

FÍSICA BÁSICA III

Aula 5: Energia potencial eléctrica

Trabalho da força elétrica

- O trabalho realizado por uma força pode ser escrito como:

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b F \cos \phi \, dl$$

- Para uma força conservativa, podemos relacionar o trabalho com a energia potencial

Trabalho realizado por uma força conservativa

$$W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b = -(U_b - U_a) = -\Delta U$$

Energia potencial na posição inicial

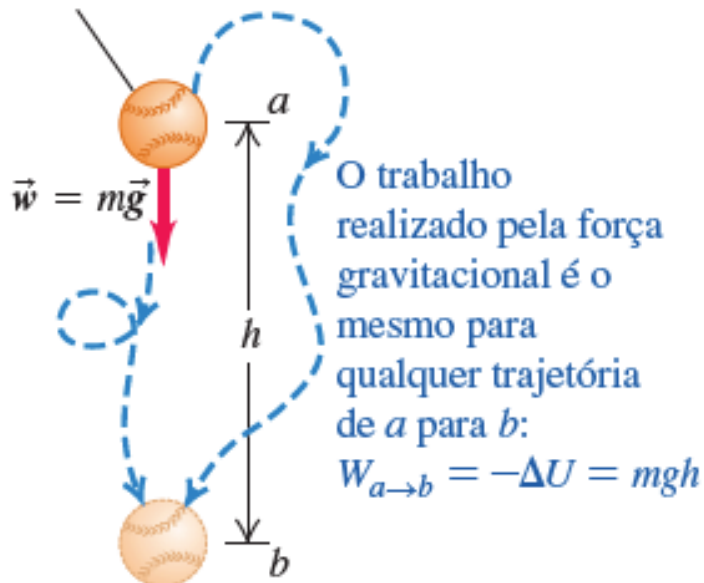
Energia potencial na posição final

Varição da energia potencial com sinal oposto

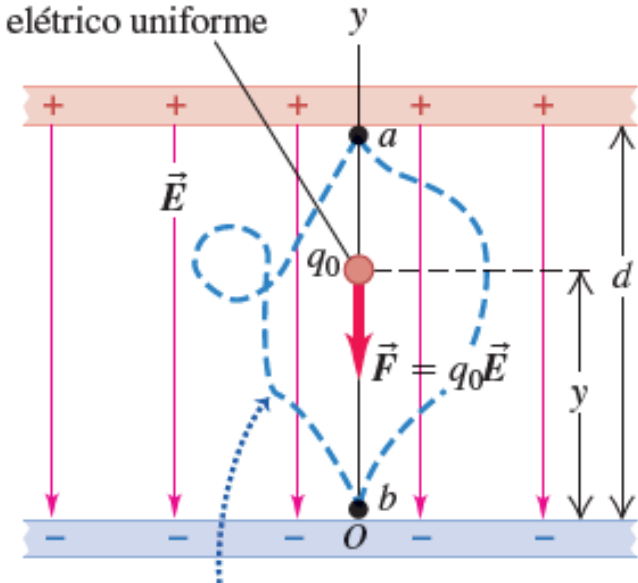
O trabalho é independente da trajetória

- Quando consideramos uma partícula sob a ação de um campo, o trabalho realizado pelo campo independe da trajetória da partícula.

Objeto que se desloca em um campo gravitacional uniforme



Carga puntiforme q_0 que se desloca em um campo elétrico uniforme



O trabalho realizado pela força elétrica é o mesmo para qualquer trajetória de a para b : $W_{a \rightarrow b} = -\Delta U = q_0Ed$

Energia potencial elétrica em um campo uniforme

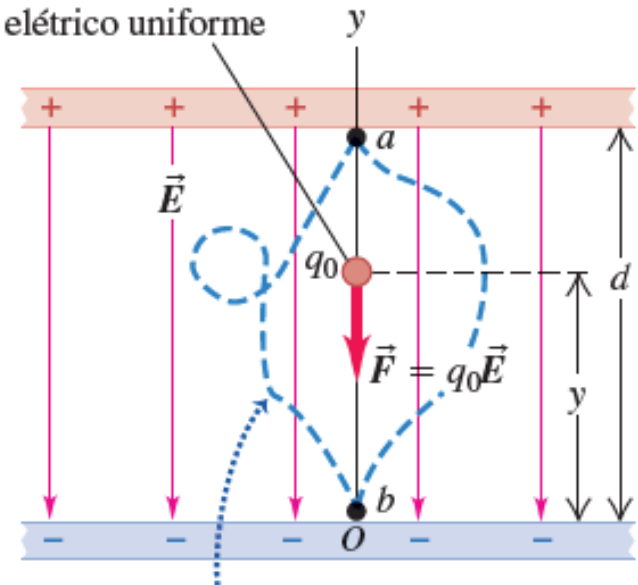
- O trabalho realizado pela força elétrica em um campo uniforme é:

$$W_{a \rightarrow b} = Fd = q_0Ed$$

$$\begin{aligned} W_{a \rightarrow b} &= -\Delta U = -(U_b - U_a) \\ &= -(q_0Ey_b - q_0Ey_a) = -q_0E(y_b - y_a) \end{aligned}$$

$$U = q_0Ey$$

Carga puntiforme q_0 que se desloca em um campo elétrico uniforme



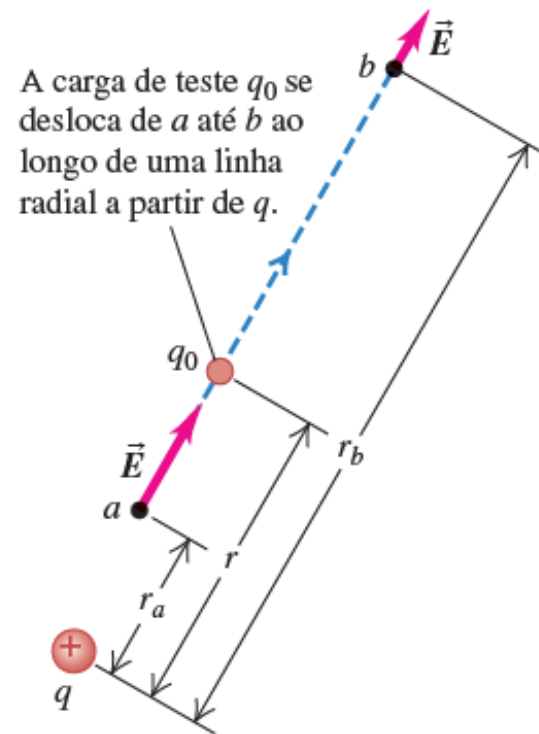
O trabalho realizado pela força elétrica é o mesmo para qualquer trajetória de a para b : $W_{a \rightarrow b} = -\Delta U = q_0Ed$

Energia potencial de duas cargas puntiformes

- Para duas cargas puntiformes podemos escrever:

$$F_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$$

$$\begin{aligned} W_{a \rightarrow b} &= \int_{r_a}^{r_b} F_r dr \\ &= \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} dr \\ &= \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) \end{aligned}$$



Energia potencial de duas cargas puntiformes

- Para um deslocamento geral podemos escrever:

$$\begin{aligned}W_{a \rightarrow b} &= \int_{r_a}^{r_b} F \cos \phi \, dl \\ &= \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \cos \phi \, dl\end{aligned}$$

Energia potencial elétrica de duas cargas puntiformes

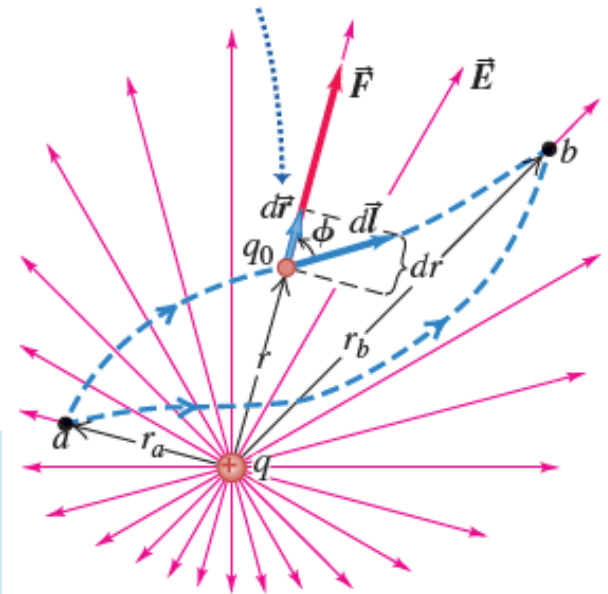
$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r}$$

Constante elétrica

Distância entre as cargas

Valores das duas cargas

A carga de teste q_0 se desloca de a até b ao longo de uma trajetória arbitrária.

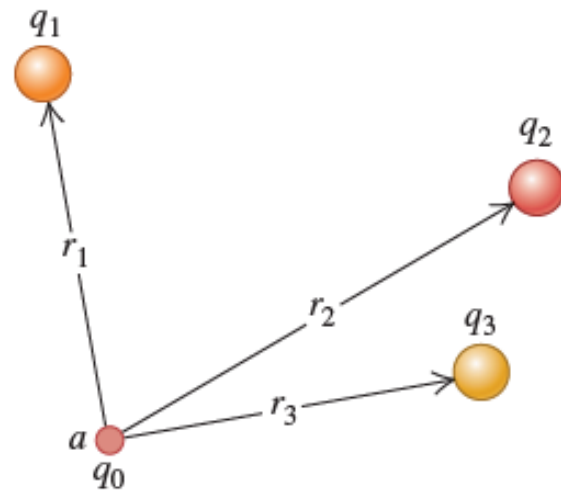


Exemplo:

Energia potencial de diversas cargas puntiformes

- Quando temos mais que duas cargas puntiformes, podemos escrever

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i < j} \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$



Energia potencial elétrica da carga puntiforme q_0 e o conjunto de cargas q_1, q_2, q_3, \dots

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \dots \right) = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

Constante elétrica

Distâncias entre q_0 e q_1, q_2, q_3, \dots

Exemplo: