1) Força elétrica

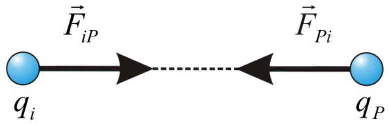
Duas cargas elétricas puntuais suficientemente próximas q_i (para qualquer $i = 1, 2, ..., N$) e q_P (carga de referência) apresentam dois fenômenos.

a) repulsão

($q_i > 0$ e $q_P > 0$) ou ($q_i < 0$ e $q_P < 0$)

b) atração

($q_i > 0$ e $q_P < 0$) ou ($q_i < 0$ e $q_P > 0$)



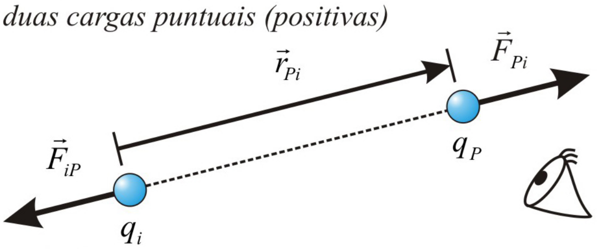
c) propriedades: Terceira Lei de Newton

intensidade (módulo): lei de Coulomb
direção: a mesma da linha que as une
sentido: opostos

$$\vec{F}_{Pi} = -\vec{F}_{iP}$$

2) Lei de Coulomb

a) duas cargas puntuais (positivas)



Agindo sobre q_P, há o vetor força elétrica resultante $\vec{F}_{Pi}$, dado pela lei de Coulomb

$$\vec{F}_{Pi} = k\frac{q_P q_i}{r_{Pi}^2}\hat{r}_{Pi} \text{ , onde } k = 9.0\times10^9\ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

é a constante de proporcionalidade e

$$\hat{r}_{Pi} = \frac{\vec{r}_{Pi}}{r_{Pi}}, \quad \vec{r}_{Pi} = \vec{r}_P - \vec{r}_i, \quad r_{Pi} = |\vec{r}_{Pi}|$$

Note que $\vec{r}_{Pi}$ é o vetor com sentido de q_i para q_P.

b) caso N cargas puntuais (atuando sobre q_P)

$$\vec{F}_P = \sum_{i=1}^{N}\vec{F}_{Pi} = q_P\sum_{i=1}^{N}k\frac{q_i}{r_{Pi}^2}\hat{r}_{Pi}$$

Em 2D, conhecendo o valor e as coordenadas de cada carga, o módulo e a direção de $\vec{F}_P$ são dados por

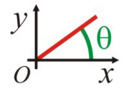
$$F_P = |\vec{F}_P| = \sqrt{F_{Px}^2 + F_{Py}^2}, \quad \theta_P = \arctan\left(\frac{F_{Py}}{F_{Px}}\right)$$

onde

$$F_{Px} = \sum_{i=1}^{N}|\vec{F}_{Pi}|\cos\theta_{Pi}, \quad F_{Py} = \sum_{i=1}^{N}|\vec{F}_{Pi}|\,\text{sen}\theta_{Pi}$$

e

$$\theta_{Pi} = \arctan\left(\frac{y_{Pi}}{x_{Pi}}\right)$$



Obs: os ângulos θ_{Pi} e θ_P são calculados tendo como referência o eixo-x.

c) Unidade de medida: $[F] = N$ (newton)

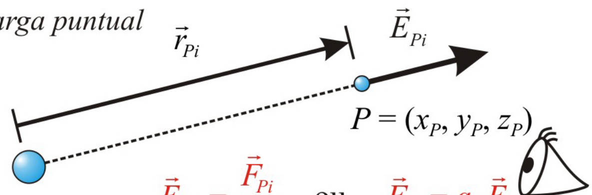
d) Notação

$$\vec{F}_P = F_{Px}\hat{i} + F_{Py}\hat{j} \quad \text{ou} \quad \vec{F}_P = F_P\angle\theta_P$$

(coordenadas retangulares) (coordenadas polares)

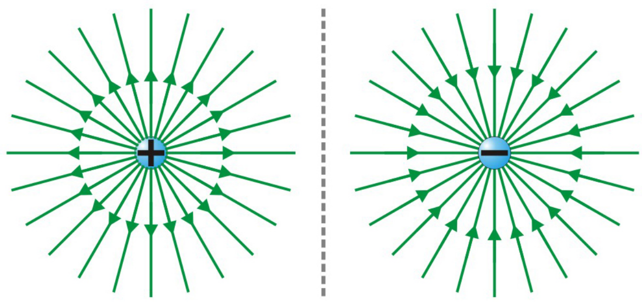
3) Campo Elétrico

a) Carga puntual



$$\vec{E}_{Pi} = \frac{\vec{F}_{Pi}}{q_P} \quad \text{ou} \quad \vec{F}_{Pi} = q_P\vec{E}_{Pi}$$

b) Linhas de Campo (cargas isoladas)



física/eletromagnetismo
filofima.com.br

c) Propriedades

$\vec{E}_P$ e $\vec{F}_P$: mesma direção, intensidade e sentido depende da carga q_P e do seu sinal.

d) caso N cargas puntuais (atuando sobre ponto P)

$$\vec{E}_P = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_{Pi} = \sum_{i=1}^{N} k \frac{q_i}{r_{Pi}^2} \hat{r}_{Pi}$$

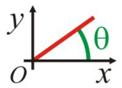
Em 2D, conhecendo o valor e as coordenadas de cada carga, o módulo e a direção de $\vec{E}_P$ são dados por

$$E_P = \left|\vec{E}_P\right| = \sqrt{E_{Px}^2 + E_{Py}^2}\,, \quad \theta_P = \arctan\left(\frac{E_{Py}}{E_{Px}}\right)$$

onde

e $$E_{Px} = \sum_{i=1}^{N} \left|\vec{E}_{Pi}\right| \cos\theta_{Pi}\,, \quad E_{Py} = \sum_{i=1}^{N} \left|\vec{E}_{Pi}\right| \operatorname{sen}\theta_{Pi}$$

$$\theta_{Pi} = \arctan\left(\frac{y_{Pi}}{x_{Pi}}\right)$$



Obs: os ângulos θ_{Pi} e θ_P são calculados tendo como referência o eixo-x.

e) Unidade de medida:

$[E] = N/C$ (newton por coulomb)

d) Notação

$$\vec{E}_P = E_{Px}\hat{i} + E_{Py}\hat{j} \quad \text{ou} \quad \vec{E}_P = E_P \angle \theta_P$$

(coordenadas retangulares) (coordenadas polares)

4) Estratégia de solução de problemas

É necessário dizer que esta é "uma" estratégia para problemas que exigem o cálculo do vetor campo elétrico ou vetor força elétrica. Há outras soluções (algumas estão exemplificadas na apostila do curso: consulte-a). Além disso esta estratégia também não é geral no sentido de resolver todos os problemas.

A estratégia apresentada a seguir diz respeito a problemas em 2D.

1) identifique cada carga q_i ($i = 1, 2, \ldots, N$)

2) identifique as coordenadas (x_i, y_i) de cada carga e do ponto $P = (x_P, y_P)$. Encontre os vetores

$$\vec{r}_{Pi} = x_{Pi}\vec{i} + y_{Pi}\vec{j}$$

onde

$$x_{Pi} = x_P - x_i \quad \text{e} \quad y_{Pi} = y_P - y_i$$

3) calcule o módulo (distância)

$$r_{Pi} = \left|\vec{r}_{Pi}\right| = \sqrt{x_{Pi}^2 + y_{Pi}^2}$$

4) calcule o ângulo

$$\theta_{Pi} = \arctan\left(\frac{y_{Pi}}{x_{Pi}}\right)$$

Obs.: faça desenho pois para vetores no 2o. ou no 3o. quadrante deve-se somar 180° ao θ_{Pi}.

5) calcule a intensidade do campo elétrico

$$E_{Pi} = \left|\vec{E}_{Pi}\right| = k\frac{|q_i|}{r_{Pi}^2}$$

6) calcule o componente x da resultante

$$E_{Px} = \sum_{i=1}^{N} E_{Pi}\cos\theta_{Pi}$$

7) calcule o componente y da resultante

$$E_{Py} = \sum_{i=1}^{N} E_{Pi}\operatorname{sen}\theta_{Pi}$$

8) calcule a intensidade de $\vec{E}_{Pi}$

$$E_P = \sqrt{E_{Px}^2 + E_{Py}^2}$$

9) calcule a direção de $\vec{E}_{Pi}$

$$\theta_P = \arctan\left(\frac{E_{Py}}{E_{Py}}\right)$$

Obs.: veja a observação do item (4).

10) escreva o vetor campo elétrico resultante

$$\vec{E}_P = E_P \angle \theta_P$$

física/eletromagnetismo
filofima.com.br