

1. Empat partikel bermuatan listrik terdistribusi sbg 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 dlm cm, dg $k = 1 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^2 / \text{stat C}^2$. Hitunglah :
- Gaya Coulumb yg dialami muatan q_4 .
 - Medan listrik pd titik $(0,0)$ / muatan q_4
 - Potensial listrik pd titik $(0,0)$
2. Bp besar usaha yg dilakukan v/ memindahkan keempat muatan tsb.

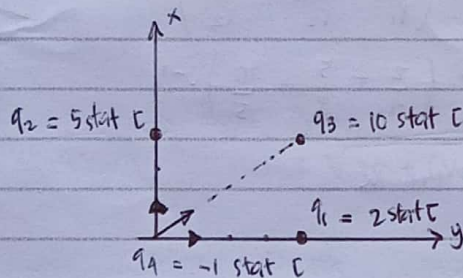
Jawab :

Diketahui : $q_1 = 2 \text{ Stat.C} \rightarrow (4,0) \text{ cm}$
 $q_2 = 5 \text{ stat.C} \rightarrow (0,3) \text{ cm}$
 $q_3 = 10 \text{ stat.C} \rightarrow (4,3) \text{ cm}$
 $q_4 = -1 \text{ stat.C} \rightarrow (0,0) \text{ cm}$
 $k = +1 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^2 / \text{stat.C}^2 \rightarrow$

- Dit : a. $F = ?$
 b. E pd $q_4 = ?$
 c. V pd titik $(0,0)$
 d. $W = ?$

Pembahasan :

a.



$$\begin{aligned} \Rightarrow F &= k q_4 \left\{ \frac{q_1}{r_{01}^2} \vec{r}_{01} + \frac{q_2}{r_{02}^2} \vec{r}_{02} + \frac{q_3}{r_{03}^2} \vec{r}_{03} \right\} \\ &= k (-1) \left\{ \frac{2}{16} \vec{i} + \frac{5}{9} \vec{j} + \frac{10}{25} \left(\frac{3\vec{i} + 4\vec{j}}{5} \right) \right\} \\ &= -k \left\{ \frac{2}{16} \vec{i} + \frac{40}{125} \vec{j} + \frac{5}{9} \vec{j} + \frac{30}{125} \vec{j} \right\} \\ &= -k \left\{ 0,125 \vec{i} + 0,795 \vec{j} \right\} \\ &= -1 \left\{ 0,125 \right\} \\ &= 0,125 \text{ dyne} \\ F &= 9,11 \cdot 10^{-11} \text{ dyne} \end{aligned}$$

Jadi, gaya Coulumb yg dialami muatan q_4 adalah $9,11 \cdot 10^{-11} \text{ dyne}$

- b. Medan listrik pd titik $(0,0)$ atau muatan q_4

$$E_1 = k \cdot \frac{2}{16} \vec{i}, \quad E_2 = k \cdot \frac{5}{9} \vec{j}, \quad E_3 = k \cdot \frac{10}{25} \left(\frac{3\vec{i} + 4\vec{j}}{5} \right)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow E_4 &= k \left\{ \frac{2}{16} \vec{i} + \frac{40}{125} \vec{j} + \frac{5}{9} \vec{j} + \frac{30}{125} \vec{j} \right\} \\ &= k \sqrt{(0,125)^2 + (0,795)^2} = 1,0911 \end{aligned}$$

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

$$= 9,1 \times 10^{-1} \frac{\text{dyne}}{\text{stat.C}}$$

Jadi, besar medan listrik pd titik (0,0) / muatan q_4 adalah $9,1 \times 10^{-1} \frac{\text{dyne}}{\text{stat.C}}$

C. Potensial listrik pd titik (0,0)

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

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

$$= 1 (4,1)$$

$$V = 4,1 \frac{\text{dyne cm}}{\text{stat.C}} \Rightarrow \text{Jadi, potensial listrik pd titik (0,0) adalah } 4,1 \frac{\text{dyne cm}}{\text{stat.C}}$$

E. Berapa besar usaha yg dilakukan v/ memindahkan keempat muatan

$$\bullet) W_1 = V_{p1} \cdot q_1 = 2 \text{ stat C} \cdot 0 = 0$$

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

$$\bullet) W_3 = V_{p3} \cdot q_3$$

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

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

$$W_3 = 21,6 k$$

$$\bullet) W_4 = V_{p4} \cdot q_4$$

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

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

$$W_4 = -4,1 k$$

$$\Rightarrow W_{\text{total}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

$$= 0 + 2,5 k + 21,6 k + (-4,1 k)$$

$$= 19,9 k$$

$$= 19,9 \frac{\text{stat C}}{\text{cm}} \cdot \frac{1 \text{ dyne cm}^2}{\text{stat C}^2}$$

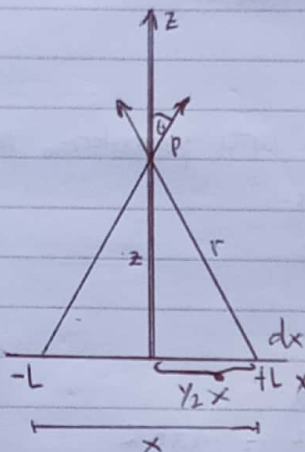
$$W_{\text{total}} = 19,9 \frac{\text{dyne cm}}{\text{stat C}}$$

Jadi, besar usaha untuk memindahkan keempat muatan tsb adalah $19,9 \frac{\text{dyne cm}}{\text{stat C}}$

2. Sebuah kawat lurus panjangnya a , membawa muatan seragam λ . Hitung medan listrik di titik P diatas kawat yg berjarak z di tengah-tengah kawat Gambar 1.

(Gambar 1. Kuat arus E_y pada a)

Pembahasan:



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

$$1) dE = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$2) dE_y = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos \theta$$

$$3) \cos \theta = \frac{z}{r} \Rightarrow r = \sqrt{z^2 + \frac{1}{4}L^2}$$

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

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

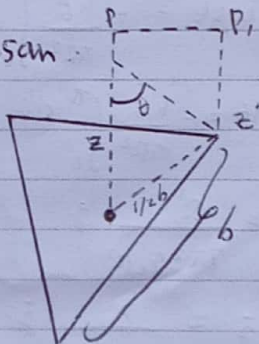
$$= \frac{2\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{\frac{1}{2}L}{z^2 + \frac{1}{4}L^2} \right]_0^L$$

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

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow E_y = \frac{\lambda L}{z \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2}L)^2}} k$$

3. Hitung medan listrik sejauh z ditengah tengah segitiga sama sisi yg pnya sisinya b , Uraikan jawabanmu dg gambar lengkap.

Pembahasan:



$$1) P = P' \cos \theta$$

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

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

$$L = \frac{1}{2}b, \quad z' = r = \sqrt{z^2 + (\frac{1}{2}b)^2}$$

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

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

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

4. Apa yg ada ketahui ttg Hukum Gauss. (Jelaskan secara verbal, lalu gambar permukaan Gauss dan jelaskan secara simbolik (rumus), sesuai definisi dan gambar yg Anda kemukakan, Dimana Hukum Gauss diterapkan, dan beri contoh!

Pembahasan:

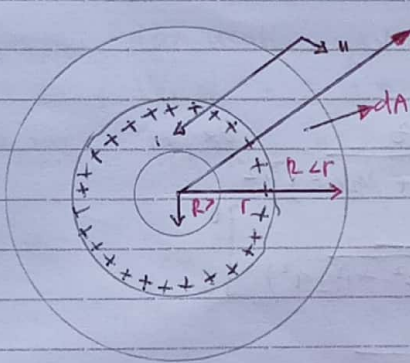
Hukum Gauss menyatakan bahwa Fluks Medan listrik yg keluar dari suatu permukaan tertutup sembarang yg melingkupi muatan² $q_1, q_2, q_3, \dots$ adalah

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint \vec{E} \cdot \hat{n} dA = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

Atau besar fluks atau garis gaya listrik yg keluar dari suatu permukaan tertutup sebanding dg muatan yg dilingkupi oleh luasan tersebut.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

a) Permukaan Gauss



$$Q_{\text{int}} = Q \vec{E} \cdot \hat{n} \cdot dA = E_n \oint dA$$

$$Q_{\text{int}} = E \cdot A = \frac{kQ}{R^2} 4\pi R^2 = 4\pi kQ$$

Konduktor bola berongga dg jari² R diberi muatan. Tampak muatan hanya berkumpul di permukaan bola. Sedang di bola hnk ada muatan.

$$r \geq R$$

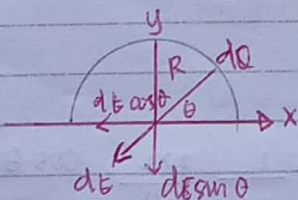
$$r < R \rightarrow E = 0 = \frac{kq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

Fluks total yg melewati setiap permukaan besarnya $4\pi k$ kali muatan total di dalam permukaan, disebut hukum Gauss.

b) Contoh Penerapan Hukum Gauss

$$dQ = \lambda ds = \frac{Q}{\pi R} R d\theta = \frac{Q}{\pi} d\theta$$

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



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

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

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

Penerapan hukum Gauss juga terbatas pada benda-benda bersimetri tinggi, seperti kawat panjang sekali (panjang tak hingga), Solenoida yg sangat panjang, silinder yg sangat panjang, muatan titik, dan bola.