

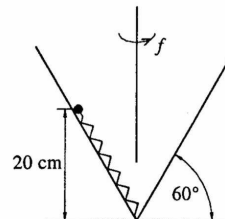
ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE '99. - 1. grupa

Zadatak 1 (8 bodova)

Automobil mase 800 kg jednoliko ubrzava od 0 do 100 km/h preivalivši pri tom put od 100 m. Ako je koeficijent trenja s podlogom 0.05, nađite akceleraciju kojom se automobil gibao, koliko mu je vremena za to trebalo, te srednju snagu koju je pri tom dao motor. Zanemarite trenje automobila sa zrakom.

Zadatak 2 (12 bodova)

Kuglica, povezana s dnom stošca oprugom zanemarive mase, jednoliko rotira po njegovom plaštu na visini 20 cm frekvencijom $f = 125$ okreta u minuti (vidi sliku). Nađite masu kuglice ako je konstanta opruge jednaka 2 N/m. Bez opterećenja opruga ima zanemarivu duljinu. Zanemarite trenje.



Zadatak 3 (8 bodova)

Vlak se giba po ravnoj pruzi, od istoka prema zapadu, jednolikom brzinom od 36 km/h. Okomito na prugu, na udaljenosti od 500 m nalazi se jahač na konju – sjecište pruge i njene okomice koja prolazi kroz točku gdje je jahač označimo s A. Nađite kojom se (jednolikom) brzinom treba gibati jahač da bi presreo vlak u točki 400 m zapadno od točke A, ako je krenuo kada se vlak nalazio 200 m istočno od te točke.

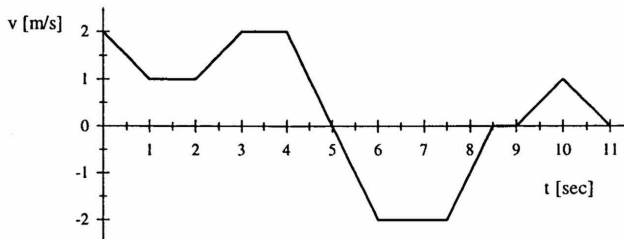
Zadatak 4 (10 bodova)

Dvije kuglice, zanemarivih dimenzija, vise na nerastezljivim nitima zanemarive mase, povučenim iz iste točke na stropu. Kuglice pritišćemo prstima, te niti stoje okomito u odnosu na strop, jer se između njih nalazi stisnuta opruga zanemarivih dimenzija i zanemarive mase. U jednom trenutku naglo maknemo ruku, te se kuglice pod utjecajem opruge otklone (ukupni impuls je pritom očuvan), a opruga padne na pod. Nađite omjer masa kuglica, ako se jedna otkloni za 90° , a druga za 30° u odnosu na okomicu.

Zadatak 5 (12 bodova)

Materijalna točka mase 2 kg giba se duž osi x, a njena brzina ovisi o vremenu kao što je prikazano na v-t dijagramu. Ako se u $t = 0$ materijalna točka nalazila u ishodištu, nađite:

- ovisnost položaja x o vremenu t (tj. x-t dijagram) za prvih 11 sekundi
- ovisnost sile F koja uzrokuje gibanje položaja o vremenu t za prvih 11 sekundi
- srednju akceleraciju i brzinu u prvih 11 sekundi
- udaljenost za koju se materijalna točka pomakne nakon 11 sekundi od ishodišta





Rezultati zadataka 1. grupe (1999) i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (8 bodova)

Akceleraciju možemo naći iz krajnje brzine v i prijednog puta s :

$$v^2 = 2as \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v^2}{2s} = 3.858 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Odatle lako nalazimo vrijeme t potrebno za ubrzanje:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2s}{v} = 7.2 \text{ s} \quad (2)$$

Srednja snaga P jednaka je 'potrošenoj' energiji u jedinici vremena. Energija koju je savladao motor automobila jednaka je radu potrebnom za postizanje kinetičke energije, te radu potrebnom za savladavanje trenja s podlogom:

$$P = \frac{\frac{1}{2}mv^2 + \mu mgs}{t} = \frac{mv}{2s} \left(\frac{1}{2}v^2 + \mu gs \right) \quad (3)$$

Uvrštavanjem ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$):

$$P = 48.32 \text{ kW} \quad (1)$$

Zadatak 2 (12 bodova)

U ravnoteži će suma sila gravitacije i opruge biti jednaka inercijalnoj ('centrifugalnoj') sili:

$$F_G + F_k = F_i \quad (1)$$

Komponenta sile gravitacije jednaka je:

$$F_G = mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (2)$$

Nadalje, sila kojom opruga djeluje na kuglicu iznosi:

$$F_k = k\Delta x = k \frac{\Delta h}{\sqrt{3}/2} \quad (2)$$

gdje smo s Δh označili zadanu visinu. Komponenta inercijalne sile jednaka je:

$$F_i = 4\pi^2 m f^2 r \cdot \frac{1}{2} = 4\pi^2 m f^2 \frac{\Delta h}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} \quad (2)$$

Uvrštavanjem dobivamo jednadžbu za masu kuglice:

$$mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 2k \frac{\Delta h}{\sqrt{3}} = 2\pi^2 m f^2 \frac{\Delta h}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

Slijedi:

$$m = \frac{4k\Delta h}{4\pi^2 f^2 \Delta h - 3g} \quad (2)$$

Uvrštavanjem ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$):

$$m = 0.3306 \text{ kg} \quad (1)$$

Zadatak 3 (8 bodova)

Vrijeme potrebno lokomotivi da dođe do mjesta susreta s jahačem iznosi:

$$t_L = \frac{200\text{m} + 400\text{m}}{v_L} = \frac{600\text{m}}{v_L} \quad (2)$$

Vrijeme potrebno jahaču:

$$t_j = \frac{\sqrt{(500\text{m})^2 + (400\text{m})^2}}{v_j} = \frac{100\sqrt{41}\text{m}}{v_j} \quad (2)$$

Budući da ta dva vremena moraju biti jednaka:

$$t_L = t_j \quad \Rightarrow \quad \frac{600\text{m}}{v_L} = \frac{100\sqrt{41}\text{m}}{v_j} \quad (2)$$

Slijedi:

$$v_j = \frac{100\sqrt{41}}{600} v_L \quad (1)$$

Uvrštavanjem:

$$v_j = 38.42 \text{ km/h} \quad (1)$$

Zadatak 4 (10 bodova)

- S obzirom da je impuls očuvan, za kuglice vrijedi:

$$mv = MV \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{m} = \frac{v}{V} \quad (2)$$

Kuglica koja ima brzinu v se otkloni za 90° , što izjednačavanjem energija daje:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gR} \quad (2)$$

gdje smo s R označili duljini niti.

Kuglica koja se otkloni za 30° zapravo dostigne visinu:

$$R - \frac{\sqrt{3}}{2}R \quad (1)$$

Izjednačavanjem energija kao i prije:

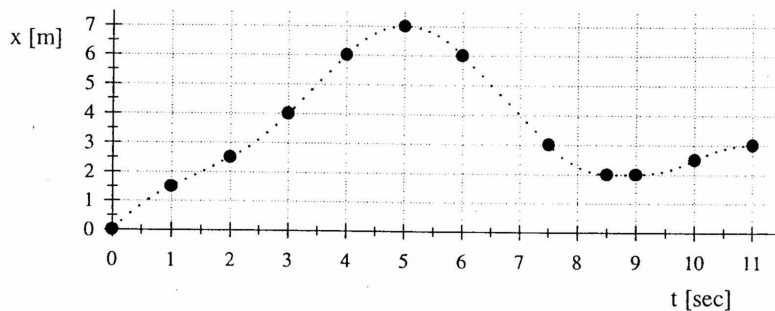
$$\frac{1}{2}MV^2 = MgR \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{2gR \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \quad (3)$$

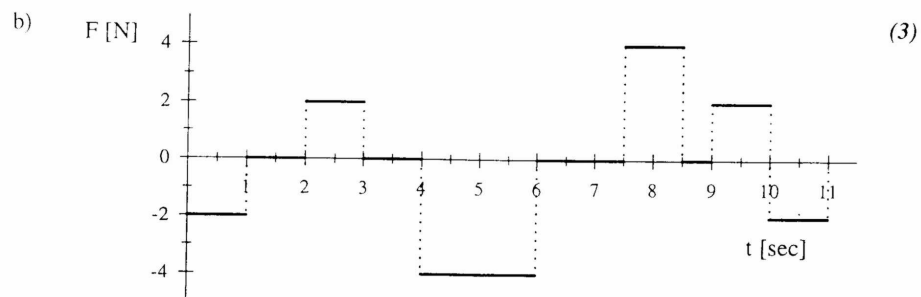
Uvrštavanjem ovih izraza u drugu formulu:

$$\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{2gR}}{\sqrt{2gR \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\sqrt{3}}{2}}} = 2.732 \quad (2)$$

Zadatak 5 (12 bodova)

- a) (4)





c) Srednja akceleracija jednaka je:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{11} - v_0}{11s} = \frac{0 - 2}{11} = -0.1818 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Slično nalazimo i srednju brzinu:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{11} - x_0}{11s} = \frac{3m}{11s} = 0.2727 \text{ m/s} \quad (2)$$

d) Iz slike se vidi da će se nakon 11 sekundi materijalna točka nalaziti na udaljenosti:
 $x = 3 \text{ m}$

(1)