



Eixo Tecnológico
**Controle e Processos
Industriais**

ELETRICIDADE BÁSICA

Professor Mario da Rosa João



Lei de Coulomb

Já vimos, pela Lei de Du Fay, que corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal se repelem e corpos eletrizados com cargas de sinal diferente se atraem. Quando esses corpos se repelem ou se atraem, exercem entre si uma força.

Lei de Coulomb

A Lei de Coulomb, verificada experimentalmente pelo cientista francês Charles Augustin Coulomb, permite expressar quantitativamente as forças de atração e repulsão entre cargas elétricas por meio da equação:

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

Lei de Coulomb

Sendo:

F → força que atua entre cargas, em Newton (N)

q_1, q_2 → cargas envolvidas, em Coulomb (C)

d → distância entre as cargas, em metros (m)

K → constante eletrostática do meio (Nm^2/C^2)

Para o vácuo: $K = K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

A intensidade da força elétrica da interação entre duas cargas puntiformes é diretamente proporcional ao produto dos módulos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

Exemplo:

Duas cargas, $q_1=10 \mu\text{C}$ e $q_2=5 \mu\text{C}$, estão separadas pela distância de 20 cm no vácuo. Determine a intensidade da força que atua entre elas.

$$q_1 = 10 \mu\text{C}$$

$$q_2 = 5 \mu\text{C}$$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{vácuo} \rightarrow K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

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

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{0,2^2}$$

$$F = 11,25 \text{ N}$$

Campo elétrico

Campo elétrico é uma região dentro da qual uma carga elétrica qualquer fica sujeita a uma força.

Um campo elétrico, do ponto de vista matemático, é definido pela relação entre a força que atua sobre uma carga de teste, que por convenção é positiva, e o valor da carga, expressa pela equação:

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

Campo elétrico

Sendo:

- $E \rightarrow$ intensidade do campo elétrico em um ponto do espaço em volt/metro ou newton/coulomb (V/m ou N/C);
- $F \rightarrow$ força que age em uma carga de teste, positiva por convenção, colocada no ponto em newton (N);
- $q \rightarrow$ carga de teste em coulomb (C).

Exemplo:

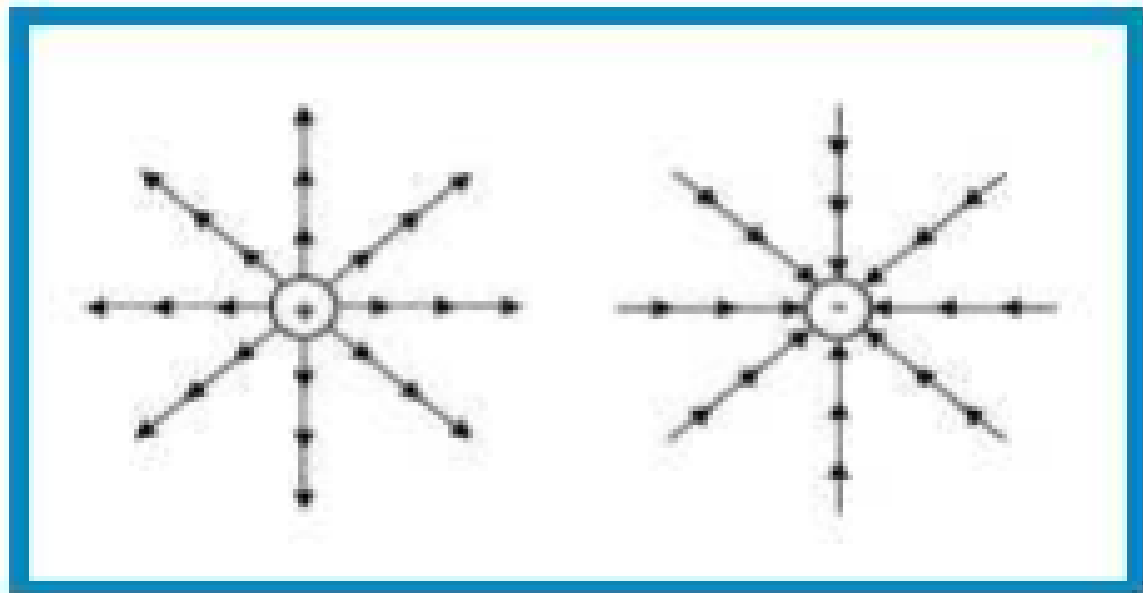
Calcule a força que age em uma carga de $1 \mu\text{C}$ colocada em um ponto do espaço, em que o campo elétrico equivale a 600 V/m .

$$E = \frac{F}{q} \rightarrow F = E \cdot q \rightarrow F = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 600 \rightarrow$$

$$F = 600 \cdot 10^{-6} \rightarrow F = 600 \mu\text{N}$$

Direção do vetor campo elétrico e linhas de força

Quando dispomos de apenas uma carga elétrica pontual, o campo elétrico originado por essa carga é radial em torno dela, de forma que se a carga for positiva, o campo estará se afastando da carga (divergente), e se a carga for negativa, o campo estará se aproximando da carga (convergente), conforme você pode verificar na figura a seguir.



Direção do vetor campo elétrico e linhas de força

Já vimos que para calcularmos o campo elétrico dividimos o valor da força de origem elétrica que surge sobre uma carga de prova. Se fizermos a substituição da força pela equação da Lei de Coulomb, obteremos:

$$E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}}{q_1} \rightarrow E = k \cdot \frac{q}{d^2}$$

Direção do vetor campo elétrico e linhas de força

Sendo:

- $E \rightarrow$ intensidade do campo elétrico em um ponto do espaço em volt/metro ou newton/coulomb (V/m ou N/C);
- $q \rightarrow$ carga de teste em coulomb (C);
- $d \rightarrow$ distância da carga ao ponto considerado em metros (m);
- $K \rightarrow$ constante eletrostática do meio (Nm^2/C^2).

Para o vácuo: $K = K_0 = 9 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$.

Exemplo:

Determine o campo elétrico a 30 cm de uma carga puntiforme de 200nC no vácuo.

$$E = k \cdot \frac{q}{d^2} \rightarrow E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{200 \cdot 10^{-9}}{(30 \cdot 10^{-2})^2} \rightarrow E = 2 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

Potencial elétrico

O potencial elétrico é uma grandeza escalar que está associada ao campo elétrico, e que, portanto, é também gerado por cargas elétricas, podendo assumir valores positivos e negativos.

$$V = K \cdot \frac{q}{d}$$

Potencial elétrico

Sendo:

$V \rightarrow$ potencial elétrico em volt (V);

$q \rightarrow$ carga elétrica em coulomb (C);

$d \rightarrow$ distância da carga ao ponto considerado em metros (m);

$K \rightarrow$ constante eletrostática do meio (Nm^2/C^2).

Para o vácuo: $K = K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Potencial elétrico

Podemos relacionar o campo elétrico e o potencial elétrico da seguinte maneira:

$$E = K \cdot \frac{q}{d^2} \rightarrow E \cdot d = K \cdot \frac{q}{d}$$

mas,

$$V = K \cdot \frac{q}{d}, \text{ assim } \rightarrow V = E \cdot d$$

Exemplo:

Determine o módulo e o sinal da carga que gera um potencial de -300V a uma distância de 10 cm, no vácuo. Determine também a intensidade de campo elétrico nesse ponto.

$$V = K \cdot \frac{q}{d} \rightarrow q = \frac{V \cdot d}{K} \rightarrow q = \frac{-300 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9} \rightarrow q = -3,33 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$V = E \cdot d \rightarrow E = \frac{V}{d} \rightarrow E = \frac{-300}{10 \cdot 10^{-2}} \rightarrow E = -3 \cdot 10^3 \text{ V/m}$$

Diferença de potencial

Como uma carga gera um potencial V_1 em um ponto distante d_1 , e um potencial V_2 em um ponto distante d_2 , então existe entre esses dois pontos uma diferença de potencial $V_1 - V_2$. A diferença de potencial (ddp) entre dois corpos (ou dois pontos de um circuito elétrico) é também chamada de tensão elétrica.

Exemplo:

Calcule a diferença de potencial entre dois pontos situados, respectivamente, a 25 e 30 cm de uma carga puntiforme de 40 nC.

$$V_1 = K \cdot \frac{q_1}{d_1} \rightarrow V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 40 \cdot 10^{-9}}{25 \cdot 10^{-2}} \rightarrow V_1 = 1440 \text{ V}$$

$$V_2 = K \cdot \frac{q_2}{d_2} \rightarrow V_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 40 \cdot 10^{-9}}{30 \cdot 10^{-2}} \rightarrow V_2 = 1200 \text{ V}$$

$$V_{12} = V_1 - V_2 \rightarrow V_{12} = 1440 - 1200 \rightarrow V_{12} = 240 \text{ V}$$