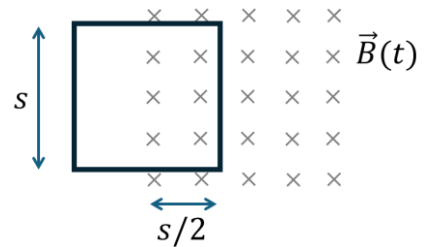




**SOLUSI UJIAN II FISIKA DASAR IIA (FI-1201)**  
**SEMESTER 2, TAHUN 2023/2024**  
**KAMIS, 30 MEI 2024, PUKUL 10.00-12.00 WIB**

Gunakan konstanta berikut:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

1. Sebuah kawat konduktor loop berbentuk persegi dengan sisi  $s = 2,0 \text{ cm}$  dan memiliki resistansi total  $R = 20 \Omega$ . Setengah bagian loop ditempatkan di sebuah daerah bermedan magnet seragam yang berarah tegak lurus bidang masuk bidang kertas (lihat gambar). Besar medan magnet berubah terhadap waktu,  $B(t) = 2,0 + 4t^2 \text{ mT}$ .
- Tentukan besar (sebagai fungsi waktu) dan arah arus listrik induksi yang mengalir pada loop (searah atau berlawanan arah jarum jam) dan berikan alasannya.
  - Jika kawat loop kemudian digeser ke kanan dengan laju konstan  $v = 4,0 \text{ cm/s}$ , tentukan luas area loop sebagai fungsi dari waktu
  - Tentukan besar ggl induksi total, sebagai fungsi dari waktu, saat kawat loop digeser ke kanan dengan laju konstan  $v = 4,0 \text{ cm/s}$



**Solusi:**

a. Karena medan magnet akan membesar dengan waktu yang terus bertambah, sehingga berdasarkan Hukum Lenz, kawat loop akan menghasilkan medan magnet induksi yang melawan medan magnet asal, yaitu ke arah luar bidang kertas. Jadi dengan menggunakan aturan tangan kanan, arus listrik yang mengalir pada loop berlawanan arah jarum jam.

Pilih arah normal keluar bidang kertas. Fluks magnetik yang melalui kawat loop adalah

$$\Phi_m = B(t)A \cos 180^\circ = -(2,0 + 4t^2) \left( \frac{0,02^2}{2} \right) \times 10^{-3} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$
$$\Phi_m = -(4 \times 10^{-7} + 8 \times 10^{-7} t^2)$$

GGL Induksinya adalah

$$\mathcal{E}_{\text{in}}(t) = -\frac{d\Phi_m}{dt} = 16 \times 10^{-7} t \text{ V}$$

Jadi arus induksi yang mengalir adalah

$$I_{\text{in}}(t) = \frac{\mathcal{E}_{\text{in}}(t)}{R} = \frac{16 \times 10^{-7} t}{20}$$

$$I_{\text{in}}(t) = 8 \times 10^{-8} t \text{ A}$$

b. Jika loop juga ditarik ke kanan dengan laju  $v$ , maka luasan yang terlingkupi medan magnet juga berubah terhadap waktu,

$$A(t) = \left( \frac{s}{2} + vt \right) s$$

$$A(t) = 2(1 + 4t)$$

$$A(t) = (2 + 8t) \text{ cm}^2$$

**Alternatif Jawaban:**

Luas loop nya tetap (karena dalam soal tidak ditulis luasan yang terlingkupi medan magnet) sehingga luasnya adalah

$$A(t) = (s)s = 4 \text{ cm}^2$$

c. Jika pada saat  $t = 0$ , posisi kawat dari ujung daerah bermedan magnetik adalah  $s/2$  (cm), maka

Fluks magnetiknya adalah

$$\Phi_m = B(t)A(t) \cos 180^\circ = -(2,0 + 4t^2) \times 10^{-3} (2 + 8t) \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

$$\Phi_m = B(t)A(t) \cos 180^\circ = -(4 + 16t + 8t^2 + 32t^3) \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

untuk  $0 < t < s/(2v)$  (**ketika belum semua loop ada dalam medan magnet**) dan

$$\Phi_m = B(t)A(t) \cos 180^\circ = -(2 + 4t^2) \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

$$\Phi_m = B(t)A(t) \cos 180^\circ = -(8 + 16t^2) \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

untuk  $t > s/(2v)$  (**ketika semua loop ada dalam medan magnet**)

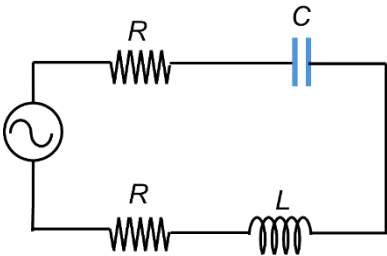
Jadi GGL induksi totalnya adalah

$$\mathcal{E}_{\text{in}}(t) = -\frac{d\Phi_m}{dt} = \begin{cases} (16 + 16t + 96t^2) \times 10^{-7} \text{ V}, & 0 < t < s/2v \\ (32t \times 10^{-7}) \text{ V}, & t > s/2v \end{cases}$$

Jika diambil sesuai gambar, yaitu  $s = 2$  cm, dan  $v = 4$  cm/s maka

$$\mathcal{E}_{\text{in}}(t) = -\frac{d\Phi_m}{dt} = \begin{cases} (16 + 8t + 96t^2) \times 10^{-7} \text{ V}, & 0 < t < 0,25 \text{ s} \\ (32t \times 10^{-7}) \text{ V}, & t > 0,25 \text{ s} \end{cases}$$

2. Sebuah sumber tegangan AC dengan gaya gerak listrik (ggl) maksimum 26 V dihubungkan secara seri dengan dua buah resistor yang masing-masing nilai hambatannya  $6\ \Omega$  serta sebuah kapasitor dengan kapasitansi  $200\ \mu\text{F}$  dan induktor dengan induktansi  $100\ \text{mH}$  seperti ditunjukkan pada gambar. Frekuensi sudut generator ( $\omega$ ) bernilai  $200\ \text{rad/s}$ .



- Tentukan impedansi dari rangkaian.
- Tentukan arus maksimum yang keluar dari generator.
- Buat diagram fasor tegangan dan arus, kemudian tentukan beda fase,  $\phi$ , antara arus dan ggl (nyatakan dalam  $\tan^{-1} \phi$ ).

**Solusi:**

- $X_L = \omega L$  dan  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  sehingga  $X_L = 20\ \Omega$  dan  $X_C = 25\ \Omega$

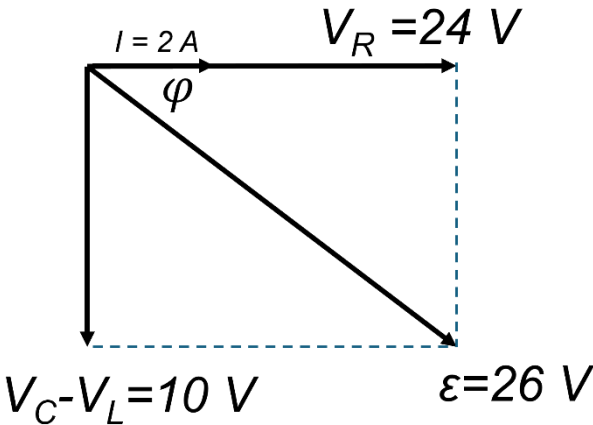
Hambatan totalnya  $R = 12\ \Omega$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Maka  $Z = 13\ \Omega$

- $I_m = \frac{\varepsilon_M}{Z}$  sehingga arus maksimum  $I_m = 2\ \text{A}$

- Beda fase nya  $\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$  sehingga  $\tan \phi = -\frac{5}{12}$



3. Gelombang elektromagnetik merambat di vakum pada arah sumbu  $x$  positif di ruang vakum dan memiliki medan listrik

$$\vec{E}(x,t) = (0,3 \text{ V/m}) \cos \left[ \left( \pi \times 10^6 \text{ s}^{-1} \right) \left( t - \frac{x}{c} \right) \right] \hat{k}$$

- a. Tentukan vektor medan magnet,  $\vec{B}(x,t)$  dari gelombang elektromagnetik tersebut.
- b. Tentukan vektor Poynting  $\vec{S}(x,t)$  dari gelombang elektromagnetik tersebut.
- c. Tentukan intensitas gelombang elektromagnetik tersebut.

Solusi:

(a)  $\vec{B}(x,t) = (-10^{-9} \text{ T}) \cos \left[ \left( \pi \times 10^6 \text{ s}^{-1} \right) \left( t - \frac{x}{c} \right) \right] \hat{j}.$

(b)  $\vec{S}(x,t) = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_o}$

$$\vec{S}(x,t) = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_o}$$

$$\vec{S}(x,t) = \frac{(3 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2) \cos^2 \left[ \left( \pi \times 10^6 \text{ s}^{-1} \right) \left( t - \frac{x}{c} \right) \right]}{4\pi \times 10^{-7}} \hat{i}$$

$$\vec{S}(x,t) = \frac{(3 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2) \cos^2 \left[ \left( \pi \times 10^6 \text{ s}^{-1} \right) \left( t - \frac{x}{c} \right) \right]}{4\pi} \hat{i}$$

(c)

$$I = \text{rata - rata vektor poynting}$$

$$I = \frac{S_{max}}{2}$$

$$I = \frac{3 \times 10^{-3}}{8\pi} \text{W/m}^2$$

4. Cahaya dengan panjang gelombang 600 nm jatuh pada dua celah yang cukup lebar sehingga terjadi peristiwa inteferensi dan difraksi. Terdapat pola dua terang yang berurutan pada sudut  $\sin \theta = 0,2$  dan  $\sin \theta = 0,3$ . Pada layar, diketahui maksimum orde keempat hilang.
- Tentukan jarak antar celah,  $d$ .
  - Tentukan lebar celah,  $a$ .
  - Buatlah sketsa grafik intensitas terhadap  $\sin \theta$ .

**Solusi:**

- a. Maksimum terjadi pada:

$$\begin{aligned} d\sin\theta &= m\lambda \\ 0,2d &= m\lambda \quad \text{dan} \quad 0,3d = (m+1)\lambda \\ 0,3d &= \left(\frac{0,2d}{\lambda} + 1\right)\lambda \\ 0,3d &= 0,2d + \lambda \rightarrow d = \frac{600 \times 10^{-9}}{0,1} = 6 \times 10^{-6}m \end{aligned}$$

- b. Jika  $a$  = lebar celah, maka minima untuk difraksi 1 celah terjadi pada sudut  $\theta$ , dimana

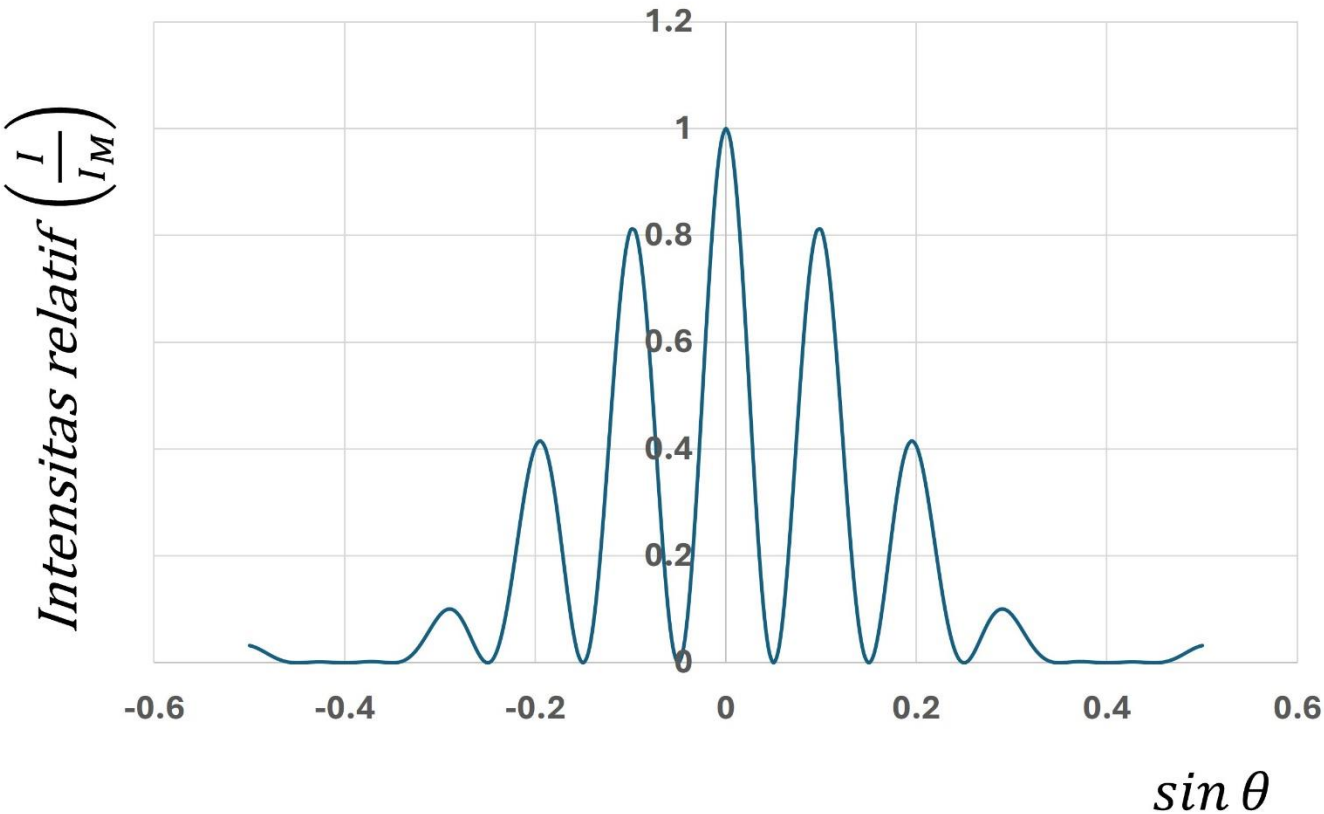
$$a\sin\theta = m\lambda$$

Karena interferensi maksimum orde ke-4 hilang, berarti titik ini jatuh pada difraksi minima. Sehingga:

$$a\sin\theta = m\lambda \quad \text{dan} \quad d\sin\theta = 4\lambda$$

$$a = \frac{d}{4} = \frac{6 \times 10^{-6}}{4} = 1,5 \times 10^{-6} m$$

- c. Sketsa gambar



- Keterangan:
- Menuliskan sumbu-sumbu dengan benar
  - Pola terang gelap mengikuti pola interferensi
  - Ada pola difraksi (amplitudo mengikuti pola difraksi)
  - Menuliskan angka-angka pada sumbu secara benar

5. Diketahui fungsi kerja suatu logam X adalah 1,8 eV. Logam ini disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang 663 nm sehingga terjadi peristiwa efek fotolistrik. ( $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ )

- Tentukan energi kinetik maksimum dari elektron yang terlepas.
- Tentukan potensial penghenti,  $V_p$ , untuk peristiwa fotolistrik tersebut.
- Tentukan panjang gelombang maksimum atau panjang gelombang ambang dari cahaya yang digunakan agar peristiwa efek fotolistrik masih bisa terjadi.

**Solusi:**

- Energi foton  $E_f = (hc)/\lambda$ , maka cahaya dengan panjang gelombang 663 nm akan memiliki energi foton sebesar  $(6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8)/(663 \times 10^{-9}) = 3,0 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,875 \text{ eV}$ . Energi kinetik maksimum yang dapat dimiliki elektron terpancar adalah  $K = E_f - \phi = 1,875 - 1,8 = 0,075 \text{ eV}$  atau  $1,2 \times 10^{-20} \text{ J}$ .
- Energi potensial yang diperlukan untuk menghentikan efek fotolistrik ini  $E_p = K = q_{\text{elektron}} \times V_p$ . Maka nilai potensial penyetop  $V_p = E_p/q_{\text{elektron}} = 0,075 \text{ eV}/1e = 0,075 \text{ volt}$
- Karena fungsi kerja logam X adalah 1,8 eV maka energi foton  $E_f$  minimum agar efek fotolistrik dapat berlangsung adalah 1,8 eV. Karena  $E_f = (hc)/\lambda$ , maka panjang gelombang maksimum yang memenuhi adalah  $\lambda = (hc)/E_f = (6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8)/(1,80 \times 1,6 \times 10^{-19}) = 691 \text{ nm}$