

Úloha III.3 ... Závody na orbitě

6 bodů; průměr 4,78; řešilo 101 studentů

V roce 2875 nejbohatší třída společnosti žije na oběžné dráze Země ve vesmírné stanici, která má tvar dokonalého tenkostěnného válce o vnitřním poloměru 5,0 km. Stanice svou rotací kolem osy válce generuje přitažlivost (tzv. „umělou gravitaci“) 1,0g. Mezi oblíbenou zábavu vyšší třídy patří například automobilové závody. Během jízdy proti směru otáčení vesmírné stanice si však řidiči všimají, že se cítí trochu lehčí. Proč tomu tak je? Jakou rychlostí by musel závodník jet, aby se cítil lehčí přesně o polovinu?

Stanice rotující s obvodovou rychlostí v generuje pro své obyvatele pocitově odstředivé zrychlení

$$a = \frac{v^2}{r}, \quad (1)$$

které podle zadání odpovídá $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Musíme si uvědomit, že tímto zrychlením vyvolaná odstředivá síla je tzv. *nepravá* a vzniká naprosto přirozeně tím, že soustava, v níž je určitý obyvatel stanice statický, je tzv. *neinerciální* (neplatí zde 1. Newtonův zákon). Stanice tedy obíhá po kružnici a tudíž zrychluje vůči nějaké inerciální soustavě, např. hvězdnému pozadí. Abychom dokázali určit velikost této nepravé síly, musíme rychlost rotace stanice měřit vůči nějaké inerciální soustavě (tedy vůči nerotující soustavě), např. právě vůči hvězdnému pozadí.

Chceme-li pocitově zrychlení (1) snížit, musíme nějak snížit rychlost v měřenou vůči okolním hvězdám. Toho lze dosáhnout třeba jízdou automobilem proti směru rotace stanice. Jede-li závodník rychlostí v_a vůči povrchu stanice, sníží se jeho rychlost oběhu po kružnici oproti námi zvolené inerciální soustavě a generované zrychlení pak pro něj bude pouze

$$\frac{(v - v_a)^2}{r} = \frac{g}{2},$$

jelikož požadujeme, aby toto zrychlení bylo polovinou zemského tíhového zrychlení.

Rovnici upravíme do tvaru

$$v_a = v - \sqrt{\frac{gr}{2}}.$$

Ze vztahu (1) již víme, že $v = \sqrt{ar}$, kde $a = g$, tedy po dosazení můžeme psát

$$v_a = \sqrt{gr} - \sqrt{\frac{gr}{2}}.$$

Dosadíme hodnoty $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a $r = 5\,000 \text{ m}$.

$$v_a = \sqrt{9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \cdot 5\,000 \text{ m}} - \sqrt{\frac{9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \cdot 5\,000 \text{ m}}{2}} \doteq 230 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

Aby se závodník cítil dvakrát lehčí, musel by jet rychlostí přibližně $230 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Michal Stroff

michal.stroff@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.