FÍSICA - 2º BACHILLERATO
CAMPO ELÉCTRICO
HOJA 6

1. Tres cargas positivas e iguales, de valor Q = 5 μC cada una, se encuentran situadas en tres de los vértices de un cuadrado de 10 cm de lado. Determina:

   a) El campo eléctrico en el centro del cuadrado, efectuando un esquema gráfico en su explicación.
   b) El potencial eléctrico en dicho punto.
   c) La energía potencial de una carga de -3 μC y una masa de 2 g que se sitúa en reposo en el centro del cuadrado.
   d) La aceleración que experimenta dicha carga.

   Sol. a) $9\cdot10^6$ N/C dirigido hacia el vértice libre de carga   b) $1{,}9\cdot10^6$ V
   c) -5,7 J   d) $1{,}4\cdot10^4$ m/s^2 opuesta al campo.

2. Se tienen tres cargas situadas en los vértices de un triángulo equilátero., cuyas coordenadas (expresadas en cm) son:

   A (0, 2)   B (-√3, -1)   C (√3, -1)

   Sabiendo que las cargas situadas en los puntos B y C son idénticas e iguales a 2 μC y que el campo eléctrico en el origen de coordenadas (centro del triángulo) es nulo, determina:

   a) El valor y el signo de la carga situada en el punto A.
   b) El potencial en el origen de coordenadas.

   Sol. a) $2\cdot10^{-6}$ C   b) $2{,}7\cdot10^6$ V

3. Un protón se encuentra situado en el origen de coordenadas del plano XY. Un electrón, inicialmente en reposo, está situado en el punto (2, 0). Por efecto del campo eléctrico creado por el protón (supuesto inmóvil), el electrón se acelera. Estando todas las coordenadas expresadas en μm, calcula:

   a) El campo eléctrico y el potencial creado por el protón en el punto (2,0).
   b) La energía cinética del electrón cuando se encuentra en el punto (1, 0).
   c) La velocidad y el momento lineal del electrón en la posición (1, 0).

   Datos: Valor absoluto de la carga del electrón: $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C
   Masa del electrón: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

   Sol. a) E = 360 N/C $V = 7{,}2\cdot10^{-4}$ V   b) $1{,}15\cdot10^{-22}$ J
   c) $v = 1{,}59\cdot10^4$ m/s $p = 1{,}45\cdot10^{-26}$ kg·m/s

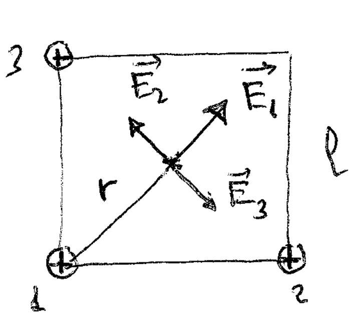
4 Se disponen dos cargas eléctricas sobre el eje X: una de valor Q_1 en la posición (1,0), y otra de valor Q_2 en (-1,0). Sabiendo que todas las coordenadas están expresadas en metros, determine en los dos casos siguientes:

   a) Los valores de las cargas Q_1 y Q_2 para que el campo eléctrico en el punto (0,1) sea el vector $\vec{E} = 2\cdot10^5\ \vec{j}$ N/C
   b) La relación entre las cargas Q_1 y Q_2 para que el potencial eléctrico en el punto (2,0) sea cero.

   Sol. a) $3{,}14\cdot10^{-5}$ C   b) $Q_1 = -\,Q_2$

CAMPO ELÉCTRICO – HOJA 6

1



$Q = 5\,\mu C$

$l = 10\,cm = 0{,}1\,m$

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$

a) $r = \sqrt{0{,}05^2 + 0{,}05^2} = \sqrt{5 \cdot 10^{-3}}$

$\vec{E}_2 = -\vec{E}_3 \Rightarrow$ ambos campos se cancelan mutuamente.

$\vec{E} = \vec{E}_1 \Rightarrow |\vec{E}| = |\vec{E}_1|$

$$E = \frac{KQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-3}} = \boxed{9 \cdot 10^6\ N/C}$$

$\vec{E}$ se dirige hacia el vértice libre de carga.

b) $V_1 = V_2 = V_3 \Rightarrow \boxed{V = 3V_1}$

$$V_1 = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{5 \cdot 10^{-3}}} = 6{,}4 \cdot 10^5\ V$$

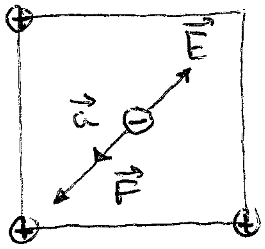
$$V = 3V_1 = 3 \cdot 6{,}4 \cdot 10^5 = \boxed{1{,}9 \cdot 10^6\ V}$$

c) $E_p = qV = -3 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}9 \cdot 10^6 = \boxed{5{,}7\ J}$

d) $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \dfrac{\vec{F}}{m} \Rightarrow |\vec{a}| = \dfrac{|\vec{F}|}{m}$

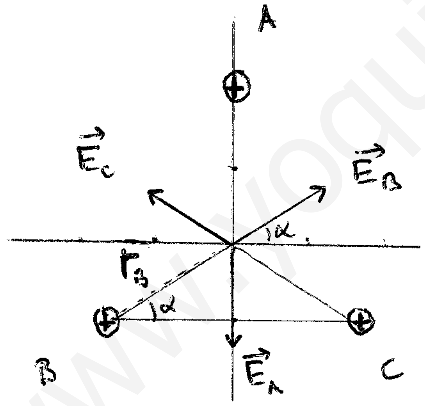
$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow$ Como $q<0$, $\vec{F}$ se dirige hacia el vértice donde se encuentra Q_1.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{|q|\,E}{m} = \frac{3\cdot 10^{-6}\cdot 9\cdot 10^{6}}{2\cdot 10^{-3}} = \boxed{1{,}4\cdot 10^{4}\ m/s^2}$$



[2]

a)



$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_c = 0$$

$$\left.\begin{array}{l} E_x = 0 \\ E_y = 0 \end{array}\right\}$$

Para que $\vec{E}=0$, la carga en A debe ser positiva, sino, no se podrían cancelar los campos.

Como $E_x = 0 \Rightarrow E_{Cx} = E_{Bx}$

Como $E_y = 0$

$\Rightarrow E_{Cy} + E_{By} = E_A$

Además, por simetría: $E_{Cy} = E_{By}$

$\Rightarrow \boxed{E_A = 2E_{By}}$

$$E_A = \frac{KQ_A}{r_A^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot Q_A}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = \boxed{2{,}25 \cdot 10^{13}\ Q_A}$$

$$E_B = \frac{KQ_B}{r_B^2} \quad , \quad r_B = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + 1^2} = \sqrt{3+1} = \sqrt{4} = 2 \text{ cm}$$

$$E_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 4{,}5 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{1}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$E_{By} = E_B \cdot \text{sen}\,\alpha = 4{,}5 \cdot 10^7 \cdot \frac{1}{2} = \boxed{2{,}25 \cdot 10^7 \text{ N/C}}$$

$$E_A = 2 E_{By}$$

$$\cancel{2{,}25} \cdot 10^{13}\ Q_A = 2 \cdot \cancel{2{,}25} \cdot 10^7 \Rightarrow Q_A = \frac{2 \cdot 10^7}{10^{13}}$$

$$\boxed{Q_A = 2 \cdot 10^{-6}\ C}$$

b) $V = V_A + V_B + V_C$

$$\begin{cases} Q_A = Q_B = Q_C = 2 \cdot 10^{-6}\ C \\ r_A = r_B = r_C = 2 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

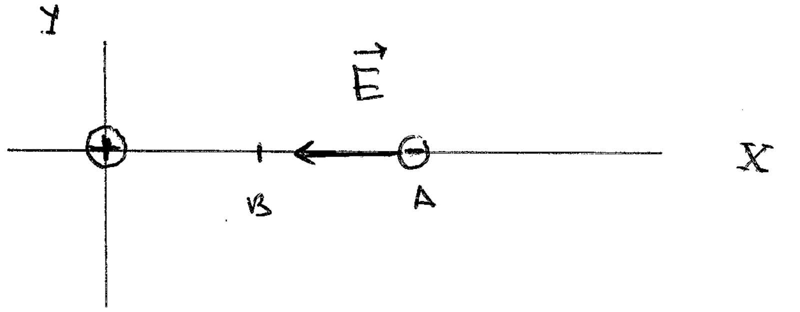
$$\boxed{V = 3V_A} \Leftarrow V_A = V_B = V_C$$

$$V = \frac{3 \cdot KQ_A}{r_A}$$

$$V = \frac{3 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-2}} = \boxed{2{,}7 \cdot 10^6\ V}$$

3

a)



$$E = \frac{KQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{(2 \cdot 10^{-6})^2} = \boxed{360 \ N/C}$$

$$V = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 10^{-6}} = \boxed{7{,}2 \cdot 10^{-4} \ V}$$

b) La Ec que adquiere el electrón es igual al trabajo realizado sobre él por el campo del protón:

$$E_c = q(V_A - V_B)$$

$$E_c = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\left(\frac{KQ}{r_A} - \frac{KQ}{r_B}\right)$$

$$E_c = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\left(\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 10^{-6}} - \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1 \cdot 10^{-6}}\right)$$

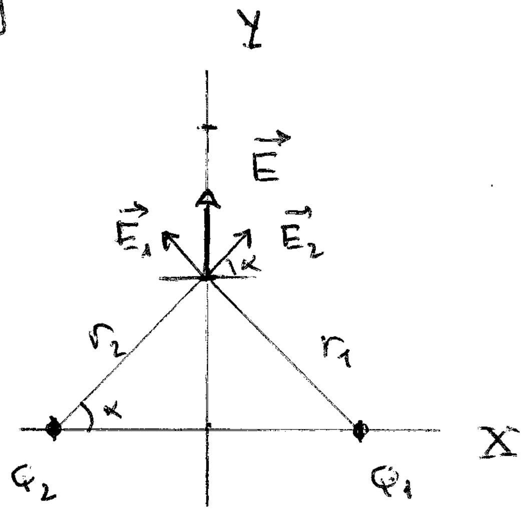
$$E_c = \boxed{1{,}15 \cdot 10^{-22} \ J}$$

c) $$E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}15 \cdot 10^{-22}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}}$$

$$\boxed{v = 1{,}59 \cdot 10^4 \ m/s}$$

$$p = mv = 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}59 \cdot 10^4 = \boxed{1{,}45 \cdot 10^{-26} \ kg\,m\,s^{-1}}$$

4



Para que $\vec{E}$ esté dirigido en el sentido positivo del eje Y, $\vec{E}_1$ y $\vec{E}_2$ tienen que ser como se indica en la figura.

Para que $\vec{E}$ no tenga componente x,

$$\boxed{E_1 = E_2}$$

Si $E_1 = E_2$, como $r_1 = r_2$, entonces $\boxed{Q_1 = Q_2}$, ambos positivos.

$E = E_{1y} + E_{2y} = 2E_{2y}$ $\qquad r_2 = \sqrt{1^2+1^2} = \sqrt{2}$ m

$$E_2 = \frac{KQ_2}{r_2^2}$$

$$E_{2y} = \frac{KQ_2}{r_2^2} \operatorname{sen} \alpha, \qquad \operatorname{sen} \alpha = \frac{1}{r_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

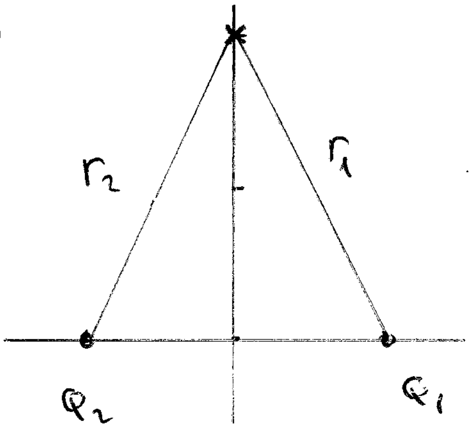
$$E_{2y} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot Q_2}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{9 \cdot 10^9}{2\sqrt{2}} \cdot Q_2$$

$$E = 2E_{2y} = 2 \cdot \frac{9 \cdot 10^9}{2\sqrt{2}} Q_2 = \frac{9 \cdot 10^9}{\sqrt{2}} Q_2$$

$$Q_2 = \frac{\sqrt{2} \cdot E}{9 \cdot 10^9} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot 10^5}{9 \cdot 10^9} = \boxed{3{,}14 \cdot 10^{-5}\ C}$$

$$Q_1 = Q_2 = \boxed{3{,}14 \cdot 10^{-5}\ C}$$

b)



$r_1 = r_2$

$V = V_1 + V_2 = 0$

$V_1 = -V_2$

$$\frac{kQ_1}{r_1} = -\frac{kQ_2}{r_2} \Rightarrow \boxed{Q_1 = -Q_2}$$

Las cargas deben ser iguales en valor absoluto y de signo contrario.