

A. Pertanyaan

- ① •) Titik 1 berada di kurva merah, (gambar b)

kita ketahui bahwa $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$

hal ini menunjukkan hubungan $B \sim \frac{1}{r}$

katena titik 1 B masih besar, dengan r cukup kecil, maka titik ini adalah a,

Jadi 1 a,

-) Titik 2 berada pada kurva biru,

pada daerah ini $B \sim r$ (berbanding lurus). dengan mengingat kembali hukum Faraday,

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{dB}{dt} A$$

$$\int E \cdot dr = -A \frac{dB}{dt}$$

$$\left| \frac{dB}{dt} \right| = A |E| t$$

$$\left| \frac{dB}{dt} \right| = A |E| t$$

sehingga $\frac{dB}{dt} \sim |E| t \sim \text{linear}$

Did daerah ini medan listrik sangat kuat karena muatan sedang diisi

Jadi titik 2 adalah b, $\rightarrow 2b$

c) Pada titik 3, $B \sim \frac{1}{r}$

titik yang cocok adalah c dan d.

② Diketahui, $B_y = B_m \sin(kz - \omega t)$

a) Hal ini berarti Medan magnet beraksi ke arah sumbu y, dan merambat ke sumbu z positif

b) Kita ketahui dari Vektor pointing,

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{B}$$

$$\hat{k} = \vec{E} \times \hat{j}$$

Jadi medan listrik \vec{E} beraksi ke arah sumbu x positif

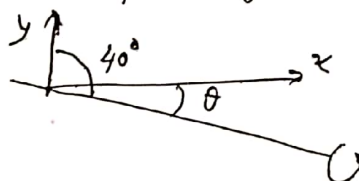
③ a) jika cahaya tidak terpolarisasi, maka sebagian intensitasnya,

$$\text{atau } I = \frac{1}{2} I_0$$

atau sebagian intensitasnya sama,

b) jika cahaya terpolarisasi sejajar sumbu x,

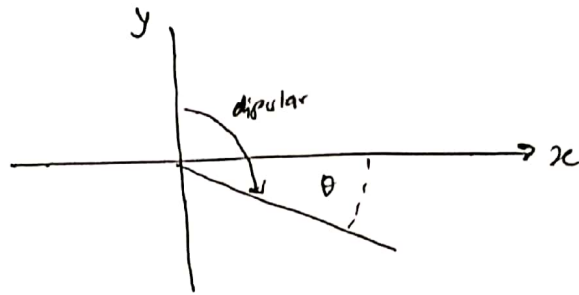
Cahaya diputar searah jarum jam 40° , sehingga arah polarisasinya



$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

sehingga sebagian I akan bertambah

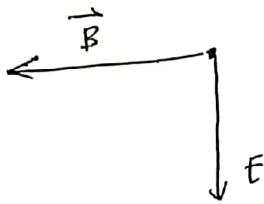
- 3) c) terpolarisasi sejajar sumbu y



katena arah sumbu y tegak lurus sumbu x, sehingga

I yang melewati lembaran akan menurun dan hilang

4



Sesuai dengan Vektor pointing

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{B}$$

$$\vec{S} = -\hat{j} \times -\hat{i}$$

$$\text{jadi } \vec{S} = -\hat{k}$$

jadi gelombang merambat masuk bidang

- 5) Tidak ada Cahaya yang di transmisikan, artinya $\cos^2 \alpha = 0$
 $\alpha = 90^\circ$

2) Sudut nya berarti lembar 1 : $35^\circ \times 2 = 70^\circ \rightarrow$ diputar 180°

Berarti sudutnya lembar 1 $\rightarrow 90^\circ - 70^\circ = 20^\circ$

2) Sudut lembar 5 $\rightarrow 45^\circ \times 2 = 90^\circ$ jadi sudut nya 90°

B. Soal

- ① a) fluks yang melalui permukaan atas adalah $+ (0,30T) \pi r^2$, dimana $r = 0,020 \text{ m}$.

fluks melalui bawah adalah $+0,70 \text{ mWb}$.

karena fluks total harus nol, maka fluks yang melalui sisi harus negatif,
dan tepatnya menghilangkan total dari fluks yang telah disebutkan (atas, bawah)

Jadi fluks yang melalui sisi besarnya adalah $1,1 \text{ mWb}$

$$\text{atau fluks atas} + \text{fluks bawah} = 0,37 \times 10^{-3} + 0,70 \times 10^{-3} = 1,1 \times 10^{-3} \text{ Wb} \\ = 1,1 \text{ mWb}$$

Jadi fluks total :

$$(\text{fluks atas} + \text{fluks bawah}) + \text{fluks sisi} = 0$$

$$1,1 \text{ mWb} + \text{fluks sisi} = 0$$

$$\text{fluks sisi} = -1,1 \text{ mWb}$$

$$\text{atau } |\text{fluks sisi}| = 1,1 \text{ mWb}$$

b) arahnya ke dalam permukaan

- ② a) fluks dapat kita cari,

$$\phi_E = \int_0^r \epsilon \cdot 2\pi r dr = \epsilon (0,5) (2\pi) \int_0^r \left(1 - \frac{r}{R}\right) r dr$$

$$\phi_E = \epsilon \pi \left(\frac{1}{2} r^2 - \frac{r^3}{3R} \right)$$

Dari hukum Induksi Maxwell kita punya,

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

maka:

$$B(2\pi r) = \epsilon_0 \mu_0 \pi \left(\frac{1}{2} r^2 - \frac{r^3}{3R} \right)$$

Untuk $r = 0,020 \text{ m}$ dan $R = 0,03 \text{ m}$

$$B = \frac{1}{2\pi r} \times \epsilon_0 \mu_0 \pi \left(\frac{1}{2} r^2 - \frac{r^3}{3R} \right)$$

$$B = \frac{1}{2\pi (0,02)} \times 8,85 \times 10^{-12} \times 4\pi \times 10^{-7} \pi \left(\frac{1}{2} (0,02)^2 - \frac{(0,02)^3}{3(0,03)} \right)$$

$$B = 3,09 \times 10^{-20} \text{ T}$$

b) Sekarang $r > R$, mempunyai r sebagai batas atas, batas atasnya sekoran R ,

$$\text{jadi, } \phi_E = \pi \left(\frac{1}{2} R^2 - \frac{R^3}{3R} \right) = \frac{1}{6} \pi R^2$$

$$\text{maka } \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

$$B(2\pi r) = \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{6} \pi R^2 \right)$$

$$B = \frac{1}{6} \epsilon_0 \mu_0 \pi R^2 \left(\frac{1}{2\pi r} \right)$$

Untuk $r = 0,05 \text{ m}$,

$$B = \frac{\epsilon_0 \mu_0 R^2}{12 r} = \frac{8,85 \times 10^{-12} (4\pi \times 10^{-7}) (0,03)^2}{12 (0,05)} = 1,67 \times 10^{-20} \text{ T}$$

③ Intensitas adalah rata-rata dari vektor Poynting,

$$I = S_{avg} = \frac{c B_m^2}{2\mu_0} = \frac{(3 \times 10^8)(1 \times 10^{-4})^2}{2 \times 4\pi \times 10^{-7}} = 1,2 \times 10^6 \text{ W/m}^2$$

④ a) Amplitudo medan magnet adalah

$$B_m = \frac{E_m}{c} = \frac{2 \text{ V/m}}{2,998 \times 10^8 \text{ m/s}} = 6,67 \times 10^{-9} \text{ T} \approx 6,7 \times 10^{-9} \text{ T}$$

b) karena gelombang \vec{E} berosilasi dalam arah z dan merambat dalam arah x , maka kita punya $B_x = B_z = 0$, jadi osilasi medan magnet adalah sejajar sumbu y .

c) arah $(+x)$ dari perambatan gelombang EM ditentukan oleh $\vec{E} \times \vec{B}$,
 $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{B}$,

jika medan listrik berarah dalam $+z$, maka medan magnet harus berarah $-y$.

sehingga,

$$B_y = B_m \cos \left[\pi \times 10^{15} \left(t - \frac{x}{c} \right) \right]$$
$$= \frac{2 \cos \left(10^{15} \pi \left(t - \frac{x}{c} \right) \right)}{3 \times 10^8}$$

$$B_y = (6,7 \times 10^{-9}) \cos \left(10^{15} \pi \left(t - \frac{x}{c} \right) \right)$$

$$5) a) \quad I = \frac{E_m^2}{2\mu_0 c}$$

$$E_m = \sqrt{2\mu_0 c I}$$

$$= \sqrt{2(4\pi \times 10^{-7})(3 \times 10^8)(10 \times 10^{-6})}$$

$$E_m = 8,7 \times 10^{-2} \text{ V/m}$$

b) Amplitudo medan magnet

$$B_m = \frac{E_m}{c} = \frac{8,7 \times 10^{-2} \text{ V/m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 2,9 \times 10^{-10} \text{ T}$$

c) Pada sebuah jarak dari Transmitter, Intensitas $= \frac{P}{2\pi r^2}$

P adalah daya dari transmitter melalui permukaan setengah bola,

$$\text{Sehingga, } P = 2\pi r^2 I = 2\pi (10 \times 10^3)^2 (10 \times 10^{-6}) = 6,3 \times 10^3 \text{ W}$$

6) Persamaan $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ menyaran bahwa kemiringan I terhadap r^2

adalah $\frac{P}{4\pi}$.

$$\text{gradien grafik} = \frac{I}{r^2} = \frac{200}{10} = 20$$

$$\text{maka : } \frac{P}{4\pi} = 20 \rightarrow P = 4\pi(20) = 2,5 \times 10^2 \text{ W}$$

7.) Kita misalkan I_0 adalah intensitas cahaya yang tidak terpolarisasi yang datang pada polarisator pertama.

Intensitas yang di transmisikan nya

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

dan arah polarisasi transmisi nya adalah $\theta_1 = 40^\circ$ berlawanan jarum jam dari sumbu y.

•) Arah polarisasi lembaran kedua adalah $\theta_2 = 20^\circ$ searah jarum jam dari sumbu y, sehingga sudut antara arah polarisasi yang datang pada lembaran dan arah polarisasi pada lembaran adalah :

$$40^\circ + 20^\circ = 60^\circ$$

maka, intensitas yang di transmisikan nya adalah,

$$I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 60^\circ$$

dan arah polarisasi dari cahaya yang di transmisikan nya adalah 20° searah jarum jam dari sumbu y.

•) Arah polarisasi dari lembaran ketiga adalah $\theta_3 = 40^\circ$ berlawanan jarum jam dari sumbu y. sehingga sudut antara arah polarisasi cahaya datang pada lembaran dan arah polarisasi pada lembaran adalah :

$$20^\circ + 40^\circ = 60^\circ$$

Intensitas yang di transmisikan nya adalah :

$$I_3 = I_2 \cos^2 60^\circ = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 60^\circ = 3,1 \times 10^{-2} I_0$$

Jadi, 3,1 % intensitas cahaya awal yang di transmisikan.

8) Kita ketahui beberapa titik pada kurva adalah nol (saat $\theta_2 = 0$ dan 90°)

kita simpulkan bahwa lembaran 2 tegak lurus terhadap satu dan lembaran lainnya

pada $\theta_2 = 0^\circ$ dan tegak lurus terhadap lembaran yang lain ketika $\theta_2 = 90^\circ$.

Tanpa kehilangan keumuman, kita pilih $\theta_1 = 0^\circ$ dan $\theta_3 = 90^\circ$.

Sekarang, ketika $\theta_2 = 30^\circ$, ini akan menjadi $\Delta\theta = 30^\circ$ relatif terhadap lembaran 1

dan $\Delta\theta' = 60^\circ$ relatif terhadap lembaran 3. Sehingga

$$\frac{I_f}{I_i} = \frac{1}{2} \cos^2(\Delta\theta) \cos^2(\Delta\theta') = 9,4\%$$

9) a) Besar medan listrik pada titik P adalah

$$E = \frac{V}{l} = \frac{iR}{l} = (25A) \left(\frac{1 \Omega}{300m} \right) = 0,0833 \text{ V/m}$$

arah dari medan listrik \vec{E} pada titik P adalah sumbu x positif (+x).

Sama seperti arah arus.

b) Kita gunakan hukum Ampere

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i, \text{ maka}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) (25)}{2\pi (1,25 \times 10^{-3})} = 4 \times 10^{-3} \text{ T}$$

arah dari \vec{B} di titik P adalah +z (terarah keluar bidang gambar)

9) c) dan $\vec{S} = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0}$

Besar dan Vektor pointing adalah:

$$S = \frac{EB}{\mu_0} = \frac{(0,0833)(4 \times 10^{-3})}{2(4\pi \times 10^{-7})} = 265 \text{ W/m}^2$$

d) karena \vec{S} berarah dalam arah $\vec{E} \times \vec{B}$, dengan menggunakan aturan tangan kanan, maka \vec{S} berarah pada $-y$.

10) a) Untuk resistor silinder seperti pada gambar, arah medan magnet adalah dalam $-\hat{\theta}$, atau arah searah jarum jam. kemudian, medan listrik arahnya sama dengan arah arus, $-\hat{z}$. karena $\vec{S} = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0}$, maka \vec{S} adalah:

$$\vec{S} = (-\hat{z}) \times (-\hat{\theta}) = -\hat{r} \text{ atau berarah ke dalam (secara radial)}$$

b) $E = \frac{V}{l} = \frac{iR}{l}$ dan $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$

sehingga, $S = \frac{EB}{\mu_0} = \frac{1}{\mu_0} \left(\frac{iR}{l} \right) \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi a} \right) = \frac{i^2 R}{2\pi a l}$

Besar dan S adalah konstan, maka:

$$\int S \cdot dA = SA = \left(\frac{i^2 R}{2\pi a l} \right) (2\pi a l) = i^2 R$$

terbukti

Good luck