

## Úloha V.2 . . . pohne se?

3 body; průměr 2,03; řešilo 64 studentů

Jáchym chce doma nakládat zelí, a tak si koupil válcový sud. Z obchodu ho však musí nějak dostat metrem domů. Sud i s víkem si můžeme představit jako dutý válec s vnějším poloměrem  $r$  a s vnější výškou  $h$ . Šířka stěn, podstavy i víka je  $t$ . Sud je vyrobený z materiálu s hustotou  $\rho$ . S jakým největším zrychlením se může souprava metra pohybovat, aby se volně stojící sud vůči ní nijak nepohnul? Koeficient tření mezi podlahou vagonu a sudem je  $f$ .

*Dodo zase poslouchá Jáchymovy výmluvy.*

Najprv si musíme rozmysliet, ako sa môže sud uviesť do pohybu. Máme dve možnosti - buď sa začne šmýkať po podlahe, alebo sa prevrhne. Na sud pôsobia v neinerciálnej sústave vlaku tiažová sila  $F_g = mg$  pôsobiaca v ťažisku zvislo nadol, sila zotrvačná  $F_z = ma$ , pôsobiaca v ťažisku vodorovne, a sila trecia  $F_t$  pôsobiaca v strede dotykovej plochy vo vodorovnom smere. Ťažisko dutého valca sa nachádza v jeho strede.

Abý sa sud nehýbal, musí byť výsledná sila vo vodorovnom smere nulová. Musí teda platiť

$$ma \leq F_t = fmg,$$

kde sme použili podmienku statického trenia. Po zjednodušení dostávame  $a \leq fg$ . Ak táto podmienka nie je splnená, sud sa začne šmýkať dozadu.

Abý sa sud neprevrhol, musí byť výsledný moment síl pôsobiaci na sud nulový. Ak výslednica zotrvačnej a tiažovej sily smeruje do podstavy, reakčná sila podložky tento moment vykompenzuje. Problém nastane v okamihu, keď začne výslednica pôsobiť smerom k okraju podstavy. Pre väčšiu zotrvačnú silu, a teda vyššie zrychlenie metra, sa sud prevrhne. Pre tento hraničný stav máme z podobnosti trojuholníkov

$$\frac{a}{g} = \frac{2r}{h}.$$

Pro zachování stability sudu tak platí

$$a \leq \frac{2r}{h}g.$$

Sud sa teda prevrhne pri menšom z dvojice spočítaných zrychlení. Všimnime si, že veľkosť tohto zrychlenia nezávisí na hustote ani hrúbke stien sudu a bola by rovnaká aj pre sud plný kapusty.

**Jozef Lipták**

liptak.j@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.

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