21. ročník, úloha V . 2 ... *otázka přežití* *(4 body; průměr 2,56; řešilo 27 studentů)*

Od vchodu vede k vnitřnímu povrchu žebřík. Již jsi po něm sestoupil kilometr, když vtom jsi neopatrně sklouzl a pustil se žebříku. Jakou rychlostí dopadneš na povrch Rámy a za jak dlouho? Máš šanci přežít? *Vymyslel šéf sekce psychotroniky a UFO Martin Formánek.*

Úlohu budeme řešit z inerciální soustavy, ve které se Ráma otáčí kolem své osy s periodou T, takže pustíme-li se žebříku, už na nás nebude působit dostředivá síla a budeme se pohybovat rychlostí, jakou jsme se pohybovali v okamžiku, kdy jsme se žebříku pustili. Tedy alespoň pokud při výpočtu zanedbáme odpor vzduchu. Jakou rychlostí jsme se pohybovali, vypočteme ze vztahu

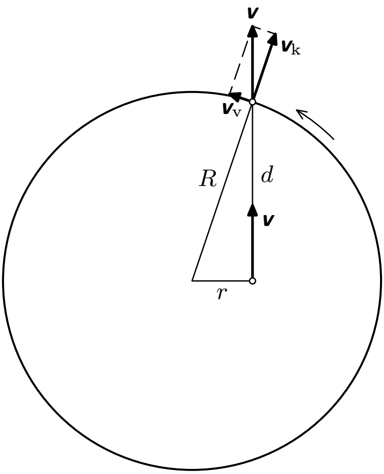
$$v = \frac{2\pi r}{T}\,,$$

kde T je perioda rotace Rámy a r je naše vzdálenost od osy Rámy v okamžiku uklouznutí. Pohybovat se budeme po tečně k rotaci, tedy musíme urazit vzdálenost

$$d = \sqrt{R^2 - r^2}\,,$$

a čas dopadu tedy získáme ze vzorce

$$t = \frac{d}{v} = \frac{T\sqrt{R^2 - r^2}}{2\pi r} = 303\,\mathrm{s}\,.$$



Obr. 1. Skládání rychlostí

Rychlost dopadu bude vektorovým rozdílem rychlosti pádu a rychlosti pohybu povrchu. Rychlost pohybu povrchu je

$$v_\mathrm{p} = \frac{2\pi R}{T}\,.$$

Složka rychlosti kolmá na povrch bude (z podobnosti trojúhelníků)

$$v_\mathrm{k} = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{R}v = \frac{2\pi r\sqrt{R^2 - r^2}}{RT}\,,$$

vodorovná složka rychlosti bude

$$v_\mathrm{v} = \frac{r}{R}v = \frac{2\pi r^2}{RT}$$

a rychlost dopadu tedy bude

$$v_\mathrm{d} = \sqrt{\left(\frac{2\pi r\sqrt{R^2 - r^2}}{RT}\right)^2 + \left(\frac{2\pi r^2}{RT} - \frac{2\pi R}{T}\right)^2} = \frac{2\pi}{T}\sqrt{R^2 - r^2} = 208\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}\,.$$

Pokud tedy budeme při vstupu na Rámu takto neopatrní, dopadneme na povrch za čas 303 s rychlostí 208 $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, a naše šance na přežití by byla tudíž malá.

Jan Jelínek
jjan@fykos.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.