

## 2. Međuispit iz Fizike 2

30.11.2010.

### Teorijska pitanja

1.1. Brzina zvuka u zraku funkcija je **(1 bod)**:

- a) Valne duljine
- b) Frekvencije
- c) **Temperature**
- d) Amplitude
- e) Ništa od navedenog

1.2. Kružna petlja se nalazi u homogenom magnetskom polju, tako da je ravnina petlje okomita na smjer magnetskog polja. U kojem se od sljedećih slučajeva **neće** inducirati struja u petlji? **(1 bod)**

- a) Promijeni se oblik petlje (i površina koju zatvara)
- b) Rotacijom petlje oko osi okomite na smjer polja
- c) **Petlja se giba u smjeru polja ne mijenjajući svoju orijentaciju**
- d) Petlja se izvuče iz polja

1.3. Elektromagnetski val se širi u negativnom smjeru osi  $y$ . Električno polje je u točki A, u trenutku  $t$ , usmjereno u pozitivnom smjeru osi  $x$ . U toj istoj točki, u istom trenutku, magnetsko polje je usmjereno u: **(1 bod)**

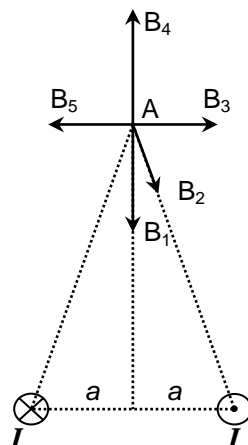
- a)  $-x$  smjeru
- b)  $+y$  smjeru
- c)  **$+z$  smjeru**
- d)  $-z$  smjeru
- e)  $+x$  smjeru

1.4. Jedinični naboj se giba brzinom  $\vec{v}$  u homogenom magnetskom polju indukcije  $\vec{B}$ , rad koji izvrši sila na naboj u vremenu  $\Delta t$  jednak je: **(1 bod)**

- a)  $e(\vec{v} \times \vec{B})\Delta t$
- b)  $ev^2 B\Delta t$
- c) **0**
- d)  $\frac{v^2 B}{e} \Delta t$
- e)  $e(\vec{B} \times \vec{v})\Delta t$
- f) ne može se odrediti

- 1.5. Dva beskonačno dugačka vodiča kroz koje teku struje u naznačenim smjerovima razmaknuti su  $2a$ . Vektor magnetskog polja u točki A prikazan je na slici vektorom: **(1 bod)**

- a)  $\underline{B_1}$
- b)  $B_2$
- c)  $B_3$
- d)  $B_4$
- e)  $B_5$
- f) 0



- 2.1. Izvedite valnu jednadžbu za longitudinalni val u plinu. Iz rješenja za harmonički val izvedite rješenje za promjenu tlaka oko ravnotežne vrijednosti za tlak. (Detaljni komentari i crtež). **(3 boda)**
- 2.2. Iz Maxwellovih jednadžbi u vakuumu (bez struja i naboja), izvedite valnu jednadžbu za električno polje, te odredite brzinu širenja vala. **(2 boda)**

### Zadaci:

1. Prvi automobil vozi ravnom cestom prema reflektirajućem zidu brzinom iznosa  $v_i = 60 \text{ kmh}^{-1}$  cijelo vrijeme trubeći frekvencijom  $f_i = 250 \text{ Hz}$ . Drugi automobil vozi istom cestom ususret prvom automobilu brzinom iznosa  $v_p = 120 \text{ kmh}^{-1}$ . Odredi frekvenciju koju čuje vozač drugog automobila kada se radi o zvuku trube koji do njega stiže direktno od prvog automobila a) prije njihovog mimoilaženja, b) nakon mimoilaženja, te c) kada se radi o zvuku trube koji do njega stiže nakon što se reflektirao od zida. (Brzina zvuka  $v_z = 1240 \text{ kmh}^{-1}$ ). **(4 boda)**

**Postupak:** Općenito, frekvencija izvora  $f_i$  i frekvencija  $f_p$  koju čuje prijamnik slijede relaciju

$$\frac{f_p}{f_i} = \frac{1 - \hat{\mathbf{r}} \cdot \mathbf{v}_p/v_z}{1 - \hat{\mathbf{r}} \cdot \mathbf{v}_i/v_z},$$

gdje je  $\hat{\mathbf{r}}$  jedinični vektor usmjeren od izvora prema prijammniku, a  $\mathbf{v}_i$  i  $\mathbf{v}_p$  su njihove brzine. U slučaju prijema zvuka koji stiže izravno od prvog automobila ovdje imamo

$$f_p = f_i \frac{1 \pm v_p/v_z}{1 \mp v_i/v_z},$$

gdje gornji predznak odgovara slučaju (a), a donji predznak slučaju (b). U slučaju (c) radi se o zvuku koji stiže nakon reflektiranja od zida pa najprije računamo frekvenciju koju "čuje" zid,

$$f_{\text{zid}} = \frac{f_i}{1 - v_i/v_z},$$

a zatim zid shvaćamo kao izvor frekvencije  $f_{\text{zid}}$ . Slijedi da je frekvencija koju čuje vozač drugog automobila

$$f_p = f_{\text{zid}} (1 - v_p/v_z) = f_i \frac{1 - v_p/v_z}{1 - v_i/v_z}.$$

**Rješenje:** (a)  $f_p = f_i (1 + v_p/v_z)/(1 - v_i/v_z) \simeq 288 \text{ Hz}$ , (b)  $f_p = f_i (1 - v_p/v_z)/(1 + v_i/v_z) \simeq 215 \text{ Hz}$ , (c)  $f_p = f_i (1 - v_p/v_z)/(1 - v_i/v_z) \simeq 237 \text{ Hz}$

2. Električno polje ravnog elektromagnetskog vala u vakuumu opisano je izrazom:

$$\vec{E} = 10^{-4} \text{Vm}^{-1} \sin[(z + y) \cdot 10^7 \text{m}^{-1} - \omega t] \vec{i}$$

Nađite izraz za magnetsku indukciju i izračunajte srednju gustoću energije zračenja preko srednje vrijednosti Poyntingovog vektora. ). **(3 boda)**

Postupak:

$$\vec{B}_0 = \frac{\vec{c} \times \vec{E}_0}{c^2}, \quad \vec{c} = \frac{c}{\sqrt{2}} (\hat{y} + \hat{z})$$

$$\bar{S} = \frac{1}{2} E_0 H_0 = \frac{1}{2c\mu_0} E_0^2$$

$$\bar{w} = \frac{\bar{S}}{c}$$

3. Stranica knjige je dobro osvijetljena za čitanje (uz rasvjetu  $E_0$ ) kada se nalazi na udaljenosti 90 cm od točkastog izvora svjetlosti, tako da je površina stranice okomita na smjer zraka svjetlosti. Ako se ovaj izvor svjetlosti objesi na visinu 60 cm iznad središta stola, knjigu trebamo staviti na udaljenost  $r_1$  od središta stola da bi bila dobro osvijetljena za čitanje (uz rasvjetu  $E_0$ ). Ako knjigu želimo pomaknuti za 5 cm prema središtu stola, za koliko trebamo pomaknuti izvor svjetlosti u vertikalnom smjeru da bi osvijetljenje bilo  $E_0$ ? ( u računu koristite izraz:  $(1+x)^m \approx 1+mx$ ,  $|x| \leq 1$  ). **(3 boda)**

$$d = 0,9 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,6 \text{ m}$$

$$\frac{I}{d^2} = \frac{I \cdot h_1}{(r_1^2 + h_1^2)^{3/2}} \Rightarrow r_1 = 50,8 \text{ cm}$$

$$r_2 = r_1 - 5 \text{ cm} \Rightarrow r_2 = 45,8 \text{ cm}$$

$$\frac{I}{d^2} = \frac{I \cdot h_2}{(r_2^2 + h_2^2)^{3/2}} \xrightarrow{\text{uz } h_2 = h_1 + \Delta h} \Delta h = 9,42 \text{ cm}$$