Nama : Rana Zayyan
NPM : 2213022038

No. Jum'at
Date 03 Oktober 2025

Medan Elektromagnetik Tugas II

1. Diket : muatan q_1 : $+2 \times 10^{-6}$ C
muatan q_2 : $+3 \times 10^{-6}$ C
muatan q_3 : -5×10^{-6} C
jarak q_1 dan q_2 = r_{12} = 3 m
jarak q_2 dan q_3 = r_{23} = 2 m
konstanta coulomb : k = 9×10^9 N. m^2/c^2

Dit : F_1 ?

Jawab :

$r_{13} = r_{12} + r_{23} = 3m + 2m = 5$ m

$F_1 = F_{21} + F_{31}$

* $F_{21} = k \dfrac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$

$= (9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{c}^2) \dfrac{(2 \times 10^{-6} \text{ c})(3 \times 10^{-6} \text{ c})}{(3\text{m})^2}$

$= (9 \times 10^9) \dfrac{6 \times 10^{-12}}{9}$ N

$= (1 \times 10^9)(6 \times 10^{-12})$ N

$= 6 \times 10^{-3}$ N (ke kiri)

* $F_{31} = k \dfrac{q_1 q_2}{r_{23}^2}$

$= (9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{c}^2) \dfrac{(2 \times 10^{-5} \text{ c})(5 \times 10^{-6} \text{ c})}{(5\text{m})^2}$

No.

Date :

$= (9 \times 10^{9}) \frac{(10 \times 10^{-12})}{25} N$

$= \frac{90}{25} \times 10^{-3} N$

$= 3,6 \times 10^{-3} N$ (ke kanan)

* Gaya resultan q_1 (F_1)

jika F_{21} dan F_{31} berapa pada garis lurus tetapi berlawanan arah (harus diasumsikan ke kanan positif dan kiri negatif)

jadi F_{21} (ke kiri) $: -6 \times 10^{-3} N$

F_{31} (ke kanan) $: +3,6 \times 10^{-3} N$

maka,

$F_1 = F_{31} + F_{21}$

$= (+3,6 \times 10^{-3} N) + (-6 \times 10^{-3} N)$

$= -2,4 \times 10^{-3} N.$

Sehingga gaya elektron yang dialami oleh q_1 adalah $2,4 \times 10^{-3} N$ arah ke kiri / menjauh dari q_2

2. Diket : Jarak antar partikel $r = 2,60 \times 10^{-2} m$

$q_1 = q_2 = q$ (positif dan sama besar)

massa partikel 1 $= m_1 = 6,0 \times 10^{-6}$ kg

percepatan partikel $= a_1 = 4,6 \times 10^{3} m/s^2$

~ " ~ " ~ $= a_2 = 8,5 \times 10^{3} m/s^2$

konstanta Coulumb $= k = 9 \times 10^{9} N.m^2/c^2$

Dit : a. besar muatan masing - masing partikel (q) ?

b. massa partikel 2 (M_2) ?

No.

Date :

Jawab :

a.) $F_E = m_1 a_1$

$= k\frac{(q_1 q_2)}{r^2} = k\frac{q^2}{r^2} = m_1 a_1$

$q^2 = \frac{m_1 a_1 r^2}{k}$

$q = \sqrt{\frac{m_1 a_1 r^2}{k}}$

$q = \sqrt{\frac{(6{,}0 \times 10^{-2}\ kg)(4{,}6 \times 10^{3}\ m/s^2)(2{,}60 \times 10^{-2}\ m)^2}{9 \times 10^{9}\ N\ m^2/C^2}}\ C$

$q = \sqrt{\frac{(6{,}0 \times 4{,}6)(10^{-5} \times 10^{3})(6{,}76 \times 10^{-4})}{9 \times 10^{9}}}\ C$

$q = \sqrt{\frac{(27{,}6 \times 6{,}76 \times 10^{-7})}{9 \times 10^{9}}}\ C$

$q = \sqrt{\frac{186{,}696 \times 10^{-16}}{9}}\ C$

$q = \sqrt{20{,}744 \times 10^{-6}}\ C$

$q = 4{,}55 \times 10^{-8}\ C$

masing - masing besar muatan partikel adalah $4{,}55 \times 10^{-8}\ C$

b.) $F_{E1} = F_{E2}$

$m_1 a_1 = m_2 a_2$

$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2}$

$m_2 = \frac{(6{,}0 \times 10^{-6}\ kg)(4{,}6 \times 10^{3}\ m/s^2)}{8{,}5 \times 10^{3}\ m/s^2}$

No.

Date :

$m_2 = \frac{6,0 \times 4,6}{8,5} \; 10^{-6}$ kg

$m_2 = \frac{27,6}{8,5} \; 10^{-6}$ kg

$m_2 = 3,247 \times 10^{-6}$ kg

Jadi massa partikel 2 sekitar $3,25 \times 10^{-6}$ kg

3. Diket : q_1 (-4,0,0) = 5 C

q_2 (4,0,0) = 10 C

q_3 (0,5,0) = 6 C

k = 9×10^9

Dit : gaya dari q_2 dan q_3 terhadap q_1 ?

Jawab :

$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$

$= 9 \times 10^9 \frac{(5)(10)}{8^2}$

$= 9 \times 10^9 \frac{50}{64}$

$= 7,03 \times 10^9$ N kekiri (menolak)

$r_{13} = \sqrt{(0+4)^2 + (5-0)^2}$

$= \sqrt{41} = 64$ m

$F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2}$

$= 9 \times 10^9 \frac{(5)(6)}{6,4^2}$ → $= 9 \times 10^9 \frac{30}{41}$

$= 6,59 \times 10^9$ N

ke kanan (atas)

Date :

4. Dikat : q_1 (0,5,0) : 10 C

q_2 (5,5,0) : 5 C

q_3 (0,5,5) : -10 C

Dit : gaya yang dialami oleh q_3 ?

Jawab :

a.) gaya dari q_1 ke q_2

$r_{13} = 5$ m

$F_{13} = 9 \times 10^9 \dfrac{(10)(10)}{5^2} = 3{,}6 \times 10^{10}$ N

tanda muatan berlawanan → tarik menarik arah dari q_3 ke q_1 (arah negatif sumbu 2)

b.) gaya dari q_1 ke q_3

$r_{13} = \sqrt{(5-0)^2 + (5-5)^2 + (0-5)^2} = 7{,}07$ m

$F_{13} = 9 \times 10^9 \dfrac{(5)(10)}{7{,}07^2} = 9 \times 10^9 \dfrac{50}{50} = 9 \times 10^9$ N

muatan berbeda beda → tarik menarik arah dari q_2 ke q_3 (arah diagram ke kanan bawah)

5. Dikat : q : 10 C di (0,0,0) q_3 : 5 C di (0,2,2)

q_1 : 2 C di (0,2,0) q_4 : -5 C di (2,2,2)

q_2 : 4 C di (2,2,0) k : 9×10^9 N m^2/C^2

Dit : gaya total pada muatan q : 10 C yang berada di (0,0,0) akibat keempat muatan ?

Jawab : $F = k \dfrac{q\, q_1}{r^2} (r_q - r_1)$

No.

Date :

- $q_1 = 2C$ di $(0,2,0)$ $r = 2,0m$

$F_1 = 9 \times 10^9 \frac{(10)(2)}{2^2} = 9 \times 10^9 \frac{(20)}{4} = 4,5 \times 10^{10} N$

- $q_2 = 4C$ di $(2,2,0)$ $r = \sqrt{8} = 2,8284\ m$

$F_2 = 4,50 \times 10^{10} N$

- $q_3 = 5C$ di $(0,2,2)$ $r = \sqrt{8} = 2,8284\ m$

$F_3 = 5,625 \times 10^{10} N$

- $q_4 = -5C$ di $(2,2,2)$ $r = \sqrt{12} = 3,4641\ m$

$F_4 = 3,75 \times 10^{10} N$

Komponen $F_1 = (0, -4,5 \times 10^{10})\ N$

Komponen $F_{2x} = -3,18198051 \times 10^{10} N$

$F_{2y} = -3,18198051 \times 10^{10} N$

$F_{2z} = 0$

Komponen $F_{3x} = 0$

$F_{3y} = -3,977475 \times 10^{10} N$

$F_{3z} = -3,977475 \times 10^{10} N$

Komponen $F_{4x} = 2,16506350 \times 10^{10} N$

$F_{4y} = 2,16506350 \times 10^{10} N$

$F_{4z} = 2,16506350 \times 10^{10} N$

Pengumlahan komponen

$F_x = -1,01691700 \times 10^{10} N$

$F_y = -9,49439265 \times 10^{10} N$

$F_z = -1,81241213 \times 10^{10} N$

$F_{total} = (-1,0169170 \times 10^{10}\ \hat{i}, -9,49439265\ \hat{j}, -1,81241213 \times 10^{10}\ \hat{k})\ N$

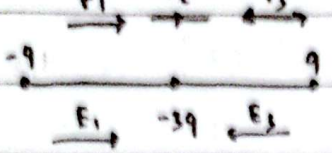
Besar gaya : $|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} = 9,7197794 \times 10^{10} N$

No.

Date :

6.

a.)



$F_{total} = -\frac{3q}{4} k.q \frac{22}{r^2}$ (arah ke kanan)

$F_{total} = -\frac{13}{4} k.q \frac{q}{r^2}$ (arah ke kiri)

$V = -\frac{3}{2} k.q$

b.) $F = k \frac{(q_1 q_2)}{r^2}$

gaya antara $-3q$ dan $-q$

$F_1 = k \frac{(-3q \times -q)}{r^2} = \frac{3 kq^2}{r^2}$

gaya antara $-3q$ dan $2q$

$F_2 = k \frac{(-3q \times 2q)}{r^2} = \frac{6 kq^2}{r^2}$

gaya antara $-3q$ dan q

$F_3 = k \frac{(-3q \times q)}{(2r)^2} = \frac{3 kq^2}{4r^2}$

Semua gaya searah ke kanan jadi :

$F_{total} = F_1 + F_2 + F_3$

$= \frac{3 kq^2}{r^2} + \frac{6 kq^2}{r^2} + \frac{3 kq^2}{4r^2}$

$= \frac{39 kq^2}{4r^2}$ arah ke kanan

No.

Date :

c.) $E = \frac{k\,(9)}{r^2}$

- dari -9 muatan positif → medan ke arah -9 Jadi ke kiri
  $E_1 = \frac{kq}{r^2}$
- dari $2q$ muatan positif → medan menjauh dari $2q$ Jadi di sisi kiri medan ke kiri $E_2 = \frac{2kq}{r^2}$
- dari muatan positif jarak $2r$ → medan menjauh dari q juga ke kiri $E_3 = \frac{kq}{(2r)^2} = \frac{kq}{4r^2}$

Semua muatan ke arah kiri

$E_{total} = E_1 + E_2 + E_3$

$= \frac{kq}{r^2} + \frac{2kq}{r^2} + \frac{kq}{2r^2}$

$= \frac{13\,kq}{4r^2}$ ke kiri

d.) $E = \frac{13\,kq}{4r^2}$ ke arah kiri

e.) $V = k\sum \frac{q_i}{r_i}$

$= k\left(\frac{-q}{k} + \frac{2q}{r} + \frac{q}{2r}\right)$

$= k\left(\frac{-q + 2q + 0{,}5q}{r}\right) = k\,\frac{(1{,}5q)}{r} = \frac{3kq}{2r}$

No.

Date :

8. Diket : σ = rapatan muatan permukaan (c/m^2)

R = jari - jari bola konduktor (m)

Q = σ . luas permukaan = $\sigma \cdot 4\pi R^2$

Dit : $E(r)$? medan listrik di dalam dan diluar bola konduktor

Jawab :

$$\oint_{Gauss} \vec{E} \cdot \vec{dA} = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0}$$

1. Untuk daerah didalam bola konduktor ($r < R$)

$Q_{enc} = 0$

$$E(r) \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0} = 0 \rightarrow E(r) = 0 \quad (r < R)$$

artinya, didalam bola konduktor tidak ada medan listrik.

2. Untuk daerah diluas bola konduktor ($r > R$)

$Q = 4\pi R^2 \sigma$

Gunakan hukum Gauss

$$E(r) \cdot 4\pi R^2 \sigma = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$E(r) = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 r^2}$$

$$= \frac{4\pi R^2 \sigma}{4\pi \varepsilon_0 r^2} = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} \quad (r > R)$$

arah medan listrik radial ke luar jika $\sigma > 0$

3. tepat di permukaan bola $r = R$

$$E_{luas} - E_{dalam} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

No.

Date :

E dalam = 0

E permukaan = $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Jadi $E(r) \begin{cases} 0 & \text{dan } Q_1 = 4\pi R^2 \sigma \\ \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} & r \geq R \end{cases}$

9. Dikat : $E = kr^3 \hat{r}_0$ dalam koordinat bola

k = konstanta

Dit : a.) ρ ?

b.) Q_{total} ?

Jawab :

a.) Hukum gauss (divergensi) $E_r = kr^3$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 E_r)$$

$$= \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 kr^3)$$

$$= \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (kr^5)$$

$$= \frac{1}{r^2} (5kr^4)$$

$$= 5kr^2 \quad \text{maka} \quad \frac{\rho}{\varepsilon_0} = 5kr^2$$

$$\rho = 5\varepsilon_0 kr^2$$

No.

Date :

b.) muatan total dalam bola jari R

$$Q = \int_v \rho \, dv$$

dalam koordinat bola

$$dv = 4\pi r^2 \, dr$$

$$Q = \int_0^R \rho \, 4\pi r^2 \, dr$$

$$= \int_0^R (5\varepsilon_0 k r^2)(4\pi r^2) \, dr$$

$$= 20\pi \varepsilon_0 k \int_0^R r^4 \, dr$$

$$= 20\pi \varepsilon_0 k \left[\frac{r^5}{5}\right]_0^R$$

$$Q_{total} = 4\pi \varepsilon_0 k R^5.$$