



Решенија на задачите за III година  
**РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА ЗА УЧЕНИЦИТЕ ОД  
СРЕДНИТЕ УЧИЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**  
24 април 2010

III година

**Задача 1.** а) Запишете ја равенката на бранот што се шири долж жица во спротивна насока на  $x$ -оската ако амплитудата на бранот е 8,00 cm, брановата должина 80,0 cm, фреквенцијата 3,00 Hz, а елонгацијата на точката што се наоѓа во координатниот почеток  $x = 0$ , во почетниот момент  $t = 0$  е нула.

б) Како ќе изгледа равенката на бранот со истите карактеристики, кој во однос на претходниот случај се разликува само во тоа што точката чија што елонгација е нула во почетниот момент  $t = 0$  има координата  $x = 10,0$  cm.

**Решение:**

Општиот облик на равенката на бран кој се шири во спротивна насока на  $x$ -оската е даден со релацијата:

$$y(x, t) = A \sin(\omega t + kx + \varphi), \quad (1)$$

каде што  $A$  е амплитуда на бранот,  $\omega = 2\pi f$  е кружна фреквенција,  $k = 2\pi/\lambda$  е бранов број и  $\varphi$  е почетната фаза.

а) Вредноста на почетната фаза ја наоѓаме од условот  $y(x, t) = 0$  при  $x = 0$  и  $t = 0$

$$y(0, 0) = A \sin(\varphi) = 0; \quad \sin \varphi = 0; \quad \varphi = 0. \quad (2)$$

Бараната равенка на бранот е

$$y(x, t) = A \sin\left(2\pi f t + \frac{2\pi}{\lambda} x\right) = 0,08 \sin(18,8t + 7,85x).$$

б) Во овој случај почетната фаза ја наоѓаме од условот  $y(x, t) = 0$  при  $x = 0,100$  m и  $t = 0$

$$y(0,1,0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} 0,1 + \varphi\right) = 0; \quad \sin\left(\frac{2\pi}{0,8} 0,1 + \varphi\right) = \sin\left(\frac{\pi}{4} + \varphi\right) = 0; \quad (3)$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{4}$$

Бараната равенка на бранот е

$$y(x, t) = A \sin\left(2\pi f t + \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{4}\right) = 0,08 \sin(18,8t + 7,85x - 0,785)$$

### Решенија на задачите за III година

**Задача 2.** Две волфрамови жички со иста должина, но различен напречен пресек се поврзани паралелно. При течење на струја низ нив, првата се загрева на температура  $T_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ K}$ , а втората на температура  $T_2 = 3 \cdot 10^3 \text{ K}$ . Ако специфичните отпори на првата и втората жичка се  $\rho_1 = 59,1 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$  и  $\rho_2 = 96,2 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ , а соодветните коефициенти на апсорпција се  $A_1 = 0,26$  и  $A_2 = 0,334$  да се определи дијаметарот  $d_2$  на втората жичка, ако кај првата жичка тој изнесува  $d_1 = 0,2 \text{ mm}$ . Да се занемари топлинското заемнодејство на жичките.

#### Решение:

Во услови на топлинска рамнотежа целокупната електрична моќност ослободена во жичките се емитува во форма на топлинско зрачење, т.е.

$$P_1 = \phi_1 ; \quad P_2 = \phi_2 \quad (1)$$

каде што со  $P_1$  и  $P_2$  е означена електричната моќност, а со  $\phi_1$  и  $\phi_2$  енергетскиот флукс на топлински зрачење на првата и втората жичка соодветно. Бидејќи жичките се поврзани паралелно (падот на напонот на краевите од секоја жичка е ист) за  $P_1$  и  $P_2$  важат следниве релации:

$$P_1 = UI_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{\rho_1 \frac{l}{\pi r_1^2}} = \frac{\pi r_1^2 U^2}{\rho_1 l} \quad \text{и} \quad P_2 = UI_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2}{\rho_2 \frac{l}{\pi r_2^2}} = \frac{\pi r_2^2 U^2}{\rho_2 l}. \quad (2)$$

Од друга страна енергетскиот флукс на топлинското зрачење на секоја од жичките разгледана како сиво тело ќе биде:

$$\phi_1 = A_1 \sigma T_1^4 2\pi r_1 l \quad \text{и} \quad \phi_2 = A_2 \sigma T_2^4 2\pi r_2 l. \quad (3)$$

Со замена на релациите (2) и (3) во (1) наоѓаме:

$$\frac{r_1 U^2}{\rho_1} = 2 A_1 \sigma T_1^4 l^2 \quad \text{и} \quad \frac{r_2 U^2}{\rho_2} = 2 A_2 \sigma T_2^4 l^2. \quad (4)$$

Ако се поделат левите и десните страни на последните две релации, се добива

$$\frac{r_1 \rho_2}{r_2 \rho_1} = \frac{A_1 T_1^4}{A_2 T_2^4}$$

од каде што за дијаметарот на втората жичка  $d_2 = 2r_2$  ќе имаме

$$d_2 = \frac{\rho_2 A_2}{\rho_1 A_1} \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^4 d_1 = 2,1 \text{ mm}$$

## Решенија на задачите за III година

**Задача 3.** При премин на непоаризирана светлина низ два линеарни поларизатора (две Никол призми), интензитетот на излезната светлина е намален 9 пати во однос на интензитетот на влезната светлина. Коефициентите на апсорпција на поларизаторите се  $k_1=k_2=k=0,05$  (при премин на светлината низ еден поларизатор се апсорбира 5% од упадниот интензитет). Да се определи аголот помеѓу пропусните насоки на двата поларизатора.

### Решение:

После преминувањето на светлината низ првиот поларизатор, интензитетот ќе биде

$$I = \frac{1}{2} I_0 (1 - k), \quad (1)$$

каде со  $I_0$  е означен интензитетот на влезната светлина.

После преминувањето низ вториот поларизатор интензитет на излезната светлина е:

$$I' = I(1 - k) \cos^2 \alpha, \quad (2)$$

односно

$$I' = \frac{1}{2} I_0 (1 - k)^2 \cos^2 \alpha. \quad (3)$$

Бидејќи важи следниот сооднос

$$\frac{I'}{I_0} = \frac{1}{9}, \quad (4)$$

со замена на равенката (3) во равенката (4) се добива

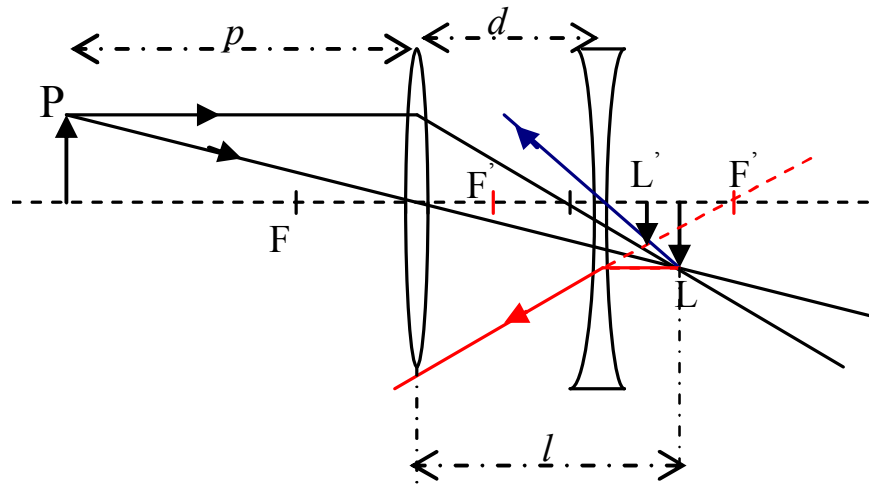
$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{3(1 - k)},$$

односно  $\alpha = 60,25^\circ$ .

Решенија на задачите за III година

**Задача 4.** Предмет со висина  $P=20$  cm се наоѓа на растојание  $p=75$  cm пред симетрична, биконвексна (двојно-испакната) леќа и стои нормално на нејзината оптичка оска. Од другата страна на леќата се добива реален лик со висина  $L=10$  cm. Потоа, на растојание  $d=32,7$  cm од собирната леќа, на страната каде се добил реалниот лик, се поставува симетрична, двојно-вдлабната леќа со фокусно растојание  $f' = -15$  cm. На колкаво растојание од двојно-вдлабнатата леќа ќе се добие јасен лик на предметот P и колкава е неговата големина? Да се конструира добивањето на конечниот лик.

**Решение:**



За собирната леќа, која го формира ликот L, важи следното:

$$\frac{P}{L} = \frac{p}{l},$$

од каде изразуваме:  $l = p \frac{L}{P}$ ;  $l=37,5$  cm.

Од равенката на тенка леќа

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

го пресметуваме фокусното растојание на собирната леќа:

$$f = \frac{pl}{p+l}; \quad f=25 \text{ cm.}$$

Растојанието од ликот L (кој претставува предмет за дивергентната леќа) до растурилата леќа ќе го означиме со  $p'$ , а од ликот L' до растурилата леќа-со  $l'$ .

$$p' = l - d; \quad p' = 4,8 \text{ cm.}$$

Од равенката на растурилата леќа

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{l'} = -\frac{1}{|f'|}$$

го изразуваме и пресметуваме растојанието  $l'$ :  $l' = \frac{p'|f'|}{p'+|f'|}$ ;  $l'=3,63$  cm.

$$\frac{L'}{L} = \frac{l'}{p'}; \quad \text{од каде изразуваме: } L' = L \frac{l'}{p'}; \quad L'=7,57 \text{ cm.}$$

### Решенија на задачите за III година

**Задача 5.** Определете го квантниот број  $n$  на возбудената состојба на  $\text{He}^+$  јонот, ако е познато дека при преминот од таа состојба во основната, јонот едно по друго емитуира два фотона чии бранови должини се 108,5 и 30,4 nm. ( $h=6,626 \cdot 10^{-34}$  Js;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  kg;  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup>/(N·m<sup>2</sup>))

#### Решение:

Согласно третиот Боров постулат енергијата  $E_n$  на возбудената состојба на  $\text{He}^+$  јонот е дадена со изразот:

$$E_n = hf_1 + hf_2 + E_1, \quad (1)$$

каде што  $hf_1$  и  $hf_2$  се енергиите на емитираните фотони, а  $E_1$  е енергијата на основната состојба на  $\text{He}^+$  јонот.

Од друга страна, енергиите  $E_n$  и  $E_1$  се определени со релациите:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e Z^2 e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \quad \text{и} \quad E_1 = -\frac{m_e Z^2 e^4}{8\epsilon_0^2 h^2}. \quad (2)$$

Со замена на релациите (2) во равенката (1) и изразувајќи ги фреквенциите на емитираните фотони преку нивните бранови должини ( $f = c/\lambda$ ) се добива:

$$\frac{m_e Z^2 e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \quad (3)$$

Ако во релацијата (3) се заменат бројните вредности на соодветните величини, имајќи притоа предвид дека за  $\text{He}^+$  јонот  $Z = 2$ , се добива:

$$\boxed{1 - \frac{1}{n^2} = 0,96 \quad ; \quad n^2 = \frac{1}{1 - 0,96} = 25 \quad ; \quad n = 5}$$