cdot r$ se od naměřených hodnot lišily o jednotky procent.