

Ime i prezime _____ Matični broj _____

INČICA B

Ispit se sastoji od pet cjelina, u kojima se točan odgovor na svako pitanje nezavisno boduje, te se sastoji od ukupno 20 pitanja. Ukoliko želite odgovoriti na neko pitanje, začrnite odgovor na obrascu za test. Svaki točan odgovor donosi 1 bod, dok se neodgovorena pitanja ne boduju. Netočan odgovor donosi -0.2 boda. Napišite ime na svim papirima s postupcima i predajte ih na kraju ispita zajedno s primjerkom testa u košuljici, dok se Obrazac za test posebno predaje.

I Za zadane jakosti električnog polja i magnetskog polja ravnog elektromagnetskog vala u slobodnom prostoru pri frekvenciji 200 kHz odredite:

$$\vec{E} = 100 \cos\left(\omega t + \frac{4}{3}\pi x\right) \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\vec{H} = \frac{100}{120\pi} \cos\left(\omega t + \frac{4}{3}\pi x\right) \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

1. Fazor električnog polja \vec{E}

A) $100e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$ B) $10e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$ C) $e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$

D) $100e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$ E) $10e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$ F) $e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_z \frac{\text{V}}{\text{m}}$

2. Fazor magnetskog polja \vec{H}

A) $\frac{1}{120\pi} e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$ B) $\frac{10}{120\pi} e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$ C) $\frac{100}{120\pi} e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$

D) $\frac{1}{120\pi} e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$ E) $\frac{10}{120\pi} e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$ F) $\frac{100}{120\pi} e^{j\frac{2}{3}\pi x} \vec{a}_y \frac{\text{A}}{\text{m}}$

3. Trenutnu vrijednost Poytingova vektora u $x = 1\text{m}$ i $t = 2\text{s}$ u smjeru \vec{a}_x .

A) $-3.14 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ B) $-5.33 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ C) $-7.68 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ D) $-10.14 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ E) $-13.72 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ F) $-21.11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

4. Prosječnu snagu koja prolazi pravokutnikom određenim točkama $(0;0;0)$, $(0;2;0)$, $(0;2;2)$ i $(0;0;2)$ i normalom $\vec{n} = \vec{a}_x$.

A) -3 W B) -11 W C) -27 W D) -39 W E) -53 W F) -106 W

II Jakost električnog polja ravnog elektromagnetskog vala koji se širi dielektrikom relativne magnetske permeabilnosti $\mu_r = 1$ zadana je jednačom:

$$\vec{E} = 3 \sin(2 \cdot 10^8 t - 2x) \vec{a}_y \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

5. Odredite smjer u kojem se giba val

A) \vec{a}_x B) $-\vec{a}_x$ C) \vec{a}_y D) $-\vec{a}_y$ E) \vec{a}_z F) $-\vec{a}_z$

6. Odredite valnu duljinu λ

- A) π m B) 2π m C) 3π m D) 4π m E) 5π m F) 6π m

7. Odredite relativnu dielektričnost sredstva ϵ_r .

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6 F) 9

8. Odredite vektor \vec{H} .

A) $0,048 \sin(2 \cdot 10^8 t - 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$ B) $0,024 \sin(2 \cdot 10^8 t - 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$

C) $0,012 \cos(2 \cdot 10^8 t - 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$ D) $0,024 \cos(2 \cdot 10^8 t - 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$

E) $0,012 \cos(2 \cdot 10^8 t + 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$ F) $0,024 \cos(2 \cdot 10^8 t + 2x) \vec{a}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$

III Cilindrični kondenzator radijusa unutrašnje elektrode 5mm, radijusa vanjske elektrode 6mm, duljine 500mm ispunjen je dielektrikom relativne dielektričnosti $\epsilon_r = 6,7$. Ako je unutrašnja elektroda uzemljena, a vanjska na potencijalu $\varphi = 250 \sin(377t)$ V odredite:

9. Jakost električnog polja u dielektriku na udaljenosti $r = 5,5\text{mm}$ od osi kondenzatora.

A) $-315783 \sin(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$ B) $-121317 \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$

C) $-211117 \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$ D) $-249310 \sin(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$

E) $156233 \sin(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$ F) $192278 \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{V}}{\text{m}}$

10. Gustoću struje pomaka u dielektriku na udaljenosti $r = 5,2\text{mm}$ od osi kondenzatora.

A) $-2 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ B) $-3 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$

C) $-11,4 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ D) $-5,9 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$

E) $-15,8 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ F) $-31,7 \cdot 10^{-3} \cos(377t) \vec{a}_r \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$

11. Iznos ukupne struje pomaka

A) $2,11 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$ B) $3,89 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$

C) $5,92 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$ D) $7,45 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$

E) $9,63 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$ F) $11,7 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \text{ A}$

12. Kapacitet kondenzatora

- A) 1nF B) 2nF C) 3 nF D) 4nF E) 5nF F) 6nF

IV Ravni val giba se u +z smjeru u prostoru ($\mu_r = 1$; $\varepsilon_r = 4$). Jakost električnog polja ima samo x komponentu, a prostorna promjena jakosti magnetskog polja, koje ima samo y komponentu zadana je slikom u $t = 1\mu s$. Odredite:

13. $E(t=-1\mu s, z=0)$

- A) 0 B) $47,13 \frac{V}{m}$ C) $94,25 \frac{V}{m}$ D) $188,5 \frac{V}{m}$ E) $377 \frac{V}{m}$ F) $754 \frac{V}{m}$

14. $E(t=-1,5\mu s, z=0)$

- A) 0 B) $47,13 \frac{V}{m}$ C) $94,25 \frac{V}{m}$ D) $188,5 \frac{V}{m}$ E) $377 \frac{V}{m}$ F) $754 \frac{V}{m}$

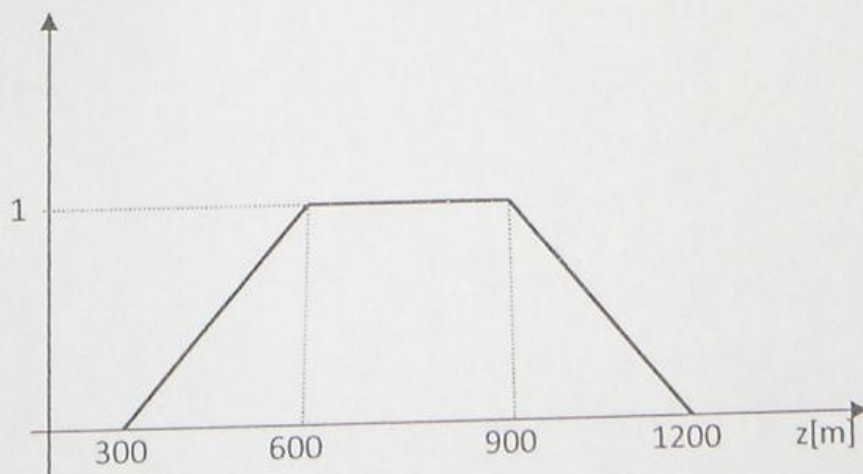
15. $E(t=-4\mu s, z=0)$

- A) 0 B) $47,13 \frac{V}{m}$ C) $94,25 \frac{V}{m}$ D) $188,5 \frac{V}{m}$ E) $377 \frac{V}{m}$ F) $754 \frac{V}{m}$

16. $E(t=-6\mu s, z=0)$

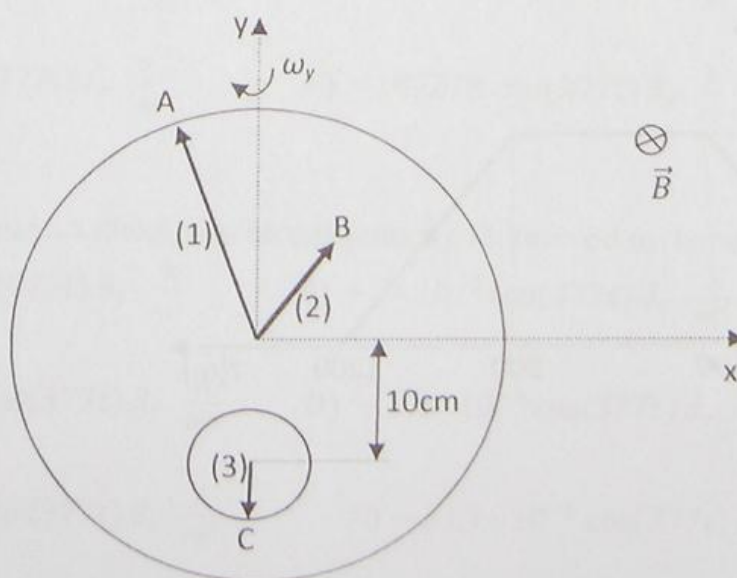
- A) 0 B) $47,13 \frac{V}{m}$ C) $94,25 \frac{V}{m}$ D) $188,5 \frac{V}{m}$ E) $377 \frac{V}{m}$ F) $754 \frac{V}{m}$

$H_y [A/m]$



V Sat s metalnim kazaljka, koji leži u xy ravnini nalazi se u homogenom magnetskom polju indukcije 0.5 T usmjerenom u ravninu crtanja prema slici. Kazaljka 1, koja pokazuje minute dugačka je 20 cm . Kazaljka 2, koja pokazuje sate dugačka je 10 cm . Kazaljka 3, koja pokazuje sekunde dugačka je 5 cm . Uz pretpostavku da se kazaljke gibaju kontinuirano u vremenu i da su osovine svih kazaljki električki spojene odredite:

17. Iznos napona U_{AB} induciranog između vrhova kazaljki za minute i sate u trenutku kad sat pokazuje $t_h=2\text{ h}15\text{ min}30\text{ s}$.
 A) $5,12\text{ }\mu\text{V}$ B) $17,1\text{ }\mu\text{V}$ C) $48\text{ }\mu\text{V}$ D) $64\text{ }\mu\text{V}$ E) $128\text{ }\mu\text{V}$ F) 0
18. Iznos napona U_{AC} induciranog između vrhova kazaljki za minute i sekunde u trenutku kad sat pokazuje $t_h=2\text{ h}15\text{ min}30\text{ s}$.
 A) $5,12\text{ }\mu\text{V}$ B) $17,1\text{ }\mu\text{V}$ C) $48\text{ }\mu\text{V}$ D) $64\text{ }\mu\text{V}$ E) $128\text{ }\mu\text{V}$ F) 0
19. U trenutku kad sat pokazuje $t_h=3\text{ h}30\text{ min}30\text{ s}$, sat počinje rotirati kutnom brzinom $\omega_y=0,5\pi\text{ rad/s}$ oko osi y. Odredite iznos induciranog napona U_{AC} između vrhova kazaljki za minute i sekunde u trenutku kad sat pokazuje $t_h=3\text{ h}30\text{ min}32\text{ s}$.
 A) $5,12\text{ }\mu\text{V}$ B) $17,1\text{ }\mu\text{V}$ C) $48\text{ }\mu\text{V}$ D) $64\text{ }\mu\text{V}$ E) $128\text{ }\mu\text{V}$ F) 0
20. U trenutku kad sat pokazuje $t_h=3\text{ h}30\text{ min}30\text{ s}$, sat počinje rotirati kutnom brzinom $\omega_y=0,5\pi\text{ rad/s}$ oko osi y. Odredite iznos induciranog napona U_{AC} između vrhova kazaljki za minute i sekunde u trenutku kad sat pokazuje $t_h=3\text{ h}30\text{ min}34\text{ s}$.
 A) $5,12\text{ }\mu\text{V}$ B) $17,1\text{ }\mu\text{V}$ C) $48\text{ }\mu\text{V}$ D) $64\text{ }\mu\text{V}$ E) $128\text{ }\mu\text{V}$ F) 0



I

1.)&2.) fazor sinusa (ili kosinusa) određuje amplituda i fazni kut funkcije. Amplituda je broj koji množi funkciju, fazni kut dobijemo iz argumenta funkcije (faze) tako da izbacimo ωt .

$$\underline{\vec{E}} = A e^{j\varphi} \vec{a}_z = 100 e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_z \quad \underline{\vec{H}} = A e^{j\varphi} \vec{a}_y = \frac{100}{120\pi} e^{j\frac{4}{3}\pi x} \vec{a}_y$$

$$3.) x = 1 \text{ m} \quad t = 2 \text{ s} \quad \omega = 200 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$$

$$\vec{N} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{E_m^2}{Z_0} \cos^2 \left(\omega t + \frac{4}{3} \pi x \right) (-\vec{a}_x) = -\frac{100^2}{120\pi} \cos^2 \left(200 \cdot 10^3 \cdot 2 + \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 1 \right) \vec{a}_x = -10,142 \vec{a}_x \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$4.) T1(0;0;0), T2(0;2;0), T3(0;2;2), T4(0;0;2) \rightarrow \text{pravokutnik površine } S = 4 \text{ m}^2 \quad \vec{n} = \vec{a}_x$$

$$P = \iint_S \vec{N}_{sr} \cdot \vec{n} \cdot dS = - \iint_S \frac{1}{2} \frac{E_m^2}{Z_0} dS = -\frac{1}{2} \frac{100^2}{120\pi} \cdot \int_{y=0}^2 dy \int_{z=0}^2 dz = \frac{1}{2} \frac{100^2}{120\pi} \cdot 4 = -53,05 \text{ W}$$

$$N_{sr} = \frac{1}{2} \frac{E_m^2}{Z_0} \quad \vec{N}_{sr} = -N_{sr} \cdot \vec{a}_x \rightarrow \text{ima smjer Poyntingovog vektora}$$

II

5.) općenito: vektor jakosti električnog polja ravnog vala koji se širi u smjeru $\vec{\beta}$ jest:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - \vec{\beta} \cdot \vec{r} + \varphi) \quad \text{gdje je } \vec{r} = x\vec{a}_x + y\vec{a}_y + z\vec{a}_z$$

Iz zadanog električnog polja iščitavamo: $\vec{\beta} = 2 \cdot \vec{a}_x$ znači da se val širi u smjeru \vec{a}_x tj. prostorna varijabla koja je u argumentu kosinus (ili sinus) funkcije i ispred sebe ima minus je smjer širenja vala

$$6.) \lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ m}$$

$$7.) c = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \Rightarrow \epsilon_r = \frac{\beta^2}{\omega^2 \epsilon_0 \mu_0 \mu_r} = 8,99$$

$$8.) \text{ općenito: } \vec{H} = \vec{H}_0 \cos(\omega t - \vec{\beta} \cdot \vec{r} + \varphi) \quad H_0 = \frac{E_0}{Z} \quad Z = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad \vec{H}_0 = \frac{1}{\omega\mu} \vec{\beta} \times \vec{E}_0$$

$$\vec{H} = \frac{E_0}{Z} \cos(\omega t - \beta x) \vec{a}_z = \frac{3}{40\pi} \cos(2 \cdot 10^8 t - 2 \cdot x) \vec{a}_z \quad Z = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = \frac{Z_0}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{120\pi}{3}$$

III

9.) polje ima smjer pada potencijala, od + elektrode (vanjske) prema – elektrodi (unutarnjoj) tj. $-\vec{a}_r$

$$\vec{E}(r) = \frac{U}{r \cdot \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \cdot (-\vec{a}_r) \quad \vec{E}(5,5 \cdot 10^{-3}) = \frac{250 \sin(377t)}{5,5 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\left(\frac{6}{5}\right)} \cdot (-\vec{a}_r) = -249310 \sin(377t) \vec{a}_r$$

*formula iz zbirke za polje cilindričnog kondenzatora: Primjer 3.1.8. str 71.

$$10.) \quad \vec{E}(5,2 \cdot 10^{-3}) = \frac{250 \sin(377t)}{5,2 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\left(\frac{6}{5}\right)} \cdot (-\vec{a}_r) = -263693 \sin(377t) \vec{a}_r$$

$$\vec{J}_{pom}(r) = \frac{\partial \vec{D}(r)}{\partial t} = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}(r)}{\partial t} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \omega E_0 \cos(\omega t) (-\vec{a}_r)$$

$$\begin{aligned} \vec{J}_{pom}(5,2 \cdot 10^{-3}) &= \frac{\partial \vec{D}(5,2 \cdot 10^{-3})}{\partial t} = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}(5,2 \cdot 10^{-3})}{\partial t} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \omega E_0 \cos(\omega t) (-\vec{a}_r) = \\ &= 6,7 \cdot 8,853 \cdot 10^{-12} \cdot 377 \cdot 263693 \cdot \cos(377t) (-\vec{a}_r) = -5,9 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(377t) \cdot \vec{a}_r \end{aligned}$$

$$11.) \quad I_{pom} = \iint_S \vec{J}_{pom} \vec{n} \cdot dS$$

Integrira se po plaštu cilindra radijusa r (npr. R1, R2) i duljine L

$$\text{Površina } S = 2\pi r L$$

$$R1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad L = 0,5 \text{ m}$$

$$\vec{E}(R1) = \vec{E}(5 \cdot 10^{-3}) = \frac{250 \sin(377t)}{5 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\left(\frac{6}{5}\right)} \cdot (-\vec{a}_r) = -274240,75 \sin(377t) \vec{a}_r$$

$$\vec{J}_{pom}(5 \cdot 10^{-3}) = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}(5 \cdot 10^{-3})}{\partial t} = -\varepsilon_r \varepsilon_0 \omega E_0 \cos(\omega t) \vec{a}_r = -6,1333 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(377t) \cdot \vec{a}_r$$

$$\begin{aligned} I_{pom} &= \iint_S \vec{J}_{pom} \vec{n} \cdot dS = 6,1333 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(377t) \cdot \iint_S dS = 6,1333 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(377t) \cdot 2\pi \cdot R1 \cdot L = \\ &= 6,1333 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot \cos(377t) = 9,634 \cdot 10^{-5} \cos(377t) \end{aligned}$$

$$12.) \quad C = \frac{2\pi \varepsilon L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} = \frac{2\pi \cdot 6,7 \cdot \varepsilon_0 \cdot 0,5}{\ln\left(\frac{6}{5}\right)} = 1,0222 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

IV

$$Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = 60\pi \quad c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} = 1,5 \cdot 10^8 \quad H_m = 1 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad E_m = H_m \cdot Z = 60\pi$$

$$E(t, z = 0) = E(t_0, z) = E(t_0, (t_0 - t) \cdot c) \quad E(t, z) = H(t, z) \cdot Z$$

$$13.) \quad E(t = -1 \mu\text{s}, z = 0) = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = (1 - (-1)) \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^8) = \\ = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 300 \text{ m}) = H(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 300 \text{ m}) \cdot Z = 0$$

$$14.) \quad E(t = -1,5 \mu\text{s}, z = 0) = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = (1 - (-1,5)) \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^8) = \\ = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 375 \text{ m}) = H(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 375 \text{ m}) \cdot Z = \frac{375 - 300}{300} \cdot 60\pi = 47,124 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$15.) \quad E(t = -4 \mu\text{s}, z = 0) = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = (1 - (-4)) \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^8) = \\ = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 750 \text{ m}) = E_m = H_m \cdot Z = 60\pi \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$16.) \quad E(t = -6 \mu\text{s}, z = 0) = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = (1 - (-6)) \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^8) = \\ = E(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 1050 \text{ m}) = H(t_0 = 1 \mu\text{s}, z = 1050 \text{ m}) \cdot Z = \frac{1050 - 300}{300} \cdot 60\pi = 94,25 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\text{V} \quad r_A = 0,2 \quad r_B = 0,1 \quad r_C = 0,05 \quad B = 0,5$$

$$e = \oint (\vec{v} \times \vec{B}) d\vec{l} \quad v = \omega \cdot r \quad \omega_A = \frac{2\pi}{60 \cdot 60} \quad \omega_B = \frac{2\pi}{12 \cdot 60 \cdot 60} \quad \omega_C = \frac{2\pi}{60}$$

$$e = \int \omega \cdot r \cdot B \cdot dr = \omega B \frac{r^2}{2} \quad e_A = \omega_A B \frac{r_A^2}{2} = 17,4533 \cdot 10^{-6} \quad e_B = \omega_B B \frac{r_B^2}{2} = 3,6361 \cdot 10^{-7}$$

$$e_C = \omega_C B \frac{r_C^2}{2} = 6,545 \cdot 10^{-5}$$

17.)&18.) brzina i indukcija su uvijek okomiti, smjer induciranog napona se određuje pravilom desne ruke, + pol je na vrhu kazaljke.

$$U_{AB} = e_A - e_B = 17,09 \cdot 10^{-6}$$

$$U_{AC} = e_A - e_C = -48 \cdot 10^{-6}$$

19.)&20.) sat se nalazi u položaju zaokrenutom za $\varphi = \omega \cdot t = 0,5 \cdot 2 = 180^\circ$ odnosno za $\varphi = \omega \cdot t = 0,5 \cdot 4 = 360^\circ$ u odnosu na prvotni položaj.

U tim položajima su brzina gibanja kazaljke C zbog rotacije oko y-osi i indukcija kolinearni pa je napon koji nastaje zbog rotacije oko y-osi u tom trenutku jednak nuli. Kazaljka A je u osi rotacije pa se u njoj ne inducira napon jer ne siječe silnice indukcije (u te dvije sekunde se praktički nije pomaknula). Zato je napon u tom trenutku isti kao i u prošlom zadatku jer sat i dalje otkucava i nalazi se u istoj ravnini.

TEORIJA:

1.) U statičkim uvjetima struja pomaka iznosi nula. U statičkim uvjetima sve derivacije su jednake nuli.

$$\vec{J}_{pom} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = 0$$

2.) Za dobivanje homogenog magnetskog polja koriste se Helmholtzovi svici.

3.) Program FLUX (koji se koristi na labosima) koristi metodu konačnih elemenata.

4.) Za rješavanje Laplaceove jednačbe $\Delta\varphi = 0$ potreban je Dirichletov rubni uvjet, a to znači da mora biti poznat potencijal na granici domene.

5.) Struja magnetiziranja teče kroz primar transformatora.

6.) Električno polje jednoliko nabijene kugle rješava se primjenom Gaussovog zakona.

7.) Magnetski dipolni moment \vec{m} ovisi linearno o površini S petlje c kojom teče struja I . $\vec{m} = \vec{a}_n IS$
 S je površina strujne petlje c kojom teče struja I , a \vec{a}_n je normala na petlju koja se dobije obilaskom petlje u smjeru struje I po pravilu desne ruke.

8.) Vremenska promjena magnetske indukcije \vec{B} uzrokuje vrtloženje električnog polja \vec{E} .

$$\text{rot} \vec{E} = \nabla \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$

9.) Jedinica vektora polarizacije \vec{P} je C/m^2 (kulon po kvadratu).

$$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E} \quad \left[\frac{F}{m} \frac{V}{m} = \frac{C}{m^2} \right] \quad Q = CU \quad [C = F \cdot V] \quad (\text{kulon} = \text{farad} \cdot \text{volt})$$

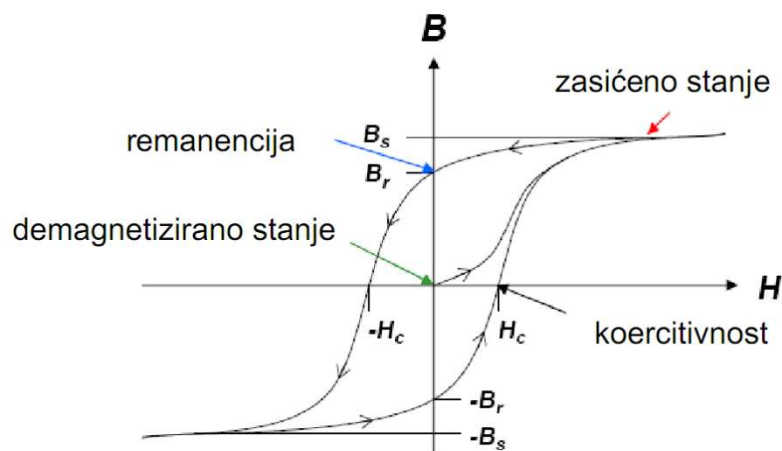
električna susceptibilnost dielektrika χ_e je broj bez dimenzije

dielektrična permitivnost ima jedinicu F/m (farad po metru) što se može dobiti iz Gaussovog zakona:

$$\epsilon = \frac{Q}{E \cdot S} \quad \left[\frac{C}{V/m \cdot m^2} = \frac{C}{Vm} = \frac{F}{m} \right]$$

jedinica električnog polja je V/m (volt po metru) jer je $E=U/d$

10.) petlja histereze:



B_r – remanentna indukcija

H_c – koercitivna sila