

**24. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (1. април 2017)**

III РАЗРЕД

1. Кроз ваздух се простире раван звучни талас, при чему је у једном тренутку, на растојању x_1 од извора, елонгација осциловања честице која преноси таласно кретање $y_1 = 50 \mu m$, а њена брзина $v_1 = 7,0 \text{ cm/s}$ док је елонгација друге честице на растојању x_2 од извора $y_2 = 120 \mu m$, а брзина $v_2 = 3,0 \text{ cm/s}$. Одредити угаону фреквенцију и амплитуду осциловања честица средине. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$)

2. Два паралелна бесконачно дугачка проводника кроз које протичу струје у истом смјеру јачина $I = 60 \text{ A}$, удаљени су један од другог на растојање $d = 10 \text{ cm}$. Одредити магнетну индукцију B у тачки која је удаљена од једног проводника за $r_1 = 5 \text{ cm}$, а од другог за $r_2 = 12 \text{ cm}$.

3. Лопта занемарљиво танког зида, полупречника r котрља се без клизања са врха непомичне сфере полупречника R ($R > r$). Брзина лопте на врху сфере једнака је нули. Одредити:

а) Угао који заклапа оса повучена кроз центре лопте и сфере са вертикалом у тренутку одвајања лопте од сфере.

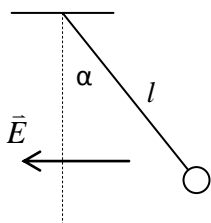
б) Угаону брзину лопте у тренутку одвајања од сфере.

Момент инерције лопте занемарљиво танког зида је $I = mr^2$.

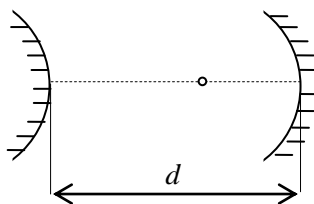
4. Два огледала, испупчено и издубљено (слика 2) истих жижних даљина f налазе се на међусобном растојању $d = 3f$. На ком мјесту на заједничкој оптичкој оси огледала треба поставити тачкасти извор свјетлости, да би се свјетлосни зраци рефлектовали прво од испупченог па потом од издубљеног огледала, а вратили у полазну тачку? Да ли је могуће наћи ово мјесто у случају када се зраци прво рефлектују од издубљеног, па потом од испупченог огледала?

5. Куглица масе $m = 1 \text{ kg}$ и наелектрисања $q = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$, објешена је на изоловану нит у хомогеном електричном пољу јачине $E = 3 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ при чему је вектор \vec{E} нормалан на силу теже и усмјерен

улијево (слика 1). Куглицу отклонимо удесно тако да нит заклапа угао $\alpha = 30^\circ$ са вертикалом, и пустимо. Наћи затезање нити у тренутку проласка куглице кроз вертикални положај.



слика 1



слика 2

Задатке припремио: Милко Бабић

Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1. Елонгација y и брзина v честица, које осциловањем преносе таласно кретање у тренутку t на растојању x од извора равног таласа, су $y = A \sin(\omega t - kx)$ и $v = A\omega \cos(\omega t - kx)$, респективно, гдје је A амплитуда, $A\omega = v_0$ максимална брзина, $\omega = 2\pi f$ угаона фреквенција, $k = 2\pi/\lambda$ таласни број, а λ таласна дужина. У овом случају, $y_1 = A \sin(\omega t - kx_1)$ или $\frac{y_1}{A} = \sin(\omega t - kx_1)$ (1) и $v_1 = A\omega \cos(\omega t - kx_1)$ или $\frac{v_1}{A\omega} = \cos(\omega t - kx_1)$ (2) за честицу 1, односно $y_2 = A \sin(\omega t - kx_2)$ или $\frac{y_2}{A} = \sin(\omega t - kx_2)$ (3) и $v_2 = A\omega \cos(\omega t - kx_2)$ или $\frac{v_2}{A\omega} = \cos(\omega t - kx_2)$ (4) за честицу 2. Када се изрази за елонгацију и брзину (1) и (2) дигну на квадрат и саберу, слиједи: $(y_1/A)^2 + (v_1/\omega A)^2 = 1$ (5). На исти начин из израза (3) и (4) слиједи $(y_2/A)^2 + (v_2/\omega A)^2 = 1$ (6). Елиминацијом амплитуде A из (5) и (6), добија да је $\omega = \sqrt{(v_1^2 - v_2^2)/(y_2^2 - y_1^2)}$, $\omega = 580 \text{ rad/s}$. Такође, из израза (5) (или (6)) и одређене вриједности за ω добија се да је амплитуда осциловања честица средине $A = \sqrt{y_1^2 + (v_1/\omega)^2} = \sqrt{y_2^2 + (v_2/\omega)^2}$, $A = 131 \mu\text{m}$.

2. Магнетно поље потиче од обје струје и у тачки А резултујуће поље је, на основу принципа суперпозиције, дато вектором: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, а његов интензитет је: $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2 \cos \varphi}$ (1). (Или преко угла ϑ , узевши у обзир да је $\vartheta + \varphi = 180^\circ$, $\vartheta = 180^\circ - \varphi$, $\cos \vartheta = -\cos \varphi$, $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 - 2B_1B_2 \cos \vartheta}$)

Користимо општи израз за индукцију $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, па замјеном у (1) добијамо:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} + \frac{2}{r_1 r_2} \cos \varphi} \quad (2) \text{ Такође је, према слици, } d^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos \varphi \text{ и}$$

$$\cos \varphi = \frac{r_1^2 + r_2^2 - d^2}{2r_1 r_2} \quad (3) \text{ . Уврштавањем израза (3) у (2)}$$

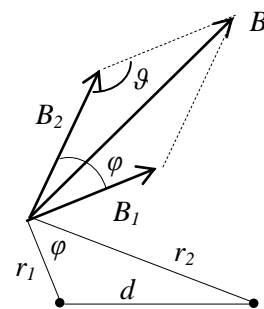
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1 r_2} \sqrt{2(r_1^2 + r_2^2) - d^2} \text{ , или након замјене бројних вриједности,}$$

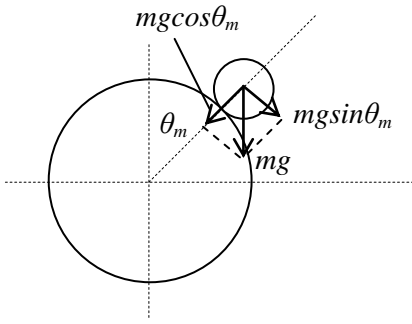
$$B = 308,5 \mu\text{T} \text{ .}$$

3. Током котрљања мање лопте по површини веће сфере центрипетална сила је једнака разлици компоненте силе теже у правцу центра веће сфере (F_N) и реакције подлоге (N). $F_C = F_N - N$. (1)

У тренутку одвајања мање лопте од сфере реакција подлоге је једнака нули (слика) па из (1) слиједи услов одвајања лопте од сфере $F_C = F_N$ (2). Примјењујући закон одржања енергије добија се:

$$mg(R+r) = mg(R+r)\cos \theta_m + \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \quad (3)$$





гдје је θ_m угао одвајања, $v_c = r\omega$ брзина центра маса лопте, $I = mr^2$ момент инерције лопте и ω угаона брзина у моменту одвајања, Уврштавањем $F_C = \frac{mv_c^2}{R+r}$ и $F_N = mg \cos \theta_m$ у једначину (2) добија се $\frac{mv_c^2}{R+r} = mg \cos \theta_m$ (4).

Из система једначина (3) и (4) слиједи $\cos \theta_m = \frac{1}{2}$ $\theta_m = 60^\circ$, $\omega = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{g(R+r)}{2}}$.

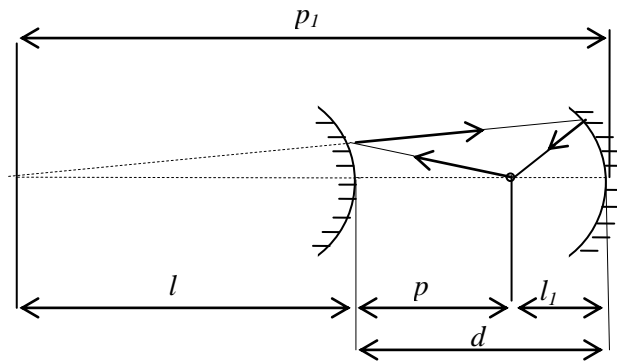
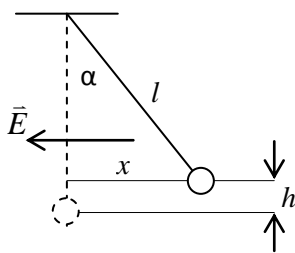
4. На слици је приказано формирање лика на мјесту предмета послје рефлексije прво од испупченог па потом издубљеног огледала. Једначине испупченог и издубљеног огледала су:

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l}, \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1} \text{ гдје је (видјети слику) } p_1 = d+l, \quad l_1 = d-p.$$

Рјешавањем овог система једначина добијамо квадратну једначину по p : $p^2 - fp - f^2 = 0$ чије је рјешење:

$$p = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} f = 1,618f.$$

Уколико посматрамо прво рефлексiju од издубљеног па потом од испупченог огледала, путања зрака је идентична првом случају, измијењен је само смјер. Може се остварити тражени услов и предмет се налази на истом мјесту као и у прво разматраном случају.



5. У тренутку проласка куглице кроз вертикални положај II Њутнов закон има облик: $T - mg = \frac{mv^2}{l}$

$$(1). \text{ Брзина куглице може се наћи из закона одржања енергије: } \frac{mv^2}{2} = mgl(1 - \cos \alpha) + qEl \sin \alpha \quad (2),$$

гдје је $h = l(1 - \cos \alpha)$ а други члан на десној страни једначине је рад у електричном пољу

$$A = Fx = qEl \sin \alpha. \text{ Из једначине (1) слиједи: } T = mg + \frac{mv^2}{l} \quad (4). \text{ Из израза (2) слиједи}$$

$$mv^2 = 2[mgl(1 - \cos \alpha) + qEl \sin \alpha] \quad (5). \text{ Након уврштавања израза (5) у (4) добија се:}$$

$T = 3mg - 2mg \cos \alpha + 2qE \sin \alpha = mg(3 - 2 \cos \alpha) + 2qE \sin \alpha$, или након замјене бројних вредности: $T = 18,4N$.