

P1- Duas cargas pontuais de $-16\mu\text{C}$ e $+4\mu\text{C}$ estão fixas nos pontos de coordenadas $(0,0,0)$ e $(3\text{m},0,0)$ respectivamente.

- Determine as coordenadas do ponto em que o campo eléctrico é nulo.
- Qual a força que uma carga de $2\mu\text{C}$ sentiria se colocada no ponto determinado na alínea a)
- Calcule a força que uma carga de $2\mu\text{C}$ está sujeita se colocada no ponto $(1,0,0)$.

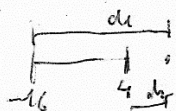
P2- Duas placas paralelas de cargas opostas têm um campo eléctrico uniforme no espaço entre elas e estão separadas por 2 cm de distância. Um electrão parte do repouso, na superfície da placa carregada negativamente e incide sobre a superfície da placa oposta, carregada positivamente, após 1.5×10^{-8} s.

- Mostre que a aceleração do electrão é aproximadamente $1.8 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$.
- Qual a velocidade desse electrão quando ele incide sobre a segunda placa?
- Qual o módulo do campo eléctrico E entre as placas?

P1

$$E_1 = k \frac{-16}{d_1^2} ; E_2 = k \frac{4}{d_2^2} \quad E=0 \Rightarrow \frac{16}{d_1^2} = \frac{4}{d_2^2} \Rightarrow d_1^2 = 4d_2^2 \Rightarrow d_1 = 2d_2$$

$$d = d_1 - d_2 \Rightarrow 3 = 2d_2 - d_2 \Rightarrow d_2 = 3\text{m} \text{ e } d_1 = 6\text{m}$$



b) 0 N pois $\Sigma F = 0$ aí

$$c) F = k \frac{16 \times 2 \times 10^{-12}}{4^2} - k \frac{4 \times 2 \times 10^{-12}}{2^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times 10^{-12} - 4 \times 10^9 \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\vec{F} = -0,306 \hat{x} \text{ N}$$

P2

$$a) \quad x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \times 0,02}{(1,5 \times 10^{-8})^2} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2,25 \times 10^{-16}} = 1,8 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

$$b) \quad v = v_0 + at \Rightarrow v = 1,8 \times 10^{14} \times 1,5 \times 10^{-8} = 2,7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$c) \quad a = \frac{qE}{m} \Rightarrow E = \frac{ma}{q} = \frac{9,1 \times 10^{-31} \times 1,8 \times 10^{14}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{9,1 \times 1,8}{1,6} \times 10^{-31+14+19} = 1023 \text{ V/m}$$

P1- Duas cargas, $q_1 = +6\mu\text{C}$ e $q_2 = +4\mu\text{C}$, assentes no eixo xx , estão separadas por uma distância $d = 10\text{ cm}$. Considere a carga q_1 colocada na origem do eixo xx . Uma terceira carga $q_3 = +2\mu\text{C}$ situa-se entre q_1 e q_2 , num ponto equidistante daquelas duas cargas.

- Determine a força que é exercida na carga q_3 .
- Retira-se agora a carga q_3 e deixa-se deslocar uma outra carga $q = -2\mu\text{C}$ ao longo do eixo xx . Em que ponto(s) do eixo é que esta carga deixa de ficar sujeita à ação de qualquer força elétrica originada apenas por q_1 e q_2 ?
- Qual o campo elétrico no ponto médio entre q_1 e q_2 ?

P2- Um eletrão com uma velocidade inicial $\vec{v}_0 = v_0 \hat{i}$, onde $v_0 = 8.6 \times 10^5\text{ m/s}$, entra numa região onde existe um campo elétrico uniforme $\vec{E} = E_0 \hat{i}$, onde $E_0 = 4.1 \times 10^3\text{ N/C}$. Determine:

- Mostre que a aceleração do electrão é $7.21 \times 10^{14}\text{ m/s}^2$.
- O tempo que o eletrão leva a parar.
- A distância que o eletrão percorre até parar.

B P1
a) $\vec{F}_1 = k \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{0,05^2} \hat{i}$; $\vec{F}_2 = k \frac{4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{0,05^2} (-\hat{i})$
 $\vec{F} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-12}}{0,05^2} \times 4 \frac{1}{1} = \frac{108}{0,05^2} \times 10^{-3} = 14,4 \hat{i}\text{ N}$

b) $k \frac{6 \times 10^{-6}}{d_1^2} = k \frac{4 \times 10^{-6}}{d_2^2} \Rightarrow d_1^2 = \frac{6}{4} d_2^2 \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} d_2$
 $d_1 + d_2 = 0,1 \Rightarrow \sqrt{\frac{3}{2}} d_2 + d_2 = 0,1 \Rightarrow d_2 = \frac{0,1}{1 + \sqrt{\frac{3}{2}}} = 0,045\text{ m}$
 $d_1 = 0,055\text{ m}$

c) $\vec{E} = \left(k \frac{6 \times 10^{-6}}{0,05^2} - k \frac{4 \times 10^{-6}}{0,05^2} \right) \hat{i} = 2 \times \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{0,05^2} \hat{i} = \frac{18}{0,05^2} \times 10^3 = 7,2 \times 10^{14}\text{ N/C}$

P2 a) $a = \frac{qE}{m} = \frac{-1,6 \times 10^{-19} \times 7,2 \times 10^{14}}{9,1 \times 10^{-31}} = -0,72 \times 10^{15} = -7,2 \times 10^{14}\text{ m/s}^2$

b) $0 = 8,6 \times 10^5 - 7,2 \times 10^{14} \times t \Rightarrow t = 1,19 \times 10^{-9}\text{ s}$

c) $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 8,6 \times 10^5 \times 1,19 \times 10^{-9} - 7,2 \times 10^{14} \times \frac{(1,19 \times 10^{-9})^2}{2}$
 $x = 10,2 \times 10^{-5} - 5,1 \times 10^{-4} = 6,12 \times 10^{-4}\text{ m}$

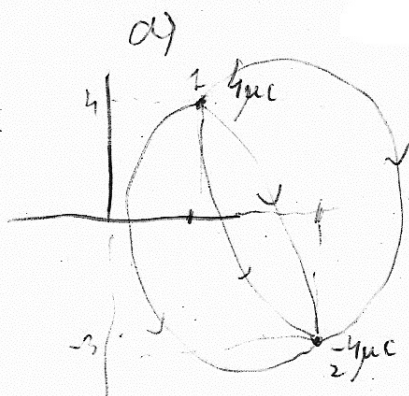
P1- Duas cargas pontuais $q_1 = 4 \mu\text{C}$ e $q_2 = -4 \mu\text{C}$ estão localizadas nos pontos $P_1 = (2\text{m}, 4\text{m})$ e $P_2 = (3\text{m}, -3\text{m})$, respectivamente.

- Desenhe as linhas de campo eléctrico deste sistema de cargas
- Calcule o campo eléctrico no ponto $P_3 = (-1\text{m}, 0)$.
- Calcule a força que atua num electrão colocado no ponto P_3

P2- Uma partícula $q_1 = 2 \mu\text{C}$ é colocada na origem. Uma outra carga $q_2 = -1 \mu\text{C}$, é colocada a 2 m no sentido positivo do eixo dos xx.

- Calcule a força exercida na carga q_1 devido à presença de q_2 ;
- Diga, justificando, em que região se pode encontrar um ponto onde o campo criado pelas duas cargas seja nulo;
- Calcule o campo total criado pelas duas cargas, no ponto P de coordenadas $x = 0$; $y = 2\text{m}$.

P1



$$b) \vec{E}_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} \frac{\vec{r}_1}{r_1} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{5^3} (-3\hat{i} - 4\hat{j})$$

$$\vec{E}_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{-4 \times 10^{-6}}{5^3} (-4\hat{i} - 3\hat{j})$$

$$\vec{r}_1 = (-1 - 2)\hat{i} + (0 - 4)\hat{j} = -3\hat{i} - 4\hat{j}$$

$$r_1 = \sqrt{9 + 16} = 5$$

$$\vec{r}_2 = (-1 - 3)\hat{i} + (0 + 3)\hat{j} = -4\hat{i} + 3\hat{j}$$

$$r_2 = 5$$

$$\vec{E}_1 = \frac{36}{125} \times 10^3 (-3\hat{i} - 4\hat{j}) = (-0,864\hat{i} - 1,152\hat{j}) \times 10^3 = -864\hat{i} - 1152\hat{j} \text{ V/m}$$

$$\vec{E}_2 = -(-1152\hat{i} + 864\hat{j}) = 1152\hat{i} - 864\hat{j}$$

$$\vec{E} = (1152 - 864)\hat{i} + (-864 - 1152)\hat{j} = 288\hat{i} - 2016\hat{j}$$

$$c) \vec{F} = q\vec{E} = -1,6 \times 10^{-19} \times (288\hat{i} - 2016\hat{j}) = -460,8 \times 10^{-19}\hat{i} + 3225,6 \times 10^{-19}\hat{j}$$

P2 - a)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} (-1 \times 10^{-6})}{2^2} = -\frac{18 \times 10^{-3}}{4} = -4,5 \times 10^{-3}$$

$$\vec{F} = -4,5 \times 10^{-3} (-\hat{i}) = 4,5 \times 10^{-3} \hat{i}$$

b) de lado direito da carga $-1 \mu\text{C}$

$$c) \vec{E}_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{2^2} \hat{i} ; \vec{E}_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{-1 \times 10^{-6}}{(\sqrt{2^2 + 2^2})^2} \frac{-2\hat{i} - 2\hat{j}}{\sqrt{2^2 + 2^2}} = \frac{18 \times 10^3}{8\sqrt{8}} (\hat{i} + \hat{j})$$

$$= \frac{18000}{4} \hat{j} = 4500\hat{j}$$

$$= \frac{9000}{4 \times 2\sqrt{2}} (\hat{i} + \hat{j}) = 795(\hat{i} + \hat{j})$$

$$\vec{E} = 795\hat{i} + 5295\hat{j}$$