Općinsko natjecanje iz fizike
Zadaci – 1. grupa srednje škole

22. 01. 2019.

VAZNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule). Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili nalivpero. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

1. zadatak (10 bodova)

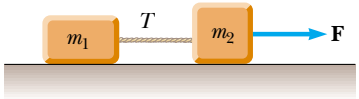
Postavljajući novi svjetski rekord u utrci na 100 m, Marica i Štefica prolaze kroz ciljnu crtu u istom trenutku, s vremenom trčanja 10,2 s. Uz jednoliko ubrzanje, Marici je bilo potrebno 2,0 s da postigne maksimalnu brzinu, a Štefici 3 s, nakon čega su trčale tim brzinama konstantno do kraja utrke. (a) Koliko je bilo ubrzanje svake trkačice? (b) Kolike su bile njihove maksimalne brzine? (c) Koja trkačica je bila u prednosti nakon 6s, i za koliko?

2. zadatak (10 bodova)

Stipe i Cvita počinju plivati iz iste točki na obali široke rijeke koja teče brzinom *v*. Oboje plivaju jednakom brzinom *c* $(c > v)$ u odnosu na vodu. Stipe pliva nizvodno (paralelno s obalom) udaljenost *L*, a zatim uzvodno istu udaljenost. Cvita pliva tako da je njeno kretanje u odnosu na Zemlju) okomito na obale rijeke. Ona također pliva udaljenost *L* u jednom smjeru, i jednaku udaljenost u povratku, tako da se i Stipe i Cvita vraćaju u istu točku. Tko će se prije vratiti u polaznu točku?

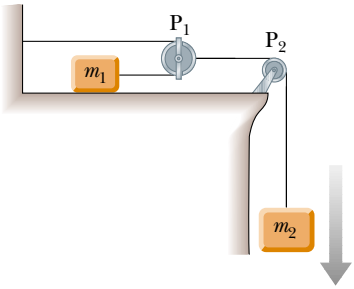
3. zadatak (10 bodova)

Dva bloka, povezana užetom zanemarive mase vuku se horizontalnom silom ***F*** (vidi sliku). Neka je F = 68,0 N, m1 = 12,0 kg, m2 = 18,0 kg a koeficijent kinetičkog trenja između svakog bloka i površine je 0,1. (a) Nacrtaj dijagram sila za svaki blok. (b) Izračunaj silu napetosti *T* i iznos ubrzanja sustava.



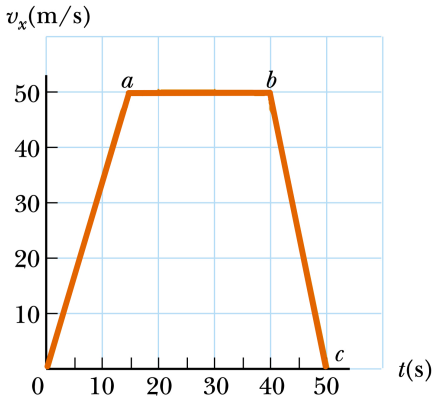
4. zadatak (10 bodova)

Predmet mase m_1 koji leži na površini bez trenja povezan je s predmetom mase m_2 preko koloture P_1 zanemarive mase i fiksne koloture P_2 kao što je prikazano na slici. (a) Ukoliko su a_1 i a_2 ubrzanja predmeta m_1 i m_2, odredi odnos među tim ubrzanjima. Odredi (b) sile napetosti u užadi; i (c) ubrzanja *a1* i *a2* preko masa m_1, m_2, i *g*.



5. zadatak (10 bodova)

Na slici je prikazana vremenska ovisnost brzine automobila čiji je vlasnik student fizike. (a) Izračunaj (pomoću grafa) ukupnu prijeđenu udaljenost. (b) Koliku udaljenost je automobil prešao između t = 10 s i t = 40 s? (c) Nacrtaj graf vremenske ovisnosti ubrzanja automobila između t = 0 i t = 50 s. (d) Napiši jednadžbu ovisnosti x o vremenu za svaki dio gibanja koji je određen točkama (i) 0*a*, (ii) *ab*, (iii) *bc*.



Općinsko natjecanje iz fizike
Rješenja i smjernice za bodovanje – 1. grupa srednje škole

22. 01. 2019.

1. zadatak (10 bodova)

(a) Neka je x udaljenost pretrčana s ubrzanjem a dok nije postignuta maksimalna brzina v. Ukoliko je to postignuto u vremenu t_1 možemo napisati sljedeće tri jednadžbe:

$x = \frac{1}{2}(v + v_1)t_1$, $100 - x = v(10.2 - t_1)$, i $v = v_1 + at_1$. **[3 boda]**

Prve dvije daju:

$$100 = \left(10.2 - \frac{1}{2}t_1\right)v = \left(10.2 - \frac{1}{2}t_1\right)at_1$$

[1 bod]

$$a = \frac{200}{(20.4 - t_1)t_1}.$$

Za Maricu: $a = \frac{200}{(18.4)(2.00)} = 5.43\,\mathrm{m/s^2}$.

Za Šteficu: $a = \frac{200}{(17.4)(3.00)} = 3.83\,\mathrm{m/s^2}$. **[1 bod]**

(b) $v = a_1 t$ **[1 bod]**

Za Maricu: $v = (5.43)(2.00) = 10.9\,\mathrm{m/s}$.

Za Šteficu: $v = (3.83)(3.00) = 11.5\,\mathrm{m/s}$. **[1 bod]**

(c) Nakon 6 s vrijedi:

$x = \frac{1}{2}at_1^2 + v(6.00 - t_1)$. **[1 bod]**

Za Maricu: $x = \frac{1}{2}(5.43)(2.00)^2 + (10.90)(4.00) = 54.3\,\mathrm{m}$.

Za Šteficu: $x = \frac{1}{2}(3.83)(3.00)^2 + (11.50)(3.00) = 51.7\,\mathrm{m}$. **[1 bod]**

Marica je u prednosti za 2.62 m. **[1 bod]**

2. zadatak (10 bodova)

Kada Stipe pliva nizvodno, njegova brzina je $c + v$, a kada pliva uzvodno tada je $c - v$.
[2,5 boda]

Stoga je ukupno Stipino vrijeme jednako:

$$t_1 = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v} = \frac{\frac{2L}{c}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} .$$ **[2 boda]**

Brzina kojom Cvita pliva (i u jednom i u drugom smjeru) je $\sqrt{c^2 - v^2}$. **[2,5 boda]**

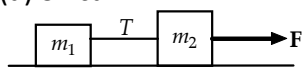
Njeno ukupno vrijeme je:

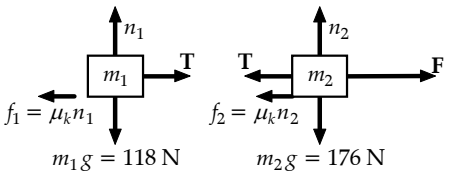
$$t_2 = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{\frac{2L}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} .$$ **[2 boda]**

Budući da je $1-\frac{v^2}{c^2}<1$, $t_1 > t_2$, odnosno Cvita će se prije vratiti u početni položaj. **[1 bod]**

3. zadatak (10 bodova)

(a) Skica:





[3 boda]

(b)

$68{,}0 - T - \mu m_2 g = m_2 a$ (za blok #2) **[1 bod]**

$T - \mu m_1 g = m_1 a$ (za blok #1) **[1 bod]**

Iz toga dobivamo:

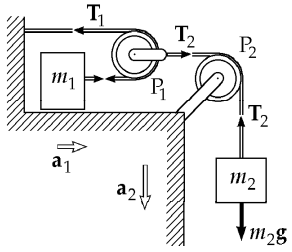
$68{,}0 - \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$ **[1 bod]**

$a = \frac{68{,}0}{(m_1 + m_2)} - \mu g = 1{,}29\,\mathrm{m/s^2}$ **[2 boda]**

$T = m_1 a + \mu m_1 g = 27{,}2\,\mathrm{N}$. **[2 boda]**

4. zadatak (10 bodova)

Skica:



[2 boda]

(a) Kolotura P_1 ima ubrzanje a_2.
Budući da m_1 prijeđe *dvostruko veću* udaljenost u odnosu na koloturu P_1 u istom vremenu, ubrzanje od m_1 je dvostruko veće od ubrzanja P_1, odnosno $a_1 = 2a_2$. **[1 bod]**

(b) Koristeći oznake sa slike, možemo napisati:

$\sum F = ma$: $m_2 g - T_2 = m_2 a_2$ **[1 bod]**

$T_1 = m_1 a_1 = 2m_1 a_2$ **[1 bod]**

$T_2 - 2T_1 = 0$ **[1 bod]**

To možemo srediti i napisati:

$$\frac{T_1}{m_1}\left(2m_1+\frac{m_2}{2}\right)=m_2 g \ .$$ **[1 bod]**

Time dobivamo:

$$T_1=\frac{m_1 m_2}{2m_1+\frac{1}{2}m_2}g \ \text{ i } \ T_2=\frac{m_1 m_2}{m_1+\frac{1}{4}m_2}g \ .$$ **[1 bod]**

(c) Iz T_1 i T_2 dobivamo:

$$a_1=\frac{T_1}{m_1}=\frac{m_2 g}{2m_1+\frac{1}{2}m_2} \ \text{ i } \ a_2=\frac{1}{2}a_1=\frac{m_2 g}{4m_1+m_2} \ .$$ **[2 boda]**

5. zadatak (10 bodova)

(a) Ukupan pomak je jednak površini ispod krivulje (v, t) od t = 0 do 50 s. **[1 bod]**

$$\Delta x=\frac{1}{2}(50\ \mathrm{m/s})(15\,\mathrm{s})+(50\ \mathrm{m/s})(40-15)\mathrm{s}+\frac{1}{2}(50\ \mathrm{m/s})(10\,\mathrm{s}).$$

$$\Delta x=1875\,\mathrm{m} \ .$$ **[1 bod]**

(b) Između t = 10 s i t = 40 s, pomak je

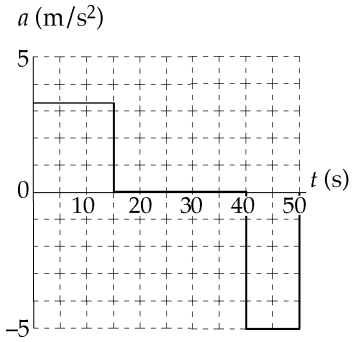
$$\Delta x=\frac{1}{2}(50\ \mathrm{m/s}+33.3\mathrm{m/s})(5\,\mathrm{s})+(50\ \mathrm{m/s})(25\,\mathrm{s})=1458\,\mathrm{m}.$$ **[1 bod]**

(c) $0\le t\le 15\,\mathrm{s};\quad a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(50-0)\mathrm{m/s}}{15\,\mathrm{s}-0}=3{,}3\mathrm{m/s^2}$. **[1 bod]**

$15\le t\le 40\,\mathrm{s};\quad a_2=0\,\mathrm{m/s^2}$. **[1 bod]**

$40\le t\le 50\,\mathrm{s};\quad a_3=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(0-50)\mathrm{m/s}}{50\,\mathrm{s}-40\,\mathrm{s}}=-5\,\mathrm{m/s^2}$. **[1 bod]**

Skica:



[1 bod]

(d) (i) $x_1=\frac{1}{2}a_1 t^2=\frac{1}{2}(3{,}3\mathrm{m/s^2})t^2=(1{,}67\,\mathrm{m/s^2})t^2$. **[1 bod]**

(ii) $x_2=\frac{1}{2}(15\,\mathrm{s})(50\,\mathrm{m/s}-0)+(50\,\mathrm{m/s})(t-15\,\mathrm{s})=(50\,\mathrm{m/s})\mathrm{t}-375\,\mathrm{m}$. **[1 bod]**

(iii) Za $40\,\mathrm{s}\le t\le 50\,\mathrm{s}$:

$$x_3=\begin{pmatrix}\text{povrsina ispod } v-t \text{ grafa}\\ \text{od } t=0 \text{ do } 40\,\mathrm{s}\end{pmatrix}+\frac{1}{2}a_3(t-40\,\mathrm{s})^2+(50\,\mathrm{m/s})(t-40\,\mathrm{s}) \ ,$$

odnosno

$$x_3=375\,\mathrm{m}+1250\,\mathrm{m}+\frac{1}{2}(-5{,}0\,\mathrm{m/s^2})(t-40\,\mathrm{s})^2+(50\,\mathrm{m/s})(t-40\,\mathrm{s}) \ ,$$

što se u konačnici svodi na:

$$x_3 = \left(250\,\mathrm{m/s}\right)t - \left(2{,}5\,\mathrm{m/s^2}\right)t^2 - 4375\,\mathrm{m}\,.$$ **[1 bod]**