

TOPIK: MUATAN LISTRIK DAN HUKUM COULOMB

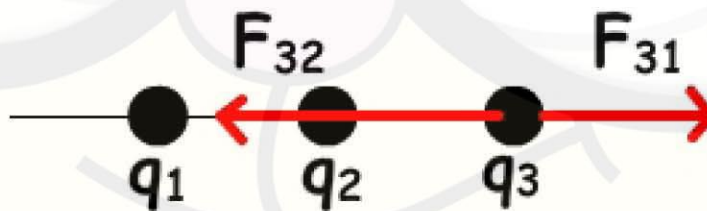
1. Dua buah muatan, $q_1 = 3,0 \times 10^{-8} \text{ C}$ dan $q_2 = -4,0 \times 10^{-8} \text{ C}$, dipisahkan oleh jarak $6,0 \times 10^{-3} \text{ m}$ seperti ditunjukkan dalam gambar berikut. Berapakah besar gaya Coulomb yang timbul antara kedua muatan itu?

JAWAB:

$$F_{31} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{12 \times 10^{-16} \text{ C}^2}{36 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0,30 \text{ N}.$$

Iniilah gaya yang dialami oleh masing-masing muatan karena interaksi satu sama lain. Karena muatan berlawanan jenis, gaya Coulomb mempunyai arah dari satu muatan menuju ke muatan yang lain sepanjang garis yang menghubungkan pusat-pusat muatan masing-masing.

2. Misalkan ada muatan-muatan yang tersusun pada garis lurus, $q_1 = 8,0 \mu\text{C}$ di titik asal, $q_2 = 10 \mu\text{C}$ di titik 2,0 cm dan $q_3 = 10 \mu\text{C}$ pada 4,0 cm, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Berapa besar gaya pada muatan q_3 oleh karena dua muatan yang lain?

JAWAB:

Gaya pada muatan q_3 karena pengaruh muatan q_1 , F_{31} bersifat repulsif besarnya

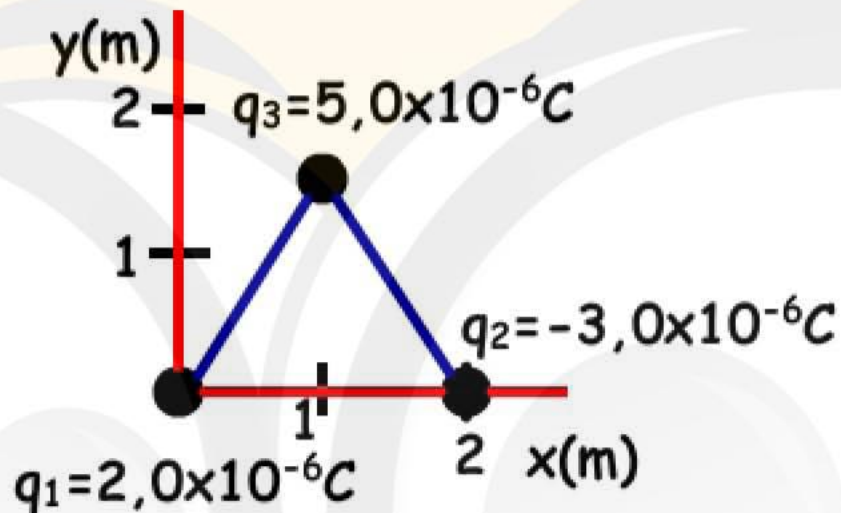
$$F_{31} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{80 \times 10^{-12} \text{ C}^2}{16 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 450 \text{ N}.$$

Gaya pada muatan q_3 karena pengaruh muatan q_2 , F_{32} bersifat atraktif besarnya adalah

$$F_{32} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{120 \times 10^{-12} \text{C}^2}{4,0 \times 10^{-4} \text{m}^2} = 2700 \text{N}.$$

GAYA resultan adalah 2250 N arahnya menuju muatan q_1 dan q_2 .

3. Ada tiga muatan yang tersusun pada titik-titik sudut segitiga sama sisi, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



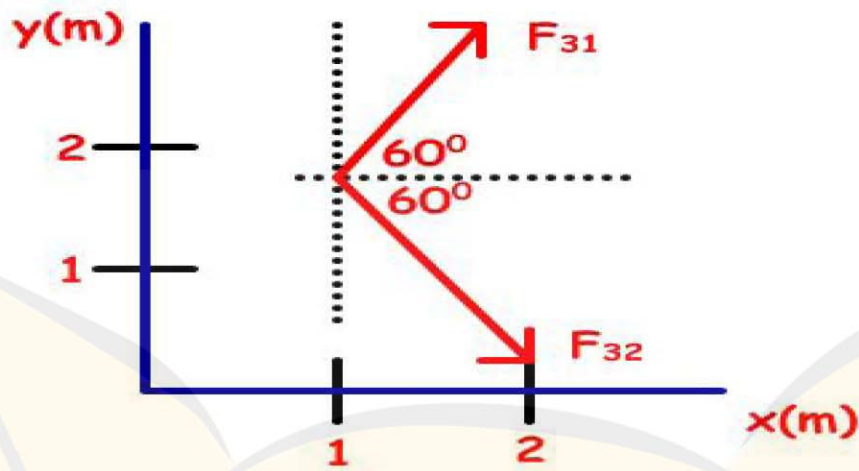
Tentukanlah gaya Coulomb pada muatan q_1 karena muatan-muatan yang lain.

JAWAB:

KLU: Pertama, hitung gaya masing-masing pada muatan q_3 karena muatan q_1 dan gaya karena muatan q_2 . Kemudian lakukan penjumlahan vektor (superposisi). Gaya-gaya tersebut dapat dijumlahkan secara vektor selama gaya yang disebabkan oleh salah satu muatan tidak mempengaruhi gaya yang disebabkan oleh muatan yang lainnya. Jadi, gaya pada muatan 3 karena muatan 1 tidak mempengaruhi gaya pada muatan 3 karena muatan 2.

Gaya pada muatan 3 karena muatan 1 adalah: $F_{31} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{2,0 \times 10^{-6} \text{C} \times 5,0 \times 10^{-6} \text{C}}{4,0 \text{m}^2} = 0,0225 \text{N}.$

Gaya pada muatan 3 karena muatan 2 adalah: $F_{32} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{3,0 \times 10^{-6} \text{C} \times 5,0 \times 10^{-6} \text{C}}{4,0 \text{m}^2} = 0,0338 \text{N}.$



Komponen pada sumbu-x adalah:

$$F_x = F_{31} \cos 60^\circ + F_{32} \cos 60^\circ = (0,0112 + 0,0169) \text{ N} = 0,0281 \text{ N}$$

Komponen pada sumbu-y adalah:

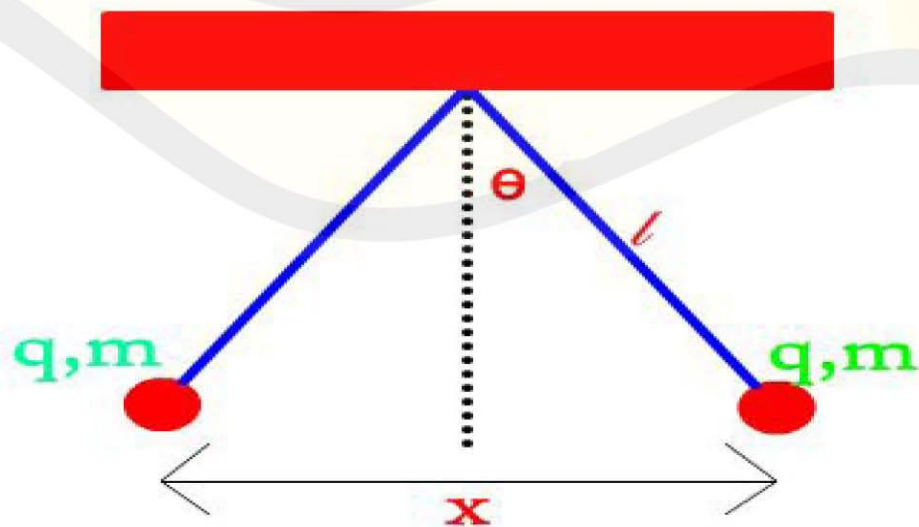
$$F_y = F_{31} \sin 60^\circ - F_{32} \sin 60^\circ = (0,0195 - 0,0292) \text{ N} = 0,0097 \text{ N}$$

Ditulis dalam bentuk vektor:

$$\mathbf{F} = (0,0281 \hat{i} - 0,0097 \hat{j}) \text{ N}$$

Besarnya adalah $F = \sqrt{0,0281^2 + 0,0097^2} = 0,029727 \text{ N}$, arah gaya $\tan \theta = \frac{0,0097}{0,0281} = 0,3596$

4. Misalkan dua buah bola konduktor bermassa m dan mempunyai muatan yang sama q digantungkan oleh tali isolator yang panjangnya l , seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Bagaimanakah relasi antara jarak pisah dan muatan, massa, serta panjang?

JAWAB:

Gaya-gaya mekanis disebabkan oleh gravitasi yang arahnya ke bawah, sedangkan gaya Coulomb searah dengan garis khayal yang menghubungkan dua bola bermuatan tersebut.



$$T \sin \theta = \frac{mg \sin \theta}{\cos \theta} = mg \tan \theta$$

$$\tan \theta = \frac{x/2}{l} = \frac{x}{2l}$$

$$T \sin \theta = \frac{mgx}{2l}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{x^2} = T \sin \theta = \frac{mgx}{2l}$$

$$\text{Diperoleh relasi: } x = \left[\frac{q^2 l}{2\pi\epsilon_0 mg} \right]^{1/3}$$

5. Berapakah gaya tarik antara ion-ion Natrium dan klorida dalam molekul garam, NaCl, jika setiap ion membawa muatan satu satuan elektronik dan jarak pisahnya $2,9 \times 10^{-10}$ meter?

JAWAB:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2} = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(1,6 \times 10^{-19} \text{C})^2}{(2,8 \times 10^{-10} \text{m})^2} = 2,9 \times 10^{-9} \text{N}.$$

6. Arus 5 A mengalir melalui hambatan 10 Ohm selama 4 menit. Berapa banyak muatan yang melewati penampang lintang dari resistor selama selang waktu ini?

JAWAB:

Arus didefinisikan sebagai muatan yang mengalir per satuan waktu, $I = 5 \text{ A} = 5 \text{ C/detik}$ dan $\Delta t = 240 \text{ detik}$, maka muatan $Q = 1200 \text{ C}$.

7. Berapakah flux ϕ medan listrik E yang melalui setengah belahan bola berjari-jari R , jika medan listrik tersebut uniform dan sejajar terhadap sumbu belahan bola itu?