

## Potencial elétrico

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

### Resumo

---

#### Definição

Tomemos uma carga de prova ( $q$ ) e a coloquemos em um ponto P de um campo elétrico. Ela adquire uma energia potencial elétrica ( $E_{pot}$ ). Definimos o potencial elétrico ( $V$ ) associado ao ponto P como a grandeza escalar dada por

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

No SI, a unidade do potencial elétrico é o Volt (V) e da energia potencial elétrica é o Joule (J).

#### Energia potencial elétrica

Consideremos o campo elétrico gerado por uma carga  $Q$  e o ponto P a uma distância  $d$ , no vácuo. A energia **potencial elétrica** que a carga elétrica puntiforme  $q$  adquire ao ser colocada em P é dada por

$$E_{pot} = \frac{k_0 Q q}{d},$$

onde

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$

O potencial gerado por uma carga  $Q$  é dado por

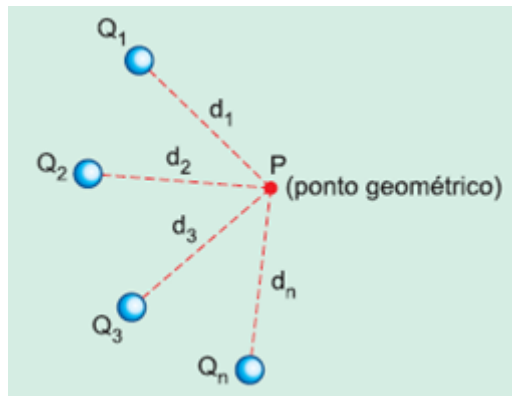
$$V = \frac{k_0 Q}{d}.$$

#### Observações

- Trata-se de uma grandeza escalar (um número real, no caso).
- Seu valor em P não depende de uma eventual carga de prova ali colocada.
- O sinal do potencial elétrico acompanha o da carga-fonte.
$$Q > 0 \rightarrow V > 0$$
$$Q < 0 \rightarrow V < 0$$
- Se o meio não for o **vácuo**, a constante eletrostática ( $k$ ) assume um valor diferente de  $k_0$ .

### Princípio da superposição

O princípio da superposição afirma que o potencial elétrico gerado por um conjunto de cargas  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  é dado pela soma algébrica dos potenciais elétricos individuais:



$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$V = k_0 \left( \frac{Q_1}{d_1} + \frac{Q_2}{d_2} + \dots + \frac{Q_n}{d_n} \right)$$

### Trabalho da força elétrica

O trabalho que a força elétrica realiza para levar uma carga  $q$  de um ponto do espaço de potencial elétrico  $V_A$  até um ponto do espaço de potencial elétrico  $V_B$  é dado por:

$$W_{AB} = q(V_A - V_B) = qU_{AB}$$

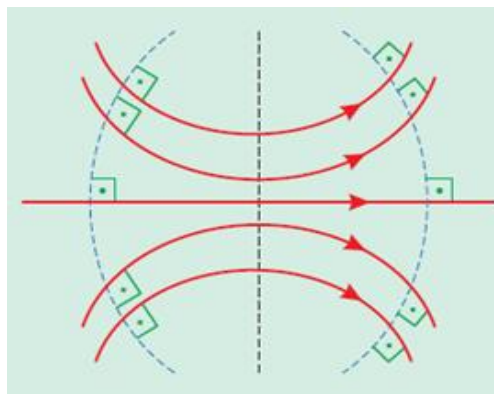
Aqui  $U_{AB}$  é a diferença de potencial  $V_A - V_B$ .

Obs.: Ainda vale que o trabalho de todas as forças que atuam em  $q$  é igual a variação de sua energia cinética ao passar do ponto A para o ponto B.

### Superfícies equipotenciais

As equipotenciais são linhas ou superfícies imaginárias nas quais seus pontos possuem um mesmo potencial.

Cabe ressaltar que as linhas de força são perpendiculares às linhas ou superfícies equipotenciais quando ambas se cruzarem.



As linhas contínuas são as linhas de força e as linhas tracejadas são as equipotenciais.

**Campo elétrico uniforme**

Um campo elétrico é uniforme quando suas linhas de força (linhas de campo elétrico) forem retas, paralelas e uniformemente distribuídas. As superfícies equipotenciais serão planos paralelos entre si, e cada plano é perpendicular às linhas de força.



Neste caso, a relação entre a diferença de potencial (d.d.p.), o campo elétrico e a distância entre uma equipotencial e outra é:

## Exercícios

1. (G1 – ifsc 2014) Atingido por um raio na noite da última quinta-feira, o dedo médio da mão direita do Cristo Redentor (aquele popularmente conhecido como "pai de todos") será restaurado [...]. A restauração será feita pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan).

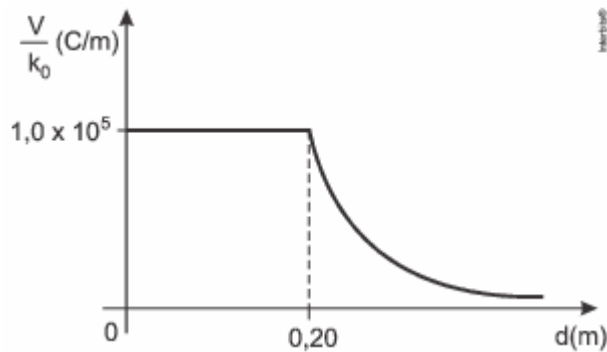
Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/dedo-de-cristo-redentor-serarestaurado>. Acesso: 20 mar. 2014.  
[Adaptado]



A descarga elétrica a que o texto se refere aconteceu no dia 16/01/2014. Assinale a alternativa que explica CORRETAMENTE o fenômeno ao qual o Cristo Redentor foi vítima.

- a) O ar é bom condutor de eletricidade.
  - b) Entre o Cristo Redentor e a nuvem havia uma diferença de potencial que permitiu a descarga elétrica.
  - c) O Cristo Redentor foi construído de material condutor.
  - d) Existe um excesso de carga elétrica na Terra.
  - e) A descarga elétrica foi um aviso para que o ser humano trate melhor o planeta em que vive.
2. Duas esferas condutoras, 1 e 2, de raios  $r_1$  e  $r_2$ , onde  $r_1 = 2r_2$ , estão isoladas entre si e com cargas  $q_1$  e  $q_2$ , sendo  $q_1 = 2q_2$  e de mesmo sinal. Quando se ligam as duas esferas por um fio condutor, pode-se afirmar que:
- a) haverá movimento de elétrons da esfera 1 para a esfera 2.
  - b) haverá movimento de elétrons da esfera 2 para a esfera 1.
  - c) não haverá movimento de elétrons entre as esferas.
  - d) o número de elétrons que passa da esfera 1 para a esfera 2 é o dobro do número de elétrons que passa da esfera 2 para a esfera 1.
  - e) o número de elétrons que passa da esfera 2 para a esfera 1 é o dobro do número de elétrons que passa da esfera 1 para a esfera 2.

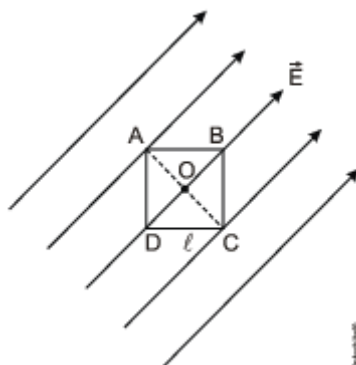
3. (Upe 2013) Considere a Terra como uma esfera condutora, carregada uniformemente, cuja carga total é  $6,0 \mu\text{C}$ , e a distância entre o centro da Terra e um ponto P na superfície da Lua é de aproximadamente  $4 \cdot 10^8 \text{ m}$ . A constante eletrostática no vácuo é de aproximadamente  $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . É correto afirmar que a ordem de grandeza do potencial elétrico nesse ponto P, na superfície da Lua vale, em volts,
- a)  $10^{-2}$ .
  - b)  $10^{-3}$ .
  - c)  $10^{-4}$ .
  - d)  $10^{-5}$ .
  - e)  $10^{-12}$ .
4. (Ueg 2015 – adaptada) Considere uma esfera condutora carregada com carga Q, que possua um raio R. O potencial elétrico dividido pela constante eletrostática no vácuo dessa esfera em função da distância d, medida a partir do seu centro, está descrito no gráfico a seguir.



Qual é o valor da carga elétrica Q, em Coulomb?

- a)  $2,0 \cdot 10^4$ .
- b)  $4,0 \cdot 10^3$ .
- c)  $0,5 \cdot 10^6$ .
- d)  $2,0 \cdot 10^6$ .
- e)  $3,0 \cdot 10^8$ .

5. A figura abaixo ilustra um campo elétrico uniforme, de módulo  $E$ , que atua na direção da diagonal  $BD$  de um quadrado de lado  $\ell$ .



Se o potencial elétrico é nulo no vértice D, pode-se afirmar que a ddp entre o vértice A e o ponto O, intersecção das diagonais do quadrado, é

- a) nula.
  - b)  $\ell\sqrt{2}E/2$ .
  - c)  $\ell\sqrt{2}E$ .
  - d)  $\ell E$ .
  - e)  $\ell E^2$ .
6. (Uece 2018 – adaptado) Seja o sistema composto por duas cargas elétricas mantidas fixas a uma distância  $d$  e cujas massas são desprezíveis. A energia potencial do sistema é
- a) inversamente proporcional a  $1/d^2$ .
  - b) proporcional a  $d^2$ .
  - c) proporcional a  $1/d$ .
  - d) proporcional a  $d$ .
  - e) inversamente proporcional a  $1/d$ .
7. (Udesc 2015) Ao longo de um processo de aproximação de duas partículas de mesma carga elétrica, a energia potencial elétrica do sistema:
- a) diminui.
  - b) aumenta.
  - c) aumenta inicialmente e, em seguida, diminui.
  - d) permanece constante.
  - e) diminui inicialmente e, em seguida, aumenta.

8. (Pucrj 2012) Ao colocarmos duas cargas pontuais  $q_1 = 5,0 \mu\text{C}$  e  $q_2 = 2,0 \mu\text{C}$  a uma distância  $d = 30,0 \text{ cm}$ , realizamos trabalho. Determine a energia potencial eletrostática, em joules, deste sistema de cargas pontuais.  
**Dado:**  $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ;
- a) 1.
  - b) 10.
  - c)  $3,0 \cdot 10^{-1}$ .
  - d)  $2,0 \cdot 10^{-5}$ .
  - e)  $5,0 \cdot 10^{-5}$ .
9. (Mackenzie 2017) A intensidade do campo elétrico ( $E$ ) e do potencial elétrico ( $V$ ) em um ponto  $P$  gerado pela carga puntiforme  $Q$  são, respectivamente,  $50 \text{ N/C}$  e  $100 \text{ V}$ . A distância  $d$  que a carga puntiforme se encontra do ponto  $P$ , imersa no ar, é
- a) 1,0 m.
  - b) 2,0 m.
  - c) 3,0 m.
  - d) 4,0 m.
  - e) 5,0 m.
10. (Puccamp 2018) No interior das válvulas que comandavam os tubos dos antigos televisores, os elétrons eram acelerados por um campo elétrico. Suponha que um desses campos, uniforme e de intensidade  $4,0 \times 10^2 \text{ N/C}$ , acelerasse um elétron durante um percurso de  $5,0 \times 10^{-4} \text{ m}$ . Sabendo que o módulo da carga elétrica do elétron é  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , a energia adquirida pelo elétron nesse deslocamento era de
- a)  $2,0 \times 10^{-25} \text{ J}$ .
  - b)  $3,2 \times 10^{-20} \text{ J}$ .
  - c)  $8,0 \times 10^{-19} \text{ J}$ .
  - d)  $1,6 \times 10^{-17} \text{ J}$ .
  - e)  $1,3 \times 10^{-13} \text{ J}$ .

## Gabarito

## 1. B

Mesmo sendo o ar um ótimo isolante elétrico, quando o campo elétrico entre o solo e a nuvem ultrapassa a sua rigidez dielétrica, a diferença de potencial atinge valores que permitem a descarga elétrica.

## 2. C

Quando dois condutores são colocados em contato, eles trocam cargas até que os potenciais elétricos se igualem. Assim, substituindo os dados na expressão do potencial elétrico, têm-se:

$$V = \frac{kq}{r} \left\{ \begin{array}{l} V_1 = \frac{k(\sum q_2)}{\sum r_2} \Rightarrow V_1 = \frac{kq_2}{r_2} \\ V_2 = \frac{kq_2}{r_2} \end{array} \right\} \Rightarrow V_2 = V_1.$$

Como os potenciais elétricos já são inicialmente iguais, não haverá troca de elétrons entre as esferas.

## 3. C

$$V = \frac{kQ}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{4 \times 10^8} = 1,35 \times 10^{-4} \rightarrow 10^{-4} \text{ volts}$$

## 4. A

Pela análise do gráfico, sabemos que o potencial se mantém constante até que a distância seja igual ao raio da esfera e para pontos externos o potencial decai. Com isso, calculamos a carga da esfera junto a sua superfície ( $d = R = 0,20 \text{ m}$ ). A expressão para o potencial elétrico é

$$V = \frac{k_0 Q}{d}$$

Isolando Q

$$Q = \frac{V}{k_0} \cdot d$$

$$Q = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{C}}{\text{m}} \cdot 0,20 \text{ m} \therefore Q = 2 \cdot 10^4 \text{ C}$$

## 5. A

Nulo, pois o segmento de reta AOC é uma equipotencial.

## 6. C

A energia potencial do sistema é dada por:

$$E = \frac{kQq}{d}$$

Logo,  $E_S$  será proporcional a  $1/d$ .



## 7. B

Sabendo que a energia potencial elétrica é dada por:

$$E_p = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d}$$

Se a distância entre as partículas diminui, a energia potencial  $E_p$  aumenta.

## 8. C

Dados:

$$q_1 = 5,0 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-6} \text{C}; q_2 = 2,0 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{C}; d = 30 \text{cm} = 3 \times 10^{-1} \text{m};$$

$$k_0 = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2 / \text{C}^2.$$

Usando a expressão da energia potencial elétrica:

$$E_p = \frac{k_0 q_1 q_2}{d} = \frac{9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6} \cdot 2 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-1}} = 3 \times 10^{-1} \text{ J}.$$

## 9. B

$$V = E \cdot d$$

$$d = \frac{V}{E} \Rightarrow d = \frac{100}{50} \Rightarrow d = 2,0 \text{ m}$$

## 10. B

Pelo teorema da energia cinética, o ganho de energia do elétron foi de:

$$\tau = \Delta E_c = Fd$$

$$\Delta E_c = qEd$$

$$\Delta E_c = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^{-4}$$

$$\therefore \Delta E_c = 3,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$