

Úloha VI.4 ... Těžká pračka

6 bodů; průměr 4,13; řešilo 24 studentů

Uvnitř pračky se otáčí buben s frekvencí $f = 480 \text{ rpm}$ (otáček za minutu), jehož osa je vodorovně se zemí. V bubnu se nachází mokré prádlo o hmotnosti $m = 3 \text{ kg}$. To můžeme považovat za tuhé těleso s těžištěm vzdáleným $r = 10 \text{ cm}$ od středu otáčení bubnu. Pokuste se odhadnout, jakou hmotnost M by pračka musela mít, aby nezačala nadskakovat.



Protože se prádlo pohybuje po kružnici, bude na něj působit dostředivá síla, jež ho drží na své trajektorii. Tu můžeme vyjádřit jako

$$F_d = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r,$$

kde ω je úhlová rychlost prádla, pro kterou z logiky „úhel za čas“ vyplývá $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$, čímž dostáváme rovnici

$$F_d = m4\pi^2 f^2 r,$$

přičemž $f = 480 \text{ rpm}/60 \text{ s} = 8 \text{ Hz}$.

Ze 3. Newtonova zákona vyplývá, že prádlo bude touto silou působit na pračku, ale v opačném směru. Aby měla tato síla nejlepší šanci pračku zvednout, bude muset působit proti tíhové síle pračky a prádla, tedy přímo nahoru, přičemž aby byla pračka nadzvednuta, musí být tíhové síly dostředivou silou minimálně vyrovnány, tedy

$$F_d = F_M + F_m.$$

Tuto rovnici můžeme upravit a dostáváme z ní potřebnou hmotnost pračky M .

$$F_M = F_d - F_m$$

$$Mg = m4\pi^2 f^2 r - mg$$

$$M = \frac{m4\pi^2 f^2 r}{g} - m$$

$$M = \frac{3 \text{ kg} \cdot 4\pi^2 \cdot (8 \text{ s})^2 \cdot 0,1 \text{ m}}{9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}} - 3 \text{ kg}$$

$$M = 74,3 \text{ kg}$$

Aby pračka nezačala nadskakovat, musela by vážit přibližně $M \doteq 74 \text{ kg}$.

Adam Krška

adam@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/>.