



## BOJE I OSVETLJENOST - I KOLOKVIJUM (9. XII 2019), GRUPA C

1. Elektromagnetni talas frekvencije  $\nu = 3,2\text{MHz}$  prelazi iz vode ( $\epsilon_r^v = 81$ ) u glicerin ( $\epsilon_r^g = 47$ ). Odrediti promenu talasne dužine ovog talasa pri prelasku iz jedne sredine u drugu, ako se i voda i glicerin mogu smatrati nemagnetnim sredinama.
2. Sloj vode debljine 10,2cm smanjuje intenzitet  $\gamma$ -zraka, čija je energija  $E_\gamma = 1\text{MeV}$ , na polovinu od upadne vrednosti.
  - a) Odrediti koeficijent apsorpcije vode za  $\gamma$ -zrake date energije.
  - b) Izračunati koliki sloj olova je potreban da bi se intenzitet takvog zračenja sveo na polovinu, ako je koeficijent apsorpcije olova  $k_{pb} = 52,5\text{cm}^{-1}$ .
3. Staklena posuda je napunjena glicerinom indeksa prelamanja  $n = 1,47$ . Svetlost pada na površinu glicerina, pri čemu se reflektovani zrak potpuno polarizuje. Koliki je odbojni ugao ove svetlosti na dnu staklene posude?

## REŠENJA ZADATAKA

1. Za vodu je:

$$\nu_v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r^v} \cdot \lambda_v} = \lambda_v \cdot \nu \Rightarrow \lambda_v = \frac{c}{9\nu},$$

dok je za glicerin:

$$\nu_g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r^g} \cdot \lambda_g} = \lambda_g \cdot \nu \Rightarrow \lambda_g = \frac{c}{7\nu}.$$

Pri prelasku talasa iz vode u glicerin imamo da je:

$$\Delta\lambda = \lambda_g - \lambda_v = \frac{c}{7\nu} - \frac{c}{9\nu} = \frac{2c}{63\nu} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{63 \cdot 3,2 \cdot 10^6 \text{Hz}} = 2,98\text{m} \approx 3\text{m}.$$

Prema tome, pri prelasku iz vode u glicerin talasna dužina ravnog elektromagnetnog talasa se poveća za tri metra.

2. Polazeći od Lamberovog zakona u obliku:

$$I_t = I_0 \cdot e^{-kx},$$

i uslova da je za  $x = 10,2 \text{ cm} \Rightarrow I_t = I_0/2$ , sledi:

$$\frac{I_0}{2} = I_0 \cdot e^{-kx} \Rightarrow e^{kx} = 2 \Rightarrow k = \frac{\ln 2}{x}.$$

a) koeficijent apsorpcije za vodu je:

$$k_{H_2O} = \frac{0,693}{0,102 \text{ m}} = 6,79 \text{ m}^{-1}.$$

b) Debljina olova koja intenzitet  $\gamma$  – zraka date energije smanjuje na polovinu biće jednaka:

$$x' = \frac{\ln 2}{k_{pb}} = \frac{0,693}{5,25 \cdot 10^3 \text{ m}^{-1}} = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ m}.$$

3. Činjenica da je reflektovani zrak potpuno polarizovan podrazumeva da su ispunjeni uslovi za Brusterov zakon, tj da za odbijeni i prelomljeni zrak važi  $\alpha_B + \beta = 90^\circ$ . Na osnovu zakona prelamanja za graničnu površinu vazduh/glicerin:

$$n_0 \sin \alpha_B = n \sin \beta$$

i pomenutog uslova  $\alpha_B + \beta = 90^\circ$ , sledi ( $n_0 \approx 1$ ):

$$\sin \alpha_B = n \sin \beta = n \sin(90^\circ - \alpha_B) = n \cos \alpha_B$$

odnosno:

$$\text{tg } \alpha_B = n,$$

a odavde je:

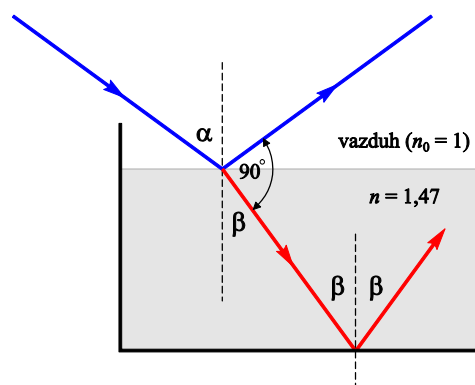
$$\alpha_B = \text{arctg}(1,47) \approx 55,8^\circ.$$

Ugao  $\beta$  pod kojim prelomljeni zrak nastavlja put kroz glicerin dobijamo na osnovu Brusterovog uslova:

$$\beta = 90^\circ - \alpha_B.$$

Pod istim uglom zrak pada na dno posude (naspramni uglovi u paralelogramu) i reflektuje se od njega (zakon refleksije). Dakle:

$$\beta = 34,2^\circ.$$





## BOJE I OSVETLJENOST - I KOLOKVIJUM (9. XI 2019), GRUPA D

1. Kolika je brzina fotoelektrona emitovanih iz srebra osvetljenog ultraljubičastim zračenjem talasne dužine  $\lambda = 150 \text{ nm}$ ? Crvena granica fotoelektričnog efekta za srebro je  $\lambda_g = 260 \text{ nm}$ . Koristiti sledeće vrednosti konstanti:  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  i  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .
2. Na dnu posude napunjene alkoholom ( $n = 1,41$ ) nalazi se tačkasti svetlosni izvor. Na površinu tečnosti postavljena je kružna ploča poluprečnika  $r = 5 \text{ cm}$ , čiji se centar nalazi tačno iznad svetlosnog izvora. Kolika mora biti minimalna visina alkohola u posudi, da svetlosni zraci ne bi izlazili iz posude?
3. Zrak Sunčeve svetlosti pada normalno na tanak sloj ulja, indeksa prelamanja  $n = 1,5$ , koji pliva na površini vode ( $n_v = 1,33$ ). Kolika mora biti minimalna debljina sloja da bi on - posmatran u snopu reflektovane svetlosti iznad gornje površine sloja - bio "obojen" u zeleno ( $\lambda = 550 \text{ nm}$ ).

## REŠENJA ZADATAKA

1. Polazeći od Ajnštajnovne jednačine fotoelektričnog efekta:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2} m_e v^2$$

i uzimajući u obzir vezu između crvene granice fotoefekta i izlaznog rada:

$$\frac{hc}{\lambda_g} = A,$$

imamo da je:

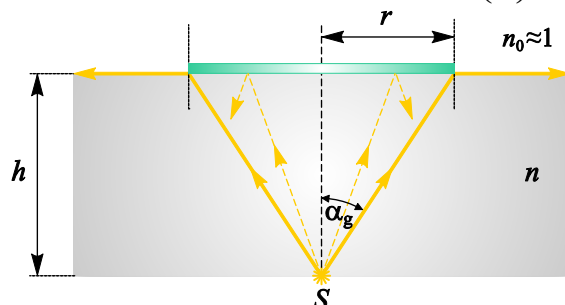
$$\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_g} = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2hc}{m_e} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_g} \right)},$$

odnosno:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \cdot \left( \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} - \frac{1}{2,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \right)} = 1,11 \cdot 10^6 \text{ m/s}.$$

2. Ugao pod kojim svetlosni zraci padaju na površinu mora biti najmanje jednak graničnom uglu totalne refleksije za graničnu površinu alkohol/vazduh (ili veći od njega). Ovaj ugao dobijamo polazeći od zakona prelamanja:

$$n \sin \alpha_g = n_0 \sin 90^\circ = 1 \Rightarrow \alpha_g = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = 45,2^\circ.$$



Sa slike se vidi da je:

$$\operatorname{tg} \alpha_g = \frac{r}{h},$$

na osnovu čega sledi da je:

$$h = \frac{r}{\operatorname{tg} \alpha_g} = 5 \text{ cm}.$$

3. Optička razlika pređenih puteva zraka reflektovanih od gornje i donje granične površine sloja ulja iznosi:

$$\delta = 2nd - \frac{\lambda}{2},$$

jer zrak reflektovan od njegove gornje površine trpi skok u fazi. Uslov za maksimalno pojačanje ovih zraka pri interferenciji glasi:

$$2nd - \frac{\lambda}{2} = k \cdot \lambda,$$

odakle sledi:

$$d = \frac{(2k+1)\lambda}{4n} \quad (k = 0, 1, 2, \dots).$$

Minimalna debljina sloja ulja pri kojoj će se maksimalno pojačati svetlost date talasne dužine dobija se za  $k = 0$  i iznosi:

$$d = \frac{\lambda}{4n} = \frac{5,5 \cdot 10^{-7} \text{ nm}}{4 \cdot 1,5} = 9,17 \cdot 10^{-8} \text{ m}.$$

Talasne dužine koje će se maksimalno pojačati u ovom sloju date su sa:

$$\lambda = \frac{4nd}{2k+1}.$$

Za  $k = 1$  imamo da je  $\lambda = 183,4 \text{ nm}$ , što znače da se osim talasne dužine  $550 \text{ nm}$  (zelena boja) u snopu reflektovane svetlosti neće maksimalno pojačati nijedna boja.

