

POTENCIAL ELÉTRICO

Potencial elétrico é a capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho, ou seja, atrair ou repelir outras cargas elétricas.

Ao tomarmos uma carga de prova q e a colocarmos em um ponto P de um campo elétrico, ela adquire uma energia associada ao quanto pré-disposta ela está a entrar em movimento a partir unicamente do campo que está interagindo com ela (capacidade da força de campo de realizar trabalho).

Para medir essa capacidade, utiliza-se a grandeza potencial elétrico. Para obter o potencial elétrico de um ponto, coloca-se nele uma carga de prova q e mede-se a energia potencial adquirida por ela. Essa energia potencial é proporcional ao valor de q .

Portanto, o quociente entre a energia potencial e a carga é constante. Esse quociente chama-se potencial elétrico do ponto. Ele pode ser calculado pela expressão:

$$V = \frac{E_p}{q},$$

onde

- V é o potencial elétrico,
- E_p a energia potencial e
- q a carga.
-

A unidade no S.I.

$$[V] = \frac{[E_{pot}]}{[q]} = \frac{J(\text{joule})}{C(\text{coulomb})} = V(\text{volt})$$

Portanto, quando se fala que o potencial elétrico de um ponto P é $V_L = 30 \text{ V}$, entende-se que este ponto consegue dotar de **30J** de energia cada unidade de carga de **1C**. Se a carga elétrica for **3C** por exemplo, ela será dotada de uma energia de **90J**, obedecendo à proporção. Vale lembrar que é preciso adotar um **referencial** para tal potencial elétrico. Ele é uma região que se encontra muito distante da carga, localizado no infinito (potencial no infinito é por convenção nulo).

Sendo assim,

$$V = \frac{E_{pot}}{q} \Leftrightarrow E_{pot} = qV$$

Analisando as equações podemos encontrar uma equação que defina melhor o potencial elétrico para alguns casos.

Lembrando que energia indica a capacidade de realizar trabalho temos :

$$E_{pot} = \tau$$

Como o trabalho realizado pela força elétrica pode ser expresso por $\tau = \vec{F}_e \cdot \vec{d}$ e

$$\text{sendo } F_e = \frac{K \cdot Q \cdot q}{d^2}$$

então o potencial elétrico em um ponto qualquer do espaço em torno de uma carga Q é

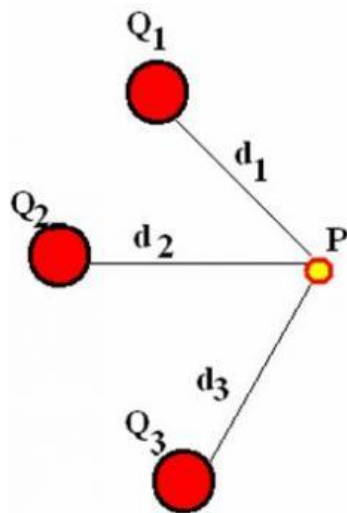
$$V = \frac{K \cdot Q \cdot q}{d^2} \cdot d$$

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

Onde Q é a valor da carga elétrica que gera o campo, k é a constante elétrica do meio, e d a distância entre as cargas.

Potencial elétrico em um sistema de várias cargas

Como o potencial é uma quantidade linear, o potencial gerado por várias cargas é a soma algébrica (usa-se o sinal) dos potenciais gerados por cada uma delas como se estivessem sozinhas:



$$V_P = \frac{K \cdot Q_1}{d_1} + \frac{K \cdot Q_2}{d_2} + \frac{K \cdot Q_3}{d_3}$$

Ainda em se tratando de uma grandeza escalar, o sinal do potencial é o mesmo da carga ou seja, se a carga for positiva, o potencial elétrico gerado pela mesma é positivo e se a carga for negativa gera em cada ponto do espaço ao seu redor um potencial negativo.

$$Q > 0 \implies V > 0$$

$$Q < 0 \implies V < 0$$

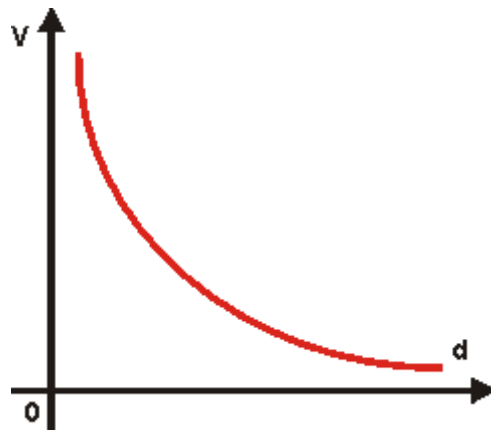
GRÁFICO $V \times d$

Sabemos que o potencial elétrico é igual a $V = K.Q / d$

1) Se $Q > 0$

- 1.1) crescendo o valor da distância d o potencial elétrico V decresce
- 1.2) quando a distância d tende à zero o potencial elétrico V cresce indefinidamente
- 1.3) quando a distância d cresce indefinidamente o potencial elétrico V tende à zero

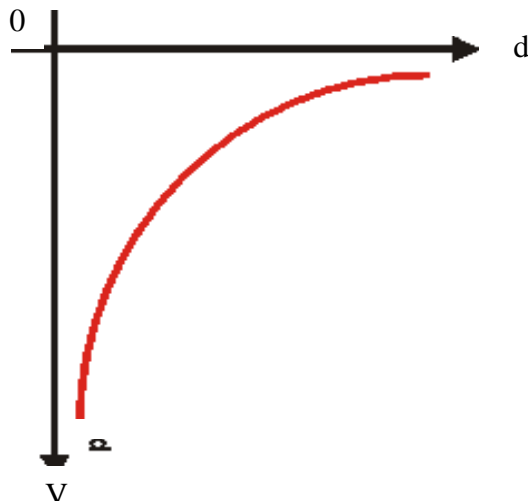
A curva do gráfico terá o aspecto mostrado na figura.



2) Se $Q < 0$

- 2.1) crescendo o valor da distância d o potencial elétrico V cresce
- 2.2) quando a distância d tende à zero o potencial elétrico V decresce indefinidamente
- 2.3) quando a distância d cresce indefinidamente o potencial elétrico V tende à zero

A curva do gráfico terá o aspecto mostrado na figura



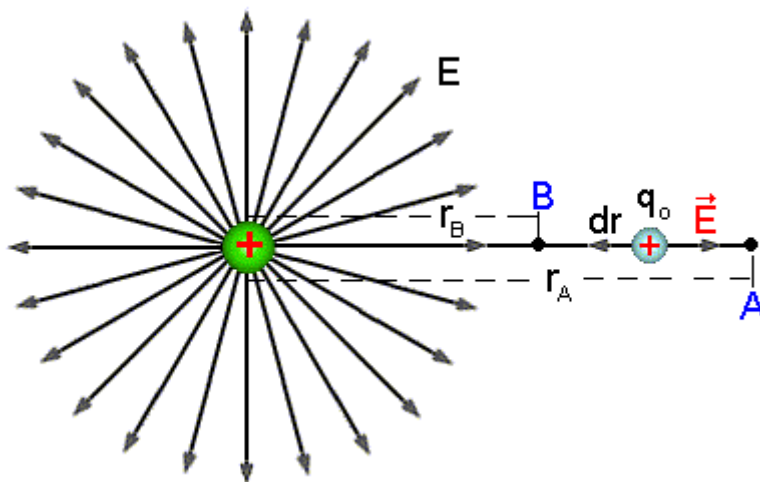
Sendo assim, podemos concluir que a medida que se afasta de uma carga positiva, o potencial elétrico diminui tendendo a zero (valor mínimo) e Quando se afasta de uma carga negativa, o potencial elétrico aumenta tendendo a zero (valor máximo)

DIFERENÇA DE POTENCIAL (DDP) - U

A diferença de potencial, *ddp*, também chamada de Voltagem ou Tensão, é uma das grandezas mais importantes da eletricidade. É utilizada para explicar o movimento das cargas elétricas.

Pode ser definida como a diferença entre os potenciais elétricos de dois pontos de um campo elétrico

Analisemos a ddp com base na figura abaixo



A diferença de potencial entre os pontos A e B é indicada por:

$$V_A - V_B = U$$

Obs: a unidade de U no S.I. é o VOLT (V)

A diferença de potencial ou o desnível de energia potencial ocasiona o deslocamento espontâneo de cargas ao nível do campo elétrico onde atuam forças que realizam trabalho. Um aparelho elétrico só funciona quando se cria uma diferença de potencial entre os pontos em que esteja ligado para que as cargas possam se deslocar. Entre as nuvens carregadas e a superfície também se estabelece uma ddp que permite a descida espontânea da carga líder até o solo.

TRABALHO NO CAMPO ELÉTRICO

O Trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga de teste em um campo elétrico corresponde a variação de energia potencial elétrica que esta carga sofre ao ser deslocada. A unidade usada é o joule. Podemos representar esse trabalho pela expressão:

$$\tau = E_{\text{inicial}} - E_{\text{final}}, \text{ onde } E \text{ representa a energia potencial elétrica.}$$

Como $E = q \cdot V$ (V é o potencial elétrico, q a carga):

$\tau = q \cdot V_a - q \cdot V_b$, portanto:

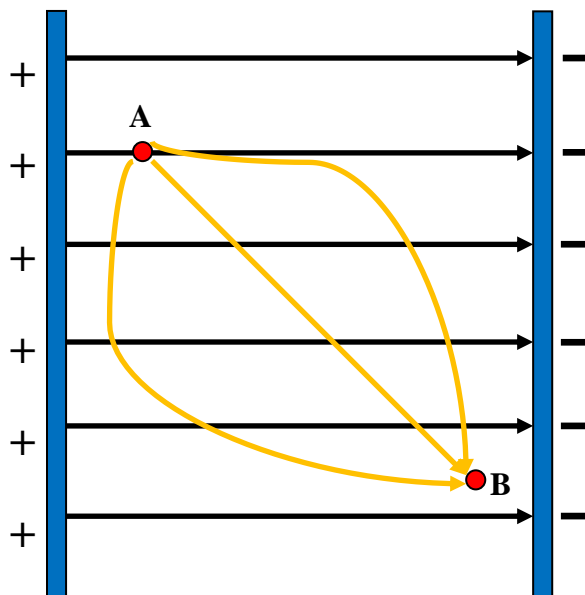
$$\tau = q \cdot (V_a - V_b) \implies \tau = q \cdot U$$

Podemos então concluir que a força elétrica só realiza trabalho sobre uma carga se a mesma for deslocada entre pontos onde exista uma ddp.

Portanto, se a carga se deslocar em uma superfície equipotencial, não haverá trabalho, pois o potencial elétrico inicial e final terão o mesmo valor. A carga ainda pode se deslocar e voltar ao mesmo ponto de partida, caracterizando também um trabalho nulo.

Vale lembrar que o trabalho não depende da trajetória que a carga percorrerá, e sim unicamente do ponto inicial e final que ela se encontrar (potenciais elétricos).

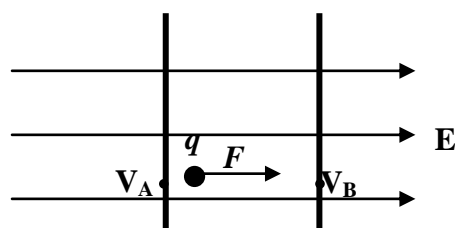
Por exemplo, na figura abaixo, qualquer que seja o caminho percorrido de A até B, a ddp é a mesma, sendo assim, sobre uma carga levada de A até B por qualquer dos três caminhos o trabalho realizado pela força elétrica é o mesmo.



OBS: Se o movimento da carga dentro do campo for espontâneo, o trabalho realizado sobre ela é positivo e se o movimento não for espontâneo, desde que exista uma ddp entre os pontos do deslocamento, o trabalho será negativo.

TRABALHO NO CAMPO ELÉTRICO UNIFORME

Vimos acima que como a força elétrica é conservativa, o seu trabalho só depende dos pontos de partida e chegada, independente da trajetória seguida pela carga elétrica. Se uma carga (q) é transportada de um ponto A (potencial V_A) até um ponto B (potencial V_B), o trabalho da força que transportou a carga será a diferença entre a energia potencial inicial (A) e final (B).



Para transportar uma carga, numa região de campo elétrico uniforme, da superfície equipotencial V_A até V_B , o trabalho da força elétrica é dado por:

$$\tau = E_{\text{PotB}} - E_{\text{PotA}} \quad \Longrightarrow \quad \tau = q \cdot V_B - q \cdot V_A \quad \Longrightarrow \quad \tau = q \cdot (V_B - V_A)$$

$$\tau = q \cdot U$$

Da mecânica vimos que

$$\tau = F \cdot d$$

Igualando as expressões acima, e substituindo F por $q \cdot E$, temos:

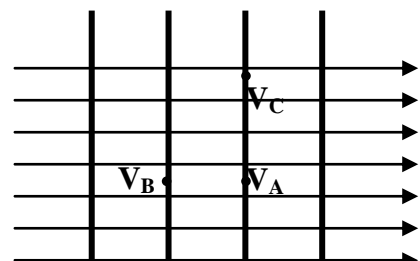
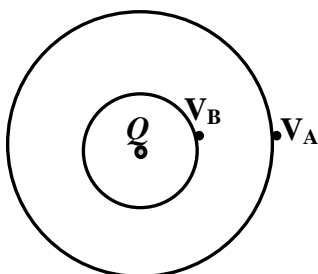
$$q \cdot E \cdot d = q \cdot U$$

Então temos que no C.E.U.

$$U = E \cdot d \quad \text{e} \quad \tau = q \cdot E \cdot d$$

SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS

São as superfícies em que todos os pontos possuem o mesmo potencial elétrico. Se dois pontos pertencem a uma mesma superfície equipotencial, a diferença de potencial entre eles é nula. Para uma carga puntiforme as superfícies equipotenciais são esferas concêntricas à carga e para campos uniformes, as superfícies equipotenciais são paralelas entre si. Nos dois casos, essas superfícies são perpendiculares às linhas de força.



OBS: ao longo de uma superfície equipotencial, a força elétrica não realiza trabalho