



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ



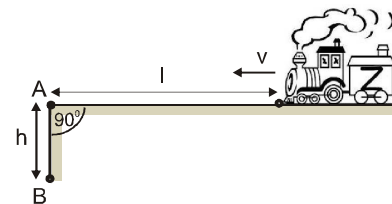
Г РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете и науке Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО  
18.02.2012.

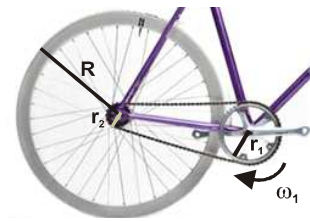
1. Покретне степенице, које спајају два спрата зграде, се крећу константном брзином  $v$  у односу на непокретни систем референце. Човек се помоћу њих почне пењати на спрат, крећући се од њиховог подножја ка врху, у смеру кретања степеница, на следећи начин: једну степеницу напред па две степенице уназад. На такав начин човек се попне на спрат за време  $t$ . За које време би се човек попео на спрат ако би се кретао на други начин: две степенице напред па једну степеницу уназад? Брзина корака човека којим се попне степеницу напред је иста као и када сиђе степеницу уназад и, у односу на непокретни систем референце, износи  $u$ . Сматрати да је дужина појединачне степенице много мања од укупне дужине покретних степеница између два спрата и занемарити време задржавања човека на појединачној степеници. (20п)

2. Брзом пругом Србије се креће воз праволинијски, константном брзином  $v = 90 \text{ km/h}$ . У тренутку када се налази на растојању  $l = 1 \text{ km}$  од станице (тачка А на слици 1), машиновођа се почне оглашавати емитујући звучни сигнал у трајању од  $\Delta\tau = 3,5 \text{ s}$ . Одредити колико је трајање звучног сигнала који чује путник чекајући воз на станици. Колико је трајање звучног сигнала који чује човек у тачки В која се налази на растојању  $h = 300 \text{ m}$  од станице, нормално на правац кретања воза? Сматрати да је брзина простирања звука у ваздуху константна и да износи  $c = 330 \text{ m/s}$ . (20п)



Слика 1.

3. Бициклиста се креће праволинијски тако што окреће педале константном угаоном брзином  $\omega_1 = 5 \text{ rad/s}$ . Педале су чврсто фиксирани и не проклизавају при окретању. Зупчаник средњег погона на бициклу има полупречник  $r_1 = 10 \text{ cm}$ , а зупчаник задњег погона  $r_2 = 5 \text{ cm}$  (слика 2). Зупчаници су повезани неистегљивим ланцем тако да између зупчаника и ланца нема проклизавања. Ако је полупречник задњег точка  $R = 30 \text{ cm}$ , за које време бициклиста прелази етапу пута дужине  $9 \text{ km}$ ? (15п)



Слика 2.

4. Мотор обрће магнетну плочу хард диска полупречника  $R = 4 \text{ cm}$  угаоном брзином  $\omega_0 = 5400 \text{ obrtaja/min}$ . Након престанка рада мотора плоча, ротирајући равномерно успорено, направи још  $N = 270$  обртаја до заустављања. Одредити:

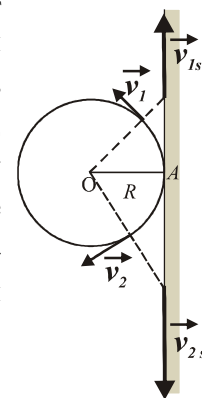
- за које време се плоча хард диска заустави
- колика је линијска брзина тачке на ободу диска један секунд пре заустављања диска
- колики пут пређе тачка на ободу диска у задњој секунди обртања.

(20п)

5. Два коња у истом тренутку крену из тачке А да трче брзинама константног интензитета по кружној стази полупречника  $R = 40 \text{ m}$  (слика 3). Први коњ трчи константном брзином  $v_1$  у смеру супротно од казаљке на сату, а други коњ константном брзином  $v_2$  у смеру казаљке на сату. У центру кружне стазе (тачка О) се налази светиљка, а по тангенти круга у тачки А је постављена ограда. У тренутку када је први коњ претрчао  $1/8$  стазе брзина његове сенке, која се креће дуж ограде, је  $v_{1s} = 13 \text{ m/s}$ . У истом том тренутку други коњ је претрчао  $1/6$  стазе, а брзина његове сенке дуж ограде је у том тренутку једнака  $v_{2s} = 40 \text{ m/s}$  (видети слику 3). Одредити:

- интензитета брзина  $v_1$  и  $v_2$  којима трче први и други коњ
- протекло време од тренутка када коњи почну да трче до тренутка када се први пут сретну на стази.

(25п)



Слика 3.

Задатке припремио: др Зоран Мијић, Институт за физику, Београд

Рецензент: др Невена Пуач, Институт за физику, Београд

Председник Комисије за такмичење средњих школа: др Александар Крмтот, Институт за физику, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ



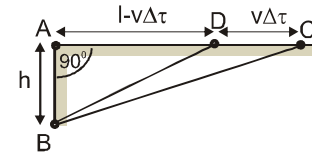
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете и науке Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО  
18.02.2012.

**P1.** Претпоставимо да време трајања једног корака путника износи  $\tau$ . У првом случају кретања тј. када се путник креће једну степеницу напред па две уназад, за време  $3\tau$  он пређе пут  $S_1 = 3v\tau - u\tau$  (4п) у односу на земљу. Ако је укупна дужина покретних степеница  $L$ , средња брзина кретања путника је  $v_{sr1} = \frac{S_1}{3\tau} = \frac{L}{t}$  (4п) одакле се налази  $L = \frac{3v-u}{3}t$  (2п). У другом случају кретања, (две степенице напред па једна уназад) за исто време  $3\tau$  путник пређе пут  $S_2 = 3v\tau + u\tau$  (4п) у односу на земљу. Средња брзина кретања путника у овом случају је  $v_{sr2} = \frac{S_2}{3\tau} = \frac{L}{T}$  (4п) где је  $T$  тражено време. Из претходног се за тражено време добија  $T = \frac{3v+u}{3v-u}t$  (2п).

**P2.** Машиновођа почне да даје звучни сигнал у тренутку  $t_0$ , када се налази на растојању  $l$  од станице (тачка С на слици), а престаје емитовање сигнала у тренутку  $t_1 = t_0 + \Delta\tau$ , када се налази на растојању  $l - v\Delta\tau$  од станице (тачка D). Путници на станици чују почетак сигнала у тренутку  $t_{A0} = t_0 + \frac{l}{c}$  (4п), а крај сигнала у тренутку  $t_{A1} = t_1 + \frac{l-v\Delta\tau}{c}$  (4п). Дужина сигнала који путници чују на станици је  $\Delta\tau_A = t_{A1} - t_{A0} = \Delta\tau(1 - \frac{v}{c}) \approx 3,23 \text{ s}$  (4п). Слично, у тачки В, путник чује почетак сигнала у тренутку  $t_{B0} = t_0 + \frac{|BC|}{c}$  (2п), а крај сигнала у тренутку  $t_{B1} = t_1 + \frac{|BD|}{c}$  (2п). Путник у тачки В чује да је дужина звучног сигнала  $\Delta\tau_B = t_{B1} - t_{B0} = \Delta\tau + \frac{\sqrt{h^2 + (l-v\Delta\tau)^2} - \sqrt{h^2 + l^2}}{c} \approx 3,25 \text{ s}$  (4п).



Слика 1.

**P3.** Пошто нема проклизавања угаона брзина окретања педала  $\omega_1$  је једнака угаоној брзини окретања средњег зупчаника, а линијска брзина тачке на ободу тог зупчаника је  $v_1 = \omega_1 r_1$  (1п). Из услова неистегљивости ланца следи да сваки његов део прелази у току времена исти пут (линијска брзина било које тачке на ланцу има исту вредност), па важи  $v_1 = v_2$  (4п) где је  $v_2 = \omega_2 r_2$  (1п) линијска брзина тачке на ободу задњег зупчаника, а  $\omega_2$  угаона брзина окретања задњег зупчаника. Истовремено,  $\omega_2$  је угаона брзина задњег точка који направи један обртај за време  $T = 2\pi/\omega_2$  и за то време центар точка пређе пут једнак обиму точка тј.  $2R\pi$ . Брзина кретања бицикла је онда:  $v = 2R\pi/T = R\omega_2$  (4п). Време за које бициклиста прелази пут  $s$  је  $t = s/v = s/R\omega_2 = sr_2/\omega_1 Rr_1$  (4п), односно  $t = 3000 \text{ s}$  (1п).

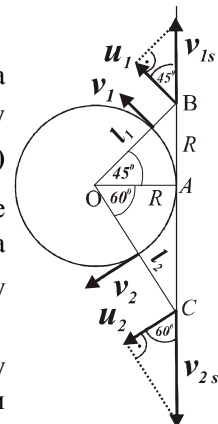
**P4. а)** Пошто се ради о равномерно успореном ротационом кретању важи  $\omega^2 = \omega_0^2 - 2\alpha\theta$  (2п). У тренутку заустављања крајња угаона брзина је  $\omega=0$ , а угаоно померање  $\theta=2N\pi$  (2п) (до заустављања), па је  $\omega_0^2 = 2\alpha\theta$ , тј.  $\alpha = \omega_0^2/2\theta$  (2п). Из једначине за угаону брзину успореног ротационог кретања  $\omega = \omega_0 - \alpha t$  добија се време заустављања диска  $t = \omega_0/\alpha = \omega_0 2\theta/\omega_0^2 = 2\theta/\omega_0 = 6 \text{ s}$  (3п).

**б)** Веза између угаоне брзине и линијске брзине тачке која се налази на растојању  $R$  од осе ротације је  $v = \omega R$ . Како је укупно време кретања шест секунди, један секунд пре заустављања, тј. након пет секунди од почетка успореног кретања ( $t_1 = 5 \text{ s}$ ), линијска брзина тачке на ободу је:  $v = R\omega_1 = R(\omega_0 - \alpha t_1) \approx 3,77 \text{ m/s}$  (4п).

**в)** Угао ротације диска у последњој секунди је  $\theta = \omega_1 t_2 - \alpha t_2^2/2$  (2п), где је  $t_2 = 1 \text{ s}$ , а  $\omega_1 = (\omega_0 - \alpha t_1)$ . Веза између угла ротације и пута који опише тачка А на ободу диска (на растојању  $R$  од осе ротације) је  $s = R\theta = R(\omega_1 t_2 - \alpha t_2^2/2)$  (4п) односно  $s = 0,6\pi \text{ m}$  (1п).

**P5. а)** Са слике 2 се види да, у тренутку када је први коњ претрчао  $1/8$  стазе његова сенка је прешла растојање  $\overline{AB} = R$  па важи  $l_1 = \overline{OB} = \sqrt{2}R$  (2п). Угаоне брзине сенке и коња у односу на центар круга су једнаке и износе  $\omega_1 = v_1/R = u_1/l_1$  (3п) где је  $u_1 = \sqrt{2}v_{1s}/2$  (3п) компонента брзине сенке  $\vec{v}_{1s}$  у тачки В, која је паралелна брзини коња. Из претходног се за интензитет брзине првог коња добија  $v_1 = v_{1s}/2 = 6,5 \text{ m/s}$  (2п). Слично, за другог коња важи  $\omega_2 = v_2/R = u_2/l_2$  (3п), где је  $l_2 = \overline{OC} = 2R$  (3п) и  $u_2 = v_{2s}/2$  (3п) па се за тражену брзину другог коња добија  $v_2 = v_{2s}/4 = 10 \text{ m/s}$  (2п).

**б)** Укупан пут који коњи пређу до тренутка када се први пут сретну је једнак обиму кружне стазе па важи  $v_1 t + v_2 t = 2R\pi$  (2п) одакле се за тражено време налази  $t = 2R\pi/(v_1 + v_2) \approx 15,2 \text{ s}$  (2п).



Слика 2.