Física Elétrica, Campos Elétricos - Prof. Simões

1. Calcular o módulo do campo elétrico produzido por uma partícula cuja carga é $q = 1nC$, a uma distância de 2 m. Resposta: $E = 2{,}25\ N/C$.

2. Uma partícula produz um campo elétrico de módulo $E = 13{,}8\ N/C$ a uma distância de 1,3 m. Qual o valor de sua carga? $q = 2{,}6\times10^{-9}\ C$.

3. A que distância uma partícula com carga $q = 4\ nC$ produzirá um campo elétrico E de módulo $3{,}9\ N/C$. Resposta: $r = 3{,}04\ m$.

4. Duas partículas são mantidas fixas no eixo x. A partícula 1, de carga $q1 = -2{,}00 \cdot 10^{-7} C$ no ponto $x = 6{,}00\ cm$, e a partícula 2, de carga $q2 = 2{,}00 \cdot 10^{-7}$, no ponto $x = 21\ cm$. Qual é o valor do vetor campo elétrico total no ponto central entre as partículas, expressos na forma de vetores unitários? Resposta: $E = -6{,}4\times10^5 \vec{i}\ N/C$

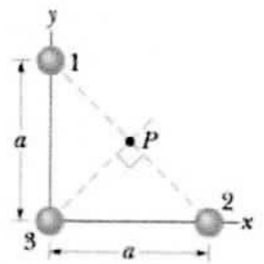
5. Duas cargas de valor $q1 = 3{,}00 \cdot 10^{-7}\ C$ e $q2 = -2{,}00 \cdot 10^{-7}\ C$ estão distribuídas no eixo y, $q1$ na origem e $q2$ em $y = 10\ cm$. Qual o valor vetorial do campo elétrico produzido no ponto $P(5,5)$? Resposta: $Ep = 6{,}48\times10^5 \frac{N}{C}, \Theta = 78{,}7°$.

6. Duas partículas de carga $q = 5{,}00 \cdot 10^{-6}\ C$, estão, respectivamente, nos pontos P1(-3,0) e P2(3,0). Calcular o valor do campo elétrico nos pontos p1(-3,3), p2(0,3) e p3(3,3). Considerar as distâncias em cm. Resposta: $\overrightarrow{Ep1} = 5{,}51\times10^7 \frac{N}{C}, \Theta = 99{,}33°$; $\overrightarrow{Ep2} = 3{,}53\times10^7 \frac{N}{C}, \Theta = 90°$; $\overrightarrow{Ep3} = 5{,}51\times 10^7 \frac{N}{C}, \Theta = 80{,}67°$.

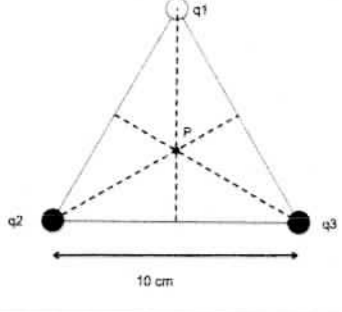
7. Na figura ao lado, as quatro partículas formam um quadrado de lado $a = 5\ cm$, e têm cargas $q1 = 10{,}0\ nC, q2 = -20\ nC, q3 = 20{,}0\ nC\ e\ q4 = -10{,}0\ nC$. Qual é o valor do campo elétrico no centro do quadrado? Resposta: $Ep = 1{,}02\times10^5 \frac{N}{C}, \Theta = -90°$.

8. Duas partículas são mantidas fixas sobre o eixo x: a partícula 1 de carga $q1 = 2{,}1 \cdot 10^{-8} C$, no ponto $x = 20\ cm$, e a partícula 2, de carga $q2 = -8{,}4\times10^{-8} C$, no ponto $x = 70\ cm$. Em que ponto do eixo x o campo elétrico total é nulo? Resposta: $x = -30\ cm$

9. Na distribuição ao lado, $q1 = q2 = 10\ nC$ e $q3 = 20nC$. A distância $a = 5\ cm$. Determine o vetor campo elétrico no ponto P. Resposta: $Ep = 1{,}44\times10^5 \frac{N}{C}, \Theta = 45°$.



10. Determine o vetor campo elétrico no centro do triângulo equilátero (ponto P) de lado 10 cm abaixo, sendo $q1 = -q2 = -q3 = 10\ nC$. Resposta: $Ep = 5{,}4\times10^4 \frac{N}{C}, \Theta = 270°$.



Campos elétricos

① $q = 1\,nC$, $r = 2m$

$$|\vec{E}| = k \cdot \frac{q}{r^2} \Rightarrow |\vec{E}| = 8{,}99 \times 10^{9} \times \frac{1 \times 10^{-9}}{2^2}$$

$$|\vec{E}| = 2{,}25 \;\; N/C$$

② $E = 13{,}8 \; N/C$ $r = 1{,}3\,m$

$$E = k \cdot \frac{q}{r^2} \Rightarrow 13{,}8 = 8{,}99 \times 10^{9} \cdot \frac{q}{1{,}3^2}$$

$$q = \frac{13{,}8 \times 1{,}3^2}{8{,}99 \times 10^{9}} \Rightarrow q = 2{,}6 \times 10^{-9}\; C$$

③ $r = ?$ $q = 4\,nC$ $E = 3{,}9 \; N/C$

$$E = k \cdot \frac{q}{r^2} \Rightarrow 3{,}9 = 8{,}99 \times 10^{9} \cdot \frac{4 \times 10^{-9}}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 4 \times 10^{-9}}{3{,}9} \Rightarrow r = 3{,}04 \;\; m$$

(4)

6 cm — 21 cm

$q_1 = -2 \times 10^{-7}$ C — $q = 2 \times 10^{-7}$ C

Coordenada central $\frac{21+6}{2} = 13,5$ cm

distância $r_1 = 13,5 - 6 = 7,5$ cm

distância $r_2 = 21 - 13,5 = 7,5$ cm

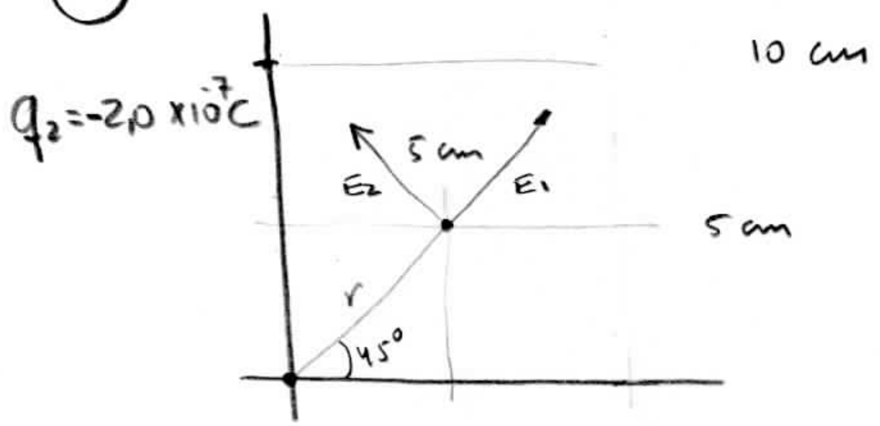
$\vec{E}_1 = -\frac{8,99 \times 10^{9} \times 2 \times 10^{-7}}{0,075^2} \rightarrow \vec{E}_1 = -3,196 \times 10^{5} \frac{N}{C} \hat{i}$

$\vec{E}_2 = -\frac{8,99 \times 10^{9} \times 2 \times 10^{-7}}{0,0752} \rightarrow \vec{E}_2 = -3,196 \times 10^{5} \frac{N}{C} \hat{i}$

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -3,196 \times 10^{5} - 3,196 \times 10^{5} \cong 6,4 \times 10^{5} \frac{N}{C}$

$\vec{E}_x = -6,4 \times 10^{+5}$ N/C ou $\vec{E} = -6,4 \times 10^{+5} \hat{i}$ N/C

(5)



$q_1 = 3{,}0 \times 10^{-7}$ C $\qquad r = 5\sqrt{2}$ cm

$$E_1 = k \cdot \frac{q_1}{r^2} \Rightarrow E_1 = \frac{8{,}99 \times 10^9 \times 3{,}0 \times 10^{-7}}{(0{,}05 \times \sqrt{2})^2}$$

$E_1 = 5{,}39 \times 10^5$ N/C

$$\begin{cases} E_{1x} = 5{,}39 \times 10^5 \times \cos 45° \Rightarrow \vec{E}_{1x} = 3{,}81 \times 10^5 \text{ N/C} \\ E_{1y} = 5{,}39 \times 10^5 \times \text{sen } 45° \Rightarrow \vec{E}_{1y} = 3{,}81 \times 10^5 \text{ N/C} \end{cases}$$

$$E_2 = \frac{8{,}99 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-7}}{(0{,}05\sqrt{2})^2} \Rightarrow E_2 = 3{,}60 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$\begin{cases} E_{2x} = 3{,}60 \times 10^5 \times \cos 45° \Rightarrow \vec{E}_{2x} = -2{,}54 \times 10^5 \text{ N/C} \\ E_{2y} = 3{,}60 \times 10^5 \times \text{sen } 45° \Rightarrow \vec{E}_{2y} = 2{,}54 \times 10^5 \text{ N/C} \end{cases}$$

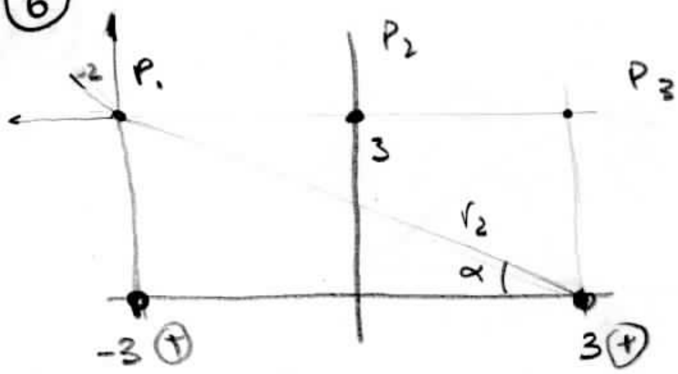
$E_{px} = 3{,}81 \times 10^5 - 2{,}54 \times 10^5 \Rightarrow E_{px} = 1{,}27 \times 10^5$ N/C

$E_{py} = 3{,}81 \times 10^5 + 2{,}54 \times 10^5 \Rightarrow E_{py} = 6{,}35 \times 10^5$ N/C

$E_p = \sqrt{(1{,}27 \times 10^5)^2 + (6{,}35 \times 10^5)^2} \Rightarrow E_p = 6{,}48 \times 10^5$ N/C

$\theta = \arctan \frac{6{,}35}{1{,}27} \Rightarrow \theta = 78{,}7°$

⑥



$q_1 = 5 \times 10^{-6} C$ $q_2 = 5 \times 10^{-6} C$

<u>Em P1</u>

$\vec{E}_1 = k \cdot \frac{5 \times 10^{-6}}{0{,}03^2} \vec{j} \Rightarrow \vec{E}_1 = 4{,}99 \times 10^{7} \vec{j} \; \frac{N}{C}$

$\vec{E}_1 = 0 \vec{i} + 4{,}99 \times 10^{7} \vec{j}$ (ñ há componente x)

- distância r_2

$r_2 = \sqrt{3^2 + 6^2} \rightarrow r_2 \doteq 6{,}7 \text{ cm}$

$E_2 = k \cdot \frac{5 \times 10^{-6}}{0{,}067^2} \rightarrow E_2 = 1{,}00 \times 10^{7} \; \frac{N}{C}$

$\alpha = \text{arc tan } \frac{3}{6} \Rightarrow \alpha = 26{,}57°$

$E_{2x} = 1{,}00 \times 10^{7} \times \cos 26{,}57° \Rightarrow E_{2x} = 0{,}894 \times 10^{7} \vec{i} \; N/C$

$E_{2y} = 1{,}00 \times 10^{7} \times \text{sen } 26{,}57° \Rightarrow E_{2y} = 0{,}447 \times 10^{7} \vec{j} \; N/C$

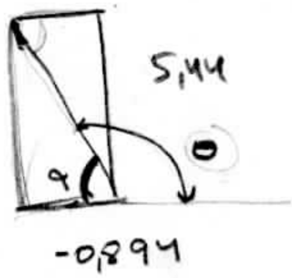
Campos em P1 $\begin{cases} x \Rightarrow E_{P1x} = -0{,}894 \times 10^{7} \; N/C \\ y \Rightarrow E_{P1y} = 4{,}99 \times 10^{7} + 0{,}447 \times 10^{7} \end{cases}$

$E_{P1y} = 5{,}44 \times 10^{7} \; N/C$

⑥ cont

$$E_{P_1} = \sqrt{(0{,}894 \times 10^7)^2 + (5{,}44 \times 10^7)^2}$$

$$E_{P_1} = 5{,}51 \times 10^7 \ N/C$$



$$\alpha = \arctan \frac{5{,}44}{0{,}894}$$

$$\alpha = 80{,}67^\circ$$

$$\theta : 180^\circ - 80{,}67^\circ \Rightarrow \underline{\theta = 99{,}33^\circ}$$

<u>Em P_2</u>

Por simetria $E_1 = E_2$

$$E_1 = k \cdot \frac{5 \times 10^{-6}}{(0{,}03\sqrt{2})^2} \Rightarrow E_1 = 2{,}497 \times 10^7 \ \frac{N}{C}$$

$$\therefore \ E_2 = 2{,}497 \times 10^7 \ N/C$$

$$E_{1x} = -E_{2x} \ \therefore \ E_{P_2x} = 0$$

$$E_{2y} = E_{1y} = 2{,}497 \times 10^7 \cdot \text{sen } 45^\circ$$

$$E_{2y} = E_{1y} = 1{,}766 \times 10^7$$

$$E_{P_2y} = E_{1y} + E_{2y} = 2 \times 1{,}766 \times 10^7 \Rightarrow E_{P_2y} = 3{,}53 \times 10^7 \ N/C$$

$E \ P_3$, simétrico a P_1

$$\vec{E}_{P_3} = 5{,}51 \times 10^7 \ N; \quad \theta = 80{,}67^\circ$$

(6) final

no Ponto P1

$$\vec{E}_{P1} = 5,51 \times 10^{7} \ N/C \ ; \quad \theta = 99,33^{\circ}$$

ou

$$\vec{E}_{P1} = -0,894 \times 10^{7} \ \vec{i} + 5,44 \times 10^{7} \ \vec{j} \quad N/C$$

No Ponto 2

$$\vec{E}_{P2} = 3,53 \times 10^{7} \ N/C \ ; \quad \theta = 90^{\circ}$$

ou

$$\vec{E}_{P2} = 0 \ \vec{i} + 3,53 \times 10^{7} \ \vec{j} \ N/C$$

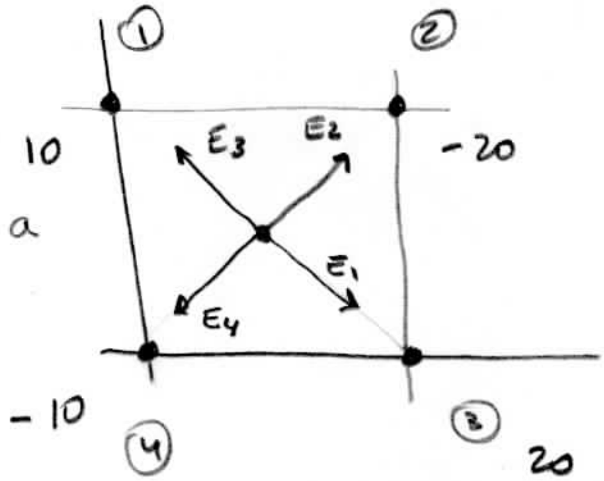
No ponto 3

$$\vec{E}_{P3} = 5,51 \times 10^{7} \ N/C \ ; \quad \theta = 80,67^{\circ}$$

ou

$$\vec{E}_{P3} = 0,894 \times 10^{7} \ \vec{i} + 5,44 \times 10^{7} \ \vec{j} \quad N/C$$

(7)



$a = 5$ cm

$r = \frac{0{,}05 \times \sqrt{2}}{2}$ m

$r = 3{,}54 \times 10^{-2}$ m

q em nC $(10^{-9}C)$

$$E_1 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 10 \times 10^{-9}}{(3{,}54 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_1 = 7{,}19 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{1x} = 7{,}19 \times 10^{4} \times \cos 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{1x} = 5{,}09 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{1y} = 7{,}19 \times 10^{4} \times \operatorname{sen} 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{1y} = -5{,}09 \times 10^{4}$$

$$E_2 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 20 \times 10^{-9}}{(3{,}54 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_2 = 14{,}3 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{2x} = 1{,}43 \times 10^{5} \times \cos 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{2x} = 10{,}1 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{2y} = 1{,}43 \times 10^{5} \times \operatorname{sen} 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{2y} = 10{,}1 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_3 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 20 \times 10^{-9}}{(3{,}54 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_3 = 14{,}3 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{3x} = 1{,}43 \times 10^{5} \times \cos 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{3x} = -10{,}1 \times 10^{5} \; N/C$$

$$E_{3y} = 1{,}43 \times 10^{5} \times \operatorname{sen} 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{3y} = 10{,}1 \times 10^{5} \; N/C$$

$$E_4 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 10 \times 10^{-9}}{(3{,}54 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_4 = 7{,}19 \times 10^{+4} \; N/C$$

$$E_{4x} = 7{,}19 \times 10^{-4} \times \cos 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{4x} = -5{,}09 \times 10^{4} \; N/C$$

$$E_{4y} = 7{,}19 \times 10^{-4} \times \operatorname{sen} 45^\circ \Rightarrow \vec{E}_{4y} = -5{,}09 \times 10^{4} \; N/C$$

(7) cont.

Somatória das componentes x:

$$\vec{E}_x = (5{,}09 + 10{,}1 - 10{,}1 - 5{,}09) \times 10^4 = 0$$

Somatória das componentes y:

$$\vec{E}_y = (-5{,}09 + 10{,}1 + 10{,}1 - 5{,}09) \times 10^{+4}$$

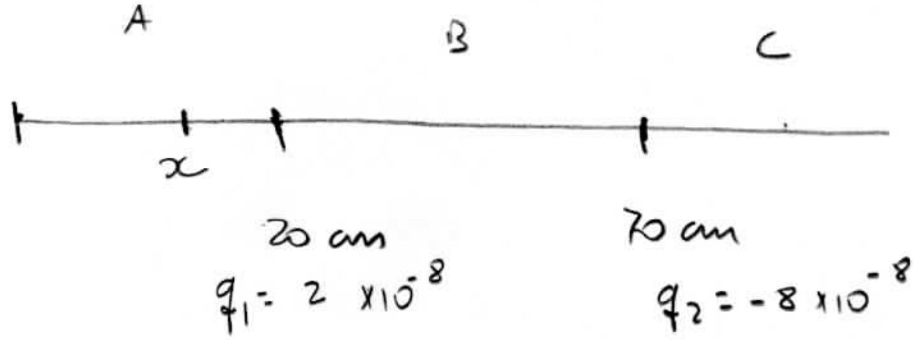
$$\vec{E}_y = (-10{,}18 + 20{,}2) \times 10^{+4}$$

$$\vec{E}_y = +10{,}2 \times 10^4 \text{ N/C} \Rightarrow \vec{E}_y = 1{,}02 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$\therefore \quad \vec{E} = 1{,}02 \times 10^5 \, \vec{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E} = 1{,}02 \times 10^5 \text{ N/C}; \quad \theta = 90^\circ$$

(8)



- No intervalo B $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ $\therefore$ ñ poderá ser nulo

- No intervalo C $E_2 > E_1$ $\therefore$ ñ poderá ser nulo

- No intervalo A

$$E_1 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 2 \times 10^{-8}}{(0{,}2 - x)^2} \quad ; \quad E_2 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 8 \times 10^{-8}}{(0{,}7 - x)^2}$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{\cancel{8{,}99} \times \cancel{10^{9}} \times \cancel{2} \times \cancel{10^{-8}}}{(0{,}2 - x)^2} = \frac{\cancel{8{,}99} \times \cancel{10^{9}} \times \overset{4}{\cancel{8}} \times \cancel{10^{-8}}}{(0{,}7 - x)^2}$$

$$\frac{1}{(0{,}2 - x)^2} = \frac{4}{(0{,}7 - x)^2} \Rightarrow \frac{1}{0{,}04 + x^2 - 0{,}4x} = \frac{4}{0{,}49 + x^2 - 1{,}4x}$$

$$0{,}49 + x^2 - 1{,}4x = 0{,}16 + 4x^2 - 1{,}6x$$

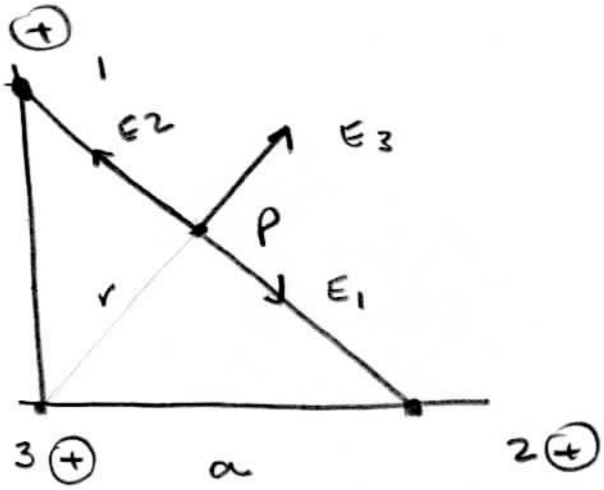
$$4x^2 - x^2 - 1{,}6x + 1{,}4x + 0{,}16 - 0{,}49 = 0$$

$$3x^2 - 0{,}2x - 0{,}33 = 0 \Rightarrow \text{usando Bhaskara}$$

$x_1 = -0{,}3$ m e $x_2 = 0{,}36$ (descartada, pois fica no intervalo B)

(30 cm antes da Origem)

(9)



$q_1 = 10\ nC$

$q_2 = 10\ nC$

$q_3 = 20\ nC$

$a = 5\ cm$

$$r = \frac{0{,}05 \times \sqrt{2}}{2} \Rightarrow r = 3{,}54 \times 10^{-2}$$

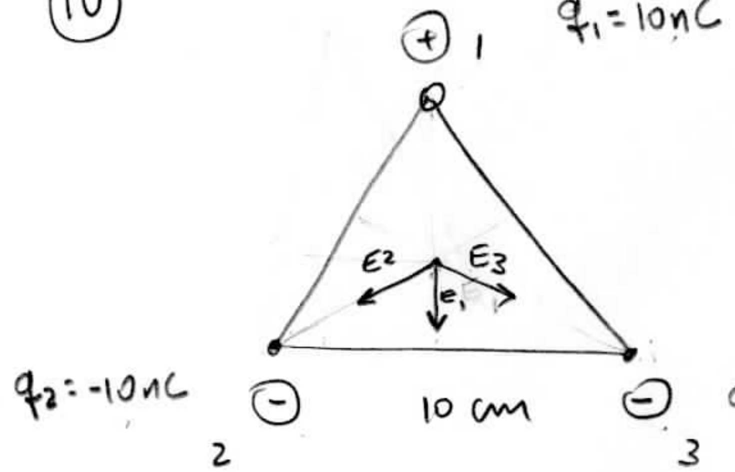
Como $q_1 = q_2$, seus vetores se anulam em P

$$E_3 = \frac{8{,}99 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-9}}{(3{,}54 \times 10^{-2})^2}$$

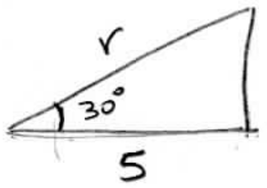
$$E_3 = 1{,}44 \times 10^5 \ N/C$$

$$\vec{E}_3 = 1{,}44 \times 10^5 \ N/C \ ; \ \theta = 45^\circ$$

(10)



$r \Rightarrow$



$\cos 30° = \frac{5}{r}$

$r = \frac{5}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow r = 5{,}77\ cm$

$r = 0{,}0577\ m$

$r = 5{,}77 \times 10^{-2}\ m$

$$E_1 = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times 10 \times 10^{-9}}{(5{,}77 \times 10^{-2})^2}$$

$E_1 = 2{,}7 \times 10^{4}\ N/C$

$E_1 = E_2 = E_3 = 2{,}7 \times 10^{4}\ N/C$

$\left(E_{1x} = 0 \quad ; \quad \vec{E}_{1y} = -2{,}7 \times 10^{4} \right.$

$\left(\begin{array}{l} E_{2x} = 2{,}7 \times 10^{4} \times \cos 30° \Rightarrow \vec{E}_{2x} = -2{,}34 \times 10^{4}\ N/C \\ E_{2y} = 2{,}7 \times 10^{4} \times \operatorname{sen} 30° \Rightarrow \vec{E}_{2y} = -1{,}35 \times 10^{4}\ N/C \end{array} \right.$

$\left(\begin{array}{l} E_{3x} = -E_{2x} \Rightarrow \vec{E}_{3x} = 2{,}34 \times 10^{4}\ N/C \\ E_{3y} = E_{2y} \Rightarrow E_{3y} = -1{,}35 \times 10^{4}\ N/C \end{array} \right.$

$E_x = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} \Rightarrow E_x = (0 - 2{,}34 + 2{,}34) \times 10^{4} = 0$

$E_y = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} \Rightarrow E_y = (-2{,}7 - 1{,}35 - 1{,}35) \times 10^{4}$

$E_y = -5{,}4 \times 10^{4}\ N/C \quad \therefore \quad \vec{E} = -5{,}4 \times 10^{4}\ \vec{j}\ N/C$

$\vec{E} = 5{,}4 \times 10^{4}\ N/C \ ; \ \theta = -90°$

$\vec{E} = 5{,}4 \times 10^{4}\ N/C \ ; \ \theta = 270°$