

1. Cargas Elétricas

Toda a matéria que conhecemos é formada por moléculas. Esta, por sua vez, é formada de átomos, que são compostos por três tipos de partículas elementares: prótons, nêutrons e elétrons.

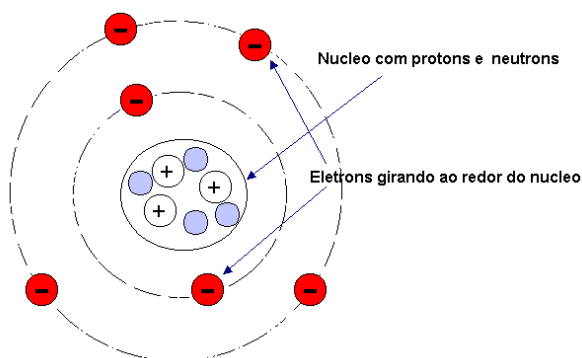
Os átomos são formados por um núcleo, onde ficam os prótons e nêutrons e uma eletrosfera, onde os elétrons permanecem, em órbita.

Os prótons e nêutrons têm massa praticamente igual, mas os elétrons têm massa milhares de vezes menor. Sendo m a massa dos prótons, podemos representar a massa dos elétrons como:

$$m_{\text{eltron}} \cong \frac{1}{2000} \cdot m$$

Ou seja, a massa dos elétrons é aproximadamente 2 mil vezes menor que a massa dos prótons. Por esta razão, a massa do elétron é desprezível.

Podemos representar um átomo, embora fora de escala, por:



Se pudéssemos separar os prótons, nêutrons e elétrons de um átomo, e lançá-los em direção à um ímã, os prótons seriam desviados para uma direção, os elétrons a uma direção oposta a do desvio dos prótons e os nêutrons não seriam afetados.

Esta propriedade de cada uma das partículas é chamada **carga elétrica**. Os prótons são partículas com cargas positivas, os elétrons tem carga negativa e os nêutrons tem carga neutra.

Um próton e um elétron têm valores absolutos iguais, embora tenham sinais opostos. O valor da carga de um próton ou um elétron é chamado carga elétrica elementar e simbolizado por **e**.

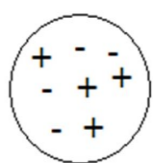
A unidade de medida adotada internacionalmente para a medida de cargas elétricas é o **coulomb (C)**.

1.1) A carga elétrica elementar

É a menor quantidade de carga encontrada na natureza, ou seja, é a carga referente a um elétron. Comparando-se este valor com coulomb, têm-se a relação:

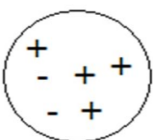
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Um coulomb é definido como a quantidade de carga elétrica que atravessa em um segundo, a secção transversal de um condutor percorrido por uma corrente igual a 1 ampère.



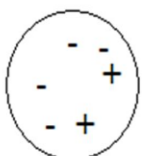
Corpo eletricamente neutro

⇒ Nº de cargas iguais



Corpo eletrizado positivamente

⇒ Maior nº de cargas positivas
(falta de elétrons)



Corpo eletrizado negativamente

⇒ Maior nº de cargas negativas
(excesso de elétrons)

Exercício:

Uma esfera metálica tem carga elétrica negativa de valor igual a $3,2 \cdot 10^{-4}\text{C}$. Sendo a carga do elétron igual a $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, pode-se concluir que a esfera contém:

- a) $2 \cdot 10^{15}$ elétrons
- b) 200 elétrons
- c) um excesso de $2 \cdot 10^{15}$ elétrons
- d) $2 \cdot 10^{10}$ elétrons
- e) um excesso de $2 \cdot 10^{10}$ elétrons

Resposta

$$Q = n \cdot e$$

$$3,2 \cdot 10^{-4} = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$n = \frac{3,2 \times 10^{-4}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{15}$$

Como o corpo tem carga elétrica negativa, ele possui excesso de elétrons, portanto, a resposta correta é a **alternativa C**.

2. Corrente elétrica

É o movimento ordenado entre as cargas elétricas presentes em um condutor metálico.

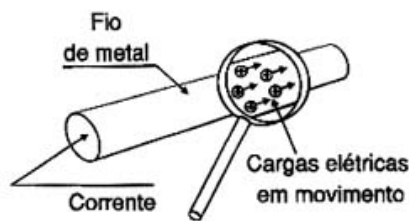


Figura 1 - Uma corrente elétrica consiste num fluxo de cargas elétricas em movimento.

Essa organização de movimento acontece quando se cria um campo elétrico dentro desse condutor, fazendo com que seus elétrons livres desenvolvam um movimento ordenado.

Esse termo, corrente elétrica, é originado de uma antiga concepção sobre a eletricidade ser um fluido capaz de se canalizar por condutores.

Sentido da corrente elétrica

Sentido Real: ocorre nos condutores sólidos, é o movimento dos elétrons e acontece do polo negativo para o polo positivo.

Sentido convencional: é o sentido da corrente elétrica que corresponde ao sentido do campo elétrico no interior do condutor, que vai do polo positivo para o negativo.



OBS: O sentido convencional é sempre usado para análise da corrente elétrica.

Intensidade da Corrente

É calculada através da representação matemática:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

Onde:

i = intensidade da corrente (em Ampère) (A)

Q = carga elétrica (em Coloumbs) (C)

Δt = variação do tempo (em segundos) (s)

Sua unidade no Sistema Internacional de Unidades é o Ampère (A)

Exercício:

Pela secção reta de um condutor de eletricidade passam 12,0 C a cada minuto. Nesse condutor, a intensidade da corrente elétrica, em ampères, é igual a:

- a) 0,08
- b) 0,20
- c) 5,00
- d) 7,20
- e) 120

Aplicando-se a fórmula: $i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{12}{60} = 0,2A$ obs: o tempo deverá estar em segundos

Tipos de corrente elétrica

Alternada – É o tipo de corrente fornecida por usinas hidrelétricas, cuja intensidade e sentido variam periodicamente, usada em residências.



Contínua – É aquela que mantém seu sentido constante, como, por exemplo, as correntes estabelecidas por baterias de carros, de celulares e pilhas.



Efeitos da corrente elétrica

Efeito Térmico ou Joule – Quando um condutor aquece em razão da colisão entre elétrons livres e átomos.

Efeito Luminoso – Quando há transformação direta de energia elétrica para energia luminosa.

Efeito Magnético – Quando é criado um campo magnético próximo à região do condutor percorrido pela corrente elétrica.

Efeito Químico - Quando ocorre eletrólise.

3. Resistência Elétrica

Ao aplicar-se uma tensão U , em um condutor qualquer se estabelece nele uma corrente elétrica de intensidade i . Para a maior parte dos condutores estas duas grandezas são diretamente proporcionais, ou seja, conforme uma aumenta o mesmo ocorre à outra.

Desta forma:

$$U \propto i$$

$$\frac{U}{i} = \text{constante}$$

A esta constante chama-se **resistência elétrica** do condutor (R), que depende de fatores como a natureza do material. Quando esta proporcionalidade é mantida de forma linear, chamamos o condutor de **ôhmico**, tendo seu valor dado por:

$$R = \frac{U}{i}$$

Sendo R constante, conforme enuncia a 1ª Lei de Ohm: *Para condutores ôhmicos a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão (ddp) aplicada em seus terminais.*

A resistência elétrica também pode ser caracterizada como a "dificuldade" encontrada para que haja passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No SI a unidade adotada para esta grandeza é o **ohm (Ω)**, em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm.

4. Potência Elétrica

A potência elétrica dissipada por um condutor é definida como a quantidade de energia térmica que passa por ele durante uma quantidade de tempo.

$$Pot = \frac{E}{\Delta t}$$

A unidade utilizada para energia é o watt (**W**), que designa joule por segundo (J/s)

Ao considerar que toda a energia perdida em um circuito é resultado do efeito Joule, admitimos que a energia transformada em calor é igual a energia perdida por uma carga **q** que passa pelo condutor. Ou seja:

$$E = E_{pi} - E_{pf}$$

Mas, sabemos que:

$$E_p = q \cdot v$$

Então:

$$\begin{aligned} E &= q \cdot v_i - q \cdot v_f \\ E &= |q| \cdot (v_i - v_f) \\ E &= |q| \cdot U \end{aligned}$$

Logo:

$$Pot = \frac{|q| \cdot U}{\Delta t}$$

Mas sabemos que $i = \frac{|q|}{\Delta t}$, então podemos escrever que:

$$Pot = U \cdot i$$

Por exemplo:

Qual a corrente que passa em uma lâmpada de 60W em uma cidade onde a tensão na rede elétrica é de 220V?

$$Pot = U \cdot i$$

$$i = \frac{Pot}{U} = \frac{60}{220} = 0,27A = 270mA$$

Pela 1ª Lei de Ohm temos que $R = \frac{U}{i}$, então podemos definir duas formas que relacionem a potência elétrica com a resistência.

$$Pot = U \cdot i \quad (1)$$

$$U = R \cdot i \quad (2)$$

$$i = \frac{U}{R} \quad (3)$$

Substituindo-se (2) em (1):

$$Pot = R \cdot i^2$$

Substituindo-se (3) em (1):

$$Pot = \frac{U^2}{R}$$

Então se utilizando do exemplo anterior, qual a resistência do filamento interno da lâmpada?

$$Pot = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{U^2}{Pot} = \frac{(220)^2}{60} \cong 806\Omega$$

5. Consumo de energia

Cada aparelho que utiliza a eletricidade para funcionar, como por exemplo, o computador de onde você lê esse texto, consome uma quantidade de energia elétrica.

Para calcular este consumo basta sabermos a potência do aparelho e o tempo de utilização dele, por exemplo, se quisermos saber quanta energia gasta um chuveiro de 5500W ligado durante 15 minutos, seu consumo de energia será:

$$E = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$\text{Pot} = 5500\text{W}$$

$$\Delta t = 15\text{min} = 900\text{s}$$

$$E = 5500 \cdot 900 = 4950000\text{J}$$

Mas este cálculo nos mostra que o joule (J) não é uma unidade eficiente neste caso, já que o cálculo acima se refere a apenas um banho de 15 minutos, imagine o consumo deste chuveiro em uma casa com 4 moradores que tomam banho de 15 minutos todos os dias no mês.

Para que a energia gasta seja compreendida de uma forma mais prática podemos definir outra unidade de medida, que embora não seja adotada no SI, é mais conveniente.

Essa unidade é o **quilowatt-hora (kWh)**.

Para calcularmos o consumo do chuveiro do exemplo anterior nesta unidade consideremos sua potência em kW e o tempo de uso em horas, então teremos:

$$E = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$\text{Pot} = 5500\text{W} = 5,5\text{kW}$$

$$\Delta t = 15\text{min} = 0,25\text{h}$$

$$E = 5,5 \cdot 0,25 = 1,375\text{kWh}$$

O mais interessante em adotar esta unidade é que, se soubermos o preço cobrado por kWh, podemos calcular quanto será gasta em dinheiro por este consumo.

Por exemplo:

Considere que em sua cidade a companhia de energia elétrica tenha um tarifa de 0,300710 R\$/kWh, então o consumo do chuveiro elétrico de 5500W ligado durante 15 minutos será:

$$\text{Custo} = \text{tarifa} \cdot E_{\text{consumida}}$$

$$\text{Custo} = 0,300710 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \cdot 1,375\text{kWh}$$

$$\text{Custo} = 0,41\text{R\$}$$

Se considerarmos o caso da família de 4 pessoas que utiliza o chuveiro diariamente durante 15 minutos, o custo mensal da energia gasta por ele será:

$$E = 5,5 \cdot 0,25 \cdot 4 \cdot 30$$

$$E = 165\text{kWh}$$

$$\text{Custo} = \text{tarifa} \cdot E_{\text{consumida}}$$

$$\text{Custo} = 0,300710 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \cdot 165\text{kWh}$$

$$\text{Custo} = 49,61\text{R\$}$$

6. Campo elétrico e força elétrica

Toda **carga elétrica** apresenta seu próprio **campo elétrico**. No entanto, para que surja a **força elétrica**, é necessário que o campo elétrico de pelo menos **duas cargas** interajam. A **resultante vetorial** dos **campos elétricos** de cada uma das cargas dita, nesse caso, para qual direção e sentido surgirá a força sobre as cargas. Em posições nas quais o campo elétrico resultante é nulo, por exemplo, **não é possível** que haja força elétrica.

A relação que pode ser estabelecida entre o **campo elétrico** e a **força elétrica** é dada pela seguinte equação:

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

Legenda

E – campo elétrico [N/C ou V/m]

F – força elétrica [N - Newton]

q – carga elétrica de prova [C - Coulomb]

Fontes: Mundo da Educação, Só Física e Brasil Escola