DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vinkovci, 05. – 08. svibnja 2011.

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (18 bodova)

Kuglica mase 100 g izbačena je pod kutem 60° u odnosu na horizontalu prema istoku brzinom 20 m/s. Vjetar puše iz smjera jugoistoka prema sjeverozapadu (paralelno sa tlom) te djeluje na kuglicu stalnom silom. Kuglica u trenutku pada na tlo je napravila u smjeru istoka maksimalan mogući pomak.

a) Izračunajte iznos sile vjetra.
b) Izračunajte iznos brzine kuglice u trenutku pada na tlo.
c) Izračunajte udaljenost od položaja s kojeg je kuglica izbačena do položaja pada kuglice na tlo.

Zanemarite rotaciju Zemlje.

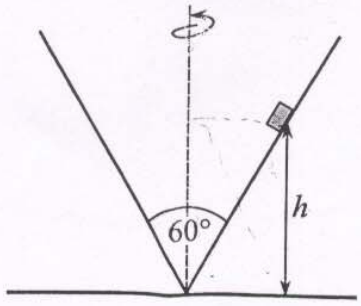
Zadatak 2 (19 bodova)

Čovjek sjedi u vlaku, okrenut licem u smjeru gibanja vlaka i ispred sebe u ruci drži dinamometar i štopericu. Dinamometar se sastoji od utega mase m, koji je obješen na oprugu, i njime se mjeri iznos ukupne sile koja djeluje na uteg. Čovjek zapisuje iznos sile, koji pokazuje dinamometar, i smjer otklona utega. U početnom trenutku vlak polazi sa stanice te se cijelo vrijeme giba po horizontalnim tračnicama. U prvom vremenskom intervalu $\Delta t_1 = 4\,\mathrm{s}$ gibanja uteg je otklonjen prema čovjeku i pokazuje silu 1.25 N. U sljedećem vremenskom intervalu $\Delta t_2 = 8\,\mathrm{s}$ gibanja uteg visi vertikalno i dinamometar pokazuje silu 1 N. Nakon toga u trećem vremenskom intervalu $\Delta t_3 = 2\pi\,\mathrm{s}$ uteg je otklonjen prema lijevo i pokazuje silu 1.25 N. U posljednjem vremenskom intervalu $\Delta t_4 = 3\,\mathrm{s}$ uteg je otklonjen od čovjeka, a sila je jednaka $\sqrt{2}$ N. Gravitacijsko ubrzanje iznosi $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$.

a) Izračunajte ukupan prijeđeni put.
b) Izračunajte brzinu vlaka na kraju četvrtog vremenskog intervala.
c) Skicirajte putanju vlaka i odredite udaljenost vlaka na kraju četvrtog vremenskog intervala od početnog položaja.

Zadatak 3 (15 bodova)

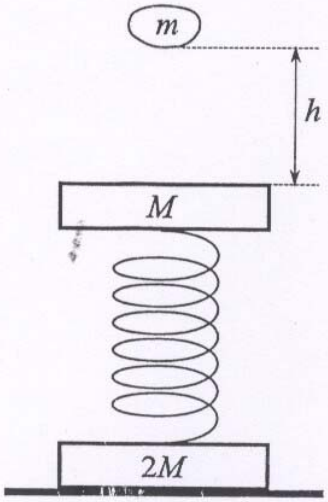
Malo tijelo mase m nalazi se na unutarnjoj strani plašta stošca koji je okrenut vrhom prema dolje i okreće se oko vertikalne osi. Period okretanja stošca je T, a koeficijent statičkog trenja između tijela i plašta stošca je μ. Izračunajte minimalan period kojim se može okretati stožac da tijelo ostane na stalnoj visini h.



Zadatak 4 (18 bodova)

Dva kvadra masa M i $2M$ povezana su oprugom zanemarive mase i konstante elastičnosti $k = 400\ \mathrm{N/m}$. U početnom trenutku sustav miruje. Komad plastelina mase $m = 0.5M$ pušten je iz mirovanja sa visine h iznad gornjeg kvadra. Sudar između plastelina i gornjeg kvadra je plastičan (nakon sudara nastavljaju se gibati zajedno). U trenutku kada se gornji kvadar i plastelin nalaze na najvišem položaju, donji kvadar se neznatno odvojio od podloge. Masa gornjeg kvadra je $M = 1\ \mathrm{kg}$.

a) Izračunajte koliko će se opruga maksimalno stisnuti.
b) Izračunajte visinu h.



DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vinkovci, 05. – 08. svibnja 2011.

Srednje škole – 1. grupa – rješenja

Zadatak 1 (18 bodova)

Postavimo koordinatni sustav tako da je pozitivan smjer x osi prema istoku, pozitivan smjer y osi prema sjeveru i pozitivan smjer z osi prema gore. Komponente početne brzine su:

$v_{0x} = \frac{1}{2}v_0$, $v_{0z} = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ (1 bod)

Komponente ubrzanja kuglice su:

$a_x = -\frac{1}{\sqrt{2}}a$, $a_y = \frac{1}{\sqrt{2}}a$, $a_z = -g$ (3 boda)

gdje je a ubrzanje koje ima kuglica zbog djelovanja sile vjetra. Ovisnost brzine kuglice o vremenu dana je sljedećim izrazima:

$v_x(t) = \frac{1}{2}v_0 - \frac{1}{\sqrt{2}}at$, $v_y(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}at$, $v_z(t) = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 - gt$ (3 boda)

Ovisnost položaj kuglice o vremenu dana je sljedećim izrazima:

$x(t) = \frac{1}{2}v_0t - \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{2}}at^2$, $y(t) = \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{2}}at^2$, $z(t) = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0t - \frac{1}{2}gt^2$ (3 boda)

Vrijeme leta kuglice T može se izračunati iz uvjeta $z(T) = 0$:

$\frac{\sqrt{3}}{2}v_0T - \frac{1}{2}gT^2 = 0 \Rightarrow T = \frac{\sqrt{3}v_0}{g} = 3.53\,\text{s}$ (1 bod)

Iz uvjeta da kuglica napravi maksimalan pomak u smjeru istoka slijedi:

$v_x(T) = 0$

$\frac{1}{2}v_0 - \frac{1}{\sqrt{2}}a\frac{\sqrt{3}v_0}{g} = 0 \Rightarrow a = \frac{1}{\sqrt{6}}g = 4\,\text{m/s}^2$ (2 boda)

Iznos sile vjetra je:

$F = ma = 0.4\,\text{N}$ (1 bod)

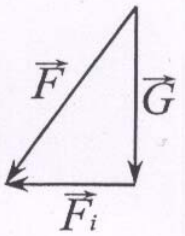
Brzina kuglice u trenutku pada na tlo jednaka je:

$v = \sqrt{v_x(T)^2 + v_y(T)^2 + v_y(T)^2} = v_0 = 20\,\text{m/s}$ (2 boda)

Udaljenost od položaja s kojeg je kuglica izbačena do položaja pada kuglice na tlo je:

$r = \sqrt{x(T)^2 + y(T)^2} = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{2\sqrt{2}g} = 25\,\text{m}$ (2 boda)

Zadatak 2 (19 bodova)



Ukupna sila, koja djeluje na uteg, jednaka je vektorskom zbroju težine utega i inercijalne sile.

U prvom vremenskom intervalu vlak se giba jednoliko ubrzano po pravcu.

$F_1^2 = G^2 + F_{i1}^2$

U drugom vremenskom intervalu vlak se giba jednoliko po pravcu, ukupna sila, koja djeluje na uteg, jednaka je težini utega:

$F_2 = G = 1\,\text{N}$ (1 bod)

Prema tome, masa utega jednaka je:

$m = \frac{G}{g} = 0.1\,\text{kg}$ (1 bod)

Uvrštavanjem u prvu jednadžbu dobije se inercijalna sila na uteg u prvom vremenskom intervalu i ubrzanje vlaka:

$F_{i1}^2 = \sqrt{F_1^2 - G^2} = 0.75\ \text{N}$ (1 bod)

$F_{i1} = ma_1 \quad \Rightarrow \quad a_1 = \dfrac{F_{i1}}{m} = 7.5\ \text{m/s}^2$ (1 bod)

Brzina na kraju prvog vremenskog intervala i prijeđeni put jednaki su:

$v_1 = a_1 \Delta t_1 = 30\ \text{m/s}$ (1 bod)

$s_1 = \frac{1}{2} a_1 (\Delta t_1)^2 = 60\ \text{m}$ (1 bod)

U drugom vremenskom intervalu vlak se giba jednoliko po pravcu, a prijeđeni put je:

$s_2 = v_1 \Delta t_2 = 240\ \text{m}$ (1 bod)

U trećem vremenskom intervalu vlak skreće prema desno tj. giba se po kružnici brzinom stalnog iznosa. Inercijalna sila je centrifugalna sila:

$F_3^2 = G^2 + F_{cf}^2$

$F_{cf}^2 = \sqrt{F_3^2 - G^2} = 0.75\ \text{N}$ (1 bod)

$F_{cf} = ma_{cf} \quad \Rightarrow \quad a_{cf} = \dfrac{F_{cf}}{m} = 7.5\ \text{m/s}^2$ (1 bod)

Prijeđeni put u trećem vremenskom intervalu:

$s_3 = v_1 \Delta t_3 = 188.5\ \text{m}$ (1 bod)

Vlak se giba po kružnici polumjera r i zakrenuo se za kut:

$a_{cf} = \dfrac{v_1^2}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \dfrac{v_1^2}{a_{cf}} = 120\ \text{m}$ (1 bod)

$\varphi = \omega \Delta t_3 = \dfrac{v_1}{r} \Delta t_3 = \dfrac{\pi}{2}$ (1 bod)

U četvrtom vremenskom intervalu vlak se giba jednoliko usporeno:

$F_{i4} = \sqrt{F_4^2 - G^2} = 1\ \text{N}$ (1 bod)

$F_{i4} = ma_4 \quad \Rightarrow \quad a_4 = \dfrac{F_{i4}}{m} = 10\ \text{m/s}^2$ (1 bod)

Prijeđeni put u četvrtom vremenskom intervalu je:

$s_4 = v_1 \Delta t_4 - \frac{1}{2} a_4 (\Delta t_4)^2 = 45\ \text{m}$ (1 bod)

Brzina na kraju četvrtog vremenskog intervala je:

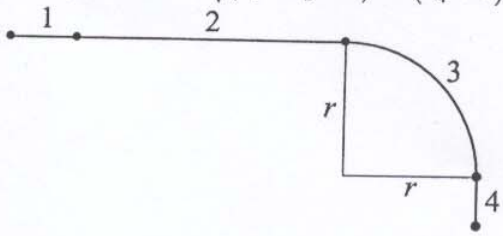
$v_4 = v_1 - a_4 \Delta t_4 = 0\ \text{m/s}$ (1 bod)

Ukupan prijeđeni put je:

$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 533.5\ \text{m}$ (1 bod)

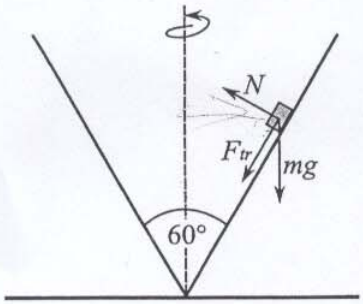
Pomak od početnog položaja je:

$R = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(s_1 + s_2 + r)^2 + (s_4 + r)^2} = 451.3\ \text{m}$ (1 bod)



(1 bod)

Zadatak 3 (15 bodova)



Traži se minimalni period okretanja stošca za koji tijelo ostaje na stalnoj visini, što znači da bi se za još manji period okretanja stošca tijelo gibalo prema gore tako da sila trenja djeluje prema dolje.

Zbroj svih sila u okomitom smjeru jednak je nuli:

$$0 = \tfrac{1}{2}N - mg - \tfrac{\sqrt{3}}{2}F_{tr}$$ (3 boda)

Zbroj svih sila u smjeru prema osi vrtnje jednak je centripetalnoj sili:

$$F_{cp} = m\frac{v^2}{r} = \tfrac{\sqrt{3}}{2}N + \tfrac{1}{2}F_{tr}$$ (3 boda)

Sila trenja jednaka je:

$$F_{tr} = \mu N$$ (1 bod)

z prve jednadžbe slijedi:

$$N = \frac{2mg}{1-\mu\sqrt{3}}$$

Uvrštavanjem u prvu jednadžbu dobije se:

$$m\frac{v^2}{r} = mg\frac{\sqrt{3}+\mu}{1-\mu\sqrt{3}}$$ (4 boda)

Brzina kruženja tijela jednaka je:

$$v = \frac{2r\pi}{T}$$ (1 bod)

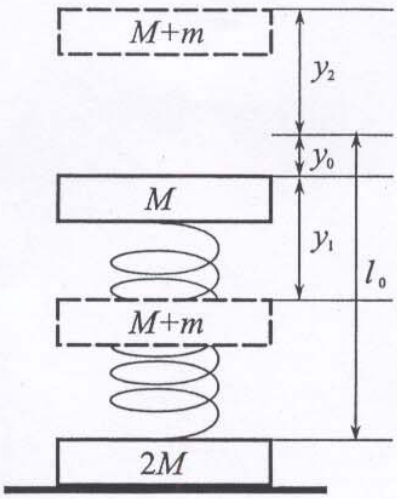
gdje je r polumjer kruženja koji je određen uvjetom da je tijelo na visini h iznad podloge:

$$r = \frac{h}{\sqrt{3}}$$ (1 bod)

Minimalni period jednak je:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g\sqrt{3}}\cdot\frac{1-\mu\sqrt{3}}{\sqrt{3}+\mu}}$$ (2 boda)

Zadatak 4 (18 bodova)



Za sudar plastelina i gornjeg kvadra vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$0.5Mv_0 = 1.5Mv \quad \Rightarrow \quad v_0 = 3v$ (1 bod)

gdje je v_0 jednak:

$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh \quad \Rightarrow \quad v_0 = \sqrt{2gh}$ (1 bod)

Zakon očuvanja energije za spuštanje gornjeg kvadra i plastelina do najniže visine:

$\frac{1}{2}ky_0^2 + (m+M)gy_1 + \frac{1}{2}(m+M)v^2 = \frac{1}{2}k(y_0+y_1)^2$ (3 boda)

Zakon očuvanja energije za dizanje gornjeg kvadra i plastelina do najviše visine:

$\frac{1}{2}k(y_0+y_1)^2 = \frac{1}{2}ky_2^2 + (m+M)g(y_0+y_1+y_2)$

(3 boda)

Visina y_0 određena je uvjetom da sustav u početnom trenutku miruje:

$ky_0 = Mg$ (1 bod)

Visina y_2 određena je uvjetom da je sila opruge na tijelo mase $2M$ jednaka težini tog tijela:

$ky_2 = 2Mg$ (1 bod)

Uvrštavanjem ova dva uvjeta u drugi zakon očuvanja energije dobije se visina za koju će se opruga maksimalno stisnuti:

$y_1 = \frac{4Mg}{k} = 9.81\ \text{cm}$ (4 boda)

Uvrštavanjem u prvi zakon očuvanja energije dobije se tražena visina h:

$h = \frac{36Mg}{k} = 88.29\ \text{cm}$ (4 boda)

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

Srednje škole – 1. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Određivanje snage dječjeg auta

Pribor: dječji auto , stalak , hvataljka , kleme , šipka , ravnalo dugo 50 cm ,ljepljiva traka , nit, mala kolotura , posuda s pijeskom , uteg m=50 *g* , štoperica

Zadatak: Pomoću zadanog pribora odredite snagu dječjeg auta

U sklopu zadatka treba :
1) Odrediti snagu auta
2) Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti .
3) Napraviti 5 mjerenja i podatke prikazati tablično .

Napomena: Koristite g= 9.8 m/s^2 , a trenje i otpor zraka zanemarite. (**30 bodova**)

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

Srednje škole – 1. skupina

Eksperimentalni zadatak - rješenje

Postupak i rješenje:

-Autić navinemo i pustimo da se giba od jednog do drugog kraja klupe.
-Vrijeme gibanja auta na klupi mjerimo štopericom t_1.
-Kad auto dođe do kraja klupe dalje izvodi horizontalni hitac.
-Posudu s pijeskom postavimo tako da nakon hica auto padne u nju.
-Iz traga u pijesku možemo odrediti domet hica d.
-Izmjerimo visinu klupe h_1 i odredimo brzinu v_0 koju je auto imao na kraju klupe .

$$v_0 = d\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$$ **(5 bodova)**

- Kinetička energija koju ima auto na kraju klupe je:

$$E_k = \frac{m_A v_0^2}{2}.$$ **(5 bodova)**

-Snaga auta jednaka je omjeru rada W koji se izvrši prilikom gibanja auta i vremena gibanja t_1 .Kako je rad W jednak kinetičkoj energiji auta na kraju puta vrijedi:

$$P = \frac{m_A v_0^2}{2t_1}.$$ **(5 bodova)**

-Da bi odredili snagu trebamo još odrediti masu auta m_A.
-Auto pomoću ljepljive trake pričvrstimo na jedan kraj niti , a na drugi kraj pričvrstimo uteg mase 50 g.
-Nit zatim stavimo na koloturu.Izmjerimo početnu visinu auta h_2 i pustimo da se giba.
-Pomoću štoperice izmjerimo vrijeme t_2 koje je potrebno da auto prijeđe put h_2.

- Iz vremena t_2 i visine h_2 odredimo akceleraciju auta $a = \frac{2h_2}{t_2^2}$. **(5 bodova)**

-Iz poznate akceleracije auta a i mase utega m_U može se odrediti masa auta m_A

$$m_A = m_U \frac{g-a}{g+a}.$$ **(5 bodova)**

-Iz poznate mase auta konačno možemo odrediti snagu auta P
-Napravimo 5 mjerenja i podatke prikažemo tablično. **5 bodova)**