

## Tópico 01 – CARGA ELÉTRICA

**Introdução:** Neste tópico veremos um histórico sobre o eletromagnetismo, as leis básicas aplicadas a cargas elétricas, processos de eletrização e algumas características relacionadas a condução de eletricidade. Recomenda-se a leitura do livro-texto a fim de facilitar o entendimento dos assuntos abordados.

### 1.1 – Eletromagnetismo

Nos tempos atuais os fenômenos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos têm uma grande importância em nossas vidas. Telefones celulares, rádios, televisores e equipamentos eletrônicos diversos se aproveitam desses fenômenos a fim executar tarefas que para nós são transparentes, mas que envolvem o conhecimento e a experimentação de centenas (ou milhares) de anos.

Os filósofos gregos já conheciam empiricamente e de forma intuitiva alguns fenômenos elétricos e magnéticos. Com o passar do tempo, as bases para o conhecimento dos fenômenos elétricos (e magnéticos) foram sendo estabelecidas até que Maxwell encontrou um elo de ligação entre os fenômenos elétricos e magnéticos - o eletromagnetismo – abrindo caminho para o avanço da ciência no campo das ondas (incluindo a luz).

### 1.2 – Carga Elétrica

De acordo com os primeiros modelos atômicos, podemos representar um átomo de um elemento qualquer como sendo composto de um núcleo (com prótons e nêutrons) e uma eletrosfera (composta de elétrons). Hoje sabemos que os prótons e os elétrons possuem carga elétrica e que apenas os elétrons possuem “liberdade” para se movimentarem na estrutura da matéria. Mas mesmo antes da descoberta dos elétrons e dos prótons, já se sabia da existência do movimento de cargas elétricas através de experimentos simples. Posteriormente esse movimento de cargas recebeu o nome de corrente elétrica. A corrente elétrica pode ser instantânea (como ocorre no processo de eletrização de corpos e em descargas atmosféricas) ou com uma duração de tempo maior (como na corrente contínua das baterias dos carros e na corrente alternada das casas e edificações em geral).

### 1.3 – Processos de Eletrização

Existem 3 formas básicas de se transferir carga elétrica para os objetos: Atrito, contato ou indução.

**Atrito:** Ao se esfregar determinados tipo de objetos pode-se transferir carga elétrica (elétrons) de um objeto para outro.

- Vidro e seda – Vidro fica (+) → Perde elétrons para a seda
- Plástico e lã – Plástico fica (-) → Ganha elétrons da lã

**Contato:** Ao se colocar em contato dois materiais condutores, um carregado eletricamente e outro neutro, pode ocorrer a transferência de cargas entre esses elementos, obedecendo as dimensões de cada um dos objetos e as características elétricas de cada um.

**Indução:** Ao se aproximar um objeto carregado com carga de qualquer sinal de um condutor neutro, esse será atraído pelo corpo carregado. Esse fenômeno ocorre devido a mobilidade dos elétrons no condutor.

Se o objeto eletrizado tiver carga **positiva**, haverá um tendência dos elétrons do condutor se aproximarem do objeto, ocorrendo a atração.

Se o objeto estiver carregado **negativamente**, haverá uma tendência dos elétrons migrarem dentro do condutor para a área mais afastada do objeto, deixando um dos lados praticamente sem elétrons (ou carregado positivamente) dessa forma o condutor também será atraído pelo objeto.

Caso uma ligação com a terra (aterramento) for estabelecida enquanto o condutor estiver eletrizado por indução, haverá movimentação de cargas entre condutor e terra estabelecendo uma eletrização por contato a fim de neutralizar as cargas dentro do mesmo.

### 1.4 – Medida da Carga Elétrica

Através da criação de instrumentos de medida especiais e de experimentos diversos foi possível medir a quantidade de carga mínima envolvida em um processo de eletrização. Hoje sabemos que essa quantidade de carga se relaciona com o elétron e com o próton. Chamou-se então de **carga elementar** a quantidade de carga elétrica existente em um elétron ou em um próton, sendo que as duas diferem apenas no sinal. Estabeleceu-se que a carga do elétron é negativa e a carga do próton é positiva.

- Carga Elementar  $\rightarrow 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  onde C  $\equiv$  Coulomb
- $\Sigma \text{carga}_{\text{átomo neutro}} = 0$
- Quantidade de carga  $\rightarrow n \times e = n_{\text{prótons}} \times e = -(n_{\text{elétrons}} \times e)$

### 1.5 – Condutores e Isolantes

Em relação a mobilidade de cargas podemos classificar os corpos como: Supercondutores, condutores, semicondutores e isolantes. Sabe-se que a propriedade da condução está intimamente relacionada a “formação” do corpo ou objeto, se o mesmo é formado de um elemento puro, uma liga metálica ou uma composição de elementos. Esta “formação” pode ser usada para criar elementos com características especiais como os semicondutores e os supercondutores.

**Supercondutores:** Altíssima mobilidade das cargas elétricas (originalmente vinculada a temperatura)

**Condutores:** Alta mobilidade das cargas elétricas (metais como ouro e cobre são bons condutores)

**Semicondutores:** Mobilidade condicionada a um fator construtivo, energia de ativação, etc

**Isolantes:** Baixa mobilidade de cargas elétricas (borracha, vidro, plásticos)

### 1.6 – Lei de Coulomb

Essa lei determina o valor da força eletrostática que irá agir em duas partículas quando com cargas elétricas. Pode-se extrapolar o cálculo da força eletrostática para objetos de todas as dimensões. Para o cálculo da aplicação dessa força deve-se levar em consideração dois princípios:

- **Ação e reação:** A força que a partícula **A** exerce na partícula **B** é a mesma que a partícula **B** exerce em **A**, porém de sentido contrário e
- **Atração e repulsão:** Cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais contrários se atraem

$$F = K \frac{q1 * q2}{r^2}$$

Onde: F  $\equiv$  Força de Interação Eletrostática [N]  
K  $\equiv$  Constante Eletrostática  $= 1/4\pi\epsilon_0$   
 $\epsilon_0$   $\equiv$  Permissividade Elétrica no vácuo

Sabe-se que  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} [\text{C}^2/\text{Nm}^2]$

Então: K  $= 8.89 \times 10^9 [\text{Nm}^2/\text{C}^2]$

### 1.7 – Princípio da Superposição

Se tivermos  $n$  partículas carregadas, elas devem interagir de modo independente, aos pares. Dessa forma, a força de interação eletrostática em uma partícula será a soma vetorial da força eletrostática que cada uma das  $n-1$  partículas exerce sobre ela:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \dots + \vec{F}_{1n}$$

### 1.8 – Exemplos

1 – A distância entre o próton e o elétron em um átomo de hidrogênio é de  $\cong 5.3 \times 10^{-11}$  m. Calcule a força de atração entre as partículas.

$$F = K \frac{q_1 * q_2}{r^2} = 8.99 * 10^9 * \frac{1.6 * 10^{-19} * 1.6 * 10^{-19}}{(5.3 * 10^{-11})^2} = \frac{8.99 * (1.6)^2 * 10^9 * (10^{-19})^2}{(5.3)^2 * (10^{-11})^2} = 8.19 * 10^{-8} N$$

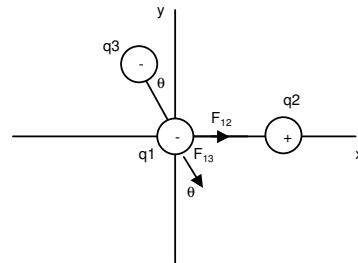
2 – Três partículas carregadas estão presas nas respectivas posições por forças não descritas. Calcule a força eletrostática resultante na partícula com carga  $q_1$ .

$$\begin{aligned} r_{12} &= 15 \text{ cm} & r_{13} &= 10 \text{ cm} & \theta &= 32^\circ \\ q_1 &= -1.2 \mu\text{C} & q_2 &= 3.7 \mu\text{C} & q_3 &= 2.3 \mu\text{C} \end{aligned}$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13}$$

$$\Rightarrow F_{1X} = F_{12} + F_{13} \text{ sen } \theta$$

$$\Rightarrow F_{1Y} = F_{13} \text{ cos } \theta$$



$$F_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = 8.99 * 10^9 \frac{1.2 * 10^{-6} * 3.7 * 10^{-6}}{0.15^2} = 1.77 N$$

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = 8.99 * 10^9 \frac{1.2 * 10^{-6} * 2.3 * 10^{-6}}{0.10^2} = 2.48 N$$

$$F_{1X} = 1.77 + 2.48 \text{ sen } 32^\circ = 3.088 N$$

$$F_{1Y} = 2.48 \text{ cos } 32^\circ = 2.104 N$$

obs.: O valor de  $F_{1Y}$  foi calculado módulo

Do triângulo retângulo temos:

$$F_1^2 = F_{1X}^2 + F_{1Y}^2 \Rightarrow F_1 = 3.737 N$$