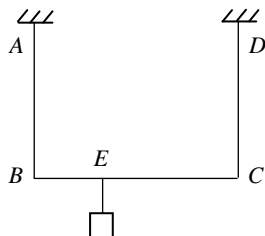


**24. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (18.март 2017.)**

**IV РАЗРЕД**

1. Колики је рад потребно уложити да би се честици, чија је маса у мировању  $m_0$ , повећала брзина од  $v_1 = 0,3c$  на  $v_2 = 0,6c$ ? Упоредити добијени резултат са оним који би се добио према класичној физици и резултат изразити у процентима.
2. Нерелативистички протон деброљевој таласне дужине  $1 \text{ pm}$  еластично се расеје под углом од  $90^\circ$  на  $\alpha$  - честици која је прије тога мировала. Наћи таласну дужину протона после расејања. Маса  $\alpha$  - честице је четири пута већа од масе протона.
3. Наћи максималну кинетичку енергију електрона избачених са површине литијума електромагнетним зрачењем, чије се електрично поље мијења по закону  $E = E_0 \cos \omega_0 t (1 + \cos \omega t)$ , гдје је  $E_0$  константа,  $\omega = 6 \cdot 10^{14} \text{ rad/s}$  и  $\omega_0 = 36 \cdot 10^{14} \text{ rad/s}$ . Излазни рад за литијум је  $2,4 \text{ eV}$ . ( $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ )
4. Извор звука фреквенције  $1700 \text{ Hz}$  и пријемник налазе се у истој тачки. У тренутку  $t_0 = 0$  извор почиње да се удаљава од пријемника, дуж праве линије, константним убрзањем  $a = 10 \frac{m}{s^2}$ . Наћи фреквенцију звука коју ће регистровати пријемник у тренутку  $t = 10 \text{ s}$ .  
Брзина звука у ваздуху је  $340 \frac{m}{s}$ .
5. На двије паралелне жице АВ и CD, једнаких дужина и површина попречног пресека, објешен је штап BC занемариве масе и дужине  $d = BC = 80 \text{ cm}$ . Жица АВ је од челика, модула еластичности  $E_1 = 220 \text{ GPa}$ , а жица CD од бакра, модула еластичности  $E_2 = 120 \text{ GPa}$ . Одредити растојање од краја штапа BE, на коме се може објесити терет, а да штап остане хоризонталан.



Задатке припремила: Вера Елез, проф.  
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IV РАЗРЕД

1. Рад уложен на повећање брзине честице једнак је прираштају њене кинетичке енергије, па је према СТР

$$A = \Delta E_k, \quad A = \Delta E_k = (m_2 c^2 - m_0 c^2) - (m_1 c^2 - m_0 c^2) = m_2 c^2 - m_1 c^2, \quad A = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}.$$

Замјеном бројних вредности добијамо:  $A = 0,20 m_0 c^2$ .

Према класичној физици је:

$$A' = \Delta E_k' = \frac{m_0 v_2^2}{2} - \frac{m_0 v_1^2}{2}, \quad A' = 0,135 m_0 c^2. \quad \text{Дакле, } A' / A = 0,675,$$

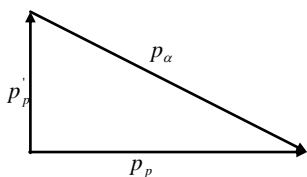
односно  $A'$  је за 32.5% мање од  $A$ .

2. Из закона одржања импулса (слика) добија се  $p_\alpha^2 = p_p^2 + p_p'^2$ , а из закона одржања

енергије  $T_p = T_p' + T_\alpha$ . Слиједи:  $\frac{p_p^2}{2m_p} = \frac{p_p'^2}{2m_p} + \frac{p_\alpha^2}{2m_\alpha}$ , одакле  $\frac{p_p^2}{m_p} = \frac{p_p'^2}{m_p} + \frac{p_p^2 + p_p'^2}{m_\alpha}$ , односно

$$4p_p^2 = 4p_p'^2 + p_p^2 + p_p'^2, \quad \text{тј. } p_p' = p_p \sqrt{\frac{3}{5}}. \quad \text{Одатле се, на основи де Бројеве релације}$$

$$\lambda = h / p, \quad \text{добија } \lambda' = \lambda \sqrt{\frac{5}{3}} = 1,29 pm.$$



3. Закон по којем се мијења јачина електричног поља може се трансформисати:

$$E = E_0 \cos \omega_0 t \cdot (1 + \cos \omega t) = E_0 \cos \omega_0 t + E_0 \cos \omega_0 t \cdot \cos \omega t$$

$$E = E_0 \cos \omega_0 t + E_0 \frac{\cos(\omega_0 + \omega)t + \cos(\omega_0 - \omega)t}{2}$$

$$E = E_0 \cos \omega_0 t + \frac{E_0}{2} \cos(\omega_0 + \omega)t + \frac{E_0}{2} \cos(\omega_0 - \omega)t.$$

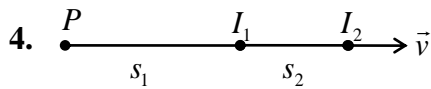
Дакле, дати талас је суперпозиција таласа чије су фреквенције:

$$\nu_1 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 5,73 \cdot 10^{14} Hz, \quad \nu_2 = \frac{\omega_0 + \omega}{2\pi} = 6,68 \cdot 10^{14} Hz, \quad \nu_3 = \frac{\omega_0 - \omega}{2\pi} = 4,77 \cdot 10^{14} Hz. \quad \text{Минимална}$$

фреквенција свјетлости потребна за фотоефекат код литијума износи:

$$\nu_{\min} = \frac{A_i}{h} = 5,80 \cdot 10^{14} Hz. \quad \text{Дакле, фотоефекат може бити изазван само квантима енергије } h\nu_2 \text{ а}$$

тада је кинетичка енергија фотоелектрона:  $T = h\nu_2 - A_i = 0,36 eV$ .



У тренутку  $t = 10\text{s}$  извор је у неком положају  $I_2$  (слика), а у пријемник тада стиже звук који је извор емитовао нешто раније, у тренутку  $t - \Delta t$ , када је био у положају  $I_1$ . Дакле, за вријеме  $\Delta t$  звук пређе пут  $s_1$ , а извор пут  $s_2$ , при чему је  $s_1 = c\Delta t$  и

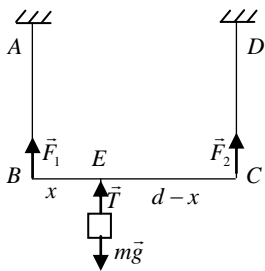
$$s_2 = v\Delta t + \frac{a(\Delta t)^2}{2} = a(t - \Delta t)\Delta t + \frac{a(\Delta t)^2}{2} = a\Delta t\left(t - \frac{\Delta t}{2}\right).$$

Збир путева  $s_1$  и  $s_2$  једнак је путу који је извор звука прешао за вријеме  $t$ :  $c\Delta t + a\Delta t\left(t - \frac{\Delta t}{2}\right) = \frac{at^2}{2}$ . Одатле се добија квадратна

једначина:  $a(\Delta t)^2 - 2(c + at)\Delta t + at^2 = 0$ . Рјешења су  $\Delta t_1 = 1,15\text{s}$  и  $\Delta t_2 = 86,8\text{s}$ . Само прво рјешење има смисла (вријеме  $\Delta t$  је свакако мање од 10 секунди). Према томе, у тренутку када је извор звука био у положају  $I_1$  он је имао брзину  $v_1 = a(t - \Delta t) = 88,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Фреквенција

звуча који у тренутку  $t$  долази у пријемник је  $f = f_0 \frac{c}{c + v} = 1349\text{Hz}$ .

5.



На штап дјелују силе еластичности  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  и сила затезања нити која је једнака сили Земљине теже. Услови равнотеже сила и момената сила су:  $mg = F_1 + F_2$ , односно  $F_1 x = F_2 (d - x)$ . Из ових једначина можемо одредити еластичне силе у жицама које су:

$$F_1 = mg\left(1 - \frac{x}{d}\right) \text{ и } F_2 = mg \frac{x}{d}.$$

Према трећем Њутновом закону силама истог интензитета штап истеже жице. Пошто су пресјечи и дужине жица једнаки, према Хуковом закону еластичности, промјене дужина жица су:  $\Delta l_1 = \frac{F_1}{SE_1} l$  односно  $\Delta l_2 = \frac{F_2}{SE_2} l$ . Да би штап

остао хоризонталан издужења жица морају бити иста  $\Delta l_1 = \Delta l_2$  па је  $\frac{F_1}{E_1} = \frac{F_2}{E_2}$ . Тражено

растојање BE је:  $x = d \frac{E_2}{E_1 + E_2}$ , тј.  $x = 28,2\text{cm}$ .