



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2013/2014. ГОДИНЕ.



I РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО
23.02.2014.

1. Време потребно човеку да се равномерном брзином попне покретним степеницама, када оне мирују, износи $t_1 = 20$ s. Ако се степенице крећу (равномерном брзином), а човек мирује, онда то време износи $t_2 = 16$ s. За које време би човек дошао до врха степеница када би и он ишао уз покретне степенице истом брзином у односу на њих као што му је била брзина у односу на земљу у претходном случају? (20 поена)

2. У тренутку када престане да окреће педале брзина бициклисте износи $v_0 = 12$ m/s, и он наставља да се креће праволинијски све док се не заустави након пређених $s = 200$ m. Одредити вредност средњег угаоног убрзања α точка бицикла, полупречника $R = 25$ cm. Точак не проклизава по подлози. (20 поена)

3. Аутомобил полази из стања мировања и креће се по кружној стази полупречника $R = 100$ m и одржава константно тангенцијално убрзање. Колики пут је прешао аутомобил до тренутка када је угао између вектора брзине и тоталног убрзања $\beta = 60^\circ$? (20 поена)

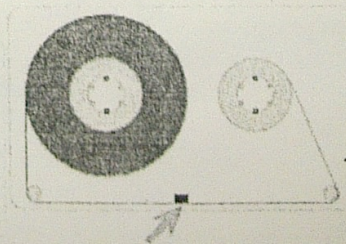
4. Саша и Ленка тркају се на стази дужине d тако да истовремено крећу са старта. Саша равномерно убрзава прву петину укупног времена трчања од старта до циља и постиже брзину v_1 којом затим трчи остатак времена до циља. Ленка равномерно убрзава на првој седмини дужине стазе и постиже брзину v_2 којом затим наставља да трчи до циља. Саша и Ленка истовремено пролазе кроз циљ. Одредити однос брзина v_1 / v_2 . (20 поена)

5. Аудио касета се састоји од два једнака точкића на које је намотана магнетна трака. Магнетна трака се одмотава са једног точкића и намотава на други, тако да пролази сталном брзином поред магнетне главе која служи за читање записа на магнетној траци (као што је приказано стрелицом на слици). Дебљина магнетне траке износи $d = 0.016$ mm, а брзина којом трака пролази поред магнетне главе износи $v = 4.76$ cm/s. Полупречник точкића на који се намотава трака је $r_0 = 1.1$ cm. У почетном тренутку цела магнетна трака намотана је на леви точкић, а након $t_1 = 16$ min полупречник диска кога чини магнетна трака са левим точкићем смањи се за четвртину почетног полупречника.

а) Израчунајте дужину магнетне траке.

б) Израчунајте време потребно да се цела трака одмота с једног точкића и намота на други.

в) Израчунајте однос угаоних брзина левог и десног точкића у почетном тренутку када је цела трака намотана на леви точкић. (20 поена)



Задатке припремила: Аександра Димић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Александар Срећковић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

1. Време да се човек попне кад степенице мирују износи $t_1 = l/v_1$ (4п), где је l дужина степеништа. Слично кад човек мирује, а степенице се крећу $t_2 = l/v_2$ (4п). Када се и човек и степенице крећу $t = l/(v_1 + v_2)$ (6п).

Уврштавањем брзина v_1 и v_2 из горњих израза, добија се: $t = \frac{l}{\frac{l}{t_1} + \frac{l}{t_2}} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$ (5п), $t \approx 8.89$ s (1п).

2. Како точак приликом кретања не проклизава по подлози то у сваком тренутку имамо везу између угаоне и брзине транслације точка $v = \omega R$ (3п). У почетном тренутку важи: $v_0 = \omega_0 R$ (1п). Пут до заустављања можемо изразити као $s = R\theta$, где је θ укупан описани угао точка до заустављања (3п). Даље важи $\omega = \omega_0 - \alpha t$ (3п) $\theta = \omega_0 t - \alpha t^2 / 2$ (3п). Комбиновањем претходних формула добијамо $\alpha = \omega_0^2 / 2\theta$ (3п), односно $\alpha = v_0^2 / 2sR$ (3п). Заменом бројних вредности добија се $\alpha = 1.44 \text{ rad/s}^2$ (1п).

3. Пут при равномерно убрзаном кретању без почетне брзине рачунамо као $s = a_t t^2 / 2$, где је a_t константно тангенцијално убрзање аутомобила (3п). Брзина аутомобила се мења као $v = a_t t$ (3п), а нормално убрзање $a_n = v^2 / R$ (3п). У тренутку када је угао између вектора брзине и убрзања β , важи $a_n / a_t = \sqrt{3} = \tan \beta$ (4п).

Комбиновањем претходних једначина и сменом $a_t t^2 = 2s$ у једначини за однос убрзања добија се $s = R\sqrt{3} / 2$ (6п). Заменом бројних вредности добија се $s \approx 86.6$ m (1п).

4. Означимо са d дужину стазе, а са T укупно време трчања од старта до циља које је исто за Сашу и Ленку. Сашино кретање може се представити једначином: $d = (1/2)a_1 t_1^2 + v_1 t_1$ (1п), где је $t_1 = (1/5)T$ (1п), $t_1' = (4/5)T$ (1п), $v_1 = a_1 t_1$ (1п). Комбиновањем једначина добија се: $d = (1/2)v_1 \cdot (1/5)T + v_1(4/5)T = (9/10)v_1 T$ (4 п). Кретање Ленке може се описати једначином $d = (1/2)a_2 t_2^2 + v_2 t_2$ (1п) где је $(1/7)d = (1/2)a_2 t_2^2$ (1п), $(6/7)d = v_2 t_2$ (1п), $v_2 = a_2 t_2$ (1п), $t_2 + t_2' = T$ (1п). Комбиновањем претходних једначина добија се: $(1/7)d = (1/2)(6/7)d(t_2 / t_2')$, $t_2' = 3t_2 = T - t_2 \Rightarrow t_2 = (1/4)T$, $t_2' = (3/4)T$, $d = (1/2)v_2(1/4)T + v_2(3/4)T = (7/8)v_2 T$ (4п). Изједначавањем израза за дужину стазе добија се $(9/10)v_1 T = (7/8)v_2 T$, одакле је $v_1 / v_2 = 35/36 \approx 0.97$ (3п).

5. У почетном тренутку површина пресека намотане траке (видљивог са леве стране) износи $P_1 = R^2 \pi - r_0^2 \pi$ (2п), где је R полупречник пресека намотане траке са точићем, а r_0 полупречник точића на који је намотана трака. Кад се полупречник смањи за четвртину почетног површина је једнака: $P_2 = R_1^2 \pi - r_0^2 \pi$, где је $R_1 = R - R/4 = 3R/4$ (4п). Разлика површина је $\Delta P = (7/16)R^2 \pi = d v t_1$ (2п), где је d дебљина траке, а t_1 време потребно да се полупречник смањи за четвртину почетног. Из претходне једначине се добија $R = \sqrt{(16/7\pi) d v t_1} = 2.3$ cm (2п). За дужину магнетне траке важи: $P_1 = R^2 \pi - r_0^2 \pi = l d$ (2п), $l = \frac{(R^2 - r_0^2) \pi}{d} \approx 80.1$ m (3п). Време потребно да се цела трака премота једнако је: $t = l/v = 28$ min (2п). Обзиром да је линијска брзина траке стална важи једнакост: $\omega_L R = \omega_D r_0$ (2п), па је $\omega_L / \omega_D \approx 0.48$. (1п)