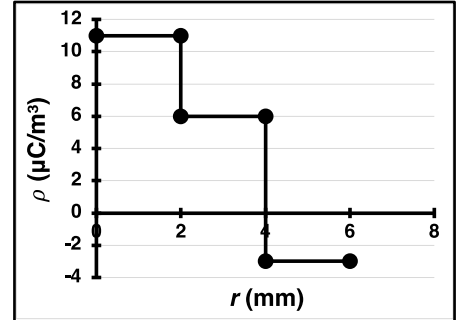




SOLUSI UJIAN I FISIKA DASAR IIA (FI-1201)
SEMESTER 2, TAHUN 2023/2024
SENIN, 1 APRIL 2024, PUKUL 12.00-14.00 WIB

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 bola bermuatan berjari-jari 6 mm memiliki rapat muatan tak seragam. Grafik di samping menunjukkan rapat muatan ρ sebagai fungsi dari jarak r dari pusat bola.
- [7 poin] Tentukan muatan listrik total bola.
 - [7 poin] Tentukan besar medan listrik pada jarak 5,0 mm.
 - [6 poin] Tentukan fluks listrik yang melalui sebuah permukaan bola yang sepusat dengan bola bermuatan dan berjari-jari 8,0 mm.



Solusi:

- a. Muatan listrik total bola adalah

$$Q_{\text{total}} = \int \rho \, dV = \int_{r=0}^{r=R} 4\pi r^2 \rho \, dr$$

Karena ρ bernilai konstan untuk daerah-daerah seperti pada grafik, maka

$$Q_{\text{total}} = \frac{4}{3}\pi[R_1^3\rho_1 + (R_2^3 - R_1^3)\rho_2 + (R_3^3 - R_2^3)\rho_3] = -\frac{16\pi}{3} \times 10^{-15} \text{ C}$$

- b. Muatan listrik yang terlingkupi pada jarak $r = 5 \text{ mm}$ adalah

$$Q_{\text{enc}} = \frac{4}{3}\pi[R_1^3\rho_1 + (R_2^3 - R_1^3)\rho_2 + (r^3 - R_2^3)\rho_3] = \frac{964\pi}{3} \times 10^{-15} \text{ C}$$

Dari hukum Gauss, kita dapatkan

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$$

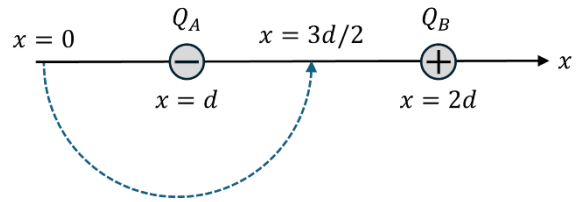
sehingga

$$E = \frac{Q_{\text{enc}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 3,63 \times 10^2 \text{ N/C}$$

- c. Karena permukaan Gauss berada di luar bola, muatan yang terlingkupi sama dengan muatan total bola. Fluks listrik yang melalui permukaan bola

$$\Phi_L = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} = \frac{Q_{\text{total}}}{\epsilon_0} = -\frac{16\pi}{3\epsilon_0} \times 10^{-15} \text{ Nm}^2/\text{C}$$

2. **[20 poin]** Dua buah partikel bermuatan listrik $Q_A = -Q$ dan $Q_B = +Q$ masing-masing ditempatkan di sepanjang sumbu x di $x_A = d$ dan $x_B = 2d$. Asumsikan bahwa potensial di titik tak hingga sama dengan nol.



- [6 poin]** Tentukan gaya listrik antara muatan A dan muatan B.
- [7 poin]** Tentukan potensial listrik di titik $x = 0$.
- [7 poin]** Tentukan usaha oleh gaya listrik untuk memindahkan muatan q dari titik $x = 0$ ke titik $x = 3d/2$ melalui lintasan setengah lingkaran seperti pada gambar.

Solusi:

- Gaya listrik pada muatan A oleh muatan B adalah

$$\vec{F}_{AB} = \frac{kQ_A Q_B}{|\vec{r}_A - \vec{r}_B|^3} (\vec{r}_A - \vec{r}_B) = \frac{kQ^2}{d^2} \hat{i}$$

- Potensial listrik di titik $x = 0$ adalah

$$V(0) = \frac{kQ_A}{d} + \frac{kQ_B}{2d} = -\frac{kQ}{2d}$$

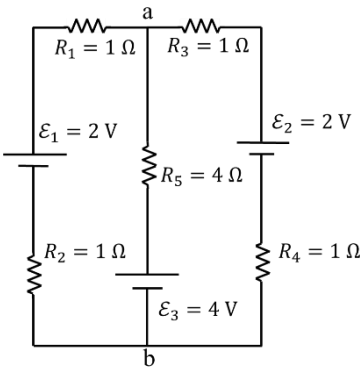
- Potensial listrik di titik $x = 3d/2$ adalah

$$V\left(\frac{3d}{2}\right) = \frac{kQ_A}{d/2} + \frac{kQ_B}{d/2} = 0$$

Usaha untuk memindahkan muatan q dari titik $x = 0$ ke titik $x = 3d/2$ adalah

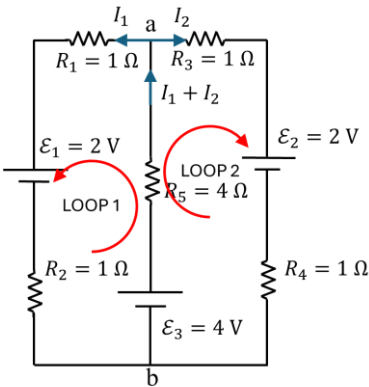
$$W = -q\Delta V = -q \left[V\left(\frac{3d}{2}\right) - V(0) \right] = -\frac{kQq}{2d}$$

3. **[20 poin]** Sebuah rangkaian listrik terdiri dari lima buah resistor dan tiga buah baterai ideal. Nilai resistansi resistor adalah $R_1 = 1\ \Omega$, $R_2 = 1\ \Omega$, $R_3 = 1\ \Omega$, $R_4 = 1\ \Omega$ dan $R_5 = 4\ \Omega$ dan ggl baterai adalah $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2\text{ V}$ dan $\mathcal{E}_3 = 4\text{ V}$ seperti ditunjukkan pada gambar.
- [7 poin]** Tentukan arus listrik yang mengalir pada resistor R_1 dan R_5 .
 - [6 poin]** Tentukan beda potensial antara titik a dan b
 - [6 poin]** Tentukan daya disipasi pada resistor R_5 .



Solusi:

- Lihat diagram loop berikut:



Loop 1:

$$2 - 4 + I_1(R_1 + R_2) + (I_1 + I_2)R_5 = 0$$

$$3I_1 + 2I_2 = 1$$

Loop 2:

$$2 - 4 + I_2(R_3 + R_4) + (I_1 + I_2)R_5 = 0$$

$$2I_1 + 3I_2 = 1$$

sehingga didapatkan $I_1 = I_2 = 0,2\text{ A}$. Jadi arus yang mengalir pada resistor R_1 adalah $I_1 = 0,2\text{ A}$ dan arus yang mengalir pada resistor R_5 adalah $I_1 + I_2 = 0,4\text{ A}$.

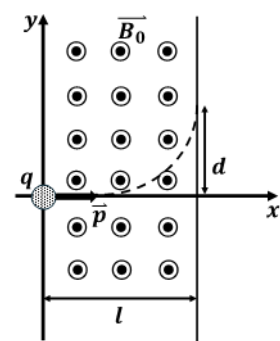
- Beda potential antara titik a dan b adalah

$$V_{ab} = \sum \mathcal{E} + \sum IR = \mathcal{E}_4 - (I_1 + I_2)R_5 = \frac{12}{5}\text{ V} = 2,4\text{ V}$$

- Daya disipasi pada resistor R_5 adalah

$$P = (I_1 + I_2)^2 R_5 = \frac{16}{25}\text{ W} = 0,64\text{ W}$$

4. [20 poin] Sebuah partikel bermassa m dan bermuatan listrik q bergerak dengan kecepatan \vec{v} ketika memasuki daerah bermedan magnetik seragam sebesar B_0 sepanjang l . Diketahui ketika keluar dari daerah bermedan magnetik, partikel terdefleksi sejauh d ke arah sumbu- y positif seperti ditunjukkan pada gambar.
- a. [10 poin] Tentukan jari-jari lintasan partikel ketika berada di daerah bermedan magnet. Nyatakan jawaban Anda dalam m, v_0, B_0, d dan l
- b. [10 poin] Tentukan muatan listrik (besar dan tandanya) q . Nyatakan jawaban Anda dalam m, v_0, B_0, d dan l



Solusi:

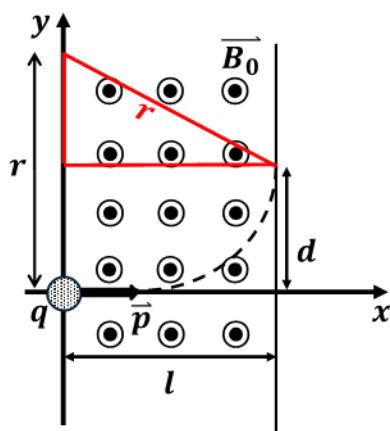
- a. Karena kecepatan partikel tegak lurus terhadap medan magnet, maka partikel bergerak melingkar beraturan dengan gaya magnet sama dengan gaya sentripetalnya,

$$qvB_0 = \frac{mv^2}{R}$$

sehingga kita dapatkan

$$R = \frac{mv}{qB_0}$$

- b. Dari geometri pada gambar di samping, kita bisa dapatkan hubungan



$$R^2 = (r - d)^2 + l^2 \quad \rightarrow \quad R = \frac{d^2 + l^2}{2d}$$

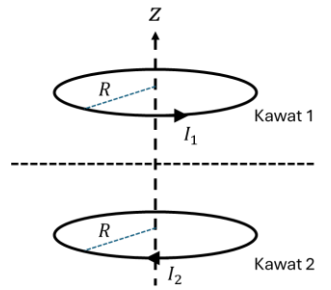
sehingga

$$\frac{mv}{qB_0} = \frac{d^2 + l^2}{2d}$$

dan kita dapatkan

$$q = \frac{2mvd}{B_0(d^2 + l^2)}$$

5. **[20 poin]** Dua buah kawat melingkar identik berjari-jari $R = 30$ cm dialiri arus listrik masing-masing sebesar $I_1 = 1,25$ A berlawanan arah jarum jam dan I_2 searah jarum jam seperti pada gambar. Kawat pertama ditempatkan di $z = +3R/2$ dan kawat kedua ditempatkan di $z = -3R/2$. Diketahui medan magnetik di titik $z = R/2$ sama dengan nol.
- a. **[10 poin]** Tentukan arus yang mengalir pada kawat 2.
- b. **[10 poin]** Tentukan medan magnetik total di $z = 0$.



Solusi:

- a. Medan magnet oleh kawat loop adalah

$$B(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{[R^2 + (z - z_s)^2]^{3/2}}$$

Jadi medan magnet total di $z = R/2$ adalah

$$0 = \frac{\mu_0 I_1}{2} \frac{R^2}{[R^2 + R^2]^{3/2}} - \frac{\mu_0 I_2}{2} \frac{R^2}{[R^2 + 4R^2]^{3/2}}$$

$$I_1 \frac{R^2}{2R^3\sqrt{2}} = I_2 \frac{R^2}{5R^3\sqrt{5}}$$

$$I_2 = \frac{5I_1}{4}\sqrt{10} = \frac{25}{16}\sqrt{10} \text{ A}$$

- b. Medan magnetik di titik $z = 0$ adalah

$$\begin{aligned} \vec{B}(0) &= \frac{\mu_0 I_1}{2} \frac{R^2}{R^3} - \frac{\mu_0 I_2}{2} \frac{R^2}{R^3} \hat{k} \\ &= -\frac{\mu_0 I_1}{2R} \left(\frac{5}{4}\sqrt{10} - 1 \right) \hat{k} \end{aligned}$$