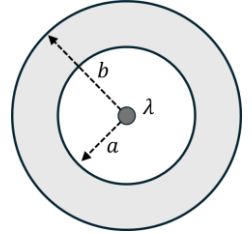




UJIAN I FISIKA DASAR IIA (FI-1201)
SEMESTER 2, TAHUN 2023/2024
SABTU, 30 MAREK 2024, PUKUL 13.00-15.00 WIB

Gunakan konstanta berikut: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.

1. [20 poin] Sebuah batang yang sangat panjang memiliki rapat muatan $\lambda = 44,25 \text{ nC/m}$ dan ditempatkan di sumbu dari silinder konduktor berongga yang netral dan sangat panjang. Silinder memiliki jari-jari dalam $a = 44,25 \text{ cm}$ dan jari-jari luar $b = 88,5 \text{ cm}$ seperti pada gambar.
- [7 poin] Tentukan medan listrik pada daerah $0 < r < a$.
 - [7 poin] Tentukan fluks listrik yang melalui permukaan silinder tertutup yang sesumbu dengan sistem yang berjari-jari $c = 20 \text{ cm}$ dan panjang 2 m .
 - [6 poin] Tentukan rapat muatan listrik permukaan pada permukaan dalam, σ_{dalam} dan permukaan luar kulit silinder, σ_{luar} .



Solusi:

- a. Kita gunakan permukaan Gauss berupa silinder tertutup yang sepusat dengan sistem. Fluks listrik yang melalui permukaan tutup dan alas sama dengan nol, sedangkan fluks listrik yang melalui permukaan selimut adalah

$$\Phi_L = E(2\pi rL)$$

Dengan menggunakan Hukum Gauss, kita dapatkan

$$\Phi_L = E(2\pi rL) = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

sehingga kita dapatkan

$$\vec{E}(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} = \frac{2k_e\lambda}{r} \hat{r}$$

- b. Berdasarkan Hukum Gauss, fluks listrik yang melalui permukaan tertutup sebanding dengan muatan listrik yang terlingkupi. Muatan listrik yang terlingkupi oleh permukaan silinder adalah

$$Q_{\text{enc}} = \lambda L = 88,5 \text{ nC}$$

sehingga

$$\Phi_L = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} = \frac{88,5 \times 10^{-9}}{8,85 \times 10^{-12}} = 10^4 \text{ Vm}$$

- c. Kita gunakan permukaan Gauss berupa silinder tertutup yang sepusat dengan sistem dan berada di dalam konduktor. Karena medan listrik di dalam konduktor sama dengan nol, maka muatan total yang terlingkupi permukaan Gauss juga sama dengan nol, sehingga

$$Q_{\text{enc}} = \sigma_{\text{dalam}}(2\pi aL) + \lambda L = 0$$

dan didapatkan

$$\sigma_{\text{dalam}} = -\frac{\lambda}{2\pi a} = -\frac{1}{2\pi} \times 10^{-7} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \approx -1,6 \times 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

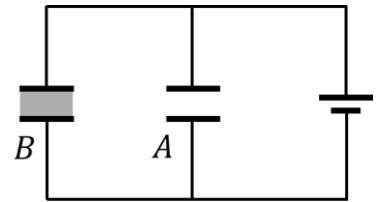
Karena kulit silinder tidak bermuatan maka muatan total sama dengan nol,

$$0 = \sigma_{\text{dalam}}(2\pi aL) + \sigma_{\text{luar}}(2\pi bL)$$

didapatkan

$$\sigma_{\text{luar}} = \frac{\lambda}{2\pi b} = \frac{1}{4\pi} \times 10^{-7} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \approx 0,8 \times 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

2. **[20 poin]** Dua buah kapasitor pelat sejajar A dan B dihubungkan secara paralel dan terhubung dengan sebuah baterai ideal 600 V. Setiap kapasitor memiliki luas penampang 80 cm^2 dan jarak pisah pelat 8,85 mm. Ruang antar pelat pada kapasitor A vakum, sedangkan kapasitor B berisi material dielektrik dengan konstanta dielektrik $\kappa = 3$.



- [7 poin]** Tentukan kapasitansi masing-masing kapasitor.
- [7 poin]** Tentukan energi listrik yang tersimpan pada masing-masing kapasitor.
- [6 poin]** Jika kapasitor kemudian dikosongkan dan kemudian material dielektrik pada kapasitor B dicabut dan diganti menjadi vakum, tentukan muatan listrik yang tersimpan pada kapasitor B.

Solusi:

- Kapasitansi kapasitor A adalah

$$C_A = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{(8,85 \times 10^{-12}) \times (80 \times 10^{-4})}{8,85 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^{-12} \text{ F}$$

Kapasitansi kapasitor B adalah

$$C_B = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d} = 24 \times 10^{-12} \text{ F}$$

- Karena terhubung secara paralel, maka tegangan jepit kedua kapasitor sama, sehingga energi yang tersimpan dalam masing-masing kapasitor adalah

$$E_A = \frac{1}{2} C_A V^2 = 1,44 \times 10^{-6} \text{ J}$$

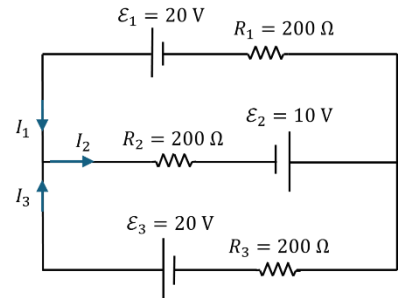
$$E_B = \frac{1}{2} C_B V^2 = 4,32 \times 10^{-6} \text{ J}$$

- Jika material dielektrik pada kapasitor B dicabut dan diganti dengan vakum, maka kapasitansi kapasitor A dan B menjadi sama, $C_A = C_B = 8 \times 10^{-12} \text{ F}$. Muatan listrik yang tersimpan pada masing-masing kapasitor adalah

$$Q_A = C_A V = 4,8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

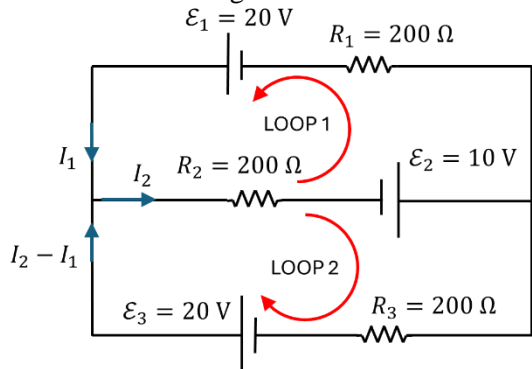
$$Q_B = C_B V = 4,8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

3. **[20 poin]** Tiga buah baterai ideal $\mathcal{E}_1 = 20 \text{ V}$, $\mathcal{E}_2 = 10 \text{ V}$, dan $\mathcal{E}_3 = 20 \text{ V}$ dihubungkan dengan tiga buah resistor identik $R_1 = R_2 = R_3 = 200 \text{ }\Omega$ sehingga membentuk suatu rangkaian seperti pada gambar.
- [7 poin]** Tentukan arus yang melalui resistor R_1 .
 - [7 poin]** Tentukan tegangan jepit resistor R_2 .
 - [6 poin]** Tentukan daya disipasi pada resistor R_3 .



Solusi:

- a. Perhatikan gambar berikut:



Persamaan pada loop 1:

$$0 = \sum \mathcal{E} + \sum IR$$

$$0 = -\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$30 = 200 I_1 + 200 I_2$$

Persamaan pada loop 2:

$$0 = \sum \mathcal{E} + \sum IR$$

$$0 = -\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3 + I_2 R_2 + (I_2 - I_1) R_3$$

$$30 = -200 I_1 + 400 I_2$$

Dari kedua persamaan tersebut, maka kita dapatkan:

$$I_1 = 0,05 \text{ A} \quad \text{dan} \quad I_2 = 0,1 \text{ A}$$

Jadi arus listrik yang melalui R_1 adalah 0,05 A.

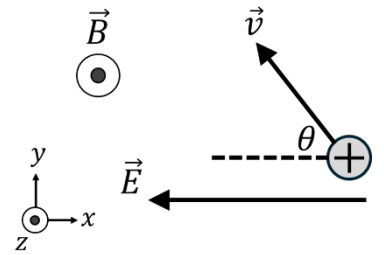
- b. Karena arus listrik yang melalui R_2 adalah $I_2 = 0,1 \text{ A}$, maka tegangan jepit resistor R_2 adalah

$$V_2 = I_2 R_2 = 20 \text{ V}$$

- c. Karena arus listrik yang melalui R_3 adalah $I_3 = I_2 - I_1 = 0,05 \text{ A}$, maka daya disipasi resistor R_3 adalah

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 0,5 \text{ W}$$

4. **[20 poin]** Sebuah partikel bermuatan listrik positif $q = 2 \times 10^{-6}$ C dan bermassa $m = 2 \times 10^{-6}$ kg bergerak dengan laju $v_0 = 100$ m/s pada suatu daerah bermedan listrik dan bermedan magnet seragam. Medan magnet sebesar $B_0 = 1$ T dan berarah tegak lurus keluar bidang kertas, sedangkan besar medan listriknya adalah $E_0 = 100$ V/m dan berarah horizontal ke arah kiri seperti pada gambar. Diketahui partikel bergerak membentuk sudut θ terhadap arah medan listrik dengan $\tan \theta = 3/4$. Abaikan gaya gravitasi.



- [10 poin]** Tentukan besar dan arah gaya listrik dan gaya magnet.
- [10 poin]** Tentukan besar dan arah percepatan gerak partikel.

Solusi:

- Medan listrik dapat dituliskan dalam bentuk vektor $\vec{E} = -E_0 \hat{i}$ dan medan magnetiknya adalah $\vec{B} = +B_0 \hat{k}$.
Kecapatan gerak benda adalah

$$\vec{v} = v_0(-\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j}) = (-80 \hat{i} + 60 \hat{j}) \text{ m/s}$$

Gaya listriknya adalah

$$\vec{F}_L = q\vec{E} = -qE_0 \hat{i} = (-2 \times 10^{-4} \text{ N}) \hat{i}$$

sehingga besar gaya listriknya adalah 2×10^{-4} N pada arah kiri.

Gaya magnetiknya adalah

$$\begin{aligned} \vec{F}_m &= q\vec{v} \times \vec{B} \\ &= \frac{qv_0 B_0}{5} (3 \hat{i} + 4 \hat{j}) \\ &= (1,2 \hat{i} + 1,6 \hat{j}) \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya total yang bekerja pada partikel adalah

$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= \vec{F}_m + \vec{F}_L \\ &= (-0,8 \hat{i} + 1,6 \hat{j}) \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

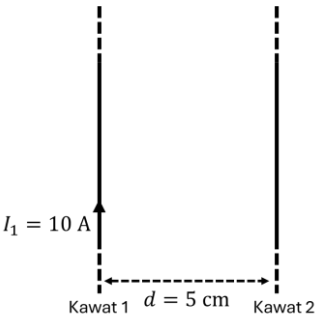
sehingga percepatan gerak partikel adalah

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} = (-40 \hat{i} + 80 \hat{j}) \text{ m/s}^2$$

Jadi besar percepatan gerak benda adalah $40\sqrt{5} \text{ m/s}^2$ ke arah

$$\theta = \tan^{-1}(-2) \approx 117^\circ$$

5. **[20 poin]** Dua kawat yang tergantung vertikal dan sejajar terpisah dengan jarak 5 cm saling tarik-menarik dengan gaya per satuan panjang sebesar 2×10^{-4} N/m. Diketahui arus listrik yang mengalir pada kawat 1 adalah 10 A berarah seperti pada gambar.
- a. **[10 poin]** Tentukan besar dan arah arus listrik (searah atau berlawanan dengan kawat 1) yang mengalir pada kawat 2.
 - b. **[10 poin]** Tentukan jarak dari kawat 1 suatu titik yang memiliki medan magnet total sama dengan nol.



Solusi:

- a. Gaya tarik persatuan panjang antara dua kawat adalah

$$\frac{F_{12}}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

sehingga

$$I_2 = \left(\frac{F_{12}}{L}\right) \frac{2\pi d}{\mu_0 I_1} = 5 \text{ A}$$

Karena saling tarik-menarik, maka arus mengalir pada kedua kawat searah, sehingga arus pada kawat 2 searah dengan kawat 1.

- b. Medan magnetik yang memungkinkan sama dengan nol berada di daerah antara kawat 1 dan kawat 2. Misalkan lokasi titik yang medannya nol berada pada jarak x dari kawat 1. Maka medan magnetik pada titik tersebut adalah

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d - x)}$$

sehingga kita dapatkan

$$x = \frac{I_1 d}{I_1 + I_2} = \frac{10}{3} \text{ cm} = 3,33 \text{ cm}$$