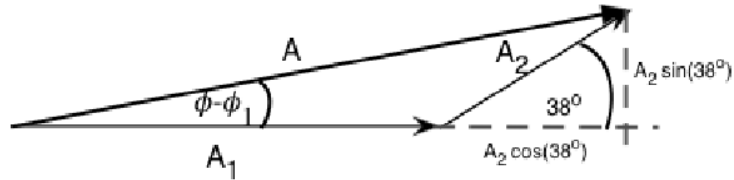


Rješenja zadataka drugog ispitnog roka iz Fizike 2
četvrtak, 03. 07. 2014.

1. Dva sinusoidalna vala iste frekvencije, s amplitudama $A_1 = 6 \text{ mm}$ i $A_2 = \sqrt{3} \text{ mm}$, te fazama $\phi_1 = 25^\circ$ i $\phi_2 = 63^\circ$, putuju u istom smjeru po napetom užetu. Izračunajte amplitudu i fazu rezultatnog vala. **(8 bodova)**

Rješenje:

Rješenje je najjednostavnije pronaći pomoću fazora (vidi sliku):



$$A = \sqrt{(A_2 \sin(\phi_2 - \phi_1))^2 + (A_2 \cos(\phi_2 - \phi_1) + A_1)^2} ,$$

$$\tan(\phi - \phi_1) = \frac{A_2 \sin(\phi_2 - \phi_1)}{A_2 \cos(\phi_2 - \phi_1) + A_1} .$$

Za zadane brojeve $A = 7.44 \text{ mm}$, a $\phi = 33.2^\circ$.

2. Na oprugu konstante $k=200\text{N/m}$ obješen je zvučnik mase 1 kg i titra amplitudom 20 cm . Ispod zvučnika se nalazi slušatelj mase 50 kg . Zvučnik emitira zvuk frekvencije 1000 Hz . Koji raspon frekvencija čuje slušatelj? Koji raspon frekvencija čuje slušatelj ako zvučnik i on zamijene mjesta, s tom razlikom da slušatelj titra amplitudom od 80 cm ? (Brzina zvuka je 330 m/s). **(8 bodova)**

Rješenje:

Općeniti izraz za frekvenciju pri Dopplerovom efektu je

$$\nu_s = \nu_i \frac{v - v_s}{v - v_i}$$

Indeksi se odnose na izvor i slušatelja. U prvom slučaju slušatelj miruje te je frekvencija koju on čuje

$$\nu_s = \nu_i \frac{v}{v \pm v_i}$$

gdje predznak ovisi o smjeru gibanja izvora.

Izraz za elongaciju izvora je

$$x(t) = A_0 \cos(\omega t)$$

a za brzinu

$$v(t) = -A_0 \omega \sin(\omega t)$$

Maksimalni iznos brzine dan je amplitudom $A_0 \omega$.

Kako je

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

slijedi

$$v_i = 2,828\text{ m/s}$$

tj. raspon frekvencija je

$$991,50\text{ Hz} < \nu_s < 1008,6\text{ Hz}$$

Kada zvučnik miruje a slušatelj harmonički titra slijedi

$$v_0' = A_0' \omega' = v_s = 1,6\text{ m/s}$$

pa iz opće formule zaključujemo

$$\nu_s' = \nu_i \frac{v \pm v_0'}{v}$$

to jest raspon frekvencija je

$$995,15\text{ Hz} < \nu_s' < 1004,85\text{ Hz}$$

3. Elektron se giba u pozitivnom smjeru x-osi brzinom $3.5 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ i ulijeće u dio prostora u kojem se nalazi homogeno magnetsko polje s komponentama $\vec{B} = (B_x, B_y, B_z) = (14.5, 2.7, 5.5) \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Koliki je iznos sile koja djeluje na elektron u dijelu prostora s magnetskim poljem? **(6 bodova)**

Rješenje:

Na elektron djeluje Lorentzova sila:

$$\vec{F}_L = e \vec{v} \times \vec{B} ,$$

gdje je e naboj elektrona, a \vec{v} i \vec{B} vektori brzine elektrona i magnetskog polja.

Raspisano po komponentama:

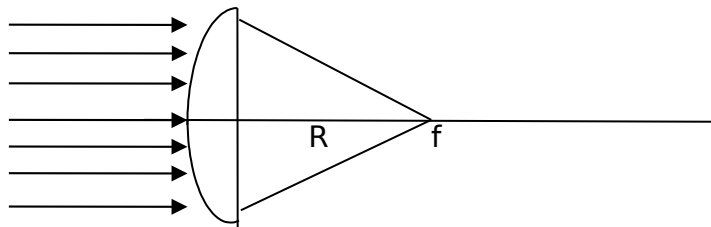
$$\begin{aligned} \vec{F}_L &= e \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & 0 & 0 \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} \\ &= \hat{i} \cdot 0 - \hat{j}(v_x B_z - 0) + \hat{k}(v_x B_y - 0) \\ &= e v_x (\hat{k} B_y - \hat{j} B_z) . \end{aligned}$$

Iznos tražene sile je

$$F_L = e v_x \sqrt{B_z^2 + B_y^2} .$$

Za zadane brojeve $F_L = 3.43 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.

4. Na plankonveksnu tanku leću (u zraku) polumjera zakrivljenosti 20 cm upada paralelni snop bijele svjetlosti. Koliki je razmak između fokusa za crveni i plavi snop svjetlosti? Indeks loma stakla za crvenu svjetlost je 1,62 a za plavu 1,63. **(6 bodova)**



Rješenje:

Osnovna jednačba za leće je

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Za plankonveksnu leću $R_2 = \infty$, a $R_1 = R = 20 \text{ cm}$. Kako je leća u zraku $n_1 = 1$.

Dakle izraz za fokus se svodi na

$$\frac{1}{f} = \frac{n_2 - 1}{R}$$

odnosno za crvenu svjetlost

$$f_c = \frac{R}{n_c - 1}$$

a za plavu

$$f_p = \frac{R}{n_p - 1}$$

Razlika je

$$f_c - f_p = 0,51 \text{ cm}$$

5. Kolika je minimalna debljina tankog sloja sapunice koji izgleda crveno kada se obasja bijelom svjetlošću okomito na površinu? Valna duljina crvene svjetlosti je 680 nm, a indeks loma sapunice je 1,35. **(6 bodova)**

Rješenje:

Zraka reflektirana sa gornje površine mjehura ima zbog refleksije pomak za pola valne duljine, a zraka reflektirana sa donje površine mjehura nema pomaka. Za konstruktivnu interferenciju, razlika u duljini puta ($2t$) između dvije zrake jednaka je neparnom broju polovina valnih duljina. Za najmanju debljinu mjehura:

$$\begin{aligned}2t &= \frac{\lambda_n}{2} \\ t &= \frac{\lambda_n}{4} = \frac{\lambda}{4n} \\ t &= \frac{680}{4 \cdot 1,35} \text{ nm} = 126 \text{ nm}\end{aligned}$$

6. Crno tijelo izračti za jednu minutu energiju $5,7 \cdot 10^9$ J. Valna duljina koja odgovara maksimalnoj spektralnoj gustoći zračenja je 710 nm. Kolika je površina crnog tijela? **(6 bodova)**

Rješenje:

Iz Wienovog zakona dobijemo

$$T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{710 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 4081,690 \text{ K}$$

Iz Stefan-Boltzmannovog zakona slijedi:

$$E = \sigma S T^4 t$$

pa je:

$$\begin{aligned}S &= \frac{E}{\sigma T^4 t} \\ S &= \frac{5,7 \cdot 10^9}{5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 4081,690^4 \cdot 60} \text{ m}^2 = 6,036 \text{ cm}^2\end{aligned}$$