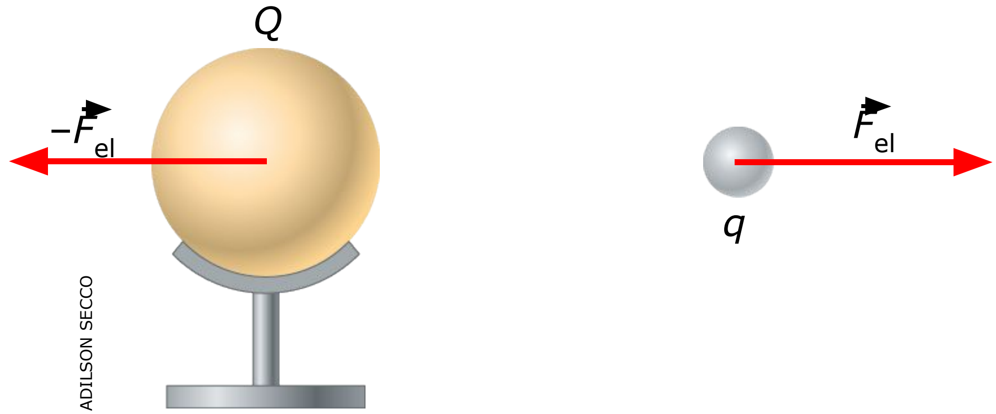
Potencial elétrico

Potencial elétrico e energia potencial elétrica

Potencial elétrico

Se uma carga de prova *q* for colocada em um campo elétrico, ficará sujeita a uma força elétrica.

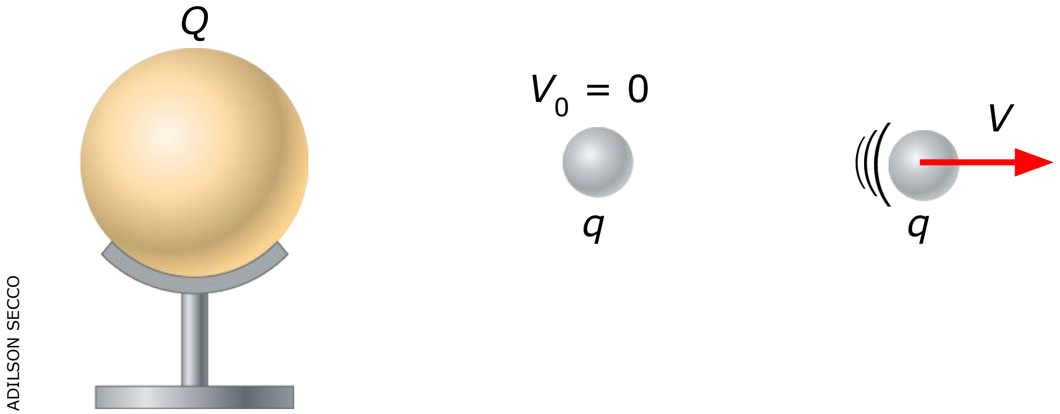
A carga de prova passará a se movimentar, adquirindo energia cinética.



Potencial elétrico e energia potencial elétrica

Potencial elétrico

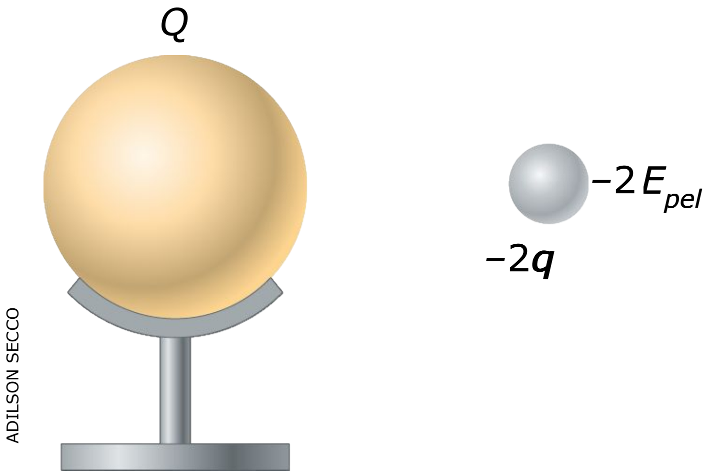
A energia cinética da carga de prova *q* deve-se à **energia potencial elétrica** que ela tem por estar dentro do campo elétrico da carga *Q*.



Potencial elétrico e energia potencial elétrica

Potencial elétrico

Ao colocar diferentes cargas de prova *q* em um ponto *P* de um campo elétrico, observamos que as cargas adquirem diferentes energias potenciais elétricas E_{pel}. No ponto *P*, a relação $\frac{E_{pel}}{q}$ é constante.



Potencial elétrico e energia potencial elétrica

Potencial elétrico

Por definição, o **potencial elétrico**, V, no ponto P é a grandeza escalar dada por:

joule por coulomb $\left(\frac{J}{C}\right)$ ← $\boxed{V = \frac{E_{pel}}{q}}$ → joule (J), coulomb (C)

A unidade de medida $\frac{J}{C}$ recebe o nome **volt** (**V**).

Portanto: $1 \text{ volt} = 1 \dfrac{\text{joule}}{\text{coulomb}}$

[Exemplo]

Trabalho da força elétrica

Consideremos uma carga de prova q que, sujeita a uma força elétrica $\vec{F}$, movimenta-se em um campo elétrico entre os pontos A e B.

Pela conservação da energia:

$$E_{\mathrm{c}(A)} + E_{\mathrm{p}(A)} = E_{\mathrm{c}(B)} + E_{\mathrm{p}(B)} \quad \textbf{(I)}$$

Pelo teorema da energia cinética:

$$\tau_F = E_{\mathrm{c}(B)} - E_{\mathrm{c}(A)} \quad \textbf{(II)}$$

INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha

Trabalho da força elétrica

De **(I)** e **(II)**, temos:

$$\tau_F = E_{p(A)} - E_{p(B)}$$

Pela definição de potencial elétrico:

$$E_{p(A)} = qV_A \text{ e } E_{p(B)} = qV_B$$

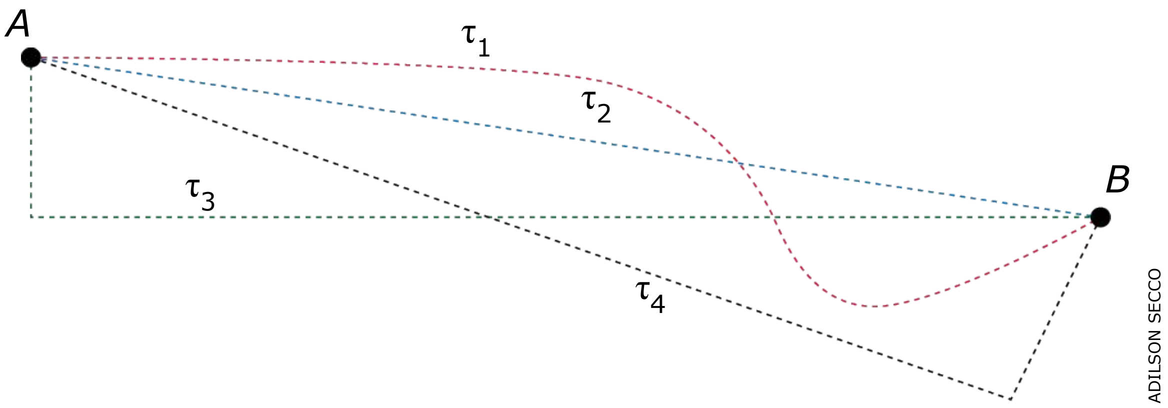
Então:

$$\tau_F = qV_A - qV_B \Rightarrow \boxed{\tau_F = q \cdot (V_A - V_B)}$$

Trabalho da força elétrica

Observações

Como a força elétrica é conservativa, o trabalho da força elétrica no deslocamento de *q*, entre *A* e *B*, não depende da trajetória particular seguida por *q*.



Então:

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = q \cdot (V_A - V_B)$$

Trabalho da força elétrica

Observações

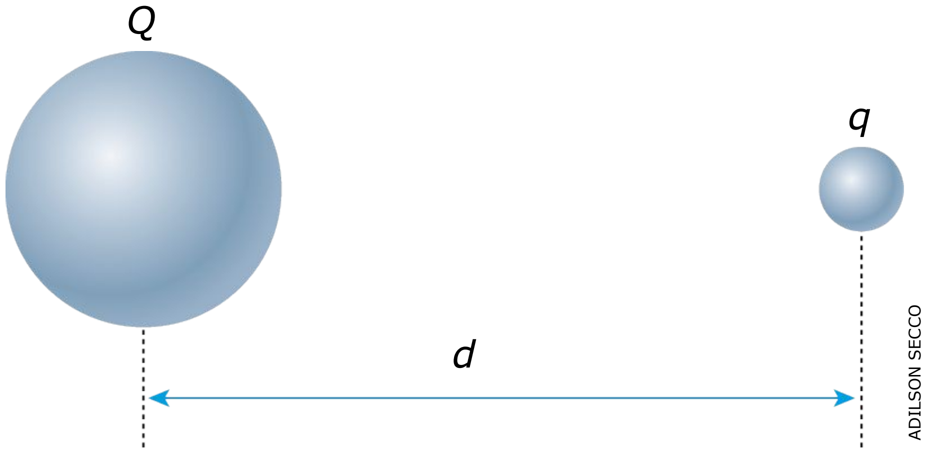
Se $\tau > 0$ (trabalho positivo), então o trabalho da força elétrica é trabalho motor, o movimento de q é espontâneo.

Se $\tau < 0$ (trabalho negativo), então o trabalho da força elétrica é trabalho resistente e o movimento de q não é espontâneo.

Exemplo

Potencial elétrico de uma carga puntiforme

Vamos considerar a carga Q, geradora de um campo elétrico, e a carga q, uma carga de prova.



Da definição de potencial elétrico, sabemos que:

$$E_{\text{pel}} = qV \ \textbf{(I)}$$

Potencial elétrico de uma carga puntiforme

A partir de conhecimentos mais vançados de Matemática, pode-se demonstrar que a energia potencial elétrica desse sistema de cargas é:

$$E_{pel} = k \cdot \frac{Q \cdot q}{d} \quad \textbf{(II)}$$

De **(I)** e **(II)**, temos:

$$\cancel{q} \cdot V = k \cdot \frac{Q \cdot \cancel{q}}{d} \Rightarrow \boxed{V = k \cdot \frac{Q}{d}}$$

(Potencial elétrico de uma carga elétrica puntiforme)

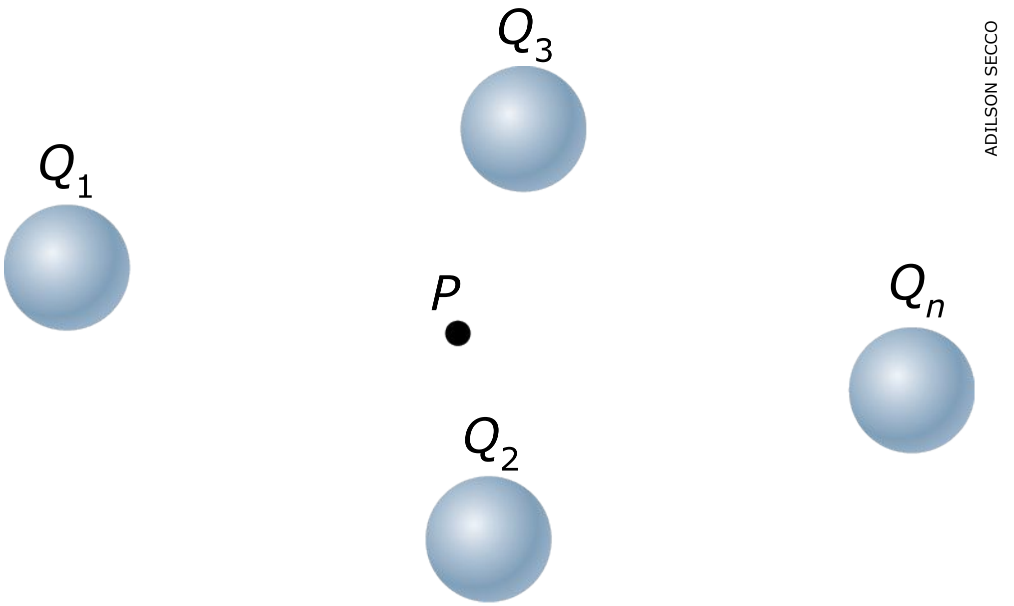
[Exemplo]

INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha

Potencial elétrico criado por um sistema de cargas elétricas puntiformes

Consideremos um sistema constituído por *n* cargas elétricas:

Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_n.



Potencial elétrico criado por um sistema de cargas elétricas puntiformes

O potencial elétrico resultante, V_P, no ponto P, é dado pela soma algébrica dos potenciais criados por cada uma das cargas elétricas do sistema:

$$\boxed{V_P = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n}$$

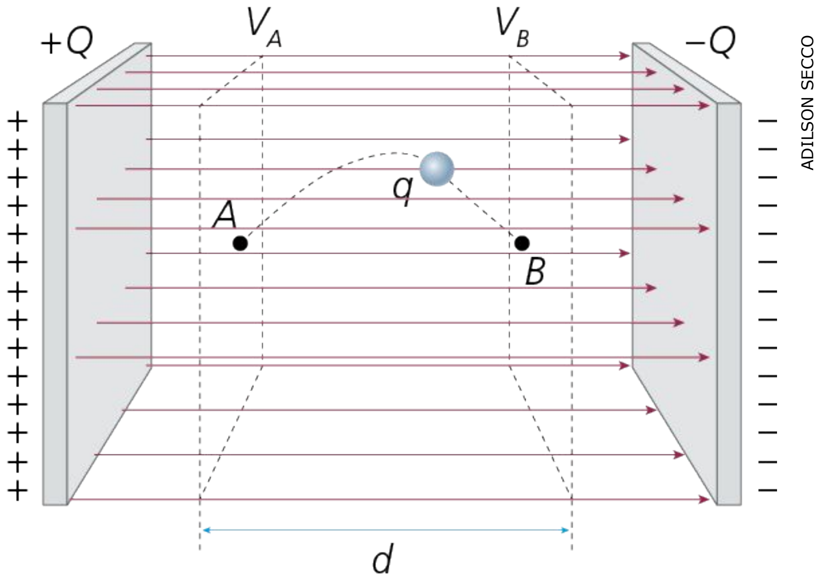
(Potencial elétrico de um sistema de cargas elétricas puntiformes)

Exemplo

INSTITUTO FEDERAL Farroupilha

Potencial elétrico no campo elétrico uniforme

Vamos considerar uma carga de prova *q* que se desloca em um campo elétrico uniforme, entre os pontos *A* e *B.*



Para qualquer trajetória seguida pela carga de prova, teremos:

$$\tau_F = q \cdot (V_A - V_B) \ \mathbf{(I)}$$

INSTITUTO FEDERAL Farroupilha

Potencial elétrico no campo elétrico uniforme

Entretanto, uma carga elétrica q, colocada em um campo elétrico uniforme, fica sujeita a uma força elétrica $\vec{F}$, constante (em módulo, direção e sentido), de módulo dado por:

$$F_{\text{el}} = |q| \cdot E$$

E, para uma força constante, o trabalho pode ser calculado por:

$$\tau_F = Fd \cdot \cos\theta$$

Potencial elétrico no campo elétrico uniforme

Considerando um deslocamento retilíneo na mesma direção e sentido do campo, teremos:

$$\tau_{Fel} = |q| \cdot E \cdot d \ \textbf{(II)}$$

Então, de **(I)** e **(II)**:

$$\cancel{|q|} \cdot E \cdot d = \cancel{q} \cdot (V_A - V_B)$$

$$E \cdot d = V_A - V_B$$

$$\boxed{\underbrace{E}_{\frac{V}{m}} \cdot \underbrace{d}_{m} = \underbrace{U}_{V}}$$

[Exemplo]

Condutor eletrizado em equilíbrio

Dizemos que um corpo condutor, eletrizado ou não, está em **equilíbrio eletrostático** quando não existe uma movimentação ordenada de cargas elétricas nesse corpo.

Nesse caso:

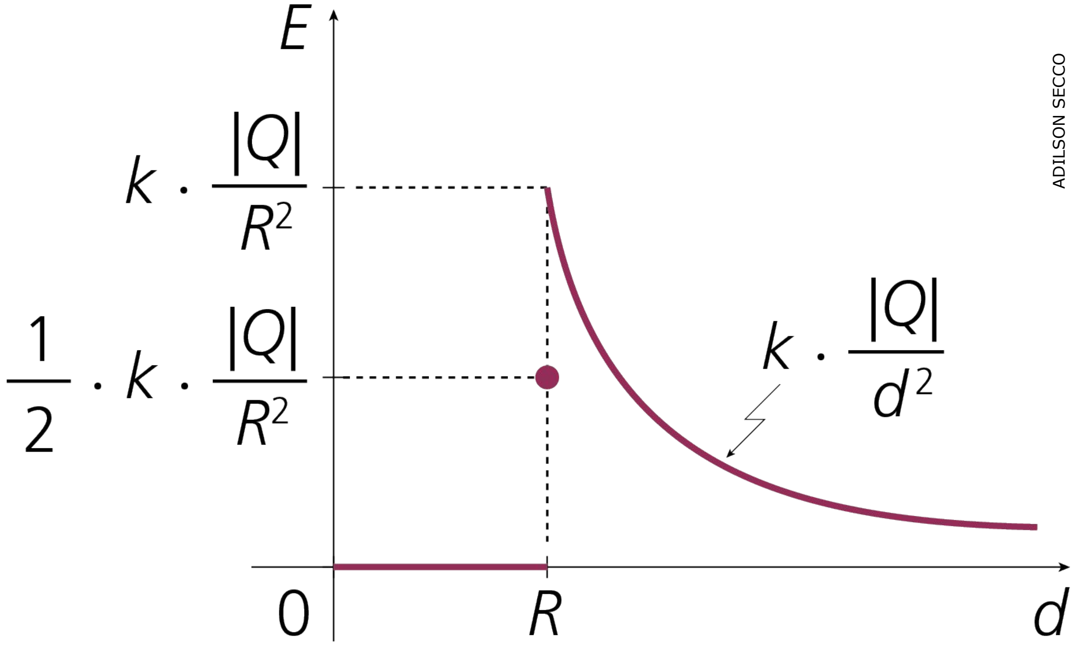
- o campo elétrico em todos os pontos internos do corpo é nulo;
- o potencial elétrico em qualquer ponto do corpo, interno ou de sua superfície, é constante;

Condutor eletrizado em equilíbrio

- as cargas elétricas em excesso distribuem-se pela superfície externa do corpo;
- a concentração de cargas na superfície do corpo é maior em regiões pontiagudas e, nessas regiões, o campo elétrico é mais intenso;
- o vetor campo elétrico em pontos da superfície é perpendicular à superfície do corpo.

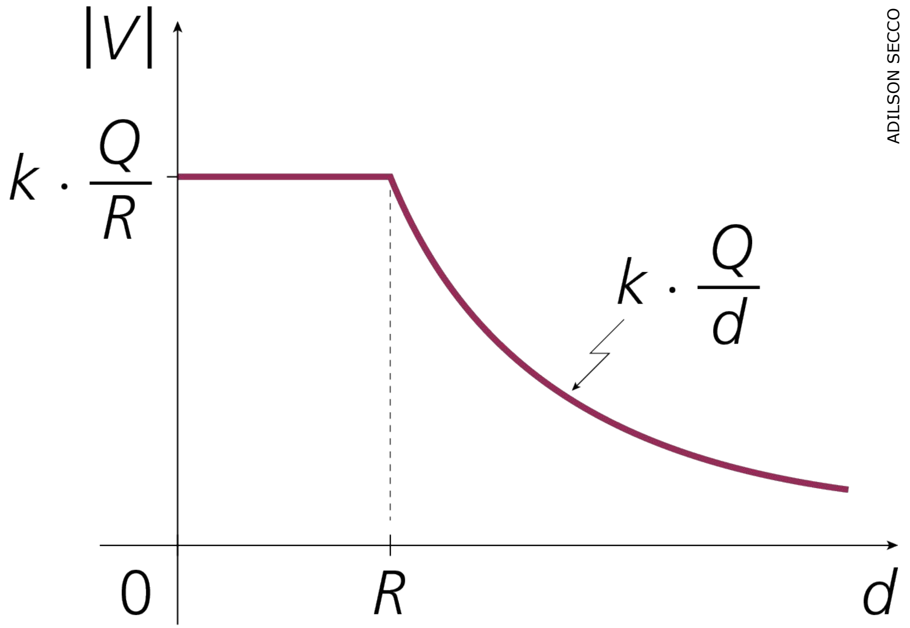
Condutor eletrizado em equilíbrio

Para o caso particular de um condutor esférico de raio *R*, o módulo *E* do campo elétrico varia com a distância *d* até o centro, de acordo com o diagrama abaixo.



Condutor eletrizado em equilíbrio

Ainda, para o caso particular de um condutor esférico de raio *R*, o módulo *V* do potencial elétrico varia com a distância *d* até o centro, de acordo com o diagrama abaixo.



[Exemplo]