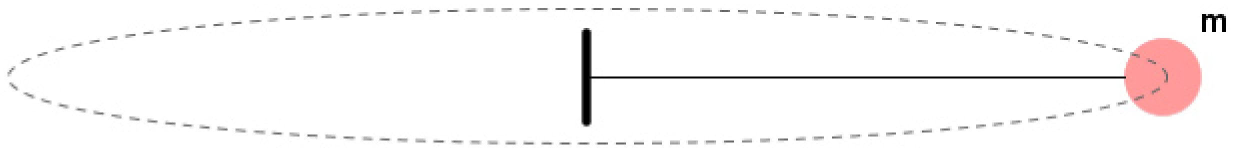
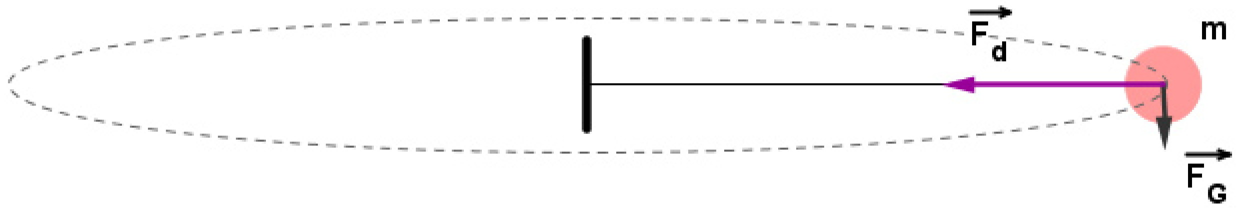
Dostředivá síla

Vezmeme nějaký předmět upevněný na provázku a roztočíme ho nad hlavou (rovnoměrným pohybem).

Pohled z boku:



Nyní nakreslíme síly, které na předmět při otáčení působí.



!! — obrázek není fyzikálně úplně správně. Autor si je toho vědom, neví však, jak by to udělal lépe. Více je o tom napsáno dále v článku, vizte prosím v textu 4. otázku a odpověď na ni.

F_d **... dostředivá síla** *(podrobněji je o ní povídáno dále)*
F_G **... tíhová síla**
m **... hmotnost tělesa**

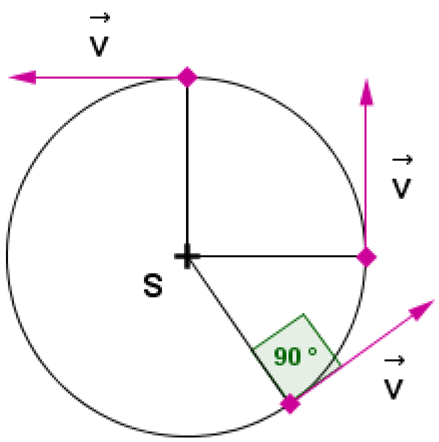
Mnohým na obrázku chybí odstředivá síla, která tam ale opravdu není.

Situace znázorněná na obrázku vyvolává řadu otázek, na které si nyní zkusíme odpovědět.

1. Otázka:
„Co je vlastně ta dostředivá síla?“

Odpověď:
„Síla, kterou působí třeba ruka (pokud točíme tělesem na provázku v ruce) prostřednictvím provázku na předmět – tahová síla provázku. Síla, která drží předmět na kružnicové trajektorii. Dostředivou silou je také gravitační síla, kterou Země přitahuje Měsíc (pomyslným provázkem je zde gravitační pole).“

Pokud by přestala dostředivá síla působit, třeba bychom přestřihli provázek, těleso by se díky setrvačnosti pohybovalo ve směru okamžité rychlosti.



2. Otázka:
„Jak to, že na obrázku je provázek s předmětem ve vodorovné rovině, když na něj nepůsobí žádná síla, která by ho táhla nahoru a tím vyrovnala sílu tíhovou?“

Odpověď:
„Těleso s provázkem se ve skutečnosti netočí úplně vodorovně (více viz 4. otázka).
Ale při dostatečné frekvenci otáčení je dostředivá síla mnohonásobně větší než síla tíhová – ta se neprojeví nějak výrazně. Pohyb tělesa je tedy téměř ve vodorovné rovině.“

Nutno zdůraznit, že síly na obrázku proporčně nesedí. Zkusíme velikost dostředivé síly vypočítat a porovnáme ji s velikostí tíhové síly.
Ukážeme si tak, jak se vlastně dostředivá síla vypočítá.

Těleso se pohybuje s dostředivým zrychlením, mění se totiž vektor rychlosti (směr rychlosti).

Pro velikost dostředivého zrychlení jsme si odvodili v kapitole o rovnoměrném pohybu po kružnici vztah:

$$a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

Pro velikost dostředivé síly pak můžeme napsat:

$$\boldsymbol{F_d = ma_d = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r}$$

Řekněme, že budeme mít těleso o hmotnosti 100 gramů a budeme jím otáčet frekvencí 5 otáček za sekundu. Délka provázku je 60 centimetrů. Velikost dostředivé síly tak je:

$$F_d = m\omega^2 r = m(2\pi f)^2 r = m4\pi^2 f^2 r = 0{,}1 \cdot 4\pi^2 \cdot 25 \cdot 0{,}6\ N$$

$$F_d \doteq 59{,}22\ N$$

Velikost tíhové síly je:

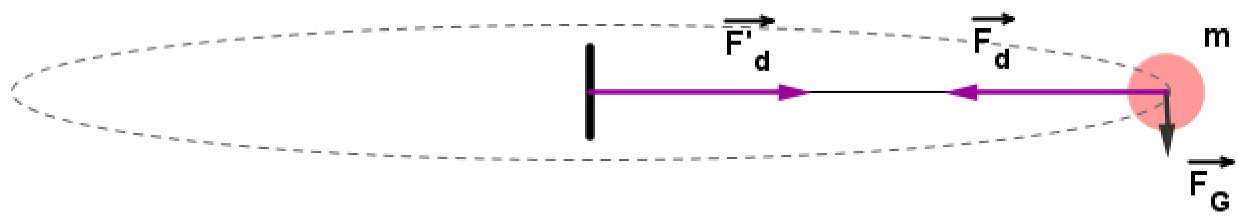
$$F_G = mg = 0{,}1 \cdot 9{,}81\ N$$

$$F_G \doteq 0{,}98\ N$$

Vidíme, že dostředivá síla je v tomto případě asi 60krát větší než tíhová síla. Pokud by tíhová síla na obrázku odpovídala zhruba 1 centimetru, měla by být délka dostředivé síly pro zadaný případ 60 centimetrů.

3. Otázka:
„Jaká síla je partnerskou silou k síle dostředivé?“

Odpověď:
„V případě otáčejícího se předmětu na provázku je to síla, kterou působí předmět prostřednictvím provázku na naši ruku.“

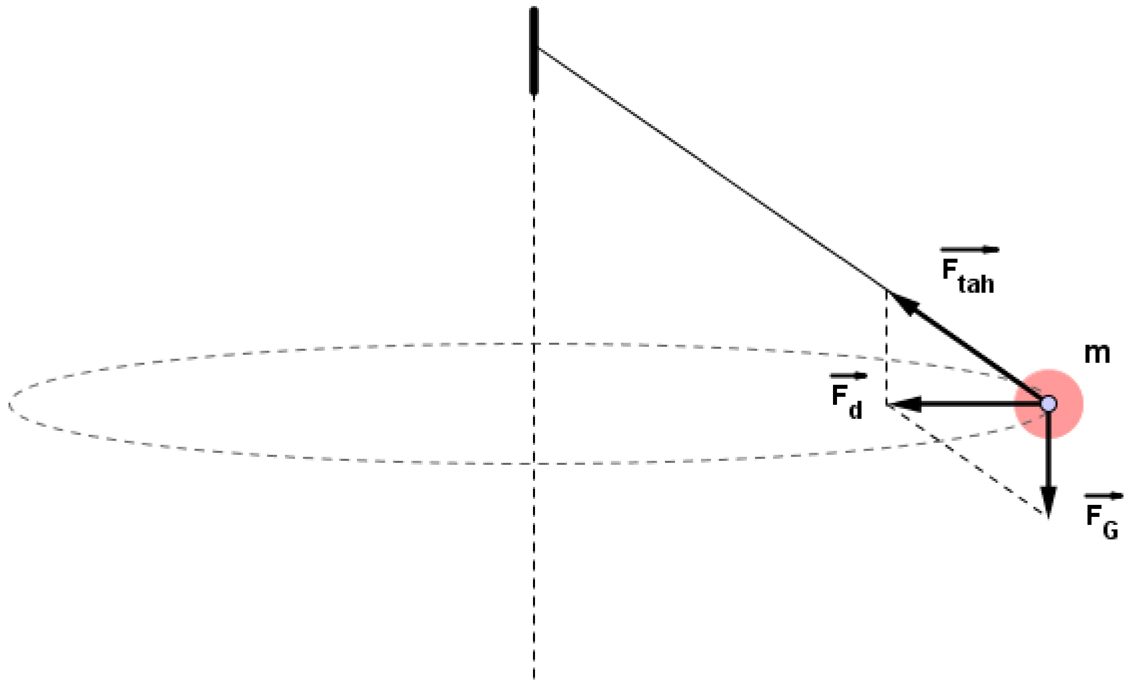


Čím větší je tedy frekvence otáčení, tím větší je dostředivá síla a tím větší je i její partnerská síla, kterou působí předmět prostřednictvím provázku na naši ruku. Při vyšších rychlostech tak cítíme, že nás předmět více táhne. Při hodně vysokých rychlostech může být síla tak velká, že dojde k přetržení provázku. Nejedná se o odstředivou sílu.

V případě Země a Měsíce je partnerskou silou gravitační síla, kterou přitahuje Měsíc Zemi.

4. Otázka:
„Jak situace vypadá ve skutečnosti?“

Odpověď:
„Řekli jsme, že ve skutečnosti se těleso netočí ve vodorovné rovině, protože na něj působí i tíhová síla (byť nemá tak výrazný projev). Předchozí obrázky tedy nejsou úplně správně. Pohyb, fyzikálně správněji, vystihuje následující obrázek.“



Šňůrka tedy opisuje plášť kužele. Čím je rychlost otáčení větší, tím má kužel menší výšku.
Dostředivá síla je výslednicí tíhové síly a takové síly provázku.