

Índice

Introdução	3
Lei de Coulomb.....	4
Exercícios.....	6
Resolução	6
Campo eléctrico	7
Potencial Eléctrico	9
Trabalho do Campo Electrostático.....	10
Conclusão.....	11
Bibliografia	12

 pdfelement

Introdução

O presente trabalho visa essencialmente debruçar a cerca da electrostática, que é do 3º capítulo ou 3ª unidade da física 11ª classe. Dentro deste, focar-se-ia apenas nos quatro subtítulos: lei de Coulomb, campo eléctrico, potencial eléctrico e por fim trabalho de campo electrostático.

Quanto aos objectivos do trabalho em causa, são:

- Aplicar a lei de Coulomb na resolução de exercícios concretos;
- Determinar graficamente e analiticamente a resultante das interacções eléctricas de um sistema de cargas pontuais;
- Determinar graficamente e analiticamente o campo eléctrico originado por uma carga pontual;
- Determinar graficamente e analiticamente a intensidade do campo eléctrico resultante de um sistema de cargas pontuais;
- Determinar analiticamente o potencial eléctrico resultante de um sistema de cargas pontuais e;
- Determinar o trabalho realizado no transporte de uma carga eléctrica dentro de um campo eléctrico.

Para a eficiência e eficácia do trabalho presente, recorreu-se no livro de aluno: F11 classe e assim como as fontes de internet: wikipédia.

Lei de Coulomb

Consideremos duas cargas pontuais Q_1 e Q_2 , (**figura 1**) colocadas, a uma distância d , uma da outra. A lei de Coulomb estabelece que:

“As forças de atracção ou de repulsão entre duas cargas eléctricas são simétricas, com a mesma linha de acção. O seu módulo é directamente proporcional ao produto dos módulos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre ela”.

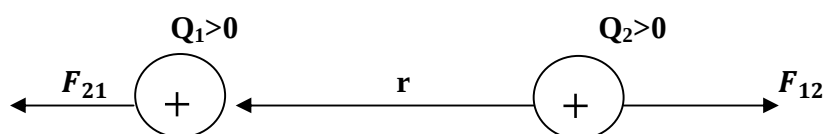


Figura 1. Interação electrostática (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 60)

Onde:

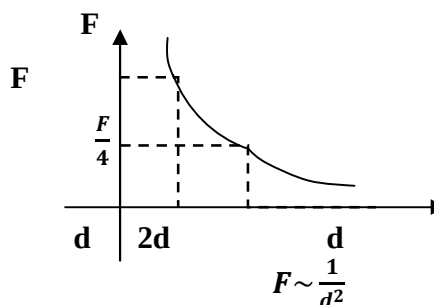
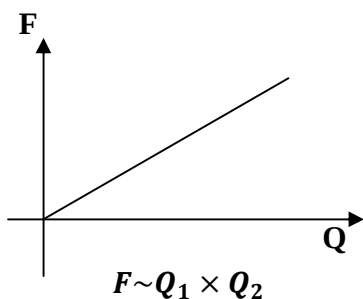
$\vec{F}$: Força interactiva (atractiva ou repulsiva) entre as cargas Q_1 e Q_2 .

$\vec{F}_{12}$: Força com que a carga Q_1 actua sobre a carga Q_2 .

$\vec{F}_{21}$: Força com que a carga Q_2 actua sobre a carga Q_1 .

$F_{12} = -F_{21}$ (de acordo com a 3ª Lei de Newton: **Acção e Reacção**).

Isto significa que se duplicarmos ou triplicarmos o valor de qualquer das cargas, a força também duplica ou triplica. Mas se a distancia entre as cargas aumentar duas ou três vezes, a força diminui quatro ou nove vezes.



Sendo a força uma grandeza vectorial, deve por isso, possuir:

- O ponto de aplicação (uma das cargas);
- Direcção (a linha que une os centros das cargas);
- Sentido (de atracção ou repulsão, conforme os casos) e;
- Modulo (valor)

E, segundo o principio do par acção – reacção, dado pela 3ª Lei de Newton, conclui-se que:

1. A carga Q_1 exerce uma força sobre a carga Q_2 ($\vec{F}_{12}$) com o seu ponto de aplicação em Q_2 .
2. A carga Q_2 exerce uma força sobre a carga Q_1 (força $\vec{F}_{21}$) com o seu ponto de aplicação em Q_1 .
3. As forças $\vec{F}_{12}$ e $\vec{F}_{21}$ têm a mesma direcção e modulo, mas sentidos contrários, (Figura.1). Mas como $|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = \vec{F}$, então:

- $F = k \times \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$; onde:

k é a constante de proporcionalidade, que depende do meio material; $k > 0$.

A unidade de carga no SI é o Coulomb (C). No SI, em vez de k , usa-se muitas vezes uma característica do meio, a *permitividade eléctrica* (ϵ) que é inversamente proporcional a k :

- $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$

A unidade no SI de permitividade eléctrica é o Farad por metro ($F.m^{-1}$), o que é equivalente a $C^2.N^{-1}.m^{-2}$. A permitividade eléctrica dos meios materiais é sempre superior à do vazio, ou seja:

- $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^{-2} N^{-1} m^{-2}$.

Assim, $k_0 = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,85 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \rightarrow k_0 = 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2}$. Que corresponde ao valor máximo da constante de Coulomb.

Finalmente, para a representação da direcção e do sentido do vector da força interactiva entre as cargas eléctricas (Q_1 , Q_2 e Q_3) da figura abaixo, é conveniente proceder da seguinte forma:

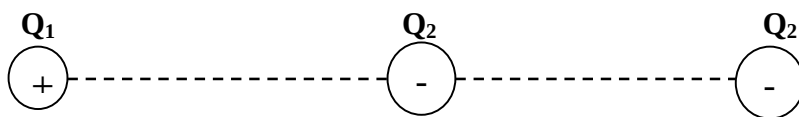


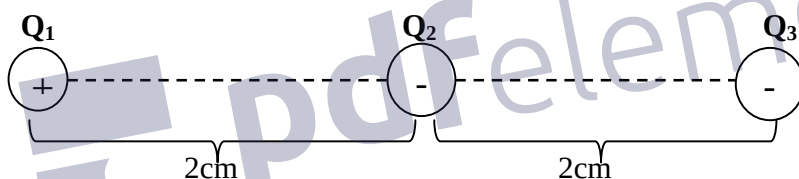
Figura 2. Sistema de três cargas. (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 61)

Exercícios

1. Suponha que $Q_1 = 12\mu C$; $Q_2 = 8\mu C$; $Q_3 = 4\mu C$; e que a distancia que separa as cargas é de $2cm$. Calcular a resultante das forças que actuam sobre a carga Q_1 .

Resolução

Como sabe-se que: sobre Q_1 , representam-se as forças $\vec{F}_{31}$ e $\vec{F}_{21}$ com que Q_3 e Q_2 , atraem Q_1 , bem como a $\vec{F}_R$ do sistema.



$$\vec{F}_{21} = k \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2} \Leftrightarrow \vec{F}_{21} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 2,16 \times 10^3 N$$

$$\vec{F}_{31} = k \frac{Q_1 \times Q_3}{d^2} \Leftrightarrow \vec{F}_{31} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 2,7 \times 10^2 N$$

$$F_R = F_{21} + F_{31} \text{ (porque } F_{21} \text{ e } F_{31} \text{ têm o mesmo sentido)}$$

$$F_R = 2,16 \times 10^3 N + 2,7 \times 10^2 N$$

$$F_R = 2,43 \times 10^3 N$$

Os módulos das forças $\vec{F}_{R1}$; $\vec{F}_{R2}$ e $\vec{F}_{R3}$, determinam-se fazendo a soma nos casos em que as forças têm o mesmo sentido e a diferença no caso em que têm sentidos contrários.

Campo eléctrico

Deve-se a Faraday, a introdução do conceito “acção do campo eléctrico, campo magnético, campo gravitacional, etc.”. Na física, as forças interactivas entre as cargas eléctricas, por exemplo, eram explicados com base na “acção à distância”.

Considera-se que todo o corpo electrizado cria à sua volta um campo eléctrico, o qual se estende, ponto por ponto, no espaço. Para se caracterizar o campo eléctrico, usa-se o vector da intensidade do campo eléctrico $\vec{E}$. Sendo $\vec{F}$ a força que a carga Q exerce sobre a carga de prova q em repouso (figura 3), situada no ponto P, a intensidade do campo eléctrico, criada nesse ponto pela carga criadora Q , será:

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



Sendo $F = k \times \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$ e $E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = k \times \frac{Q \cdot q}{d^2} : \frac{1}{q} \Rightarrow E = k \times \frac{Q}{d^2}$

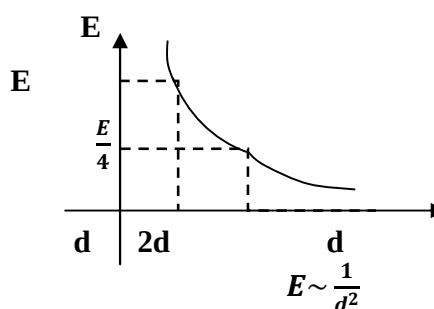
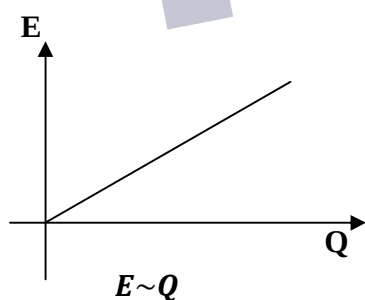


Figura 3. Força exercida sobre a carga de prova q . (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 64)

Para determinar a direcção e o sentido do vector da intensidade do campo eléctrico, originando por uma carga pontual Q , num dado ponto de espaço, basta proceder da seguinte fórmula:

1. Unir o centro da carga e o ponto dado através de uma semi-recta (convém que seja a tracejado) – figura 4.

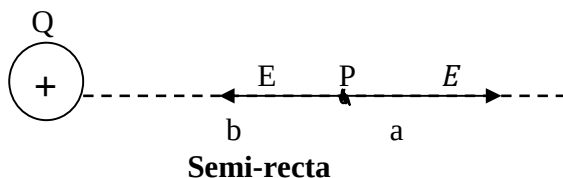


Figura 4. Direcção e sentido do campo eléctrico. (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 64.

2. Desenhar o vector da intensidade do campo $\vec{E}$ de acordo com o sinal de Q .

Nota:

- $\vec{E}$ Deverá estar situado sobre a semi-recta traçada.
- $\vec{E}$ Deverá ter o seu ponto de aplicação no ponto **P**.
- $\vec{E}$ Terá sentido para fora do (*vector $\vec{a}$*) se $Q > 0$, porque o campo eléctrico em torno de uma carga positiva é divergente.
- $\vec{E}$ Terá sentido para dentro (*vector $\vec{b}$*) se $Q < 0$, porque o campo eléctrico em torno de uma carga negativa é convergente.

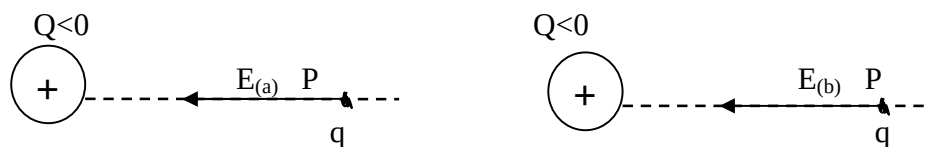
Resumindo:

No ponto **P**, o vector $\vec{E}$ tem as seguintes características:

- Ponto de aplicação: o ponto **P**;
- Direcção: a mesma que $\vec{F}$;
- Sentido: o mesmo que $\vec{F}$: atractivo se $Q < 0$, e repulsivo se $Q > 0$ e;
- Intensidade: $|\vec{E}| = \left| \frac{\vec{F}}{q} \right|$.
- A unidade no SI de campo eléctrico é o **Newton por Coulomb (N/C)**.

Ao se determinar a direcção e o sentido do campo eléctrico, criado por uma ou mais cargas eléctricas, num ponto qualquer do espaço, é importante notar que estes não dependem da existência de uma carga eléctrica nesse ponto. Apenas deve admitir-se a condição de que o valor

da carga eléctrica existente nesse ponto é tal, que influencia o modulo do campo criado pelas outras cargas (como ilustram as figuras abaixo).



- O modulo, a direcção e o sentido do $\vec{E}(a)$ e $\vec{E}(b)$, são iguais: $\vec{E}(a) = \vec{E}(b)$.

Figura 5. Direcção e sentido do campo eléctrico. (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 65)

A intensidade do campo eléctrico, originado por um sistema de cargas eléctricas ($Q_1, Q_2, \dots$), é igual a soma geométrica das intensidades dos campos originados por cada uma das cargas eléctricas em separada – *princípio de sobreposição dos campos eléctricos*. ($\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$). Na figura abaixo, o campo eléctrico resultante no ponto A, será:

- $\vec{E}_{RA} = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$

Potencial Eléctrico

Para se caracterizar a energia do campo eléctrico (e de outros campos), usa-se a grandeza física potencial (U), que é definida pela razão entre a energia potencial de uma carga pontual de prova q , no seio de um campo eléctrico de uma carga Q , e a grandeza de q .

$$U = \frac{E_P}{q}$$

O potencial eléctrico é uma grandeza física escalar positiva ou negativa, isto é, fica, totalmente, definido pelo seu valor (define-se num ponto). Não possui direcção e sentido, por isso, é uma grandeza escalar. Assim:

- $E_P = k \frac{Q \cdot q}{d} = \frac{kQ \cdot q/d}{q} \Leftrightarrow U = k \frac{Q}{d}$

O potencial U não depende da carga q , mas sim da carga Q que cria o campo eléctrico. A unidade do potencial eléctrico no SI é **Joule por Coulomb (J/C)**, a que se deu o nome de volt (**V**).

Trabalho do Campo Electrostático

O trabalho mecânico é a grandeza física que é definida pelo produto:

- $W = F \times d$

Para o caso do campo electrostático, o trabalho é a energia gasta no transporte de uma carga de prova (q) de um ponto A para outro B, dentro do campo electrostático duma carga (Q), conforme a figura abaixo.

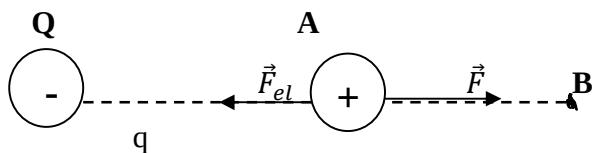


Figura 6. Direcção e sentido do campo eléctrico. (Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, F11, 2010: 74)

De acordo com a figura acima, a força $\vec{F}$ necessária para transportar a carga q de A para B, é igual à força eléctrica $\vec{F}_{el}$, por isso: ($\vec{F} = \vec{F}_{el}$)

- $W = \vec{F}_{el} \times d$, mas como, $E = \vec{F}_{el}/q \Leftrightarrow \vec{F}_{el} = E \cdot q$.
- Assim, $W_{AB} = E \cdot q \cdot d$

Da relação entre o potencial e o campo eléctrico temos:

- $E = U/d$, Logo, $W_{AB} = U/d \cdot q \cdot d \Leftrightarrow W_{AB} = q \cdot U$

Mas " U " é a diferença de potencial entre os pontos A e B ($U = U_A - U_B$), então:

$$W_{AB} = q(U_A - U_B)$$

Conclusão

Depois de uma ruralização e leitura do trabalho em causa, chegou-se a uma conclusão segundo a qual, a lei de Coulomb diz que módulo de força de interacção é directamente proporcional ao produto dos módulos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre ela.

Quanto ao campo eléctrico, para se caracterizar, usa-se o vector da intensidade do campo eléctrico $\vec{E}$. Sendo $\vec{F}$ a força que a carga Q exerce sobre a carga de prova q em repouso.

Para o potencial eléctrico é definida pela razão entre a energia potencial de uma carga pontual de prova q , no seio de uma campo eléctrico de uma carga Q , e a grandeza de q . E finalmente, o trabalho do campo electrostático define-se como produto de diferença de potencial eléctrico pela carga [$W_{AB} = q(U_A - U_B)$].

pdfelement

Bibliografia

Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa, *Física 11ª Classe*, Texto Editores, Lda. – Moçambique, 1ª edição, 2010: 60 – 74.

www.Wikipedia/electrostática/org.com

pdfelement