
Eletricidade

Aula 1



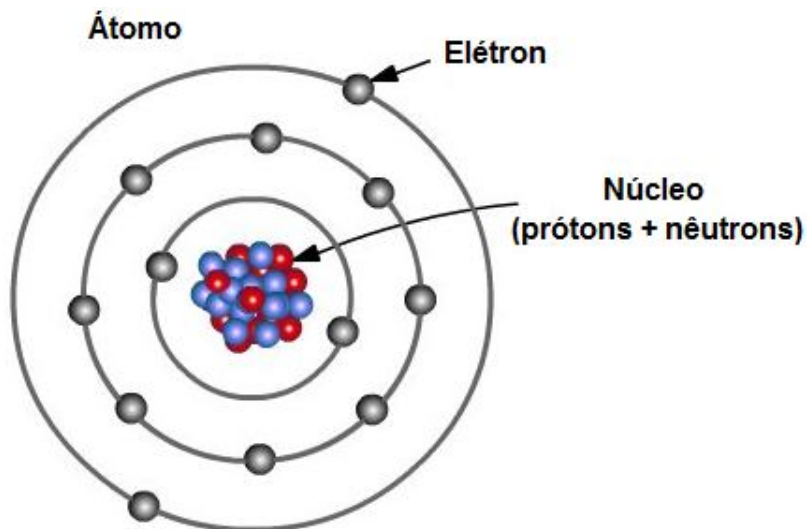
História da Eletricidade

▶ **Vídeo 2**

- ▶ A eletricidade estática foi descoberta em **600 A.C.** com **Tales de Mileto** através de alguns materiais que eram **atraídos entre si**:
 - ▶ Ao aproximar uma pedra de âmbar, após friccioná-la, ela atraía pedaços de palha. E após o contato com a palha esta força deixava de existir.
- ▶ No século **XVIII Benjamin Franklin** criou o **conceito de cargas elétricas**, determinando que os corpos eram constituídos de cargas elétricas e formulou a seguinte lei:
 - ▶ Cargas elétricas **iguais se repelem**;
 - ▶ Cargas **diferentes se atraem**.
- ▶ No século **XIX** foram criados os conceitos de **elétron** e **átomo** e foi provado que a **carga elétrica** é correspondente a **diferença de elétrons** que um corpo possui.

A Natureza da Eletricidade

▶ A estrutura do átomo



- ▶ O próton é a carga positiva (+) fundamental da eletricidade e são encontrados no núcleo, onde encontra-se também a carga neutra fundamental da eletricidade, o nêutron.

- ▶ A matéria é algo que possui massa e ocupa lugar no espaço e é constituída por átomos.
- ▶ Os átomos são constituídos de partículas subatômicas: elétrons, prótons e nêutrons.
- ▶ O elétron é a carga negativa (-) fundamental da eletricidade.
- ▶ Os elétrons giram em torno do núcleo em trajetórias de “camadas” concêntricas (órbitas).

A Natureza da Eletricidade

- ▶ No seu estado natural (*neutro*) um átomo está sempre em equilíbrio, ou seja, contém o mesmo número de prótons e elétrons.
- ▶ Átomo estável e átomo instável:
 - ▶ Um átomo é *estável* quando a quantidade de energia dos elétrons (-) e dos prótons (+) são iguais.
 - ▶ Como os elétrons estão divididos em camadas distanciadas proporcionalmente ao núcleo eles possuem energias diferentes, chamados *níveis de energia*. O nível de energia de um elétron é diretamente proporcional à distância do núcleo. Os elétrons situados na *camada mais externa* são chamados de **elétrons de valência**. Quando estes elétrons recebem mais energia do meio externo, o elétron pode ser deslocado para um nível de energia mais alto. Se isto ocorre, dizemos que o átomo está num *estado excitado* e portanto *instável*. Na camada mais externa alguns dos elétrons de valência abandonarão o átomo, se tornando elétrons livres. É o movimento dos **elétrons livres** que produz a corrente elétrica num condutor metálico.

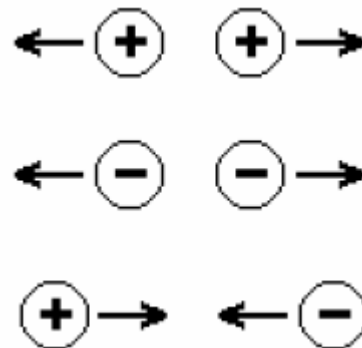
A Carga Elétrica

- ▶ Como certos átomos são capazes de ceder elétrons e outros de receber elétrons, é possível produzir uma transferência de elétrons de um corpo para outro.
- ▶ Quando isto ocorre, a distribuição igual de cargas positivas e negativas deixa de existir. Um corpo passa a ter excesso e outro falta de elétrons.
- ▶ O corpo com **excesso de elétrons** passa a ter uma carga com **polaridade negativa**, e o corpo com **falta de elétrons** terá uma carga com **polaridade positiva**.

Lei das Cargas Elétricas

Vídeo 3

CARGAS IGUAIS SE REPELEM, CARGAS OPOSTAS SE ATRAEM.

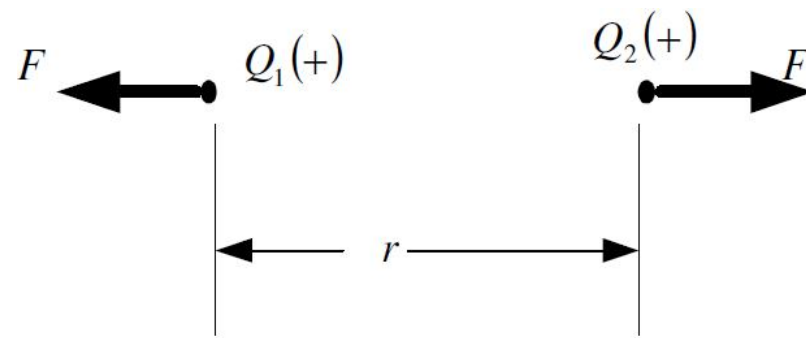


Lei de Coulomb

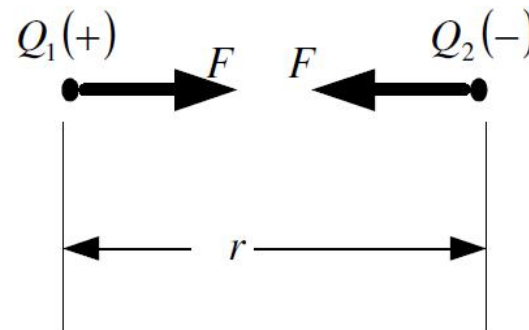
- ▶ Quando se tem duas partículas pontuais, de carga Q_1 e Q_2 , separadas de uma distância r , a força de atração ou repulsão pode ser calculada pela expressão:

- ▶
$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

- ▶ F em *Newton* (N)
- ▶ Q_1 e Q_2 em *Coulomb* (C)
- ▶ r em *metro* (m)
- ▶ $k = 9 \times 10^9$



(a)



(b)

Exemplo

- ▶ 1. Determine a força de atração entre as cargas da figura do slide anterior sabendo-se que $Q_1 = +5 \times 10^{-7} C$, $Q_2 = -2 \times 10^{-7} C$, e $r = 1m$.

- ▶ 2. Repita o exemplo anterior para $r = 2m$.

Exemplo - Solução

- ▶ 1. Determine a força de atração entre as cargas da figura do slide anterior sabendo-se que $Q_1 = +5 \times 10^{-7} C$, $Q_2 = -2 \times 10^{-7} C$, e $r = 1m$.

$$\begin{aligned} \text{▶ } F &= k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-7} \times (-2) \times 10^{-7}}{1^2} \rightarrow \\ &F = -9 \times 10^{-4} N. \end{aligned}$$

- ▶ 2. Repita o exemplo anterior para $r = 2m$.

$$\text{▶ } F = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-7} \times (-2) \times 10^{-7}}{2^2} \rightarrow F = -2,25 \times 10^{-4} N.$$

O Coulomb

- ▶ A quantidade de carga elétrica que um corpo possui é dada pela **diferença entre número de prótons e o número de elétrons** que o corpo tem. A quantidade de carga elétrica é representada pela letra Q , e é expresso na unidade Coulomb (C).
 - ▶ $1\text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$ elétrons.
- ▶ Dizer que um corpo possui carga de um Coulomb negativo ($-Q$), significa que este corpo possui $6,25 \times 10^{18}$ mais elétrons que prótons.
- ▶ ***Ex.: Um material dielétrico possui uma carga negativa de $12,5 \times 10^{18}$ elétrons. Qual a sua carga em um Coulomb?***

Carga Elétrica Elementar

- ▶ A menor carga elétrica encontrada na natureza é a carga de um elétron ou próton. Estas cargas são iguais em valor absoluto e valem

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

- ▶ Para calcular a quantidade de carga elétrica de um corpo, basta multiplicar o número de elétrons pela carga elementar.

$$Q = n \times e$$

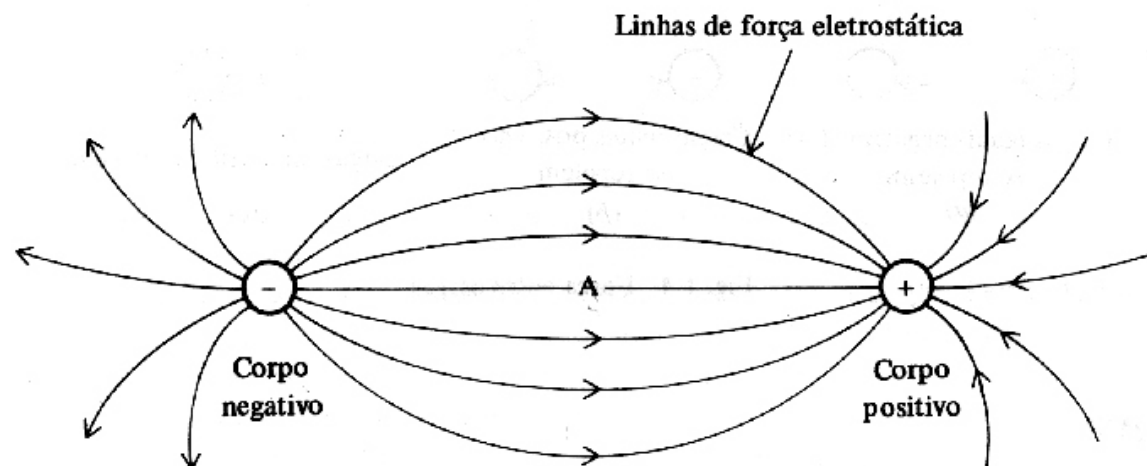
- ▶ **Exercício:**

- ▶ **Um corpo apresenta-se eletrizado com carga $Q = 32\mu\text{C}$. Qual o número de elétrons retirados do corpo?**

- ▶ **Resposta:** $n = 2 \times 10^{14}$ elétrons.

Campo Eletrostático

- ▶ Toda carga elétrica tem capacidade de exercer força.
- ▶ Esta força está presente no campo eletrostático que envolve cada corpo carregado.
- ▶ Quando corpos com polaridades opostas são colocados próximos um do outro, o campo eletrostático se concentra na região compreendida entre eles.



Campo Eletrostático

- ▶ Se um elétron for abandonado em um ponto no interior do campo elétrico da figura anterior, ele será repelido pela carga negativa e atraído pela carga positiva.
- ▶ As duas cargas tenderão a deslocar o elétron na direção das linhas de força entre os dois corpos.
- ▶ As pontas das setas indicam o sentido do movimento adquirido pelo elétron.
- ▶ Quando não há transferência imediata de elétrons entre dois corpos carregados eletricamente, diz-se que a carga está em repouso. A eletricidade em repouso é chamada de *eletricidade estática*.

Diferença de Potencial

- ▶ Em virtude da força do seu campo eletrostático, uma carga é capaz de realizar trabalho ao deslocar uma outra carga por atração ou repulsão. Esta capacidade de realizar trabalho é chamada de *potencial*. Quando uma carga for diferente da outra, haverá diferença de potencial entre elas.
- ▶ A soma das diferenças de potencial de todas as cargas do campo eletrostático é conhecida como Força Eletromotriz (f.e.m.) e a sua unidade fundamental é o **Volt (V)**.
- ▶ **A diferença de potencial é chamada também de Tensão Elétrica.**

Corrente Elétrica

▶ Vídeo 4

- ▶ O movimento ou fluxo de elétrons é chamado de corrente (I). Para se produzir corrente, os elétrons devem se deslocar pelo efeito de uma diferença de potencial.
- ▶ A unidade fundamental de corrente elétrica é o Ampère (A), o qual é definido como: deslocamento de um coulomb através de um ponto qualquer de um condutor durante o intervalo de tempo de 1 segundo.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$Q = I * t$$

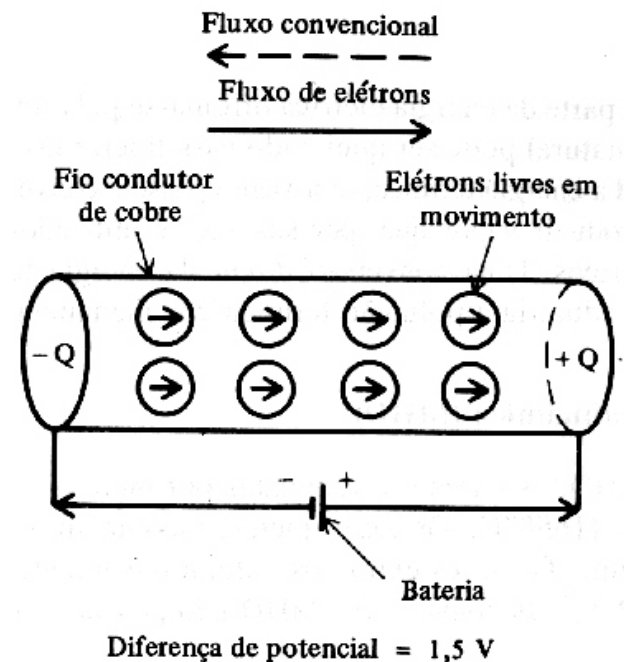
I = corrente (A)

Q = carga (C)

t = tempo (s)

Fluxo de Corrente

- ▶ Num condutor os elétrons livres podem ser deslocados com relativa facilidade ao ser aplicada uma diferença de potencial.
- ▶ A corrente consiste no movimento dos elétrons a partir do ponto de carga negativa $-Q$, para a carga positiva $+Q$.
- ▶ O sentido do fluxo de elétrons é de um ponto de potencial negativo para um ponto de potencial positivo.
- ▶ Os circuitos são geralmente analisados a considerando-se o sentido convencional da corrente.



Sentido da Corrente Elétrica

- ▶ Por volta de 1830, descobriu-se que a corrente elétrica era o resultado do movimento de determinadas partículas constituintes da matéria que percorriam os condutores, e foi **estabelecido** um sentido para a mesma. Posteriormente, descobriu-se que eram os elétrons que produziam os efeitos atribuídos àquelas partículas e que o sentido de movimento dos elétrons era o oposto ao que havia se convencionado.

Resistência Elétrica

- ▶ Uma diferença de potencial estabelece o movimento dos elétrons através de um material. No entanto, o fluxo de elétrons cessa quando a d.d.p. é retirada. Existe então no material há uma **oposição à passagem da corrente elétrica**, dependendo da quantidade de elétrons livres que ele possui. Esta oposição é chamada de **resistência elétrica** e sua unidade de medida é o **ohm (Ω)**.
- ▶ A resistência elétrica depende da **natureza do material**, da **área de seção transversal**, do **comprimento** e da **temperatura**.

$$\text{▶ } R = \rho L / S$$

Resistência Elétrica

$$R = \rho L / S$$

- ▶ R: Resistência elétrica [Ω]
- ▶ ρ : Resistividade [$\Omega.m$]
- ▶ L: Comprimento [m]
- ▶ S: Área da seção transversal [m^2]

Resistência Elétrica

- ▶ A resistividade do material (ρ) depende do tipo de material e da **temperatura** em que este material se encontra.
- ▶ É comum encontrar tabelas com valores de resistividade à temperatura de 20°C , porém pode-se calcular a resistividade de um condutor à qualquer temperatura.

Resistividade

- ▶ A resistividade do material na temperatura θ qualquer (em °C) é dada pela expressão:

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha(\theta - 20^{\circ})]$$

- ▶ Onde:
- ▶ ρ : Resistividade [Ωm]
- ▶ α : Coeficiente de temperatura [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]
- ▶ θ : Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

Resistividade

- ▶ A resistividade também pode ser expressa como o **inverso da condutividade:**

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

- ▶ Onde:
- ▶ ρ : Resistividade [Ωm]
- ▶ σ : Condutividade [S/m] (Siemens/metro)

Exercícios

- ▶ **1.** $6,25 \times 10^{18}$ elétrons atravessam a secção de um fio de cobre em 5 segundos. Qual a corrente elétrica que passa neste fio?
- ▶ **2.** Uma corrente de 0,3A carrega um isolante durante 10s. Qual a carga acumulada nesse isolante?
- ▶ **3.** Um fio de cobre possui secção transversal de 2mm^2 e comprimento de 10m. Calcule a resistência elétrica entre as extremidades desse fio. ($\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)
- ▶ **4.** Um corpo com comprimento (L) de 5cm e área de seção transversal (S) de 2mm^2 apresenta resistência elétrica (R) de 100Ω . Qual será o novo valor da resistência R, se:
 - ▶ (a) duplicarmos o seu comprimento (L), mantendo a mesma seção (S);
 - ▶ (b) duplicarmos a seção (S), mantendo o mesmo comprimento (L);
 - ▶ (c) duplicarmos o comprimento e a seção.

Exercícios

- ▶ **5.** Um fio de alumínio de condutividade $\sigma = 3,6 \cdot 10^7 \text{ S/m}$, a 20°C , tem comprimento de 1km e diâmetro de 1,5mm. Calcular a resistência à 28°C , sendo o coeficiente de temperatura do alumínio: $\alpha = 0,0039^\circ\text{C}^{-1}$.
- ▶ **6.** Sabendo que a resistência de um fio de 10m de comprimento e seção circular de 2mm^2 é de $1,3\Omega$, quando a temperatura é de 50°C e sendo $\alpha = 0,0038^\circ\text{C}^{-1}$, determinar a sua resistividade à 20°C .
- ▶ **7.** Qual deverá ser o comprimento de um condutor de tungstênio, para que a resistência seja de 12Ω . Sabendo que $\rho_{20} = 4,9 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, $A = 0,02\text{mm}^2$, $\alpha = 0,0048^\circ\text{C}^{-1}$, quando a 98°C .

Exercícios Para Casa

- ▶ **1.** Um fio de cobre de condutividade $\sigma = 5,8 \cdot 10^7$ S/m tem comprimento $L = 100$ m e secção transversal quadrada de lado $a = 2$ mm. Calcular a resistência deste fio.
- ▶ **2.** Um fio de comprimento L e secção uniforme S , tem resistência R . Qual será a nova resistência do fio se duplicarmos seu comprimento, mantendo o volume constante.
- ▶ **3.** Qual deverá ser o comprimento de um fio de alumínio de secção transversal uniforme $S = 2,0$ mm² e resistência $R = 1,5$ Ω. A resistividade do alumínio é $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ωm.

Bibliografia

- ▶ Silva Filho, Matheus Teodoro da; **Fundamentos de Eletricidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- ▶ Gussow, Milton; **Eletricidade Básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 2 ed.