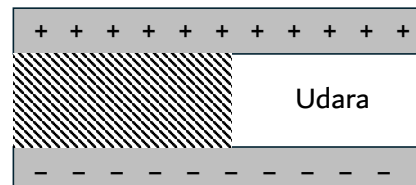




SOLUSI UJIAN III FISIKA DASAR IIA (FI-1201)
SEMESTER 2, TAHUN 2023/2024
RABU, 12 JUNI 2024, PUKUL 09.00-11.00 WIB

Gunakan konstanta berikut: $\pi = 3,14$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$,
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. Sebuah kapasitor tersusun atas dua buah plat paralel berbentuk persegi dengan panjang sisi 2 mm dan memiliki jarak pisah $8,85 \mu\text{m}$. Setengah dari kapasitor berisi material dielektrik dengan konstanta $K = 3,0$ (lihat gambar). Kapasitor ini dihubungkan dengan baterai 16,0 V.
- Berapa nilai kapasitansi dari kapasitor tersebut?
 - Berapa energi yang tersimpan dalam kapasitor tersebut?



Solusi

Tinjau sistem kapasitor sebagai sistem yang ekuivalen dengan dua kapasitor tersusun paralel:

$$C_{\text{udara}} = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8,85 \times 10^{-12} \times \frac{(2 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-3})}{8,85 \times 10^{-6}} \text{ F} = 2,0 \times 10^{-12} \text{ F} = 2,0 \text{ pF}$$

$$C_{\text{material}} = K C_{\text{udara}} = 3,0 \times 2,0 \text{ pF} = 6,0 \text{ pF}$$

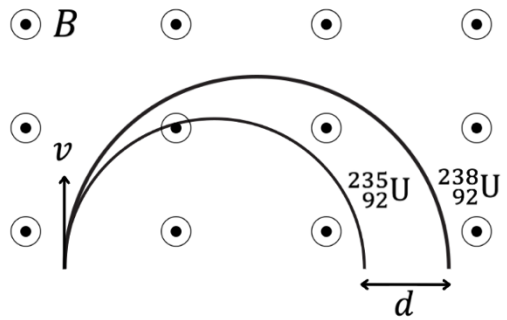
(a) Nilai kapasitansi kapasitor:

$$C_{\text{tot}} = C_{\text{udara}} + C_{\text{material}} = 8,0 \text{ pF}$$

(b) Energi yang tersimpan dalam kapasitor:

$$U = \frac{1}{2} C_{\text{tot}} V^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-12} \times 16,0^2 \text{ J} = 1,024 \times 10^{-9} \text{ J} = 1,024 \text{ nJ}$$

2. Dua isotop uranium $^{235}_{92}\text{U}$ dan $^{238}_{92}\text{U}$ yang terionisasi (muatan dari masing-masing isotop adalah $+e$) dilepas dengan kecepatan $v = 1,6 \times 10^5 \text{ m/s}$ ke dalam area dengan medan magnet homogen berkekuatan $B = 200,0 \text{ mT}$ (lihat gambar). Diketahui bahwa massa $^{235}_{92}\text{U}$ adalah $3,90 \times 10^{-25} \text{ kg}$ dan massa $^{238}_{92}\text{U}$ adalah $3,95 \times 10^{-25} \text{ kg}$. Perhitungkan hanya gaya interaksi antara masing-masing isotop dengan medan magnet, dan abaikan gaya interaksi antara kedua isotop tersebut satu sama lain. Setelah masing-masing isotop membentuk lintasan setengah lingkaran, keduanya kemudian ditangkap oleh detektor.
- Hitung d , yaitu jarak antara posisi ditangkapnya isotop $^{235}_{92}\text{U}$ dan $^{238}_{92}\text{U}$ oleh detektor (nyatakan dalam cm).
 - Hitung waktu yang dibutuhkan oleh setiap isotop untuk menempuh lintasan setengah lingkaran tersebut (nyatakan dalam μs).



Solusi

(a) Hukum Newton pada masing-masing isotop adalah

$$F = ma = \frac{mv^2}{r}$$

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

Sehingga, jari-jari lintasan adalah

$$r = \frac{mv}{eB}$$

Maka, jari-jari lintasan $^{235}_{92}\text{U}$ adalah

$$r_{235} = \frac{m_{235}v}{eB} = \frac{3,90 \times 10^{-25} \times 1,6 \times 10^5}{1,6 \times 10^{-19} \times 200,0 \times 10^{-3}} \text{ m} = 1,95 \text{ m} = 195,0 \text{ cm}$$

Dan jari-jari lintasan $^{238}_{92}\text{U}$ adalah

$$r_{238} = \frac{m_{238}v}{eB} = \frac{3,95 \times 10^{-25} \times 1,6 \times 10^5}{1,6 \times 10^{-19} \times 200,0 \times 10^{-3}} \text{ m} = 1,975 \text{ m} = 197,5 \text{ cm}$$

Oleh karena itu, jarak antara posisi ditangkapnya isotop $^{235}_{92}\text{U}$ dan $^{238}_{92}\text{U}$ oleh detektor adalah

$$d = 2(r_{238} - r_{235}) = 2 \times 2,5 \text{ cm} = 5,0 \text{ cm}$$

(b) Waktu yang dibutuhkan oleh setiap isotop untuk menempuh lintasan setengah lingkaran adalah jarak yang ditempuh dibagi dengan besar kecepatannya,

$$t = \frac{\pi r}{v}$$

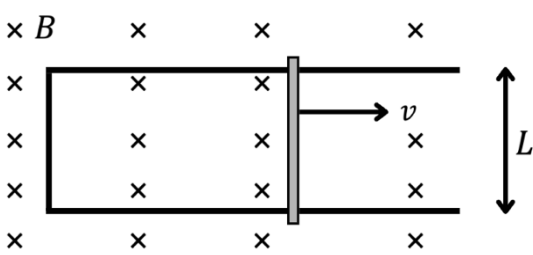
Maka, waktu yang dibutuhkan oleh $^{235}_{92}\text{U}$ adalah

$$t_{235} = \frac{\pi r_{235}}{v} = \frac{3,14 \times 1,95}{1,6 \times 10^5} \text{ s} = 38,27 \mu\text{s}$$

Dan waktu yang dibutuhkan oleh $^{238}_{92}\text{U}$ adalah

$$t_{238} = \frac{\pi r_{238}}{v} = \frac{3,14 \times 1,975}{1,6 \times 10^5} \text{ s} = 38,76 \mu\text{s}$$

3. Sebuah batang konduktor memiliki hambatan sebesar $0,03\ \Omega$. Batang tersebut ditarik ke kanan dengan kecepatan konstan $v = 2,5\ \text{m/s}$ dalam area dengan medan magnet homogen sebesar $B = 0,6\ \text{T}$. Jika arah medan magnet adalah masuk ke dalam bidang kertas, dan $L = 10\ \text{cm}$ (lihat gambar), tentukan:
- gaya gerak listrik (ggl) induksi pada batang,
 - arah arus induksi yang mengalir pada batang,
 - gaya eksternal yang dibutuhkan untuk menjaga agar kecepatan batang tetap konstan.



Solusi

(a) Ggl induksi pada batang adalah

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BA)}{dt} = B \frac{dA}{dt} = BL \frac{dx}{dt} = BLv$$

$$\varepsilon = 0,6 \times 10 \times 10^{-2} \times 2,5\ \text{V} = 0,15\ \text{V}$$

(b) Arah arus induksi pada batang adalah berlawanan arah jarum jam.

(c) Karena ada arus induksi yang mengalir ke arah atas pada batang, maka akan ada gaya magnet ke kiri terhadap arus induksi tersebut yang diakibatkan oleh medan magnet. Agar batang tersebut bergerak dengan kecepatan konstan, maka harus ada gaya eksternal (F_{ext}) ke kanan yang harus kita terapkan. Maka,

$$F_{\text{ext}} = F_B = ILB$$

Kita harus mencari nilai arus induksi I terlebih dahulu yang mengalir pada batang.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,15}{0,03}\ \text{A} = 5\ \text{A}$$

Maka, kita akan mendapatkan

$$F_{\text{ext}} = ILB = 5 \times 10 \times 10^{-2} \times 0,6\ \text{N} = 0,3\ \text{N}$$

4. Dalam rangkaian serial RLC, diketahui bahwa sudut fasa antara sumber tegangan AC dan arus yang mengalir dalam rangkaian adalah sebesar 45° , di mana sumber tegangan mendahului arus. Rangkaian memiliki reaktansi kapasitor sebesar $400\ \Omega$ dan komponen resistor sebesar $200\ \Omega$. Daya rata-rata yang dihasilkan sumber tegangan adalah sebesar 100 W .
- Tentukanlah reaktansi komponen induktor.
 - Berapakah nilai I_{rms} ?
 - Berapakah nilai V_{rms} dari sumber?

Solusi

(a) Nilai reaktansi induktor:

$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$
$$X_L = R \tan \varphi + X_C = (200\ \Omega \times \tan 45^\circ) + 400\ \Omega = 600\ \Omega$$

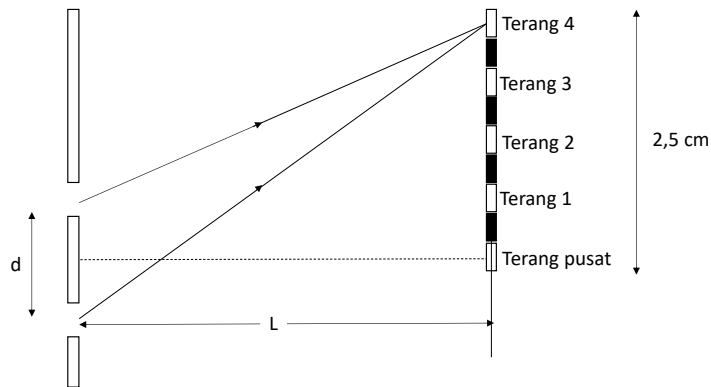
(b) Nilai I_{rms} adalah:

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{100\text{ W}}{200\ \Omega}} = \frac{1}{2}\sqrt{2}\text{ A}$$

(c) Nilai V_{rms} adalah:

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi} = \frac{200}{\cos 45^\circ}\ \Omega = 200\sqrt{2}\ \Omega$$
$$V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}}Z = \frac{1}{2}\sqrt{2}\text{ A} \times 200\sqrt{2}\ \Omega = 200\text{ V}$$

5. Pada suatu percobaan interferensi celah ganda, dihasilkan data seperti gambar di samping. Jika diketahui jarak antar celah $d = 0,08 \text{ mm}$, jarak celah ke layar $L = 1 \text{ m}$, dan jarak antara pola terang pusat ($n = 0$) dan pola terang ke-4 ($n = 4$) adalah $2,5 \text{ cm}$ (lihat gambar), tentukan:
- panjang gelombang cahaya yang digunakan (nyatakan dalam nm),
 - jarak antara pola terang ke-1 dan pola terang ke-2 (nyatakan dalam mm).



Solusi

(a) Gunakan persamaan pola terang: $d \sin \theta = n\lambda$. Karena $\theta \ll$ maka $\sin \theta \approx \tan \theta$. Jika $p = 2,5 \text{ cm} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ maka

$$d \tan \theta = n\lambda$$

$$d \frac{p}{L} = n\lambda$$

$$\lambda = \frac{dp}{nL}$$

Gunakan $n = 4$, akan diperoleh panjang gelombang sebesar:

$$\lambda = \frac{dp}{nL} = \frac{(8 \times 10^{-5})(2,5 \times 10^{-2})}{4 \times 1} = 5 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$$

(b) Dari persamaan di atas, kita memiliki

$$p = \frac{n\lambda L}{d}$$

Untuk pola terang ke-1, gunakan $n = 1$,

$$p_1 = \frac{1 \times 5 \times 10^{-7} \times 1}{0,08 \times 10^{-3}} \text{ m} = 6,25 \text{ mm}$$

Untuk terang ke-2 gunakan $n = 2$,

$$p_2 = \frac{2 \times 5 \times 10^{-7} \times 1}{0,08 \times 10^{-3}} \text{ m} = 12,5 \text{ mm}$$

Maka, jarak antara pola terang ke-1 dan pola terang ke-2 adalah

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 6,25 \text{ mm}$$