No.

Date:

Nama : Indah Dwi Jayanti

Npm : 2213022049

Medan Elektromagnetik

Tugas 1

1. Diketahui : Muatan $q_1 = +2 \times 10^{-6} C$

muatan $q_2 = +3 \times 10^{-6} C$

muatan $q_3 = -5 \times 10^{-6} C$

Jarak q_1 dan q_2 : $r_{12} = 3 m$

Jarak q_1 dan q_2 : $r_{23} = 2 m$

konstanta Coulomb : $k = 9 \times 10^9 N m^2/C^2$

Ditanya : F_1 ?

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

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

$F_{21} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2}$

$= (9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2) \frac{(2 \times 10^{-6} C)(3 \times 10^{-6} C)}{(3m)^2}$

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

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

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

• $f_{31} = k \frac{q_1 \cdot q_3}{r_{23}}$

$= (9 \times 10^9 \ N \cdot m^2/C^2) \frac{(2 \times 10^{-6} C)(5 \times 10^{-6} C)}{(5m)^2}$

$= (9 \times 10^9) \frac{10 \times 10^{-2}}{25} N$

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

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

• Hitung gaya resultan q_1 (F_1)

karena F_{21} dan F_{31} berada pada garis lurus tetapi berlawanan arah (kita asumsikan ke kanan positif, ke kiri negatif)

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

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

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

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

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

Gaya elektrostatis yang dialami oleh q_1 adalah $2,4 \times 10^{-3} N$ dengan arah ke kiri (menjauhi q_3)

No.

Date:

2 Diketahui : Jarak antar Partikel : $r = 2.60 \times 10^{-2}$ m

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

massa partikel $= a_1 = 4.6 \times 10^{-6}$ m/s²

Percepatan partikel $= a_1 = 4.6 \times 10^{3}$ m/s²

Percepatan Partikel $= a_2 = 8.5 \times 10^{3}$ m/s

konstanta ~~fisika~~ coulomb : $k = 9 \times 10^{9}$ N.m²/c²

Ditanya : a : Besar muatan masing-masing partikel (q)?

b : massa Partikel 2 (m_2) ?

Jawaban : a). $F_E = m.a_1$

$= k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = k \frac{q_2}{r^2} = m.a_1$

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

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

$q = \sqrt{\frac{(6.0 \times 10^{-2}\,kg)(4.6 \times 10^{3}\,m/s^2)(2.60 \times 10^{-2}\,m)^2}{9 \times 10^{9}\,N.M^2/C^2}}$

$= \sqrt{\frac{(6.0 \times 4.6)(10^{-6} \times 10^{3})(6.76 \times 10^{-4})}{9 \times 10^{9}}\,C}$

$= \sqrt{\frac{27.6 \times 6.76 \times 10^{-2}}{9 \times 10^{-9}}\,C}$

$= \sqrt{\frac{186.696 \times 10^{-6}}{9}\,C}$

$= \sqrt{20.744 \times 10^{-6}\,C}$

$= 4{,}155 \times 10^{-3}\ C$

Besar muatan masing-masing partikel adalah $4{,}155 \times 10^{-8} C$.

b). $F_{E_1} = F_{E_2}$

$m_1 a_1 = m_2 a_2$

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

$= \dfrac{(6{,}10 \times 10^{-6}\ kg)\ (4{,}67 \times 10^{-3}\ m/s^2)}{8{,}5 \times 10^{3}\ m/s^2}$

$= \dfrac{6{,}10 \times 4{,}67}{8{,}5} \times 10^{-6}\ kg$

$= \dfrac{27{,}6}{8{,}5} \times 10^{-6}\ kg$

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

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

3. Diketahui : $q_1\ (-4, 0, 0) = 5C$

$q_2\ (4, 0, 0) = 10C$

$q_3\ (0, 5, 0) = 6C$

$k = 9 \times 10^9$

ditanya : hitung gaya dari q_2 dan q_3 terhadap q_1?

jawab : $F_{12} = k \cdot \dfrac{q_1 q_2}{r_{12}}$

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

No.

Date:

$= 9\times10^9 \frac{30}{64}$

$= 9{,}03 \times 10^9$ N ke kiri (Menolak)

$r_{13} = \sqrt{(0+4)^2 + (8-0)^2}$

$= \sqrt{80}$

$= 6{,}4$ m

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

$F_{13} = 9\times10^9 \frac{30}{80}$

$= 6{,}59 \times 10^9$ N ke kanan atas

4. Diketahui : q_1 (0, 5, 0) = 10C

q_2 (5, 5, 0) = 5C

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

Ditanya : Tentukan gaya yang dialami oleh q_3?

Jawab : a. Gaya dari q_1 ke q_2

$r_{13} = 5$m

$F_{13} = 9\times10^9 \frac{(10)(10)}{5^2} = 3{,}6 \times 10^{10}$ N

Tanda muatan berlawanan → tarik-menarik

arah dari q_3 ke q_1 (arah negatif sumbu z)

b. Gaya dari q_2 ke q_3

$r_{23} = \sqrt{(5-0)^2 + (5-5)^2 + (0-5)} = 7{,}07$ m

$F_{23} = 9\times10^9 \frac{(5)(10)}{7{,}07^2} = 9\times10^9 \times \frac{50}{50} = 9\times10^9$ N

muatan berbeda-beda → tarik - menarik

arah dari q_2 ke q_3 (arah diagonal ke bawah kanan bawah)

5. Diketahui : q = we di $(0,0,0)$ $k = 9\times10^9$ N m^2/C^2

q_1 : 2c di $(0,2,0)$

q_2 : q_c di $(2,2,0)$

q_3 : 5c di $(0,2,2)$

q_4 : -5 c di $(2,2,2)$

Ditanya : Gaya total pada muatan q = we yang berada di $(0,0,0)$ akibat keempat muatan?

Jawab : $F = k\frac{q q_i}{r^2}(r_q - r_i)$

- q_1 : 2c di $(0,2,0)$ $r = 2{,}0$ m

$F_1 = 9\times10^9 \frac{(1a)(2)}{2^2}$

$= 9\times10^9 \frac{(20)}{4}$

$= 4{,}5\times10^{-10}$ N

No.

Date:

- 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 : $(0, -4{,}50000000 \times 10^{-10}, 0)$ 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_{2y} : $2{,}16506350 \times 10^{10}$ N

f_{2z} : $2{,}16506350 \times 10^{10}$ N

Penjumlahan komponen

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

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

F_z : $-1{,}82241213 \times 10^{10}$ N

Vektor gaya total

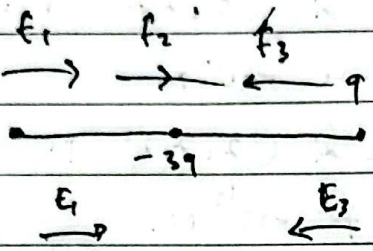
F_{total} $(-1{,}01691700 \times 10^{10}\hat{i}, -9{,}49439265 \times 10\hat{j} -$

$-1{,}82241213 \times 10^{10}\hat{k})$ N

Besar gaya

$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ = [illegible] $9{,}79 \times 10^{6}$ N

6. a).



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

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

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

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

Gaya antara $-3q$ dan $2q$

$f_1 = k \frac{|-3q \times -q|}{r^2} = \frac{3kq^2}{r^2}$

Gaya antara $-3q$ dan $2q$

$f_2 = k \frac{|-3q \times 2q|}{r^2} = \frac{6kq^2}{r^2}$

Gaya antara $-3q$ dan q

$f_3 = k \frac{|-3q \times q|}{(2r)^2} = \frac{3kq^2}{4r^2}$

No.

Date:

semua gaya searah ke kanan, jadi

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

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

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

c). $E = \frac{k|q|}{r^2}$

- Dari $-q$ muatan positif → medan ke arah $-q$ jadi ke kiri

$E_1 = \frac{kq}{r^2}$

- Dari $2q$: muatan positif → medan menjauh dari $2q$ jadi arah 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 medan ke kiri jadi

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

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

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

SiDU

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

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

$= k \cdot \left(\frac{-1}{k} + \frac{2q}{r} + \frac{q}{2r} \right)$

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

$= k \, \frac{1{,}5q}{r} = \frac{3kq}{2r}$

8. Diketahui : σ : rapatan muatan permukaan (C/m^2)

R : jari-jari bola konduktor (m)

a : σ . luas permukaan : $\sigma \cdot 4\pi r^2$

Ditanya : $\oint$ Gauss $\vec{E} \cdot \vec{da} = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0}$

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

$Q_{enc} = 0$

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

artinya, didalam bola konduktor tidak ada medan listrik.

No.

Date:

2. Untuk daerah di luar bola konduktor

$(r > R)$ $Q = 4\pi R^2 \sigma$

Gunakan hukum gauss

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

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

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

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

Arah medan listrik radial keluar

jika $\sigma > 0$

3. Tepat dipermukaan bola $r = R$

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

$$E_{dalam} = 0$$

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

Jadi,

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

SiDU

No

Date

7. Ditanyakan : $\vec{E} = kr^3 \hat{r}$

k : konstanta

Ditanya : a). ρ ?

b). Q_{bola} ?

Jawab : a). Gunakan hukum gauss (divergen) $E_r = kr^3$

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

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

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

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

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

$$= 5kr^2$$

maka,

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

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

b). muatan total dalam bola jari R

$$Q = \int_V \rho \, dV$$

dalam koordinat bola

No.

Date:

$dv = 4\pi r^2 dr$

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

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

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

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

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