

## Úloha IV.2 ... vystoupili v Hněvčích 3 body; průměr 2,45; řešilo 75 studentů

Tomáš nastoupil do vlakového vagónu ve tvaru kvádra a řekl si, že si zdřímne. Když se vzbudil, zjistil, že je ve vagónu sám a že je celý vagón zavěšený v geometrickém středu na nákladním jeřábu a točí se okolo osy závěsu úhlovou rychlostí  $\omega$ . Tomáš si toho nejprve nevšiml, protože seděl právě ve středu vagónu se šířkou  $d$ . Když si to uvědomil, tak se zaradoval, protože ho napadlo, že využije jeden ze svých kilogramových etalonů, které nosí pro podobné příležitosti vždy s sebou, na změření délky vagónu. Po pár pokusech se mu podařilo hodit etalon počáteční rychlostí  $\vec{v}$  tak, že po dvou otáčkách vagónu etalon dopadl do jeho krajního rohu a rozbil okno. Jakou zjistil délku vagónu  $L$ , pokud zanedbal odpor vzduchu?

*Tomáš zaspal vo vlaku a vyhodila ho sprievodkyňa.*

Na celý problém sa budeme pozerat z pohľadu inerciálnej vzťažnej sústavy spojenej so zemou s počiatkom v stredie vagóna, kde stojí Tomáš a popíšeme si v nej pohyb rohu vagóna a etalónu.

Roh sa pohybuje rovnomerne po kružnici s polomerom  $r$ , ktorý je zároveň polovicou uhlopriečky vagóna, a uhlovou rýchlosťou  $\omega$ . Etalón sa v horizontálnom smere pohybuje rovnomerne priamočiara rýchlosťou  $v$  a vo vertikálnom smere zrýchľuje s gravitačným zrýchlením  $g$ . Nám bude stačiť riešiť pohyb etalónu v horizontálnom smere, keďže roh vagóna sa vo vertikálnom smere nepohybuje. Vieme, že vagón sa stihol dvakrát otočiť kým došlo k nárazu, teda pre čas nárazu  $T$  máme

$$\omega T = 4\pi \quad \Rightarrow \quad T = \frac{4\pi}{\omega}.$$

V čase nárazu  $T$  musia byť etalón a krajný roh na tom istom mieste, preto za čas  $T$  musí prejsť etalón v horizontálnom smere práve vzdialenosť  $r$ . To nám dáva hľadajú dĺžku vagóna  $L$

$$\begin{aligned} v \frac{4\pi}{\omega} &= \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}, \\ 4 \left(v \frac{4\pi}{\omega}\right)^2 &= d^2 + L^2, \\ L &= \sqrt{\left(\frac{8\pi v}{\omega}\right)^2 - d^2}. \end{aligned}$$

**Doplnenie vzoráku** Riešenie uvedené vyššie je správne, len za predpokladu, že uvažujeme vodorovný vrh. To sme aj uvažovali pri písaní vzoráku, ale neuvedomili sme si, že sme to explicitne nikde nenapísali. Ak by sme riešili šikmý vrh, tak by sme museli zadať ešte uhol  $\alpha$ , ktorý zvierá počiatočná rýchlosť  $\vec{v}$  so zvislou osou. Riešenie by vyzeralo rovnako, len namiesto veľkosti rýchlosti  $v$  by sme pracovali s veľkosťou priemetu rýchlosti do horizontálnej roviny, teda  $v \sin \alpha$ .

**Tomáš Tuleja**

tomas.tuleja@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho 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/>.