

Nama : Elpin Nurul Fahmayani

Npm : 2013022038

Prodi : Pendidikan Fisika B

UTS Kelistrikan dan Kemagnetan

1. Empat Partikel bermuatan listrik terdistribusi sebagai berikut : $q_1 (4,0) : 2 \text{ Stat.C}$, $q_2 (0,3) : 5 \text{ Stat.C}$, $q_3 (4,3) : 10 \text{ Stat.C}$, dan $q_4 (0,0) : -1 \text{ Stat.C}$.

Tentukan : Medan listrik pada posisi $(0,0)$, dimana jarak dalam centimeter, dengan $k = 1 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^2 / \text{stat.C}^2$. Hitung :

- Gaya Coulomb yg dialami oleh muatan q_4
- Medan listrik pada titik $(0,0)$ atau muatan q_4
- Potensial listrik pada titik $(0,0)$
- Berapa besar usaha yg dilakukan untuk memindahkan keempat muatan tsb.

Jawab :

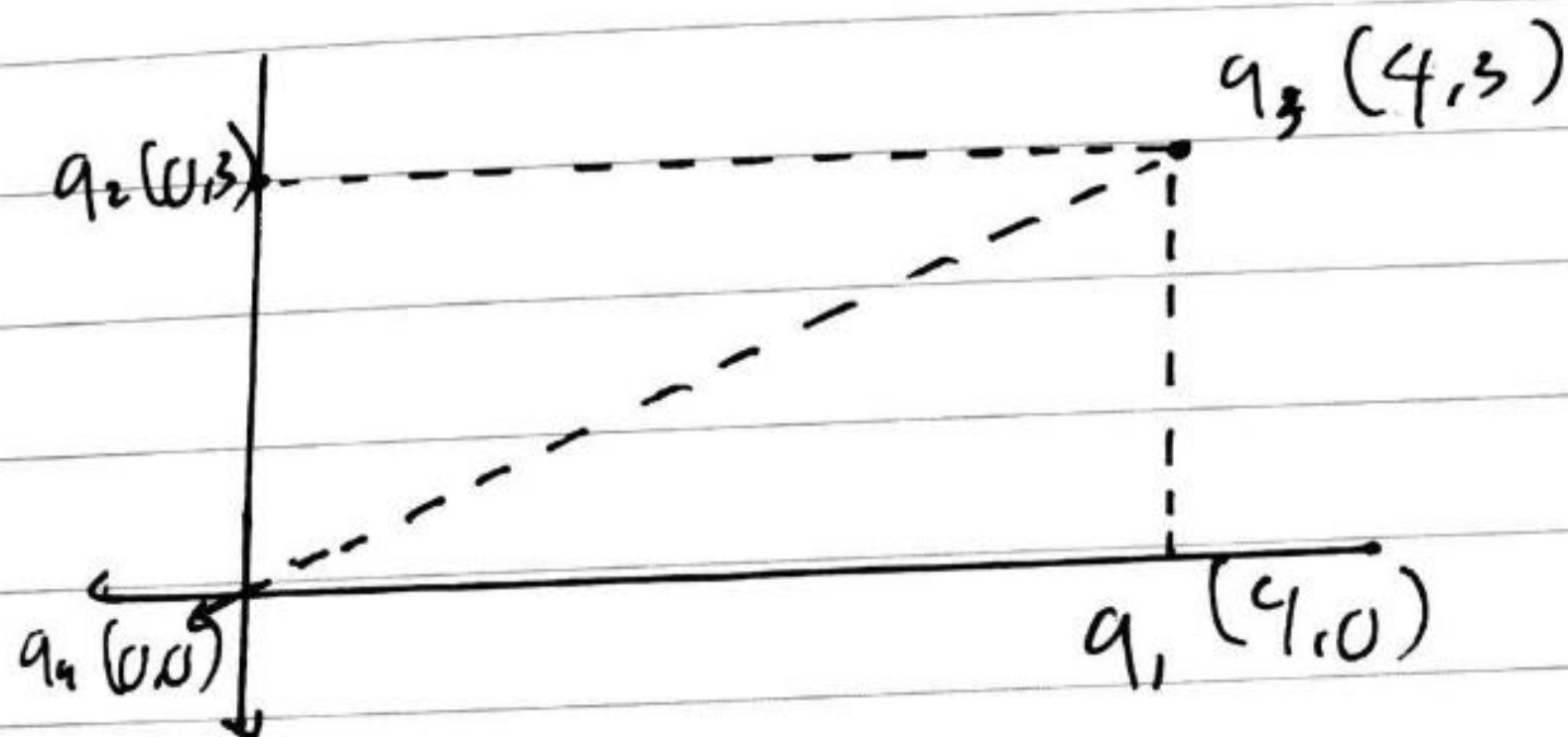
$$q_1 : +2 \text{ Stat.C} \rightarrow (4,0)$$

$$q_2 : 5 \text{ Stat.C} \rightarrow (0,3)$$

$$q_3 : 10 \text{ Stat.C} \rightarrow (4,3)$$

$$q_4 : -1 \text{ Stat.C} \rightarrow (0,0)$$

$$k = 1 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^2 / \text{stat.C}^2$$



- a. Gaya Coulomb pada q_4

$$F : q_4 \cdot k \left[\frac{q_1}{r_{01}^2} \cdot \hat{r}_{01} + \frac{q_2}{r_{02}^2} \cdot \hat{r}_{02} + \frac{q_3}{r_{03}^2} \cdot \hat{r}_{03} \right]$$
$$= -1 \cdot 1 \left[\frac{2}{16} (-1) + \frac{5}{9} (j) + \frac{10}{25} \frac{(-4i - 3j)}{5} \right]$$

$$= 1 \left[\frac{2}{16} (i) + \frac{5}{9} (j) + \frac{40}{125} (i) + \frac{30}{125} (j) \right]$$

$$= \left[\left(\frac{2}{16} + \frac{40}{125} \right) i + \left(\frac{5}{9} + \frac{30}{125} \right) j \right]$$

$$= [(0,4445) i + (0,796) j]$$

$$F : \tan \text{ arc } \frac{0,796}{0,445}$$

b.) Medan listrik pada muatan q_4

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = 1 \cdot \frac{2}{4^2} (\hat{i}) = \frac{2}{16} (\hat{i})$$

$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = 1 \cdot \frac{5}{3^2} (\hat{j}) = \frac{5}{9} (\hat{j})$$

$$E_3 = k \frac{q_3}{r_3^2} = 1 \cdot \frac{10}{5^2} (\hat{i}) = \frac{10}{25} \left(\frac{4\hat{i} + 3\hat{j}}{5} \right)$$

$$E = \frac{2}{16} \hat{i} + \frac{5}{9} \hat{j} + \frac{40\hat{i}}{125} \hat{i} + \frac{30}{125} \hat{j}$$

$$E = \left(\frac{2}{16} + \frac{40}{125} \right) \hat{i} + \left(\frac{5}{9} + \frac{30}{125} \right) \hat{j}$$

c.) Potensial listrik pada titik (0,0)

$$V = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} \right)$$

$$= 1 \left(\frac{2}{4} + \frac{5}{3} + \frac{10}{5} \right)$$

$$= 1 \left(\frac{30 + 100 + 120}{60} \right)$$

$$= 1 \left(\frac{250}{60} \right)$$

$$= 4.167 \text{ dyne.cm}$$

d) $W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$

$$W_1 = 0$$

$$W_2 = V_2 \cdot Q_2 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{5} = 2 \text{ dyne.cm}$$

$$W_3 = V_3 \cdot Q_3 = \left(k \frac{q_1}{r_{13}} + k \frac{q_2}{r_{23}} \right) q_3$$

$$= 1 \cdot \frac{2}{3} + 1 \cdot \frac{5}{4} \cdot 10$$

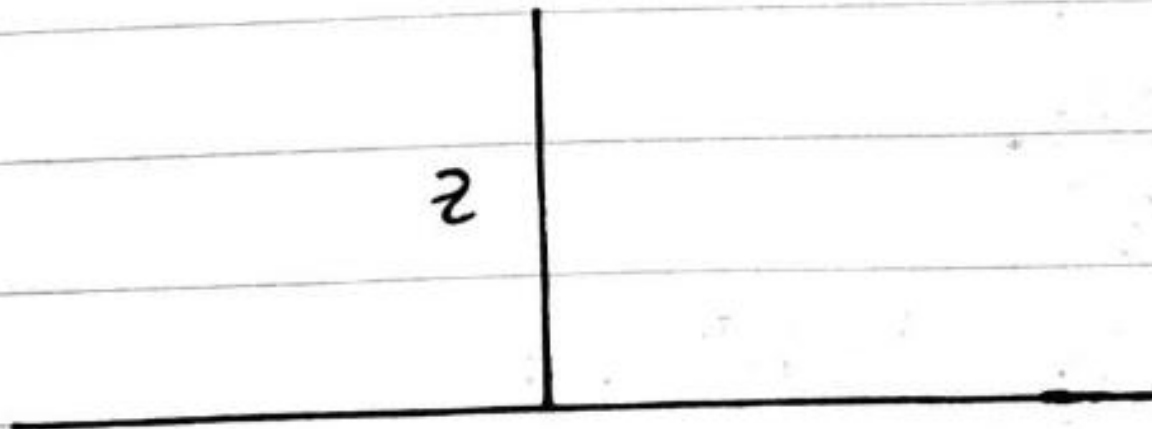
$$= 19.16 \text{ dyne.cm}$$

$$W_4 = V_4 \cdot Q_4 = \left(k \frac{q_1}{r_{14}} + k \frac{q_2}{r_{24}} + k \frac{q_3}{r_{34}} \right)$$

$$= \left(1 \cdot \frac{2}{4} + 1 \cdot \frac{5}{3} + 1 \cdot \frac{10}{5} \right) = \left(\frac{50}{12} \right) \cdot 1 = 4.16 \text{ dyne.cm}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tot}} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \\
 &= 0 + 2 + 15,16 + 9,16 \\
 &= 25,32 \text{ dyn-cm}
 \end{aligned}$$

2. Sebuah kawat lurus panjangnya a membawa muatan seragam λ . Hitung medan listrik di titik P diatas kawat yg berjarak z ditengah-tengah kawat



Jawab :

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2(\lambda dx)}{r^2} \cos \theta \hat{r} \rightarrow \theta = \frac{z}{r}$$

$$r = \sqrt{z^2 + x^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{\frac{1}{2}a} \frac{2\lambda z}{(z^2 + x^2)^{3/2}} dx$$

$$= \frac{2\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{x}{z^2 \sqrt{z^2 + x^2}} \right]_0^{\frac{1}{2}a}$$

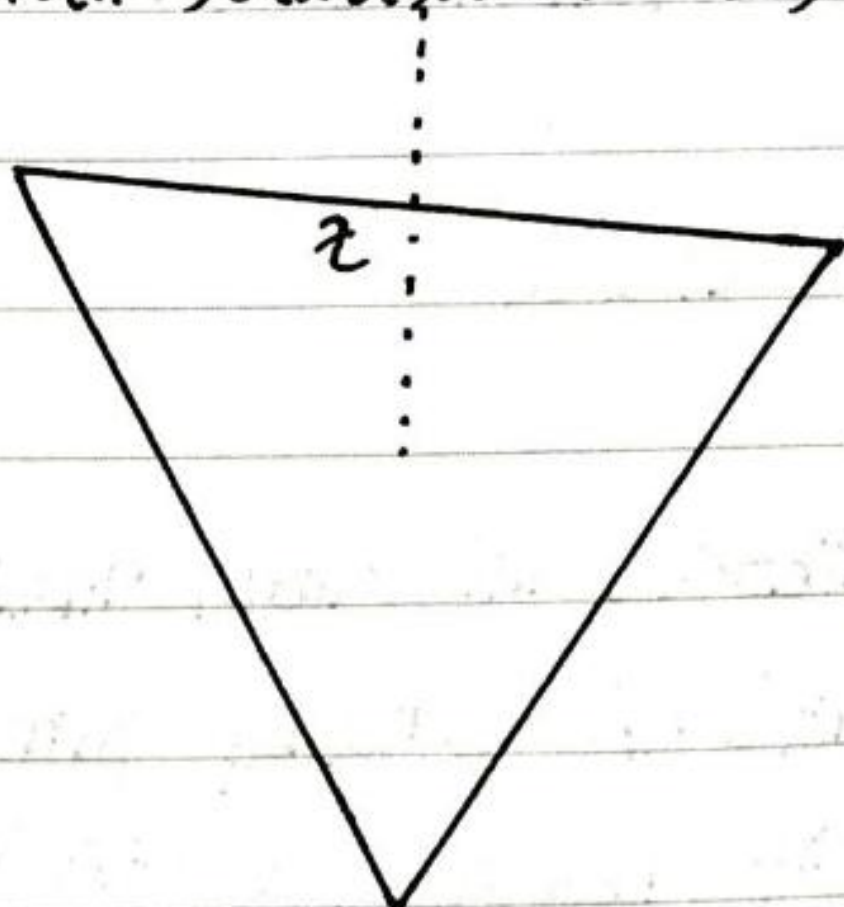
$$= \frac{2\lambda \cdot z \cdot \frac{1}{2}a}{4\pi\epsilon_0 \cdot z^2 \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2}a)^2}}$$

$$= \frac{\lambda a}{4\pi\epsilon_0 \cdot z \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2}a)^2}}$$

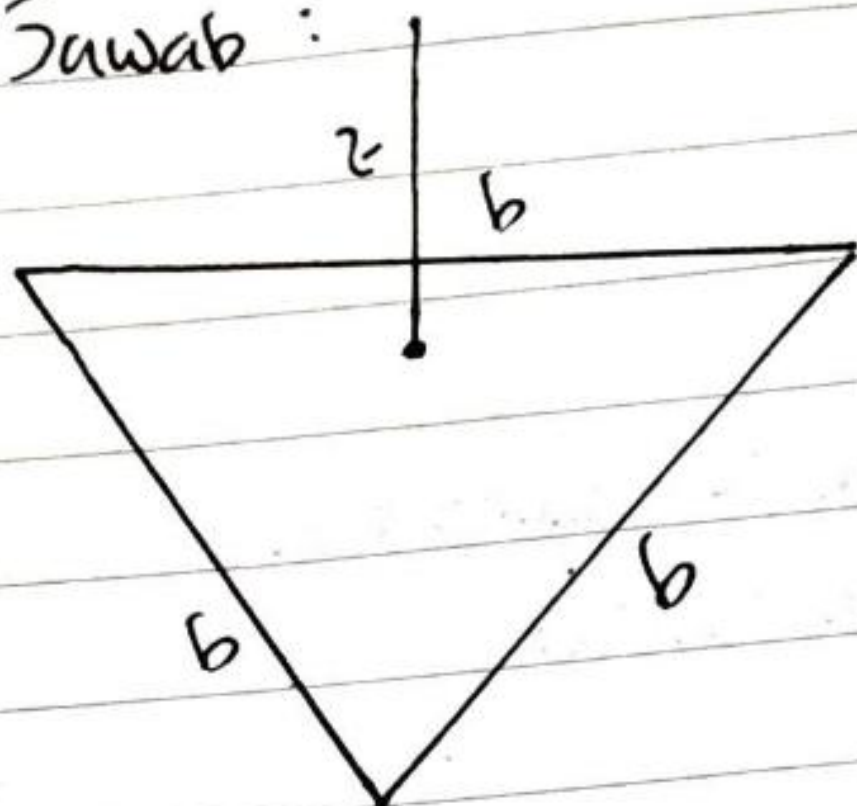
$$= \frac{\lambda a}{4\pi\epsilon_0 \cdot z \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2}a)^2}}$$

Jadi, medan listrik pada kawat yg panjang a adalah $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda a}{z^2}$

3. Hitung medan listrik sebuah z ditengah-tengah segitiga sama sisi yg panjang sisinya b . Uraikan jawabanmu dgn gambar lengkap



Jawab :



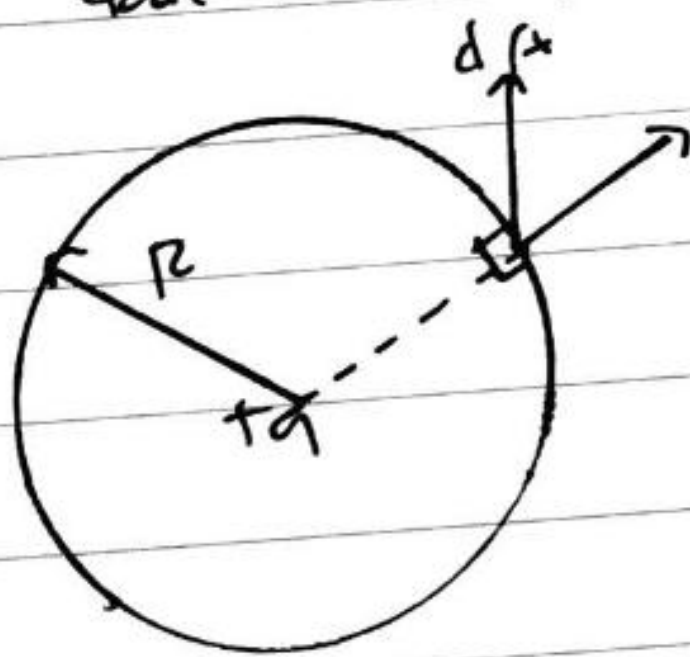
$$\begin{aligned} \text{luas segitiga} &= \frac{1}{2} a \times t \\ &= \frac{1}{2} \cdot b \cdot b \\ &= \frac{1}{2} b^2 \end{aligned}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{2 b \lambda}{z^2}$$

$$E = 4 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2 \lambda (\frac{1}{2} b^2) \cdot z}{z^2 + (\frac{1}{2} b^2) \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2} b^2)^2}}$$

$$E = \frac{1}{\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda (b^2) z}{z^2 + (\frac{1}{4} b^4) \sqrt{z^2 + \frac{1}{4} b^4}}$$

9. Apa yang anda ketahui tentang hukum Gauss. (Jelaskan secara verbal, laka gambar permukaan Gauss dan Jelaskan secara simbolik (rumus) sesuai definisi dan gambar yg anda buat. Dimana hukum Gauss diterapkan, dan beri contoh!



$$E \cdot \frac{k q}{R^2}$$

Hukum Gauss menghubungkan total flux Φ medan listrik yg melalui permukaan Gauss (tertutup) dengan muatan netto q yg tertutup permukaan tsb. Gambar tsb menunjukkan suatu permukaan bola bersari² R yg pusatnya terdapat dimuatan Q.

Medan listrik disebarkan tempat pada permukaan tegak lurus terhadap permukaan tsb dan memiliki besar $E = k \frac{Q}{R^2} \vec{r}$

Suatu permukaan berbentuk bola yg melingkupi muatan titik Q. Jumlah garis medan listrik yg melintasi permukaan ini dan bergerak melintasi semua bagian permukaan berbentuk kaca. Flux ini besarnya adalah En kali luas permukaan $4\pi R^2$

Flux total yg melewati permukaan bola ini adalah

$$\Phi_{\text{net}} = \oint \vec{E}_n \cdot d\vec{A} = E_n \oint dA$$

Dimana kita telah mengeluarkan E_n dari integral ini karena nilainya selalu konstan dimuapkan pada permukaan tsb. Integral dA terhadap permukaan ini ternyata adalah luas total permukaan tsb. yg besarnya : $4\pi R^2$. Dengan menggunakan ini serta memakai $k \frac{Q}{R^2}$ menggunakan E_n . Kita dapatkan:

Date

$$\Phi_{\text{net}} = E \cdot A = \frac{kQ}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = 4\pi kQ$$

Hukum Gauss dapat diterapkan atau digunakan untuk menghitung medan listrik dari sistem yg mempunyai kesimetrian yg tinggi (misal : simetri bola, silinder, atau kotak).

Contoh Hukum Gauss

Jika terdapat persegi dgn panjang sisi 10 cm, lalu jika sebuah medan listrik homogen sebesar 100 N/E, ditumbakkan ke arahnya dgn tegak lurus bidang persegi tsb. Berapa jumlah garis medan listrik yg menembus bidang persegi tsb?

Penyelesaian:

$$\text{luas persegi} = 10 \times 10 = 100 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\text{maka } Q = E \cdot A$$

$$= 100 \times 10^{-2}$$

$$= 1 \text{ m}$$