UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS SOBRAL

Eletromagnetismo

Aula 04 – Eletrostática, Campo de uma carga puntiforme e A Lei de Coulomb

Prof. Acélio Luna Mesquita

Universidade Federal do Ceará – Campus Sobral

Eletrostática

- Na eletrostática a carga é considerada estacionaria.

$$\frac{\partial q}{\partial t} = 0$$

- Termos para relembrar

ε: $permissividade\ elétrica$;

$\vec{E}$: $campo\ elétrico$;

q: carga;

Eletrostática

- <u>Campo elétrico gerado por um diferencial de carga</u>

  Seja uma carga "q" de dimensões tão pequenas que possam ser consideradas pontual, a qual se encontra em um meio com permissividade constante "ε".

  Envolvemos essa carga com uma superfície gaussiana esférica de raio "r" cujo centro coincide com a posição espacial de "q". Segundo a lei de Gauss:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon}$$

Eletrostática

- Campo elétrico gerado por um diferencial de carga
  - Posicionamos ainda “q” na origem de um espaço tridimensional mapeado pelo sistema de coordenadas esféricas, de tal forma que:

$$d\vec{S} = r^2 sen(\theta) d\theta d\varphi \hat{a}r$$

Eletrostática

- Campo elétrico gerado por um diferencial de carga
  - Por evidencia empírica, sabe-se que o campo elétrico de uma distribuição esférica de cargas apresenta direção radial esférica e sentido dependente da polaridade da carga da distribuição.
  - Como uma carga pontual nada mais é do que uma distribuição esférica cujo raio tende a zero, pode-se afirmar que:

Eletrostática

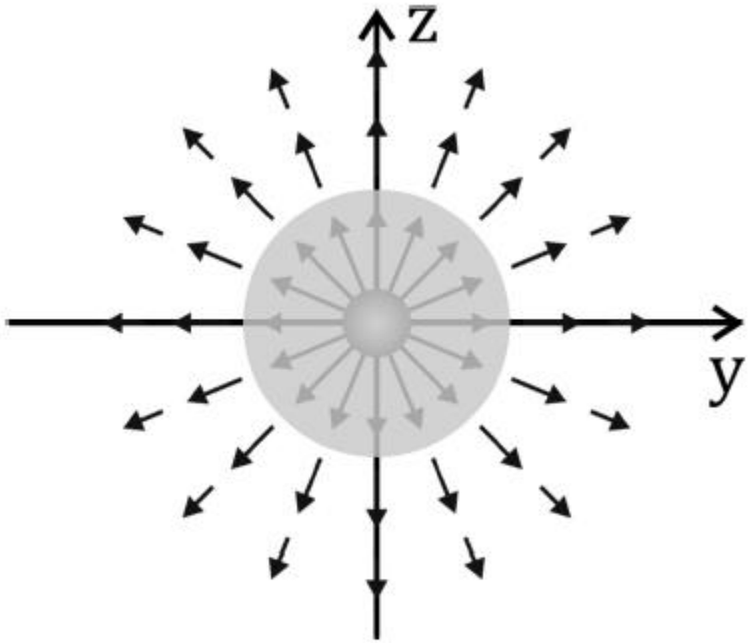
- Campo elétrico gerado por um diferencial de carga

$$q_{env} = Q$$

$$\vec{E} = E(r)\hat{a}r$$

$$\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} E(r)r^2 sen(\theta) d\theta d\varphi = \frac{q_{env}}{\varepsilon}$$

$$E(r)r^2 \int_0^{2\pi} -\cos(\theta)\Big|_0^{\pi} d\varphi = \frac{Q}{\varepsilon}$$



Eletrostática

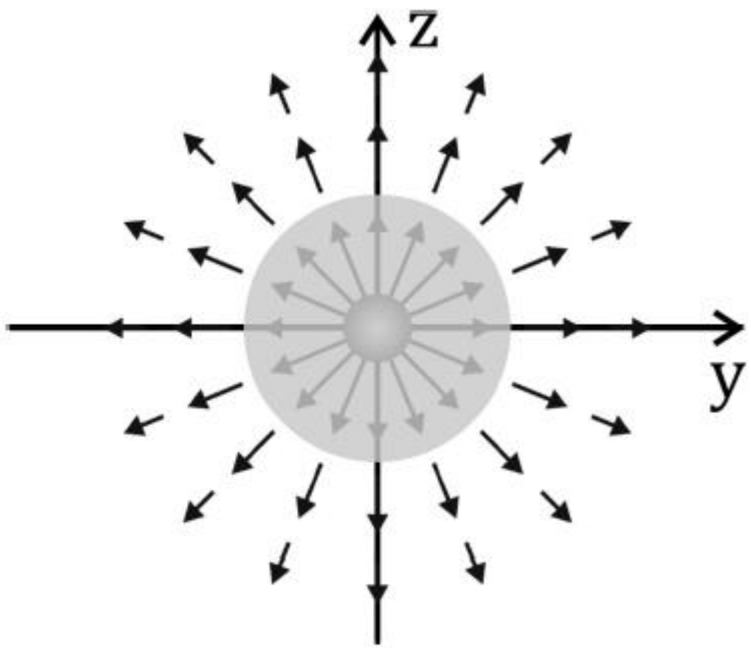
- <u>Campo elétrico gerado por um diferencial de carga</u>

$$E(r)r^2\int_0^{2\pi} 2d\varphi = \frac{Q}{\varepsilon}$$

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

$$E(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\cdot\frac{Q}{r^2}$$

$$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\cdot\frac{Q}{r^2}\hat{a}r(V/m)$$



Lei de Coulomb

- Note que uma força exercida sobre uma carga q' sob a ação de um campo elétrico **E** é dada pela expressão:

$$F = qE$$

- Supondo que o campo **E** tenha sido criado por uma carga q, teremos que o modulo do mesmo é:

$$\left|\vec{F}_E\right| = \frac{qq'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{a}r$$

$$\epsilon_0 = 8{,}854 \times 10^{-12} \doteq \frac{1}{36\pi} 10^{-9}\ \mathrm{F/m}$$

- Esta expressão é conhecida como "lei de Coulomb", segundo a qual a força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distancia que as separa.

Exemplo

Vamos ilustrar o uso da forma vetorial da lei de Coulomb posicionando uma carga $Q_1 = 3 \times 10^{-4}$ C em $M(1, 2, 3)$ e uma carga $Q_2 = -10^{-4}$ C em $N(2, 0, 5)$, no vácuo. Desejamos a força exercida em Q_2 por Q_1.

- Passo 1: Calcular o vetor unitário

$$R_{12} = r_2 - r_1$$

$$R_{12} = (2-1)a_x + (0-2)a_y + (5-3)a_z$$

$$R_{12} = a_x - 2a_y + 2a_z$$

$$\left|R_{12}\right| = 3$$

$$a_{12} = \frac{1}{3}(a_x - 2a_y + 2a_z)$$

Exemplo

- Passo 2: Utilizar os valores na formula

$$F_2 = \frac{3 \cdot 10^{-4}(-10^{-4})}{4\pi(1/36\pi)10^{-9} \times 3^2}\left(\frac{1}{3}(a_x - 2a_y + 2a_z)\right)$$

$$F_2 = -30\left(\frac{1}{3}(a_x - 2a_y + 2a_z)\right)$$

- A intensidade da força é de 30N e a direção e sentido são especificados pelo vetor unitário.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS SOBRAL

Perguntas?

Acelio.luna@ufc.br