

Dostředivá (odstředivá) síla – procvičení – řešení úloh

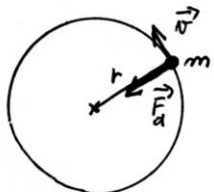
(Lepil, O. a kol. Fyzika – Sběrka úloh pro střední školy, Prometheus, PHA 1995)

Př. 146: Kulička připevněná na vlákno koná rovnoměrný pohyb po kružnici s frekvencí jeden oběh za sekundu. Vlákno je napínáno silou 2 N. Jak velkou silou je napínáno vlákno, zvětší-li se frekvence na dva oběhy za sekundu?

$$f_1 = 1 \text{ s}^{-1}; F_1 = 2 \text{ N}$$

$$f_2 = 2 \text{ s}^{-1}; F_2 = ?$$

$$\omega = 2\pi f$$



$$\vec{F}_d = m \vec{a}_d$$

$$a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$F_{d1} = m \omega_1^2 r = m 4\pi^2 f_1^2 r$$

$$F_{d2} = m \omega_2^2 r = m 4\pi^2 f_2^2 r$$

$$F_{d2} = \text{konst. } f_2^2 = \text{konst. } (2f_1)^2$$

$$F_{d2} = 4 F_{d1} = \underline{\underline{8 \text{ N}}}$$

Hodnoty veličin m a r zůstávají stejné, $4\pi^2$ je konst. \Rightarrow změní se jen f : $f_2 = 2f_1$

Př. 147: Kulička o hmotnosti 20 g opisuje kružnici o poloměru 0,5 m úhlovou rychlostí 30 rad.s⁻¹. Jak velká dostředivá síla na ni působí?

$$m = 20 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}; r = 0,5 \text{ m}; \omega = 30 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}; F_d = ?$$

$$F_d = m \omega^2 r$$

$$F_d = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 30^2 \cdot 0,5 = \underline{\underline{9 \text{ N}}}$$

Př. 148: Při vrhu kladivem roztáčí atlet kladivo o hmotnosti 7,25 kg po kružnici o poloměru 2,0 m tak, že koná jednu otočku za dobu 0,5 s.

a) Jak velkou dostředivou silou musí na kladivo působit? b) Jak velké rychlosti kladivo dosáhne?

$$m = 7,25 \text{ kg}; r = 2 \text{ m}; f = 1 \text{ ot.} / 0,5 \text{ s} = 2 \text{ s}^{-1}$$

$$a) F_d = ?$$

$$F_d = m \omega^2 r = 4\pi^2 r f^2 m$$

$$\omega = 2\pi f \curvearrowright$$

$$F_d = 4\pi^2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 7,25 = 2370 \text{ N} = \underline{\underline{2,37 \text{ kN}}}$$

$$b) v = 2\pi r f$$

$$v = 2\pi \cdot 2 \cdot 2 = \underline{\underline{25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

b¹) Výpočet rychlosti na základě poznatků z dynamiky:

$$F_d = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{F_d r}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F_d r}{m}}$$

\hookrightarrow vypočítali jsme v a)

$$v = \sqrt{\frac{2370 \cdot 2}{7,25}} = \sqrt{632} = \underline{\underline{25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Pozn.: Samozřejmě stačí výpočet podle kinematiky b)

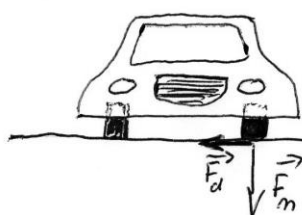
Př. 149: Jak velká dostředivá síla působí na naši Zemi, která se pohybuje kolem Slunce přibližně po kružnici o poloměru 150 milionů km rychlostí $30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$? Hmotnost Země je $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

$$r = 150 \cdot 10^6 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}; \quad v = 30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 30 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; \quad m = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$F_d = m \frac{v^2}{r}; \quad F_d = 6 \cdot 10^{24} \cdot \frac{(30 \cdot 10^3)^2}{1,5 \cdot 10^{11}} = \frac{5400 \cdot 10^{24} \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^{11}} = 3600 \cdot 10^{19} \text{ N} = \underline{\underline{36 \cdot 10^{21} \text{ N}}}$$

Pozn.: Porovnejte s přitažlivou gravitační silou mezi Sluncem a Zemí podle gravitačního zákona.

Př. 152: Automobil projíždí zatáčku o poloměru 80 m. Jakou největší rychlostí může jet, je-li součinitel smykového tření mezi pneumatikami a povrchem vozovky 0,5?



$$r = 80 \text{ m}; \quad f = 0,5$$

$$v = ?$$

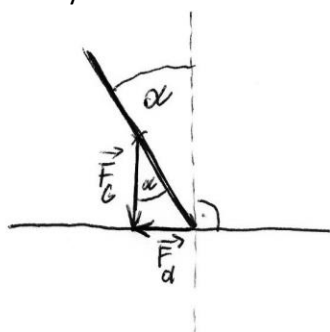
Při max. možné rychlosti je $|\vec{F}_d| = |\vec{F}_t|$
(dostředivá síla rovna třecí)

$\vec{F}_m = \vec{F}_g$ rozložena na každé kolo

$$F_d = m \frac{v^2}{r}; \quad F_t = f F_m = f m g \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = f m g$$

$$v = \sqrt{f g r}; \quad v = \sqrt{0,5 \cdot 10 \cdot 80} = \underline{\underline{20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Př. 153: O jaký úhel se musí odklonit cyklista od svislého směru, jestliže projíždí zatáčku o poloměru 10 m rychlostí $18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$?



$$r = 10 \text{ m}; \quad v = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$F_d = m \frac{v^2}{r}; \quad F_g = m g$$

$$\tan \alpha = \frac{F_d}{F_g} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{m \frac{v^2}{r}}{m g} = \frac{v^2}{r g}$$

$$\tan \alpha = \frac{25}{10 \cdot 10} = 0,25 \Rightarrow \alpha = \underline{\underline{14^\circ}}$$

Př. 154: Jak velká setrvačná odstředivá síla působí na řidiče o hmotnosti 90 kg, projíždí-li automobil zatáčku o poloměru 20 m rychlostí $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$?

$$m = 90 \text{ kg}; \quad r = 20 \text{ m}; \quad v = 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$F_s = F_d = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_s = 90 \cdot \frac{15^2}{20} = \frac{90 \cdot 225}{20} = \underline{\underline{1000 \text{ N}}} = \underline{\underline{1 \text{ kN}}}$$