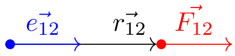
1 AULA 1

1.1 Lei de Coulomb



A força entre duas cargas pontuais q_1 e q_2 é dada por

$$\vec{F}_{12} = K_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e_{r_{12}}}$$

onde

$$K_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$K_e = 9 * 10^9 NC^{-2}m^{-2}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi * 9 * 10^9} = 8.85 * 10^{-12} N^{-1}C^2m^{-2}$$

ϵ_0 é conhecida como a permitividade do vácuo

1.2 Forca Elétrica vs Força Gravítica

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}, F_e = K_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

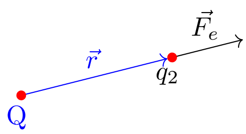
A força entre dois protões afastados por uma distância d

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{9 * 10^9 \frac{(1.6*10^{-19})^2}{d^2}}{6.7 * 10^{-11} \frac{(1.7*10^{-27})^2}{d^2}} = 10^{36}$$

Isto é, a interação elétrica entre os dois protões é 10^{36} vezes maior que a interação gravítica entre eles ,logo para partículas carregadas a interação gravítica é desprezável

1.3 Campo Elétrico

O campo elétrico ($\vec{E}$) é a força por unidade de carga através do efeito de uma carga q sobre o espaço á sua volta. Este é dado pela divisão da lei de coulomb por q_2.

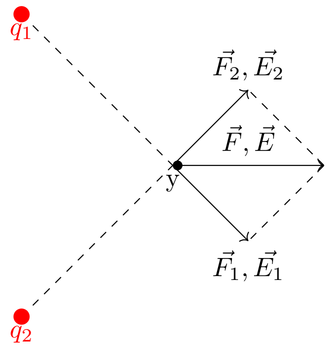


$$\vec{E} = \frac{\vec{F_e}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}\vec{e_r}$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

1.4 Principio de Sobreposição

A força total das forças aplicadas numa carga é igual a soma vetorial de todas as forças que lhe são aplicadas por outras partículas



$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2} \vec{e_{r_i}}$$

1.5 Distribuição Contínua de Carga

As cargas são discretas, mas num corpo carregado as suas distâncias são tão pequenas que não as conseguimos distinguir umas das outras. É então util passar a tratar essas cargas como uma distribuição contínua

1.5.1 Ao Longo de uma linha (1D)

A distribuição da carga é representada por λ[C/m] medido em coulombs por metro

$$dq = \lambda dl$$

1.5.2 Numa Superfície (2D)

A distribuição da carga é representada por G[C/m²] medido em coulombs por metro quadrado

$$dq = G ds$$

1.5.3 Num Volume (3D)

A distribuição da carga é representada por ρ [C/m³] medido em coulombs por metro cúbico

$$dq = \rho dv$$

O campo elétrico criado por cada dq, sendo dq pontual é dado por:

$$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \vec{e_r}$$

e aplicando o principio da sobreposição,

$$\vec{E} = \int_{objeto} d\vec{E}$$

concretizando-se para cada um dos casos

$$1D : \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_\Gamma \frac{\lambda dl}{r^2}$$

$$2D : \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_S \frac{G dl}{r^2}$$

$$3D : \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_v \frac{\rho dl}{r^2}$$

1.6 Trabalho Do Campo Magnético

Carga Pontual

$$dw = \vec{F}.\vec{dl}$$

$$w = \int_a^b \vec{F}.\vec{dl} =$$

$$= \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Qq}{r^2}\vec{e_r}.(dr\vec{e_r} + rd\theta\vec{e_\theta} + r\sin\theta d\phi\vec{e_\phi}) =$$

$$= \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Qq}{r^2}dr =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Qq}{r^2}dr =$$

$$= frac14\pi\epsilon_0 Qq\left[-\frac{1}{r}\right]_{r_a}^{r_b} =$$

$$= \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b}\right)$$

Que não depende do caminho!!!!!

1.6.1 Para um caminho fechado

$$w = \int_1 dw = \int_2 dw \implies \oint dw = 0$$

Se fizermos por unidade de carga:

$$\frac{dw}{q} = \vec{E_Q}.\vec{dl} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b}\right) \implies \oint \vec{E}.\vec{dl} = 0$$

Pelo Teorema de Stokes

$$\oint_\rho \vec{E}.\vec{dl} = \int_S \left(\vec{\nabla}\times\vec{E}\right).\vec{n}ds = 0 \implies \underbrace{\vec{\nabla}\times\vec{E} = 0}_{Rotacional}$$

Relembrar

$$\vec{\nabla} = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}\right)$$

$$\vec{\nabla}\times\vec{E} = \begin{vmatrix} e_x & e_y & e_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_y \end{vmatrix}$$

1.6.2 Campo de Múltiplas Cargas

$$\oint\left(\sum\vec{E}_i\right).\vec{dl}=\oint\sum\left(\vec{E}_i.\vec{dl}\right)=\sum\oint\vec{E}_i.\vec{dl}$$

$$\sum 0=0$$

Agora que já sabemos que a força elétrica é conservativa, o trabalho realizado para mover uma carga de um ponto A para um ponto B é igual á energia ganha pelo sistema quando a partícula vai de A para B.