

**Rješenja jesenskog ispitnog roka iz Fizike 2**  
**utorak, 04. 09. 2012.**

1. Odredite na kojoj udaljenosti od središta homogenog štapa duljine  $l$  treba postaviti horizontalnu os rotacije da bi period malih oscilacija štapa bio minimalan ?

**(8 bodova)**

**Rješenje:**

Period fizičkog njihala dan je izrazom

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgb}},$$

pri čemu je  $I$  moment tromosti štapa oko osi rotacije,  $b$  je udaljenost od centra mase štapa do osi rotacije. Prema Steinerovom poučku, moment tromosti štapa je:

$$I = \frac{1}{12}ml^2 + mb^2,$$

gdje je  $ml^2/12$  moment tromosti štapa oko centra mase.

Period je minimalan tamo gdje iščezava derivacija,  $dT/db = 0$ :

$$\frac{d}{db} \left( \frac{b}{g} + \frac{l^2}{12gb} \right) = 0 = \frac{1}{g} - \frac{l^2}{12gb^2},$$

odnosno

$$b = \frac{l}{\sqrt{12}}.$$

2. Ravni elektromagnetski val koji se širi u vakuumu u pozitivnom smjeru z-osi ima električno polje koje titra u smjeru x-osi. Ako je amplituda magnetskog polja 350 nT te frekvencija vala 10 GHz, odredite Poyntingov vektor elektromagnetskog vala.

**(6 bodova)**

**Rješenje:**

Budući se val giba u smjeru z-osi električno i magnetsko polje su:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \sin(kz - \omega t), \quad \vec{B} = \vec{B}_0 \sin(kz - \omega t),$$

Za ravni elektromagnetski val odnos amplituda dan je izrazom:

$$\vec{B}_0 = \frac{\vec{c} \times \vec{E}_0}{c^2},$$

pri čemu je  $\vec{c} = c\vec{k}$  i  $\vec{E}_0 = E_0\vec{i}$ .

Poyntingov vektor jednak je:

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B} = \frac{B_0^2 c}{\mu_0} \sin^2(kz - \omega t) \vec{k},$$

odnosno

$$\vec{S} = 29.25 \frac{W}{m^2} \sin^2(209m^{-1}z - 6.28 \times 10^{10}s^{-1}t) \vec{k},$$

gdje je  $\omega = 2\pi f = 6.28 \times 10^{10} s^{-1}$  i  $k = \omega/c = 2.09 \times 10^2 m^{-1}$ .

3. Predmet se nalazi 0.75 m ispred divergentne leće čija žarišna daljina iznosi 0.50 m. Iza divergentne leće, na udaljenosti 10 cm nalazi se konvergentna leća čija žarišna daljina iznosi 70 cm. Odredite položaj slike u odnosu na konvergentnu leću i odredite njezin karakter (realna, virtualna)? **(8 bodova)**

**Rješenje:**

-Iz jednadžbe za divergentnu leću i podataka:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$a_1 = 0.75m$$

$$f_1 = -0.5m$$

dobije se virtualna slika na mjestu  $b_1 = -0.30 m$ .

-Ta slika sada je predmet za konvergentnu leću sa podacima

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2}$$

$$a_2 = 0.30 + 0.1 = 0.40m$$

$$f_2 = 0.7m$$

iz čega se dobije **VIRTUALNA** slika udaljena od konvergentne leće za  $b_2 = -0.93 m$ .

4. Dva polarizatora postavljena su tako da su im ravnine polarizacije pod pravim kutom. Ako se između njih postavi treći polarizator tada se intenzitet upadne nepolarizirane svjetlosti  $I_0$  koja uđe u taj sustav smanji na izlazu 11 puta. Odredite dva kuta koja srednji polarizator može zatvarati s prvim polarizatorom? **(6 bodova)**

**Rješenje:**

-Za prvi polaroid vrijedi (on polarizira nepolariziranu svjetlost u svoju ravninu):  $I_1 = \frac{I_0}{2}$

-Za drugi (srednji) polaroid:  $I_2 = I_1 \cos(\alpha)^2$

-Za treći polaroid vrijedi:  $I_3 = I_2 \cos(90^\circ - \alpha)^2$

Kombinirajući izraze dobije se:

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{1}{2} \cos(\alpha)^2 \cos(90^\circ - \alpha)^2$$

Iz čega se dobije (koristeći trigonometrijske izraze dvostrukog kuta) da je

$$\alpha_1 = 29,40^\circ, \quad \alpha_2 = 60,60^\circ$$

5. Kolika je valna duljina fotona koji se raspršuje na slobodnom elektronu, ako maksimalna kinetička energija koju može dobiti elektron u raspršenju iznosi 0,19 MeV?

**(6 bodova)**

**Rješenje:**

$$K_e = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda}$$

$$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

$K_e$  je maksimalno kad je  $\Delta\lambda$  maksimalno, a to je za  $\theta = \pi$ .

$$K_{e,\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + 2\lambda_c}$$

$$K_{e,\max} = hc \frac{2\lambda_c}{\lambda(\lambda + 2\lambda_c)}$$

$$\lambda^2 + 2\lambda_c \lambda - 2 \frac{hc\lambda_c}{K_{e,\max}} = 0$$

$$\lambda^2 + 4,84 \cdot 10^{-12} \lambda - 3,1648 \cdot 10^{-23} = 0$$

$$\lambda = 3,704 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

6. U laboratoriju ima 1,49  $\mu\text{g}$  čistog  $^{13}_7\text{N}$ , koji ima vrijeme poluraspada 10,0 min. Nakon koliko vremena će aktivnost pasti na jedan raspad u sekundi?

**(6 bodova)**

**Rješenje:**

$$N_0 = \frac{N_A m}{M}$$

$$N_0 = 6,902 \cdot 10^{16}$$

$$A(t_1) = \lambda N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$t_1 = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{\lambda N_0}{A(t_1)}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$\lambda = 1,155 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$t_1 = 2,771 \cdot 10^4 \text{ s} = 7,698 \text{ h}$$