

Capítulo 29 - O Potencial Elétrico

Instrutor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

**Sala: A2-15 (IF, andar 1P)
Email: carlooseduardosouza@id.uff.br**

● Em linhas gerais...

Se vc for na wikipédia:

Potencial elétrico é a capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho, ou seja, atrair ou repelir outras cargas elétricas. Com relação a um campo elétrico, interessa-nos a capacidade de realizar trabalho, associada ao campo em si, independentemente do valor da carga q colocada num ponto desse campo. Para medir essa capacidade, utiliza-se a grandeza potencial elétrico.

Essa é uma boa (e correta) definição de Potencial elétrico.

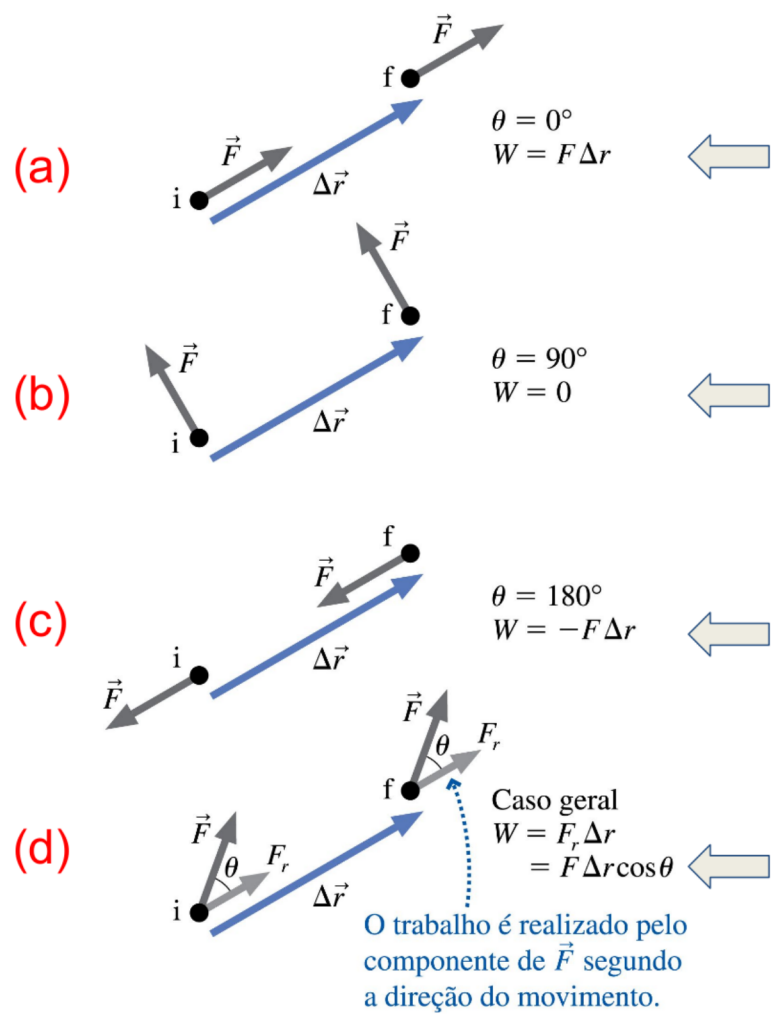
● Objetivos destas aulas:

- 1- Calcular o Potencial elétrico e empregar a energia potencial elétrica
- 2- Usar a energia potencial elétrica para descrever o movimento de partículas carregadas

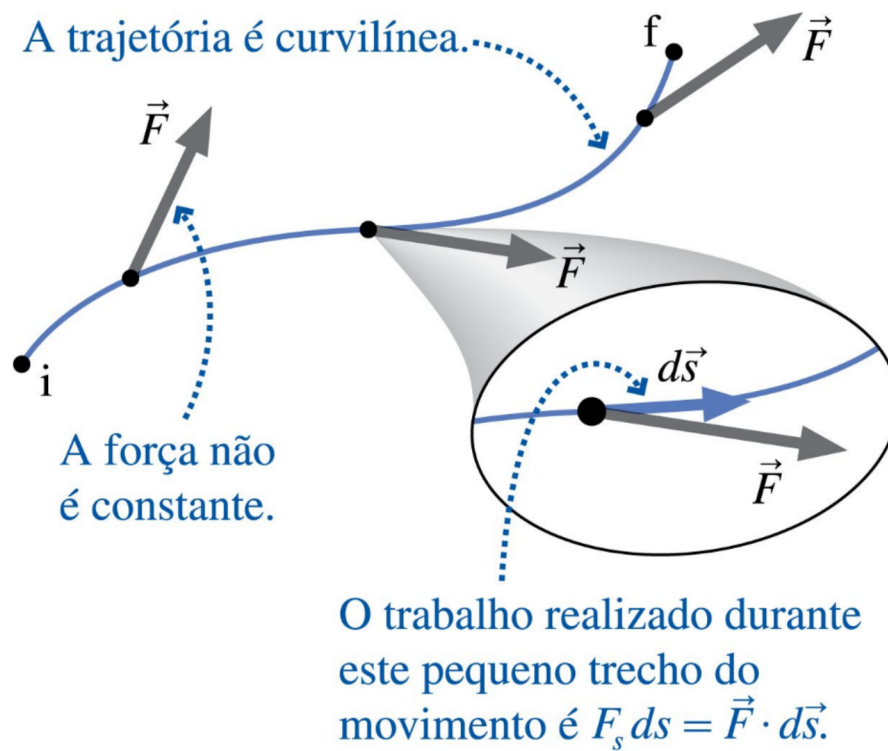
● Começamos pela energia potencial elétrica



● Energia potencial elétrica



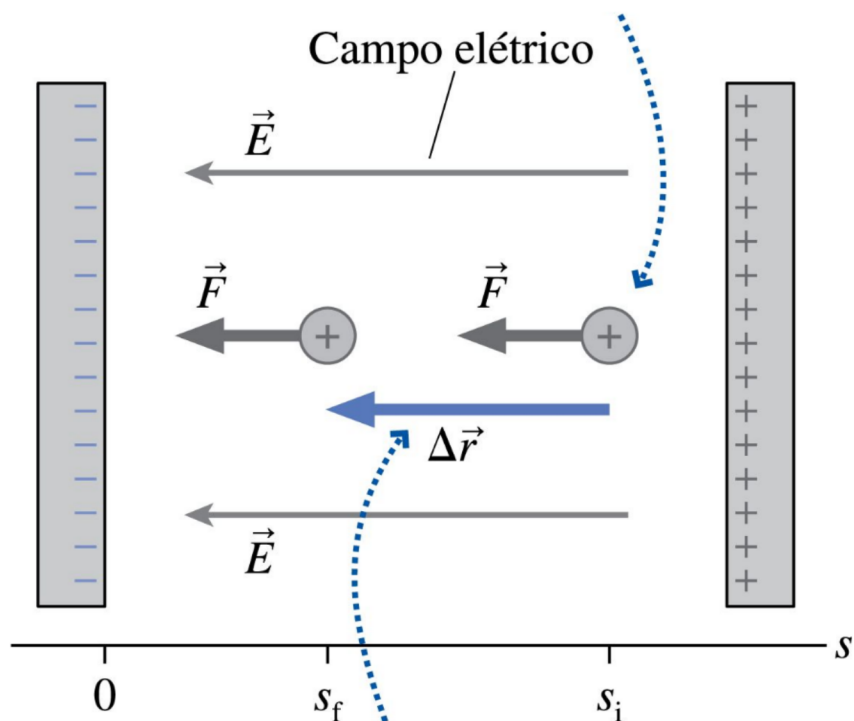
● Força variável



● **As forças gravitacional e elétrica têm muita coisa em comum...**

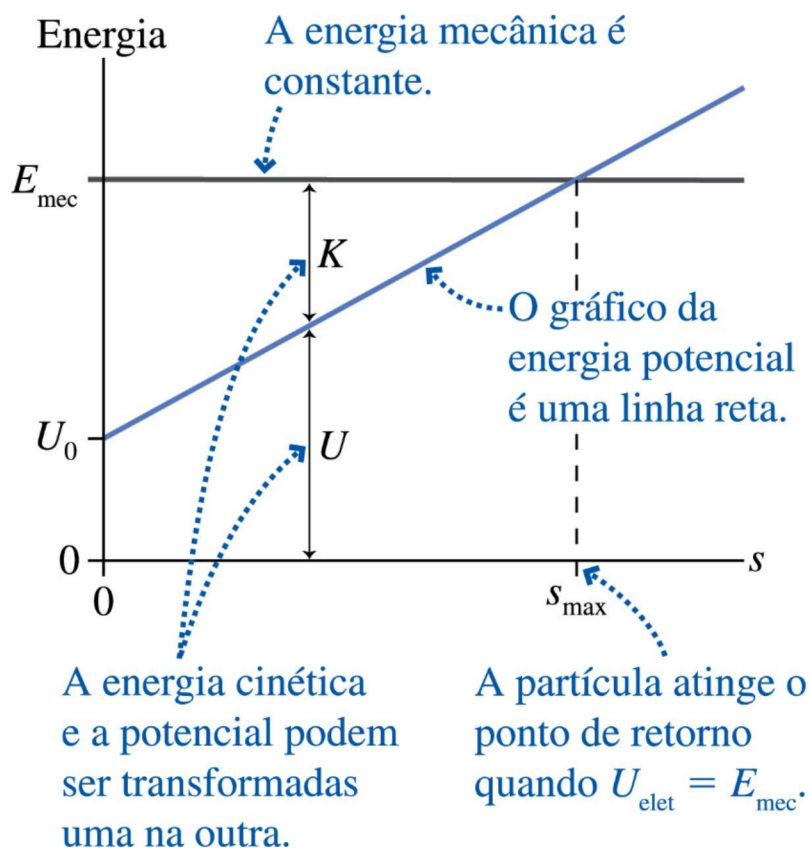


● As forças gravitacional e elétrica têm muita coisa em comum...



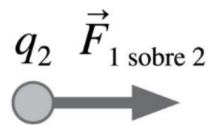
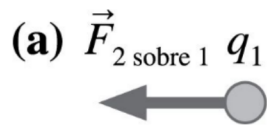
A partícula “caindo”
no sentido de $\vec{E}$.

As forças gravitacional e elétrica têm muita coisa em comum...

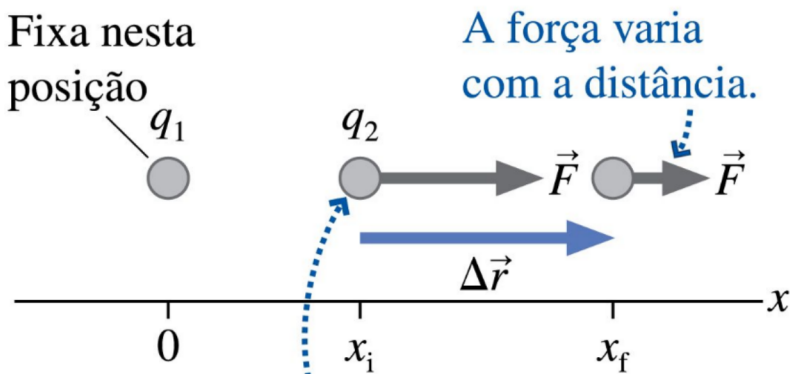




● Energia potencial criada por uma carga puntiforme q_1



(b) Fixa nesta posição q_1



q_1 realiza um trabalho sobre q_2 enquanto esta carga se move de x_i para x_f .

Aula 8

O potencial elétrico

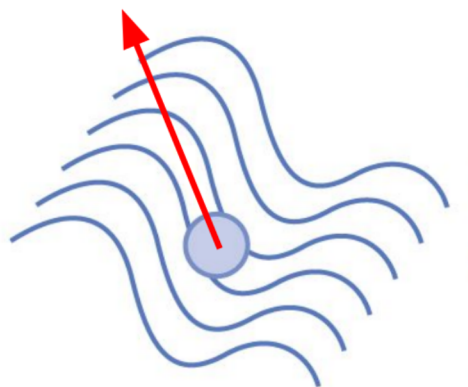
● Objetivos destas aulas:

- 1- Calcular o **potencial elétrico** e a **energia potencial elétrica**
- 2- Calcular o potencial elétrico gerado por distribuições de carga

O potencial elétrico

● Lembrando...

O campo elétrico desempenha um papel de agente intermediário através do qual duas cargas exercem forças a distância, uma sobre a outra



O espaço é alterado e a partícula sofre uma força.

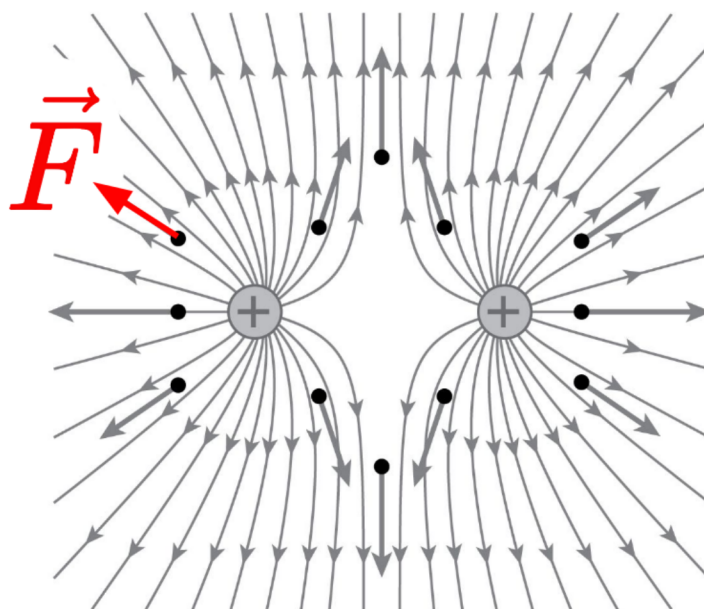
O potencial elétrico

● Lembrando...

O campo elétrico desempenha um papel de agente intermediário através do qual duas cargas exercem forças a distância, uma sobre a outra

A carga Q responde a $\vec{E}$

$$\vec{F} = Q\vec{E}$$



O potencial elétrico

● Trabalhando com uma abordagem de **energia**...



Nosso alvo: resolver problemas do eletromagnetismo com a abordagem de energia!

A energia potencial se deve a interação da carga q com as outras partículas carregadas do sistema.



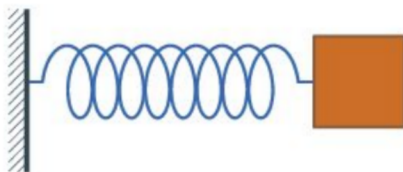
Se a carga q encontra-se sob a ação do potencial, sua energia potencial elétrica é igual a $U_{q+\text{fontes}} = qV$.

O potencial elétrico

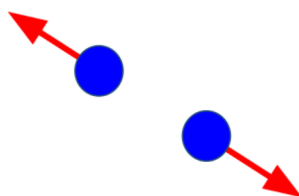
- Trabalhando com uma abordagem de **energia**...

Energia potencial em dois exemplos

No sistema massa-mola a energia é armazenada na mola distendida/comprimida.



E no sistema de partículas carregadas, **onde ela é armazenada?**



O potencial elétrico

- Trabalhando com uma abordagem de **energia**...

O potencial elétrico

Definição: $V \equiv \frac{U_{q+fontes}}{q}$



Se a carga q encontra-se sob a ação do potencial, sua energia potencial elétrica é igual a $U_{q+fontes} = qV$.

Na prática, queremos saber quanto vale a energia potencial de uma partícula que se encontra na região do espaço com V .

O potencial elétrico

- Trabalhando com uma abordagem de **energia**...

O potencial elétrico

Unidade: $\text{J/C} = \text{Volt [V]}$

Definição: $V \equiv \frac{U_{q+\text{fontes}}}{q}$



Se a carga q encontra-se sob a ação do potencial, sua energia potencial elétrica é igual a $U_{q+\text{fontes}} = qV$.

Na prática, queremos saber quanto vale a energia potencial de uma partícula que se encontra na região do espaço com V .

O potencial elétrico

- Trabalhando com uma abordagem de **energia**...

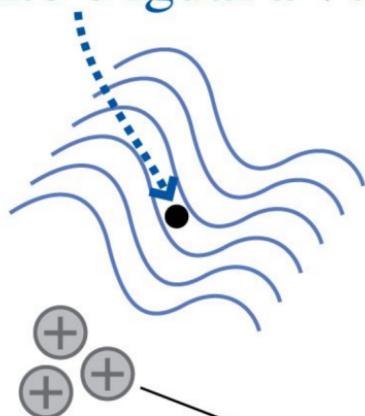
$$\vec{E} \Rightarrow \vec{F}$$

$$V \Rightarrow \textit{Energia}$$

O potencial elétrico

- Trabalhando com uma abordagem de **energia**...

O potencial nesse ponto é igual a V .



Cargas-fonte

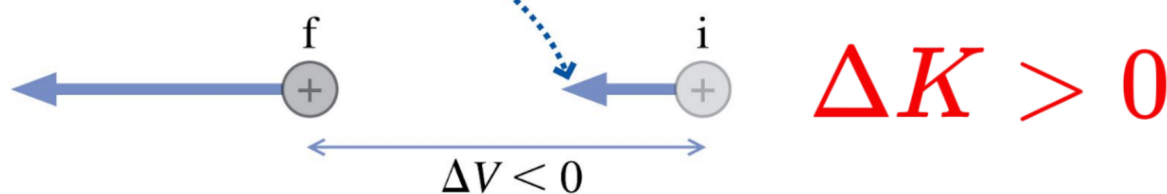
Qdo se fala que o potencial em L vale $V_L = 10V$, entende-se que neste ponto o sistema consegue dotar de 10J de energia uma partícula de 1C.

O potencial elétrico

- As partículas aceleram na medida que se deslocam em uma região onde o potencial é variável.

Vejamos: $\Delta U = q\Delta V = q(V_f - V_i)$

Uma carga positiva acelera à medida que se move através de uma diferença de potencial negativa. A energia potencial é transformada em energia cinética.



Sentido em que há aumento V

$$\Delta K + \Delta U = \Delta K + q\Delta V = 0$$

O potencial elétrico

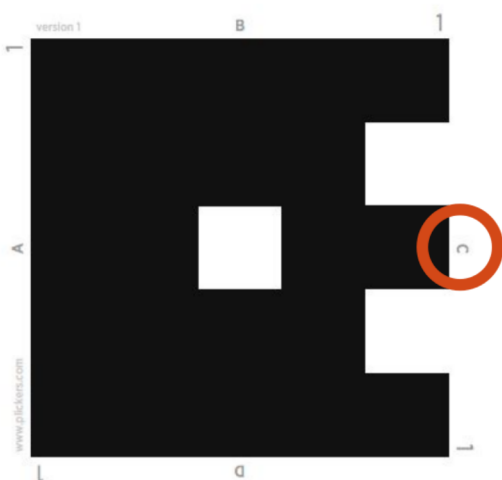
● Teste Conceitual

Um elétron se move de $i \rightarrow f$, na direção de um campo elétrico uniforme.



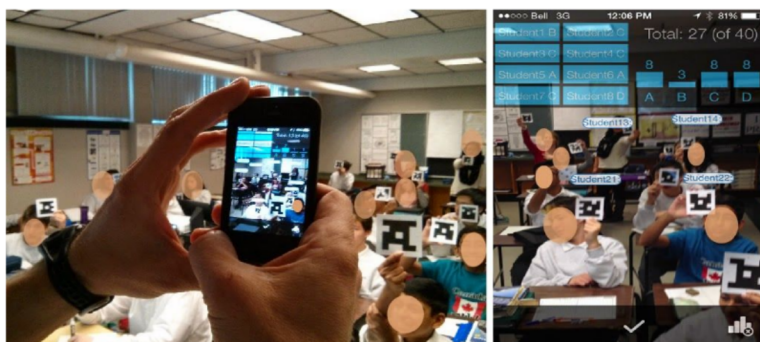
- A) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.
- B) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.
- C) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.
- D) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.

Plickers – resposta em tempo real...



- 64 cartões, todos diferentes
- Responda levantando o cartão com sua resposta virada pra cima
- Letras pequenas de propósito (p/ seu colega não ver sua resposta!)

"Eu escaneio a turma usando um aplicativo no celular"

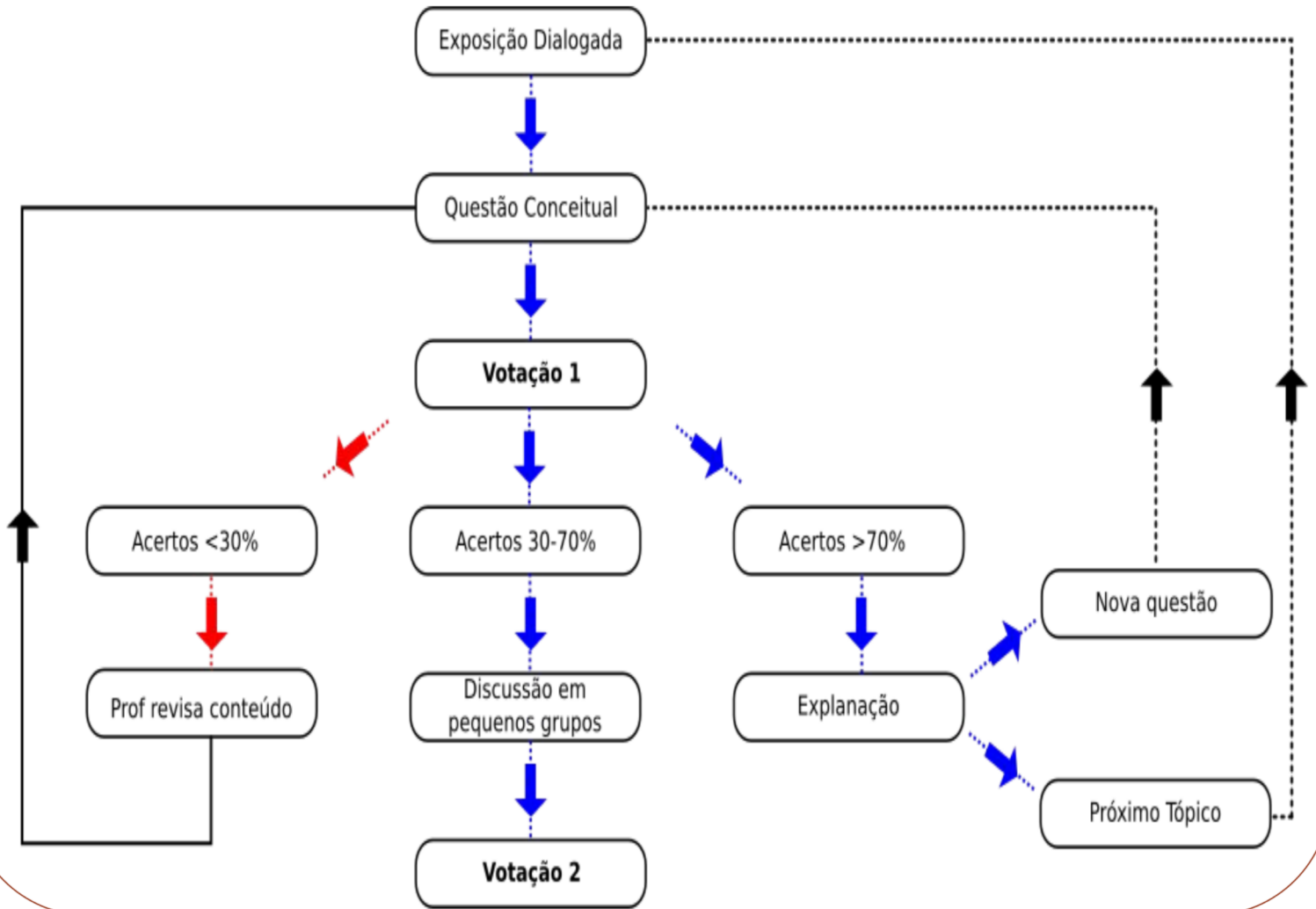


Método do curso: peer instruction (instrução pelos colegas)

Funciona assim:

- i) **Eu apresento um problema**, você tem um tempo para pensar, e depois uma votação é feita usando cartões-resposta especiais
- ii) **Você discute com um colega**, cada um tenta convencer o outro de que a sua resposta é a correta
- iii) **Fazemos uma segunda votação**. Se agora a maioria acertar, passamos para o próximo tópico. Se a maioria erra discutimos a resposta correta, e se possível, eu apresento outra questão conceitual sobre o mesmo tema.

Como faremos:



O potencial elétrico

● Teste Conceitual -1

Um elétron se move de $i \rightarrow f$, na direção de um campo elétrico uniforme.



- A) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.
- B) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.
- C) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.
- D) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.

O potencial elétrico

● Teste Conceitual -1

Um elétron se move de $i \rightarrow f$, na direção de um campo elétrico uniforme.



- A) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.
- B) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo aumenta.**
- C) O trabalho feito pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.
- D) O trabalho feito pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema elétron-campo diminui.

O potencial elétrico

● Teste Conceitual -2

Se 500J de trabalho são necessários para transportar uma carga de 40C através de uma distância de 1m, a diferença de potencial entre os pontos inicial e final vale:

- A) 12,5V
- B) 20.000V
- C) 0,08V
- D) depende da trajetória

O potencial elétrico

● Teste Conceitual -2

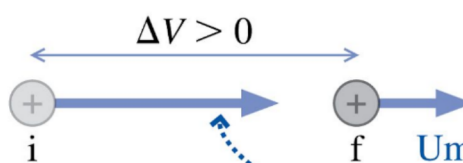
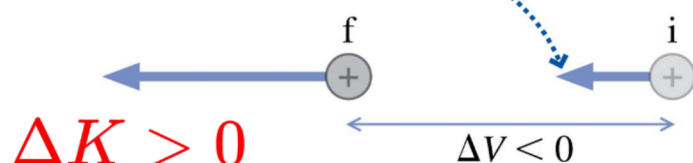
Se 500J de trabalho são necessários para transportar uma carga de 40C através de uma distância de 1m, a diferença de potencial entre os pontos inicial e final vale:

- A) 12,5V
- B) 20.000V
- C) 0,08V
- D) depende da trajetória

O potencial elétrico

- As partículas aceleram na medida que se deslocam em uma região onde o potencial é variável.

Uma carga positiva acelera à medida que se move através de uma diferença de potencial negativa. A energia potencial é transformada em energia cinética.



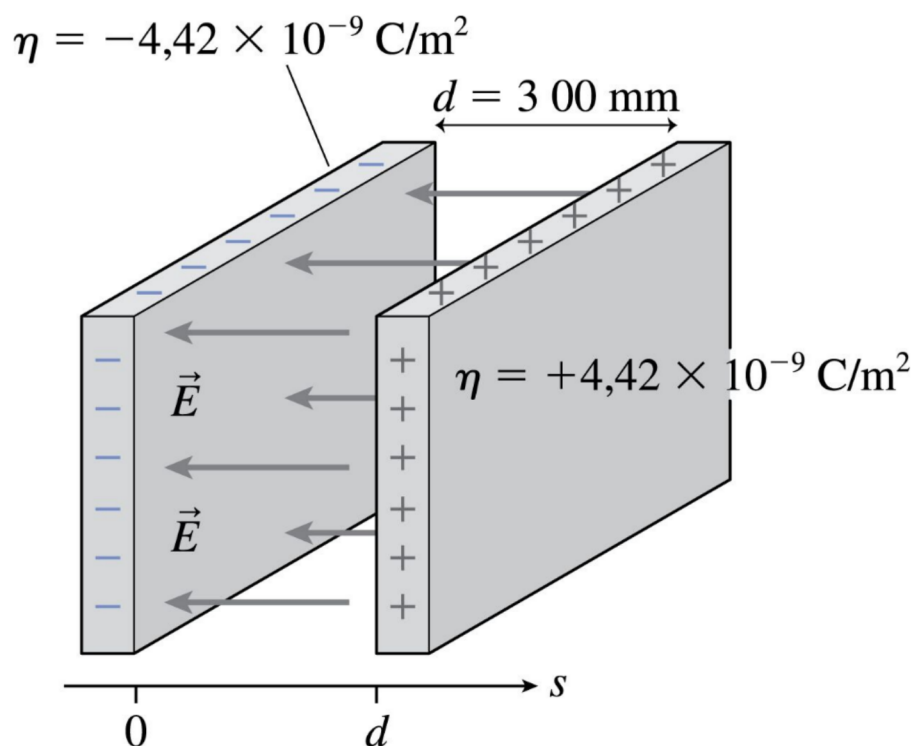
$$\Delta K < 0$$

Uma carga positiva desacelera ao se mover através de uma diferença de potencial positiva. Sua energia cinética diminui e é transformada em energia potencial.

Sentido em que há aumento V

O potencial elétrico

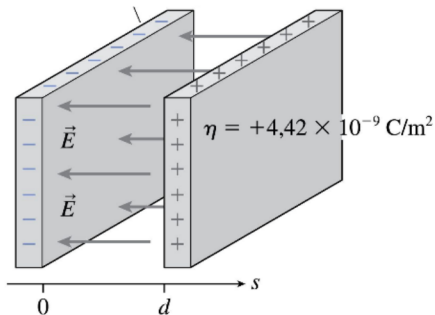
● Potencial em um capacitor de placas paralelas



$$\begin{aligned} \vec{E} &= \frac{\eta}{\epsilon_0} \hat{s} \\ &= (500 \text{ N/C}) \hat{s} \end{aligned}$$

O potencial elétrico

● Potencial em um capacitor de placas paralelas



$$\begin{aligned}\vec{E} &= \frac{\eta}{\epsilon_0} \hat{s} \\ &= (500 \text{ N/C}) \hat{s}\end{aligned}$$

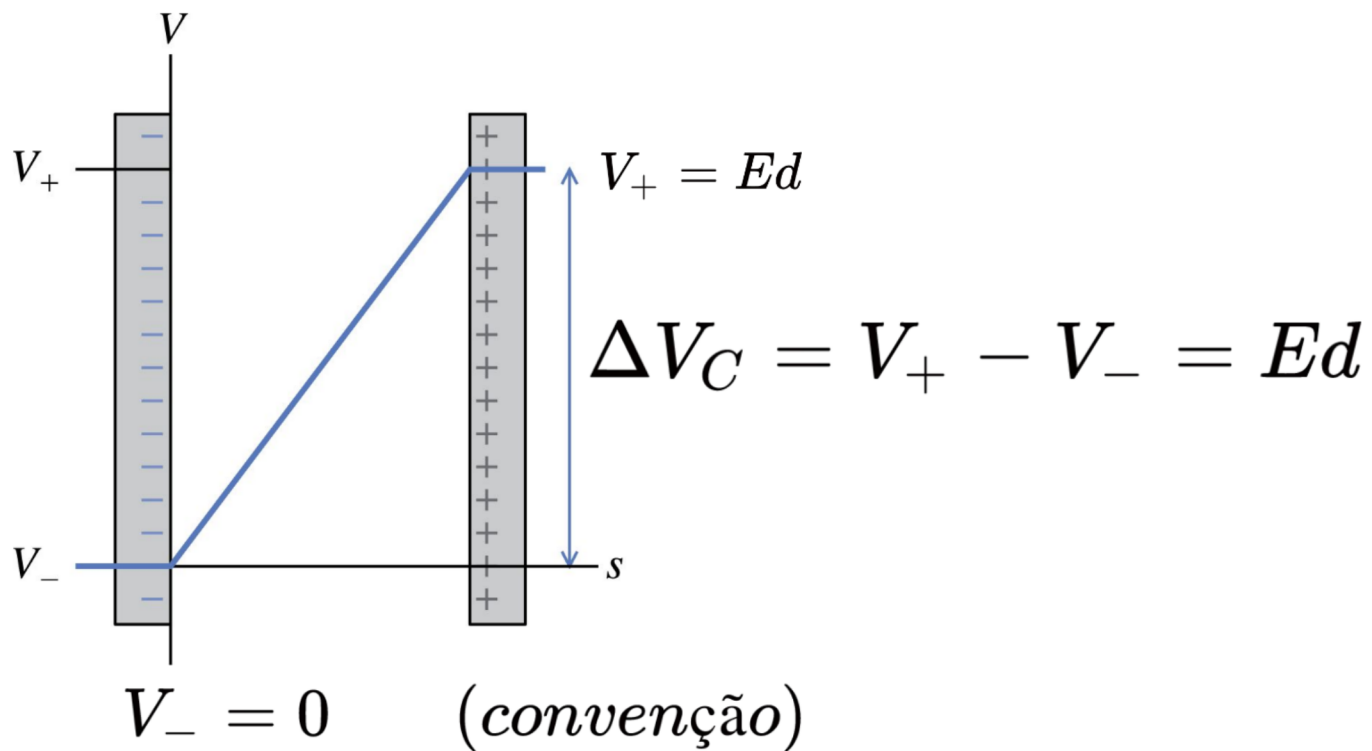
$$U_{\text{elét}} = U_{q+\text{fontes}} = q \boxed{Es} \quad V$$

O potencial elétrico está relacionado apenas às cargas fontes...

$V = Es$ é o potencial dentro do capacitor.

O potencial elétrico

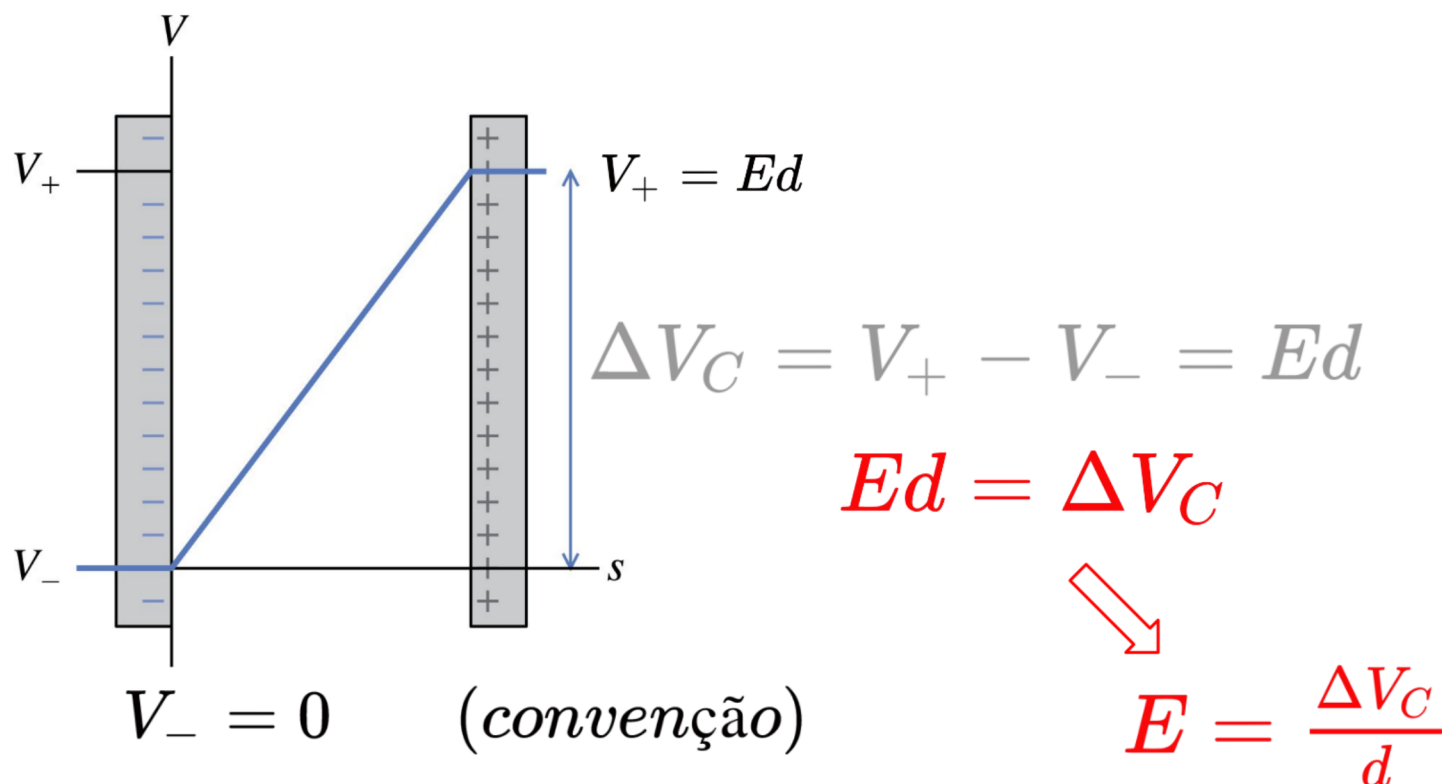
● Potencial em um capacitor de placas paralelas



Em geral, medimos o campo elétrico através de ΔV_C , que pode ser facilmente realizada por meio de um voltímetro.

O potencial elétrico

● Potencial em um capacitor de placas paralelas



Em geral, medimos o campo elétrico através de ΔV_C , que pode ser facilmente realizada por meio de um voltímetro.

O potencial elétrico

● Potencial em um capacitor de placas paralelas

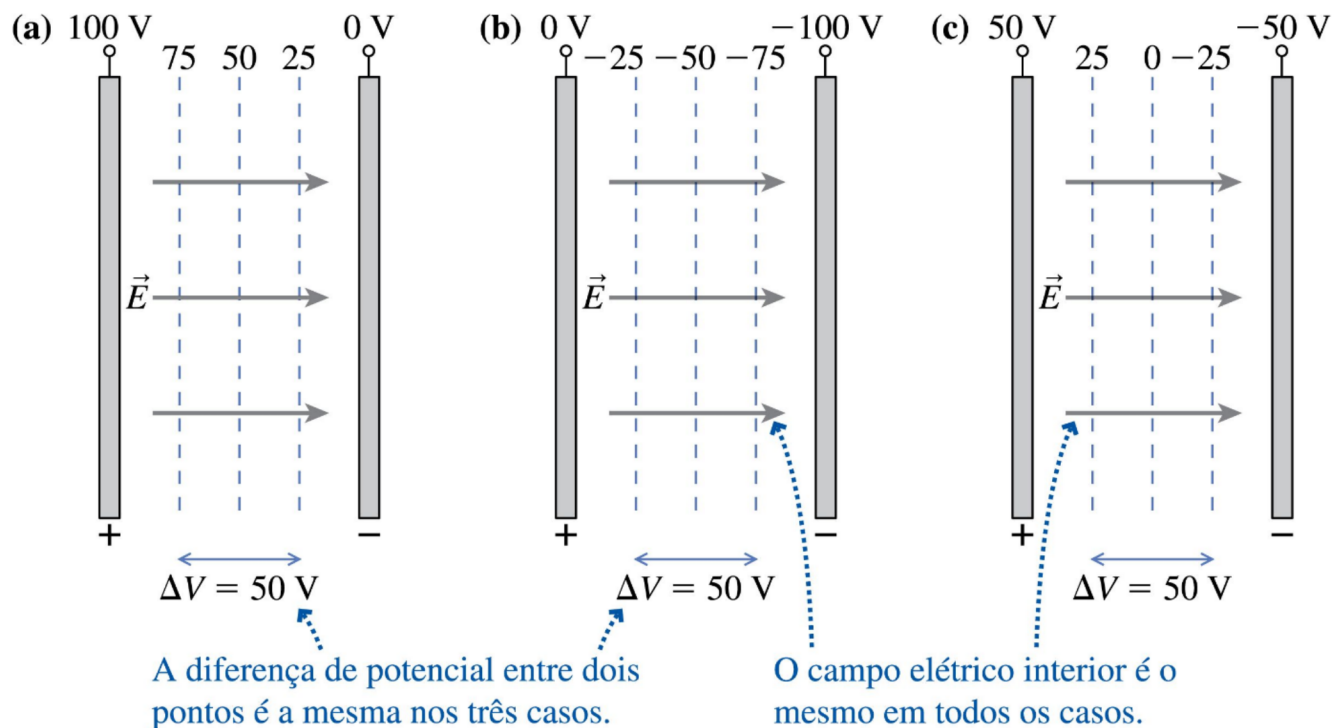
Unidades...

$$E = \frac{\Delta V_C}{d} \quad \Rightarrow \quad \frac{N}{C} = \frac{N \cdot m}{C \cdot m} = \frac{V}{m}$$

O potencial elétrico

● Potencial em um capacitor de placas paralelas

Representação - Mapa de Contorno

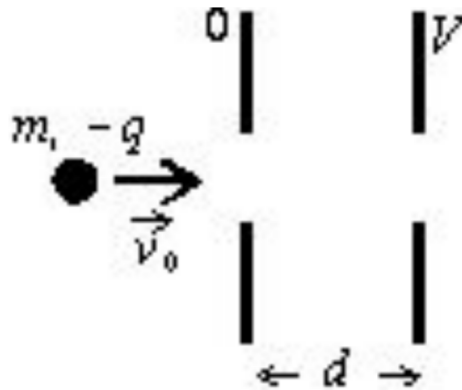


O potencial elétrico

● Teste Conceitual -3

Uma partícula de massa m e carga $-q$ é lançada através de um capacitor furado, conforme ilustra a figura. A variação da energia cinética da partícula após a travessia vale:

- A) qV/d
- B) $2qV/mv_0^2$
- C) qV
- D) $mv_0^2/2$

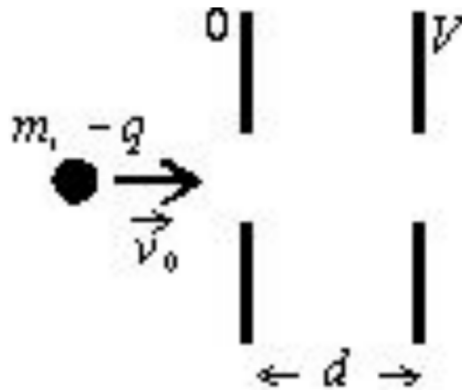


O potencial elétrico

● Teste Conceitual -3

Uma partícula de massa m e carga $-q$ é lançada através de um capacitor furado, conforme ilustra a figura. A variação da energia cinética da partícula após a travessia vale:

- A) qV/d
- B) $2qV/mv_0^2$
- C) qV
- D) $mv_0^2/2$



O potencial elétrico

● Potencial de uma carga puntiforme

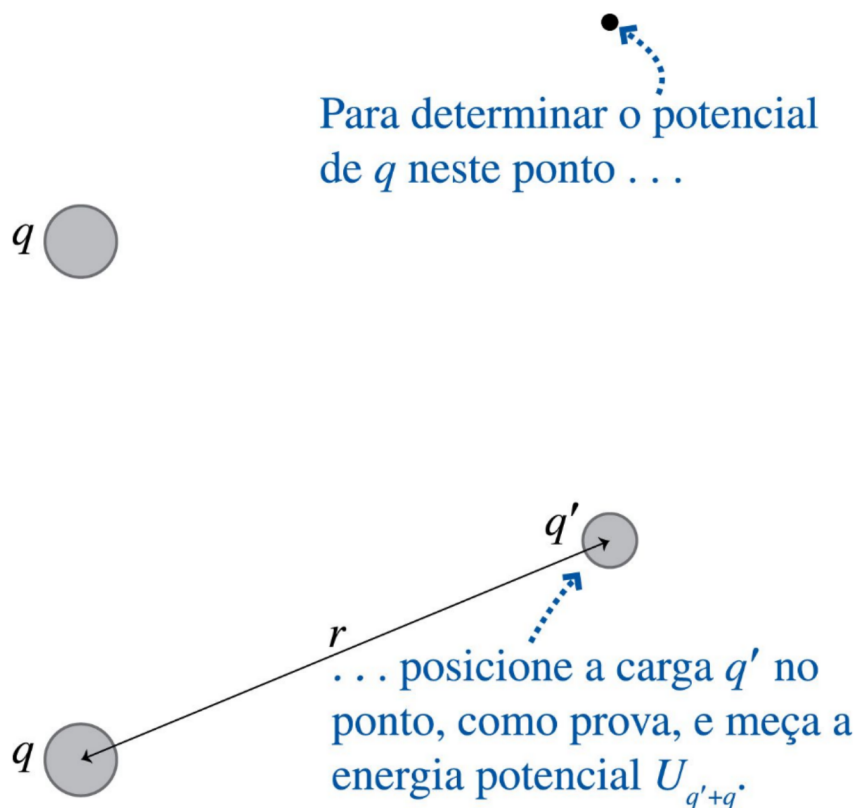


Para determinar o potencial
de q neste ponto . . .



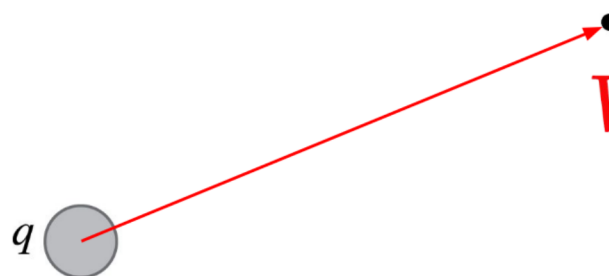
O potencial elétrico

● Potencial de uma carga puntiforme



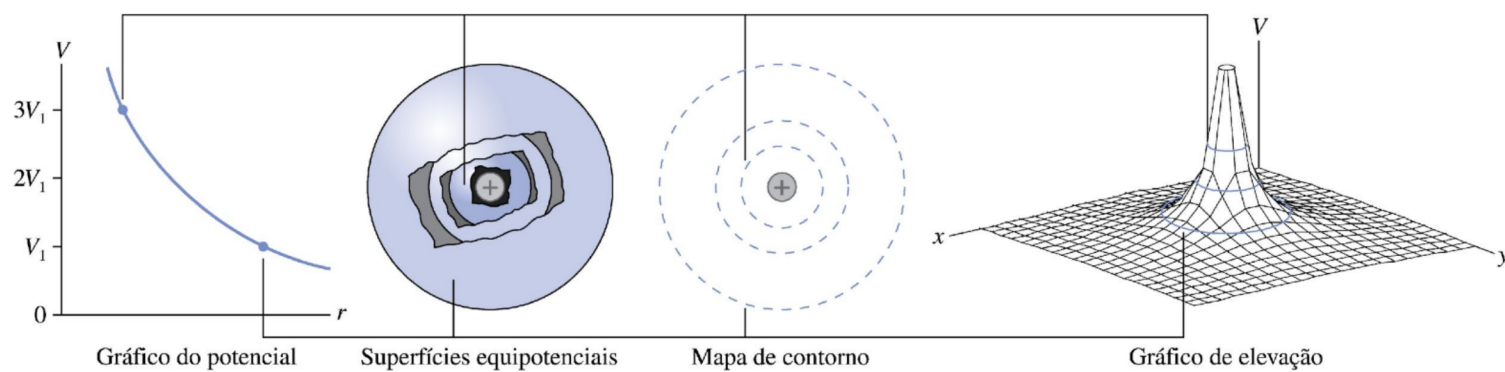
O potencial elétrico

Potencial de uma carga puntiforme



$$V = \frac{U_{q'q}}{q'} = \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Representações

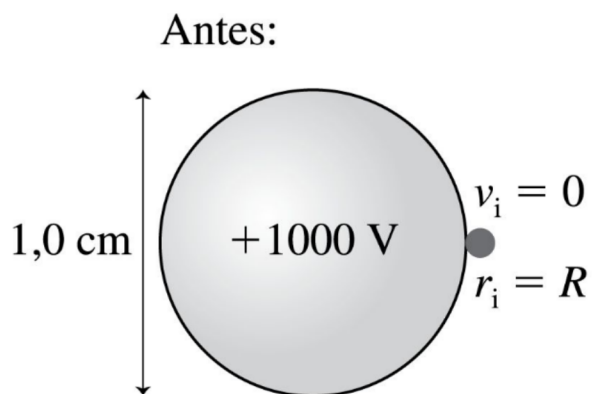


$$V = 0 \quad r \rightarrow \infty$$

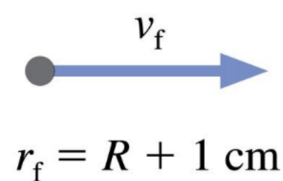
O potencial elétrico

● Problema:

Um próton parte do repouso da superfície de uma esfera carregada. Qual a velocidade dele a 1cm da esfera?

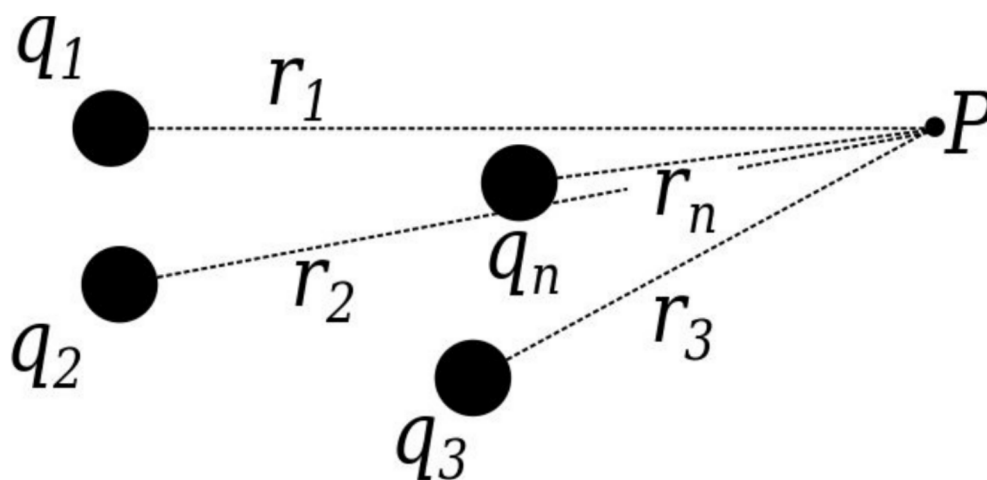


Após:



O potencial elétrico

● Potencial de múltiplas cargas



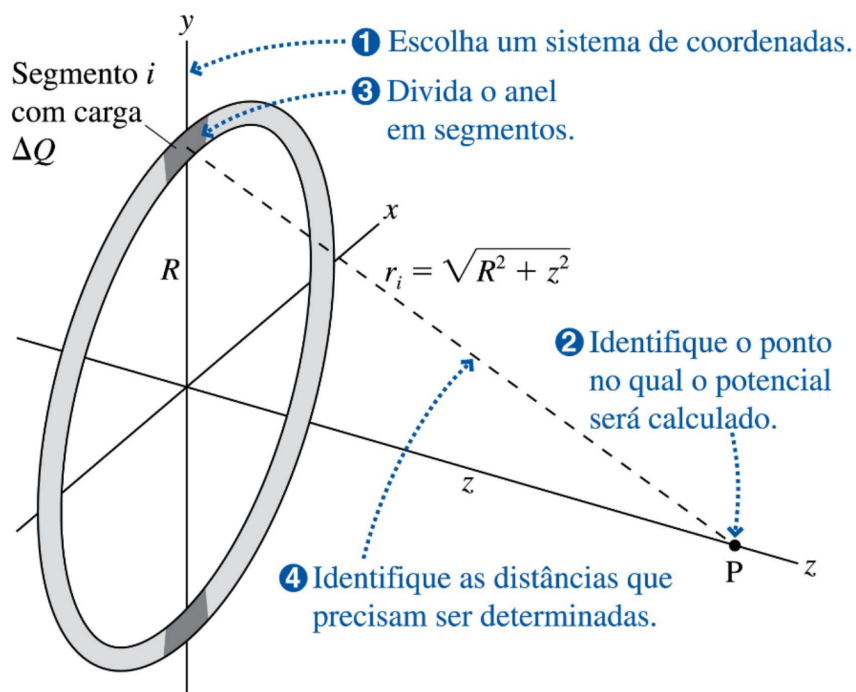
$$V = \sum_i \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i}$$

O potencial elétrico

● Potencial de uma distribuição de cargas:

Dois casos resolvidos no livro

Ex. 29.11



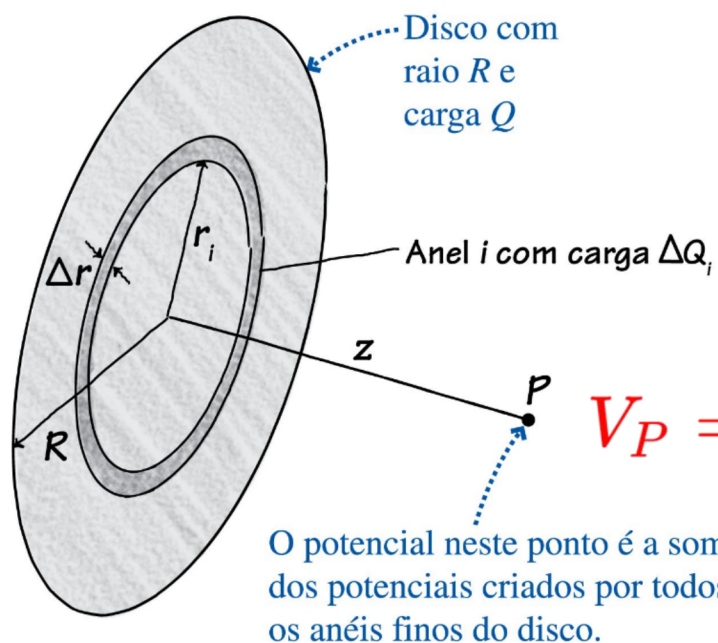
$$V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$

O potencial elétrico

● Potencial de uma distribuição de cargas:

Dois casos resolvidos no livro

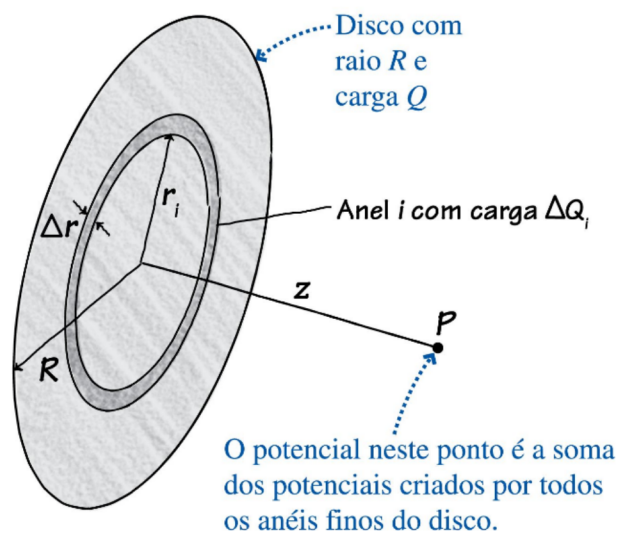
Ex. 29.12



$$V_P = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} (\sqrt{R^2 + z^2} - |z|)$$

O potencial elétrico

● Potencial de um anel de cargas:



$$V_P = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} (\sqrt{R^2 + z^2} - |z|)$$

