

Nama: Nurul Hana Khoirunnisa

NPM: 2313022060

Kelas: 23 A

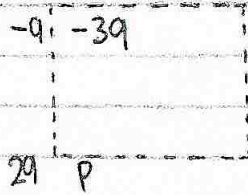
UTS KALISMA

1. Diketahui: Muatan $-q$ di kiri atas

Muatan $-3q$ di kanan atas

Muatan $2q$ di kiri bawah

Titik P berada di kanan bawah



Jawab : a. $\uparrow$ ($F_2 \rightarrow$ dari $-3q$)

$\nwarrow$ ($F_1 \rightarrow$ dari $-q$)

$\rightarrow$ ($F_3 \rightarrow$ dari $2q$)

$$b. F = k \cdot \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F_1 = k \cdot \frac{2q^2}{a^2} \text{ (arah ke kiri)}$$

$$F_2 = k \cdot \frac{q^2}{(2a^2)} \text{ (arah ke arah } -q, \text{ sudut } 45^\circ)$$

$$F_{2x} = \frac{-q^2}{2a^2} \cdot \cos 45^\circ = \frac{-q^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$F_{2y} = \frac{q^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$F_3 = k \cdot \frac{3q^2}{a^2} \text{ (arah ke atas)}$$

$$F_x = -\frac{2kq^2}{a^2} - \frac{kq^2\sqrt{2}}{4a^2}$$

$$F_y = \frac{3kq^2}{a^2} + \frac{kq^2\sqrt{2}}{4a^2}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$c. E = \frac{F}{q_0} = F$$

$$d. E = \frac{F}{q_0}$$

$E = F$ (karena satuan medan = N/C)

$$e. V = k \left(\frac{-q}{a} + \frac{-3q}{a} + \frac{2q}{a} \right) = k \cdot \frac{-2q}{a}$$

$$V = -\frac{2kq}{a}$$

2. Ditanya: Panjang batang L

Rapat muatan linear λ

Jawab: a. $r = \sqrt{x^2 + z^2}$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda dx}{x^2 + z^2}$$

$$dE_z = dE \cdot \frac{z}{\sqrt{x^2 + z^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda z dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

Integral dari $x=0$ sampai L :

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

$$\int \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}} + C$$

$$E_z = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}} \right)_0^L$$

$$E_z = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{z^2 \sqrt{L^2 + z^2}} \right)$$

$$E = \frac{\lambda L}{4\pi\epsilon_0 z \sqrt{L^2 + z^2}}$$

$$b. dE_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda z dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$E_z = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

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

$$\int_0^{L/2} \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}} = \left(\frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}} \right)_0^{L/2}$$

$$E_z = \frac{2\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{L/2}{z^2 \sqrt{(L/2)^2 + z^2}} \right)$$

$$E = \frac{\lambda L}{4\pi\epsilon_0 z \sqrt{\frac{L^2}{4} + z^2}}$$

3. Diketahui: Bola konduktor pejal

jari-jari bola: R

Rapat muatan permukaan: σ

Ditanya: Medan listrik di dalam dan luar bola konduktor?

Jawab: Medan listrik di dalam bola ($r < R$):

$$E = 0$$

Medan listrik di luar bola ($r \geq R$):

$$\text{Total muatan bola: } Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$$

Menggunakan hukum Gauss untuk $r \geq R$:

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{r^2}$$

$$E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}, \text{ untuk } r \geq R$$

$$E(r) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } r < R \\ \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}, & \text{untuk } r \geq R \end{cases}$$

4. Diketahui: Medan listrik: $\vec{E} = kr^3 \hat{r}$

(dalam koordinat bola, dengan k adalah konstanta)

Medan ini berlaku untuk $r < R$ (dalam bola berpusat di 0)

Jawab: a. Menggunakan hukum Gauss dalam diferensial (divergensi medan listrik):

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

Dalam koordinat bola untuk medan radial $\vec{E} = E(r) \hat{r}$:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} (r^2 E(r))$$

Substitusi $E(r) = kr^3$:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} (r^2 \cdot kr^3) = \frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} (kr^5) = \frac{1}{r^2} \cdot 5kr^4 = 5kr^2$$

$$\text{rapat muatan: } \rho(r) = \epsilon_0 \cdot \nabla \cdot \vec{E} = 5k\epsilon_0 r^2$$

$$b. Q = \int_V \rho(r) dV$$

Menggunakan volume elemen bola:

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

$$Q = \int_0^R \rho(r) \cdot 4\pi r^2 dr = \int_0^R (5k\epsilon_0 r^2) \cdot 4\pi r^2 dr = 20\pi k\epsilon_0 \int_0^R r^4 dr$$

$$Q = 20\pi k\epsilon_0 \cdot \left[\frac{r^5}{5} \right]_0^R = 20\pi k\epsilon_0 \cdot \frac{R^5}{5}$$

$$Q = 4\pi k\epsilon_0 R^5$$