# LIII РЕПУБЛИЧКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА ЗА УЧЕНИЦИТЕ ОД СРЕДНИТЕ УЧИЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
**8 мај 2010**

## III година

**Задача 1.** Едниот крај на еластична прачка е прицврстен на ѕид, а другиот крај е принуден да осцилира според законот $y = y_0 \sin \omega t$. Со колкава амплитуда осцилира точката која се наоѓа на растојание $x$ од прицврстениот крај на прачката.

**Решение:**

Секоја точка од прачката е принудена да осцилира под дејство на два брана – едниот кој доаѓа од слободниот крај на прачката и другиот кој пристигнува после одбивањето од прицврстениот крај. Нивните равенки се:

$$y_1 = y_0 \sin \omega\left(t - \frac{l-x}{c}\right); \tag{1}$$

$$y_2 = y_0 \sin \omega\left(t - \frac{l+x}{c} + \pi\right) = -y_0 \sin \omega\left(t - \frac{l+x}{c}\right) \tag{2}$$

каде што $l$ е должината на прачката, а $c$ е брзината на ширење на бранот.

Како резултат на сложување на осцилациите, разгледуваната точка ќе осцилира според

$$y = y_1 + y_2 = y_0 \sin \omega\left(t - \frac{l-x}{c}\right) - y_0 \sin \omega\left(t - \frac{l+x}{c}\right),$$

$$y = 2y_0 \sin \omega \frac{\left(t - \frac{l-x}{c}\right) - \left(t - \frac{l+x}{c}\right)}{2} \cos \omega \frac{\left(t - \frac{l-x}{c}\right) + \left(t - \frac{l+x}{c}\right)}{2},$$

$$y = 2y_0 \sin \frac{\omega x}{c} \cos \omega\left(t - \frac{l}{c}\right). \tag{3}$$

Релацијата (3) може да се запише како

$$y = A \cos \omega\left(t - \frac{l}{c}\right) \tag{4}$$

каде што со

$$\boxed{A = 2y_0 \sin \frac{\omega x}{c}}$$

е означена бараната амплитуда на осцилациите.

**Задача 2.** Електрони со кинетичка енергија $E_k = 10{,}0\ \mathrm{eV}$ минуваат низ гас од атомарен водород и се судираат со атомите на водородот. Најголем дел од атомите се наоѓаат во основна состојба, а само мал дел се во првата возбудена состојба.

а) Покажете дека упадните електрони не можат да ги возбудат атомите на водорот кои се наоѓаат во основната состојба.

б) Дали упадните електрони можат да ги возбудат атомите кои се наоѓаат во првата возбудена состојба или да ги јонизираат?

$(e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C};\quad m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg};\ c = 3 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m/s};\ h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{Js};\ R = 1{,}1 \cdot 10^{7}\ \mathrm{m^{-1}})$

**Решение:**

а) За да атомот, кој се наоѓа во основна состојба, премине во првата возбудена состојба потребно е да апсорбира енергија:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = Rhc\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = 1{,}64 \cdot 10^{-18}\ \mathrm{J} = 10{,}3\ \mathrm{eV} > 10{,}0\ \mathrm{eV}\,. \qquad (1)$$

Следува дека електроните кои се судираат со водородните атоми немаат доволно голема енергија за да ги возбудат атомите кои се наоѓаат во основна состојба.

а) Енергијата на јонизација на атомите кои се наоѓаат во првата возбудена состојба е:

$$\Delta E = E_\infty - E_2 = Rhc\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) = 3{,}42\ \mathrm{eV} < 10{,}0\ \mathrm{eV} \qquad (2)$$

Електроните можат да ги возбудат оние атоми кои се наоѓаат во првата возбудена состојба и можат исто така да ги јонизираат.

**Задача 3.** Базен во форма на квадар, чијашто основа претставува квадрат со страна $a$=8 m е наполнет со вода до врвот. Стоејќи непосредно покрај базенот, човек го набљудува неговото дно од висина $H$=1,5 m во однос на површината на водата во базенот (сл. 1). Притоа тој проценува дека длабочината на водата во базенот на спротивниот крај е $h_p^{'} = 10\,\text{cm}$. Колкава е вистинската длабочина на водата во базенот? Индексот на прекршување на водата е $n$=1,33.

## Решение:

Од ΔABD: $\text{tg}\alpha = \frac{x}{h}$.

(1)

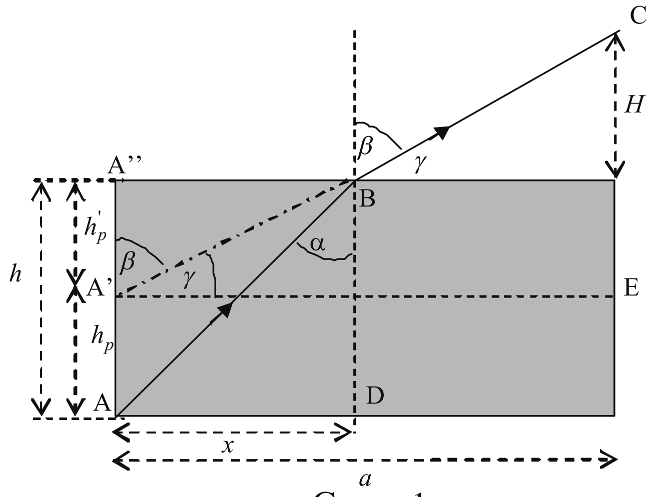
Од ΔA'A''B: $\text{tg}\beta = \frac{x}{h_p^{'}}$. (2)

Со делење на (1) и (2) се добива:

$$h = h_p^{'} \frac{tg\beta}{tg\alpha}. \qquad (3)$$

Земајќи го предвид законот за прекршување:

$$n \sin\alpha = n_0 \sin\beta = \sin\beta, \quad (4)$$



Слика 1

се добива следниот запис на равенката (3)

$$h = h_p^{'} \frac{\sin\beta}{\cos\beta}\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = h_p^{'} n \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}. \qquad (5)$$

Од ΔA'EC:

$\frac{H + h_p^{'}}{a} = \text{tg}\gamma$, од каде се изразува и пресметува аголот $\gamma$: $\gamma = 11^0 19'$.

$\beta = 90^0 - \gamma = 78^0 41'$.

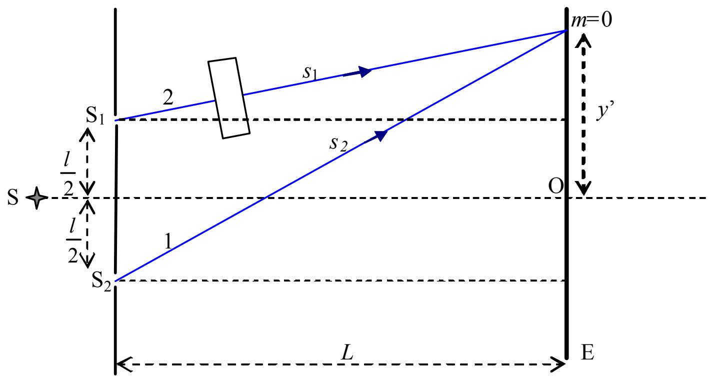
Од законот за прекршување (4) сега може да се пресмета аголот $\alpha$:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{n}\sin\beta\right) = 47^0 29'.$$

Според равенката (5) се пресметува $h$: $h$=46,1 cm.

**Задача 4.** Се разгледува интерферентна шема на Young: растојанието помеѓу пукнатините $S_1$ и $S_2$ е еднакво на $l$, а растојанието помеѓу двете пукнатини и екранот е $L$ (сл. 2). Пукнатините се осветлени со монохроматска светлина така што на екранот E се набљудува интерференција. Нормално на патот на првиот зрак се поставува тенка, планпаралелна, проѕирна плочка, чија дебелина е $d$, а индексот на прекршување е $n$. Како резултат на ова централниот максимум на интерферентната слика се придвижува нагоре, на растојание $y'$ во однос на центарот O. Да се определи $y'$. При решавањето на задачата може да се искористи приближниот развој $\sqrt{1+x^2} = 1+\frac{1}{2}x^2$ при $x << 1$.

## Решение:



Слика 2

Оптичкиот пат што го изминува првиот зрак е:

$s_1^{'} = s_1 - d + nd = s_1 + d(n-1)$ .(1)

Имајќи предвид дека

$s_1^2 = L^2 + (y' - l/2)^2$ ,(2)

односно:

$s_1 = L\sqrt{1+\left(\frac{y'-l/2}{L}\right)^2} \approx L\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{y'-l/2}{L}\right)^2\right]$ ,(3)

се добива

$$s_1^{'} = L\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{y'-l/2}{L}\right)^2\right] + d(n-1) . \qquad (4)$$

Оптичкиот пат што го изминува вториот зрак е

$s_2 = L\sqrt{1+\left(\frac{y'+l/2}{L}\right)^2} \approx L\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{y'+l/2}{L}\right)^2\right]$ .(5)

Оптичката патна разлика помеѓу двата зраци е: $s_1^{'} - s_2 = (n-1)d - \frac{y'l}{L}$ .

Услов за максимум: $s_1^{'} - s_2 = (n-1)d - \frac{y'l}{L} = k\lambda$ , каде $k$ е цел број.

За нултиот максимум важи: $(n-1)d - \frac{y'l}{L} = 0$ , од каде се добива: $y' = \frac{(n-1)Ld}{l}$ . (6)

**Задача 5.** При изучување на $\beta$-распаѓањето на ${}^{23}_{12}\mathrm{Mg}$ во момент на време $t$=0 се вклучува Гајгер-Милеровиот бројач. Во текот на првиот временски интервал $\Delta t_1$=2,0 s бројот на регистрирани $\beta$-честички е $n_1$, додека, во наредниот временски интервал $\Delta t_2$, кој е еднаков на претходниот $\Delta t_1$, бројот на регистрирани $\beta$-честички, $n_2$ = 0,726 $n_1$. Да се определи константата на радиоактивност на ${}^{23}_{12}\mathrm{Mg}$ .

**Решение:**

Бројот на нераспаднати јадра на примерокот на ${}^{23}_{12}\mathrm{Mg}$ веднаш после првиот временски интервал е:

$$N_1 = N_0 e^{-\lambda \Delta t_1} .$$

Од почетокот на времето $t$=0 до крајот на вториот временски интервал бројот на нераспаднати јадра е

$$N_2 = N_0 e^{-\lambda \Delta t_1} e^{-\lambda \Delta t_1} = N_0 e^{-2\lambda \Delta t_1} .$$

За време $\Delta t_1$ бројот на распаднати јадра т.е. на емитирани $\beta$-честички е

$$n_1 = N_0 - N_1 = N_0 (1 - e^{-\lambda \Delta t_1}) ,$$

додека, за време на вториот интервал бројот на распаднати јадра т.е. на емитирани $\beta$-честички е

$$n_2 = N_1 - N_2 = N_0 (e^{-\lambda \Delta t_1} - e^{-2\lambda \Delta t_1}) .$$

Оттука, односот на $n_1$ и $n_2$ е

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1 - e^{-\lambda \Delta t_1}}{e^{-\lambda \Delta t_1} - e^{-2\lambda \Delta t_1}} .$$

Во претходната релација заменуваме: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{0,726}$, и $y = e^{-\lambda \Delta t_1}$ , после што се добива следната равенка

$$y^2 - 1,726 y + 0,726 = 0 .$$

Според првото физички реално решение за $y = 0,725$ се добива

$$\lambda = -\frac{\ln y}{\Delta t_1} = 0,16\ \mathrm{s}^{-1} .$$