Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 46. ročníku FO kategorie B

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

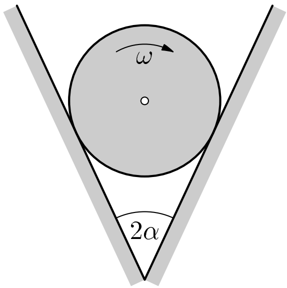
1. Brzdění válce

Homogenní rotační válec o poloměru r a hmotnosti m otáčející se úhlovou rychlostí ω_0 spustíme pomalu do vodorovného žlabu tvořeného dvěma pevnými nakloněnými rovinami se stejným sklonem, které spolu svírají úhel 2α (obr. 1). Součinitel smykového tření mezi pláštěm válce a nakloněnými rovinami je f.

a) Jakou podmínku musí splňovat veličiny f a α, aby roztočený válec zůstal trvale ve styku s oběma nakloněnými rovinami?

b) Jakými silami budou v takovém případě nakloněné roviny působit na otáčející se válec?

c) Za jakou dobu se válec zastaví a kolik otáček přitom vykoná?



Obr. 1

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m = 5{,}00\ \mathrm{kg}$, $r = 4{,}00\ \mathrm{cm}$, $\omega_0 = 100\ \mathrm{rad\cdot s^{-1}}$, $\alpha = 30°$, $f = 0{,}15$.
Moment setrvačnosti válce $J = mr^2/2$.

2. Náraz vagonu

Vagon o hmotnosti m se pohybuje po přímých vodorovných kolejích rychlostí $\boldsymbol{v}$ směrem k betonovému bloku pevně spojenému se zemí, kterým jsou koleje zakončeny. Blok má pevné nárazníky. Vagon má dvojici pružinových nárazníků, tuhost každého je k. Náraz je dokonale pružný.

a) Určete dráhu Δs, na které se vagon zastaví.

b) Určete dobu srážky Δt, tj. dobu, po kterou se nárazníky vagonu a bloku vzájemně dotýkají.

c) Určete průměrnou velikost a_p zrychlení vagonu během srážky.

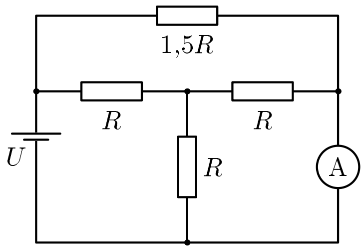
d) Určete poměr maximální velikosti F_m síly, kterou během srážky působí vagon na betonový blok, a velikosti tíhové síly F_G vagonu.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m = 24\ \mathrm{t}$, $k = 7{,}0\cdot 10^6\ \mathrm{N\cdot m^{-1}}$, $v = 2{,}9\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

3. Měříme v obvodu s rezistory

a) Jaký proud naměříme ampérmetrem zapojeným v obvodu na obr. 2? Odpor ampérmetru je zanedbatelný.

b) Ampérmetr nahradíme voltmetrem. Jaké na něm bude napětí, jestliže jeho odpor je mnohem větší než odpory rezistorů a proud procházející voltmetrem je zanedbatelný?



Obr. 2

4. Atmosféra na Venuši

Předpokládejme, že atmosféra planety Venuše obsahuje $k_1 = 96,5$ % molekul CO_2 a $k_2 = 3,5$ % molekul N_2. Ostatní složky můžeme zanedbat. Teplota atmosféry je $t = 464$ °C a atmosférický tlak na povrchu Venuše dosahuje $p_0 = 9,1$ MPa. Hmotnost planety je $M = 4,87 \cdot 10^{24}$ kg a poloměr $R = 6\,052$ km.

a) Určete hustotu ϱ_0 atmosféry a gravitační zrychlení g_v u povrchu Venuše.

b) K výzkumu atmosféry planety použijeme otevřený „horkovzdušný balon“ (plněný ovšem atmosférou planety) o objemu $V = 50$ m^3. Hmotnost konstrukce je $m = 100$ kg. Na jakou teplotu t_1 musíme ohřát plyn v balonu, aby začal stoupat nad povrch planety? Při které teplotě t_2 uvnitř balonu dosáhneme výšky 1 km?

Rotaci Venuše a pokles gravitačního zrychlení při výstupu balonu zanedbejte. Teplotu atmosféry do výšky 1 km považujte za konstantní. Molární hmotnosti obou hlavních složek atmosféry Venuše jsou $M_\mathrm{m}(CO_2) = 44,0 \cdot 10^{-3}$ kg $\cdot$ mol^{-1}, $M_\mathrm{m}(N_2) = 28,0 \cdot 10^{-3}$ kg $\cdot$ mol^{-1}.