

**25. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (17. март 2018)**

III РАЗРЕД

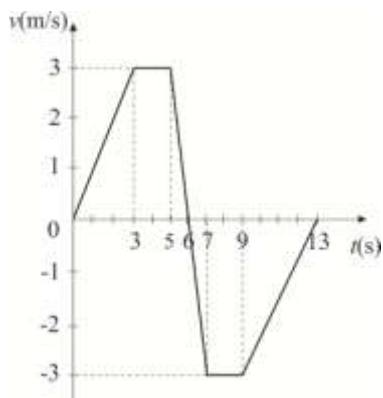
1. На графику (слика 1) је приказана зависност интензитета брзине од времена за тијело које се креће праволинијски. (а) Колики пут пређе тијело за првих тринаест секунди? (б) На коликој је удаљености тијело од почетног положаја након првих девет секунди? (в) Приказати табеларно како се мијења убрзање у првих тринаест секунди и скицирати график пређеног пута у зависности од времена у првих тринаест секунди.

2. Струјно коло представљено на слици 2 има сљедеће елементе: извор једносмјерне струје електромоторне силе \mathcal{E} и унутрашње отпорности $r = 0,05 \Omega$, мотор M отпорности $R_M = 25,0 \Omega$, сијалицу отпорности R , идеални волтметар (бесконечно велике отпорности) и идеални амперметар (занемарљиве унутрашње отпорности). Када је прекидач P отворен волтметар показује напон $11,5 \text{ V}$, а амперметар показује струју јачине $9,80 \text{ A}$. Када се прекидач затвори, и мотор постаје потрошач електричне енергије коју извор предаје колу. (а) Ако се занемари губитак електричне енергије на проводним жицама које спајају елементе кола, колика је укупна снага коју извор предаје колу, након затварања прекидача? (б) Колику снагу троши мотор, а колику сијалица?

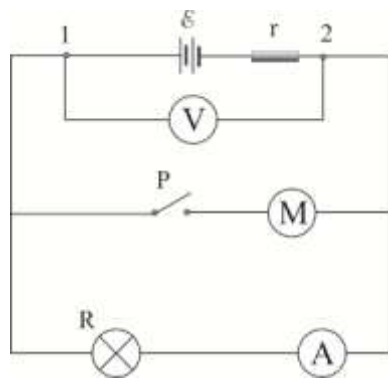
3. Када се на вертикално постављену опругу постави тег масе 300 g она се сабије за $15,0 \text{ cm}$. Опруга се затим постави у хоризонталан положај на столу, тако да је на једном крају учвршћена а на другом крају је причвршћен тег. Опруга се сабије за $10,0 \text{ cm}$, затим се пусти да слободно осцилује на глатком столу (трење се занемарује). Одредити (а) највећу брзину коју има тег у току осциловања; (б) брзину у тренутку када је тег на удаљености $5,0 \text{ cm}$ од равнотежног положаја. (в) пређени пут након $1,0 \text{ s}$, ако је тијело започело осциловање из амплитудног положаја. Убрзање Земљине теже износи $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

4. Челична жица дужине $1,00 \text{ m}$ и масе $4,0 \text{ g}$ затегнута је силом $10,0 \text{ N}$. (а) Одредити фреквенцију трећег хармоника. (б) Израчунај таласну дужину трећег хармоника на основу релације између брзине, таласне дужине и фреквенције, користећи добијене резултате под (а) у овом задатку. (в) Представи графички прва три хармоника затим одреди таласну дужину трећег хармоника са слике затим упореди добијени резултат за таласну дужину са резултатом под (б) у овом задатку.

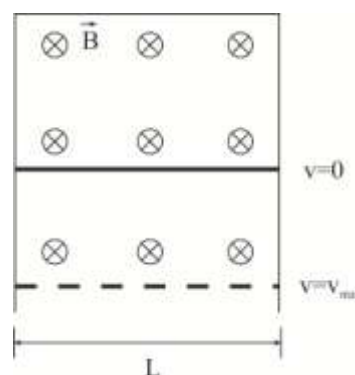
5. У хомогеном магнетном пољу индукције $B = 0,2 \text{ T}$, низ вертикално постављене металне шине, занемарљивог електричног отпора, пада метална шипка без почетне брзине (слика 3). Шипка је направљена од материјала густине $\rho = 8,92 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ и специфичне проводљивости $\sigma = 5,97 \cdot 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$. Одредити максималну брзину падања шипке. Трење занемарити. Убрзање Земљине теже износи $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Слика 1 – Задатак 1



Слика 2 – Задатак 2



Задатке припремио: Родољуб Баврлић, проф.
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

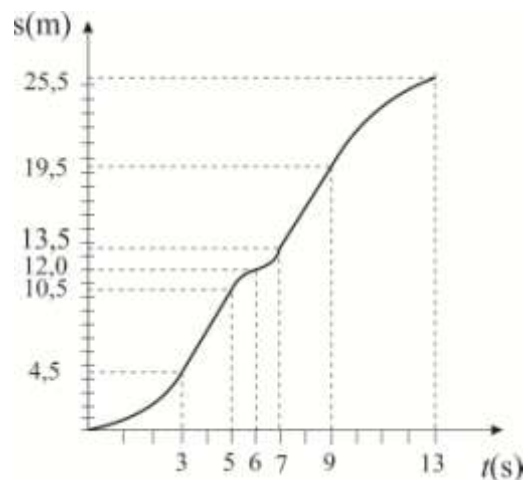
1. (а) Пређени пут у првих 6 s одређен је површином трапеза изнад t -осе, и износи $s_1 = \frac{(6+2) \cdot 3}{2}$ m, $s_1 = 12,0$ m. Пређени пут у следећих 7 s је $s_2 = \frac{(7+2) \cdot 3}{2}$ m, $s_2 = 13,5$ m. Према томе, укупни пут који пређе тијело износи $s = 25,5$ m.

(б) После првих 6 s тијело се креће на истој праволинијској путањи, али у супротном смјеру. Кад промијени смјер кретања тијело у прве три секунде, од шесте до девете, пређе пут који је једнак површини трапеза испод t -осе, чија је већа основица 3 s, и који је $s_2 = \frac{(3+2) \cdot 3}{2}$ m, $s_2 = 7,5$ m. Слједи да је помјерај тијела након девете секунде $\Delta r = s_1 - s_2$, $\Delta r = 4,5$ m, а то је уједно тражена удаљеност тијела од почетног положаја.

(в) Са графика датог у задатку могу се добити подаци дати у следећој табели.

Δt (s)	(0-3)	(3-5)	(5-6)	(6-7)	(7-9)	(9-13)
$a(\text{m/s}^2)$	1	0	-3	3	0	-0,75

На основу закона пута $s = vt$ и $s = v_0t + at^2 / 2$ добијају се вриједности пређеног пута након 3 s, 5 s, 6 s, 7 s, 9 s, 13 s, што је представљено на слици. Када је пређени пут квадратна функција времена онда је s, t -график парабола, која је конкавна ако је убрзање позитивно и конвексна ако је убрзање негативно, што је представљено на слици. График је права линија у интервалу (3-5) s и (7-9) s.



2. Укупна јачина струје у случају када је прекидач отворен означена је са I_1 , а укупна јачина струје када је прекидач затворен означена је са I_2 (слика 2).

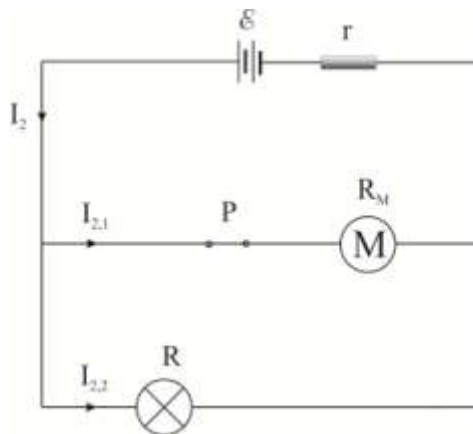
(а) При отвореном прекидачу волтметар мјери напон између тачака 1 и 2, $U_{1,2} = E - rI_1$, одакле је $E = 12$ V. Када је прекидач отворен, може се одредити непозната отпорност сијалице. Из Омовог закон за просто коло,

$I_1 = \frac{E}{R+r}$, слједи $R = \frac{E}{I_1} - r$, $R = 1,17 \Omega$. Кад је прекидач затворен укупни отпор струјног кола је

$R_e = r + \frac{R_M R}{R_M + R}$, $R_e = 1,17 \Omega$. Укупна струја у колу је $I_2 = \frac{E}{R_e}$, $I_2 = 10,25$ A па је укупна снага коју

извор даје колу $P = EI_2$, $P_u = 123$ W

(б) Губитак снаге у извору износи $P_g = rI_2^2$,
 $P_g = 5,25 \text{ W}$. Снага која се троши у мотору и
 сијалици је: $P_M + P_S = P_u - P_g$, $P_M + P_S = 117,75 \text{ W}$.
 Пошто су сијалица и мотор под истим напонем, из
 релације за снагу $P = U^2 / R$, слиједи
 $P_S \cdot R_S = P_M \cdot R_M$, $P_S / P_M = R_M / R_S$,
 $P_S / P_M = 21,37$. Из претходних релација слиједи,
 $P_M = 5,26 \text{ W}$ $P_S = 112,49 \text{ W}$.



Слика 2

3. У случају када је тег стављен на вертикалну опругу, она се сабија до тренутка када се уравнотеже сила еластичности опруге и тежина тега: $F_e = mg$, одакле слиједи $kx = mg$, $k = \frac{mg}{x}$,

$$k = 19,6 \text{ N/m}.$$

(а) У почетном тренутку тег је у амлитудном положају, $x_0 = 0,10 \text{ m}$, у стању мировања, па има максималну потенцијалну енергију $E_{p,\max} = \frac{1}{2}kx_0^2$. Тег ће имати максималну брзину када се сва потенцијална енергија

претвори у кинетичку: $E_{k,\max} = E_{p,\max}$, $\frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{1}{2}kx_0^2$, одакле је $v_{\max} = x_0\sqrt{\frac{k}{m}}$,

$$v_{\max} = 0,81 \text{ m/s}.$$

(б) Тег има максималну кинетичку енергију када је у равнотежном положају. У положају $x = 0,05 \text{ m}$ он има кинетичку и потенцијалну енергију. Из закона одржања механичке енергије слиједи $E_{k,\max} = E_k + E_p$,

$\frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2}kx^2$, слиједи $v = \sqrt{v_{\max}^2 - \frac{k}{m}x^2}$, а након замјене бројних вредности добија се $v = 0,70 \text{ m/s}$.

(в) Тијело које осцилује хармонијски за вријеме једног периода, T , пређе пут једнак дужини четири амплитуде, а за $T/4$ пређе дужину једне амплитуде. Период осциловања тега износи $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$,

$T = 0,78 \text{ s}$, па тег за то вријеме пређе пут $s_1 = 4x_0$, $s_1 = 40 \text{ cm}$. Након тог времена тег је поново у равнотежном положају. Преостало вријеме $t = 1,0 \text{ s} - 0,78 \text{ s}$, $t = 0,22 \text{ s}$ је веће од $T/4 = 0,195 \text{ s}$ што значи да тег за то вријеме пређе пут већи од једне амплитуде, па је $s_2 = x_0 + |x|$, гдје је x елонгација у тренутку t , која се добија из једначине хармонијског осциловања: $x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$, гдје је $\omega = 2\pi/T$ и $\varphi_0 = 0$. У овом случају једначина осциловања има облик:

$x = 10 \text{ cm} \cdot \cos(8,08 \text{ s}^{-1})t$, одакле за $t = 0,22 \text{ s}$ слиједи да је $x = -2 \text{ cm}$, па је $s_2 = 12 \text{ cm}$. Према томе, укупни пређени пут је $s = s_1 + s_2$, $s = 52 \text{ cm}$.

4. У случају затегнуте жице фреквенција n -тог хармоника израчунава се по формули

$$f_n = \frac{v}{2L} n, \quad \text{а брзина таласа у затегнутој жици добија се из формуле } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}. \quad \text{Линеарна густина жице је}$$

$$\mu = \frac{m}{L}, \quad \text{односно } \mu = 0,004 \text{ kg/m}. \quad \text{На основу претходних формула брзина таласа у жици}$$

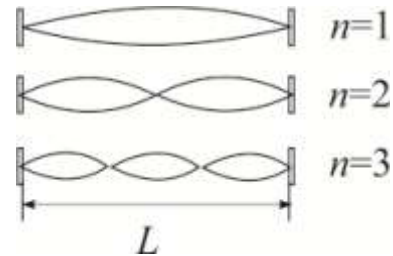
износи $v = 50 \text{ m/s}$, а фреквенција трећег хармоника је $f_3 = 75 \text{ Hz}$.

(б) Из релације $v = \lambda f$ слиједи $\lambda_3 = v / f_3$, одакле је $\lambda_3 = 0,67 \text{ m}$.

(в) Очигледно је са слике да за трећи хармоник ($n = 3$) важи

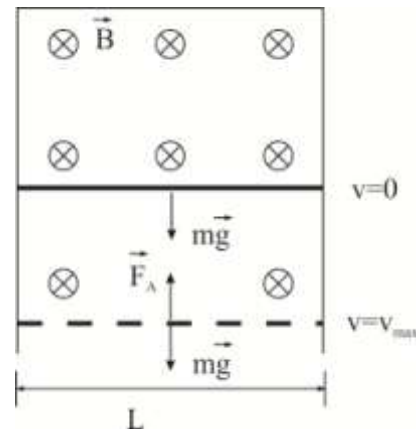
релација $L = \frac{3}{2} \lambda_3$, одакле је $\lambda_3 = \frac{2}{3} L$. Дакле, таласна

дужина трећег хармоника износи $\lambda_3 = 0,67 \text{ m}$, а такав резултат је добијен и под (б).



5. У почетном тренутку метална шипка се пусти из стања мировања да клизи низ шине под утицајем силе Земљине теже, односно њене тежине. При кретању шипке долази до промјене магнетног флукса кроз површину струјне контуре у магнетном пољу због чега се на крајевима шипке јавља електромоторна сила $\vec{E} = BLv$, која узрокује протицање струје $I = \vec{E} / R$, гдје је R отпорност металне шипке. На струјни проводник који се креће у магнетном пољу дјелује Амперова сила $\vec{F}_A = BIL$, која се супротставља кретању шипке. Примјеном једначине транслаторног кретања на шипку добија се $ma = mg - BIL$.

(3п) Слиједи $ma = mg - BEL / R$, $ma = mg - B^2 L^2 v / R$.



У тренутку када се изједначе тежина шипке и Амперова сила, резултантна сила постаје једнака нули, и убрзање шипке постаје нула: $0 = mg - B^2 L^2 v / R$, затим шипка наставља да се креће достигнутом брзином која је уједно и њена максимална брзина: $v_{\max} = mgR / B^2 L^2$. Замјеном израза за масу шипке, $m = \rho SL$, и

њену отпорност, $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S}$, у претходну формулу добија се $v_{\max} = \rho g / \sigma B^2$, $v_{\max} = 3,7 \text{ cm/s}$.