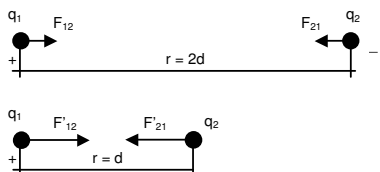


Tópico 02 – O CAMPO ELÉTRICO

Introdução: Neste tópico iremos nos aprofundar no estudo das cargas elétricas utilizando como ferramentas os conceitos de Campo Elétrico e Linhas de Campo (ou Linhas de Força). No livro-texto existem informações adicionais que podem ajudar no entendimento dos conceitos que serão trabalhados em sala.

2.1 – Cargas e Forças

A Lei de Coulomb explica que haverá o aparecimento de uma força eletrostática entre duas cargas elétricas estáticas. Suponha que consigamos fazer com que uma das cargas seja aproximada da outra como mostra o desenho a seguir:



Quando a carga q_2 estiver posicionada em $r=2d$, teremos as forças $F_{12}=F_{21}$. Ao se colocar q_2 na posição $r=d$, pode-se constatar de forma simples que as forças $F'_{12}=F'_{21}$ que surgem nesta posição terão intensidade **4 vezes** superior às forças na posição $r=2d$.

De forma intuitiva podemos constatar que se a carga q_2 estiver se movendo na direção de q_1 a força estará aumentando (independente do sinal das cargas), mas como executar esse cálculo se a cada instante o módulo da distância varia. Como representar essa interação de cargas em movimento? Essa questão se resolveu com a teoria do “campo elétrico”, visto a seguir.

2.2 – O Campo Elétrico

Quando nos movemos próximos à superfície da Terra, sofremos o efeito do seu **Campo de Atração Gravitacional**. O efeito deste campo em um ponto próximo da superfície é representado por um vetor \vec{g} que descreve a aceleração de um corpo-de-prova abandonado neste mesmo ponto ($\cong 9.8\text{m/s}^2$).

$$\vec{g} = F / m \quad (\text{Unidade de } g \text{ no SI é } [\text{N/Kg}] \text{ ou } [\text{m/s}^2])$$

De forma similar, pode-se definir o **Campo Elétrico** como sendo uma grandeza vetorial de natureza elétrica, que atua em cada ponto da região ao redor de um objeto que possua carga elétrica. Se um corpo-de-prova com carga q estiver próximo desse objeto, uma força eletrostática F irá agir sobre o mesmo. Dessa forma, pode-se representar o campo elétrico gerado pelo objeto e que atua na região próxima desse corpo-de-prova pelo vetor \vec{E} :

$$\vec{E} = F / q \quad (\text{Unidade de } E \text{ no SI é } [\text{N/C}])$$

De forma análoga, o corpo-de-prova também irá criar um **Campo Elétrico** em torno de si e que irá atuar sobre o objeto carregado. Supondo que o objeto possui carga $10q$ e que o corpo-de-prova possui carga q , poderemos calcular os campos elétricos gerados por ambos:

$$\vec{E}_{obj} = \frac{F}{q} \quad (\text{Campo Elétrico gerado pelo objeto carregado})$$

$$\vec{E}_{corpo} = \frac{F}{10q} \quad (\text{Campo Elétrico gerado pelo corpo-de-prova})$$

Com um simples equacionamento podemos demonstrar que os campos elétricos gerados dependem diretamente das cargas que os geram, por isso são diferentes, mesmo que as forças que atuam no par **obj-corpo** sejam iguais:

$$F_{obj-corpo} = K \frac{q \times 10q}{r^2} = \frac{K}{r^2} \times q \times 10q = K^* \times q \times 10q \quad (K^* = K/r^2 \text{ continua constante em cada ponto})$$

$$\vec{E}_{obj} = \frac{F}{q} = \frac{F_{obj-corpo}}{q} = \frac{K^* \times q \times 10q}{q} = K^* \times 10q \quad (\text{campo elétrico gerado pela carga } 10q \text{ do objeto})$$

$$\vec{E}_{corpo} = \frac{F}{10q} = \frac{F_{obj-corpo}}{10q} = \frac{K^* \times q \times 10q}{10q} = K^* \times q \quad (\text{campo elétrico gerado pela carga } q \text{ do corpo-de-prova})$$

2.3 – Linhas de Campo (ou Linhas de Força)

O Campo Elétrico em torno de um corpo carregado pode ser representado por um conjunto de linhas que saem do corpo se o mesmo estiver carregado positivamente. Caso o corpo esteja carregado negativamente as linhas de campo estarão entrando no mesmo. Veja as figuras a seguir:



As figuras mostram dois corpos carregados com cargas elétricas de diferentes sinais, que geram linhas de campo elétrico com direção radial (imaginando esferas carregadas). O sentido das linhas é dado pelas setas (entrando na esfera com carga negativa e saindo da esfera com carga positiva). De forma intuitiva podemos estabelecer que o número de linhas de força que atravessa uma determinada unidade de área perpendicular à direção das mesmas corresponde ao módulo do campo **E** naquela seção.

2.4 – Campo Elétrico Devido a uma Carga Pontual

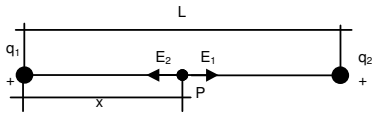
Imaginemos um objeto carregado com carga **q** que possui dimensões desprezíveis (objeto pontual) e que próximo a ele seja colocado um corpo-de-prova com carga **q₀**. Para calcular o campo elétrico gerado no corpo-de-prova pelo objeto faremos como demonstramos anteriormente:

$$\vec{E} = \frac{F}{q_0} = \frac{1}{q_0} \times K \times \frac{q \times q_0}{r^2} = K \times \frac{q}{r^2} \Rightarrow \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r^2} \quad (\text{campo elétrico gerado por uma carga pontual})$$

Exemplo

1 – Supondo duas cargas $q_1 = +1\mu\text{C}$ e $q_2 = +2.3\mu\text{C}$ distantes 13cm uma da outra. Calcule a posição do ponto P no espaço onde os campos elétricos gerados se anulam.

Resp.: Imaginando que ambos os campos elétricos se expandem radialmente no espaço, o ponto P deverá estar entre as duas cargas, exatamente sobre uma linha reta que passe pelo centro de cada uma. Dessa forma podemos supor o seguinte desenho:



No desenho estamos supondo que \$q_1\$ está na origem do eixo de medidas e que a distância da origem até o ponto P onde os campos se anulam é de \$x\$.

Para que os campos criados em P se anulem devemos ter:

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_2 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_2}{(L-x)^2} \Rightarrow K \times \frac{q_1}{x^2} = K \times \frac{q_2}{(L-x)^2}$$

$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(L-x)^2} \Rightarrow \frac{(L-x)^2}{x^2} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \sqrt{\frac{(L-x)^2}{x^2}} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \Rightarrow \frac{(L-x)}{x} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

E então teremos:

$$\frac{(L-x)}{x} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \Rightarrow \frac{L}{x} = 1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \Rightarrow x = \frac{L}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} = \frac{0.13}{1 + \sqrt{\frac{2.3 \times 10^{-6}}{1.5 \times 10^{-6}}}} \Rightarrow x = 0.05808m = 5.808cm$$