

Potencial elétrico

Miguel Ferreira

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

CITAÇÃO

Ferreira, M. (2015)

Potencial elétrico,

Rev. Ciência Elem., V3(02):031.

doi.org/10.24927/rce2015.031

EDITOR

José Ferreira Gomes,

Universidade do Porto

RECEBIDO EM

17 de outubro de 2010

ACEITE EM

27 de maio de 2011

PUBLICADO EM

15 de junho de 2015

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2015.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



Consideremos, por simplicidade, uma carga pontual Q localizada na origem de um referencial. O Campo Elétrico criado por esta carga num ponto \vec{r} do espaço vazio é:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Suponhamos que num ponto A, localizado na posição \vec{r}_A , se coloca uma outra carga pontual q . Esta carga fica sujeita a uma força de interação elétrica, que é descrita pela Lei de Coulomb:

$$\vec{F}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}$$

Note-se que esta força depende da posição da carga q e da distância entre as duas cargas. Agora, suponhamos que a carga q é transportada para um ponto B, cuja posição é \vec{r}_B , sob ação de uma força externa, num processo quase estático. Nestas condições, a força externa é simétrica à força elétrica que atua na carga q . Mostra-se que o trabalho realizado pela força externa no transporte da carga q entre as posições A e B não depende do trajeto seguido pela carga q , dependendo apenas das posições inicial e final. O valor do trabalho realizado pela força externa é:

$$W = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Define-se a diferença de potencial elétrica entre os pontos A e B como sendo o trabalho realizado pela força externa por unidade de carga transportada:

$$\Delta V = \frac{w}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

O potencial num ponto A do campo elétrico criado pela carga pontual Q , localizada na origem do referencial, é igual ao trabalho realizado pela força externa no transporte da carga q desde o infinito até ao ponto A:

$$V(A) = \frac{w}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r_A}$$

Consideremos agora um sistema formado por N cargas pontuais, de valores Q_1, Q_2, \dots, Q_N , localizadas nos pontos $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$, respetivamente. Uma vez que a força elétrica satisfaz o Princípio da Sobreposição Linear, o potencial elétrico num dado ponto do espaço é igual à soma dos potenciais criados pelas diferentes cargas presentes:

$$V(r) = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}_1|} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}_2|} + \dots + \frac{Q_N}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}_N|}$$

A unidade SI de potencial elétrico é o volt (V). A diferença de potencial de 1V entre dois pontos de um campo elétrico corresponde ao trabalho de 1J no transporte de +1C de carga entre esses dois pontos.

Superfícies Equipotenciais

As superfícies equipotenciais são o lugar geométrico dos pontos onde o potencial elétrico é constante. No caso de uma carga pontual, o potencial é o mesmo em todos os pontos equidistantes da carga e, por isso, as superfícies equipotenciais são superfícies esféricas concêntricas com a carga. Se a carga criadora do potencial for positiva (negativa), o potencial num dado ponto do espaço decresce (aumenta) à medida que a distância entre o ponto considerado e a carga aumenta. As figuras seguintes ilustram o que se afirmou. Note-se que as linhas de campo elétrico (sendo radiais) são normais às superfícies equipotenciais nos pontos de interseção, e o campo tem o sentido dos potenciais decrescentes. Esta propriedade geométrica entre linhas de campo e superfícies equipotenciais é geral. No caso em que o campo elétrico é uniforme, as superfícies equipotenciais são planos perpendiculares à direção do campo elétrico.

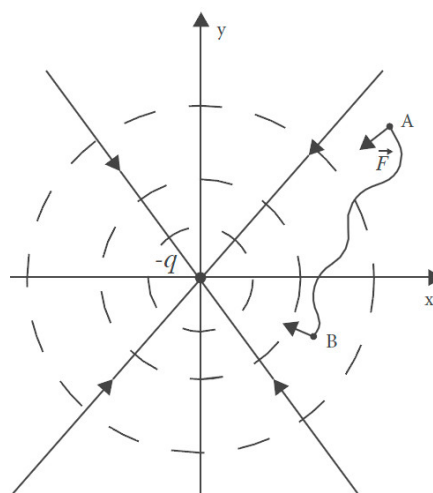


FIGURA 1. Superfícies equipotenciais criadas por uma carga negativa $-q$. Representa-se também um caminho possível para uma carga positiva entre dois pontos, A e B. Notar que independentemente das particularidades do caminho, a diferença de potencial depende apenas da distância à carga.

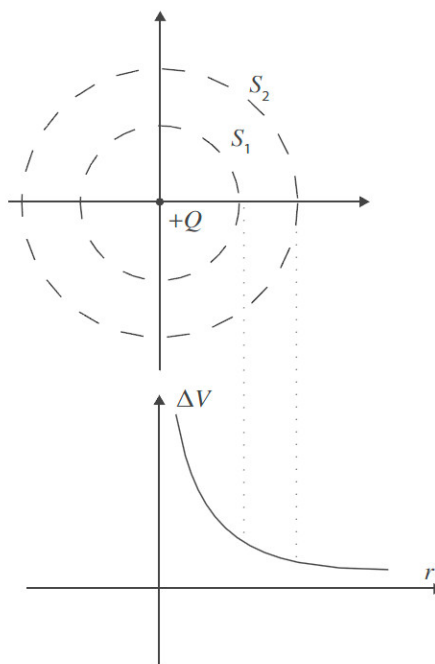


FIGURA 2. Representação das superfícies equipotenciais criadas pela presença de uma carga positiva.

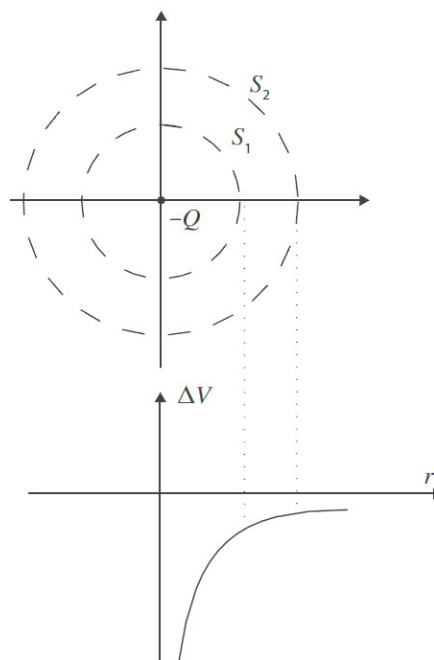


FIGURA 3. Representação das superfícies equipotenciais criadas pela presença de uma carga negativa.

Uma forma simples de mostrar que as linhas de campo são perpendiculares às superfícies equipotenciais nos pontos de interseção, é considerar o trabalho realizado pela força elétrica no transporte de uma carga q , seguindo um percurso totalmente contido numa superfície equipotencial, de um campo elétrico uniforme. Nesta condição, mover a carga

q ao longo da superfície equipotencial implica que o campo elétrico realize trabalho nulo. Assim, recordando que o trabalho de uma força constante é:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos \theta$$

para que o trabalho realizado seja nulo, o ângulo entre a força elétrica e o deslocamento da carga q tem que ser 90° . Então, como a força elétrica tem a direção que o campo elétrico, conclui-se que a direção do campo elétrico faz um ângulo de 90° com a superfície equipotencial. Uma vez que o campo elétrico é sempre tangente às linhas de campo, as superfícies equipotenciais são representadas perpendicularmente às linhas de campo.