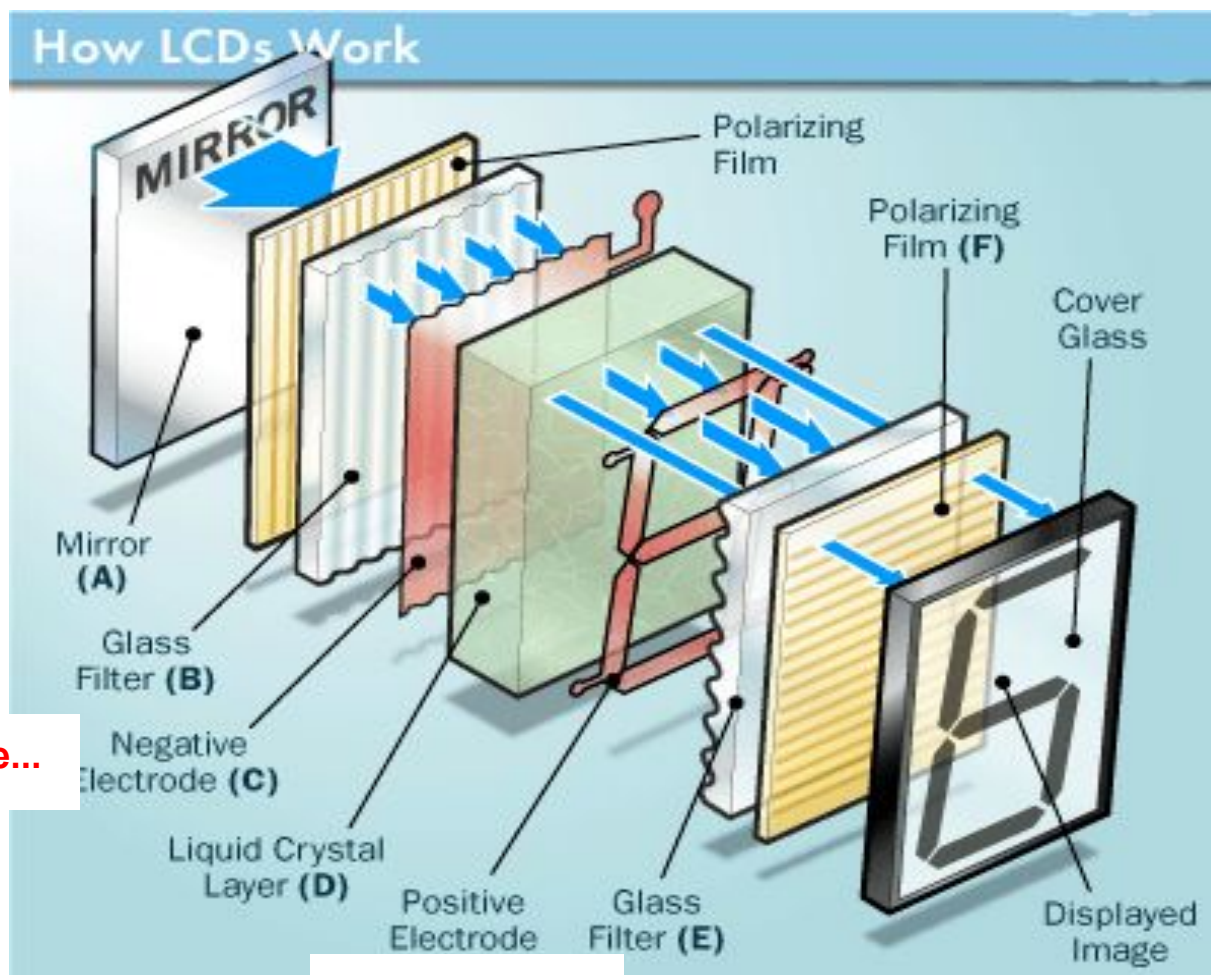


O campo elétrico

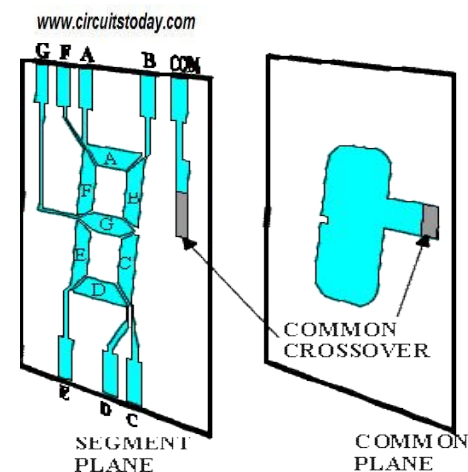
Uma aplicação cotidiana do controle do campo elétrico

LCD: Liquid Crystal Display



transparente...

transparente...



O campo elétrico

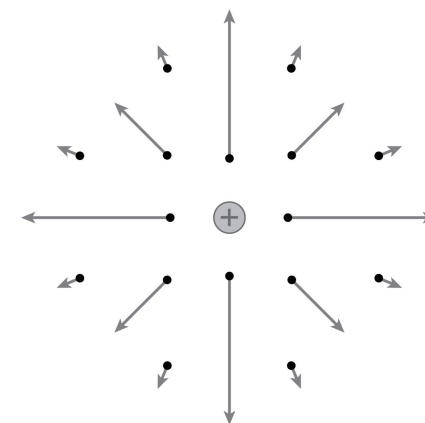
Cálculo do campo elétrico



Dois preceitos básicos:

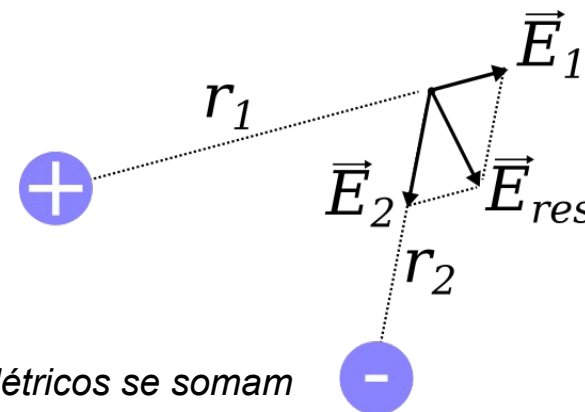
1º Campo gerado por uma carga pontual

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$



2º Princípio da superposição

$$\vec{E}_{res} = \frac{\vec{F}_1}{q} + \frac{\vec{F}_2}{q} + \dots = \sum_i \vec{E}_i$$



os campos elétricos se somam

O campo elétrico

Objetivos:

- 1- Calcular o campo elétrico devido a múltiplas cargas**
- 2- Calcular o campo elétrico devido a uma distribuição contínua de cargas
- 3- Usar o campo elétrico de dipolos, linhas e planos de cargas.
- 4- Gerar um campo elétrico uniforme por meio de um capacitor.
- 5- Calcular o movimento de cargas e dipolos em um campo elétrico.

Lembremos alguns exemplos dados pelo Prof. Rodrigo...



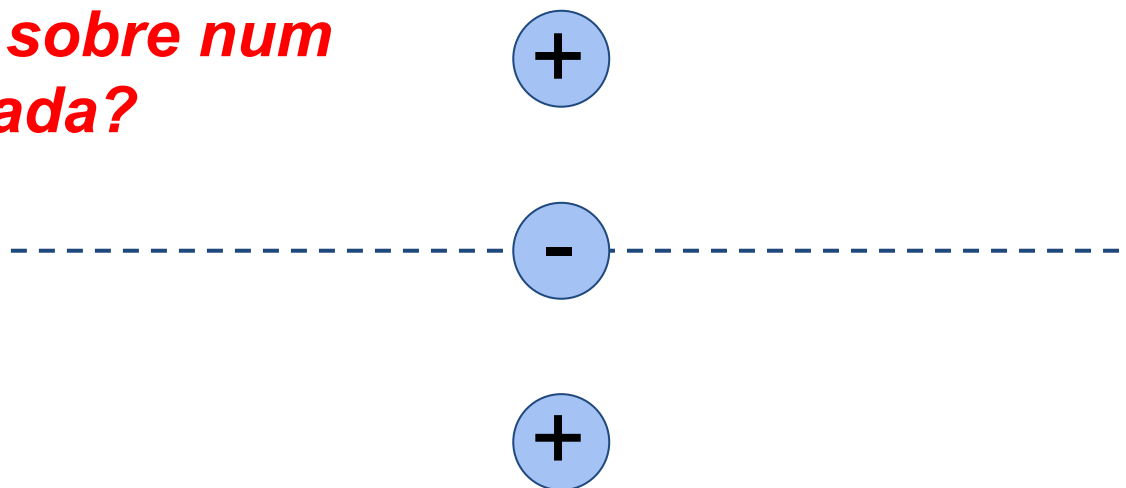
O campo elétrico

Objetivos:

- 1- Calcular o campo elétrico devido a múltiplas cargas
- 2- Calcular o campo elétrico devido a uma distribuição contínua de cargas
- 3- Usar o campo elétrico de dipolos, linhas e planos de cargas.
- 4- Gerar um campo elétrico uniforme por meio de um capacitor.
- 5- Calcular o movimento de cargas e dipolos em um campo elétrico.

Problema típico:

Qto vale o campo elétrico sobre num ponto sobre a linha tracejada?



O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num sistema de múltiplas cargas

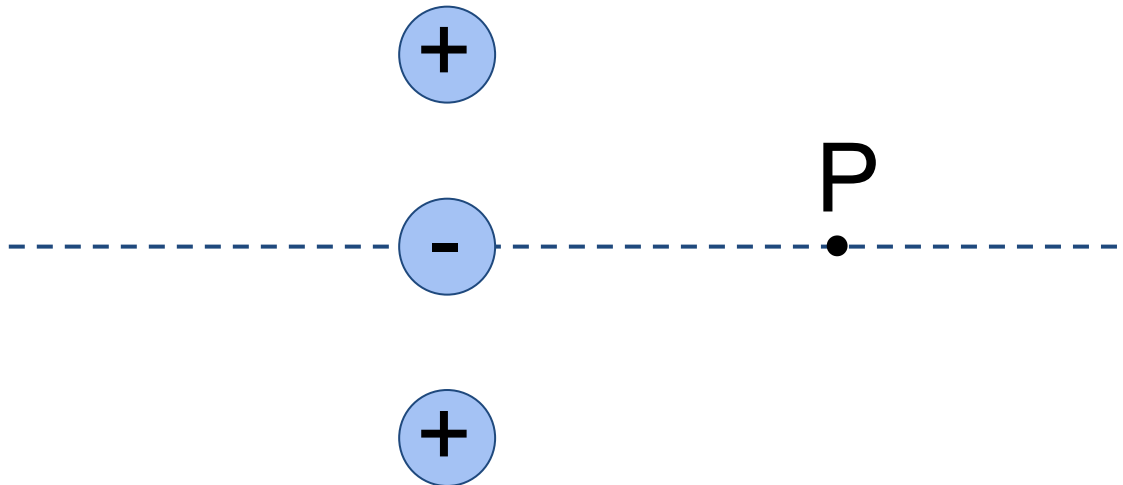


Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (**às vezes é dado no problema**);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada:

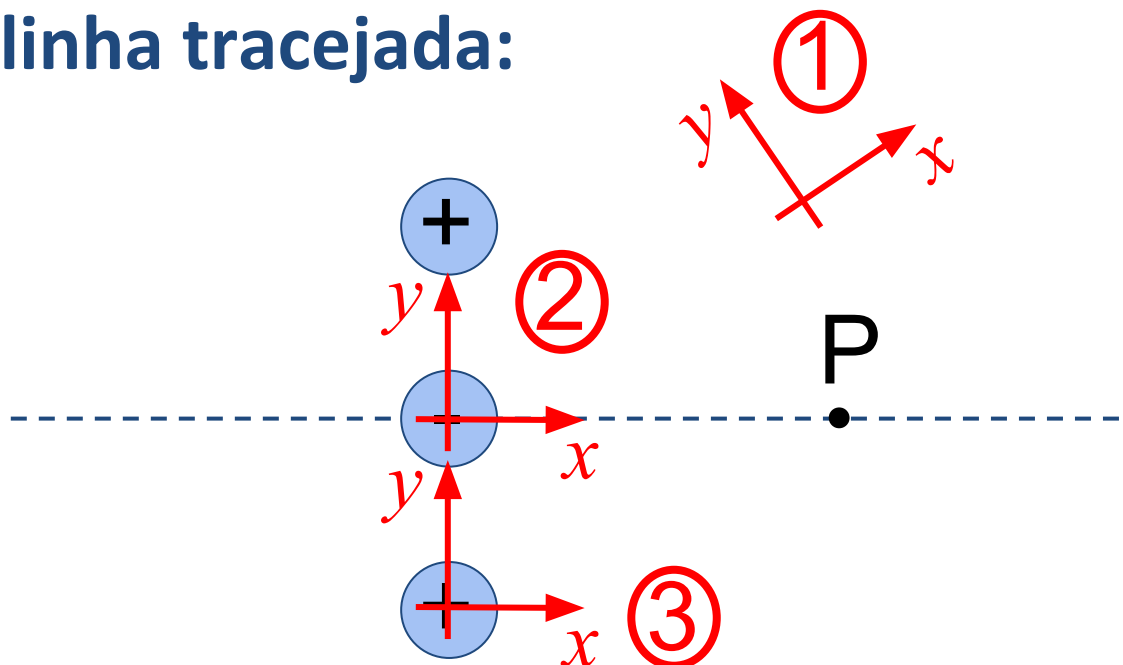


Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (às vezes é dado no problema);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada:



Qual dos três sistemas é o sistema correto?

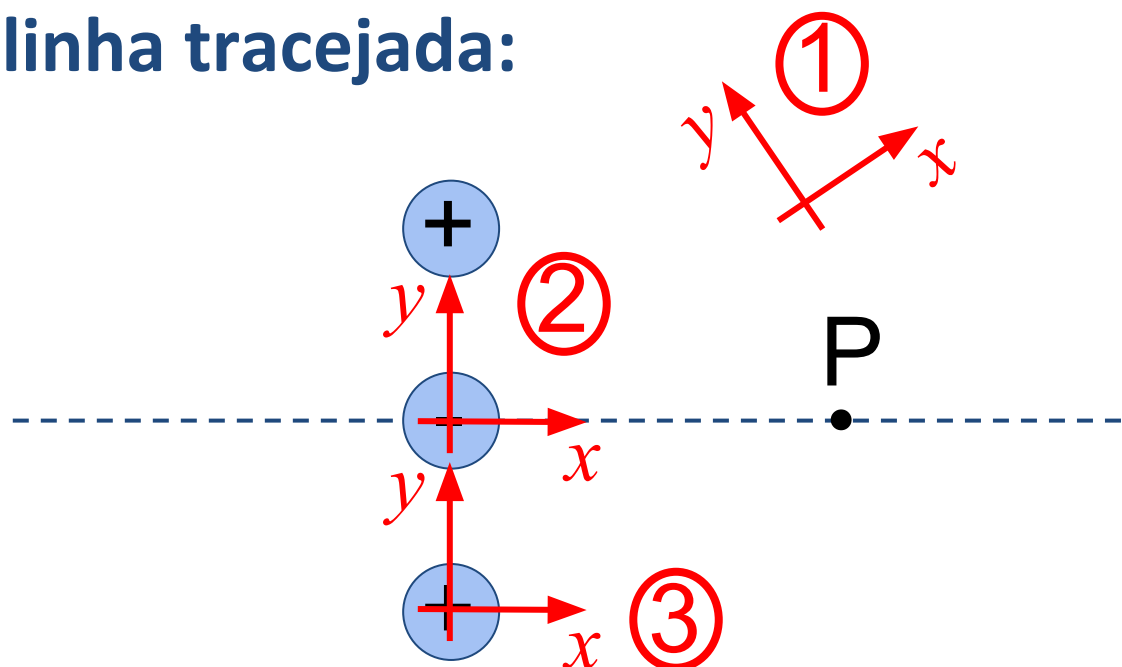
Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (às vezes é dado no problema);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.



O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada:



Qual dos três sistemas é o sistema correto?

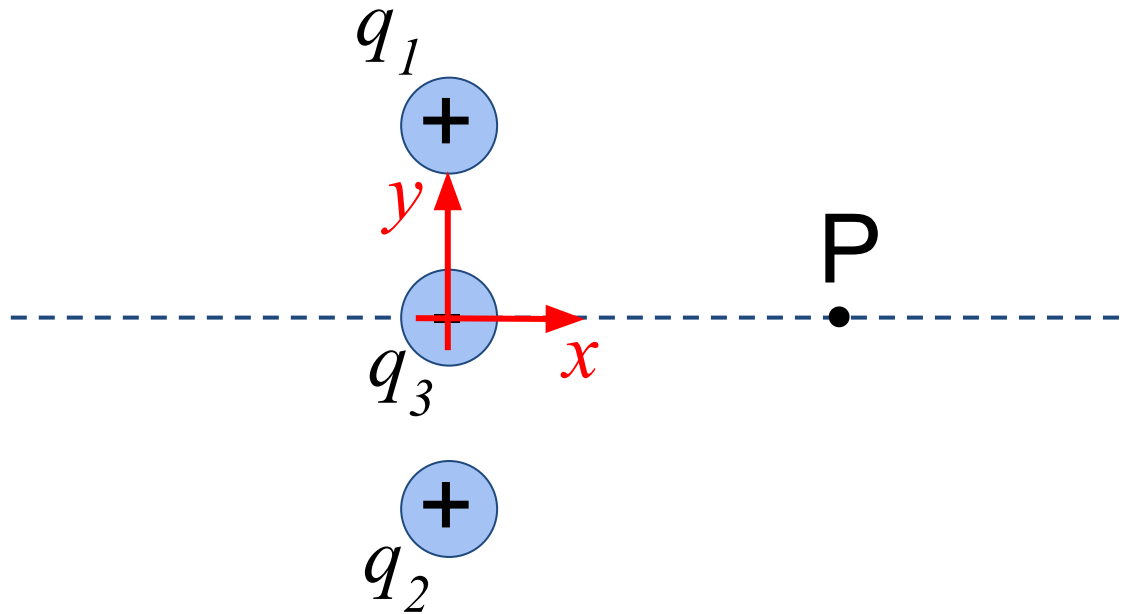
OS TRÊS SISTEMAS ESTÃO CORRETOS!! Contudo, escolhendo o sistema 2 podemos aproveitar as simetrias do problema...

Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (às vezes é dado no problema);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada. Considere $|q_+|=|q_-|$

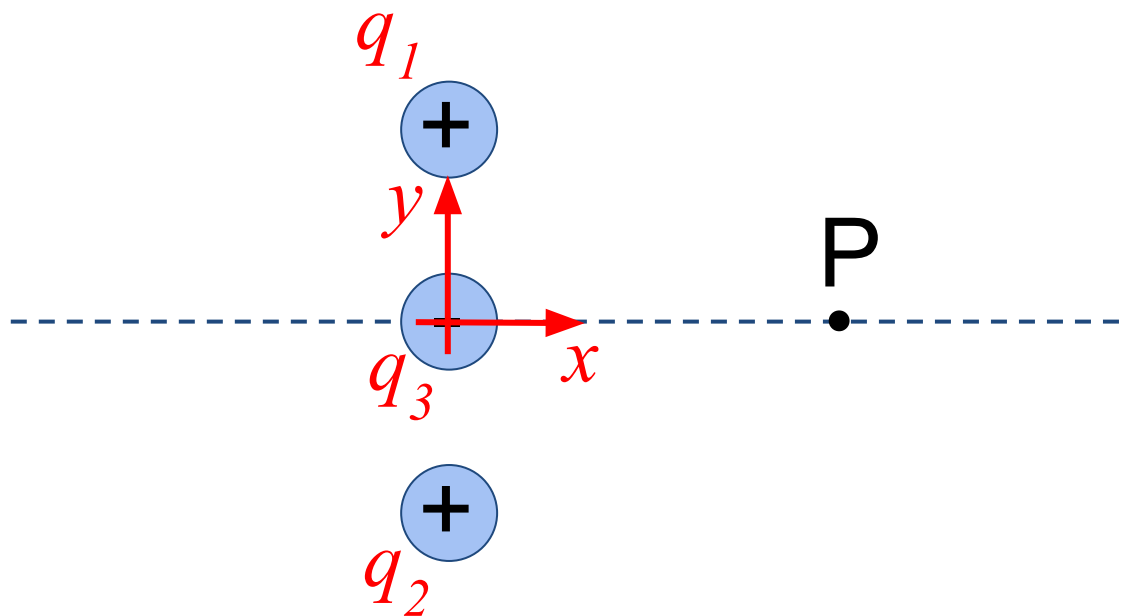


Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (às vezes é dado no problema);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos. }

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada. Considere $|q_+|=|q_-|$



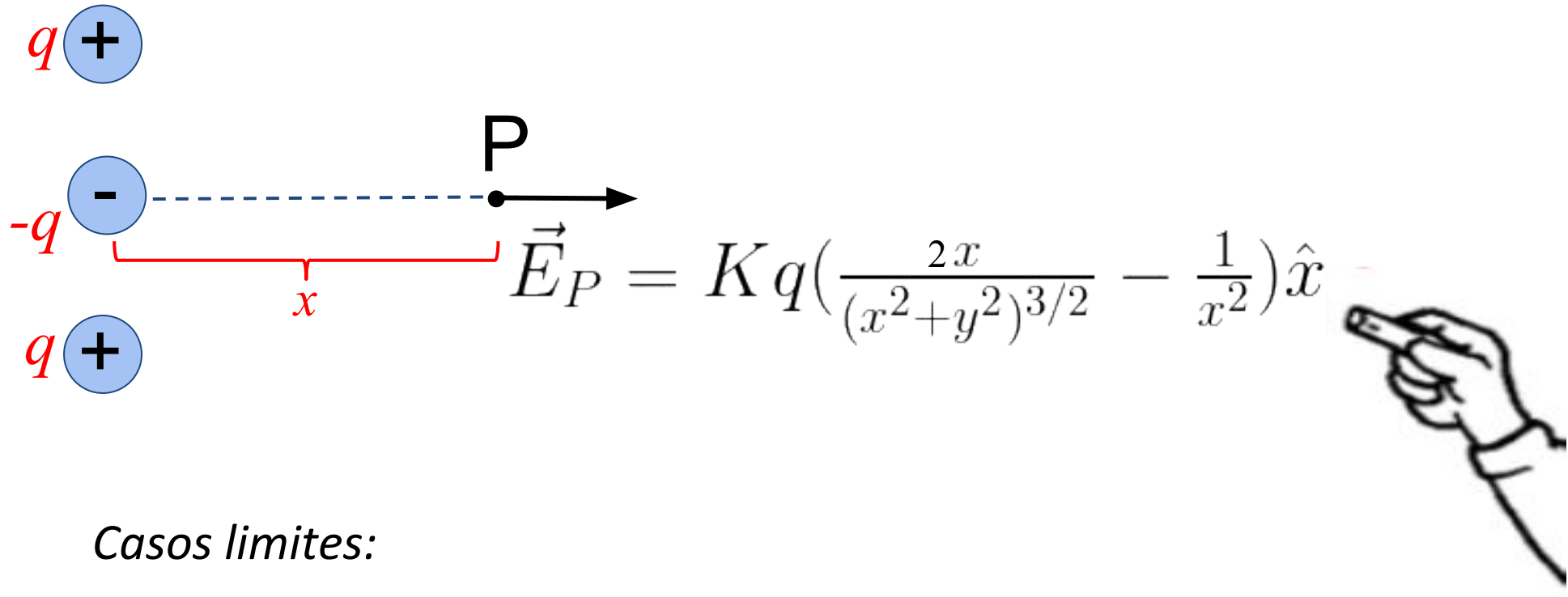
Estratégia:

1. Definir o ponto P no qual o campo será calculado (às vezes é dado no problema);
2. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.

continuando a discussão
no quadro...

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada. Considere $|q_+|=|q_-|$



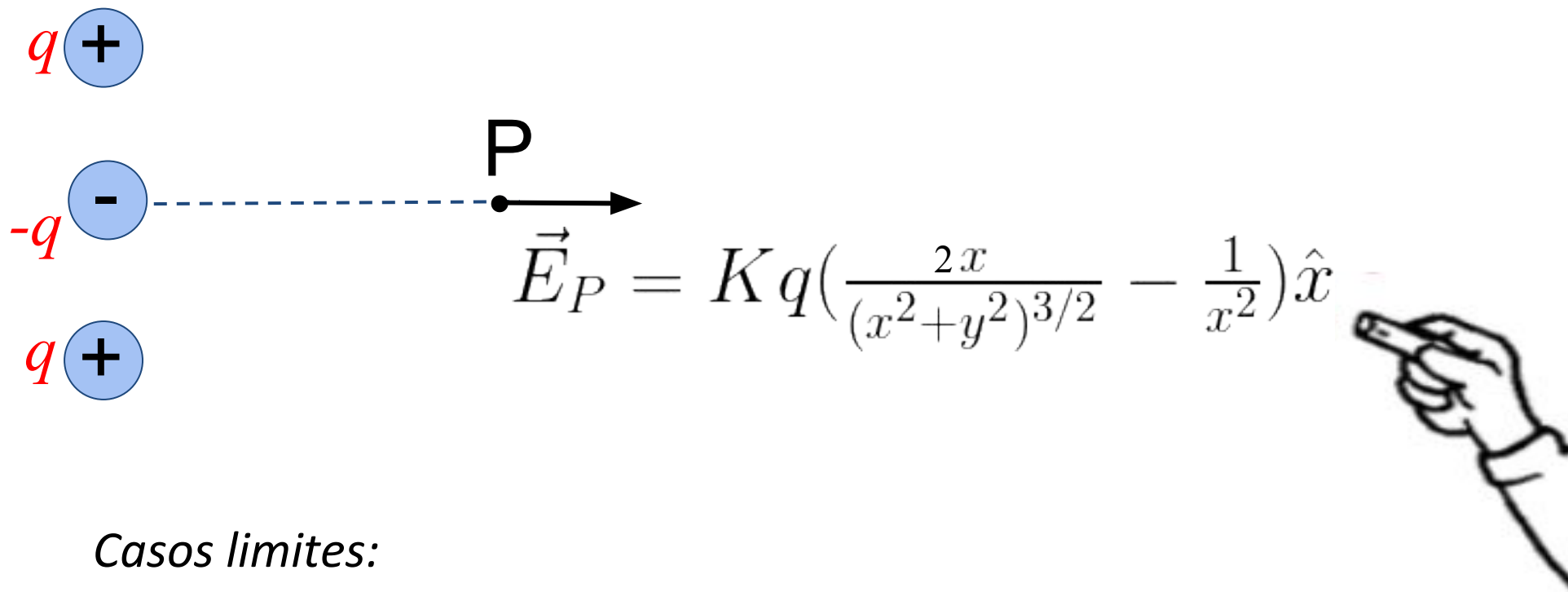
Casos limites:

$$\vec{E}_P(x \rightarrow 0) = ???$$

$$\vec{E}_P(x \gg y) = ???$$

O campo elétrico

Calculando o campo elétrico num dado ponto sobre a linha tracejada. Considere $|q_+|=|q_-|$

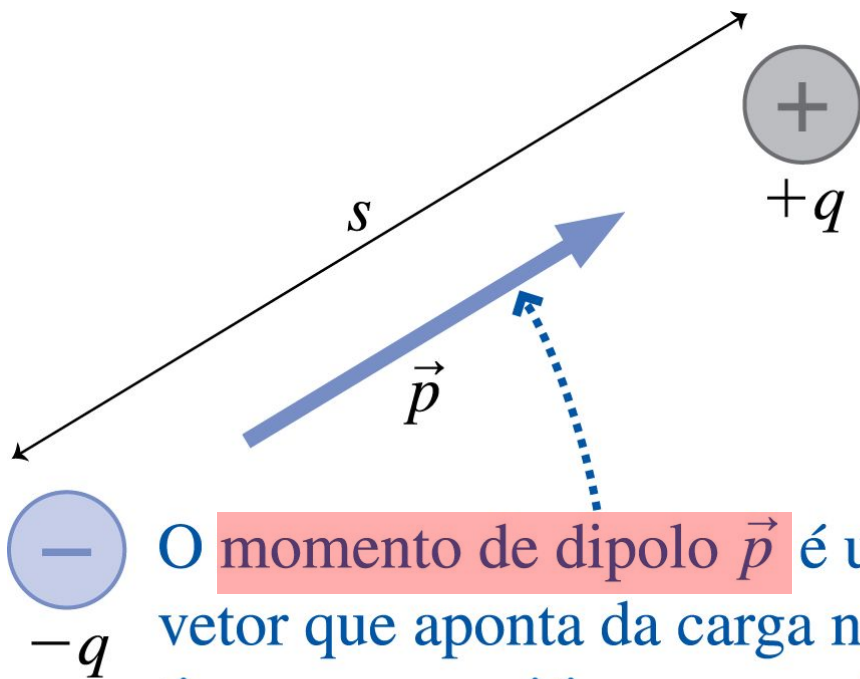


Casos limites:

$$\vec{E}_P(x \rightarrow 0) = -Kq \frac{\hat{x}}{x^2} \quad (\text{Toda a distribuição vem de } -q)$$

$$\vec{E}_P(x \gg y) = +Kq \frac{\hat{x}}{x^2} \quad (\text{Parece que todo o campo é proveniente de uma carga pontual líquida } q_{\text{líquida}} = 2q - q = q)$$

Dipolo elétrico



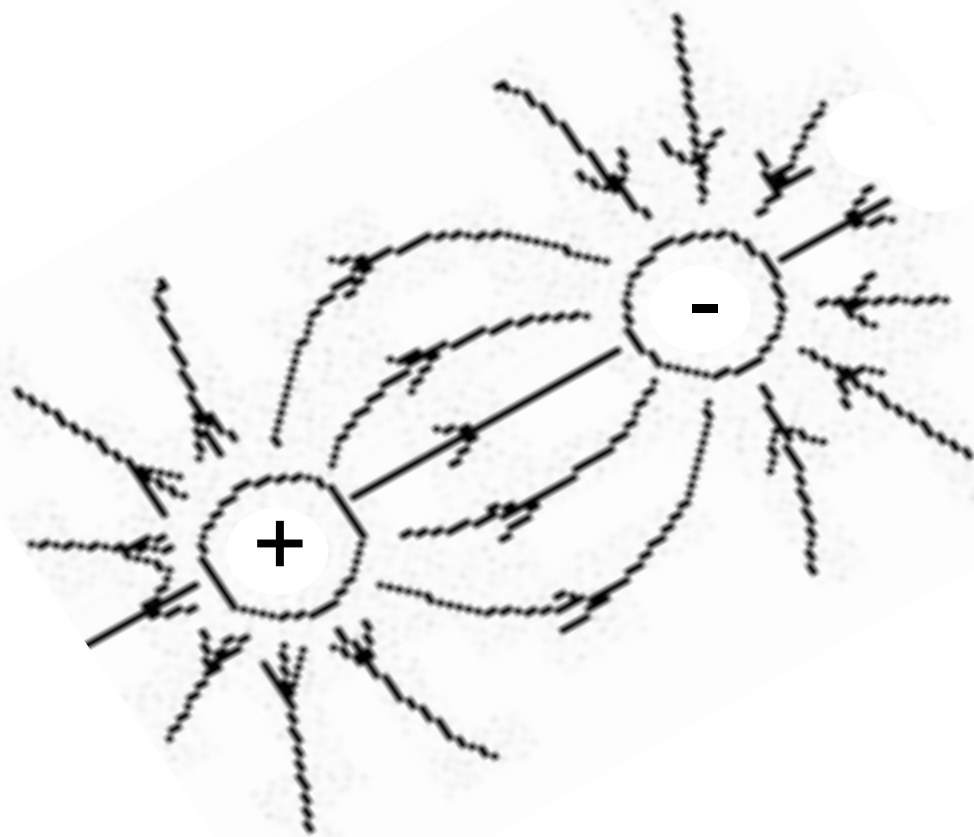
O momento de dipolo $\vec{p}$ é um vetor que aponta da carga negativa para a positiva, com módulo igual a qs .

... *Análise no quadro*



O campo elétrico

Dipolo elétrico

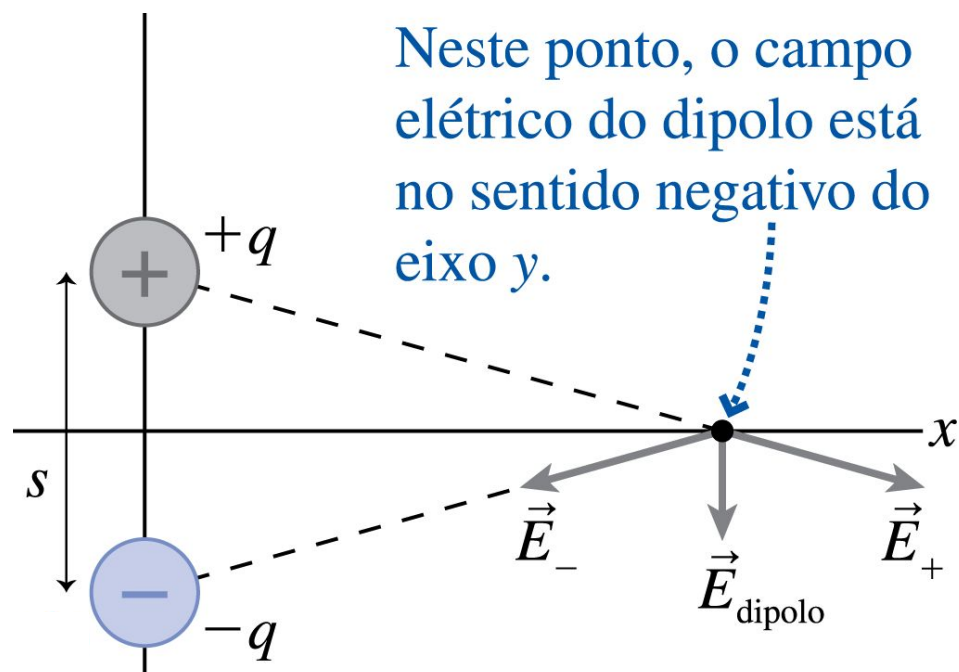


Linhas de força

- tangentes ao campo elétrico em cada ponto;
- o número de linhas que atravessam uma dada área é proporcional a intensidade do campo;
- nunca se cruzam;
- saem de cargas + e chegam em cargas -

Campo elétrico gerado por múltiplas cargas

Caso: Dipolo elétrico



$$\vec{E}_{dipolo} = -\frac{\vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

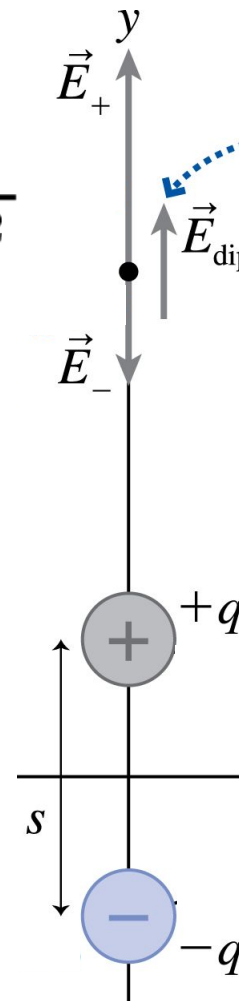
(no eixo transversal)

Campo elétrico gerado por múltiplas cargas

Caso: Dipolo elétrico

$$E_{dipolo} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2ys}{(y-s/2)^2 (y+s/2)^2}$$

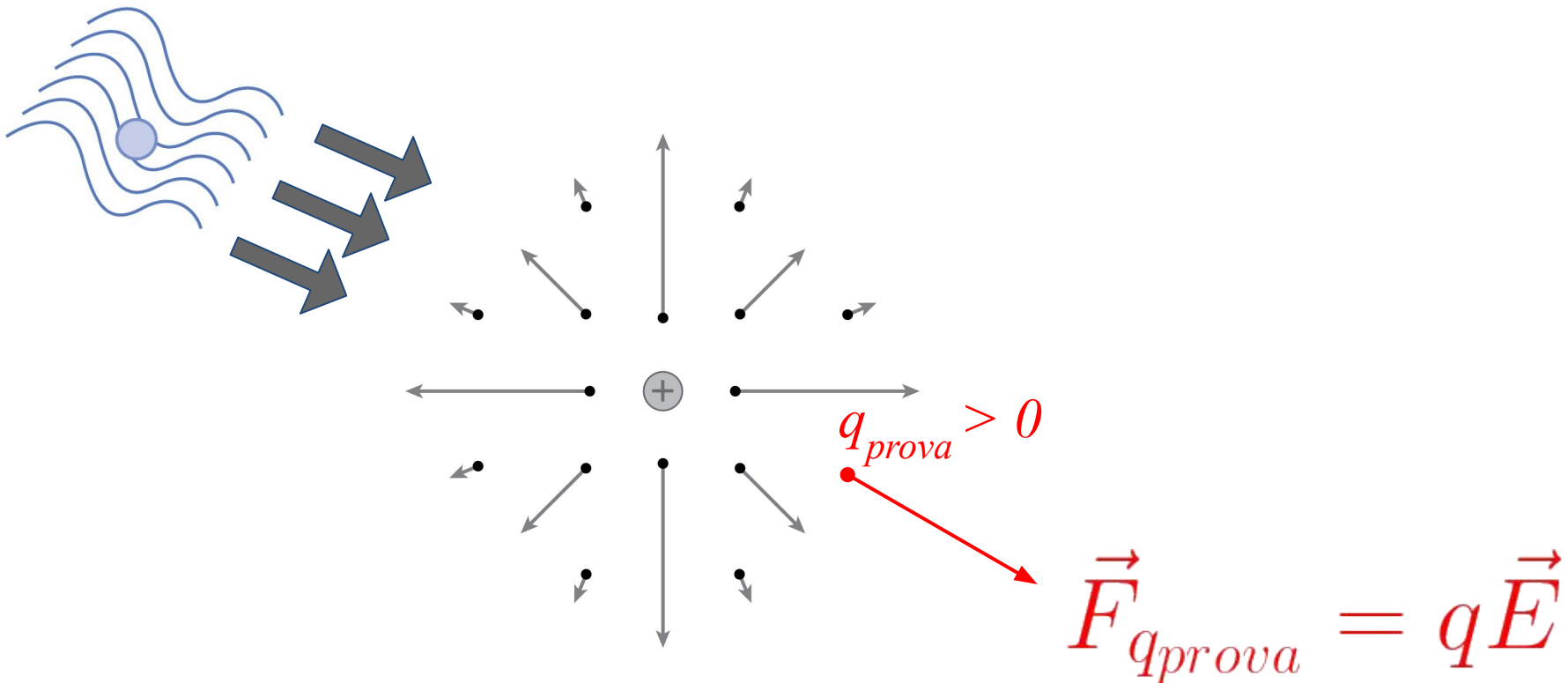
(no eixo de simetria)



Neste ponto, o campo elétrico do dipolo está no sentido positivo do eixo y.

Movimento de partículas carregadas em presença de campo elétrico

O campo elétrico é uma grandeza que descreve a interação elétrica de *ação a distância*



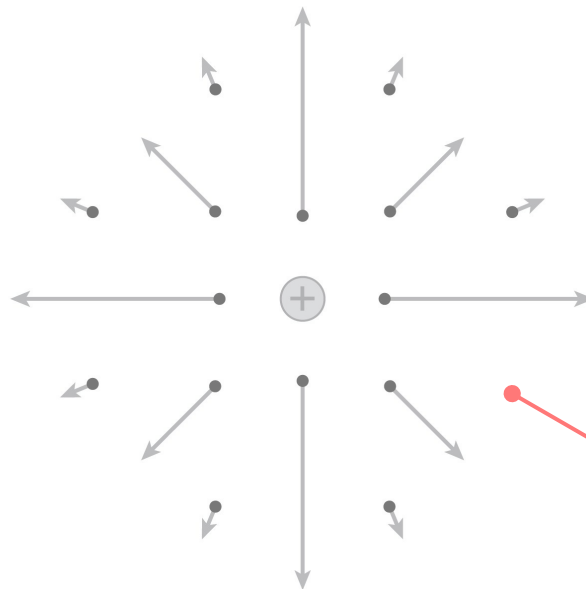


Movimento de partículas carregadas em presença de campo elétrico

Se a única força presente for a força elétrica,

$$\vec{F}_{q_{prova}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \boxed{\frac{q}{m}} \vec{E}$$

razão carga-massa



$$\vec{F}_{q_{prova}} = q\vec{E}$$

Movimento de partículas carregadas em presença de campo elétrico

Problema:

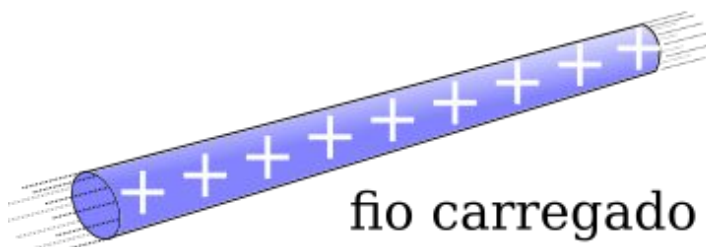
uma partícula (massa = 4,0 g, carga = 80 mC) se move em uma região do espaço onde o campo elétrico é uniforme e é dado por $E_x = -2,5 \text{ N/C}$, $E_y = E_z = 0$. Se a velocidade da partícula em $t = 0$ é dada por $v_x = 80 \text{ m/s}$, $v_y = v_z = 0$, qual é a velocidade da partícula em $t = 2,0 \text{ s}$?

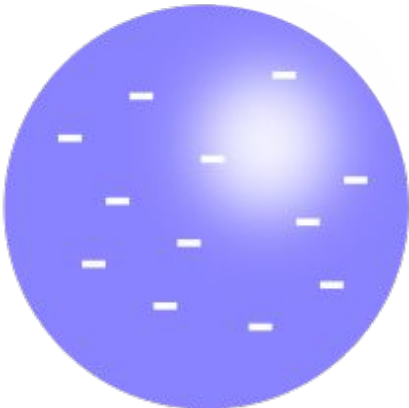
O Campo elétrico

Próxima aula...

carga puntiforme: 

plano carregado
infinitamente longo:


fio carregado
infinitamente longo:


esfera carregada
infinitamente longa: