

Nama : Annisa Dira

NPM : 2013022004

Kelas : B

UJIAN TENGAH SEMESTER GENAP 2021/2022

KELISTRIKAN DAN KEMAGNETAN

APRIL 2022

1. Empat partikel bermuatan listrik terdistribusi sebagai berikut : $q_1(4,0) = 2 \text{ Stat.C}$, $q_2(0,2) = 5 \text{ Stat.C}$, $q_3(4,3) = 10 \text{ Stat.C}$, dan $q_4(0,0) = -1 \text{ Stat.C}$. Tentukan : Medan listrik pada posisi $(0,0)$, dimana jarak dalam centimeter, dengan $k = 1 \text{ dyne.cm}^2/\text{Stat.C}^2$. Hitung :
- Gaya Coulomb yang dialami oleh muatan q_4 (skor 15)
 - Medan listrik pada titik $(0,0)$ atau muatan q_4 (skor 15)
 - Potensial listrik pada titik $(0,0)$ (skor 10)
 - berapa besar usaha yang dilakukan untuk memindahkan ke empat muatan tersebut. (15).

Penyelesaian

Diketahui

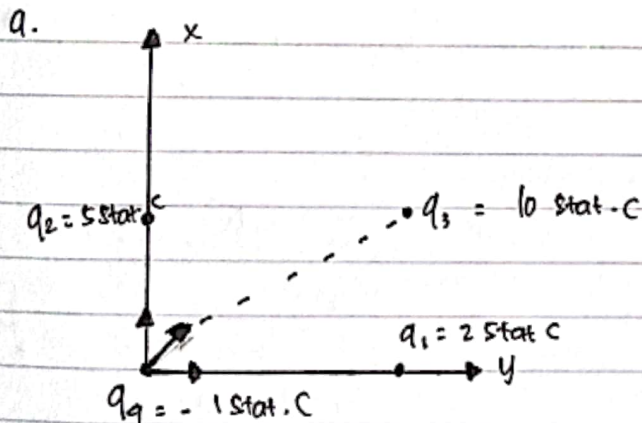
$$q_1 = 2 \text{ Stat.C} \rightarrow (4,0) \text{ cm}$$

$$q_2 = 5 \text{ Stat.C} \rightarrow (0,2) \text{ cm}$$

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

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

$$k = +1 \text{ dyne.cm}^2/\text{Stat.C}^2$$



$$\vec{f} = kq_4 \left\{ \frac{q_1}{r_{01}^2} \vec{r}_{01} + \frac{q_2}{r_{02}^2} \vec{r}_{02} + \frac{q_3}{r_{03}^2} \vec{r}_{03} \right\}$$

$$\vec{f} = K(-1) \left\{ \frac{2}{16} \vec{i} + \frac{5}{9} \vec{j} + \frac{10}{25} \left(\frac{3\vec{j} + 4\vec{i}}{5} \right) \right\}$$

$$f = -k \left\{ \frac{2}{16} i + \frac{40}{125} i + \frac{5}{9} j + \frac{30}{125} j \right\}$$

$$f = -k \{ 0,445 i + 0,705 j \}$$

$$f = -1 \{ 0,911 \}$$

$$f = 0,911 \text{ dyne}$$

$$f = 9,11 \cdot 10^{-1} \text{ dyne}$$

b. Medan listrik pada titik (0,0) atau muatan q_4

$$E_1 = k \frac{2}{16} i$$

$$E_2 = k \frac{5}{9} j$$

$$E_3 = k \frac{10}{25} \left(\frac{3i + 4j}{5} \right)$$

$$E_4 = k \left\{ \frac{2}{16} i + \frac{40}{125} i + \frac{5}{9} j + \frac{30}{125} j \right\}$$

$$E_4 = k \sqrt{(0,445)^2 + (0,705)^2} = 1 \cdot 0,911$$

$$E_4 = 0,911 \text{ dyne / stat C}$$

$$= 9,11 \times 10^{-1} \text{ dyne / stat e}$$

c. Potensial listrik pada titik (0,0)

$$V = k \frac{q_1}{r_1} + k \frac{q_2}{r_2} + k \frac{q_3}{r_3}$$

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

$$= 1 (4,1)$$

$$= 4,1 \text{ dyne / stat e}$$

d. Berapa besar usaha yang diperlukan untuk memindahkan ke empat muatan tersebut

$$W_1 = V_{p1} \cdot q_1 = 2 \text{ stat} \cdot e \quad 0 = 0$$

$$W_2 = V_{p2} \cdot q_2 = k \left(\frac{q_1}{r_1} \right) q_2 = k \left(\frac{2}{4} \right) 5$$

$$= 2,5 k$$

$$W_3 = V_{p3} \cdot q_3 = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) q_3$$

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

$$= 21,6 \text{ K}$$

$$W_4 = V_{p4} \cdot q_4 = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} \right) q_4$$

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

$$= -4,1 \text{ K}$$

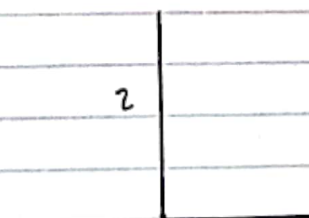
$$W_{\text{total}} = 0 + 2,5 \text{ K} + 21,6 \text{ K} + (-4,1 \text{ K})$$

$$= 19,9 \text{ K}$$

$$= 19,9 \frac{\text{Stat C}}{\text{cm}} \cdot \frac{\text{dyne cm}^2}{\text{Stat C}^2}$$

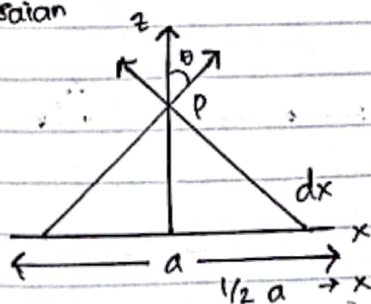
$$W_{\text{total}} = 19,9 \frac{\text{dyne cm}}{\text{Stat C}}$$

2. Sebuah kawat lurus panjangnya a , membawa muatan seragam λ , hitung medan di titik P di atas kawat yang berjarak z ditengah-tengah kawat Gambar 1. Skor (10)



Gambar 1. Kawat lurus dengan panjang a

Penyelesaian



Jika $z \gg L$
 $z \ll L$

$$dE = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$dE_y = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos \theta \hat{k}$$

$$\cos \theta = \frac{z}{r} \quad r = \sqrt{z^2 + 1/2a}$$

$$E_y = \int_0^L \frac{\lambda \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} dl \quad k$$

$$E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 z} \int \frac{2 \cdot z}{(z^2 + 1/2a^2)^{3/2}} dx$$

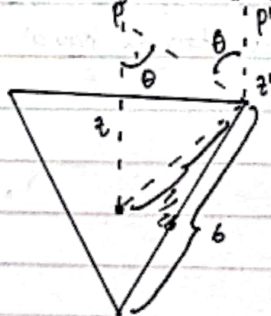
$$E_y = \frac{2\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1/2a}{z^2 \sqrt{z^2 + (1/2a)^2}} \right]_0^L$$

$$= \frac{1 \cdot \lambda \cdot 1/2L}{4\pi\epsilon_0 z \sqrt{z^2 + (1/2L)^2}} \quad , \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E_y = \frac{\lambda L}{2\sqrt{z^2 + (1/2L)^2}} k$$

3. Hitung medan listrik sejauh z ditengah-tengah segitiga sama sisi yang panjang sisinya b . Uraikan jawabanmu dengan gambar lengkap. Skor 20

Penyelesaian:



$P = P' \cos \theta$; Karena ada 3 sisi, maka:

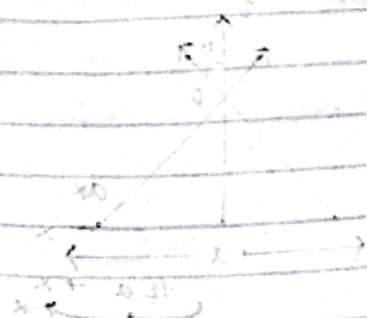
$P = 3P' \cos \theta$; Sehingga

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\lambda L}{z'^2} = 3 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\lambda L}{z'^2} \cos \theta$$

$$L = 1/2 b \quad \text{dan} \quad z' = r \sqrt{z^2 + (1/2b)^2}$$

$$\cos \theta = \frac{z}{\sqrt{z^2 + (1/2b)^2}} \quad \text{maka}$$

$$\vec{E} = 3 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\lambda (1/2b) \cdot z}{(z^2 + (1/2b)^2) \sqrt{z^2 + (1/2b)^2}}$$



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3abz}{(z^2 + \frac{b^2}{4})\sqrt{z^2 + (\frac{b^2}{4})}}$$

4. Apa yang Anda ketahui tentang hukum Gauss. (Jelaskan secara Verbal, lalu gambar permukaan Gauss, dan jelaskan secara simbolik (rumus) sesuai definisi dan gambar yang anda kemukakan, Dimana Hukum Gauss diterapkan, dan beri contoh! Skor 15.
Penyelesaian :

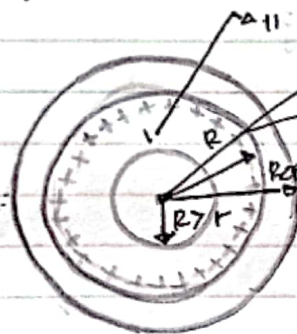
Hukum Gauss menyatakan bahwa fluks medan listrik yang keluar dari suatu permukaan tertutup sembarang yang melingkupi muatan-muatan q_1, q_2 adalah

$$Q_E = \oint_A \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint_A E \, dA = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$$

atau besar fluks atau garis gaya listrik yang keluar dari suatu permukaan tertutup sebanding dengan muatan yang dilingkupi oleh luasan tertutup tersebut

$$\Phi = \oint A \cdot B \cdot dA = EA \cos \phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Permukaan Gauss



$$Q_{enc} = \oint E_n \cdot dA = E_n \oint dA$$

$$Q_{enc} = E \cdot A = \frac{kQ}{r^2} \cdot 4\pi r^2$$

Konduktor bola berongga dengan jari-jari R diberi muatan tampak muatan hanya berkumpul di permukaan bola sedang di bola tidak ada muatan (net).

$$\begin{aligned} r < R &\rightarrow E = 0 \\ r > R &\rightarrow E = k \frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \end{aligned}$$

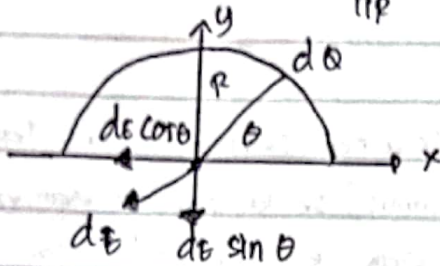
fluks total - yang melewati setiap permukaan besarnya $4\pi k$ kali muatan total di dalam permukaan, disebut Hukum Gauss.

Contoh Penerapan Hukum Gauss

Pada benda-benda bersimetri tinggi, seperti pada kawat panjang sekali (panjang tak hingga), solenoida yang sangat panjang, silinder yang sangat panjang, muatan titik, dan bola.

Contoh Soalings

$$dq = \lambda dr = \frac{Q}{\pi R} R d\theta = \frac{Q}{\pi} d\theta$$



$$E_x = -k \int \frac{dq}{r^2} \cos \theta = -\frac{kQ}{\pi R^2} \int_0^\pi \cos \theta d\theta = 0$$

$$E_y = -k \int \frac{dq}{r^2} \sin \theta = -\frac{kQ}{\pi R^2} \int_0^\pi \sin \theta d\theta$$

$$E_y = -\frac{2kQ}{\pi R^2} j = -\frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} j$$

$$E = -\frac{2k\lambda}{R} j = -\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 R} j$$

