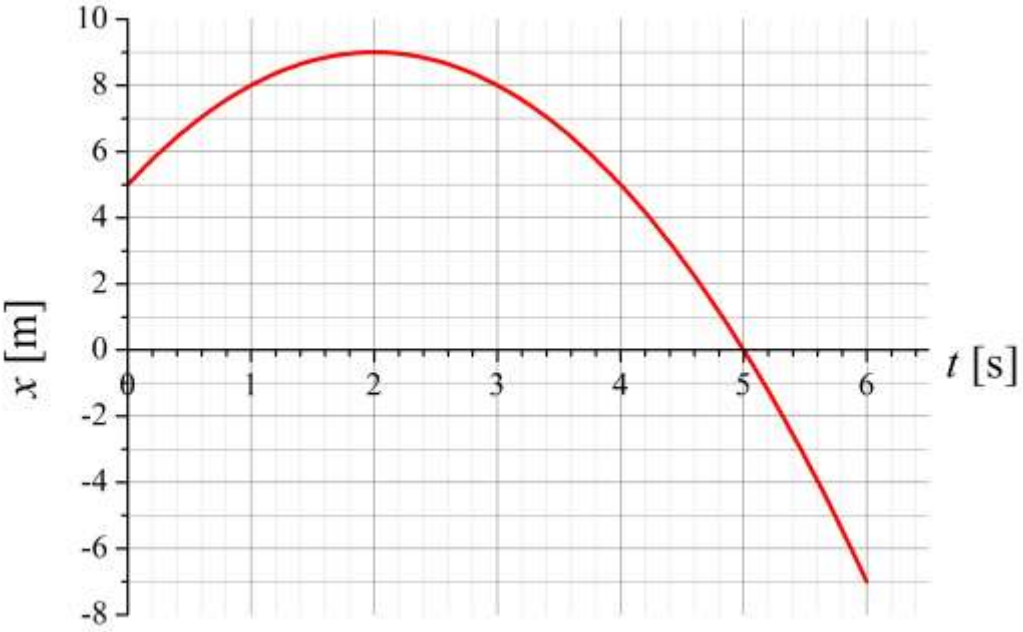
ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. veljače 2015.

Srednje škole – 1. skupina

Zadatak 1 (10 bodova)

Tijelo se giba jednoliko ubrzano duž *x*-osi. Na grafu je prikazana ovisnost položaja tijela o vremenu. Odredite:

a) početni položaj tijela (položaj u trenutku $t = 0$),
b) iznos i smjer početne brzine tijela (brzine u trenutku $t = 0$),
c) iznos i smjer ubrzanja tijela,
d) iznos i smjer brzine tijela u trenutku prolaska kroz ishodište,
e) srednju brzinu tijela po putu u šest sekundi gibanja s početkom u $t = 0$ s prikazanih na grafu.



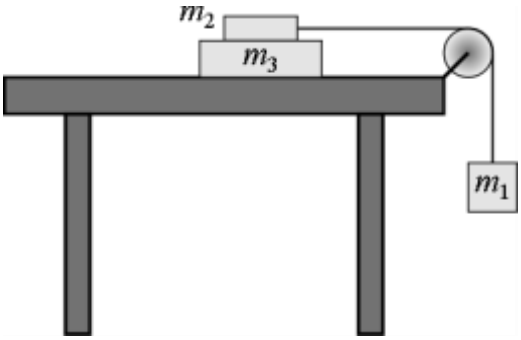
Zadatak 2 (10 bodova)

Dva automobila jednakih masa voze u istom smjeru jedan iza drugog po ravnoj cesti jednakom stalnom brzinom 72 km/h. Razmak između automobila iznosi 250 m. U nekom trenutku prvi automobil počne kočiti te mu se brzina jednoliko smanjuje. Radi nepažnje vozač drugog automobila ne primjećuje da prvi automobil smanjuje brzinu te nastavlja voziti jednolikom brzinom. U određenom trenutku automobili se sudare te se nakon sudara gibaju zajedno. Brzina automobila nakon sudara je za 25% manja od početne brzine automobila. Izračunajte:

a) brzinu prvog automobila neposredno prije sudara,
b) iznos i smjer ubrzanja prvog automobila,
c) koliki je put prešao pojedini automobil od početka kočenja prvog automobila do trenutka sudara,
d) koliki se postotak ukupne kinetičke energije automobila neposredno prije sudara pretvorio u druge oblike energije prilikom sudara.

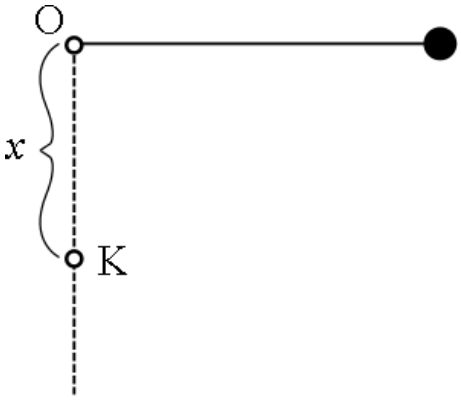
Zadatak 3 (10 bodova)

Tijela mase m_1 = 1 kg i mase m_2 = 2 kg povezani su nerastezljivim užetom zanemarive mase preko koloture zanemarive mase. Tijelo mase m_2 nalazi se na tijelu mase m_3 = 3 kg, a cijeli sustav nalazi se na nepomičnom stolu. Koliki treba biti koeficijent statičkog trenja između tijela masa m_2 i m_3 te koeficijent dinamičkog trenja između tijela mase m_3 i stola da se cijeli sustav giba istom stalnom brzinom?



Zadatak 4 (10 bodova)

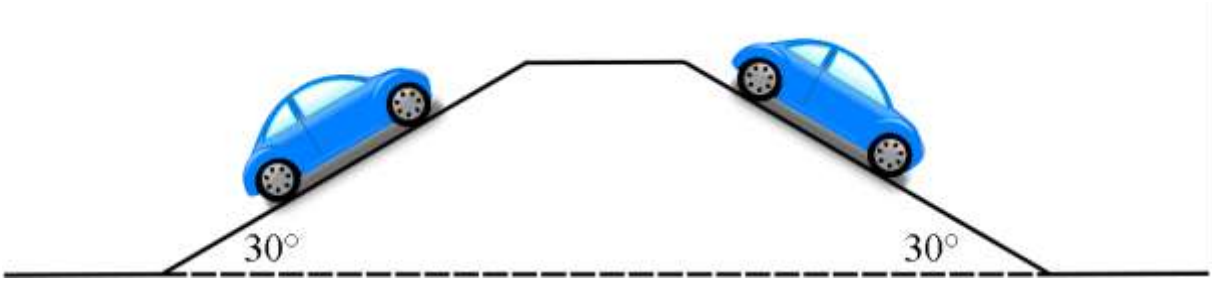
Kuglica mase m pričvršćena je na nit duljine l = 50 cm, čiji je drugi kraj učvršćen u točki O. Kuglica je otklonjena iz ravnotežnog položaja u položaj, u kojem je nit horizontalna, te je puštena da se giba. Na kojoj najmanjoj udaljenosti x ispod objesišta O treba postaviti klin K oko kojeg se kuglica na niti giba nakon prolaska kroz ravnotežni položaj tako da kuglica napravi puni krug u vertikalnoj ravnini?



Zadatak 5 (10 bodova)

Automobil mase 1200 kg vozi uz kosinu nagiba 30° u odnosu na horizontalu stalnom brzinom 45 km/h. Ukupna sila trenja, koja usporava automobil, opisana je koeficijentom trenja 0.2, koji je jednak na svim dijelovima puta.

a) Izračunajte snagu motora.
b) Automobil se popne na vrh kosine te se nakon horizontalnog dijela puta počne spuštati niz kosinu. Brzina automobila se ne mijenja za vrijeme gibanja po horizontalnom dijelu puta. Ako se želi nastaviti gibati jednakom stalnom brzinom niz kosinu može li vozač isključiti motor? Treba li koristiti kočnice? Izračunajte snagu koja se pritom troši.



ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. veljače 2015.

Srednje škole – 1. skupina

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

Sa $x(t)$ grafa se očita položaj tijela u $t = 0$: $x(0) = 5$ m **(1 bod)**
Tijelo se giba jednoliko usporeno, odnosno jednoliko ubrzano s negativnim ubrzanjem, pa možemo pisati da položaj ovisi o vremenu kao:

$x(t) = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2}at^2$ **(1 bod)**

Uvrštavanjem $x_0 = 5$ m te dva para točaka $(t, x(t))$, koji se očitaju s grafa, može se izračunati početna brzina v_0 i ubrzanje a.

$x(1\,\text{s}) = (8\,\text{m}) = (5\,\text{m}) + v_0(1\,\text{s}) - \frac{1}{2}a(1\,\text{s})^2$

$x(2\,\text{s}) = (9\,\text{m}) = (5\,\text{m}) + v_0(2\,\text{s}) - \frac{1}{2}a(2\,\text{s})^2$ **(2 boda)**

Rješavanjem prethodnog sustava jednadžbi dobije se:

$v_0 = 4\,\text{m/s}$, odnosno početna brzina iznosi 4 m/s u $+x$ smjeru. **(1 bod)**

$a = -2\,\text{m/s}^2$, odnosno ubrzanje iznosi 2 m/s^2 u $-x$ smjeru. **(1 bod)**

Brzina u trenutku prolaska kroz ishodište je:

$v(t) = v_0 - at$ **(1 bod)**

$v(5\,\text{s}) = (4\,\text{m/s}) - (2\,\text{m/s}^2)(5\,\text{s}) = -6\,\text{m/s}$, odnosno iznosi 6 m/s u $-x$ smjeru **(1 bod)**

Srednja brzina po putu jednaka je:

$\bar{v} = \frac{\text{ukupan prijedjeni put}}{\text{ukupno vrijeme}} = \frac{(9-5)\,\text{m} + 9\,\text{m} + 7\,\text{m}}{6\,\text{s}} = \frac{20\,\text{m}}{6\,\text{s}} = 3.33\,\text{m/s}$ **(2 boda)**

Zadatak 2 (10 bodova)

Brzina kojom se automobili zajedno gibaju nakon sudara jednaka je:

$V = v_0 - 0.25v_0 = 15\,\text{m/s}$ **(1 bod)**

Zakon očuvanja količine gibanja za sudar automobila je:

$mv_0 + mv_1 = 2mV$ **(2 bod)**

Slijedi da je brzina prvog automobila neposredno prije sudara jednaka:

$v_1 = 2V - v_0 = 10\,\text{m/s}$ **(1 bod)**

Gledano iz sustava drugog automobila, prvi automobil se giba prema njemu jednoliko ubrzano, a ubrzanje je dano s:

$250\,\text{m} = \frac{1}{2}at^2,\ v_1 = at \ \Rightarrow\ 250\,\text{m} = \frac{v_1^2}{2a} \ \Rightarrow\ a = \frac{v_1^2}{2\cdot 250\,\text{m}} = 0.2\,\text{m/s}^2$ **(2 boda)**

Prvi automobil je prešao put:

$s_1 = v_0\frac{v_1}{a} - \frac{v_1^2}{2a} = 750\,\text{m}$ **(1 bod)**

Drugi automobil je prešao put:

$s_2 = s_1 + 250\,\text{m} = 1000\,\text{m}$ **(1 bod)**

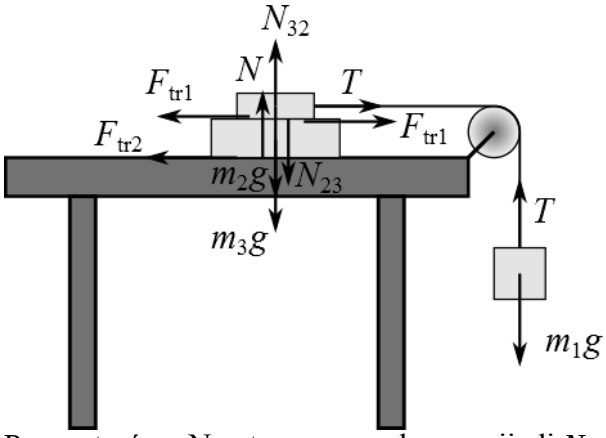
Zakon očuvanja energije za sudar automobila glasi:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 = Q + \frac{1}{2}2mV^2$$ **(1 bod)**

Iz čega slijedi:

$$\frac{Q}{E_{k,pocetna}} = \frac{v_0^2 + v_1^2 - 2V^2}{v_0^2 + v_1^2} = 0.1$$, odnosno 10% **(1 bod)**

Zadatak 3 (10 bodova)



S obzirom da se sustav giba stalnom brzinom, zbroj svih sila na svako tijelo jednak je nuli.

Za tijelo mase m_1 vrijedi:

$0 = m_1g - T$ **(1 bod)**

Za tijelo mase m_2 vrijedi:

$0 = T - F_{tr1}$ **(1 bod)**

$0 = m_2g - N_{32}$ **(1 bod)**

Za tijelo mase m_3 vrijedi:

$0 = F_{tr1} - F_{tr2}$ **(1 bod)**

$0 = m_3g + N_{23} - N$ **(1 bod)**

Prema trećem Newtonovom zakonu vrijedi $N_{32} = N_{23}$ **(1 bod)**

Pojedine sile trenja jednake su:

$F_{tr1} = \mu_1 N_{32} = \mu_1 m_2 g$ **(1 bod)**

$F_{tr2} = \mu_2 N = \mu_2 (m_2 + m_3) g$ **(1 bod)**

$$F_{tr1} = T = m_1 g \;\Rightarrow\; m_1 g = \mu_1 m_2 g \;\Rightarrow\; \mu_1 = \frac{m_1}{m_2} = 0.5$$ **(1 bod)**

$$F_{tr2} = F_{tr1} \;\Rightarrow\; \mu_2 (m_2 + m_3) g = \mu_1 m_2 g \;\Rightarrow\; \mu_2 = \mu_2 \frac{m_2}{m_2 + m_3} = 0.5\frac{2}{5} = 0.2$$ **(1 bod)**

Zadatak 4 (10 bodova)

Kada kuglica radi krug u vertikalnoj ravnini, u najvišoj točki putanje na kuglicu djeluje težina i napetost niti. U graničnom slučaju napetost niti jednaka je nuli pa vrijedi:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{r} = mg$$ **(2 boda)**

Slijedi da je polumjer kruženja $r = \frac{v^2}{g}$ **(1 bod)**, gdje je v brzina u najvišoj točki, koju možemo izračunati iz zakona očuvanja energije:

$$\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg2r \;\Rightarrow\; v^2 = v'^2 - 4gr$$ **(2 boda)**

Gdje je v' brzina u najnižoj točki putanje koju izračunamo iz zakona očuvanja energije:

$$mgl = \frac{1}{2}mv'^2 \;\Rightarrow\; v' = \sqrt{2gl}$$ **(2 boda)**

Uvrštavanjem u prethodni zakon očuvanja energije dobije se:

$v^2 = 2gl - 4gr$ **(1 bod)**

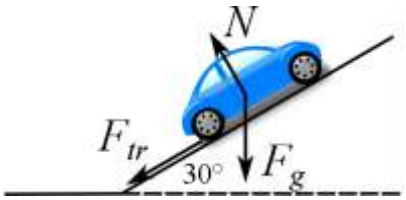
Uvrštavanjem u izraz za polumjer kruženja slijedi:

$r = 2l - 4r \;\Rightarrow\; 5r = 2l \;\Rightarrow\; r = \frac{2}{5}l$ **(1 bod)**

Pa je udaljenost od objesišta do klina jednaka:

$x = l - r = \frac{3}{5}l = 30\,\text{cm}$ **(1 bod)**

Zadatak 5 (10 bodova)



Kada se automobil giba uz kosinu, na njega djeluju sile prikazane na slici.

Primjenom 2. Newtonovog zakona ukupna sila u smjeru paralelnom kosini je:

$F = \frac{1}{2}mg + F_{tr}$ **(1 bod)**

Ukupna sila na automobil u smjeru okomitom na kosinu je:

$0 = N - \frac{\sqrt{3}}{2}mg$ **(1 bod)**

Sila trenja jednaka je:

$F_{tr} = \mu N = \mu\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ **(1 bod)**

Slijedi da je ukupna sila na automobil:

$F = \frac{1}{2}\left(1 + \mu\sqrt{3}\right)mg$ **(1 bod)**

Ako se automobil giba stalnom brzinom uz kosinu, motor automobila razvija snagu:

$P = Fv = \frac{1}{2}\left(1 + \mu\sqrt{3}\right)mgv = 99062\,\text{W}$ **(2 boda)**

Kada se automobil giba niz kosinu, sila trenja ima suprotan smjer pa je ukupna sila na automobil jednaka:

$F = \frac{1}{2}\left(1 - \mu\sqrt{3}\right)mg$ **(2 boda)**

S obzirom da je $1 - \mu\sqrt{3} = 0.654 > 0$ ukupna sila na automobil je različita od nule i ima smjer niz kosinu što znači da bi automobil ubrzavao te mora kočiti, ako se želi nastaviti gibati stalnom brzinom. **(1 bod)**

Snaga koja je troši u kočnicama jednaka je:

$P = Fv = \frac{1}{2}\left(1 - \mu\sqrt{3}\right)mgv = 48088\,\text{W}$ **(1 bod)**