Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 48. ročníku FO kategorie D

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

1. Brzdění automobilu

Úhlová rychlost otáčení kol automobilu se při brzdění se měnila podle daného grafu. Poloměr každého kola je $r = 0{,}27$ m. Součinitel smykového tření zůstává během celého zastavování konstantní. Pokud se kola otáčí, nedochází na vozovce k žádnému prokluzování.

a) Určete velikost v_0 počáteční rychlosti automobilu.

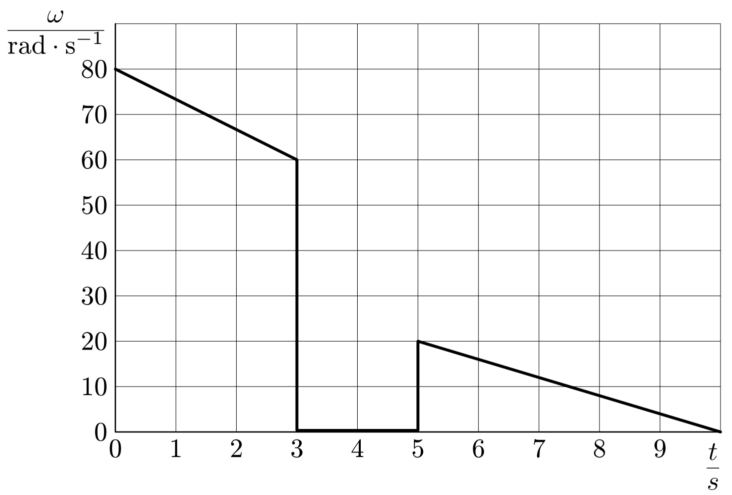
b) Určete velikosti a_1, a_2, a_3 zrychlení automobilu na jednotlivých úsecích.

c) Určete dobu T poslední otáčky kola automobilu.

d) Určete brzdnou dráhu automobilu.

e) Určete brzdnou dráhu s a dobu brzdění t automobilu za předpokladu, že by se po celou dobu brzdění pohyboval smykem.

f) Určete součinitel f smykového tření mezi pneumatikami a vozovkou.



2. Rozjezd lokomotivy

Lokomotiva o hmotnosti $m_0 = 75$ t má dosáhnout v nejkratším možném čase na vodorovných kolejích rychlosti o velikosti $v_1 = 25\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Součinitel smykového tření mezi koly a kolejnicemi je $f = 0{,}15$. Všechna kola lokomotivy jsou záběrová.

a) Určete maximální možné zrychlení $a_{\max}$ a minimální dráhu $s_{\min}$ nutnou k rozjezdu.

b) Určete maximální okamžitý výkon $P_{\max}$ lokomotivy, který se při rozjíždění uplatní.

c) Řešte úlohy a), b) v případě, že lokomotiva táhne 6 vagónů, z nichž každý má hmotnost $m_1 = 40$ t.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

3. Vagon

Vagon se rozjel po svahu se sklonem $\alpha = 2{,}0°$ z klidu a na konci svahu dosáhl rychlosti o velikosti $v_1 = 60$ km/h.

a) Určete délku l svahu.

b) Určete velikost v_2 rychlosti vagonu na konci svahu, jestliže na začátku svahu měl již počáteční rychlost o velikosti $v_0 = 25$ km/h.

c) Určete doby t_1 a t_2, za které v popsaných případech urazil délku svahu. Třecí a odporové síly zanedbejte.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

4. Družice

Družice se pohybuje po kruhové trajektorii kolem Země tak, že při každém oběhu přelétne nad Prahou a též nad severním pólem Země.

a) Určete dobu Δt, která uplyne mezi přeletem družice nad Prahou a nad severním pólem.

b) Určete výšku h družice nad zemským povrchem a vyjádřete poměr h/R této výšky a poloměru Země.

c) Určete směr pohybu družice při přeletu přes zenit (bod ve svislém směru nad pozorovatelem), který zaznamená pozorovatel v Praze.

Zemi považujte za kouli o poloměru $R = 6\,371$ km, hmotnost Země je $M = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$. Perioda otáčení Země kolem osy vzhledem ke hvězdám (siderická doba otáčení) je $T = 86\,164$ s. Zeměpisná šířka místa pozorování v Praze je $\varphi = 50°$.