

Úloha II.3 ... Řetízek

6 bodů; průměr 4,02; řešilo 51 studentů

Čajka dostala k narozeninám řetízek. Byl $l = 20$ cm dlouhý, složený z $n = 50$ oček a vážil $m = 100$ g. Dále Čajka změřila, že koeficient statického tření mezi řetízkiem a nočním stolem je $f = 0,3$. Pak nechala řetízek viset přes okraj stolku. Kolik celých oček může ze stolku viset, aby řetízek nesklouzl dolů?

Nejprve si musíme uvědomit, jaké síly budou na takto ležící řetízek působit. Jednak zde bude působit síla tíhová, a pak také síla třecí. Ale jak přesně budou působit? Vzhledem k tomu, že řetízek musí zůstat na místě, tak je nutné, aby se všechny působící síly ve výsledku vyrušily, přesně podle zákona akce a reakce. Proto si tedy rozdělíme řetízek na dvě části:

1. část, která visí přes okraj stolu
2. část, která leží na stole

V první části řetízku působí pouze tíhová síla, která stahuje řetízek k zemi. Proto musí v druhé části řetízku působit nějaká síla, která by řetízku bránila v pohybu. A ejhle! Vidíme, že odpovídající silou bude síla třecí.

Tíhová síla bude sice působit i ve druhé části řetízku, ale ta bude, přesně podle zákona akce a reakce, kompenzována reakční silou stolu, takže ji vůbec nemusíme uvažovat.

Celou situaci si můžeme zapsat jako

$$\begin{aligned} F_t &= F_g, \\ m_2 f g &= m_1 g, \\ m_2 f &= m_1, \end{aligned}$$

kde f je koeficient statického tření, g je tíhová konstanta, kterou můžeme vykrátit, a m_1 a m_2 jsou hmotnosti jednotlivých částí, přičemž celková hmotnost $m = m_1 + m_2$. Odtud můžeme předchozí rovnici upravit do tvaru

$$\begin{aligned} (m - m_1) f &= m_1, \\ m f &= m_1 (1 + f), \\ m_1 &= \frac{m f}{1 + f}. \end{aligned}$$

Po dosazení dostáváme

$$m_1 = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 23 \text{ g}.$$

Potřebujeme ale zjistit, kolik oček můžeme nechat viset přes okraj, a proto vypočítáme hmotnost jednoho oka m_0

$$m_0 = \frac{m}{n} = \frac{100 \text{ g}}{50} = 2 \text{ g},$$

kde n je počet oček. Výsledný počet oček, který může ze stolku viset tedy bude

$$N = \frac{m_1}{m_0} = \frac{\frac{m f}{1 + f}}{\frac{m}{n}} = \frac{m n f}{m (1 + f)} = \frac{n f}{1 + f}.$$

Po dosazení

$$N = \frac{50 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 11,5.$$

Nesmíme však zapomenout, že se ptáme na celá očka, a proto výsledkem bude pouze celá část čísla N , takže 11 oček.

Karolína Šromeková
cajka@vyfuk.mff.cuni.cz

Radka Štefaníková
radka@vyfuk.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími 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/>.