

Aula 7 - Eletrostática

Professor : Leonardo Cella

Conceito

Eletrostática é a área da Física que abrange o estudo das cargas elétricas em repouso. Os fenômenos eletrostáticos estudados por essa área do conhecimento surgem em decorrência da força de atração e repulsão que as cargas elétricas exercem umas sobre as outras."

Carga Elétrica

A carga elétrica é uma propriedade própria das partículas fundamentais da matéria, como prótons e elétrons, assim como a massa. Corpos eletricamente neutros apresentam a mesma quantidade de cargas elétricas positivas e negativas. A unidade de carga elétrica no Sistema Internacional de Unidades é o Coulomb (C).

Além disso, a carga elétrica é uma grandeza física quantizada, isto é, ela apresenta um valor mínimo, de forma que não é possível encontrar corpos eletrizados com um módulo de carga elétrica menor que esse valor, chamado de carga fundamental, geralmente denotado pela letra e .

Os prótons e elétrons apresentam exatamente esse valor de carga elétrica, cerca de $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Portanto, quando um corpo está eletricamente carregado, sua carga é um múltiplo inteiro da carga fundamental.

$$Q = n \cdot e$$

Q= Módulo da carga elétrica (C- coulombs)

n = número de elétrons em falta ou em excesso

e = carga fundamental ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

Exemplo 1 :

Um carro elétrico possui uma bateria composta por várias células, onde cada célula é capaz de liberar $2,5 \times 10^{18}$ elétrons quando completamente carregada. Sabendo que a carga de um elétron é aproximadamente $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Coulombs, calcule a carga total "q" liberada por uma única célula da bateria.

1. Qual é a carga elétrica total "q" liberada por uma única célula da bateria?
2. Se uma bateria é composta por 100 células, qual seria a carga elétrica total liberada por toda a bateria?

Resolução:

1. **Carga elétrica total qqq liberada por uma única célula:**

Utilizando a fórmula $q = ne$, onde:

- n é o número de elétrons liberados
- e é a carga de um elétron

2. Dados:

- $n = 2,5 \times 10^{18}$
- $e = -1,6 \times 10^{-19}$ Coulombs

3. Substituindo na fórmula:

$$q = (2,5 \times 10^{18}) \times (-1,6 \times 10^{-19})$$

$$q = -0,4 \text{ Coloumbs}$$

2. Carga eletrica total liberada por toda a bateria :

$$Q = 100 \times q$$

$$Q = 100 \times 0,4 = -40 \text{ Coloumbs}$$

Quantização da carga elétrica

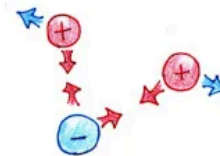
A carga elétrica de um corpo é determinada por um múltiplo inteiro da carga fundamental.

$$Q = n \cdot e$$

Eletrônica

Força elétrica

Cargas de sinais iguais repelem-se, enquanto cargas de sinais diferentes atraem-se.



Carga fundamental

A carga fundamental é o menor valor de carga existente. Prótons e elétrons têm esse valor de carga.

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

Eletrização

Um corpo adquire cargas por meio da eletrização. Os processos de eletrização são:

- Contato
- Atrito
- Indução



Força elétrica

Dois corpos eletricamente carregados podem exercer atração ou repulsão entre si de acordo com o seu sinal de carga. Corpos com cargas elétricas de sinais iguais repelem-se, e corpos cujas cargas elétricas possuem sinais contrários atraem-se.

A lei que nos permite calcular o módulo da força elétrica exercida entre duas cargas é a Lei de Coulomb, apresentada pela expressão a seguir:

$$F = k_0 \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

F – Força elétrica (N - Newtons)

k_0 – Constante eletrostática do vácuo ($k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$)

q_1, q_2 – Cargas elétricas 1 e 2 (C – Coulombs)

d – Distância entre as cargas 1 e 2 (m)

Exemplo 2:

Dois pequenos componentes de um circuito eletrônico possuem cargas elétricas $q_1=3,0 \times 10^{-6}$ Coulombs e $q_2=4,0 \times 10^{-6}$ Coulombs. Esses componentes estão separados por uma distância de $d = 0,05$ metros. Utilizando a constante eletrostática $k_0=8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ calcule a força elétrica F de repulsão entre esses dois componentes.

Resolução:

$$F = k_0 \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Dados:

$$k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

$$q_1 = 3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 4,0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$d = 0,05 \text{ m}$$

→ Substituindo na fórmula

$$F = (8,99 \times 10^9) \cdot \frac{(3 \times 10^{-6}) \times (4 \times 10^{-6})}{0,05^2}$$

→ PASSO A PASSO:

$$\begin{aligned} q_1 q_2 &= 3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6} = 12 \times 10^{-6} \\ d^2 &= 0,05^2 = 0,0025 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad \left\{ \quad \frac{q_1 q_2}{d^2} = \frac{12 \times 10^{-6}}{0,0025} = 4,8 \times 10^{-9} \right.$$

$$F = (8,99 \times 10^9) \times (4,8 \times 10^{-9}) = \underline{43,15 \text{ N}}$$

Campo Elétrico

O campo elétrico é uma grandeza física vetorial atribuída a cargas elétricas. Toda carga elétrica influencia o espaço ao seu redor por causa do seu campo elétrico. Podemos entender o campo elétrico, portanto, como a influência que as cargas elétricas exercem em seus arredores. A unidade de campo elétrico no Sistema Internacional de Unidades é o Newton por Coulomb (N/C) ou o Volt por metro (V/m), já que as duas são unidades equivalentes.

Exemplo 3:

Um pequeno dispositivo eletrônico cria um campo elétrico. Quando uma carga de teste $q = 2,0 \times 10^{-6}$ Coulombs é colocada neste campo, ela experimenta uma força elétrica de $F = 0,04$ Newtons. Calcule a intensidade do campo elétrico E gerado pelo dispositivo no ponto onde a carga de teste foi colocada.

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

$$E = \frac{0,04}{2 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

Potencial elétrico

O potencial elétrico é uma grandeza física escalar representada totalmente por seu módulo e medida em Volts (V) no Sistema Internacional de Unidades. Essa grandeza mede a quantidade de energia fornecida por um campo elétrico para cada Coulomb de carga.

$$V = \frac{k_0 \cdot q}{r}$$

V= potencial elétrico

k₀= constante eletrostática, seu valor é $k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

r= A distância r é a separação em metros (m) entre a carga q e o ponto onde estamos medindo o potencial elétrico. Quanto maior a distância, menor será o potencial elétrico gerado pela carga no ponto em questão.

Exemplo 4:

Uma carga pontual $q = 5,0 \times 10^{-6}$ Coulombs está localizada em um ponto no espaço. Calcule o potencial elétrico V a uma distância $r = 0,1$ metros dessa carga. Utilize a constante eletrostática $k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

$$V = \frac{k_0 \cdot q}{r}$$

$$\text{dados: } k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = 0,1 \text{ m}$$

$$V = \frac{8,99 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6}}{0,1} = 4,495 \times 10^5 \text{ V}$$

Energia potencial elétrica

Quando duas ou mais cargas elétricas são fixadas a uma distância d entre si, elas armazenam uma forma de energia chamada de energia potencial elétrica. Se uma dessas cargas for solta, essa energia será transformada em energia cinética, por exemplo.

Fórmula :

$$E_p = k_0 \frac{q_1 q_2}{d}$$

Exemplo 5 :

Duas cargas pontuais $q_1 = 3,0 \times 10^{-6}$ Coulombs e $q_2 = 4,0 \times 10^{-6}$ Coulombs estão separadas por uma distância de $r = 0,2$ metros. Utilize a constante eletrostática $k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, para calcular a energia potencial elétrica EP do sistema.

1. Qual é a energia potencial elétrica EP entre as duas cargas?

$$E_p = k_0 \frac{q_1 q_2}{r}$$

dados:

$$k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$
$$q_1 = 3 \times 10^{-6}$$
$$q_2 = 4 \times 10^{-6}$$
$$r = 0,2 \text{ m}$$

PASSO A PASSO

$$q_1 q_2 = 3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6} = 12 \times 10^{-6}$$

$$E_p = 8,99 \times 10^9 \cdot \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{0,2} =$$
$$E_p = 8,99 \times 10^9 \cdot \frac{12 \times 10^{-6}}{0,2} = 8,99 \times 10^9 \times 60 \times 10^{-12} = \underline{\underline{0,5394 \text{ J}}}$$

Exercícios Extras:

1) Um fio condutor permite a passagem de 5×10^{18} elétrons durante um experimento. Sabendo que a carga de um elétron é aproximadamente $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Coulombs, calcule a carga total q que passa pelo condutor.

Resolução:

$$q = n \cdot e$$

$$q = 5 \times 10^{18} \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$q = -0,8 \text{ C}$$

2) Dois balões têm cargas $q_1 = 2,0 \times 10^{-6}$ Coulombs e $q_2 = -3,0 \times 10^{-6}$ Coulombs, separados por uma distância de $d = 0,1$ metros. Utilize a constante eletrostática $k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ para calcular a força elétrica F entre eles.

$$F = k_0 \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$F = 8,99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{0,1^2} = 5394 \text{ N}$$

3) Uma carga pontual $q = 6,0 \times 10^{-6}$ Coulombs está localizada em um ponto no espaço. Calcule o potencial elétrico V a uma distância $r = 0,15$ metros dessa carga. Utilize a constante eletrostática

$$k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$v = \frac{K_{20-9}}{17}$$

$$v = \frac{2,99 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{0,15} = 3,596 \times 10^5 \checkmark$$