



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2012/2013. ГОДИНЕ



I РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете и науке Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО  
17.02.2013.

1. Брзом пругом Србије се један иза другог, у истом смеру, крећу два теретна воза. Отправници возова на првој станици измере да је временски интервал између проласка првог воза и другог воза  $\Delta t_1$ , а на другој станици  $\Delta t_2$ , при чему важи  $\Delta t_2 < \Delta t_1$ . Растојање између те две станице износи  $s$ . Ако се зна да први воз прелази пут  $L$  за време  $\tau$ , одредити релативну брзину кретања другог воза у односу на први. Сматрати да се возови крећу равномерно праволинијски и да се не заустављају на станицама. (15п)

2. У почетном тренутку тело се гурне почетном брзином интензитета  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  уз глатку стрму раван. Након неког времена  $t$ , тело се налази на растојању  $s = 5,5 \text{ m}$  од почетног положаја и има брзину чији је смер супротан смеру почетне брзине, а интензитет  $v = 1,5 \text{ m/s}$  (слика 1).

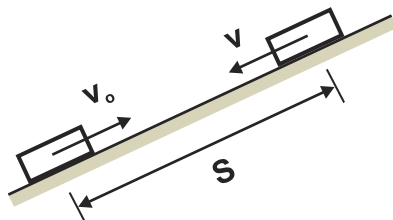
а) Одредити протекло време  $t$  од почетка кретања, као и интензитет и смер убрзања тела.

б) У неком тренутку брзина тела очигледно мора бити једнака нули. Одредити тај тренутак, као и растојање на ком се налази тело у том тренутку у односу на почетни положај. (20п)

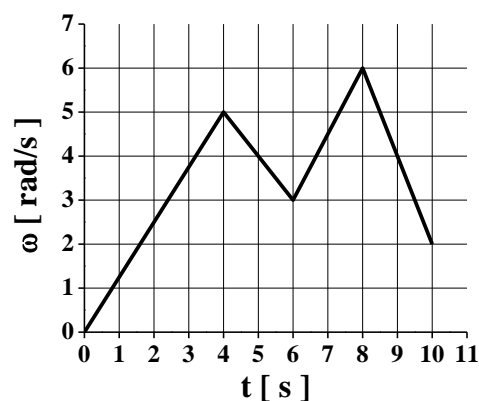
3. На слици 2 је приказана зависност угаоне брзине од времена за тело које врши ротационо кретање. Користећи дати график за посматрано кретање израчунати укупан угао који тело опише, као и средње угаоно убрзање. (20п)

4. Материјална тачка се креће по кружности полупречника  $R$  са тангенцијалним убрзањем константног интензитета. Сматрати да је тачка почела да се креће из стања мировања. Одредити интензитет нормалног убрзања тачке у неком тренутку  $t$  након почетка кретања. Познато је да у тренутку када тачка обиђе  $N$ -ти круг од почетка кретања ( $N$  је коначан природан број), тренутни интензитет линијске брзине тачке износи  $v$ . (20п)

5. Река тече праволинијски константном брзином у односу на обалу. По реци плове бродови А низводно (у смеру тока реке) и В узводно (супротно од смера тока реке). Праволинијске путање бродова су међусобно паралелне и веома блиске. Бродови А и В се крећу константним брзинама које у односу на реку износе  $v_A$  и  $v_B$ . Интензитети брзина бродова су већи од брзине реке. Након времена  $\Delta t$  протеклог од тренутка мимоилажења бродова, од брода А крене чамац ка броду В, стиже га и одмах се враћа ка броду А. Чамац се креће у односу на реку брзином константног интензитета  $v$ . Сматрати да је брзина чамца већа од брзина бродова и од брзине реке. Одредити протекло време од тренутка када је чамац кренуо од брода А ка броду В до тренутка када се вратио назад до брода А? Занемарити време окретања чамца, као и димензије бродова. (25п)



Слика 1.



Слика 2.

Задатке припремили: др Зоран Мијић, Институт за физику, Београд  
Зоран Поповић, Физички факултет, Београд

Рецензент: др Невена Пуач, Институт за физику, Београд

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



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2012/2013. ГОДИНЕ



I РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете и науке Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО  
17.02.2013.

**P1.** Из услова задатка следи да је  $v_2 > v_1$  при чему је брзина првог воза  $v_1 = L/\tau$  (2п). Претпоставимо да је  $T_1$  тренутак када први воз пролази кроз прву станицу, а  $T_2$  тренутак када пролази кроз другу станицу. У том случају тренутак када други воз пролази кроз прву станицу је  $T'_1 = T_1 + \Delta t_1$  (1п), а тренутак када пролази кроз другу станицу  $T'_2 = T_2 + \Delta t_2$  (1п). У односу на непокретног посматрача брзина првог воза је  $v_1 = s/(T_2 - T_1)$  (3п), док је брзина другог воза  $v_2 = s/(T_2 - T_1 + \Delta t_2 - \Delta t_1)$  (4п). Тражена релативна брзина кретања другог воза у односу на први је  $v_r = v_2 - v_1$  (1п) односно  $v_r = L[s/(\tau s - L(\Delta t_1 - \Delta t_2)) - 1/\tau]$  (3п).  
**Напомена:** Треба приметити да мора бити испуњен услов  $(T_2 - T_1) > (\Delta t_1 - \Delta t_2)$  како би проблем био валидан.

**P2. I – начин:** а) Ако изаберемо да је позитиван смер  $x$  осе референтног система усмерен уз стрму равн, за брзину тела важи  $v^2 = v_0^2 - 2as$  (2п) одакле се директно налази убрзање тела  $a = (v_0^2 - v^2)/2s \approx 2,07 \text{ m/s}^2$  (5п) (убрзање је усмерено низ стрму равн). Пут  $s$  тело пређе за време  $t$  тј.  $s = v_{sr} t$  (2п) где је  $v_{sr} = (v_0 + v)/2$  (3п) средња брзина кретања тела. Из претходног директно следи тражено време  $t = 2s/(v_0 + v) \approx 3,14 \text{ s}$  (2п)  
б) Тренутак када је брзина тела једнака нули је  $t_0 = v_0/a \approx 2,42 \text{ s}$  (3п) и оно се налази на растојању  $s_0 = v_0^2/2a \approx 6,04 \text{ m}$  (3п) од почетног положаја.

**II – начин:** а) Ако изаберемо да је позитиван смер  $x$  осе референтног система усмерен уз стрму равн, за брзину тела важи  $v^2 = v_0^2 - 2as$  (2п) одакле се директно налази убрзање тела  $a = (v_0^2 - v^2)/2s \approx 2,07 \text{ m/s}^2$  (5п) (убрзање је усмерено низ стрму равн). Време које протеку је  $t = (v_0 + v)/a \approx 3,14 \text{ s}$  (7п)

б) Тренутак када је брзина тела једнака нули је  $t_0 = v_0/a \approx 2,42 \text{ s}$  (3п), после чега се тело спушта низ стрму равн. У том тренутку растојање тела од почетног положаја је једнако збиру растојања  $s$  на ком се налази тело у тренутку  $t$  и пута које тело пређе низ стрму равн за време  $(t - t_0)$  тј.  $s_0 = s + a(t - t_0)^2/2 \approx 6,04 \text{ m}$  (3п)

**P3. I – начин:** Угао, за који се тело заротира, једнак је површини испод криве. Ради лакшег рачуна, површина испод криве је подељена на четири дела: површина троугла испод криве за временски интервал 0-4 s одговара углу  $\varphi_1 = 10 \text{ rad}$  (2п), интервал 4-6 s (површина трапеза) одговара углу  $\varphi_2 = 8 \text{ rad}$  (2п), интервал 6-8 s (трапез)  $\varphi_3 = 9 \text{ rad}$  (2п) и интервал 8-10 s (трапез) углу  $\varphi_4 = 8 \text{ rad}$  (2п). Укупни угао (површина испод криве на графику) за који се тело заротира је збир претходних тј.  $\varphi = 35 \text{ rad}$  (4п). Средње угаоно убрзање се добије из формуле  $\alpha = \Delta\omega/\Delta t$  (4п), а вредности почетне и крајње брзине, као и временског интервала се читају са графика  $\alpha = (2-0)/10 \text{ rad/s}^2 = 0,2 \text{ rad/s}^2$  (4п).

**II – начин:** Тело опише у временском интервалу 0 – 4 s угао  $\varphi_1 = \alpha_{04} t_{04}^2/2 = 10 \text{ rad}$  (2п) где је  $\alpha_{04} = \Delta\omega/\Delta t = (\omega_4 - \omega_0)/(t_4 - t_0)$ . За интервал 4 – 6 s важи  $\varphi_2 = \omega_4 t_{46} + \alpha_{46} t_{46}^2/2 = 8 \text{ rad}$  (2п) где је  $\alpha_{46} = (\omega_6 - \omega_4)/(t_6 - t_4)$ . Аналогно за интервале 6 – 8 s важи  $\varphi_3 = \omega_6 t_{68} + \alpha_{68} t_{68}^2/2 = 9 \text{ rad}$  (2п) односно за интервал 8 – 10 s  $\varphi_4 = \omega_8 t_{810} + \alpha_{810} t_{810}^2/2 = 8 \text{ rad}$  (2п) па је укупан описани угао једнак збиру описаних углова у појединим интервалима времена и износи  $\varphi = 35 \text{ rad}$  (4п).

Средње угаоно убрзање се добије из формуле  $\alpha = \Delta\omega/\Delta t$  (4п), а вредности почетне и крајње брзине, као и временског интервала се читају са графика  $\alpha = (2-0)/10 \text{ rad/s}^2 = 0,2 \text{ rad/s}^2$  (4п).

**P4. I – начин** У тренутку када је тачка прешла  $N$ -ти круг укупан пређени угао је  $\varphi = 2\pi N$  (4п) и у том тренутку тачка има угаону брзину  $\omega^2 = 2\alpha\varphi$  (2п). Како је  $\omega = v/R$  (2п) за угаоно убрзање се налази  $\alpha = v^2/4\pi NR^2$  (5п). Из претходног се директно налази тражено нормално убрзање  $a_n = \alpha^2 t^2 R$  (3п) тј.  $a_n = v^4 t^2 / 16\pi^2 N^2 R^3$  (4п).

**II – начин** Нормално убрзање тачке у траженом тренутку  $t$  је  $a_n = \omega^2 R$ , односно  $a_n = \alpha^2 t^2 R$  (2п) где је  $\alpha$  константно угаоно убрзање тачке. Да би одредили угаоно убрзање посматрајмо тренутак  $t_1$  када тачка обиђе  $N$ -ти круг: средњи број обртаја које направи тачка у јединици времена (фреквенција) је  $\bar{f} = \Delta N/\Delta t = N/t_1$  (3п) ( $t_1$  је тренутак када честица обиђе  $N$ -ти круг), а како код равномерног кретања важи  $\bar{f} = (f_0 + f_1)/2$  (2п) ( $f_0 = 0$  у почетном тренутку,  $f_1$  – укупан број обртаја у тренутку  $t_1$ ) то је  $\bar{f} = f_1/2$  (2п). Из претходног се налази  $N = f_1 t_1/2$  (2п). Пошто је  $f_1 = \omega_1/2\pi = v/2R\pi$  (3п) (где је  $\omega_1 = v/R$  угаона брзина тачке у тренутку  $t_1$ ) за тренутак  $t_1$  када честица обиђе  $N$ -ти круг се добија  $t_1 = 4\pi RN/v$  (2п). Угаоно убрзање се налази из  $\alpha = \omega_1/t_1 = v/Rt_1$  (1п) односно  $\alpha = v^2/4\pi NR^2$  (1п). Коначно се добија тражено нормално убрзање  $a_n = v^4 t^2 / 16\pi^2 N^2 R^3$  (2п).

**P5.** Посматрајмо положај бродова и чамца у односу на обалу. У тренутку поласка чамца од брода А, бродови су удаљени од тачке мимоилажења  $s_A = (v_A + u)\Delta t$  (2п) низводно и  $s_B = (v_B - u)\Delta t$  (2п) узводно ( $u$  је брзина реке). Време пловидбе чамца од брода А до брода В је  $t_1 = (s_A + s_B + x_1)/(v - u)$  (3п) где је  $x_1 = (v_B - u)t_1$  (2п) растојање које пређе брод В од тренутка поласка чамца до тренутка доласка до брода В. Из претходних једначина се налази  $x_1 = \Delta t (v_B - u)(v_A + v_B)/(v - v_B)$  (2п), а потом и време пловидбе чамца од А до В  $t_1 = \Delta t (v_A + v_B)/(v - v_B)$  (2п). Време кретања чамца у повратку од В до А је  $t_2 = [x_1 + s_A + s_B + (v_A + u)t_1 + x_2]/(v + u)$  (4п) где је  $x_2 = (v_A + u)t_2$  (2п) пут који пређе брод А од тренутка доласка чамца до брода В до сусрета чамца са бродом А. За време  $t_2$  се добија  $t_2 = \Delta t [(v_A + v_B)^2 + (v - v_B)(v_A + v_B)]/(v - v_A)(v - v_B)$  (4п) па је укупно тражено протекло време  $t = t_1 + t_2 = 2v\Delta t (v_A + v_B)/(v - v_A)(v - v_B)$  (2п).