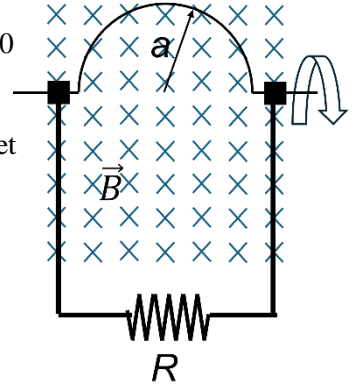




SOLUSI UJIAN II FISIKA DASAR IIA (FI-1201)
SEMESTER 2, TAHUN 2023/2024
KAMIS, 30 MEI 2024, PUKUL 13.00-15.00 WIB

Gunakan konstanta berikut: $c = 3 \times 10^8$ m/s, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m.

1. Sebuah kawat dibentuk menjadi setengah lingkaran dengan luas setengah lingkaran 10 cm^2 . Kawat tersebut lalu dihubungkan dengan resistor dengan besar hambatan, $R = 25 \Omega$ seperti terlihat pada gambar. Kawat setengah lingkaran tersebut kemudian diputar dengan kelajuan sudut konstan, $\omega = 40 \text{ rad/s}$, di tengah-tengah medan magnet homogen 20 mT .
- Tentukan amplitudo gaya gerak listrik yang terinduksi dalam loop.
 - Tentukan besar daya disipasi rata-rata pada hambatan.



Solusi:

- a. Dari persamaan hukum Faraday-Lenz

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} \text{ dengan } \varphi = BA_{\text{total}} \cos \theta$$

Total fluks yang menembus bidang adalah $\varphi = BA_0 \cos 0 + BA \cos \theta$ dimana A_0 adalah luas area ketika kawat setengah lingkaran berada pada kondisi sudut $\theta = 90^\circ$ dan 270° atau luas permukaan jika kawat di bagian atas berbentuk lurus sedangkan A adalah luas setengah lingkaran.

$$\text{Maka besar ggl nya adalah } \varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d(BA_0 \cos 0 + BA \cos \theta)}{dt} = BA \frac{d\theta}{dt} \sin \theta$$

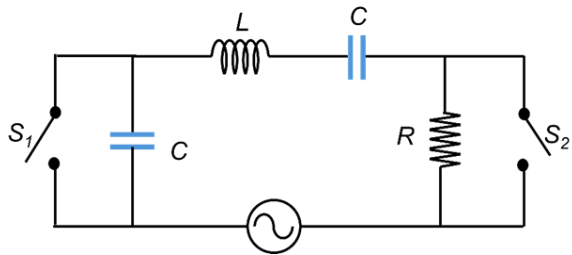
$$\text{Maka nilai ggl maksimumnya adalah } \varepsilon_m = 0,02 \times 0,001 \times 40$$

$$\varepsilon_m = 8 \times 10^{-4} \text{ V}$$

b. Daya disipasi rata-rata adalah $P = \frac{\varepsilon_m^2}{2R}$ maka $P = \frac{(8 \times 10^{-4})^2}{2 \times 25}$

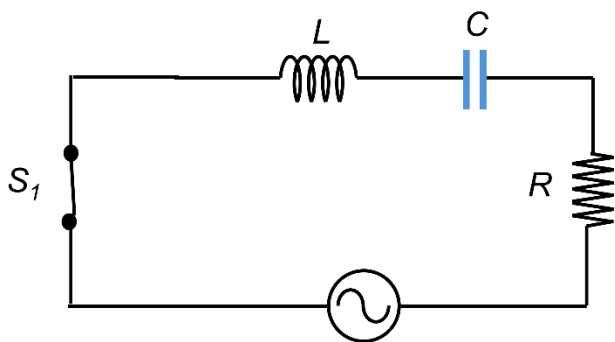
$$P = 1,28 \times 10^{-8} \text{ W}$$

2. Gambar di samping menunjukkan rangkaian RLC dengan dua kapasitor identik dan dua saklar yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC dengan gaya gerak listrik (ggl) maksimum 12,0 V, dan frekuensi sudutnya $\omega = 100 \text{ rad/s}$. Nilai hambatan pada resistor adalah $R = 120 \, \Omega$, kapasitansi pada masing-masing kapasitor adalah $C = 200 \, \mu\text{F}$, dan induktansi pada induktor adalah 100 mH. Mula-mula kedua saklar dalam keadaan terbuka, lalu kemudian saklar S_1 tertutup, sedangkan saklar S_2 dibiarkan terbuka.
- Tentukan besar impedansi rangkaian.
 - Tentukan besar arus maksimum, I_{max} .
 - Tentukan faktor daya rangkaian.



Solusi:

- Ketika kedua saklar terbuka maka arus akan melewati satu kapasitor, induktor, dan resistor.



Untuk satu kapasitor, nilai reaktansinya adalah $X_C = \frac{1}{\omega C}$ maka $X_C = 50 \, \Omega$.

Nilai reaktansi induktifnya $X_L = \omega L$ adalah $X_L = 10 \, \Omega$

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

$Z = \sqrt{120^2 + (10 - 50)^2}$ sehingga $Z = 40\sqrt{10} \, \Omega$.

- Besar arus maksimumnya adalah $I_m = \frac{\varepsilon_m}{Z}$

$$I_m = \frac{12}{40\sqrt{10}}$$

$$I_m = \frac{3\sqrt{10}}{100} \text{ A}$$

- Faktor daya rangkaian adalah $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ maka nilainya adalah $\frac{3\sqrt{10}}{10}$

3. Gelombang elektromagnetik merambat sejajar arah sumbu x di ruang vakum dan memiliki vektor medan magnet

$$\vec{B}(x, t) = -(8 \times 10^{-9}) \cos[(3 \times 10^4 \pi)x + \omega t] \hat{j} \text{ T}$$

dengan x dalam meter dan t dalam sekon.

- Tentukan arah perambatan gelombang elektromagnetik tersebut.
- Tentukan frekuensi dari gelombang elektromagnetik tersebut.
- Tentukan vektor medan listrik, $\vec{E}(x, t)$ dari gelombang elektromagnetik tersebut.

Solusi:

- Gelombang EM merambat ke arah sumbu x negatif

$$\text{b. } k = \frac{2\pi}{\lambda} = 3 \times 10^4 \pi \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{3 \times 10^4 \pi} = \frac{2}{3} \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$c = \lambda f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{2}{3} \times 10^{-4}} = \frac{9}{2} \times 10^{12} \text{ Hz}$$

$$\text{c. } c = \frac{E_m}{B_m} \rightarrow E_m = cB_m = 3 \times 10^8 \times (8 \times 10^{-9}) = 2,4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \left(\frac{9}{2} \times 10^{12} \right) = 9\pi \times 10^{12} \text{ rad/s}$$

$$\vec{E}(x, t) = -E_0 \cos\{(3 \times 10^4 \pi)x + \omega t\} \hat{k}$$

$$\vec{E}(x, t) = \left(-2,4 \frac{\text{V}}{\text{m}}\right) \cos\{(3\pi \times 10^4)x + (9\pi \times 10^{12})t\} \hat{k}$$

Tanda negatif (-) karena gelombang merambat ke sumbu X negatif, sedangkan arah rambat gelombang elektromagnetik searah dengan $\vec{E} \times \vec{B}$

$$(-\hat{k}) \times (-\hat{j}) = (-\hat{i})$$

4. Cahaya monokromatik dengan panjang gelombang 580 nm melewati sebuah celah sempit tunggal dan membentuk pola difraksi. Jarak antara celah sempit dengan layar cukup jauh.
- a. Jika posisi difraksi minimum pertama berada pada sudut $\pm 90^\circ$, dimana maksimum pusat memenuhi seluruh layar, tentukan lebar celah tersebut.
 - b. Tentukan perbandingan intensitas difraksi yang terbentuk pada sudut 30° relatif terhadap titik pusat maksimum utama.

Solusi:

- a) Titik minimum pertama difraksi ($m = 1$) dapat diperoleh dengan:

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

$$\sin \theta = \sin 90^\circ = \frac{\lambda}{a}$$

$$1 = \frac{\lambda}{a}$$

Sehingga, lebar celah sempit: $a = \lambda = 580 \text{ nm}$

- b) Perbandingan intensitas difraksi yang terbentuk pada sudut 30° relatif terhadap titik pusat maksimum utama:

$$\frac{I}{I_m} = \left[\frac{\sin \left[\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta \right]}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta} \right]^2 = \left[\frac{\sin [\pi \sin(30^\circ)]}{\pi \sin(30^\circ)} \right]^2 = \left[\frac{\sin [0.5\pi]}{0.5\pi} \right]^2 = \frac{4}{\pi^2}$$

Atau

$$\frac{I}{I_m} \approx 0.41$$

5. Sebuah elektron bergerak dalam vakum dan memiliki energi kinetik sebesar 0,90 eV. Massa elektron adalah 9×10^{-31} kg dan konstanta planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s. (1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J)
- Tentukan laju elektron tersebut.
 - Tentukan panjang gelombang de-Broglie dari elektron tersebut.
 - Tentukan panjang gelombang dari sebuah foton dengan energi yang sama besar dengan energi kinetik elektron tersebut.

Solusi:

- a. Energi kinetik elektron $K = (m_e v^2)/2$, sehingga $v = (2K/m_e)^{1/2}$, maka

$$v = (2 \times 0,90 \times 1,6 \times 10^{-19} / 9 \times 10^{-31})^{1/2} = 4\sqrt{2} \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

- b. Dari hubungan de Broglie $\lambda = h/p$, maka diperoleh

$$\lambda = (6,6 \times 10^{-34}) / (4\sqrt{2} \times 10^5 \times 9 \times 10^{-31}) = \frac{11\sqrt{2}}{120} \times 10^{-8} \text{ m}$$

- c. Untuk foton berlaku $E_f = hc/\lambda$ atau $\lambda = hc/E_f$, maka

$$\lambda = (6,6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8) / (0,90 \times 1,6 \times 10^{-19}) = 1,375 \times 10^{-6} \text{ m} = 1375 \text{ nm}$$