

Nama : Astrid Marlar

NPM : 2313022014

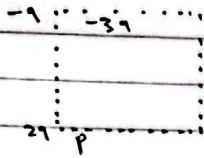
UTS

Kelas : 23A

Materi : Listrik dan Kemagnetan

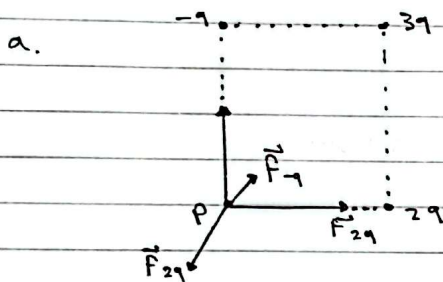
Sebasa, 19 April 2025

① Ada tiga muatan pada gambar berikut :



- Gambarkan gaya-gaya pada titik P
- Hitung besar gaya tersebut
- Hitung Medan listrik pada titik tersebut
- Hitung besar Medan listrik tersebut
- Hitung Potensial listrik pada titik itu

JAWAB



- b. Hitung besar gaya tersebut

Jarak antar titik adalah sisi a. Jarak dari P ke muatan $-q$ dan $-3q$ adalah ...

• Ke $-q$

$$r = \sqrt{a^2 + a^2} \\ = \sqrt{2a^2} \\ = a\sqrt{2}$$

$$F_1 = k_e \frac{|q \cdot q|}{r^2} \\ = k_e \frac{2q \cdot q}{(a\sqrt{2})^2} \\ = \frac{2k_e q^2}{2a^2} \\ = \frac{k_e q^2}{a^2}$$

• Ke $-3q$

$$F_2 = k_e \frac{|q \cdot 3q|}{r^2} \\ = k_e \frac{2q \cdot 3q}{(a\sqrt{2})^2} \\ = \frac{6k_e q^2}{2a^2} \\ = \frac{3k_e q^2}{a^2}$$

SIDU

Kedua gaya ini Membentuk sudut 90° satu sama lain. Jadi gaya totalnya

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{Kq^2}{a^2}\right)^2 + \left(\frac{3Kq^2}{a^2}\right)^2} \\ &= \frac{Kq^2}{a^2} \sqrt{1+9} \\ &= \frac{Kq^2}{a^2} \sqrt{10} \end{aligned}$$

c. Hitung Medan Listrik pada titik tersebut

Medan listrik oleh muatan q :

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \frac{\vec{F}}{q_0} \\ E &= \frac{F_{\text{total}}}{2q} \\ &= \frac{Kq^2 \sqrt{10}}{a^2 \cdot 2q} \\ &= \frac{Kq \sqrt{10}}{2a^2} \end{aligned}$$

Arah Medan Sama dengan arah gaya pada muatan uji positif

d. Hitung besar Medan Listrik tersebut

$$\begin{aligned} E &= \frac{F_{\text{total}}}{2q} \\ &= \frac{Kq^2 \sqrt{10}}{a^2 \cdot 2q} \\ &= \frac{Kq \sqrt{10}}{2a^2} \end{aligned}$$

e. Hitung Potensial Listrik pada titik tersebut

Potensial Listrik total

$$V = \sum \frac{Kq_i}{r_i} \quad \text{jarak tiap Muatan ke titik P adalah } a\sqrt{2}$$

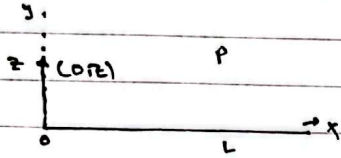
$$\begin{aligned} V &= K \left(\frac{-q}{a\sqrt{2}} + \frac{-3q}{a\sqrt{2}} + \frac{2q}{a\sqrt{2}} \right) \\ &= K \frac{-2q}{a\sqrt{2}} \\ &= \frac{-2Kq}{a\sqrt{2}} \end{aligned}$$

② Sebuah batang panjangnya L rapat muatan per satuan panjang adalah -1 .

JAWAB

a. Titik Medan Listrik titik P yang berjarak z diatas ujung kawat

Misalkan batang berada sepanjang sumbu $-x$ dan $x=0$ sampai $x=L$ dan titik P berada diatas ujung kiri batang (titik $x=0$) sejauh z keatas arah sumbu $-y$.



Gunakan Integral Medan listrik dari elemen kecil muatan $dq = -1 dx$. Jarak dari titik P ke elemen dx di posisi x adalah

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

Vektor arah dari elemen ke titik P

$$\vec{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$= \frac{-x\hat{i} + z\hat{j}}{\sqrt{x^2 + z^2}}$$

Elemen gaya Medan Listrik

$$d\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} \cdot \vec{r}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-1dx}{x^2 + z^2} \left(\frac{-x\hat{i} + z\hat{j}}{\sqrt{x^2 + z^2}} \right)$$

$$= \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-x\hat{i} + z\hat{j}}{(x^2 + z^2)^{3/2}} dx$$

Integralkan dari $x=0$ sampai $x=L$

• Komponen x

$$E_x = \int_0^L \frac{-1x}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + z^2)^{3/2}} dx \quad \rightarrow \text{Substitusi } u = x^2 + z^2, du = 2x dx$$

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

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

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

• Komponen y

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

$$= \frac{-z}{4\pi\epsilon_0} \int_0^L \frac{1}{(x^2+z^2)^{3/2}} dx \rightarrow \text{substitusi } x = z \tan \theta$$

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

Hasil Akhir

$$\vec{E} = E_x \hat{i} + E_y \hat{j}$$

$$= \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \left[\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{\sqrt{L^2+z^2}} \right) \hat{i} + \left(\frac{L}{z\sqrt{L^2+z^2}} \right) \hat{j} \right]$$

- b. Kuat Medan Listrik titik P yang berjarak z ditengah tengah kawat
- Kondisi ini berarti titik P berada ditengah titik $x = L/2$ Masih sejauh z keatas
- Konfigurasi menjadi simetris terhadap sumbu kawat
- Komponen x dari Medan Listrik saling meniadakan
 - yang tersisa hanya komponen-y

Posisi elemen x terhadap pusat ($x=0$ ke $x=L$), ambil $-L/2$ sampai $L/2$

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

$$= \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{x}{\sqrt{x^2+z^2}} \right]_{-L/2}^{L/2}$$

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

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

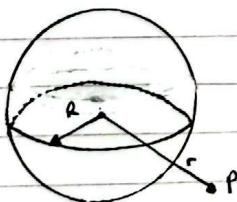
Hasil Akhir

$$\vec{E} = \frac{-L}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(L/2)^2+z^2}} \hat{j}$$

③ Hitung Medan Listrik pada bola konduktor dengan rapat muatan σ dan jari-jari R

Total muatan permukaan

$$\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2} \Rightarrow Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$$



Medan Listrik

1. Untuk titik didalam bola ($r < R$)

karena konduktor, Medan Listrik didalam $= 0$

$$E = 0 \text{ untuk } r < R$$

2. Untuk titik diluar bola ($r \geq R$)

Gunakan hukum Gauss

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

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

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

$$E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}$$

Hasil akhir

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

- ④ Dua muatan titik masing-masing $+q$ dan $-q$ dipisahkan sejauh $2a$. Hitung Medan Listrik disuatu titik yang lurus (sumbu) dan tengah antara dua muatan ini dalam konfigurasi dipol listrik

JAWAB

- Muatan $-q$ di $x = -a$

Muatan $+q$ di $x = +a$

Titik P berada di sumbu pusat, pada sumbu, listrik $(0, y)$

- Medan Listrik dari muatan $-q$

$$r = \sqrt{a^2 + y^2}$$

arah gaya listrik menuju muatan q artinya Vektor gaya menuju ke kiri bawah.

$$\begin{aligned} \vec{E}_{-q} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{(a^2 + y^2)} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (-a\vec{i} + y\vec{j}) \end{aligned}$$

- Medan Listrik dari muatan $+q$

Arah gaya: ditolakkan Mengikuti muatan $+q$, artinya Vektor gaya ke kiri atas

$$\vec{E}_{+q} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (a\vec{i} + y\vec{j})$$

• jumlahkan vektor

komponen x

$$E_x = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (-a + a) = 0$$

komponen y

$$E_y = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (y + y)$$
$$= \frac{2qy}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}}$$

Aksi Akhir

$$\vec{E} = \frac{2qy}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + y^2)^{3/2}} \hat{j}$$

Arah Medan Listrik

- jika $y > 0$ keatas
- jika $y < 0$ kebawah