Pag 40

# Propiedades fundamentales de la carga.

1 - La carga no se crea ni se destruye, solo se transfiere de unos cuerpos a otros.

2 - La carga eléctrica está cuantizada.

$-1'6 \cdot 10^{-19}\,C$

$N = 0, 1, 2, 3, \ldots$

$$\boxed{Q = \pm n \cdot e}$$

$$\boxed{e = 1'6 \cdot 10^{-19}\ C}$$

$Cl^{-}$ $\quad -1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

$S^{2-}$ $\quad -2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

~~$B^{15-}$~~

$Na^{+}$ $\quad +1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

$Ca^{2+}$ $\quad +2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

$Al^{3+}$ $\quad +3 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

3.-

+ −

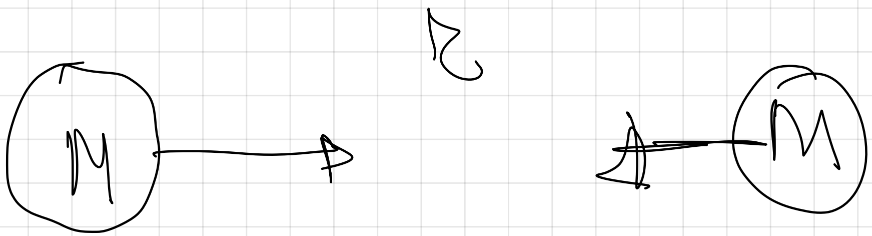
Cargas de distinta naturaleza se atraen

+ +

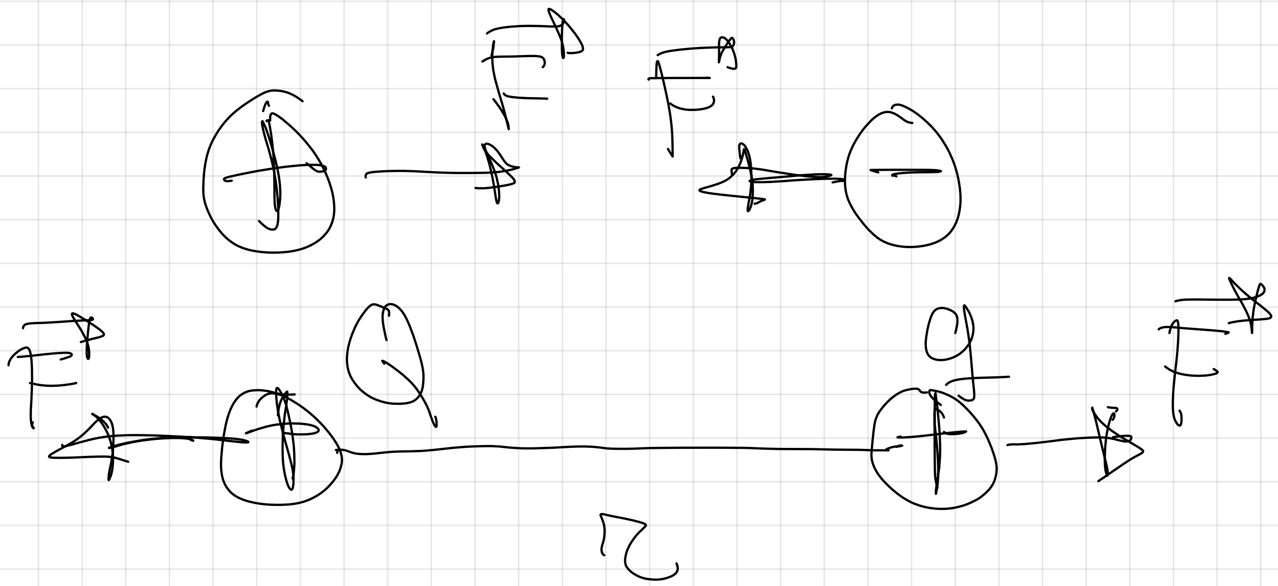
Cargas de igual naturaleza se repelen

− −

## 2.- Fuerzas entre 2 cargas en reposo. Ley de Coulomb.




$$\boxed{F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}}$$




$$\boxed{F = k\frac{Qq}{r^2}}$$

$F \Rightarrow$ Fuerza con las cargas se atraen o se repelen ($N$ en S.I)

$r \Rightarrow$ distancia que las separa ($m$)

$Q$ y $q \Rightarrow$ Cargas ($C$ en S.I)

$$\boxed{K = 9 \cdot 10^{9} \; N \cdot m^{2} \cdot C^{-2}} \Rightarrow \underline{\text{vacío}}$$

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 1}{1^2}$$

$Q \to 1C$, $q \to 1C$, $r \to 1m$ en el vacío.

$$\boxed{F = 9 \cdot 10^9 \, N}$$

$1 \, mC = 10^{-3} C$
$1 \, \mu C = 10^{-6} C$
$1 \, nC = 10^{-9} C$
$1 \, pC = 10^{-12} C$

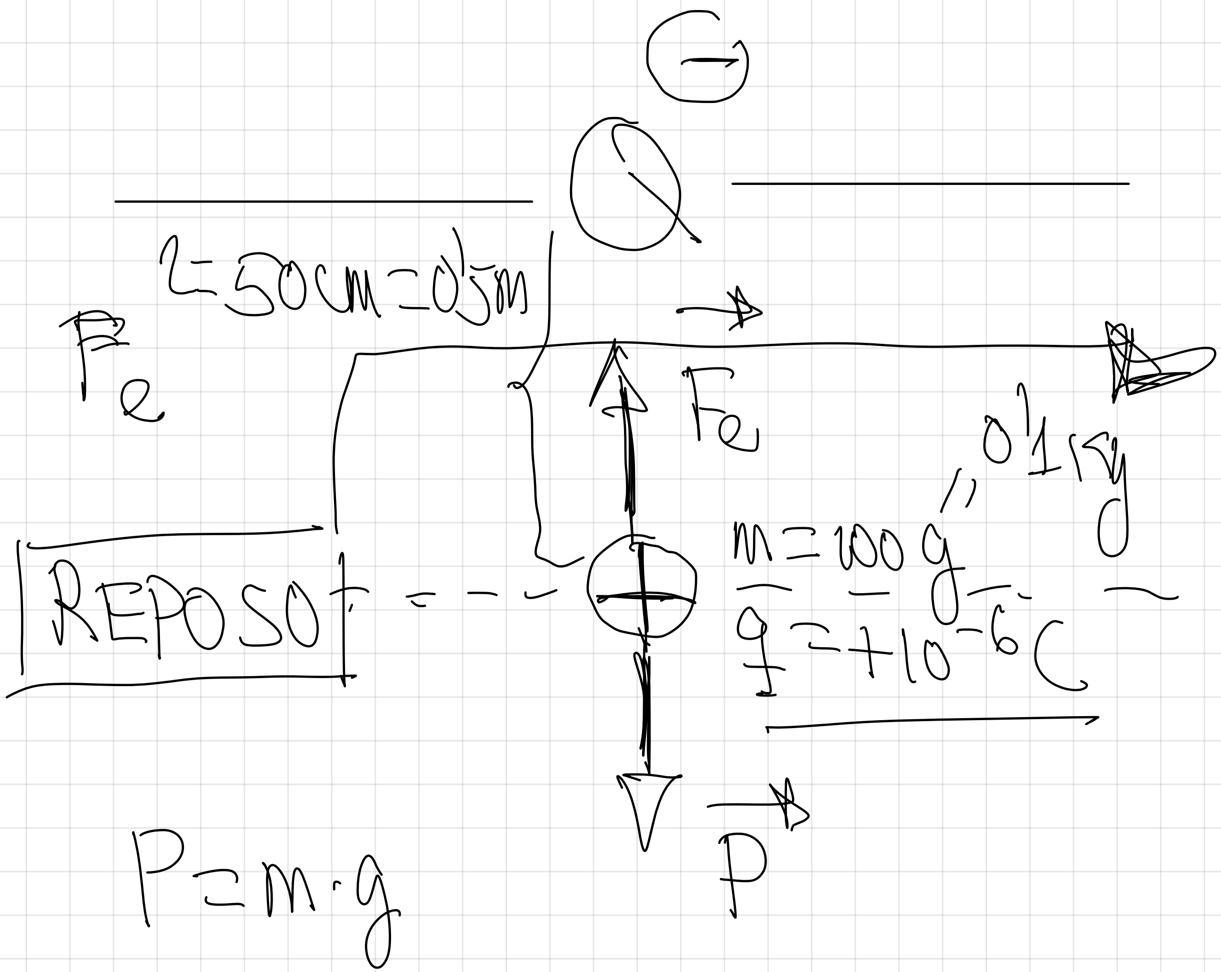
$e = 1'6 \cdot 10^{-19} C$

$\pm 1'6 \cdot 10^{-19} C$.

Pag 59.

**1.-** Una partícula de masa m=100 g está cargada con una carga $q = +10^{-6}$C y se mantiene en equilibrio a una distancia de 50 cm por debajo de otra partícula Q cargada y fija. ¿Cuánto vale la carga de esta segunda partícula Q fija?.

$g=9{,}8\ m\cdot s^{-2}$ , $K=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$




Calculo Q

$$|\vec{F_e}| = |\vec{P}|$$

Ley de Coulomb.

$$K \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2} = m \cdot g$$

$$k \cdot |Q| \cdot |q| = m \cdot g \cdot r^2$$

$$|Q| = \frac{m \cdot g \cdot r^2}{k \cdot |q|} = \frac{0'1 \cdot 9'8 \cdot 0'5^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}\,C} = \boxed{2'7 \cdot 10^{-5}\,C}$$

$$|Q| = 2'7 \cdot 10^{-5}\,C$$

$$Q = -2'7 \cdot 10^{-5}\,C$$

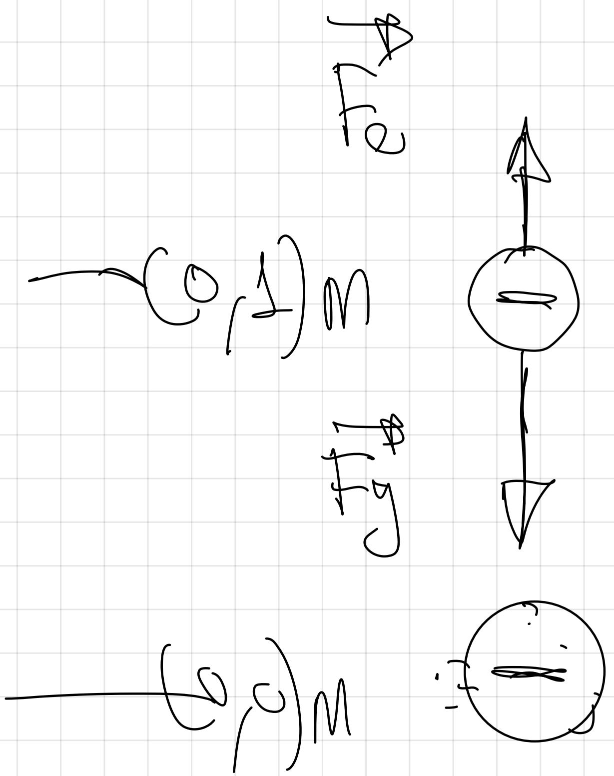
**2.-** Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

a) Calcula la fuerza que ejerce el primer cuerpo sobre el cuerpo situado en (0,1) m

b) ¿Cuál es la relación entre la fuerza eléctrica y la fuerza gravitatoria en este caso?

c) Si las cargas estuviesen separadas una distancia mayor en la misma línea que antes, ¿Cómo afectaría ello a la relación calculada en el apartado b)?

$K=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$, $G= 6{,}67\cdot 10^{-11}\ N\cdot m^{2}\cdot Kg^{-2}$




$q_2 = -100\cdot 10^{-12}\,C$

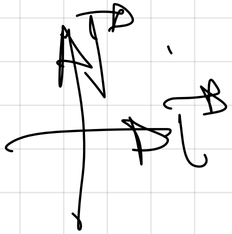
$m_2 = 20\,Kg$

$q_1 = -1\cdot 10^{-9}\,C$

$m_1 = 10\,Kg$

$$F_g = G\cdot\frac{m_1\cdot m_2}{r^2} = 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot\frac{10\cdot 20}{1^2} = \boxed{1{,}33\cdot 10^{-8}\,N}$$

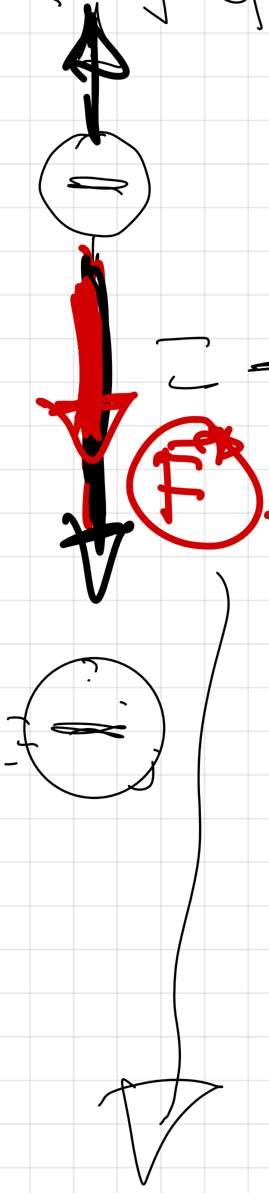
$$|\vec{F_e}| = K\cdot\frac{|q_1||q_2|}{r^2} =$$




$\vec{F_e} = +9\cdot 10^{-10}\,\vec{j}\ (N)$

$= 9\cdot 10^{9}\cdot \dfrac{1\cdot 10^{-9}\cdot 100\cdot 10^{-12}}{1^2} = \boxed{9\cdot 10^{-10}\ N}$

$(0,1)\,m$




$\vec{F_g} = -1'33\cdot 10^{-8}\,\vec{j}\ (N)$

$(0,0)\,m$

$\vec{F} = \vec{F_e} + \vec{F_g}$

$\vec{F} = +9\cdot 10^{-10}\,\vec{j} - 1'33\cdot 10^{-8}\,\vec{j}\ (N)$

$\boxed{\vec{F} = -1'24\cdot 10^{-8}\,\vec{j}\ (N)}$

$$|\vec{F}| = 1'24 \cdot 10^{-8} N.$$

$$|\vec{F}| = |\vec{F_g}| - |\vec{F_e}| = 1'24 \cdot 10^{-8} N.$$

b)

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot q}{\cancel{r^2}}}{G \cdot \frac{M \cdot m}{\cancel{r^2}}} \Rightarrow \boxed{F_e = 0'068 F_g}$$

c) $$\frac{F_e}{F_g} = \frac{KQ \cdot q}{G \cdot M \cdot m}$$

**3.-** En los puntos A(-1,0) m y B(0,1) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales $q_1$=+30μC y $q_2$=-40μC.

a) Calcular la fuerza que dichas cargas ejercen sobre una carga $q_3$=-10μC situada en el punto (0,0) m

b) Dibujar un esquema de todas las fuerzas actuantes

$K=9\cdot 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

$// \ -40\cdot 10^{-6}\ C$

$q_2=-40\mu C$

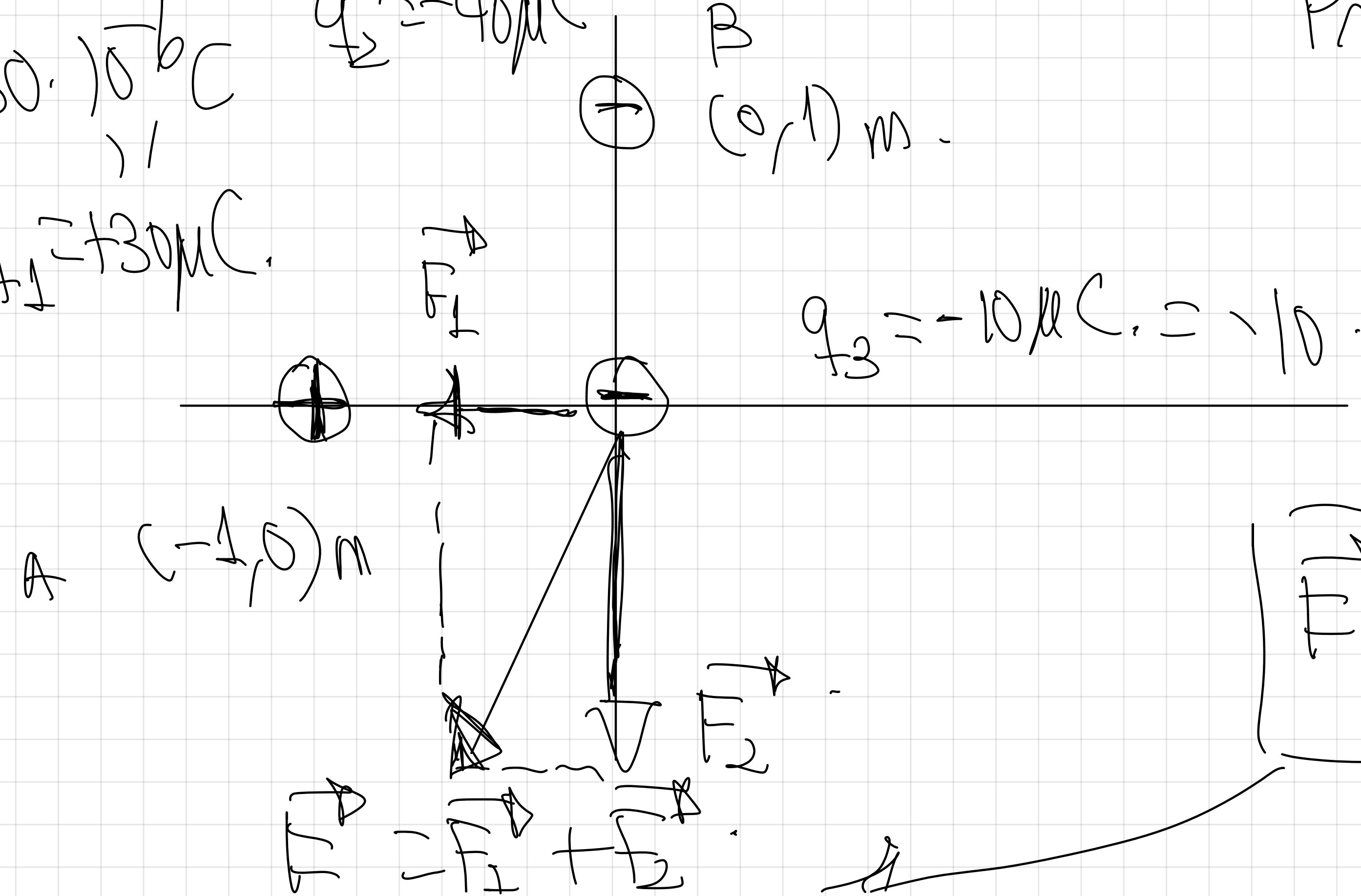
$+30\cdot 10^{-6}\ C$

$//$

$q_1=+30\mu C$

Principio de superposición

$q_3=-10\mu C = -10\cdot 10^{-6}\ C$




$$\boxed{\vec{F}=\vec{F}_1+\vec{F}_2}$$

¡OJO! ⇒ En la fuerza $\vec{F}$ y en todas las magnitudes vectoriales del campo eléctrico, primero hallamos su módulo con el valor absoluto de las cargas y después asignamos su dirección y su sentido.

Ley de Coulomb.

$$|\vec{F}_1| = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r^2}.$$

$$|\vec{F}_1| = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 2'7 \, N.$$

$$\vec{F}_1 = -2'7 \, \vec{\imath} \, (N)$$

$$|\vec{F}_2| = K \cdot \frac{|q_2| \cdot |q_3|}{r^2}$$

$$|\vec{F}_2| = K \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 3'6 \, N.$$

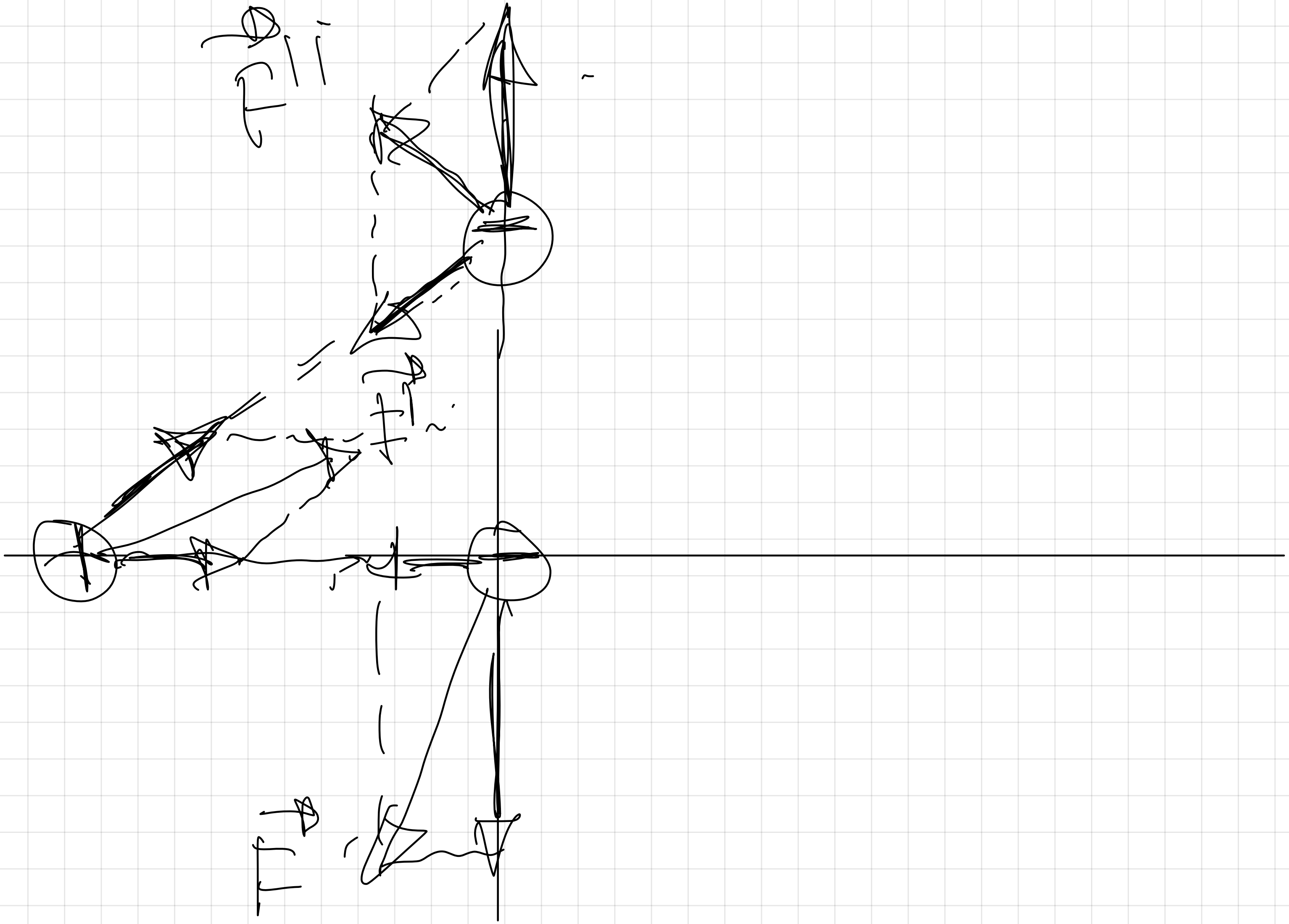
$$\vec{F}_2 = -3'6 \, \vec{\imath} \, (N)$$

Primer apartat.

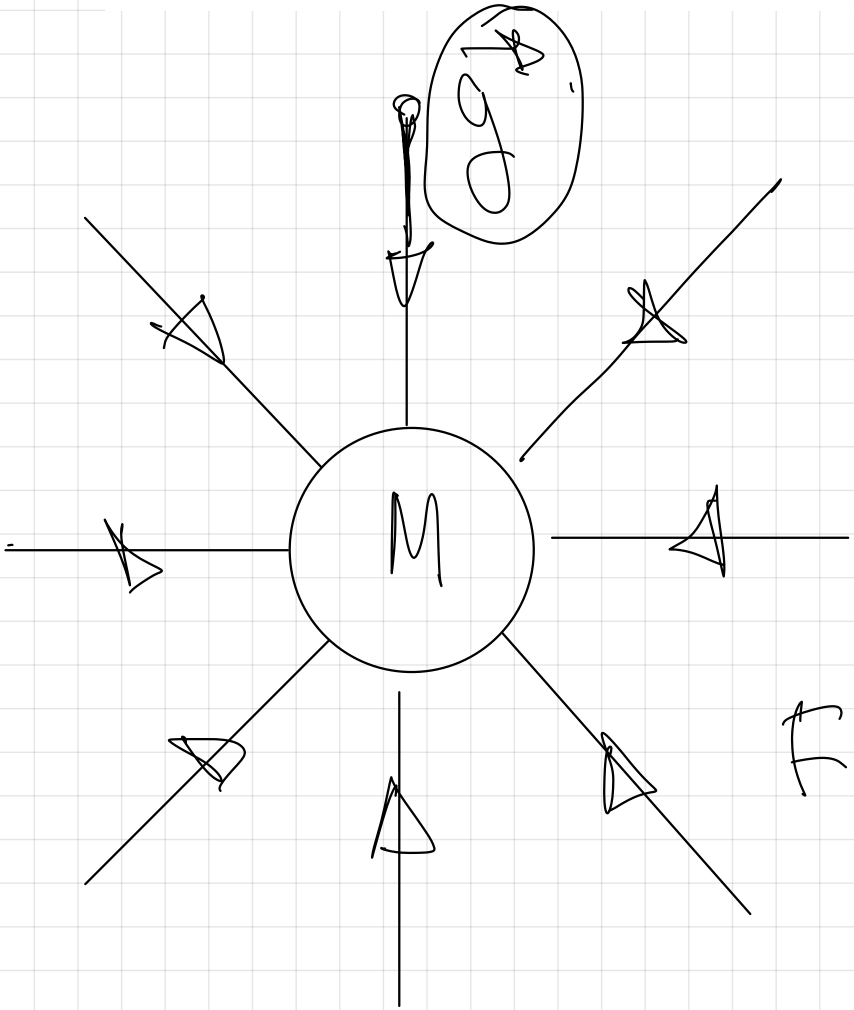
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -2'7\,\vec{i} - 3'6\,\vec{j} \quad (N)$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-2'7)^2 + (3'6)^2}$$

$$|\vec{F}| = 4'5\,N.$$



# 4.- EL CAMPO ELÉCTRICO. INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO $\vec{E}$




módulo

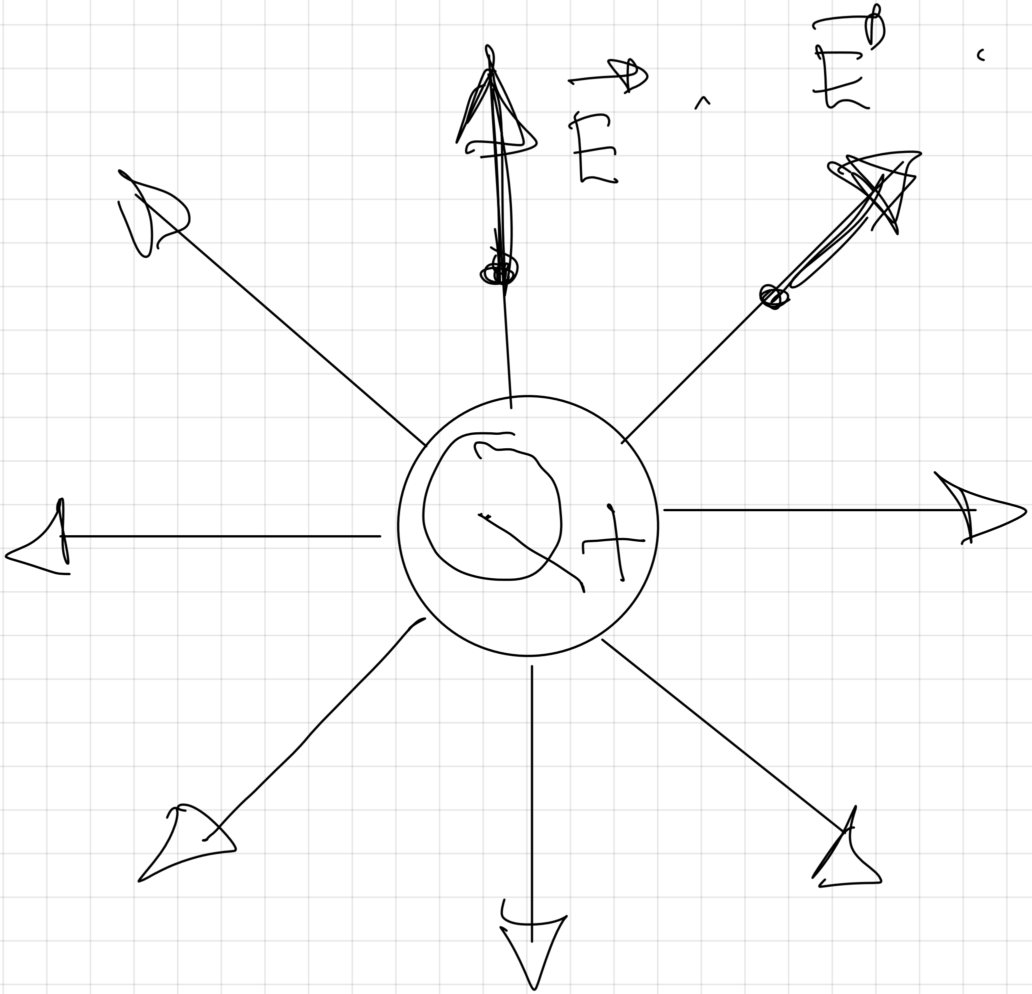
$$\boxed{g = \frac{F}{m}} = \frac{G\,\frac{M\cdot \cancel{m}}{r^2}}{\cancel{m}} = G\cdot\frac{M}{r^2}.$$

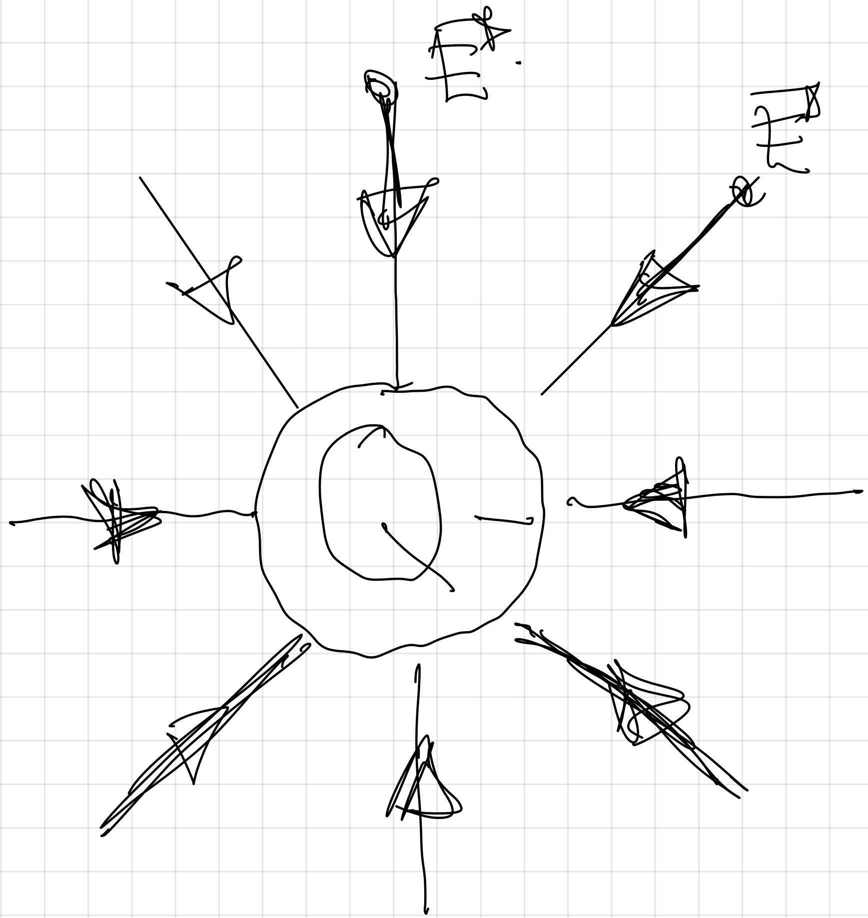
$$\boxed{\frac{N}{Kg}}$$

$F = m\cdot g$

- dirección
- sentido.

Hipotéticas trayectorias que seguiría una carga $\boxed{\text{positiva}}$ abandonado en reposo dentro de ese campo $\Rightarrow$ $\boxed{\text{líneas de campo}}$



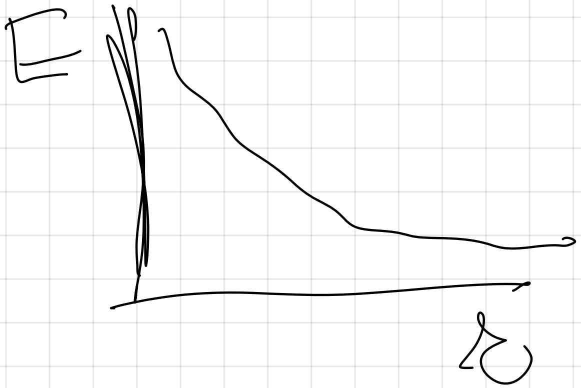



$\vec{E}$ — módulo $E = \frac{F}{q} = \frac{K\cdot\frac{Q\cdot \cancel{q}}{r^2}}{\cancel{q}} = \boxed{K\cdot\frac{Q}{r^2}}$

$E = K\cdot\frac{Q}{r^2}$.

$\left[\frac{N}{C}\right]$ $\quad 10\,\frac{N}{C}$.

$\rightarrow F = q\cdot E$.




— Dirección tangente en cada pto a las líneas de campo

— Sentido: el de las líneas de campo.

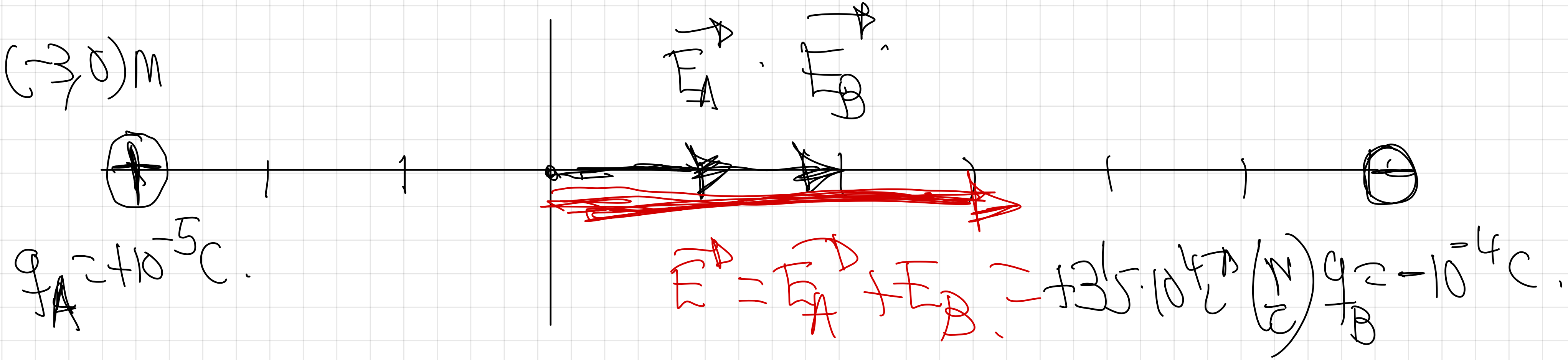
**4.-** En los puntos A(-3,0) m y B(6,0) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales $q_A=+10^{-5}$ C y $q_B=-10^{-4}$C.

a) Calcular $\vec{E}$, así como su modulo, en el punto (0,0) m

b) Calcular la fuerza ejercida sobre una carga de $+ 10^{-7}$ C si hipotéticamente estuviese situada en el punto (0,0) m

c) Calcular la fuerza ejercida sobre una carga de $- 10^{-7}$ C si hipotéticamente estuviese situada en el punto (0,0) m

$K=9\cdot10^9$ N·m$^2$ ·C$^{-2}$




Al igual que en todas las magnitudes vectoriales del campo eléctrico, primero escribo el módulo usando el valor absoluto de las cargas y después asigno dirección y sentido.

$$|\vec{E}_A| = K \cdot \frac{|q_A|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-5}}{3^2} = 10^4 \frac{N}{C}.$$

$$\vec{E}_A = + 10^4 \vec{\imath} \left(\frac{N}{C}\right)$$

¡ojo! valor absoluto

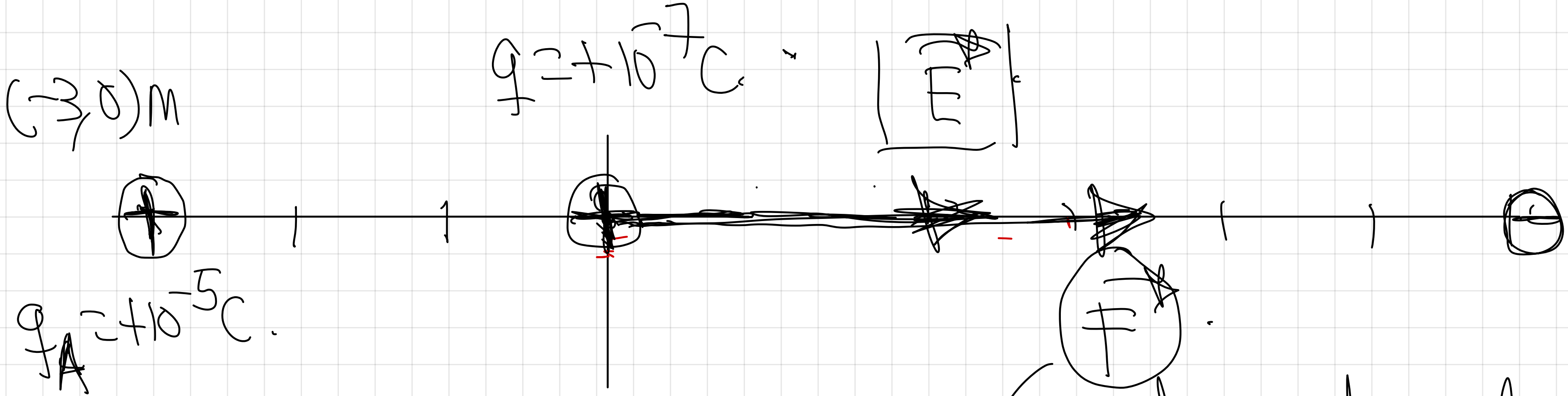
$$|E_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{6^2} = 2'5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}.$$

$$\vec{E}_B = + 2'5 \cdot 10^4 \vec{\imath} \left(\frac{N}{C}\right)$$

Ppio de superposición.

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = 10^4 \vec{i} + 2'5 \cdot 10^4 \vec{i} \ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\vec{E} = +3'5 \cdot 10^4 \vec{i} \ \left(\frac{N}{C}\right)$$




Como en cualquier magnitud vectorial.

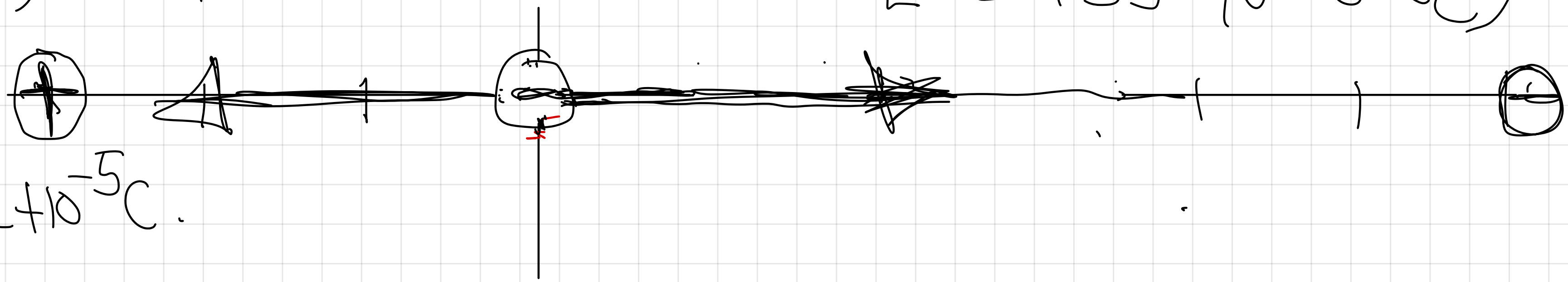
$$|\vec{F}| = |q|\,|\vec{E}| = +10^{-7} \cancel{C} \cdot 3'5 \cdot 10^4 \frac{N}{\cancel{C}} = 3'5 \cdot 10^{-3} N$$

$$\vec{F} = +3'5 \cdot 10^{-3}\,\vec{i}\ (N)$$

Las cargas positivas experimentan una fuerza en la misma dirección y el mismo sentido que el campo eléctrico $\vec{E}$.

c)

$(-3,0)\,m$ $\quad \vec{F}$. $\quad q = -10^{-7}\,C.$ $\quad \vec{E} = +3'5 \cdot 10^{4}\,\vec{i}\ \left(\frac{N}{C}\right)$



$q_A = +10^{-5}\,C.$

$$\boxed{|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}| = 10^{-7}\,\cancel{C} \cdot 3'5 \cdot 10^{4}\,\frac{N}{\cancel{C}} = 3'5 \cdot 10^{-3}\,N}$$

Ojo, valor absoluto

Dirección y sentido después.

$\vec{F} = -35 \cdot 10^{-3}\,\vec{i}$ (N)

La carga negativa experimenta una fuerza que va en la misma dirección que $\vec{E}$ pero ~~en~~ sentido contrario.

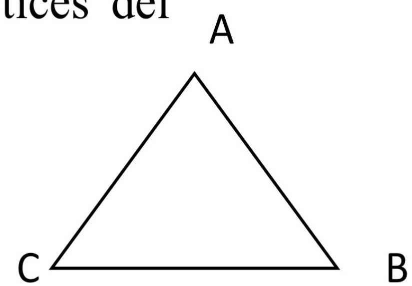
**5.-** Las cargas $q_A$ = -4·10$^{-9}$ C y $q_B$ =+ 2· 10$^{-9}$ C están situadas en los vertices del triángulo equilátero de la figura, el cual posee 2 cm de lado $\rightarrow \vec{E}$

a) Calcular el valor del campo eléctrico en el vértice C de dicho triángulo

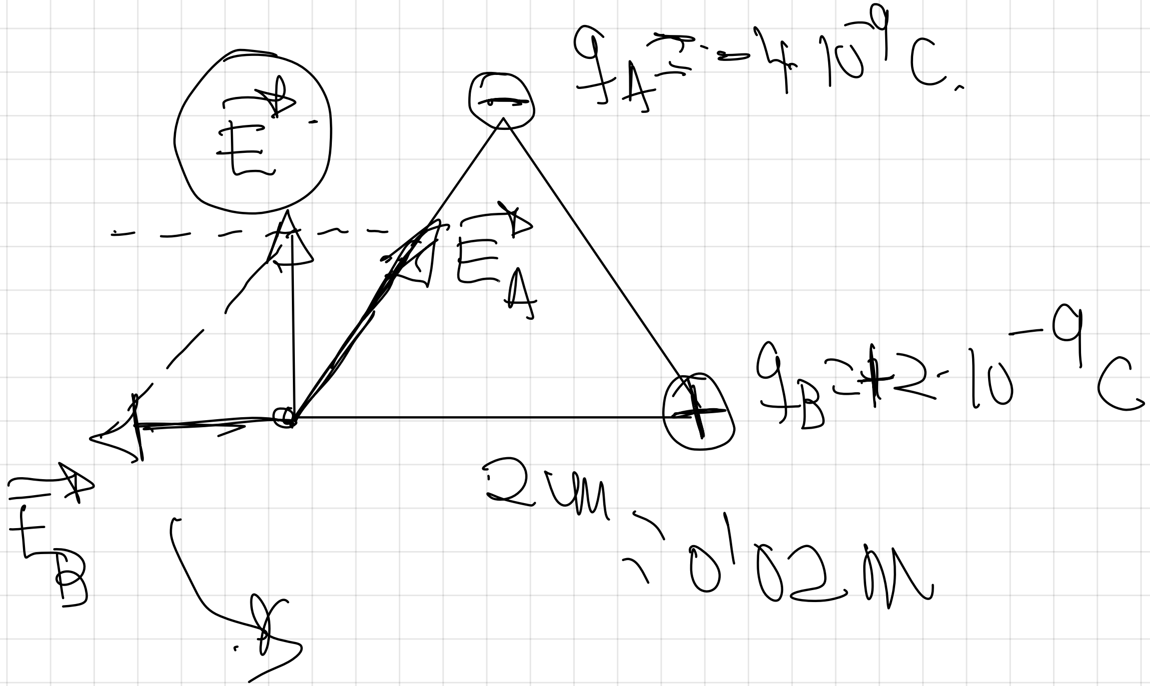
b) ¿Qué fuerza se ejercería sobre una carga de 1 μC si ésta se situase en C?

c) ¿Qué fuerza se ejercería sobre una carga de -2 μC si ésta se situase en C?

K=9·10$^{9}$ N·m$^{2}$ ·C$^{-2}$



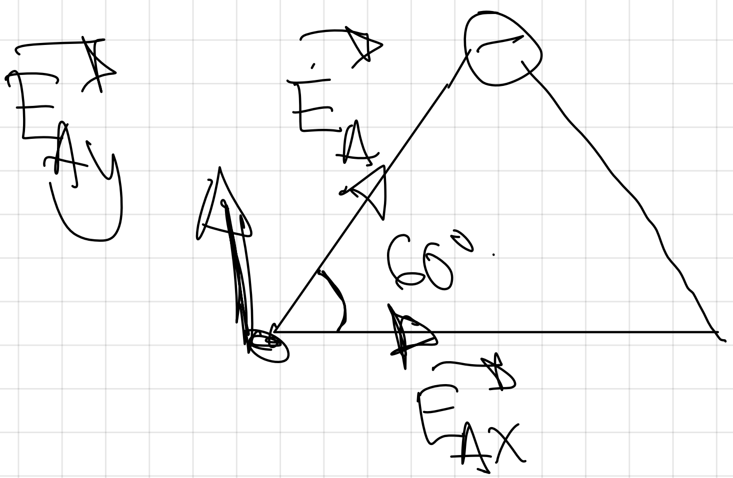
Principio de superposición.




$$|\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r^2} = 9\cdot10^9 \cdot \frac{2\cdot10^{-9}}{(0'02)^2} = 4'5\cdot10^4 \ \frac{N}{C}.$$

$$\vec{E}_B = -4'5\cdot10^4\,\vec{i}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$q_A = -4\cdot10^{-9}\,C.$




Descompongo

$$|\vec{E}_A| = K\cdot\frac{|q_A|}{r^2} = 9\cdot10^9\cdot\frac{4\cdot10^{-9}}{(0'02)^2} = 9\cdot10^4\,\frac{N}{C}$$

$$\text{sen}\,60° = \frac{|\vec{E}_{Ay}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ay}| = |\vec{E}_A|\cdot\text{sen}\,60°.$$

$$|\vec{E}_{Ay}| = 9\cdot10^4\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 7'8\cdot10^4\,\frac{N}{C}.$$

$$\vec{E}_{Ay} = +7'8\cdot10^4\,\vec{j}\,\left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\cos 60^\circ = \frac{|\vec{E}_{Ax}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ax}| = |\vec{E}_A| \cdot \cos 60^\circ$$

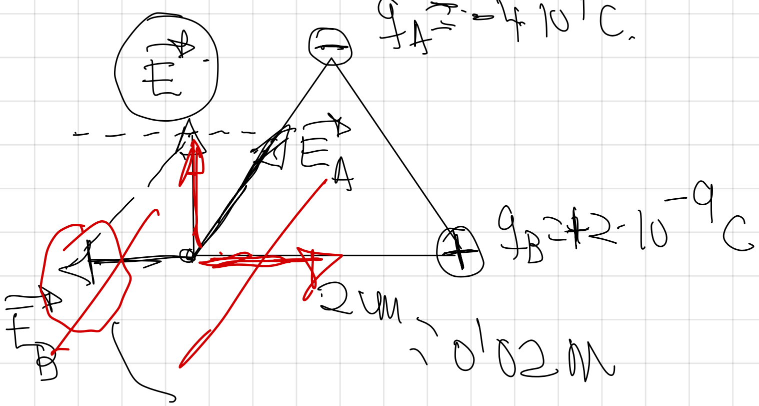
$$|\vec{E}_{Ax}| = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} = 4'5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}.$$

$$\vec{E}_{Ax} = +4'5 \cdot 10^4 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right).$$

$$\vec{E}_A = +4'5 \cdot 10^4 \vec{i} + 7'8 \cdot 10^4 \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right).$$

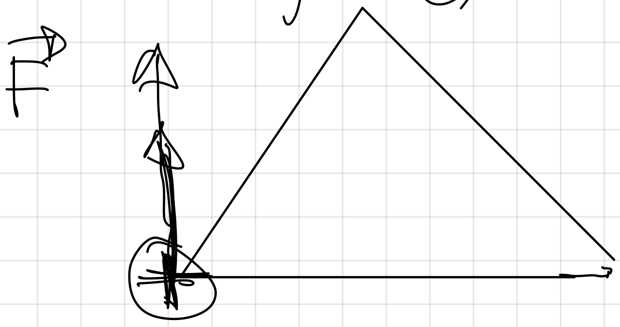
$$\vec{E}_B = -4'5 \cdot 10^4 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = +7'8 \cdot 10^4 \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$$



b)

$\vec{E} = +7'8 \cdot 10^{4} \, \vec{j} \; \left(\frac{N}{C}\right)$




$q = 1 \, \mu C.$

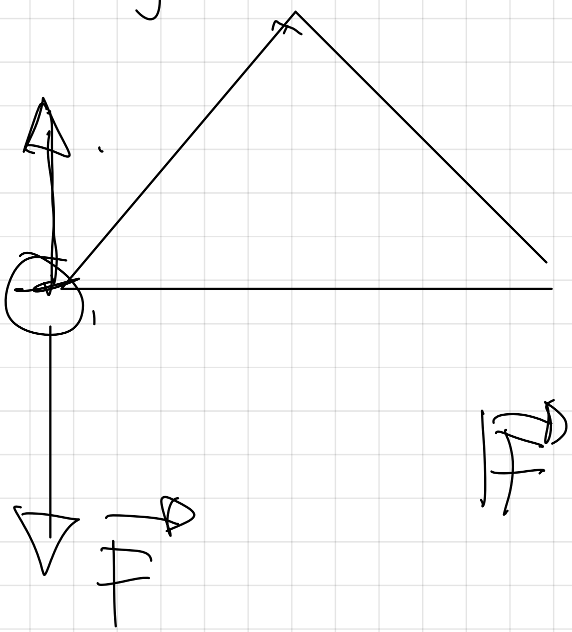
$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}| = 1 \cdot 10^{-6} \, \cancel{C} \cdot 7'8 \cdot 10^{4} \, \frac{N}{\cancel{C}} = 7'8 \cdot 10^{-2} \, N$

$\vec{F} = +7'8 \cdot 10^{-2} \, \vec{j} \; (N)$

c)

c) $\vec{E} = 7'8 \cdot 10^4 \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$.

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




$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}| =$

$|\vec{F_e}| = |q| \cdot |\vec{E}|$

$|\vec{F_e}| = 2 \cdot 10^{-6}\ \cancel{C} \cdot 7'8 \cdot 10^{4}\ \frac{N}{\cancel{C}}$

$|\vec{F_e}| = 15'6 \cdot 10^{-2}\ N$.

$$\boxed{\vec{F_e} = -15'6 \cdot 10^{-2}\ \vec{j}\ (N)}$$

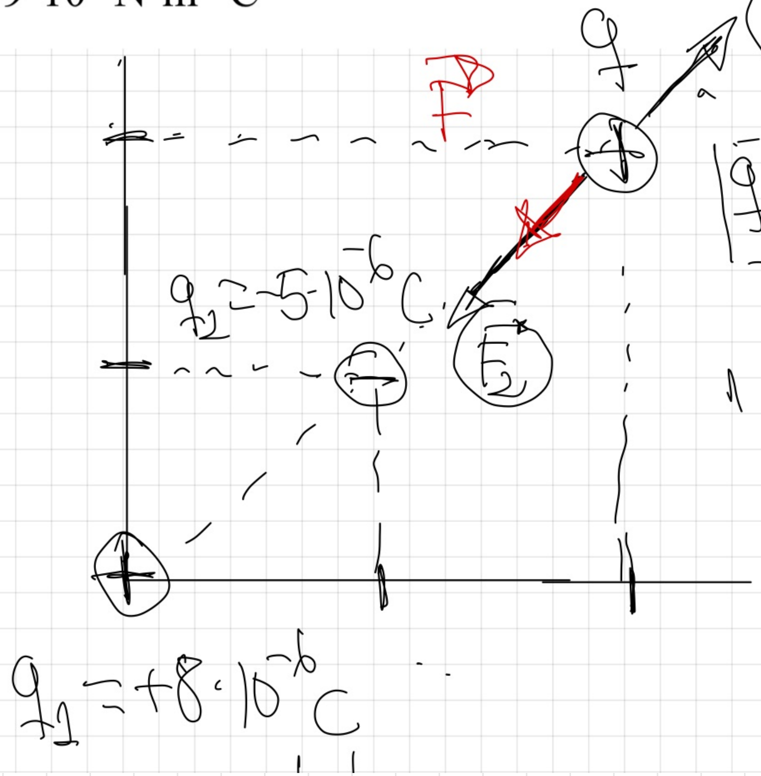
**7.-** Dos cargas puntuales de 8 μC y -5μC están situadas respectivamente en los puntos (0,0) m y (1,1) m . Calcular:

a) La fuerza que actúa sobre una carga de 1 μC situada en el punto (2,2) m

b) El trabajo necesario para llevar a ésta última carga desde el punto que ocupa hasta punto (0,1) m. Dar una interpretación del resultado.

$K=9\cdot 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

$=9\cdot 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

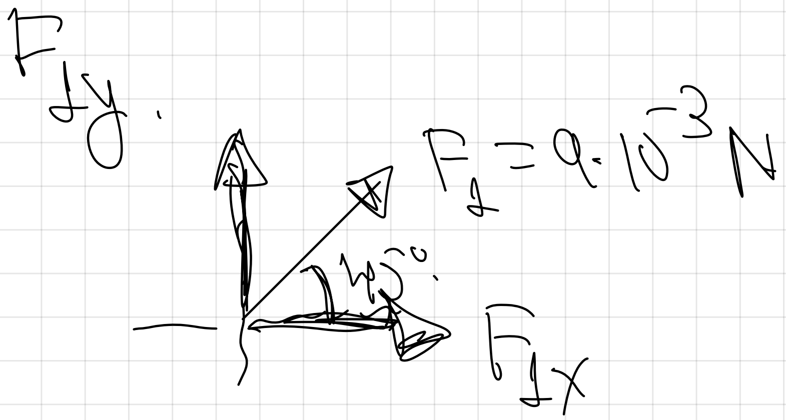



$\boxed{q=+10^{-6}\ C}$

$$|\vec{F}_1| = K\frac{|q_1|\cdot|q|}{r^2} =$$

$$= 9\cdot 10^9 \cdot \frac{8\cdot 10^{-6}\cdot 10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} =$$

$$= \boxed{9\cdot 10^{-3}\ N}$$



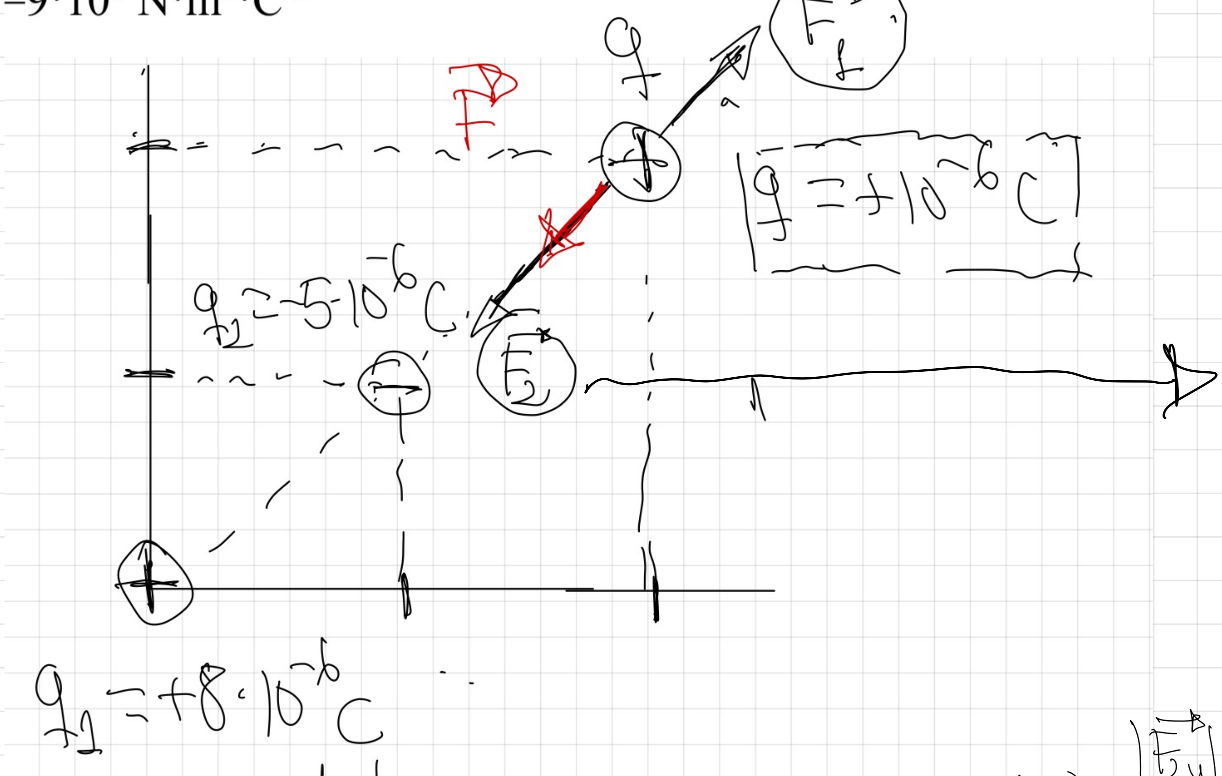

$$\operatorname{sen} 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{1y}|}{|\vec{F}_1|} \Rightarrow |\vec{F}_{1y}| = |\vec{F}_1| \cdot \operatorname{sen} 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6'36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{1x}|}{|\vec{F}_1|} \Rightarrow |\vec{F}_{1x}| = |\vec{F}_1| \cdot \cos 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \frac{\sqrt{2}}{2} = 6'36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

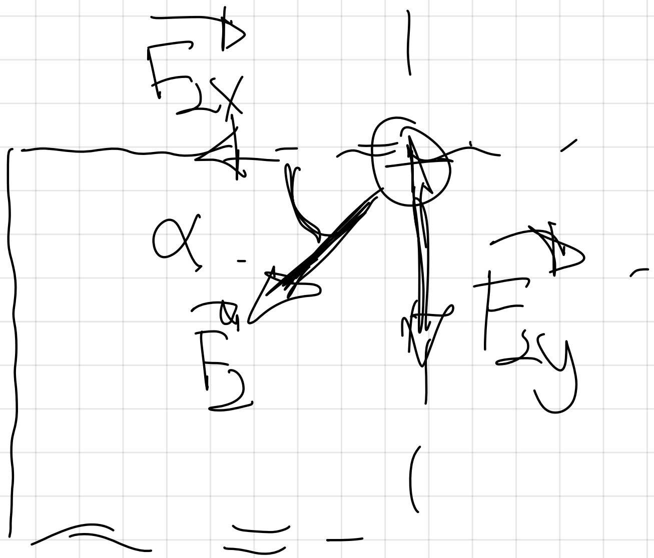
$$\vec{F}_1 = +6'36 \cdot 10^{-3} \vec{\imath} + 6'36 \cdot 10^{-3} \vec{\jmath} \quad (\text{N})$$

... (0,1) m. Dar una interpretación del resultado.

$=9\cdot 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$




$$|\vec{F}_2| = K\cdot\frac{|q_2|\cdot|q|}{r^2} = 9\cdot10^9\cdot\frac{5\cdot10^{-6}\cdot10^{-6}}{\left(\frac{\sqrt{8}}{2}\right)^2} = 2'25\cdot10^{-2}\,N$$



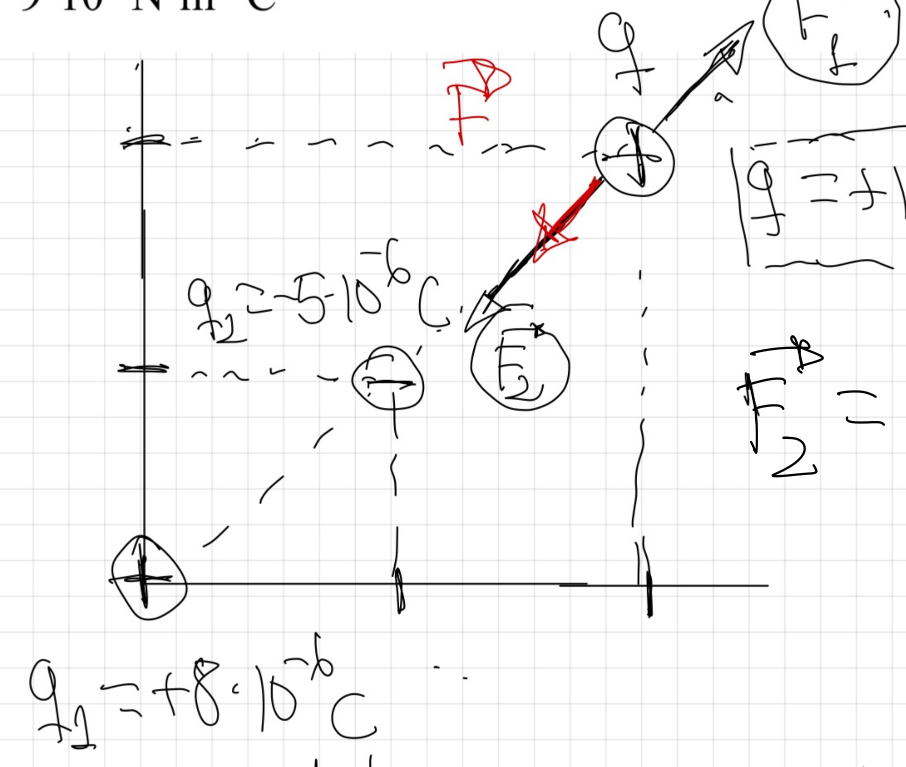

$$\operatorname{sen}45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2y}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2y}| = |\vec{F}_2|\cdot\operatorname{sen}45^\circ = 2'25\cdot10^{-2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$|\vec{F}_{2y}| = 1'59\cdot10^{-2}\,N$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2x}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2x}| = 1'59\cdot10^{-2}\,N$$

$$\vec{F}_2 = -1'59\cdot10^{-2}\,\vec{i} - 1'59\cdot10^{-2}\,\vec{j}\ (N)$$

$=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$



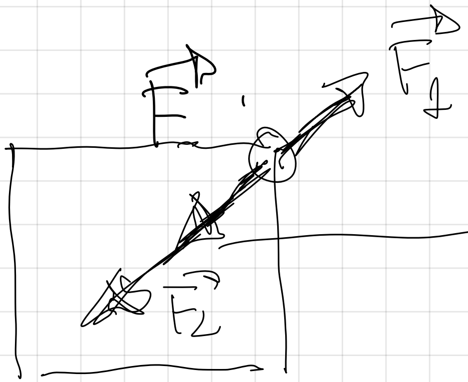

$$\boxed{q = +10^{-6}\ C}$$

$$\vec{F}_1 = +6'36\cdot 10^{-3}\ \vec{i} + 6'36\cdot 10^{-3}\ \vec{j}\ (N)$$

$$\vec{F}_2 = -1'59\cdot 10^{-2}\ \vec{i} - 1'59\cdot 10^{-2}\ \vec{j}\ (N)$$

Principio de superposición →

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

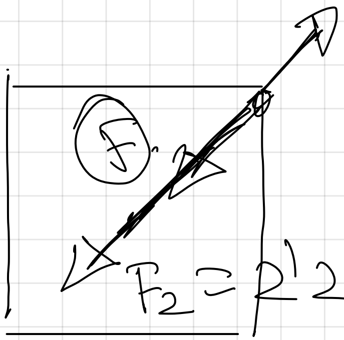



$$\vec F = \vec F_1 + \vec F_2$$

$$\vec F = -9'9\cdot 10^{-3}\,\vec i - 9'9\cdot 10^{-3}\,\vec j \ \text{(N)}$$

$$\boxed{|\vec F| = \sqrt{x^2+y^2} = 1'35\cdot 10^{-2}\,N}$$

$F_1 = 9\cdot 10^{-3}\,N$




$F_2 = 2'25\cdot 10^{-2}\,N$

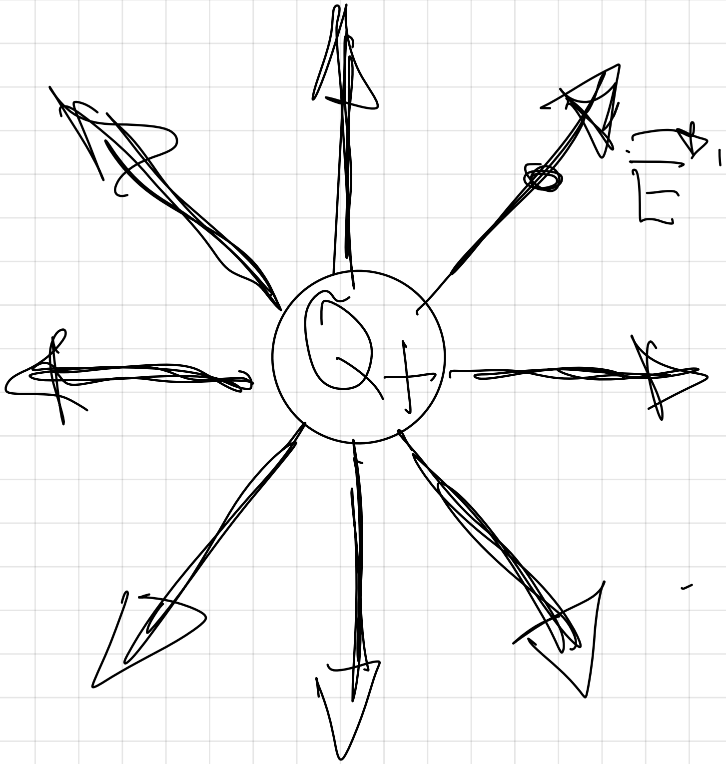
$$|\vec F| = |\vec F_2| - |\vec F_1|$$

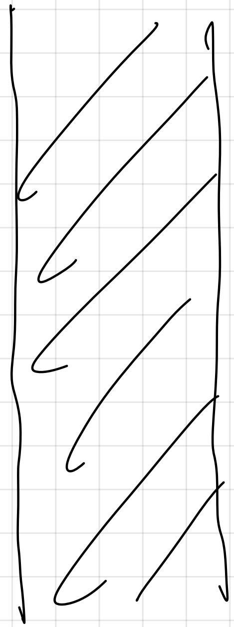
$$|\vec F| = 2'25\cdot 10^{-2} - 9\cdot 10^{-3}$$

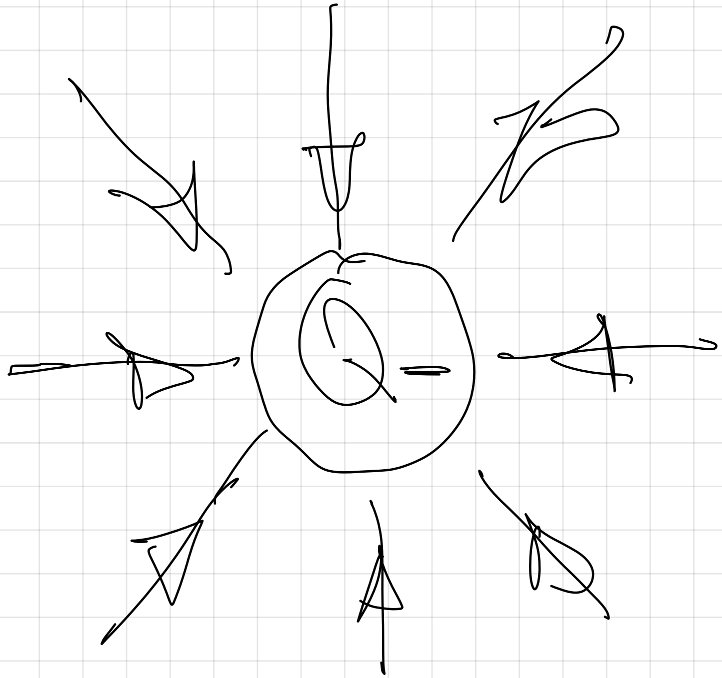
$$\boxed{|\vec F| = 1'35\cdot 10^{-2}\,N}$$

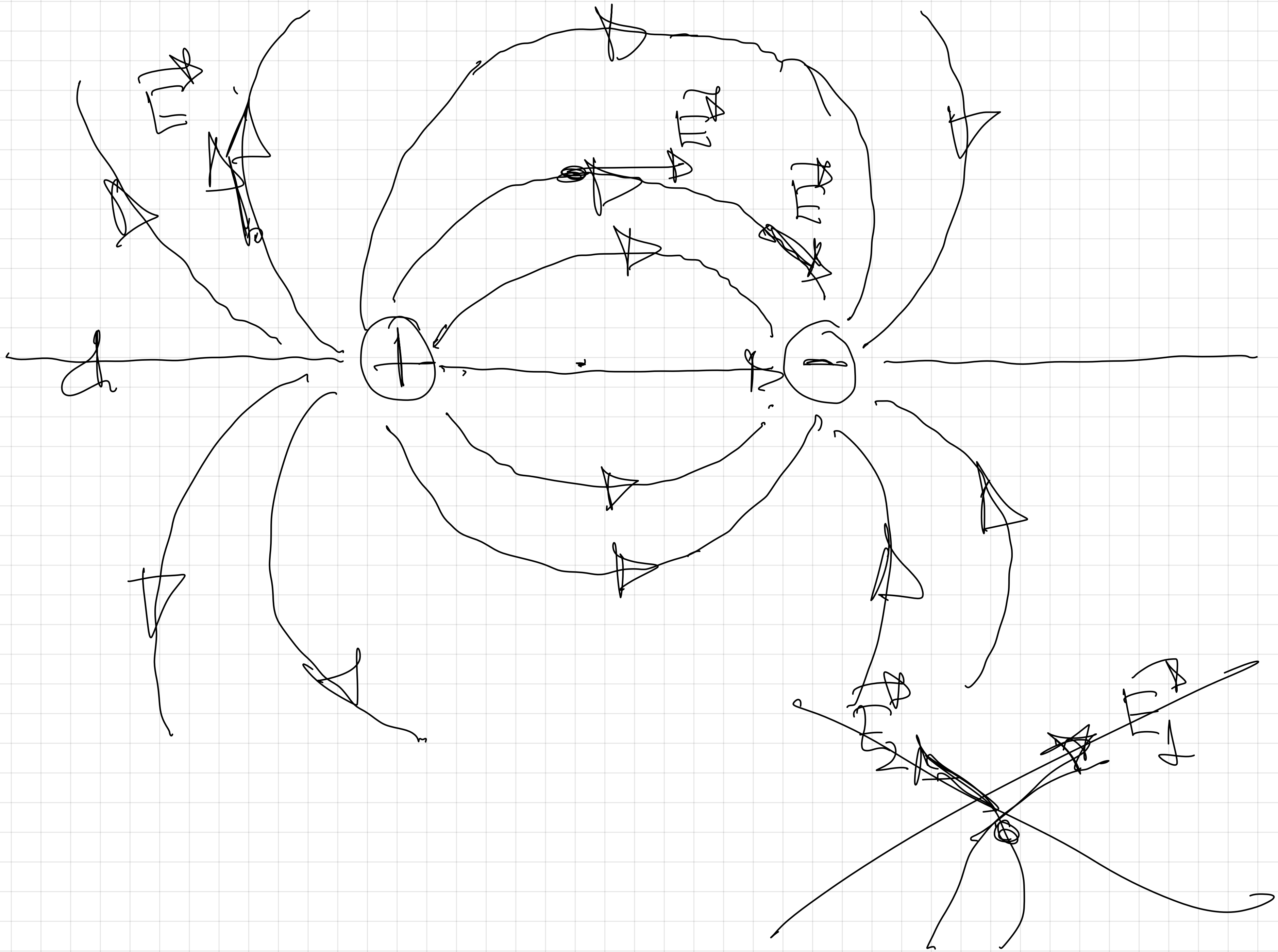
Pag 43.

# 5.- LÍNEAS DE CAMPO






+
−
E
E
E
E
E
E

## $E_p$ gravitatoria.

$$E_p = \ominus G \cdot \frac{M \cdot m}{r} \quad (\text{J en SI})$$

Siempre es negativa

## $E_p$ eléctrica

$$E_p = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r} \quad (\text{J en SI})$$

Puede ser positiva o negativa!

¡OJO! en las magnitudes escalares del campo eléctrico

¡SIEMPRE! se sustituye la carga por su signo

potencial gravitatorio $V$

$$V = \frac{E_p}{m} = \frac{-G \cdot \frac{M \cdot \cancel{m}}{r}}{\cancel{m}} = -G \cdot \frac{M}{r}$$

$$\left(\frac{J}{Kg}\right)$$

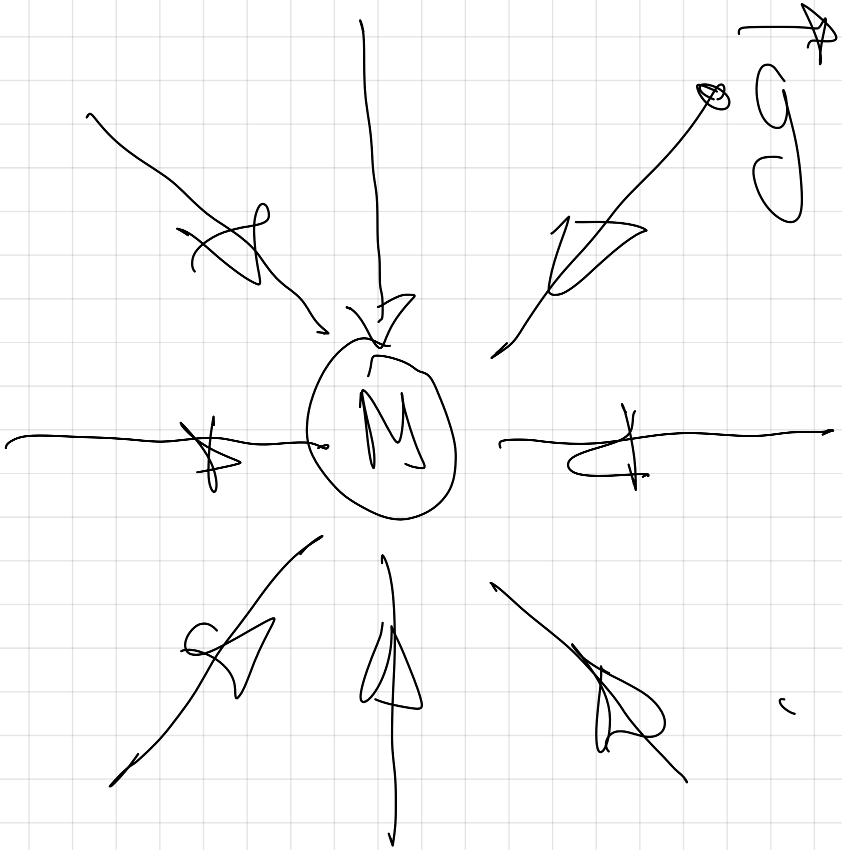
$$\boxed{E_p = m \cdot V}$$

potencial eléctrico $V$

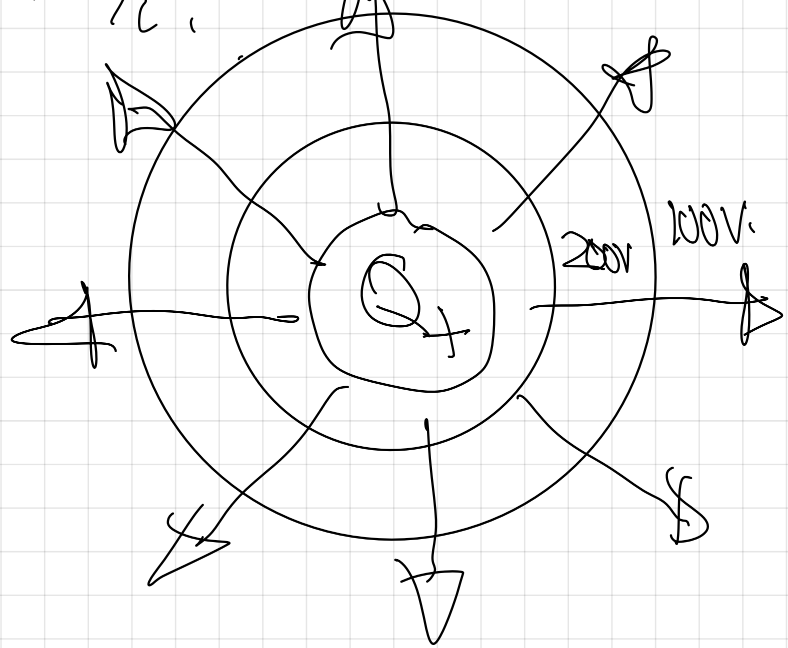
$$V = \frac{E_p}{q} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot \cancel{q}}{r}}{\cancel{q}} = K \cdot \frac{Q}{r}$$

$$\left(\frac{J}{C} = \text{voltio}\right)$$

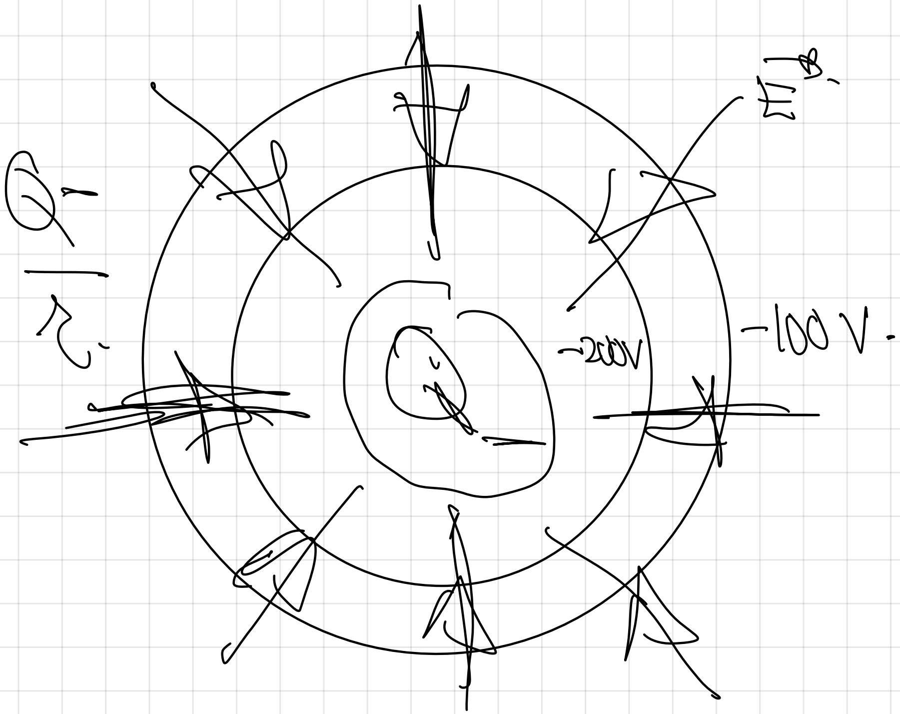
$$\boxed{E_p = q \cdot V}$$




$V = k \frac{Q_+}{r}$




$V = k \frac{Q_-}{r}$



$$-\Delta E_p = W = \Delta E_k$$

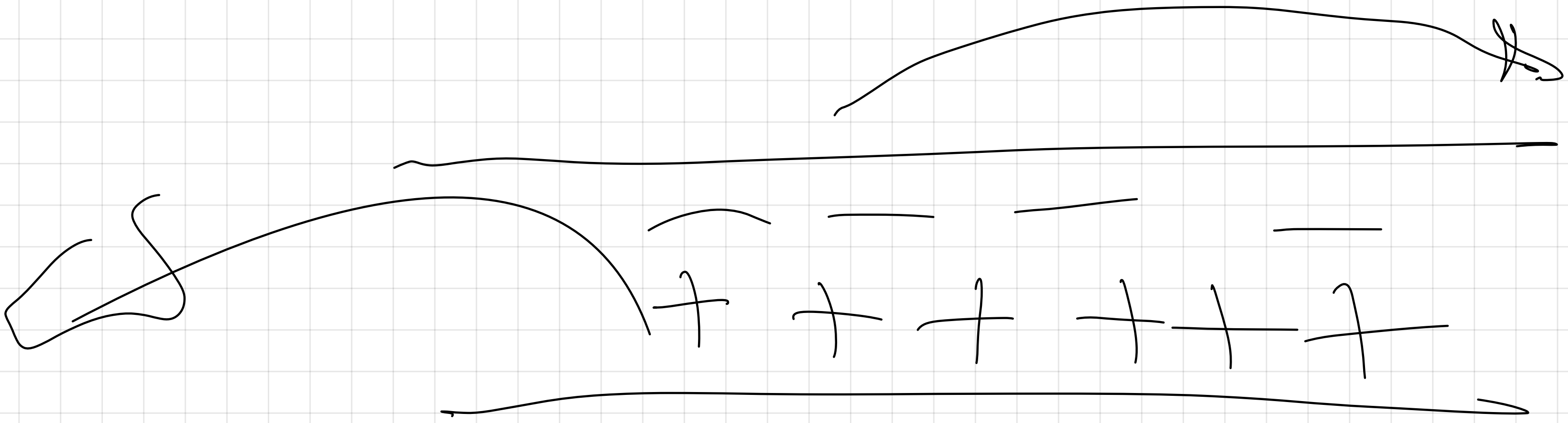
$$W = m \cdot (V_1 - V_2)$$

$$W = g \cdot (V_1 - V_2) > 0$$

$$+ \quad V_1 \overset{+}{>} V_2$$

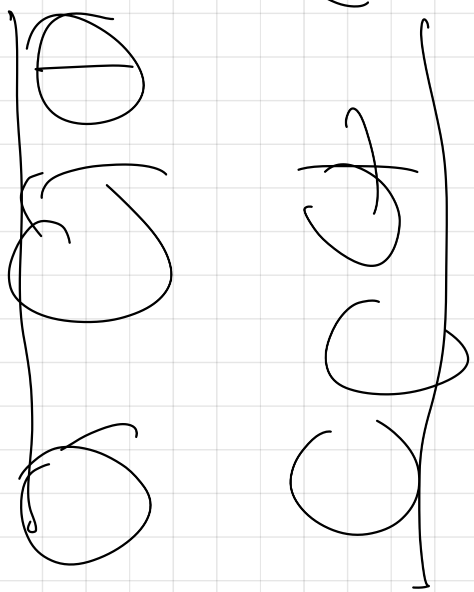
$$W = q\,(V_1 - V_2) \geq 0.$$

$-$ : $V_1 < V_2$.



$V_1 < V_2$

$V_1 \quad \cancel{X}_2 \quad V_{-1}$



$W_{1\to 2} = Ep_1 - Ep_2$

$$\boxed{\text{Sabiendo que } V = Ep/q \rightarrow Ep = q \cdot V}$$

$W_{1\to 2} = q \cdot V_1 - q \cdot V_2$

$$\boxed{\mathbf{W_{1\to 2} = q \cdot (V_1 - V_2)}}$$

**Si sabemos que cuando $W_{1\to 2} > 0$ ( trabajo positivo ), la fuerza eléctrica desplaza a la carga espontáneamente, estudiamos los tres siguientes casos:**

a) **Cuando $W_{1\to 2}$ es positivo, y si q es positiva, entonces $(V_1 - V_2) > 0$, para que se cumpla que $W_{1\to 2} > 0$, y por lo tanto :**

$W_{1\to 2} = q \cdot ( V_1 - V_2 )$
$+ \quad = + \quad \cdot \quad +$

$$V_1 - V_2 > 0$$

$$V_1 > V_2$$

$$\downarrow$$

**Por ello decimos que una carga positiva se desplaza espontáneamente ($W_{1\to 2} > 0$) en el sentido de los potenciales decrecientes (pasa de mayor a menor potencial)**

b) **Cuando $W_{1\to 2}$ es positivo, y si q es negativa, entonces $(V_1 - V_2) < 0$, para que se cumpla que $W_{1\to 2} > 0$, y por lo tanto:**

$W_{1\to 2} = q \cdot ( V_1 - V_2 )$
$+ \quad = - \quad \cdot \quad -$

$$V_1 - V_2 < 0$$

$$V_1 < V_2$$

$$\downarrow$$

**Por ello decimos que una carga negativa se desplaza espontáneamente ($W_{1\to 2} > 0$) en el sentido de los potenciales crecientes (pasa de menor a mayor potencial)**

c) **En las superficies equipotenciales el trabajo es nulo al ser $V_1 = V_2$**

$W_{1\to 2} = q \cdot ( V_1 - V_2 ) = 0$

pag 48.

# Magnitudes escalares

F conservativa.

$$\boxed{-\Delta E_{p_{A\to B}} = W_{A\to B}} = \Delta E_c\,.$$

$$-(E_p - E_{pA}) = W_{A\to B}$$

$$\boxed{\text{Cada carga con su signo.}}$$

$$E_p = q\cdot V\,.$$

$$W_{A\to B} = E_{pA} - E_{pB}$$

$$W_{A\to B} = q\cdot V_A - q\cdot V_B\,.$$

$$W_{A\to B} = q\left(V_A - V_B\right) > 0.$$

Desplazamiento espontáneo.

Si $q$ ⊕,

$$W_{A\to B} = q\cdot\underbrace{(V_A - V_B)}_{\oplus} > 0.$$

⊕ , ⊕

$$V_A > V_B$$

Las cargas positivas se desplazan en el orden de potenciales decrecientes.

(de mayor a menor).

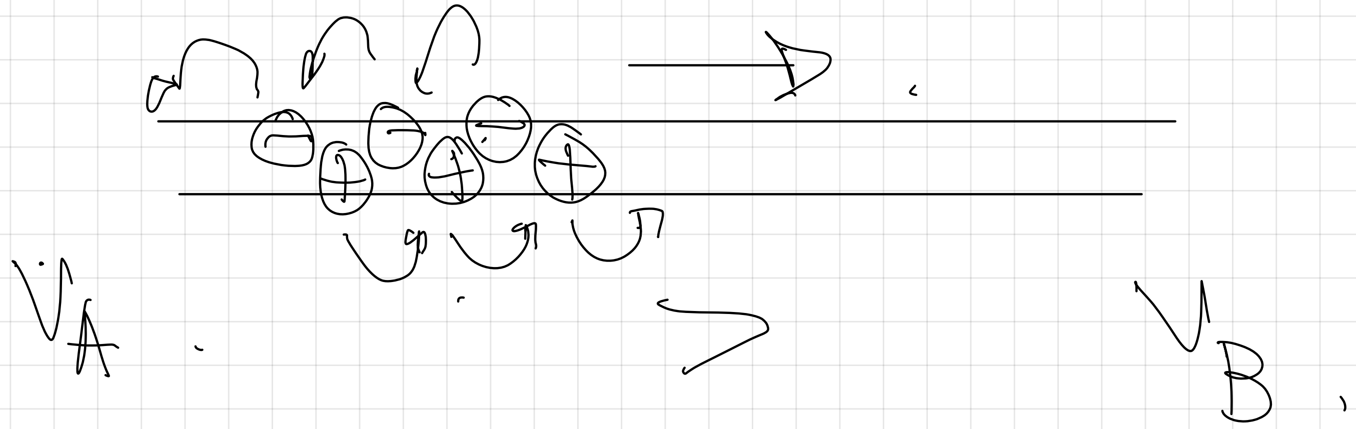
Si $q$ $\ominus$

$$W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0,$$

$$\ominus \quad \ominus$$

$$V_A < V_B$$

Las cargas negativas se desplazan en el orden creciente de potenciales (de menor a mayor)




**11.-** Consideremos una carga de $2 \cdot 10^{-6}$C

a) Realizar un esquema de las líneas de campo y de las superficies equipotenciales

b) Calcular el trabajo que sería necesario para trasladar una carga de $\boxed{-1{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{C}}$ desde la superficie equipotencial de 6000 V hasta la superficie equipotencial de 2000 V. Comentar el resultado

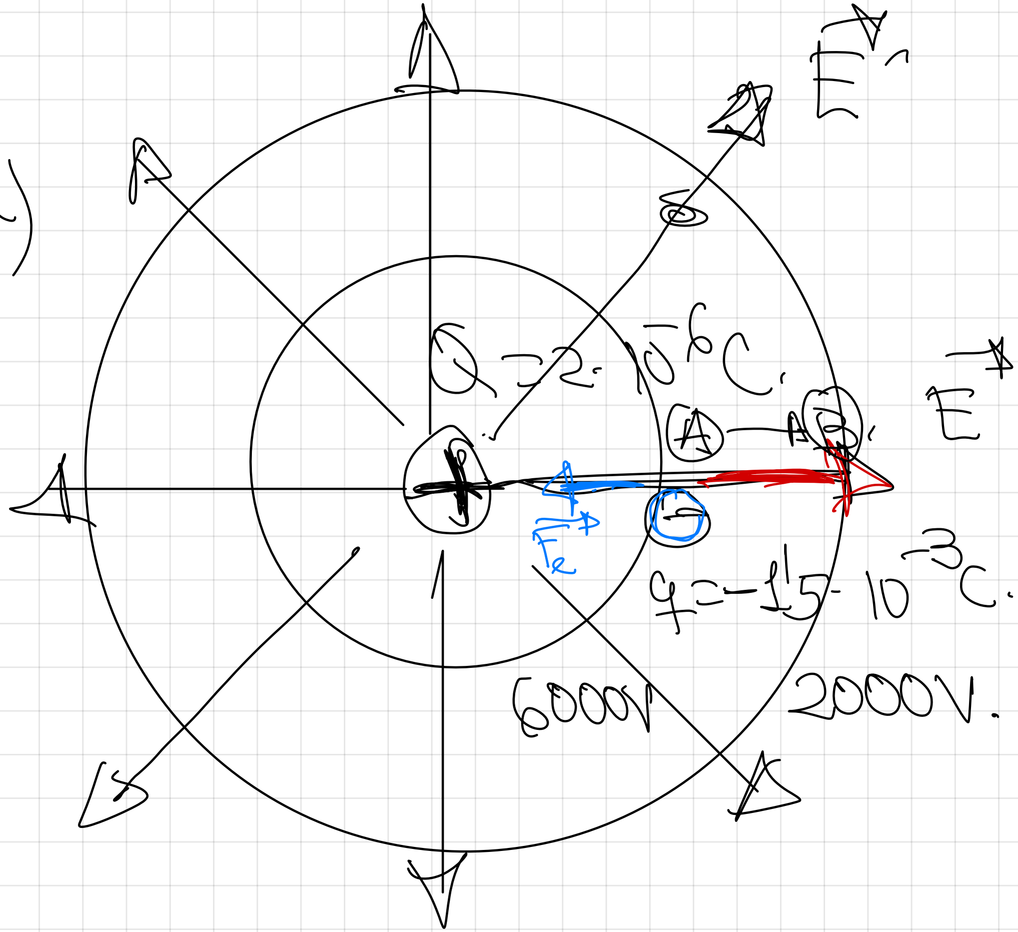
c) Calcular el trabajo que sería necesario para trasladar la carga del apartado anterior desde la superficie equipotencial de 2000 V hasta la superficie equipotencial de 6000 V. Comentar el resultado.

d) Calcular la separación entre ambas superficies equipotenciales

$K=9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$

11

a) y b)




$$E_p = K\cdot\frac{Q\cdot q}{r}$$ signo

$$V = \frac{E_p}{q} = \frac{\frac{K\cdot Q\cdot \cancel{q}}{r}}{\cancel{q}}$$

$$\left(\frac{J}{C} = V\right)$$

$$\downarrow V = K\cdot\frac{Q}{r}\uparrow$$

$$W_{A\to B} = q\cdot(V_A - V_B) < 0$$

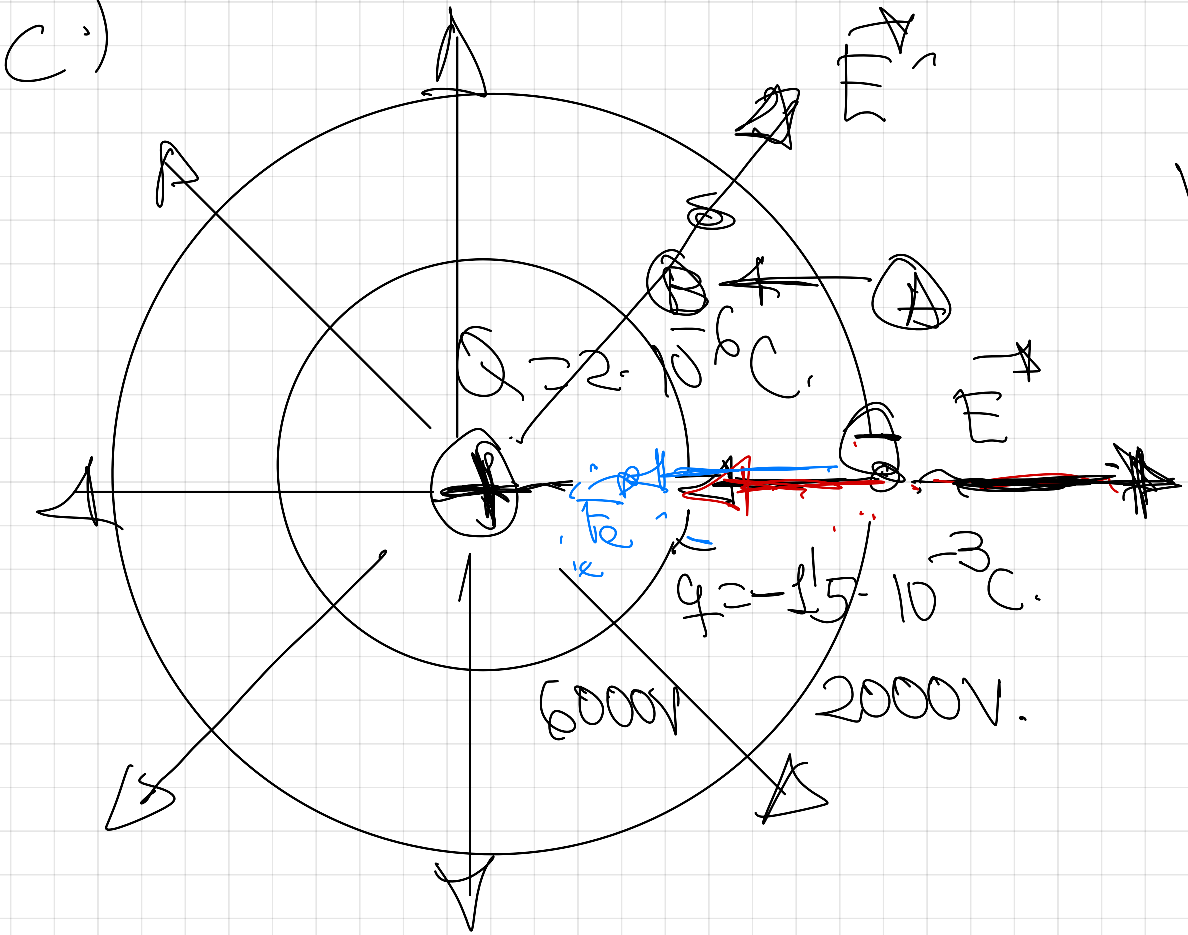
−   +

$$V_A > V_B$$

$$W_{A\to B} = -1'5 \cdot 10^{-3}\,C \cdot (6000 - 2000)$$

$$W_{A\to B} = -6\,J \; < 0$$ No espontáneo (no lo realiza la F eléctrica)

c)



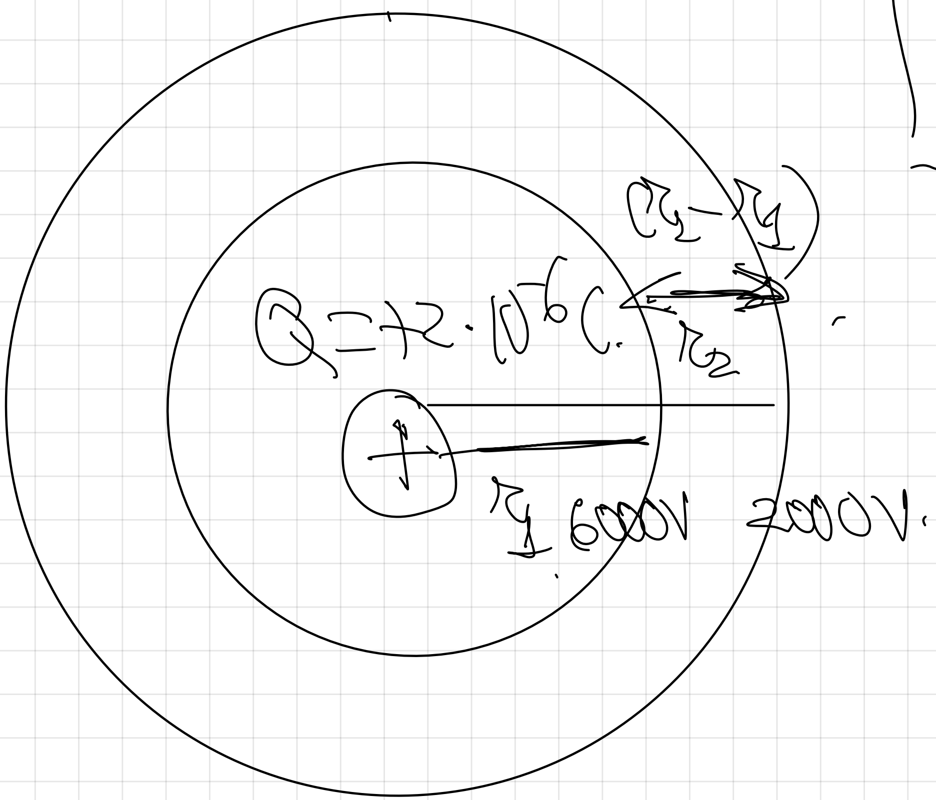

$$W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B)$$

$$W_{A \to B} = q\,(V_A - V_B)$$

$$W_{A \to B} = -1{,}5 \cdot 10^{-3}\,(2000 - 6000)$$

$$W_{A \to B} = 6\,J.$$

d)




$$\boxed{V = K \cdot \frac{Q}{r}} \qquad r = \frac{KQ}{V}$$

$$r_2 = \frac{K \cdot Q}{V_1} = \frac{9 \cdot 10^{9}(+2 \cdot 10^{-6})}{+2000}$$

$$r_1 = 9\,m$$

$$r_1 = \frac{K \cdot Q}{V_2} = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot (+2 \cdot 10^{-6})}{+6000}$$

$r_2 = 3\,m.$

Separación entre
sup. equipot.

$r_2 - r_1 = 9\,m - 3\,m = 6\,m.$

**9.-** Se tienen dos iones con carga +e y –e separados por una distancia de 3Å . Calcula:

a) La distancia del ión positivo a la que se anula el campo eléctrico.

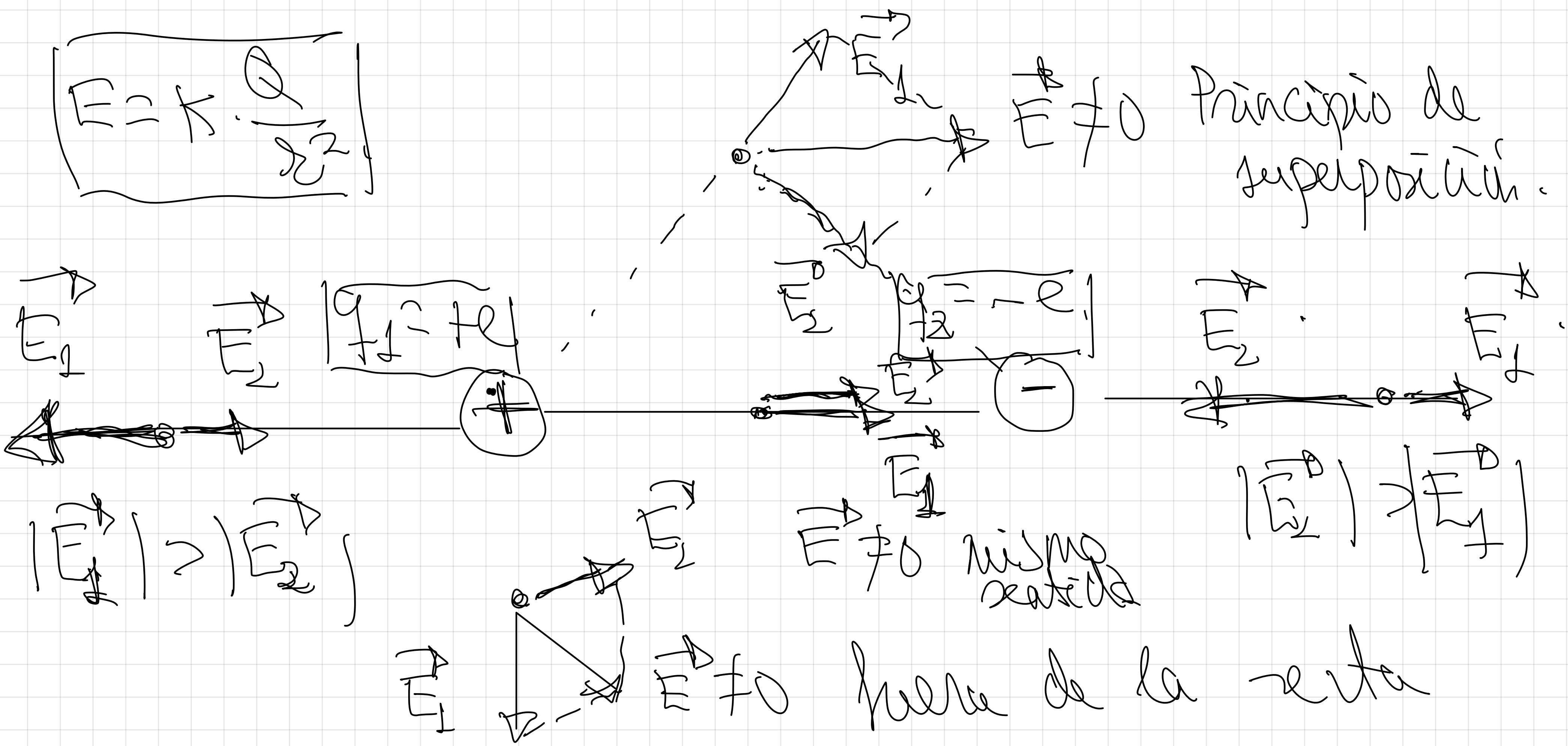
b) La distancia del ión positivo a la que se anula el potencial eléctrico a lo largo de la línea recta que une a los iones

c) La energía potencial eléctrica de los dos iones

$e=1,6 \cdot 10^{-19} C \quad K=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$

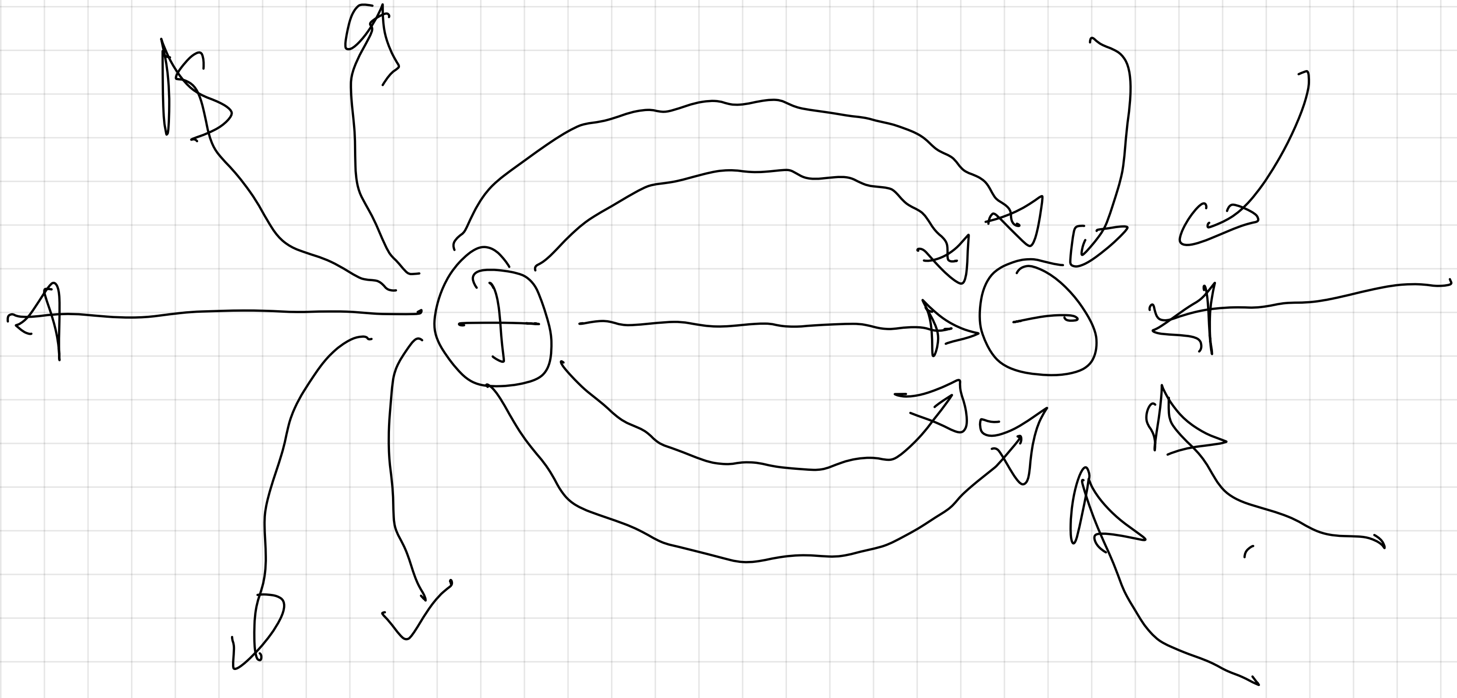
$$\boxed{1\,\text{Å} = 10^{-10}\ m}$$

$$\boxed{E = K \cdot \frac{Q}{r^2}}$$

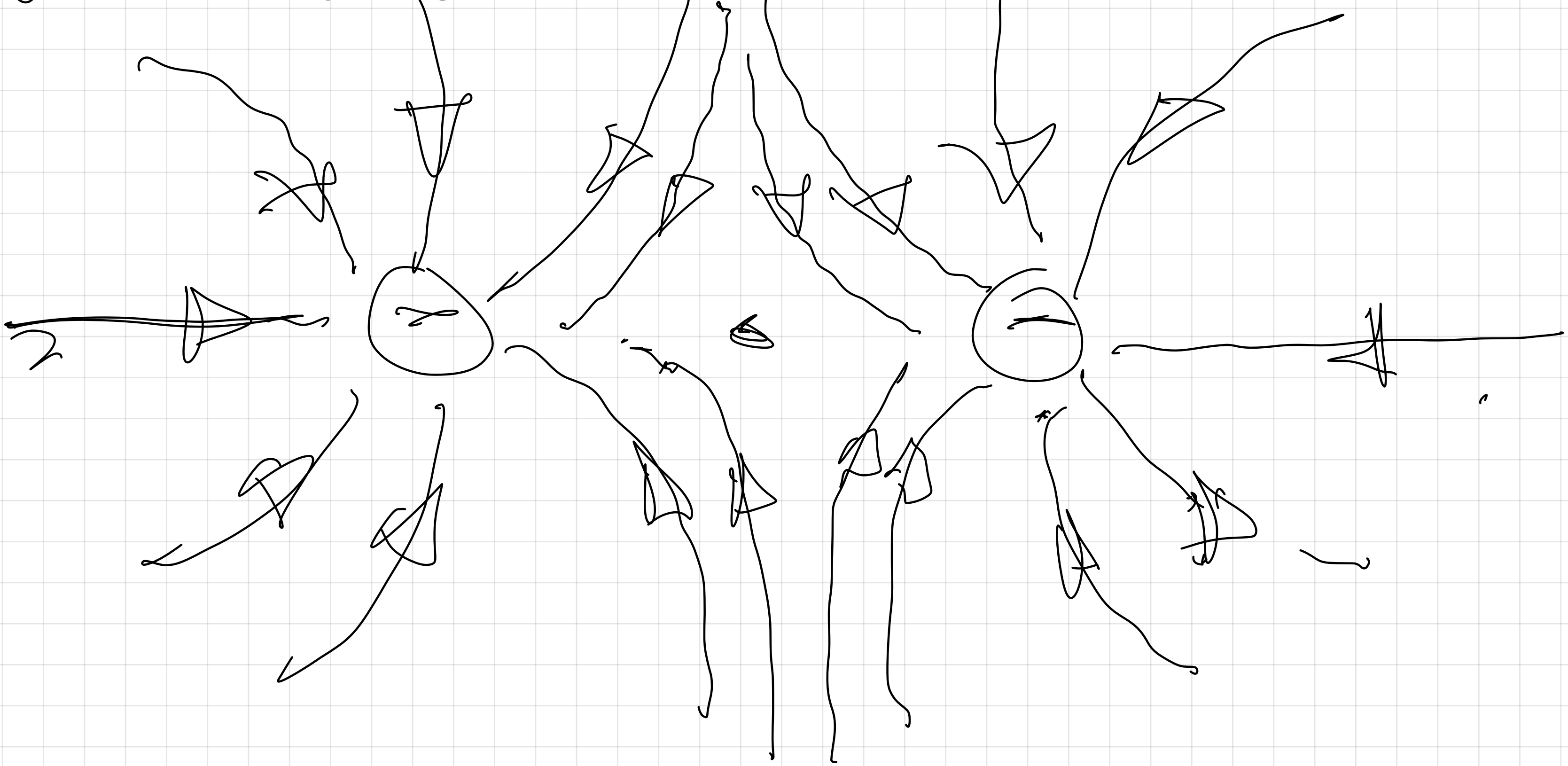


no tienen la misma
dirección.

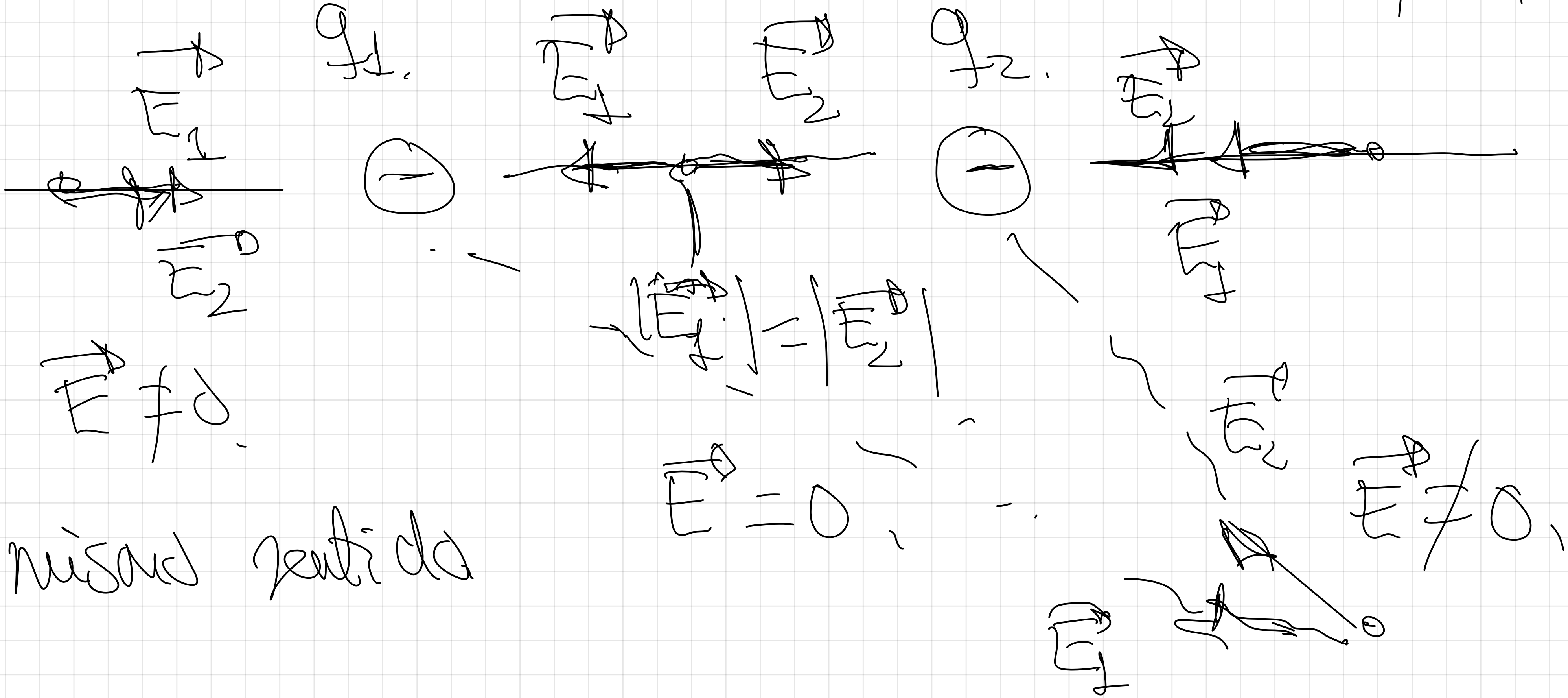
Exceptuando el ∞, donde por definición $E=0$, el campo $\vec{E}$ no es nulo en ningún punto que rodea a las cargas.



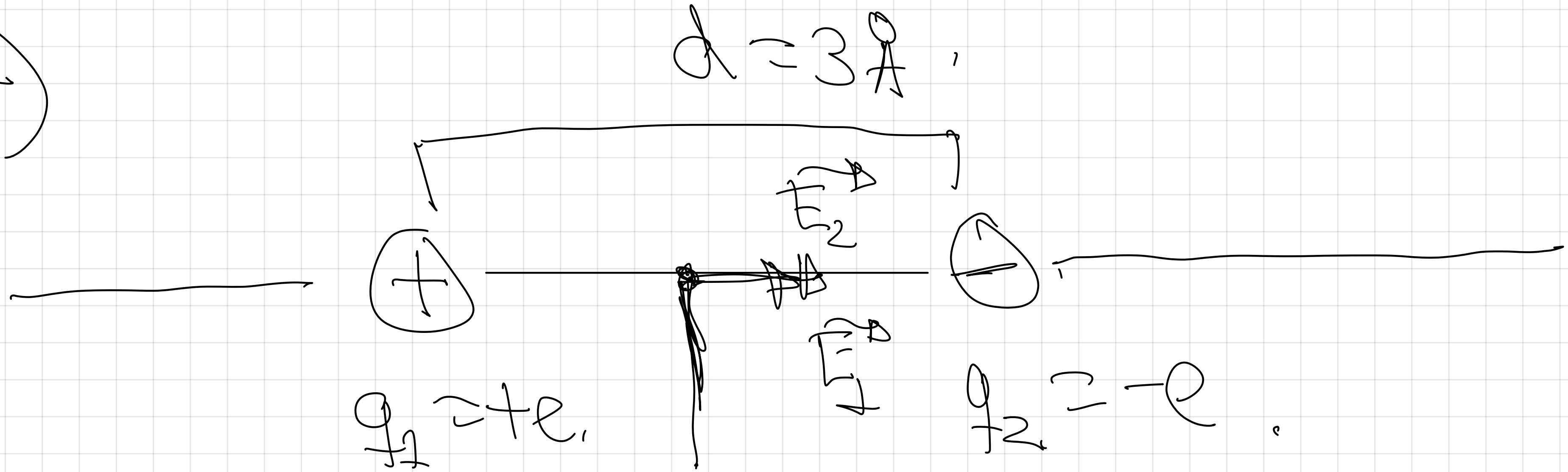
Inäs Abdenhagen -



$\vec{E} \neq 0.$


$q_1$
$q_2$
$\vec{E}_1$
$\vec{E}_2$
$\vec{E}_1$
$\vec{E}_2$
$\vec{E}_1$
$\vec{E}_2$
$\vec{E} \neq 0.$
mismo sentido
$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$
$\vec{E} = 0$
$\vec{E}_2$
$\vec{E}_1$
$\vec{E} \neq 0,$

b)




$V = V_1 + V_2$ , $\boxed{\text{Principio de superposición}}$

$$V = K \cdot \frac{+e}{d/2} + K \cdot \frac{-e}{d/2} = \boxed{0}$$

El potencial (magnitud escalar) es nulo en el punto medio (a $1'5 \cdot 10^{-10}$ m de cada carga)

c) Ep eléctrica es escalar, cada carga con su signo

$\oplus$ $\ominus$

$$E_p = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{+1'6 \cdot 10^{-19} C \cdot (-1'6 \cdot 10^{-19} C)}{3 \cdot 10^{-10} m}$$

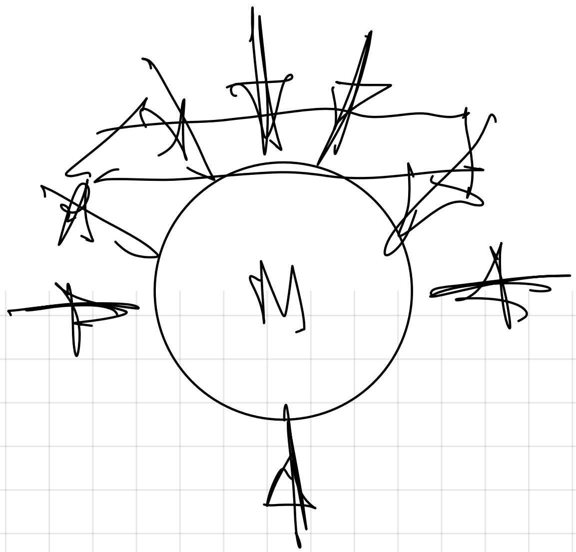
$$\boxed{E_p = -7'68 \cdot 10^{-19} J}$$

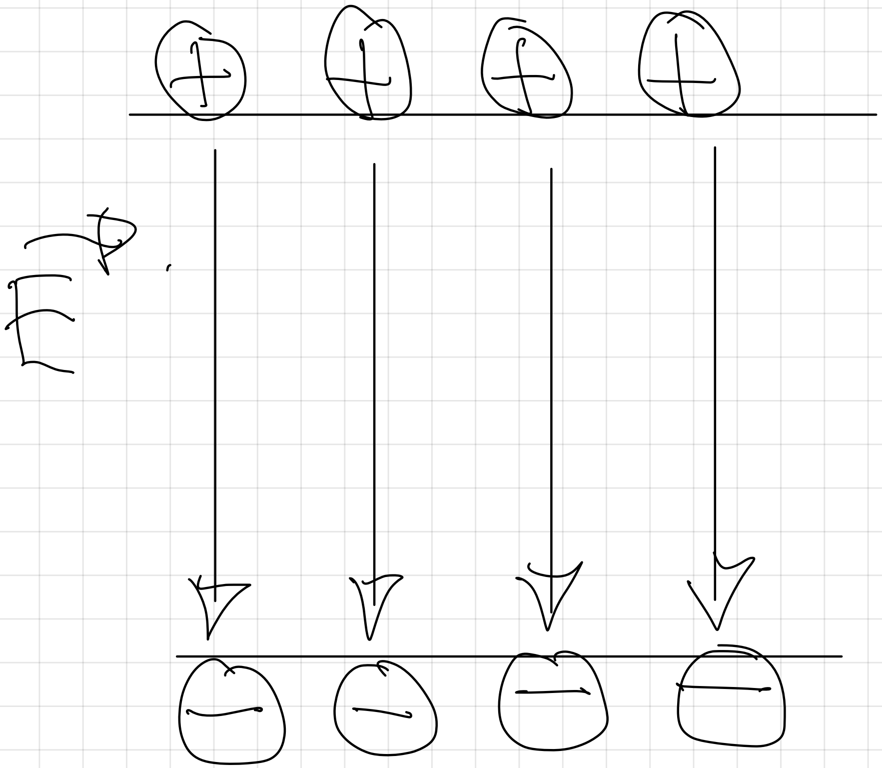
**39.-** Una bola de 0,2 g de masa y una carga de $5\cdot10^{-6}$ C está suspendida por un hilo en el interior de un campo eléctrico uniforme E=200N/C dirigido en la dirección del eje OY hacia abajo. Sabiendo que $g=10\ m\cdot s^{-2}$, calcular la tensión del hilo si la masa permanece en reposo en los siguientes casos:

a) Si la carga es positiva

b) Si la carga es negativa

c) Si se pierde la carga




Campo eléctrico uniforme: líneas de campo paralelas

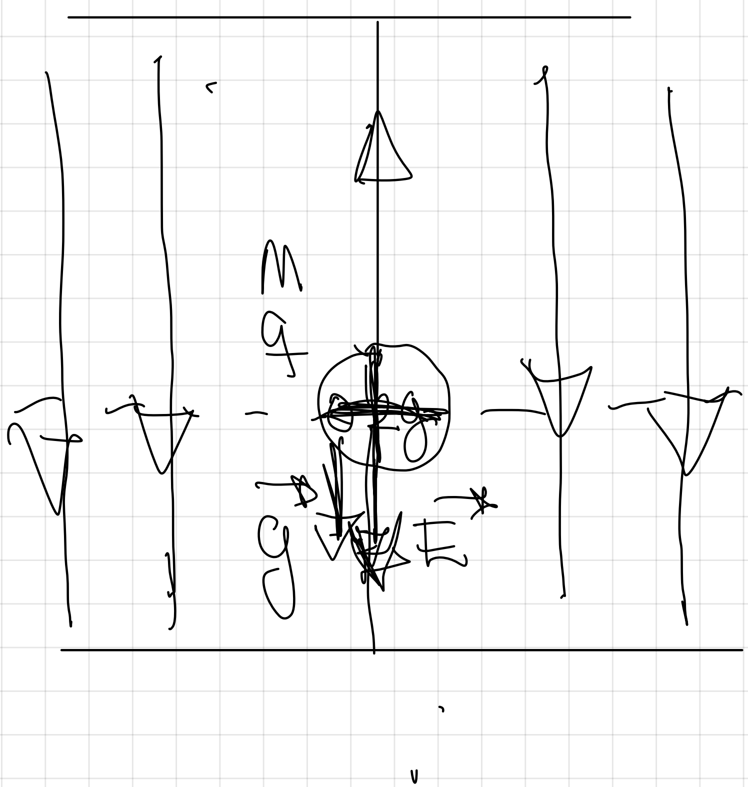
**39.-** Una bola de 0,2 g de masa y una carga de $5\cdot10^{-6}$ C está suspendida por un hilo en el interior de un campo eléctrico uniforme E=200N/C dirigido en la dirección del eje OY hacia abajo. Sabiendo que g=10 $m\cdot s^{-2}$, calcular la tensión del hilo si la masa permanece en reposo en los siguientes casos:

a) Si la carga es positiva

b) Si la carga es negativa

c) Si se pierde la carga

a)




$\vec{E}$

REPOSO

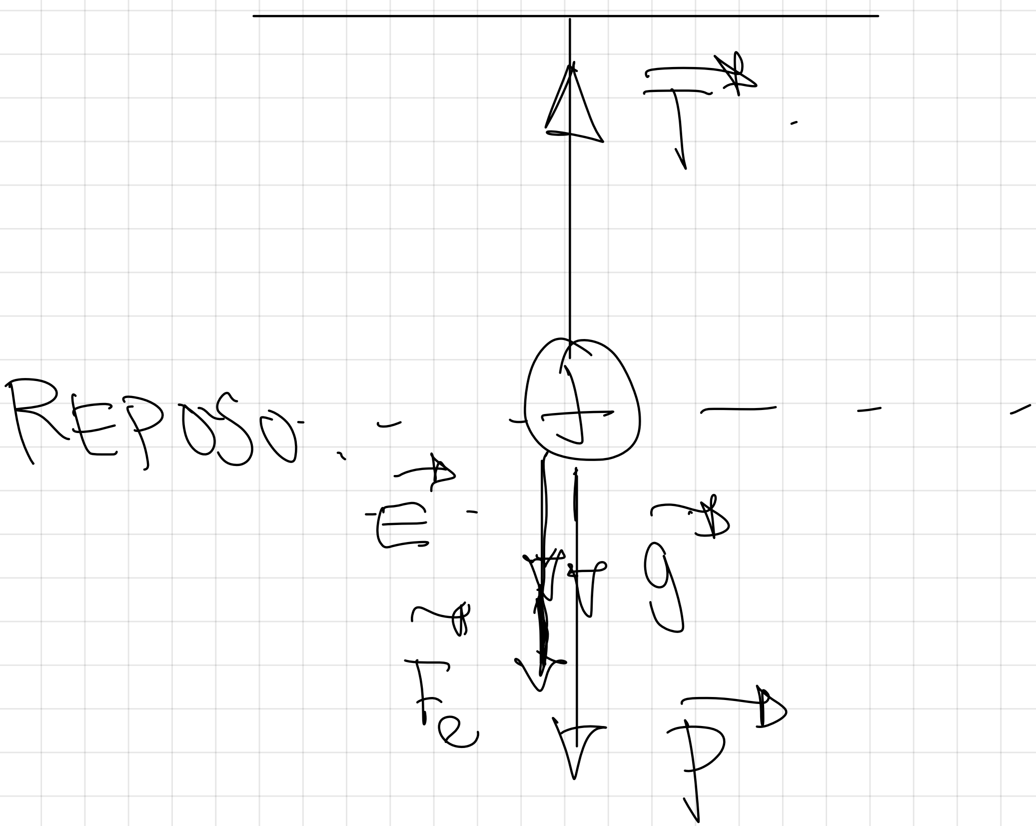
$m = 0{,}2\,g = 0{,}2\cdot10^{-3}\,kg$

$P = m\cdot g = 0{,}2\cdot10^{-3}\cdot10$

$P = 2\cdot10^{-3}\,N$

$|\vec{F_e}| = |q|\cdot|\vec{E}| = 5\cdot10^{-6}\,\cancel{C}\cdot200\,\frac{N}{\cancel{C}}$

$F_e = 1\cdot10^{-3}\,N$

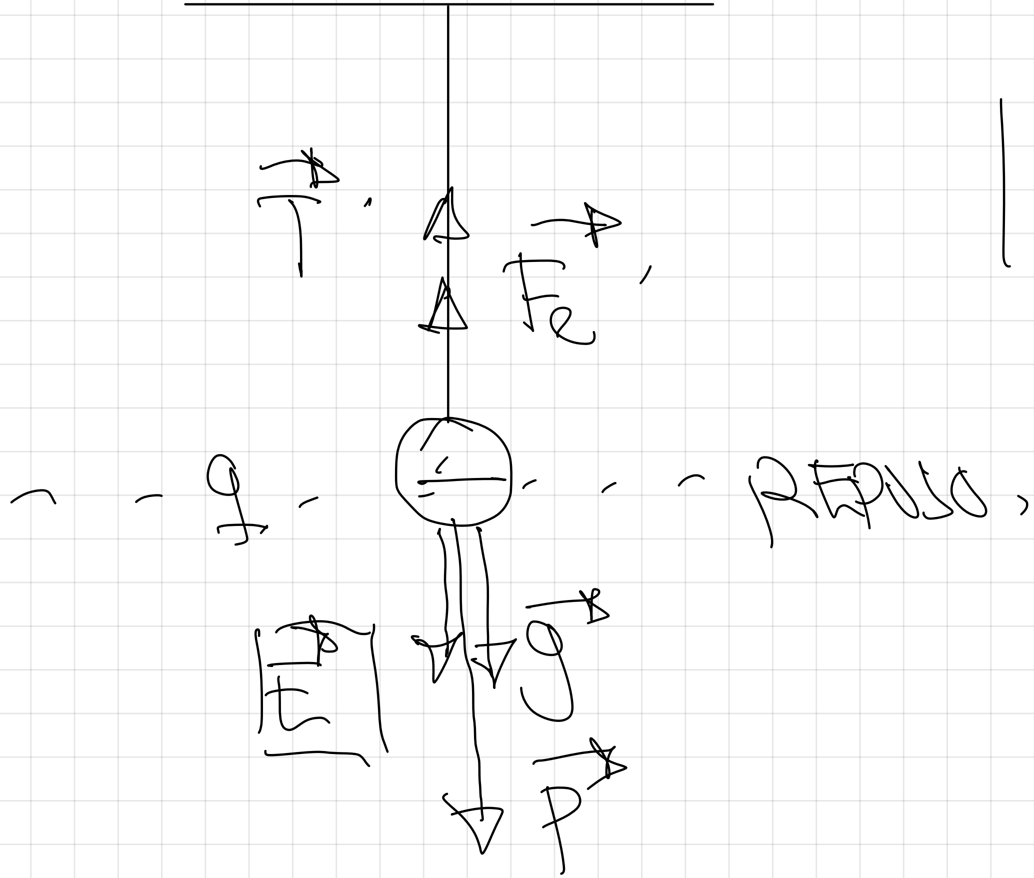



$$|\vec{T}| = |\vec{P}| + |\vec{F_e}|$$

$$|\vec{T}| = 2\cdot 10^{-3}\,N + 1\cdot 10^{-3}\,N$$

$$|\vec{T}| = 3\cdot 10^{-3}\,N$$

b)



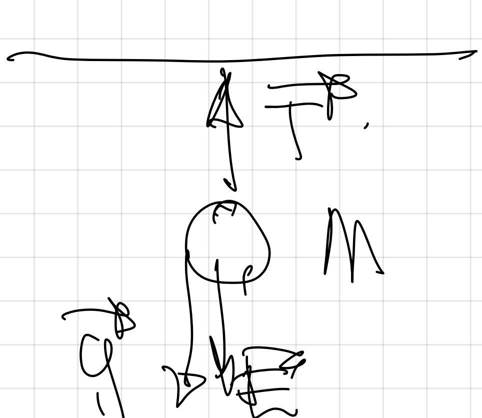

$$|\vec{T}| + |\vec{F_e}| = |\vec{P}|$$

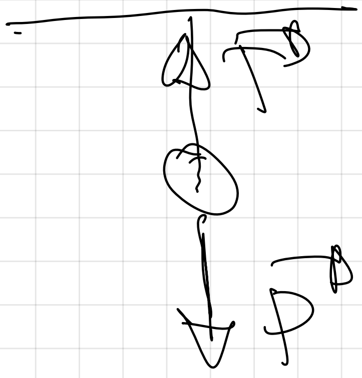
$$|\vec{T}| = |\vec{P}| - |\vec{F_e}|$$

$$T = 2\cdot 10^{-3} N - 1\cdot 10^{-3} N$$

$$T = 1\cdot 10^{-3} N$$

c)




$$|\vec{T}| = |\vec{P}|$$

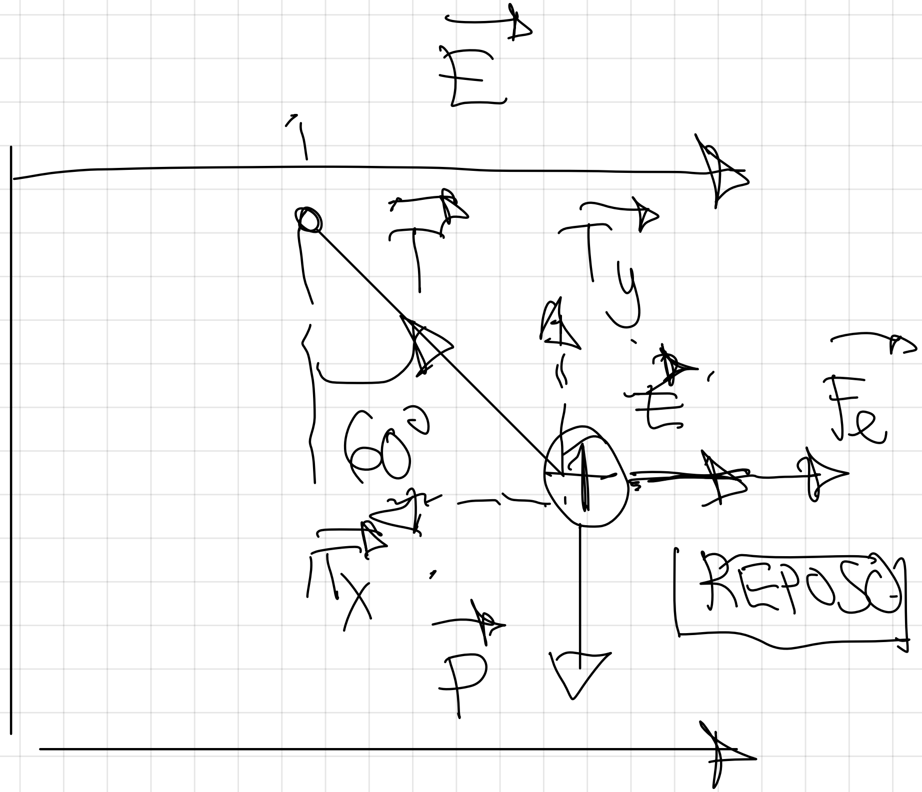
$$T = 1\cdot 10^{-3} N$$

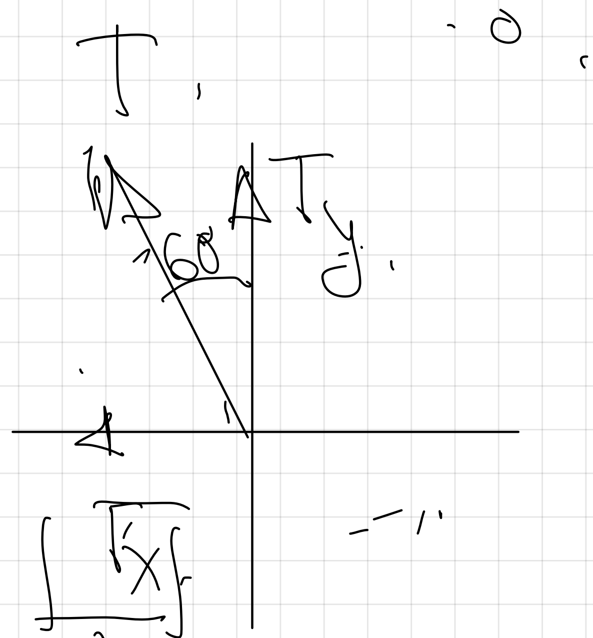
$\vec{F} = 2 \cdot 10^{-3}\,\vec{j}\ (N)$

**40**- Una bolita de 1 g, cargada con $+5\cdot10^{-6}$ C, pende de un hilo que forma un ángulo de 60º con la vertical, en una región en la que existe un campo eléctrico uniforme en dirección horizontal.

a) Explique, con ayuda de un esquema, qué fuerzas actúan sobre la bolita y calcule el valor del campo eléctrico.

b) Razone qué cambios experimentaría la situación de la bolita si: i) se duplicara el campo eléctrico; ii) si se duplicase la masa de la bolita. g=10 ms$^{-2}$




cateto opuesto

$$\left\{\begin{array}{l} |\vec{T_x}| = |\vec{F_e}| \Rightarrow T \cdot \operatorname{sen} 60^\circ = q \cdot E \\ |\vec{T_y}| = |\vec{P}| \Rightarrow T \cdot \cos 60^\circ = m \cdot g \end{array}\right. \qquad \begin{array}{l} \operatorname{sen} 60^\circ = \dfrac{T_x}{T} \\ \cos 60^\circ = \dfrac{T_y}{T} \end{array}$$

$$\frac{\cancel{T} \cdot \operatorname{sen} 60^\circ}{\cancel{T} \cdot \cos 60^\circ} = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}$$

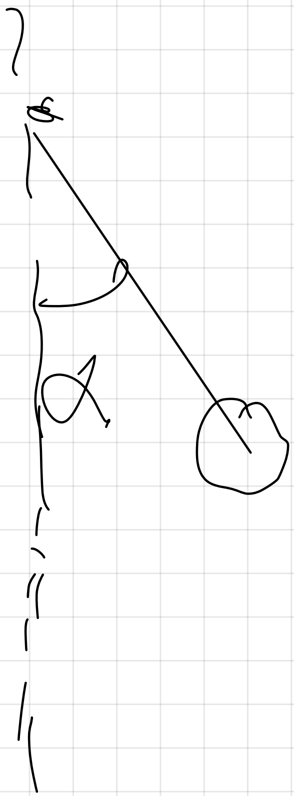
$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}$$

$$m \cdot g \cdot tg\,60 = q\,E$$

$$E = \frac{m \cdot g \cdot tg\,60^\circ}{q} = \frac{1 \cdot 10^{-3}\,kg \cdot 10 \cdot tg\,60^\circ}{5 \cdot 10^{-6}\,C}$$

$$E = 3400\ \frac{N}{C} \qquad \vec{E} = 3400\ \vec{\imath}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\boxed{tg\,\alpha = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}}$$



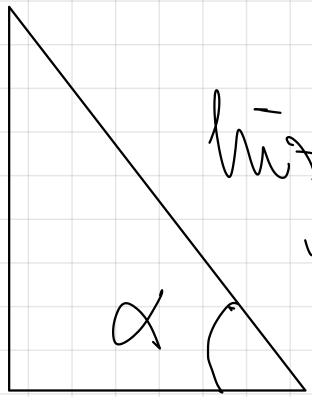
$$\operatorname{tg}\overset{\uparrow}{\alpha} = \frac{q \cdot E \uparrow}{m g}.$$

$$\uparrow \operatorname{tg}\alpha \Rightarrow \alpha \uparrow.$$

$$\boxed{\downarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{q \cdot E}{\uparrow m \cdot g}}$$

$$\downarrow \operatorname{tg}\alpha = \alpha \downarrow.$$

Cateto opuesto.



hipotenusa

$\alpha$

cateto contiguo.

Segundo $\Rightarrow$ s,

~~sg~~

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\operatorname{sen}\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\dfrac{\text{cateto opuesto}}{\cancel{\text{hipotenusa}}}}{\dfrac{\text{cateto contiguo}}{\cancel{\text{hipotenusa}}}} = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto contiguo}}$$

$\operatorname{tg}\alpha$ ✓

$\tan\alpha$ ✓

~~$\boxed{\text{tang}}\ \alpha$~~

~~tang $\alpha$~~

**10.-** Dos cargas puntuales $q_1=+3\cdot10^{-6}$ C y $q_2=+12\cdot10^{-6}$ C, están situadas, respectivamente, en los puntos A y B de una recta horizontal, separados 20 cm.

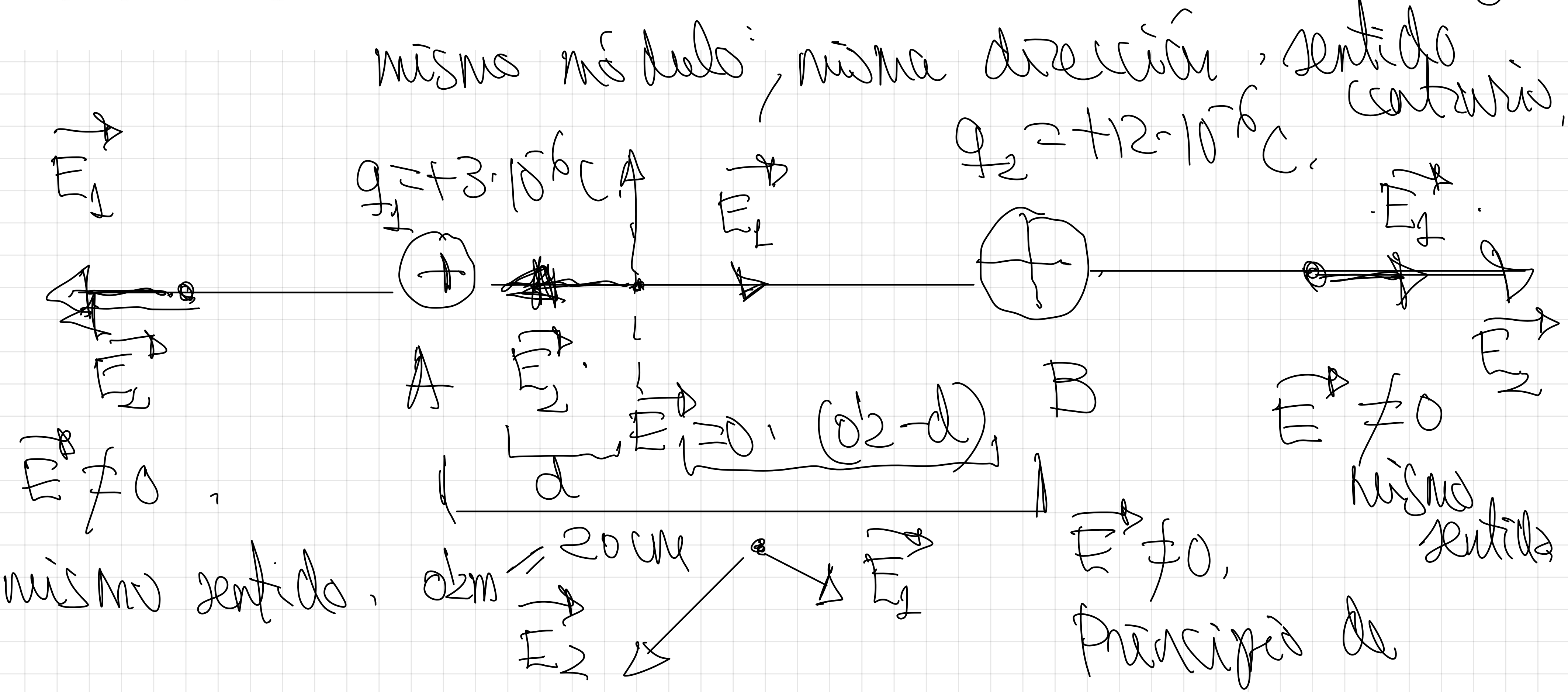
a) ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el campo sea nulo?. En caso afirmativo, calcule su posición.

b) ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el potencial sea nulo?. En caso afirmativo, calcule su posición.

c) Razone como variará el campo electrostático al pasar de A a B

$K=9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

$E = K\cdot\frac{Q}{r^2}$



superposición
(distinta dirección)

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

$$\cancel{K} \cdot \frac{|q_1|}{d^2} = \cancel{K} \cdot \frac{|q_2|}{(0'2-d)^2}$$

$$\frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{d^2}{(0'2-d)^2}$$

$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{d}{(0'2-d)} \Rightarrow d = 0'06 \text{ m de } A.$$

… para ver la posición en la que E es nulo.

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

$$\cancel{K} \cdot \frac{q_1}{r^2} = \cancel{K} \cdot \frac{q_2}{(0'2-r)^2}$$

$$\frac{3 \cdot 10^{-6}}{r^2} = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{(0'2-r)^2} \Rightarrow \left[0'04 - 0'4r + r^2\right] \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 12 \cdot 10^{-6} r^2$$

$$9 \cdot 10^{-6} r^2 + 1'2 \cdot 10^{-6} r - 1'2 \cdot 10^{-7} = 0$$ ⇒ Ecuación de segundo grado

$$r = \frac{-1'2 \cdot 10^{-6} \pm \sqrt{(1'2 \cdot 10^{-6})^2 + 4 \cdot 9 \cdot 10^{-6} + 1'2 \cdot 10^{-7}}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-6}} = \boxed{0'06\ m}$$ → Solución válida, a r = 0'06 m de distancia de la carga $q_1$.

[illegible]

El potencial nunca será nulo puesto que en cualquier punto $V = V_1 + V_2$ es la suma de dos potenciales positivos creados por dos cargas (+).

b)

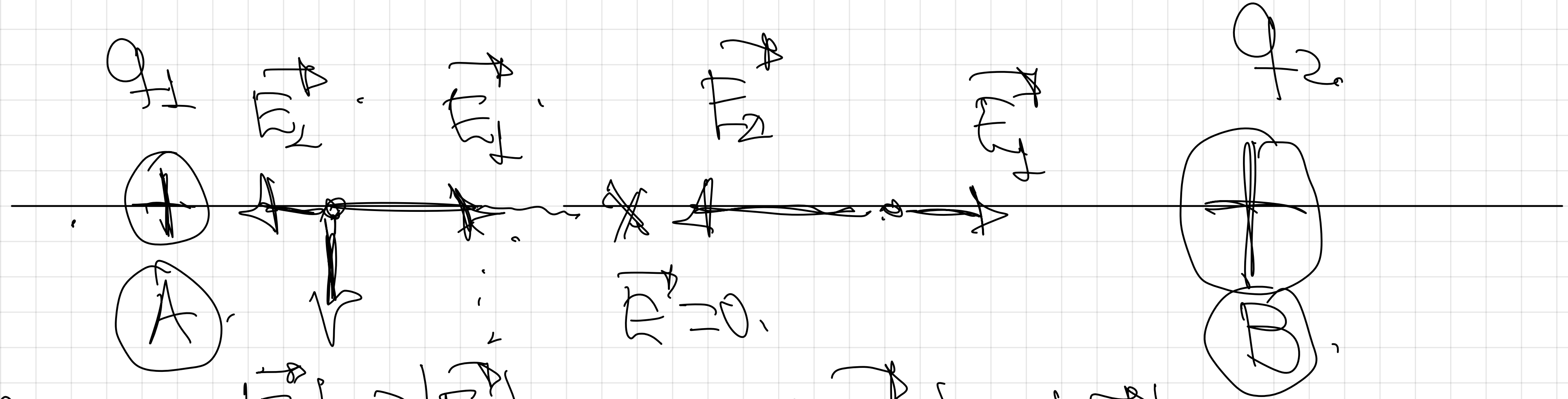

Principio de superposición -

Potencial $\Rightarrow$ Magnitud escalar.

$$V = K \cdot \frac{\overset{+}{q_1}}{r_1} + K \cdot \frac{\overset{+}{q_2}}{r_2} \neq 0$$

Salvo en el $\infty$, no se anula.

c)



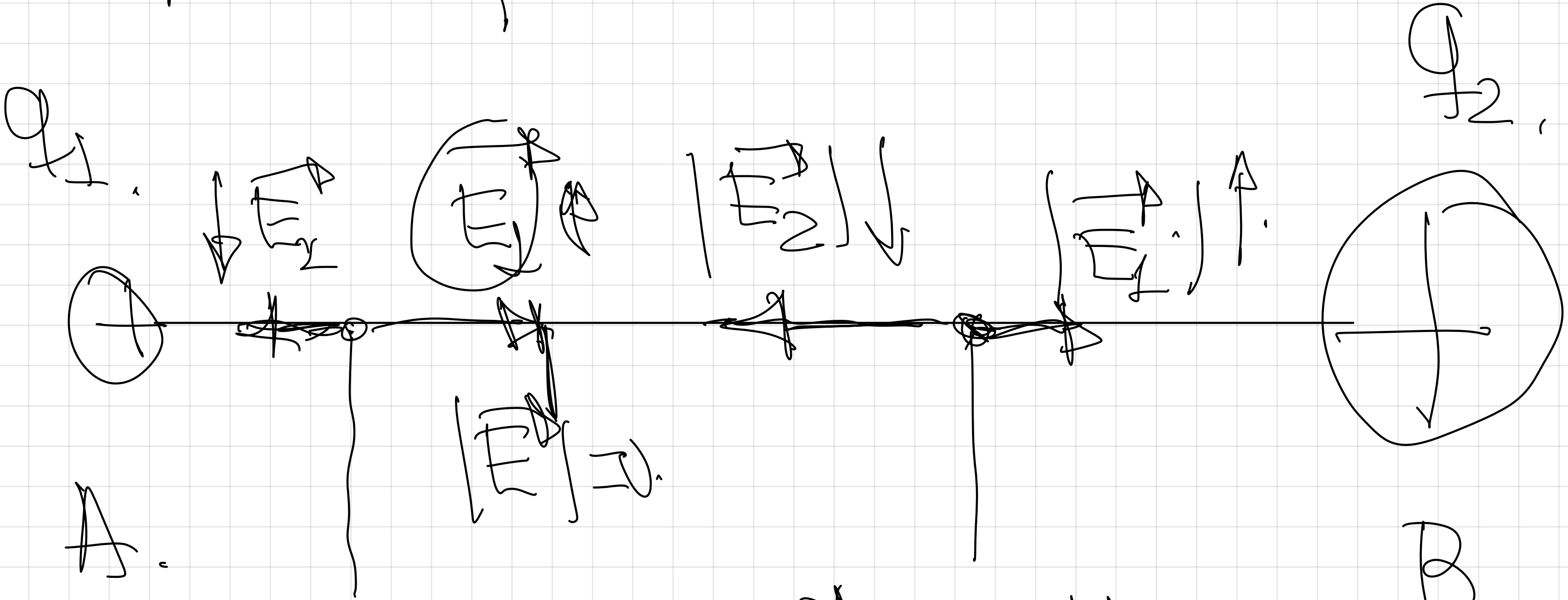

$$E = K\frac{Q}{r^2}$$

$|\vec{E}_1| > |\vec{E}_2|$ $\qquad$ $|\vec{E}_2| > |\vec{E}_1|$

$|\vec{E}| = |\vec{E}_1| - |\vec{E}_2|$ $\qquad$ $|\vec{E}| = |\vec{E}_2| - |\vec{E}_1|$

$|\vec{E}| \downarrow$ hasta hacerse 0. $\qquad$ $|\vec{E}| \uparrow$ hasta hacerse máximo.

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$




$$|\vec{E}| = |\vec{E}_1| - |\vec{E}_2|$$

$$|\vec{E}| = |\vec{E}_2| - |\vec{E}_1|$$

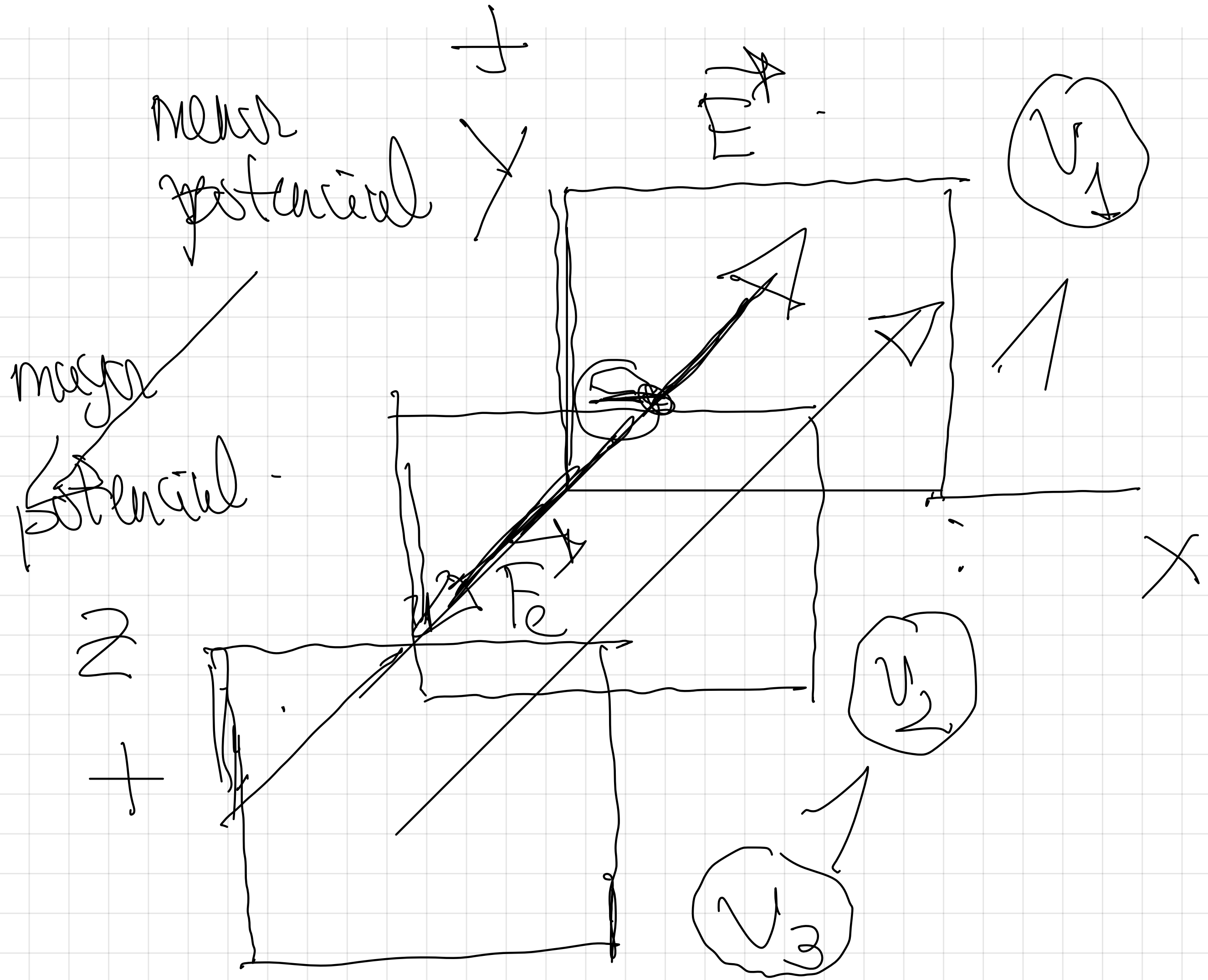
E aumenta.

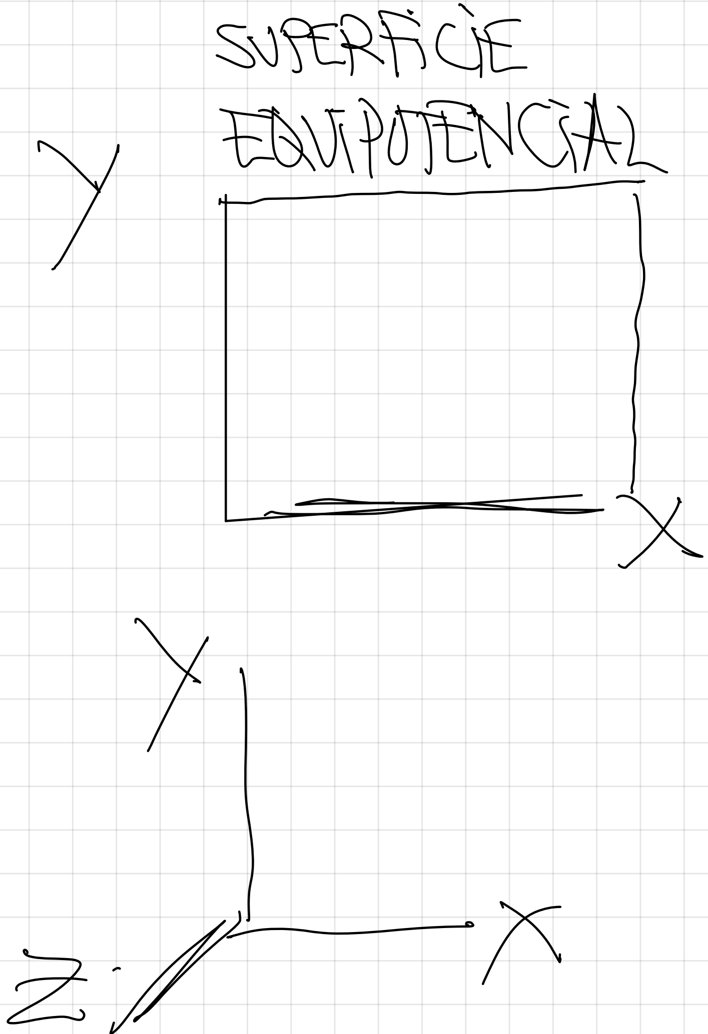
E disminuye hasta hacerse nulo.

12.- En una región del espacio el potencial electrostático aumenta en el sentido positivo del eje Z y no cambia en las direcciones de los otros dos ejes

a) Dibuja en un esquema las líneas del campo electrostático y las superficies equipotenciales

b) ¿En qué dirección y sentido se moverá un electrón, inicialmente en reposo?



Sentido de las líneas de campo.
Hipotética carga positiva.

$$W = q \cdot (V_A - V_B) > 0 \Rightarrow \text{espontáneo.}$$

$\oplus \cdot \oplus$

$$V_A > V_B$$

Orden de los potenciales decrecientes.

$$W = q \cdot (V_A - V_B) > 0 .$$ Espontáneo,

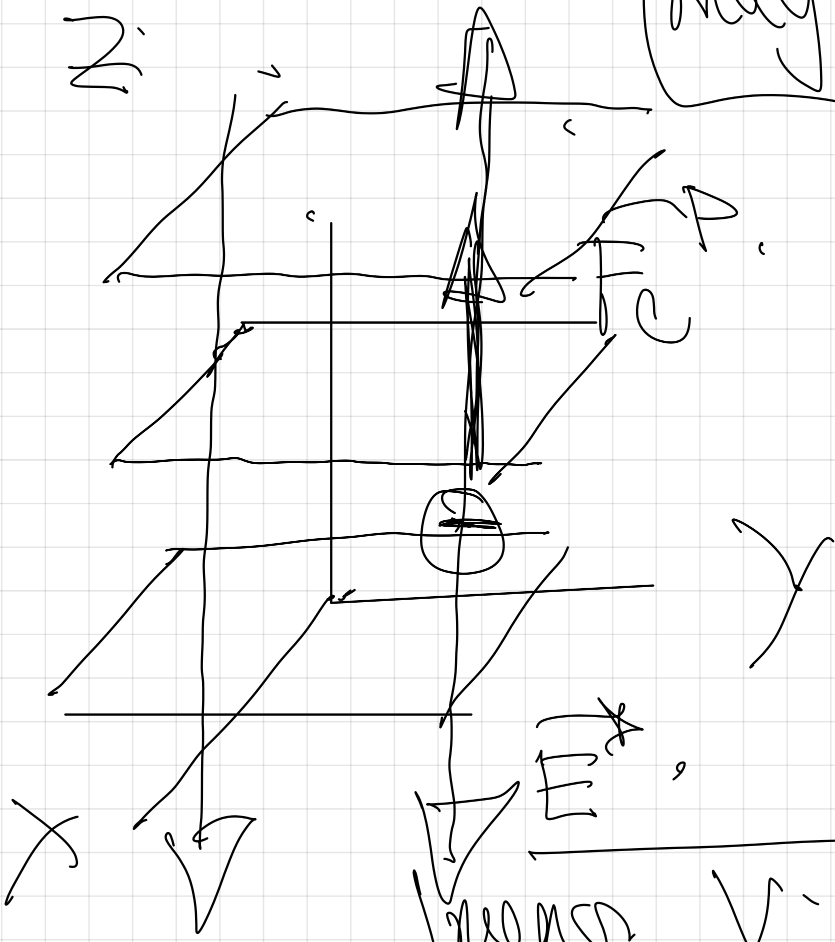
$$\ominus \cdot \ominus$$

$$V_A < V_B$$

Orden creciente.

b)

$V_3 > V_2 > V_1$




mayor V.

orden creciente de potencial

menor V.

líneas de campo.

$$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0.$$

$(+) \cdot (+)$

$V_A > V_B$.

Orden decreciente.

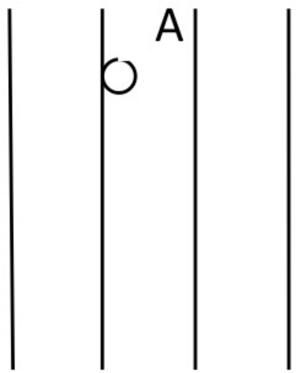
carga ⊕.

$$V_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0.$$

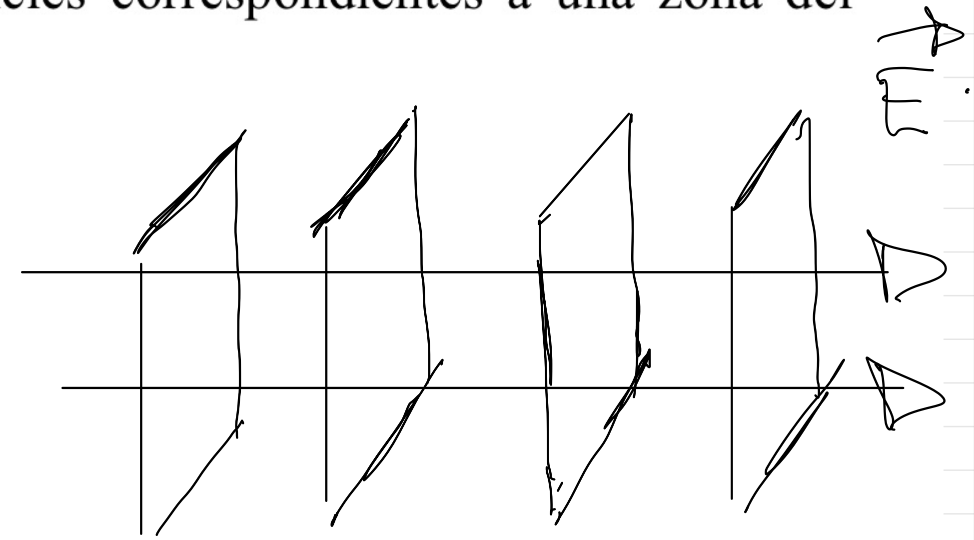
⊖ , ⊖ → Se traslada en orden creciente de potenciales

$V_A < V_B$

**13**.- En la figura se representan algunas superficies correspondientes a una zona del espacio en donde existe un campo eléctrico




$V_1 > V_2 > V_3 > V_4$




$V_1 > V_2 > V_3 > V_4$

a) ¿Qué dirección y sentido tendrán las líneas de campo?

b) Si en el instante de tiempo t=0 situamos un electrón en el punto A y desde el reposo se deja en libertad, ¿Cuáles serán la dirección y el sentido de la trayectoria inicial del mismo?

c) Una carga eléctrica, ¿se moverá siempre a lo largo de una línea de campo?. Razónese.

a) Sentido de las líneas de campo: hipotéticas trayectorias que seguiría una carga +

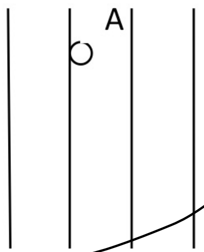
positiva abandonada en reposo en su interior.

$$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0$$

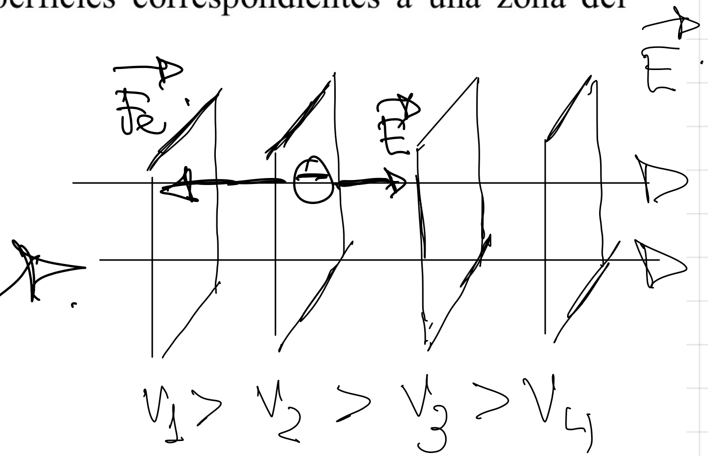
$(+) \cdot (+)$

b)

**13**.- En la figura se representan algunas superficies correspondientes a una zona del espacio en donde existe un campo eléctrico




$V_1 > V_2 > V_3 > V_4$




a) ¿Qué dirección y sentido tendrán las líneas de campo?
b) Si en el instante de tiempo t=0 situamos un electrón en el punto A y desde el reposo se deja en libertad, ¿Cuáles serán la dirección y el sentido de la trayectoria inicial del mismo?
c) Una carga eléctrica, ¿se moverá siempre a lo largo de una línea de campo?. Razónese.

b) El electrón se movería en el orden de potenciales crecientes.

$$W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0$$

$$\ominus \cdot \ominus$$

$$V_A < V_B.$$

c) Si abandonamos esa carga en reposo dentro del campo sí (en el mismo sentido o en sentido contrario), en caso contrario no podemos asegurarlo.

**17**.- a) Razone si la energía potencial electrostática de una $\boxed{\text{carga q}}$ aumenta o disminuye al pasar de un punto A a un punto B, siendo el potencial en A mayor que en B.
b) El punto A está mas alejado que el B de la carga Q que crea el campo. Razone si la carga Q es positiva o negativa.

¡OJO!, estudio ambos casos.

$$V = \frac{E_p}{q}$$

$$E_p = q \cdot V$$

$q+$

$A \longrightarrow B$

$V_A > V_B$

Magnitudes escalares

Si la carga q es positiva. $q+$

$E_{pA}$    $E_{pB}$

$q \cdot V_A \xrightarrow{V_A > V_B} q \cdot V_B$

$E_{pA} > E_{pB}$

---

$A \longrightarrow B$

$V_A > V_B$

Si la carga

$E_{pA}$    $E_{pB}$

$q$ es $\ominus$.

$$q \cdot V_A \xrightarrow{\boxed{V_A > V_B}} q \cdot V_B.$$

$\ominus$ $\ominus$

mas negativo.

$E_p$ disminuye.

$$E_{pA} < E_{pB}.$$

b)

$$V_A > V_B$$

A

$\boxed{Q}$ Campo creado por una única carga Q

$$V_A > V_B.$$

$\boxed{Q}$

$$r_A > r_B.$$

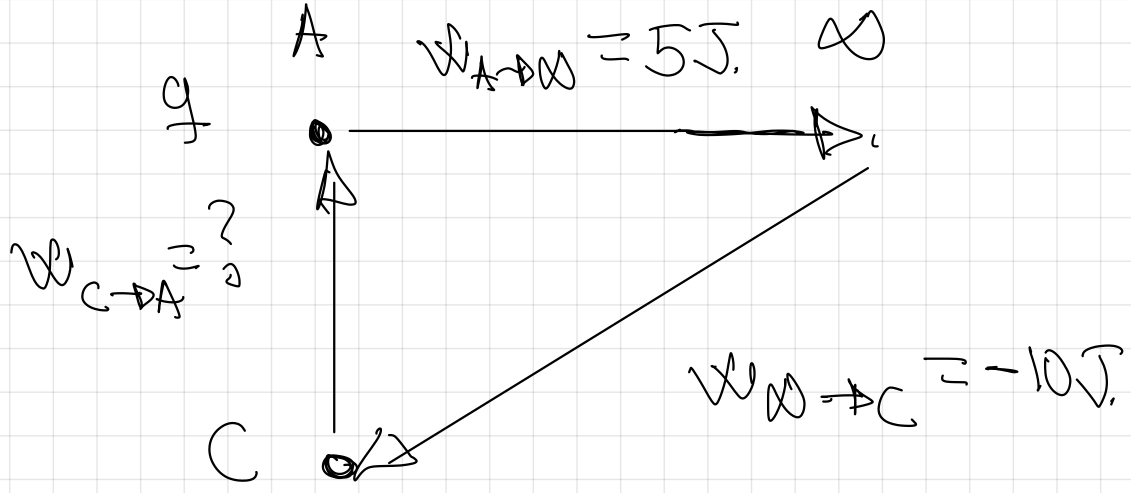
al alejarnos de Q el potencial es menos negativo (mayor)

$$V = K \cdot \frac{Q}{r_A} \quad \ominus$$

**18.-** Una carga puntual Q crea un campo electrostático. Al trasladar una carga q desde el punto A al infinito, las fuerzas del campo realizan un trabajo de 5 J. Si se traslada desde el infinito hasta otro punto C, el trabajo es de -10 J.

a)¿Qué trabajo se realiza al llevar la carga desde el punto C al A?. ¿En qué propiedad del campo electrostático se basa la respuesta?

b) Si q=-2 C, ¿Cuánto vale el potencial en los puntos A y C?, ¿Cuál es el signo de Q?, ¿porqué?




propiedad del campo eléctrico se es conservativo,

trayectoria cerrada. $W_{A\to A}=0$

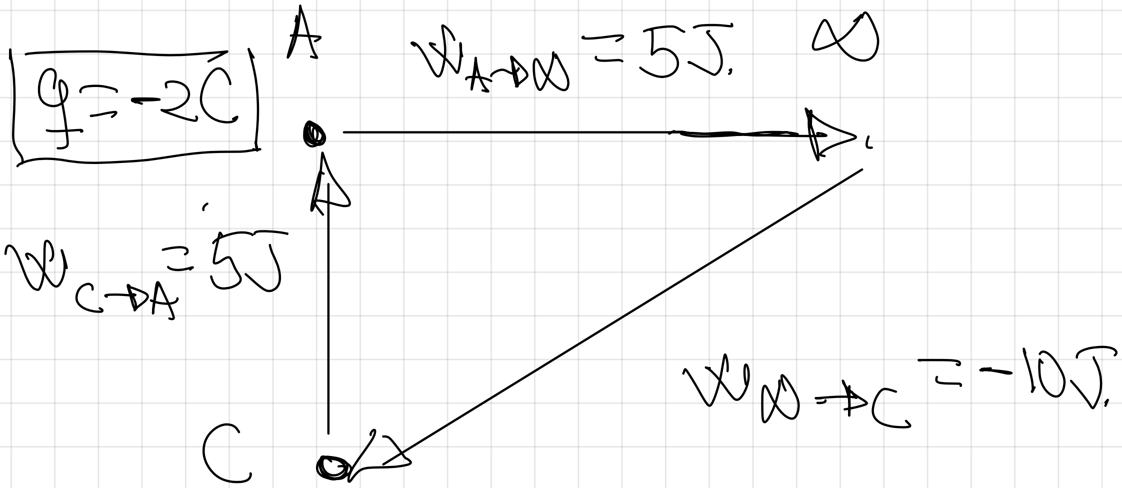
$$W_{A\to\infty}+W_{\infty\to C}+W_{C\to A}=0.$$

$$5J-10J+W_{C\to A}=0.$$

$W_{C \to A} = 5J.$

b)

$\boxed{q = -2C}$




Escalares.

$W_{A \to \infty} = q \cdot (V_A - \cancel{V_\infty})$ 0.

$5J = -2C \cdot V_A \Rightarrow V_A = \frac{5J}{-2C} = -2{,}5V.$

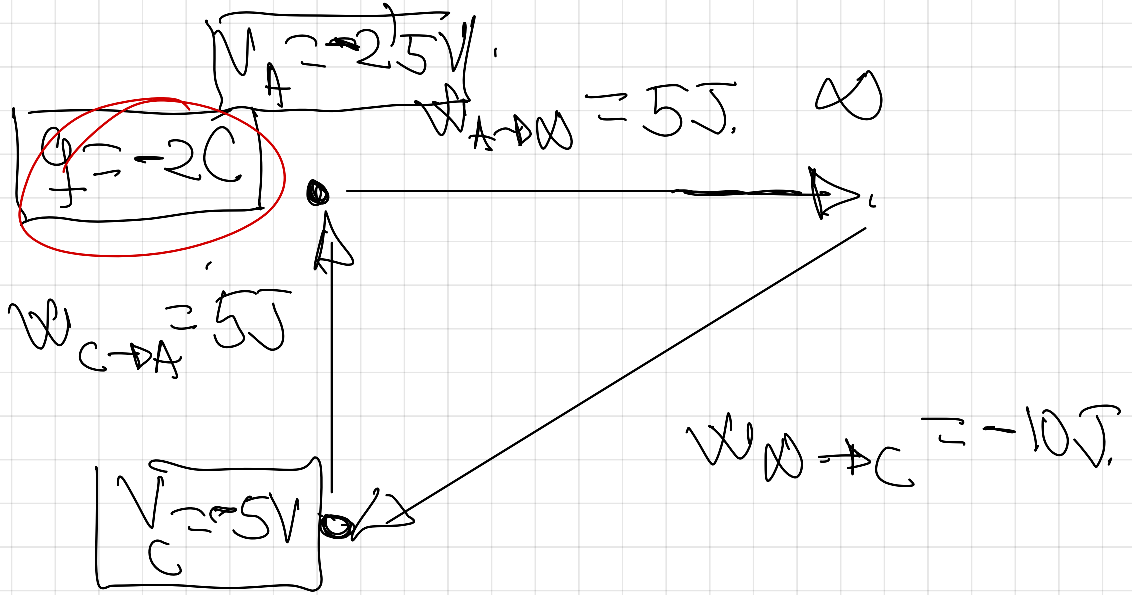
$W_{\infty \to C} = q \cdot (\cancel{V_\infty}^{0} - V_C)$

$-10J = -2C\,(0 - V_C)$

$$-10\,J = -2C \cdot (-V_C).$$

$$-10\,J = 2C\,V_C$$

$$V_C = \frac{-10\,J}{2C} = -5\,V.$$




$\boxed{Q}\ \ominus$ → potenciales creados por una única carga.

potenciales negativos → $V = K \cdot \frac{Q^{\ominus}}{r}$

**19.-** Un acelerador lineal consiste básicamente en un tubo donde se ha hecho el vacío y entre cuyos extremos se establece una diferencia de potencial. Las partículas cargadas introducidas en un extremo del tubo se aceleran dirigiéndose hacia el otro extremo.

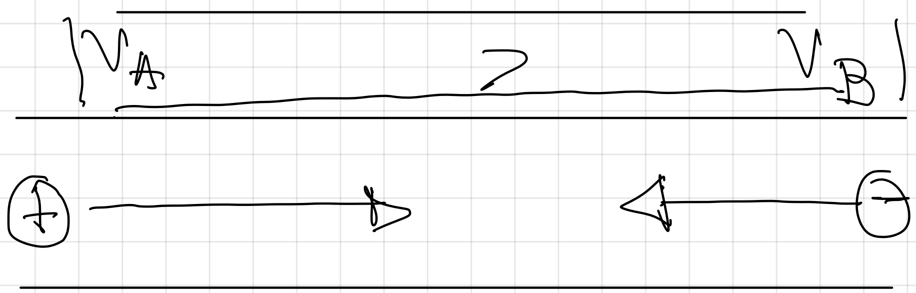
a) Realice un análisis energético que explique el funcionamiento del acelerador.

b) Si la diferencia de potencial es de $\boxed{10^5 \text{ V}}$ y se introduce un electrón con una velocidad de $10^2$ m/s, calcule la velocidad con la que llegará al otro extremo del tubo

c) Si se introdujera un protón, ¿habría que realizar alguna modificación en la experiencia?

$e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C , $\boxed{m_e= 9{,}1\cdot10^{-31}\text{ Kg}}$ $\boxed{m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}\text{ Kg}}$

$\boxed{m_p > m_e}$




$$-\Delta E_{P_{1\to2}} = W_{1\to2} = \Delta E_{C_{1\to2}}$$

→ Pierde Ep eléctrica, por medio de un trabajo realizado por el campo eléctrico gana Ec (acelera).

b)

$$\underbrace{W_{1\to2} = \Delta E_{c\,1\to2}}_{\text{magnitudes escalares}}$$

$$q \cdot (V_1 - V_2) = \frac{1}{2} m_e v_2^2 - \frac{1}{2} m_e \cdot v_1^2$$

$$-1'6 \cdot 10^{-19} C \; (-10^5 V) = \frac{1}{2} \cdot 9'1 \cdot 10^{-31} \boxed{v_2^2} - \frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} (10^2)^2$$

$$\boxed{v_2 = 1'87 \cdot 10^8 \, m/s}$$

c)

$$W_{1\to2} = \Delta E_{c\,1\to2}$$

$$q \cdot (V_1 - V_2) = \frac{1}{2} m_p \cdot v_{p_2}^2 - \frac{1}{2} m_p \cdot v_{p_1}^2$$

+ +

Cel orden de potenciales
sería el inverso

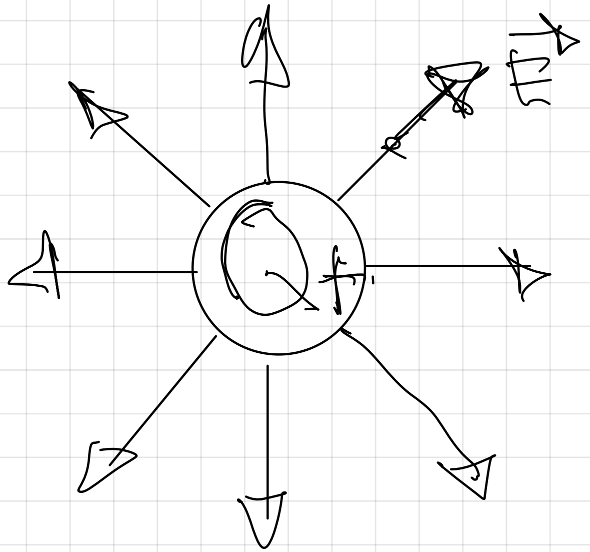
$$q \cdot (V_1 - V_2) = \frac{1}{2} m_p \cdot (v_{p_2}^2 - v_{p_1}^2)$$

$$v_{p_1}^2 + \frac{q \cdot (V_1 - V_2)}{\frac{1}{2} m_p} = v_{p_2}^2 \qquad v_{p_2} = \sqrt{\frac{q \cdot (V_1 - V_2)}{\frac{1}{2} m_p} + v_{p_1}^2}$$

Para compensar la mayor masa del protón
lo introduzco con mayor v inicial
y en el orden de potenciales decreciente

ESQUEMA CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME Y NO UNIFORME

# Campo eléctrico no uniforme.




$$\vec{E} = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$\vec{E}$ no uniforme.

En uniforme y no uniforme se cumple al ser conservativo que

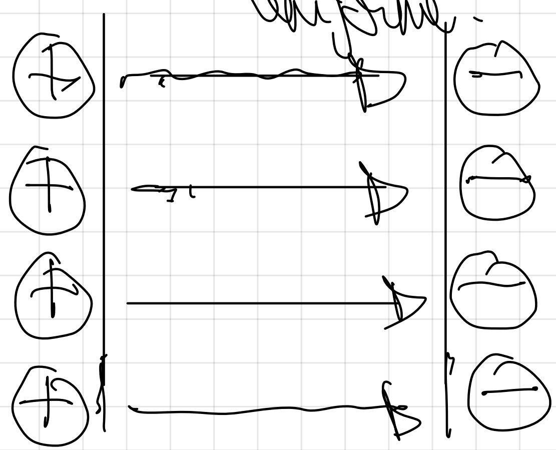
$$-\Delta E_{p_{A\to B}} = W_{A\to B} = \Delta E_{c_{A\to B}}$$

$$W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B)$$

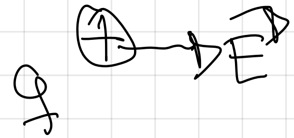
$$W_{A\to B} = \Delta E_{c_{A\to B}}$$

# Campo eléctrico uniforme

$\vec{E}$ uniforme. → líneas de campo paralelas



$\vec{E}$ cte.




Solo para el campo eléctrico uniforme.

$$F_e = q \cdot \vec{E}$$

cte. cte

2ª ley de Newton

$$W_{A\to B} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

Se cumple tanto para el uniforme como para el no uniforme.

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

cte $\qquad$ cte

**MRUA** $\Rightarrow$
$$\begin{cases} v = v_0 + a \cdot t \\ S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ v^2 = v_0^2 + 2aS \end{cases}$$

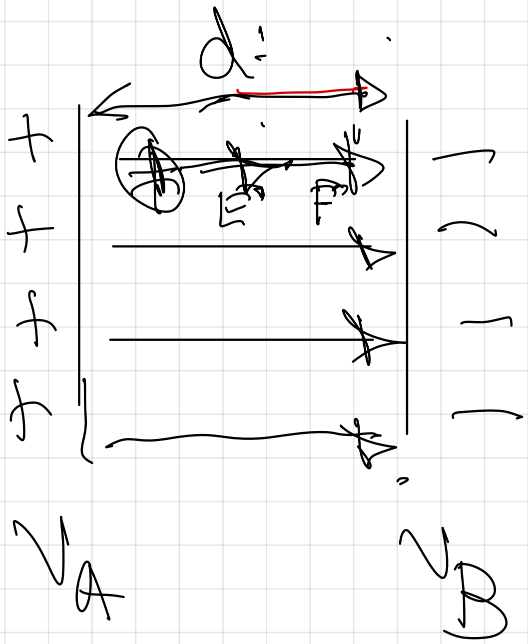
$$\boxed{W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B)}$$
(VÁLIDO EN AMBOS)

cte

$$\boxed{W_{A\to B} = \boxed{F} \cdot d \cdot \cos\alpha}$$
VÁLIDO SOLO EN $\vec{E}$ UNIFORME

SOLO CUANDO $\vec{E}$ es cte

$$W_{A\to B} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos\alpha$$




$E = cte$

$F = cte$

$W_{A \to B}$

$$q \cdot (V_A - V_B) = F \cdot d \cdot \cancel{\cos 0}^{\,1}$$

$$\cancel{q} \cdot (V_A - V_B) = \cancel{q} \cdot E \cdot d$$

$$\boxed{(V_A - V_B) = E \cdot d}$$

SOLO CUANDO
E es cte
(uniforme.)

Pag 63.

**22.-** Tenemos un campo eléctrico uniforme, dirigido de arriba a abajo, cuya intensidad es de $10^4$ V·m$^{-1}$

a) Calcular la fuerza ejercida por este campo sobre un electrón, indicando su dirección y sentido

b) Calcular la velocidad que adquirirá el electrón cuando haya recorrido 1 cm partiendo del reposo

c) Calcular la energía cinética adquirida

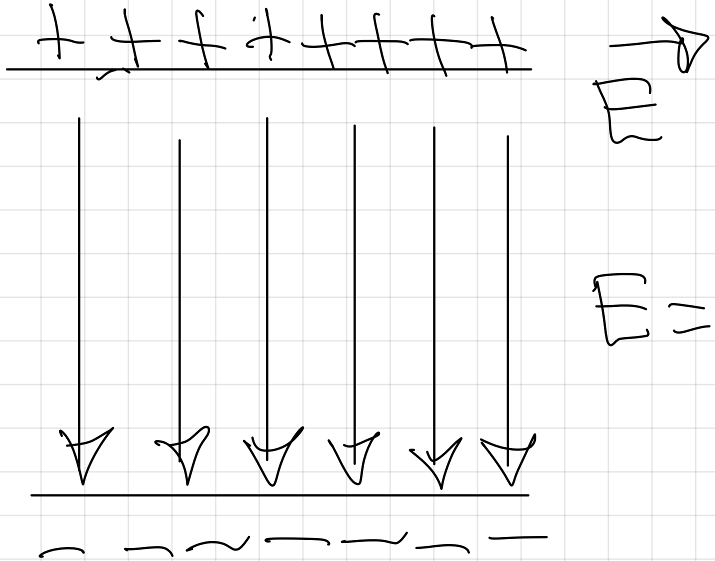
d) Calcular el tiempo que necesita el electrón para recorrer la distancia del apartado b)

e=1,6 · $10^{-19}$ C, $\boxed{m_e = 9,1 \cdot 10^{-28}\ g}$ $\Rightarrow 9'1 \cdot 10^{-31}$ kg

$\boxed{E = 10^4\ V \cdot m^{-1}}$

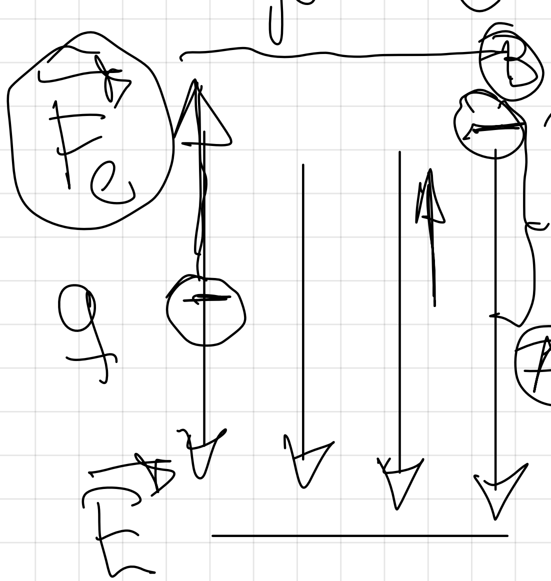
$\boxed{\frac{V}{m}} = \boxed{\frac{N}{C}}$ ⇒ Es igual

$\boxed{\frac{V}{m}} = \frac{J/C}{m} = \frac{\frac{N \cdot \cancel{m}}{C}}{\cancel{m}} = \boxed{\frac{N}{C}}$




$E = 10^4 \frac{N}{C}$

b) $\vec{E}$ uniforme (líneas de campo paralelas)




$d = 1\ cm$

$v_0 = 0$

$1\ cm = 0'01\ m$

a) $|\vec{F_e}| = |q|\,|\vec{E}|$

$F_e = 1'6 \cdot 10^{-19}\ C \cdot 10^4 \frac{N}{C} = 1'6 \cdot 10^{-15}\ N$

$\boxed{\vec{F} = +1'6 \cdot 10^{-15}\ \vec{j}\ (N)}$

Podemos calcular v mediante la relación trabajo-energía

$\boxed{W_{A \to B} = \Delta E_{c\,A \to B}}$

$F \cdot d \cdot \cancel{\cos 0}^{1} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$

$|q|\,|E|\,d = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cancel{v_A^2}^{0}$

Al escribir esa magnitud vectorial,

ya trabajamos con valores absolutos.

$$2q \cdot E \cdot d = m \cdot v_B^2.$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2q \cdot E \cdot d}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4 \cdot 0'01}{9'1 \cdot 10^{-31}}}$$

$$\boxed{v_B = 5'93 \cdot 10^6 \ m/s}$$

Ahora calcularemos $v_B$ por cinemática.

$$\Downarrow$$

La aceleración $a$ es la magnitud que nos conecta el tratamiento cinemático con el campo eléctrico.

MRUA

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2\,a\,s}$$

$$F_{eléctrica} = m \cdot a.$$

$$q \cdot E = m \cdot a$$

$$a = \frac{q \cdot E}{m} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 104}{9'1 \cdot 10^{-31}} = 1'76 \cdot 10^{15}\ m/s^2.$$

MRUA $\Rightarrow$ $v^2 = \cancel{v_0^2}^{\,0} + 2aS$

$$v = \sqrt{2aS} = \sqrt{2 \cdot 1'76 \cdot 10^{15} \cdot 0'01}$$

$$v = 5'93 \cdot 10^{6}\ m/s.$$

c)

$$E_c = \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{1}{2}\, 9'1\cdot 10^{-31}\cdot (5'93\cdot 10^6)^2 = 1'6\cdot 10^{-17}\ J$$

$$W_{A\to B} = q\cdot E\cdot d\cdot \cancel{\cos 0}^{\,1} = 1'6\cdot 10^{-19}\cdot 10^4\cdot 0'01 = \boxed{1'6\cdot 10^{-17}\ J}$$

Magnitud vectorial
utilizamos valores
absolutos.

d)

* La velocidad $v$ podemos calcularla mediante el balance trabajo-energía o por cinemática.

* El tiempo $t$ solo podemos calcularlo por cinemática

$$v = v_0 + at$$

$$v - v_0 = a\cdot t$$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{5'93\cdot 10^6 - 0}{1'76\cdot 10^{15}} = 3'37\cdot 10^{-9}\ s = 3'37\ ns.$$

**45.-**Un electrón, con una velocidad de $6\cdot10^6$ m $s^{-1}$, penetra en un campo eléctrico uniforme y su velocidad se anula a una distancia de 20 cm desde su entrada en la región del campo.

a) Razone cuáles son la dirección y el sentido del campo eléctrico.

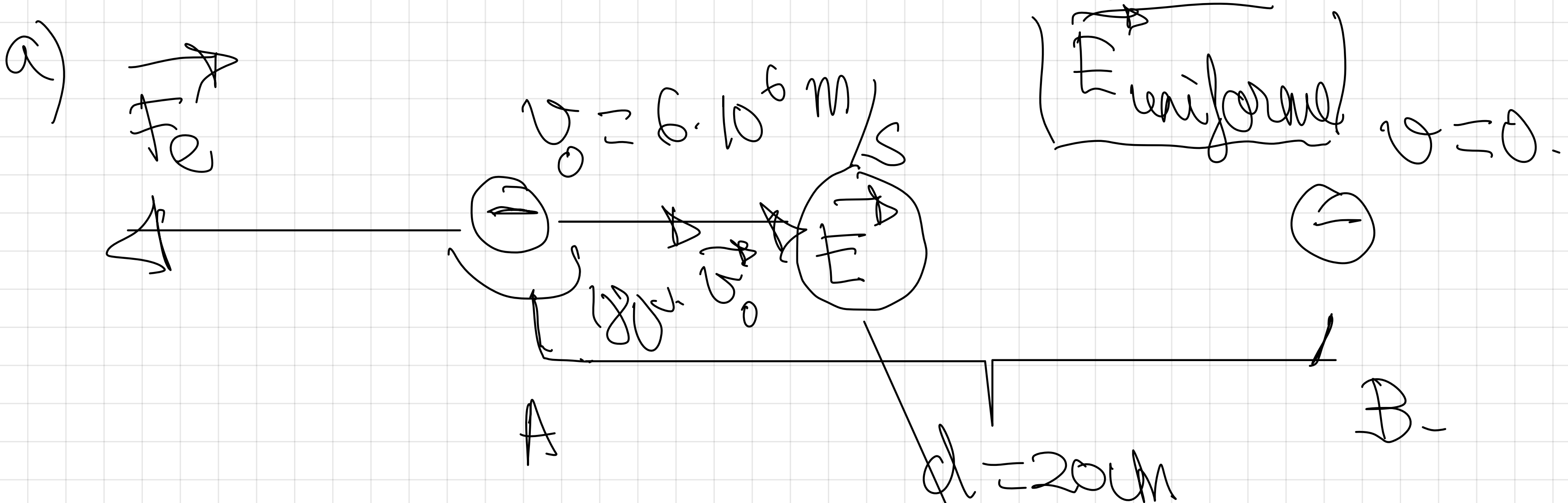
b) Calcule su módulo.

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

IMPORTANTE.

$\vec{E}$ uniforme

a)




$\vec{E}$ Tiene que tener la misma dirección y sentido que la velocidad $\vec{v}$ para que aparezca sobre el electrón una fuerza $\vec{F}$ en sentido opuesto que lo haga frenar

b) Podemos calcular $|\vec{E}|$ por la relación trabajo - energía.

$$W_{A \to B} = \Delta E_{c\, A \to B}$$

$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}|$

$$F \cdot d \cdot \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$$

$$\boxed{|q| \cdot |\vec{E}|} \cdot d \cdot (-1) = -\frac{1}{2} m \cdot v_A^2$$

al ser magnitud vectorial

$$|\vec{E}| = \frac{\frac{1}{2} m \cdot v_A^2}{|q| \cdot d} = \frac{\frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot (6 \cdot 10^6)^2}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0'2} = 511'87 \frac{N}{C}$$

$d \to 20$ cm

También podemos calcular $|\vec{E}|$ calculando la aceleración por cinemática y relacionándola con la fuerza $|\vec{F}|$ de la siguiente forma

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 s} = \frac{0^2 - (6 \cdot 10^6)^2}{2 \cdot 0'2} = -9 \cdot 10^{13} \, m/s^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$q \cdot E = m \cdot a$$

$$|\vec{E}| = \frac{m \cdot |\vec{a}|}{q} = \frac{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^{13}}{1'6 \cdot 10^{-19}} = 511'87 \, \frac{N}{C}$$

$$\boxed{\vec{E} = +511'87 \, \vec{i} \, \left(\frac{N}{C}\right)}$$

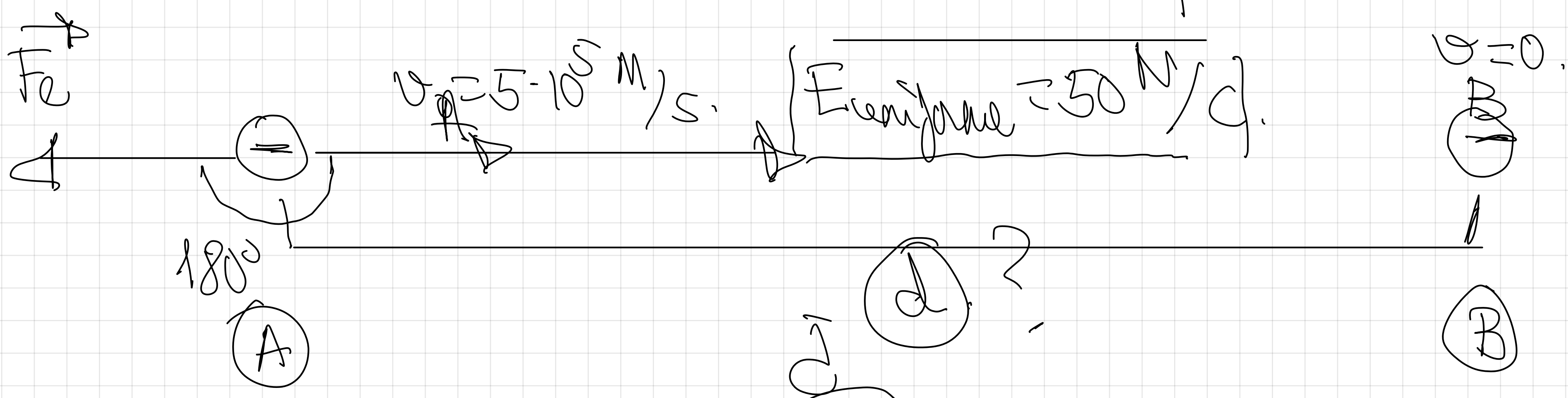
**46.-** Un electrón se mueve con una velocidad de $5 \cdot 10^{5}$ m s $^{-1}$ y penetra en un campo eléctrico de $\boxed{50 \text{ N C}^{-1}}$ de igual dirección y sentido que la velocidad. CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME

a) Haga un análisis energético del problema y calcule la distancia que recorre el electrón antes de detenerse.

b) Razone qué ocurriría si la partícula incidente fuera un protón.

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg

$m_p >>> m_{e^-}$




$E_c \downarrow$

$-\Delta E_{p_{A\to B}} = \boxed{W_{A\to B}} = \Delta E_{c_{A\to B}}$

$\boxed{\Delta E_{c_{A\to B}} < 0}$.

$W_{A\to B} < 0$.

Habrá un incremento de $E_p$ eléctrica coincidente con la disminución de $E_c$.

$$\boxed{W_{A \to B}} = \Delta E_{c_{A \to B}}$$

Campo eléctrico, uniforme.

$$F \cdot d \cdot \cos 180^{\circ} = \frac{1}{2} m_e v_B^2 - \frac{1}{2} m_e \cdot v_A^2$$

magnitud vectorial.

$$|q| \cdot |\vec{E}| \cdot d \cdot (-1) = 0 - \frac{1}{2} m_e v_A^2$$

$$d = \frac{\frac{1}{2} m_e v_A^2}{|q| \cdot |\vec{E}|} = \frac{\frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot (5 \cdot 10^5)^2}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 50} = 0'014 \, m$$

Por cinemática $\longrightarrow$ MRUA (frenado)

La aceleración es la conexión.

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

2ª ley de Newton $\longleftarrow$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \boxed{a} \boxed{s}$$

$$\leftarrow \qquad 0 \qquad d$$

$F = m \cdot a$

eléctrica

$$|q| \cdot |\vec{E}| = m \cdot a$$

$$|\vec{a}| = \frac{|q| \cdot |\vec{E}|}{m} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}{9'1 \cdot 10^{-31}} = 8'8 \cdot 10^{12}\ m/s^2$$

$$|\vec{a}|$$

$$a = -8'8 \cdot 10^{12}\ m/s^2$$

$$\Downarrow$$

Está frenando

$$v^2 = v_0^2 + 2a\,s$$

$$0$$

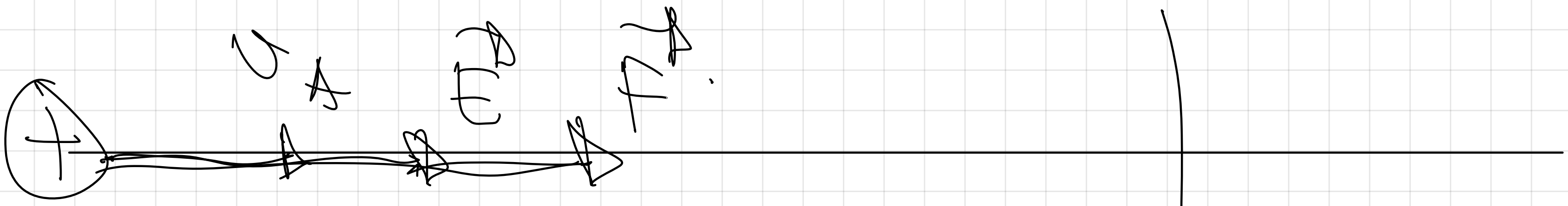
$$-v_0^2 = 2a\,s \rightarrow d$$

$$d = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{-(5 \cdot 10^5)^2}{2 \cdot (-8'8 \cdot 10^{12})} = 0'014\ m$$

b)

$$|\vec{a}| = \frac{|q|\cdot|\vec{E}|}{m}$$

$m_p >>> m_{e^-}$ ⟹ $a_p \downarrow$.




MRUA. El protón acelera indefinidamente con una aceleración menor en valor absoluto que la del electrón debido a su

Segona llei.

$$F = m_p \cdot a$$

$$\boxed{|q| \cdot |E|} = m_p \cdot a$$

$$a = \frac{|q| \cdot |E|}{m_p} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}{1'7 \cdot 10^{-27}} = 4'7 \cdot 10^{9}\ m/s^2$$

$$a = +\,4'7 \cdot 10^{9}\ m/s^2.$$

23.- En la posición A de un campo eléctrico uniforme cuya dirección y sentido es la del eje OY positivo, se sitúa una partícula de carga -1,5μC y masa $2,2 \cdot 10^{-6}$ Kg con una velocidad nula. Debido a la acción del campo eléctrico dicha partícula se acelera a la posición B, a la que llega con una velocidad de 42 $m \cdot s^{-1}$. Considerando despreciable la acción de la fuerza de la gravedad, responder a las siguientes cuestiones:

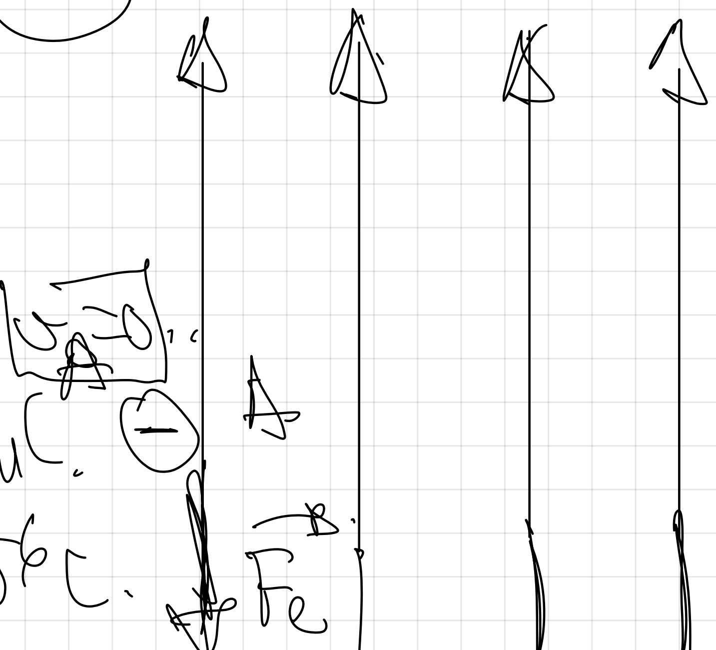
a) Describir qué tipo de movimiento realiza, así como la dirección y sentido de la velocidad

b)¿Cuál es la diferencia de potencial que existe entre los puntos A y B?

c)¿Qué punto es el que está a mayor potencial?

d) Si la distancia recorrida es de 5m, determinar el módulo del campo eléctrico que la aceleró

$\vec{E}$




$q = -1,5\ \mu C.$

$q = -1,5 \cdot 10^{-6}\ C.$

a) $\vec{F} = q\,\vec{E}$

cte. cte.

2ª ley de Newton.

$\vec{F} = m\,\vec{a}$

cte. cte.

$\boxed{v_B = 42\ m/s}$

$\vec{v}_B$.

$\boxed{MRUA}$

Dirección ⇒ eje OY (vertical)

Sentido ⇒ negativo.

b)

magnitud escalar.

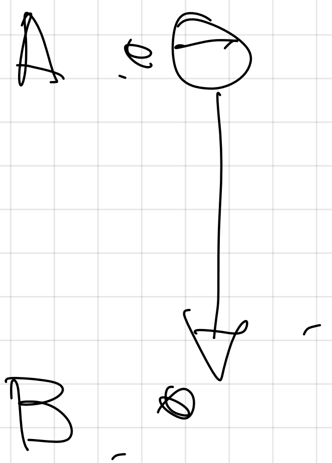
$W_{A \to B} = \Delta E_{c\,A \to B}$.

$\boxed{q \cdot (V_A - V_B)} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot \cancel{v_A^2}^{\,0}$

$$(V_A - V_B) = \frac{\frac{1}{2} m v_B^2}{q} = \frac{\frac{1}{2}\, 2'2\cdot 10^{-6}\cdot (42)^2}{-1'5\cdot 10^{-6}} \;\frac{J}{C}$$

$$(V_A - V_B) = -1293'6 \text{ V}.$$

$W_{A\to B} > 0 \to$ desplazamiento espontáneo.



$q\cdot (V_A - V_B) > 0$

$\ominus \cdot \ominus$

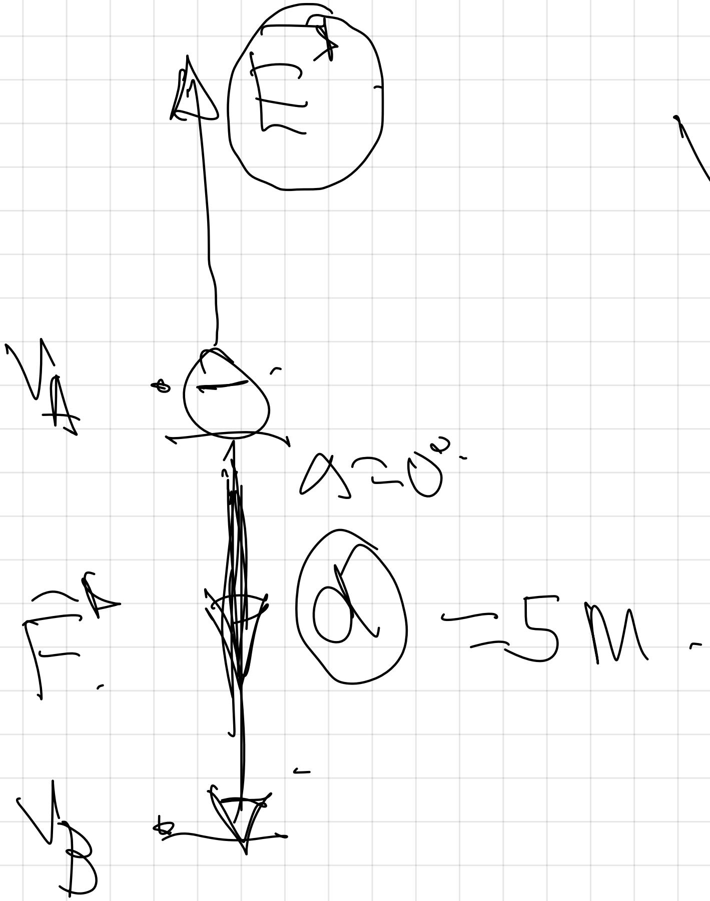
$V_A < V_B \to$ J

$(V_A - V_B) = -1293'6\ V$

Las cargas negativas se desplazan espontáneamente en el orden de potenciales creciente.

c) El punto B es el que está a mayor potencial.

d)




$W_{A\to B} = q\cdot(V_A - V_B)$ . Escalar.

→ todos los casos.

$W_{A\to B} = |\vec F|\cdot d\cdot \cos 0° = \boxed{q\cdot E\cdot d}$ . 1 vectorial.

→ campo eléctrico uniforme.

$(V_A - V_B) = -1203'6\,V$ .

$\cancel{q}\cdot(V_A - V_B) = \cancel{q}\cdot|\vec E|\cdot d$ .

→ Después lo expreso como vector.

¡Ojo! sólo para campo eléctrico uniforme.

$$\leftarrow |\vec{E}| = \frac{(V_A - V_B)}{d} = \frac{1'2936\ V}{5\ m}.$$

$$|\vec{E}| = 2'5872\ \frac{V}{m}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\frac{V}{m} = \frac{J/C}{m} = \frac{N \cdot \cancel{m}/C}{\cancel{m}} = \frac{N}{C}.$$

$$\vec{E} = +2'5872\ \vec{\imath}\ \left(\frac{N}{C}\right).$$

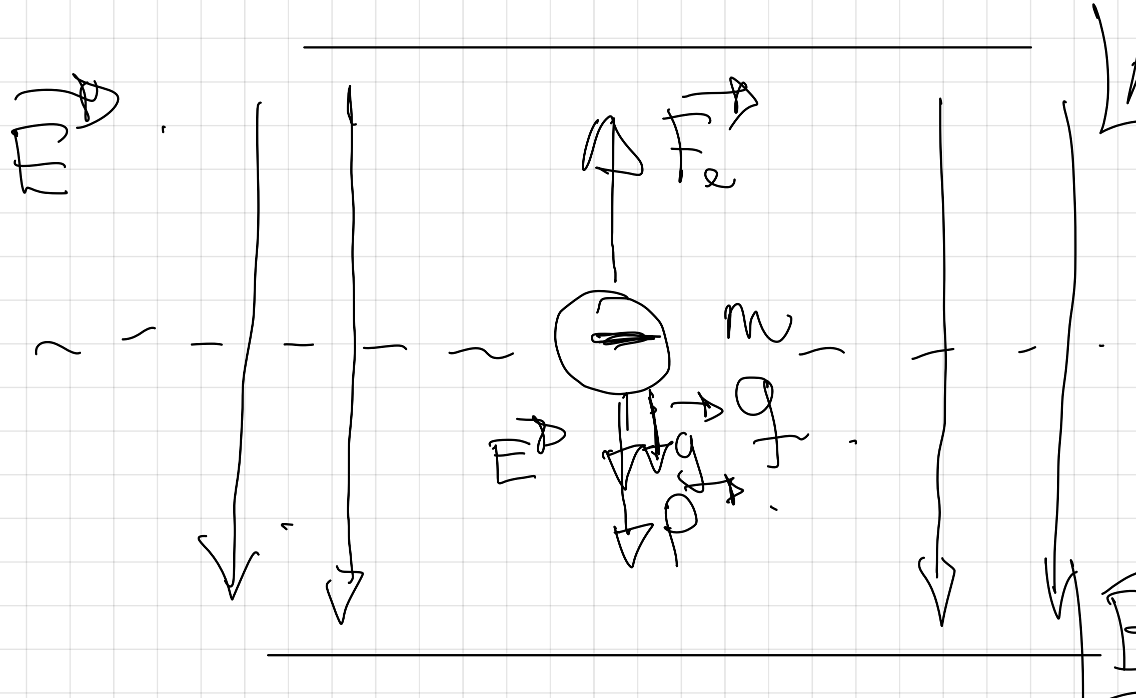
**47.-** Una partícula de $\boxed{1\cdot10^{-11}\text{ g}}$ de masa posee una carga de $\boxed{\text{20 electrones}}$ y se encuentra en equilibrio entre dos placas paralelas, horizontales, con una diferencia de potencial de 153 V. Suponiendo el campo eléctrico uniforme:

a) ¿Cuánto distan las placas?

b) Si la diferencia de potencial entre las placas pasa a ser de 155 V, calcular en qué sentido y con qué aceleración se moverá la partícula, así como el espacio recorrido y la velocidad de la carga al cabo de 0,1 s

$e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C , $g=9{,}8$ m·s$^{-2}$

Uniforme.




$\boxed{A}$

$\boxed{V_A - V_B = 153\text{ V}}$

EQUILIBRIO

$|\vec{F_e}| = |\vec{P}|$

$\boxed{B}$

$|q|\cdot|\vec{E}| = m\cdot g$

Una vez calculado el campo $\vec{E}$,
se que para un campo eléctrico
uniforme.

$$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B)$$

$$W_{A \to B} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos\alpha.$$

$$\cancel{q} \cdot \boxed{(V_A - V_B)} = \cancel{q} \cdot E \cdot d \cdot \cos 0^\circ.$$

$$\boxed{(V_A - V_B) = E \cdot d}$$

$$|\vec{E}| = \frac{m \cdot g}{|q|} = \frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot 9'8}{20 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}}$$

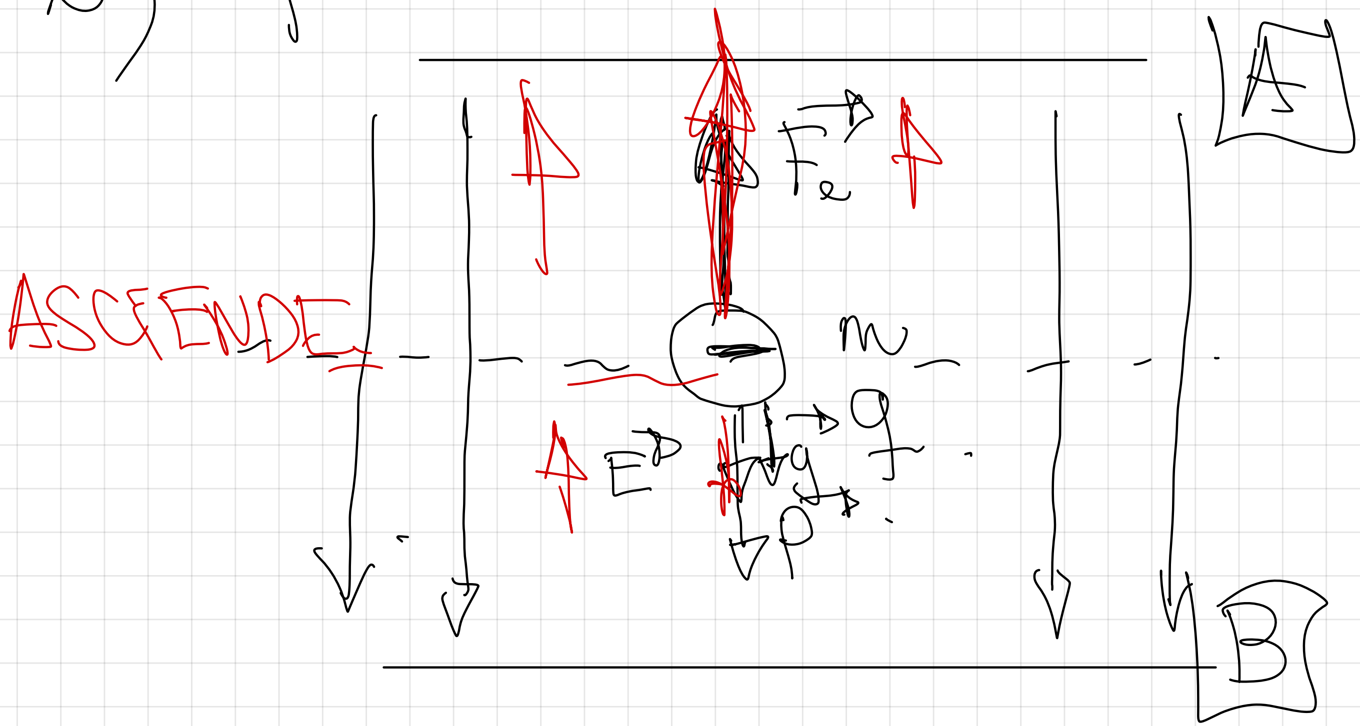
$$|\vec{E}| = 3'06 \cdot 10^4 \; N/C \; \left(\frac{V}{m}\right).$$

$$d = \frac{(V_A - V_B)}{E} = \frac{153\,V}{3'06 \cdot 10^4\,V/m}$$

$$\boxed{d = 5 \cdot 10^{-3}\,m}$$

b) $\uparrow (V_A - V_B) = E \uparrow \cdot d$

$\boxed{V_A - V_B = 153\,V}$ aumenta.




$V_A - V_B = 153\,V$

$\Downarrow$

$\uparrow \vec{E}$, $\uparrow \vec{F_e}$

$|\vec{F_e}| > |\vec{P}| \Rightarrow$ la partícula asciende.

Dirección vertical, sentido ascendente.

2ª ley de Newton.

$F_{resultante} = m \cdot a$.

$F_e - \boxed{P} = m \cdot a$.

$|q| \cdot |\vec{E}| - P = m \cdot a$.

$V_A - V_B = 155\ V$.

$(V_A - V_B) = \boxed{E} \cdot d$.

nuevo campo

$E = \frac{(V_A - V_B)}{d} = \frac{155}{5 \cdot 10^{-3}} = 3'1 \cdot 10^4\ \underbrace{N/C}$

$a = \frac{|q| \cdot |\vec{E}| - P}{m} = \frac{20 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3'1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^{-14} \cdot 9'8}{1 \cdot 10^{-14}} = 0'12\ m/s^2$.

$t = 0'1\ s$ cinemática ; $\boxed{\text{MRVA}}$

$$v = \cancelto{0}{v_0} + a t = 0 + 0'12 \cdot 0'1 = 0'012\ m/s$$

$$s = \cancelto{0}{v_0 t} + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2}\, 0'12 \cdot (0'1)^2 = 6 \cdot 10^{-4}\ m$$

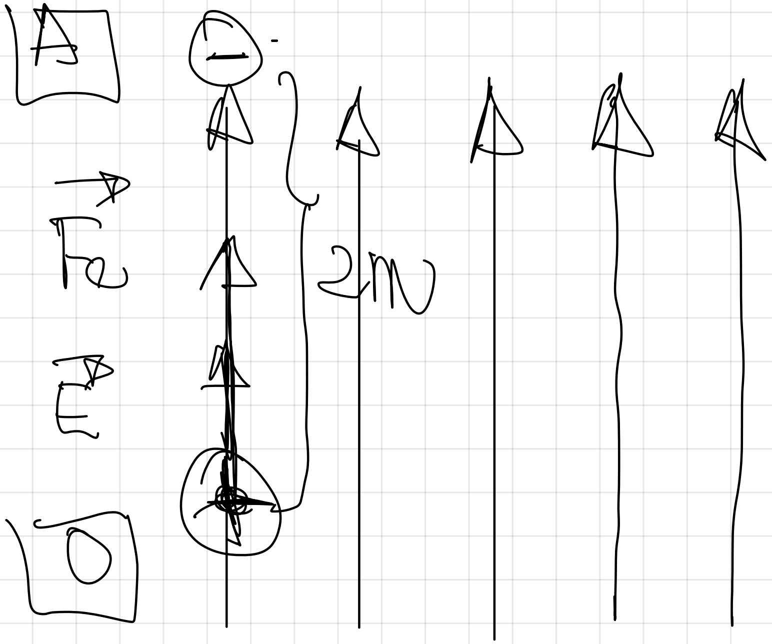
$$v^2 = v_0^2 + 2 a s$$

**21.-** Una partícula de carga $6\cdot 10^{-6}$C se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico uniforme de 500 $N\cdot C^{-1}$ dirigido en el sentido positivo del eje OY

a) Describe la trayectoria seguida por la partícula hasta que se encuentra en el punto A, situado a 2m del origen

b) Explicar si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento. ¿En qué se convierte dicha variación de energía?

c) Calcula el trabajo realizado por el campo en el desplazamiento de la partícula, así como la diferencia de potencial entre el origen y el punto A




$E = 500 \frac{N}{C}$

a) Trayectoria rectilínea, MRUA sentido ascendente.

b) $-\Delta E_{P_{O\to A}} = W_{O\to A} = \Delta E_{C_{O\to A}}$

b)

$$W_{O\to A} = q\cdot \boxed{(V_O - V_A)}$$

$$W_{O\to A} = 6\cdot 10^{-6}\cdot 1000$$

$$\boxed{W_{O\to A} = 6\cdot 10^{-3}\,J}$$

$$E = 500\ \frac{N}{C} \Rightarrow (V_O - V_A) = E\cdot d \qquad d = 2m$$

$$500\ \frac{N}{C}\cdot\left(\frac{V}{m}\right)$$

$$(V_O - V_A) = 500\cdot 2 = \boxed{1000\,V}$$

$W_{O\to A} > 0 \Rightarrow$

Disminuye la $E_p$, aumenta la $E_c$

Se convierte en $E_c$, la $E_m$ = cte.

Otra forma (campo eléctrico uniforme).

$$W_{O \to A} = F \cdot d \cdot \cos\alpha$$

$$W_{O \to A} = q \cdot E \cdot d \cdot \cancel{\cos 0}^{\,1}$$

$$W_{O \to A} = 6 \cdot 10^{-6}\,\cancel{C} \cdot 500\,\frac{N}{\cancel{C}} \cdot 2\,m = 6 \cdot 10^{-3}\,J$$

**20.-** Dos partículas con carga $q_1$ = -2μC y $\boxed{q_2 = -1\mu C}$ están separadas por una distancia d=0,5 m

a) Calcula la fuerza que actúa sobre la segunda, así como la energía potencial electrostática

b) Si $q_2$ se mueve bajo la acción del campo partiendo del reposo, explicar si aumentará o disminuirá su energía potencial

c) Calcular su energía cinética cuando se haya desplazado 0,2 m respecto a su posición inicial. ¿Cuánto trabajo habrá realizado hasta entonces el campo eléctrico?

d) ¿Cuánto trabajo realizará el campo eléctrico para desplazar la carga $q_2$ desde su posición inicial hasta el infinito?. Comentar el resultado obtenido

$g = 10\ m\ s^{-2}$ $\boxed{K = 9\cdot 10^9\ N\cdot m^2\ C^{-2}}$

a) $q_1 = -2\mu C = -2\cdot 10^{-6}\ C$. $q_2 = -1\mu C = -1\cdot 10^{-6}\ C$.


Ley de Coulomb!

$$F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(0'5)^2} = 7'2 \cdot 10^{-2} N.$$

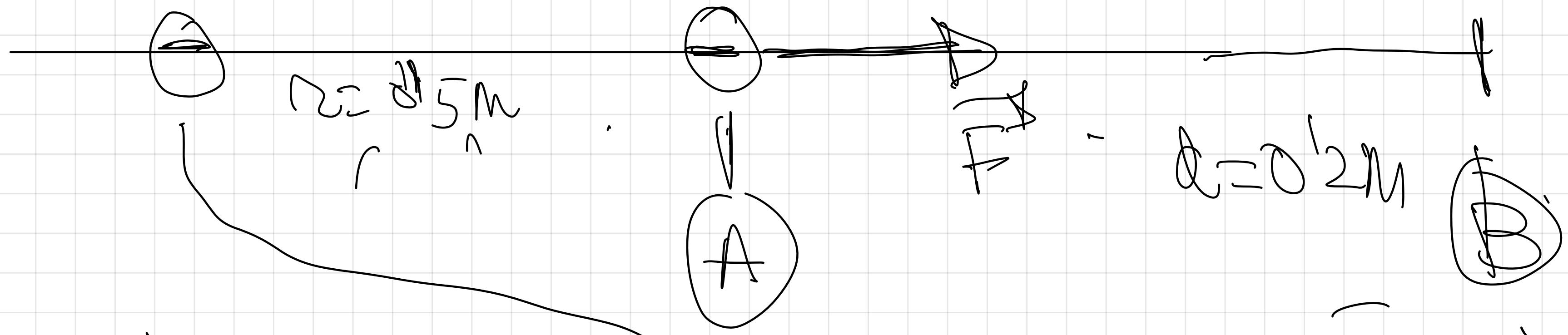
$$\vec{F} = +7'2 \cdot 10^{-2} \vec{i} \ (N)$$

$$E_p = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-2 \cdot 10^{-6}) \cdot (-1 \cdot 10^{-6})}{0'5}$$

→ magnitud escalar, cada carga con su signo)

$$E_p = 3'6 \cdot 10^{-2} J.$$

a) $q_1 = -2\mu C = -2\cdot 10^{-6} C$. $q_2 = -1\mu C = -1\cdot 10^{-6} C$. $E_c$?




¡OJO! NO ES UN CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME → lo crea esa única carga $q_1$.

Calculada en el apartado anterior.

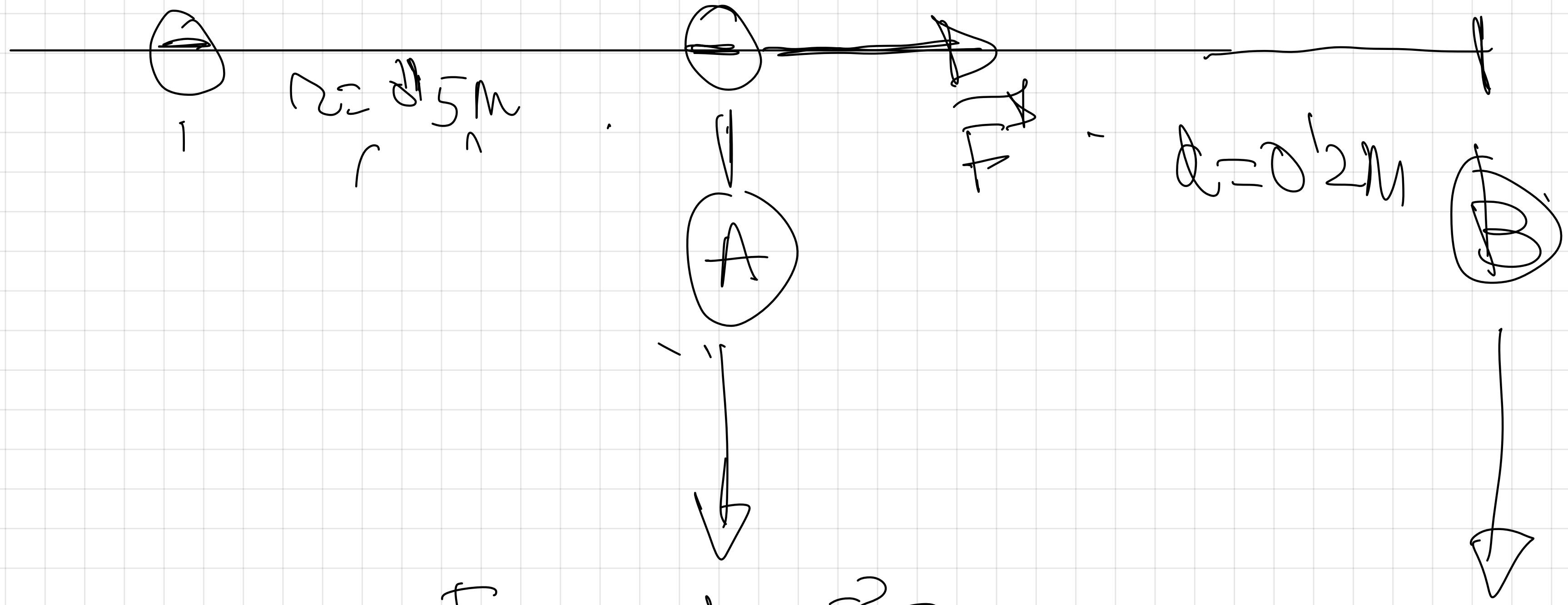
$E_{p_A} = 3'6\cdot 10^{-2}$ J.

$$-\Delta E_{p_{A\to B}} = W_{A\to B} = \Delta E_{c_{A\to B}}.$$

$q_1 = -2\mu C = -2\cdot 10^{-6} C$

$q_2 = -1\mu C = -1\cdot 10^{-6} C$

$E_p$ ?




$E_{p_A} = 3'6\cdot 10^{-2} J$

$E_{p_B} = K\cdot \frac{q_1\cdot q_2}{r'}$

$E_{p_B} = 9\cdot 10^{9}\cdot \frac{(-2\cdot 10^{-6})(-1\cdot 10^{-6})}{(0'5+0'2)}$

$$E_{p_B} = 2'5 \cdot 10^{-2}\,J$$

$$-\Delta E_{p_{A\to B}} = W_{A\to B} = \Delta E_{c_{A\to B}}$$

$$-\Delta E_{p_{A\to B}} = \Delta E_{c_{A\to B}}$$

$$-\left(E_{p_B} - E_{p_A}\right) = E_{c_B} - \cancel{E_{c_A}}^{\,0}$$

$$E_{p_A} - E_{p_B} = E_{c_B}$$

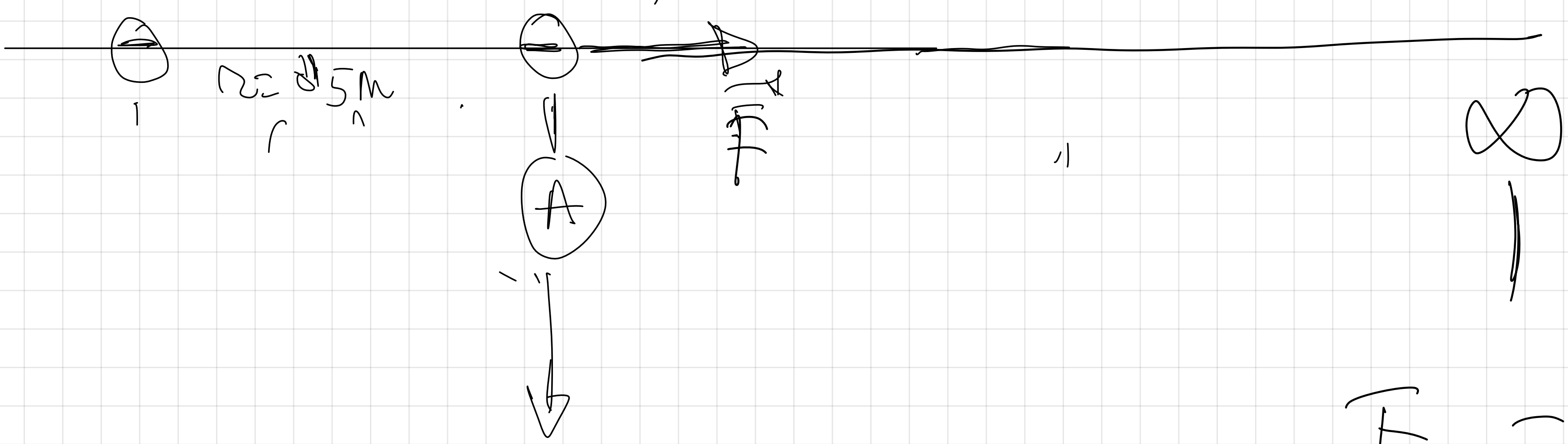
$$E_{c_B} = 3'6 \cdot 10^{-2}\,J - 2'5 \cdot 10^{-2}\,J = 1'1 \cdot 10^{-2}\,J$$

$$W_{A\to B} = \Delta E_{C\,A\to B}.$$

$$W_{A\to B} = E_{C_B} - \cancel{E_{C_A}}^{\,0}$$ parte del reposo.

$$W_{A\to B} = 1'1\cdot 10^{-2}\,J.$$

$q_1 = -2\mu C = -2\cdot 10^{-6}\,C.$ $q_2 = -1\mu C = -1\cdot 10^{-6}\,C.$




$E_{p_A} = 3'6\cdot 10^{-2}\,J$

$E_{p\infty} = 0.$

$$W_{A\to\infty} = -\Delta E_{p_{A\to\infty}}$$

$$W_{A\to\infty} = -\left(\cancel{E_{p_\infty}}^{0} - E_{p_A}\right).$$

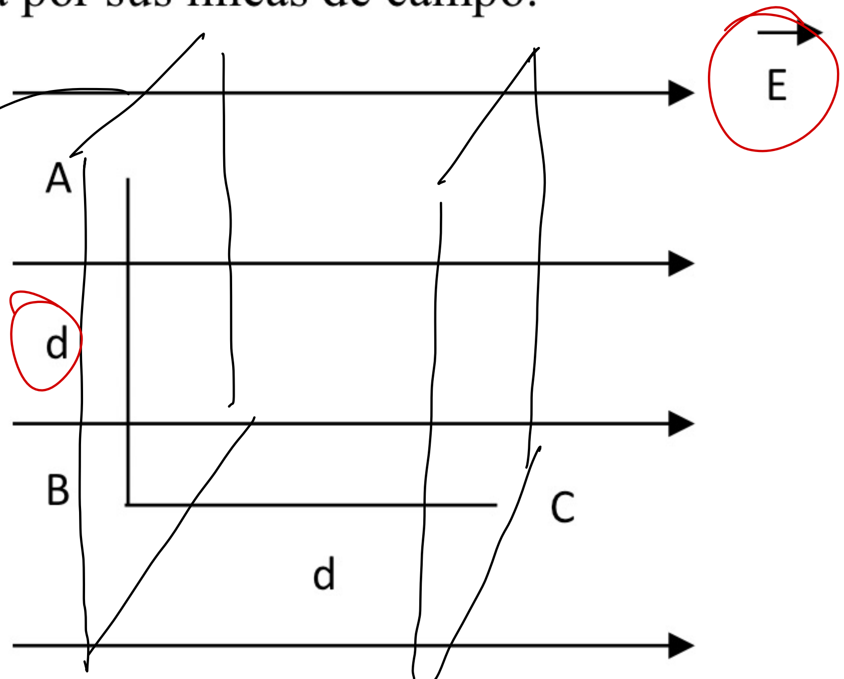
$$W_{A\to\infty} = E_{p_A} = 3'6\cdot 10^{-2}\ J.$$

$$\Downarrow$$

Podemos, definir entonces a la $E_p$ eléctrica también como el trabajo realizado para llevar a la carga desde su posición al $\infty$.

**15.-** En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme de intensidad $\vec{E}$ representado en la figura por sus líneas de campo:

Superficie equipotencial $V_A = V_B$




$q = +1\,C$

a)¿Qué trabajo se realizará al trasladar la unidad de carga positiva desde el punto A al B y desde el punto B al C?

b)¿Qué trabajo se realizará al trasladar la unidad de carga positiva desde el punto C al A?. Explicar el resultado obtenido.

c)¿Cuál de los tres puntos posee menor potencial?

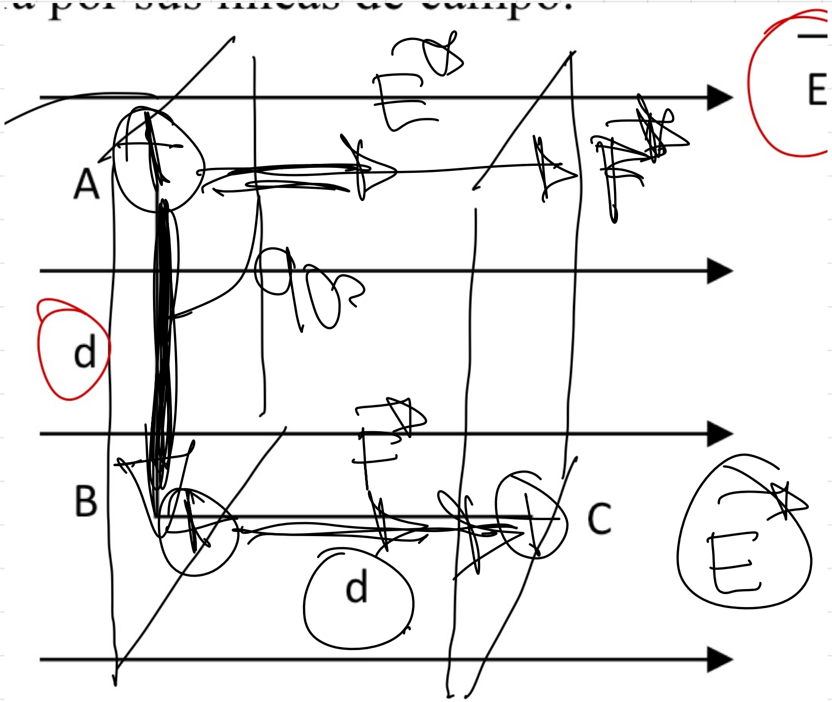
Campo eléctrico uniforme.

a) $W_{A\to B} = \underset{+1}{q} \underset{0}{(V_A - V_B)} = 0.$

$V_A = V_B$ (sup equipot.

otra forma,

a por sus líneas de campo.




zará al trasladar la unidad de carga pos

campo elect uniforme

$W_{A \to B} = F \cdot d \cdot \cos 90°$

$W_{A \to B} = 0$.

$W_{B \to C} = F \cdot d \cdot \cos 0$ 1

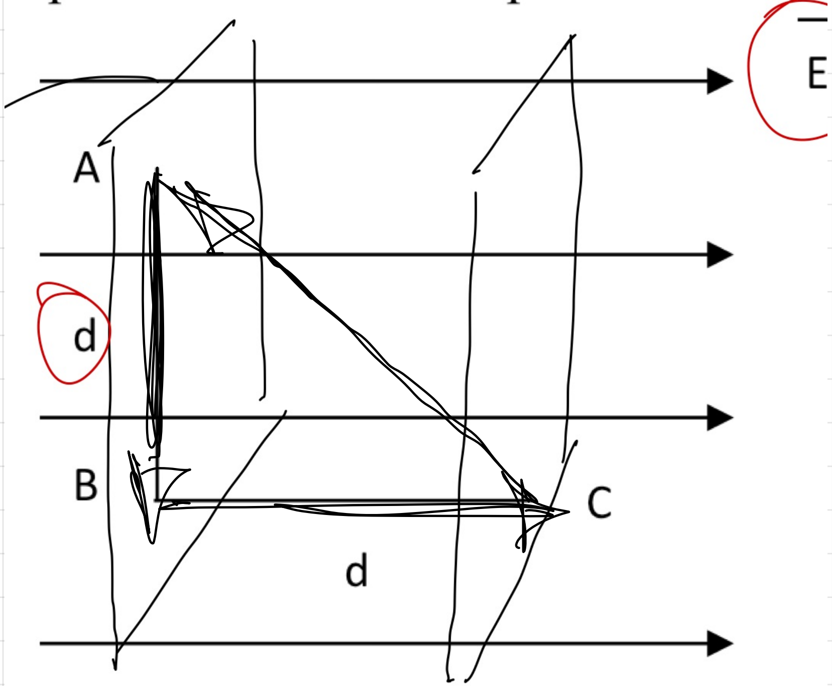
$W_{B\to C} = q \cdot E \cdot d$

$q \to +1\ C$

$$\boxed{W_{B\to C} = E \cdot d}$$

$W_{A\to A} = 0$

a por sus líneas de campo.




zará al trasladar la unidad de carga pos

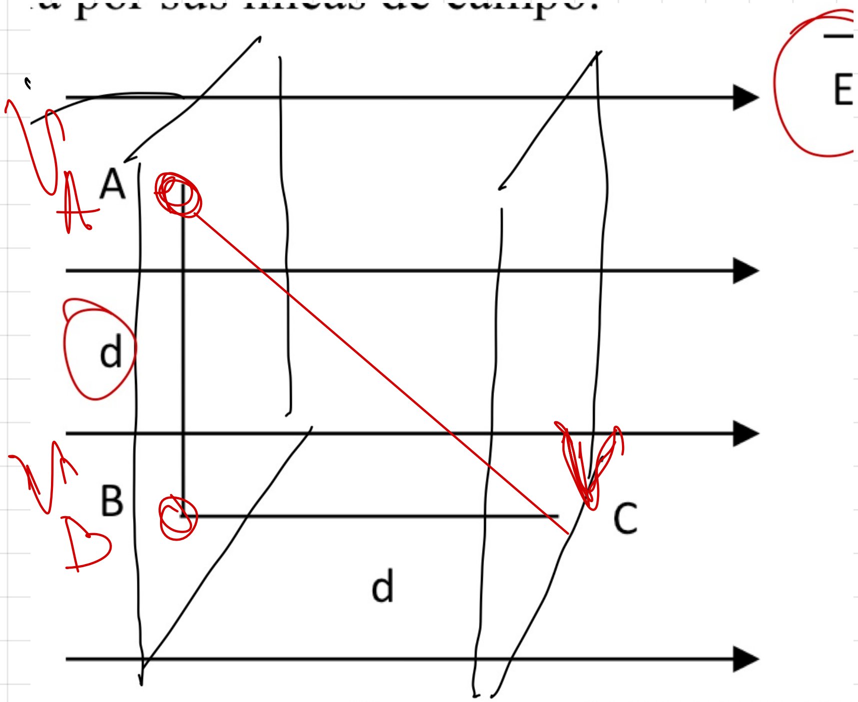
$W_{A\to B} + W_{B\to C} + W_{C\to A} = 0$

$0 + Ed + W_{C\to A} = 0$

$W_{C\to A} = -E \cdot d$

$W_{C \to A} < 0$ No espontáneo por parte de la fuerza eléctrica.

$\boxed{V_A = V_B}$




zará al trasladar la unidad de carga pos

$W_{B \to C} = E \cdot d$

$W_{B \to C} > 0$

$q \cdot (V_B - V_C) > 0$

$+ \quad \oplus$

$V_A = V_B$ $\qquad$ $V_B > V_C$.

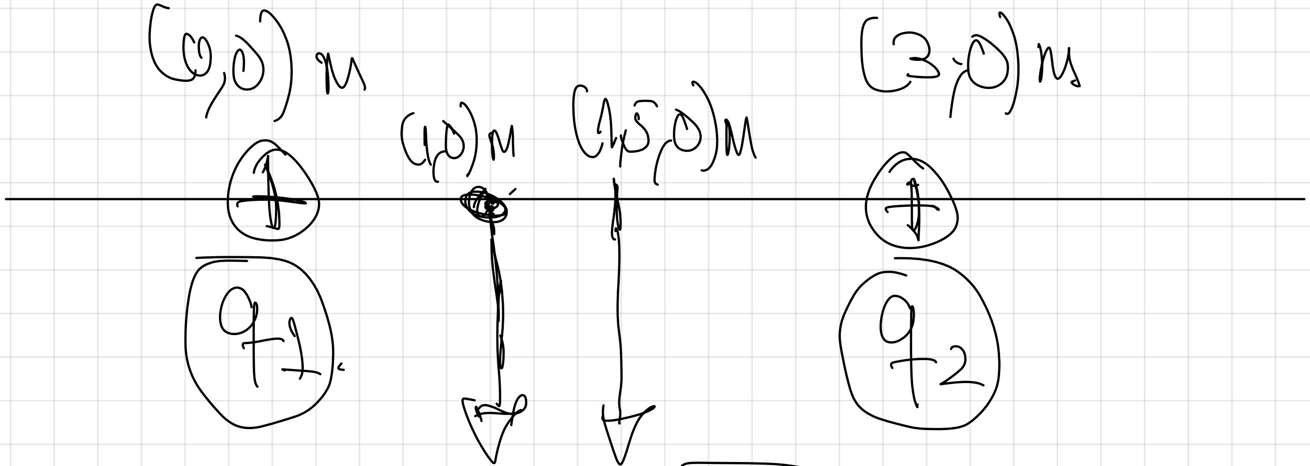
El que está a menor potencial es $V_C$.

93

Justifique su respuesta.

b) Dos cargas positivas $q_1$ y $q_2$ se encuentran situadas en los puntos (0,0) m y (3,0) m respectivamente. Sabiendo que el campo eléctrico es nulo en el punto (1,0) m y que el potencial electrostático en el punto intermedio entre ambas vale $9\cdot10^4$ V, determine los valores de dichas cargas.

$K = 9\cdot10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$




$E = 0$. $\boxed{V = 9\cdot10^4\ V}$

Principio de superposición

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

$$k \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = k \cdot \frac{q_2}{r_2^2}$$

$$k \cdot \frac{q_1}{1^2} = k \cdot \frac{q_2}{2^2}$$

$$\boxed{k\, q_1} = k \cdot \frac{q_2}{2^2}$$

$$q_1 = \frac{\cancel{k}}{\cancel{k}} \cdot \frac{q_2}{4}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = k \cdot \frac{q_1}{r} + k\frac{q_2}{r}$$

$$V = k \cdot \frac{q_1}{r} + k\frac{q_2}{r}$$

$$\boxed{q_1 = \frac{q_2}{4}}$$

**24.-** Dos cargas eléctricas puntuales de 4μC y -2μC cada una están situadas respectivamente en (2,0) m y en (-2,0) m, respectivamente

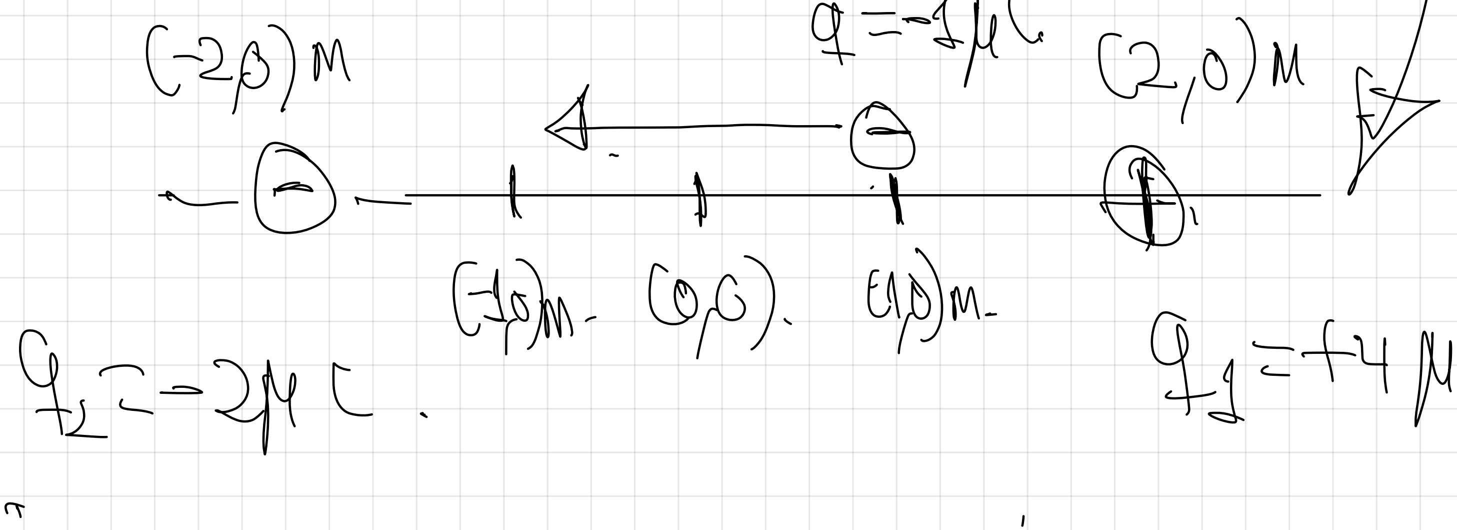
a) Calcula el trabajo necesario para transportar una carga q=-1μC desde (1,0) m a (-1,0) m

b) Calcula la energía potencial de q en (1,0) m y en (-1,0) m

c) Calcula la variación de energía potencial de q en el desplazamiento descrito

~~$a = 10\ m\ s^{-2}$~~

¡Ojo!




No se puede hacer por campo eléctrico uniforme.

Principio de superposición.

$$E_p(q,0)_M = K \cdot \frac{q \cdot q_1}{r_1} + K \frac{q \cdot q_2}{r_2}$$

$$E_p(-q,0)_M = K \cdot \frac{q \cdot q_1}{r_1'} + K \cdot \frac{q \cdot q_2}{r_2'}$$

$$W_{A \to B} = -\Delta E_{p\,A \to B}$$

→ Princípio da superposição

$$V_{(1,0)m} = V_{q_1} + V_{q_2} = K \cdot \frac{q_1}{r_1} + K \cdot \frac{q_2}{r_2} =$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{3} = 3 \cdot 10^4 V.$$

$$V_{(-1,0)m} = V'_{q_1} + V'_{q_2} = K \frac{q_2}{r'_1} + K \cdot \frac{q_2}{r'_2}.$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{3} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{1} = -6 \cdot 10^3 V.$$

$$W_{(1,0)m \to (-1,0)m} = q \cdot \left( V_{(1,0)m} - V_{(-1,0)m} \right).$$

$$W_{(1,0)m \to (-1,0)m} = -1\cdot 10^{-6}\left(3\cdot 10^4 - (-6\cdot 10^3)\right)$$

$$W = -0'036\,J.$$

b) Si sabemos los potenciales, podemos calcular la $E_p$ acudiendo a la expresión $V = \frac{E_p}{q}$
$\Rightarrow E_p = q\cdot V$ y En magnitudes escalares sustituimos los signos.

$E_{p(1,0)} = q\cdot V_{(1,0)} = -1\cdot 10^{-6}\cdot 3\cdot 10^4 = -3\cdot 10^{-2}\,J$

$E_{p(-1,0)} = q\cdot V_{(-1,0)} = -1\cdot 10^{-6}\cdot(-6\cdot 10^3) = 6\cdot 10^{-3}\,J$

c) $\Delta E_p = E_{p(-1,0)} - E_{p(1,0)} = 6\cdot 10^{-3}\,J - (-3\cdot 10^{-2}\,J) = 0'036\,J \Rightarrow$ Lo que se ha incrementado la $E_p$ coincide con el trabajo hecho por la fuerza externa calculado en a)

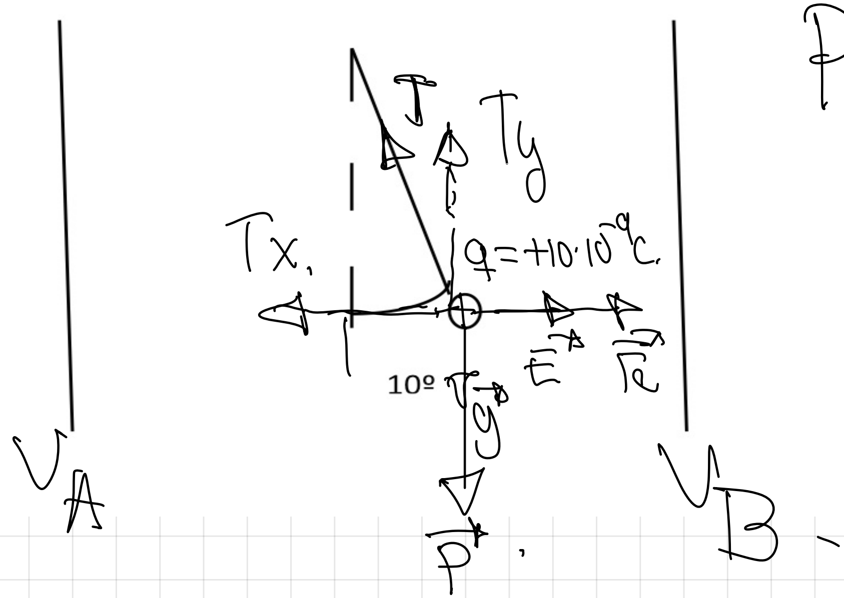
$-\Delta E_{p_{A\to B}} = W_{A\to B} = -0'036\,J$

$\Delta E_{p_{A\to B}} = 0'036\,J.$

**25.-** El péndulo de la figura, cuya masa es una esfera de 2g, cuelga de un hilo en el interior de dos placas cargadas eléctricamente con igual carga de signo opuesto, siendo la separación entre las placas de 10 cm.

Calcular la diferencia de potencial entre las placas sabiendo que el hilo forma un ángulo de 10º con la vertical y que la carga de la esfera es de 10 nC

El campo eléctrico en el interior de las placas se supone constante. Dato: $g=9{,}8\ m\cdot s^{-2}$

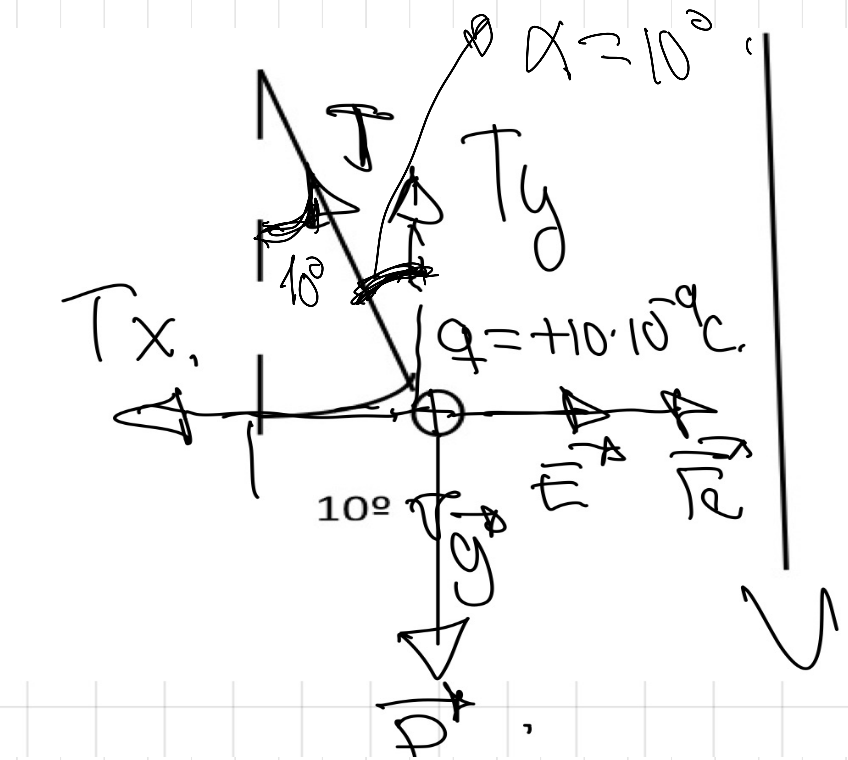



Primero calculamos $\vec{E}$

Una vez que lo sepamos, como el campo eléctrico es uniforme

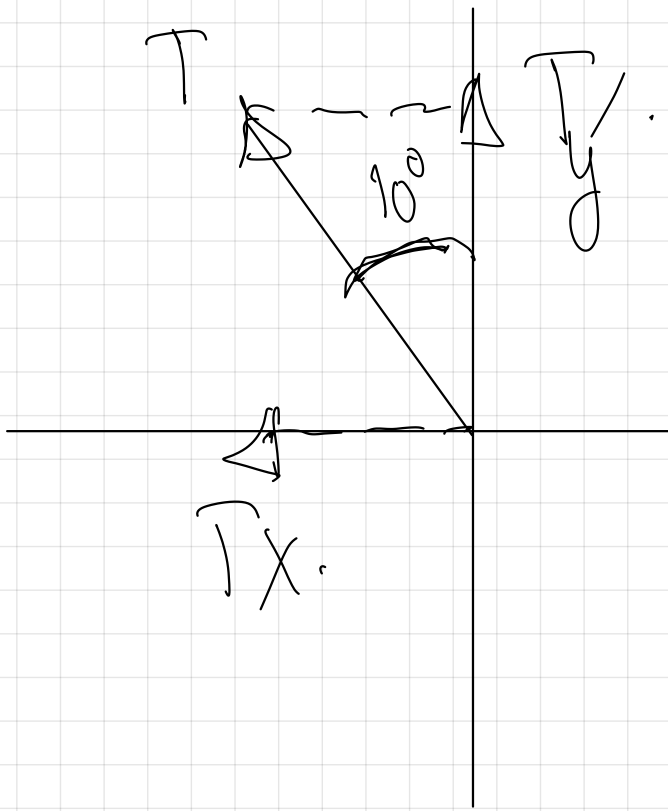
$$|\vec{T_x}| = |\vec{F_e}|$$

$$|\vec{T_y}| = |\vec{P}|$$




podemos utilizar

$$\boxed{(V_A - V_B) = E \cdot d}$$




$$\operatorname{sen} 10° = \frac{T_x}{T}$$

$$\cos 10° = \frac{T_y}{T}$$

$$\cancel{T} \cdot \operatorname{sen} 10° = q \cdot E$$

$$\cancel{T} \cdot \cos 10° = m \cdot g$$

$$\operatorname{tg} 10° = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}$$

$$E = \frac{m \cdot g \cdot tg\, 10^{\circ}}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 9'8 \cdot tg\, 10^{\circ}}{10 \cdot 10^{-9}} = 3'33 \cdot 10^{5}\, N/C$$

$10\, cm = 0'1\, m$

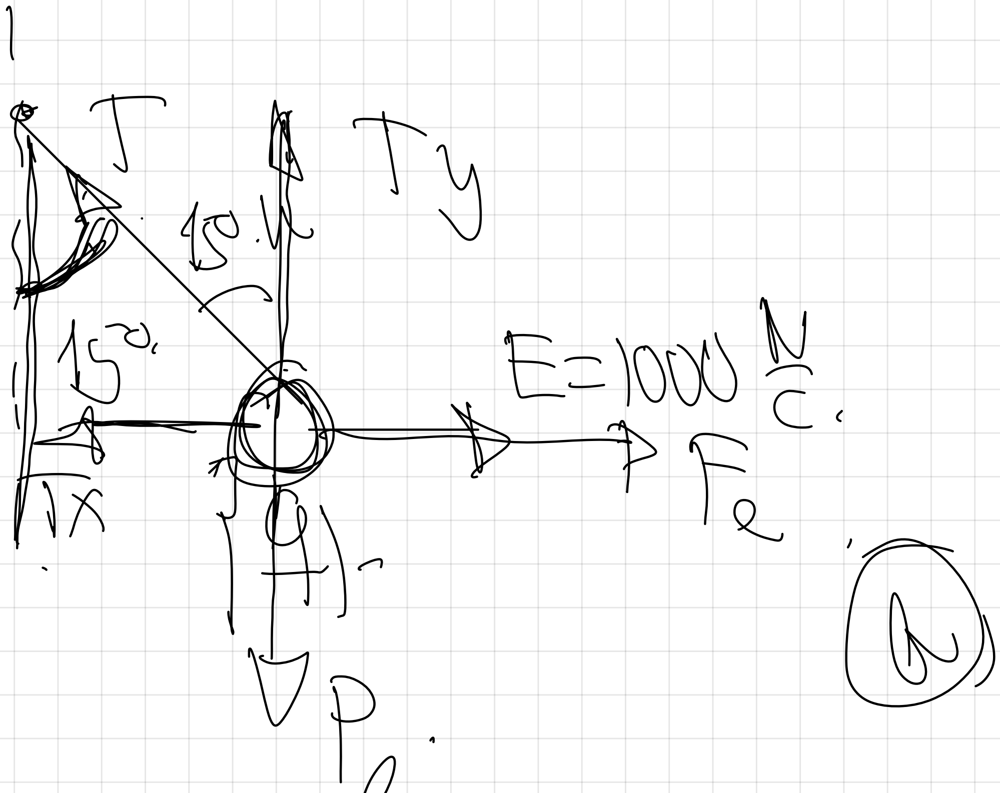
$$(V_A - V_B) = E \cdot d = 3'33 \cdot 10^{5} \cdot 0'1 = \boxed{3'33 \cdot 10^{4}\, V}$$

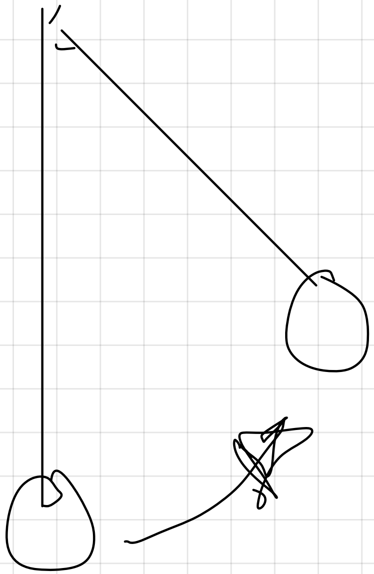
**43.-** Una bolita de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y, al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de 1000 N C- 1, el hilo forma un ángulo de 15º con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine su carga eléctrica.

b) Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.

$g = 10\ m\ s^{-2}$



$T_x = F_e$

$T_y = P$

$$\frac{\cancel{T} \cdot \operatorname{sen} 15^\circ = q \cdot E}{\cancel{T} \cdot \cos 15^\circ = m \cdot g}$$

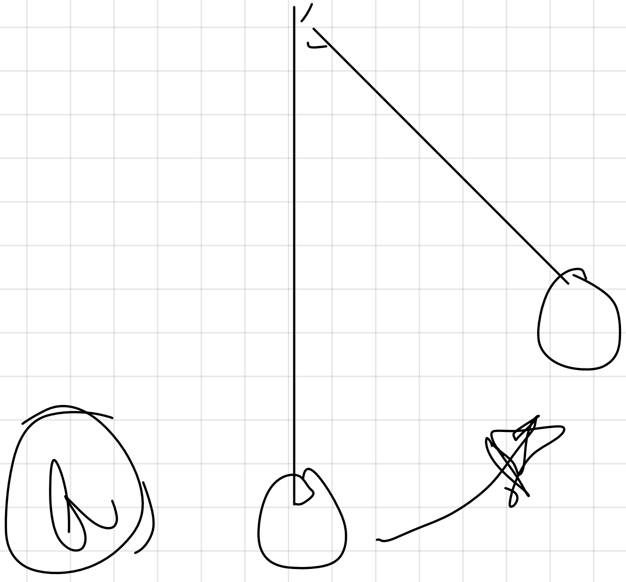
$$\operatorname{tg} 15^\circ = \frac{q E}{m g}$$

Al aplicar el campo $\vec{E}$.

$$q = \frac{m \cdot g \cdot tg\,15^\circ}{E} = \frac{2 \cdot 10^{-3}\,kg \cdot 10\,m/s^2 \cdot tg\,15}{1000\,N/C}$$

$$\boxed{q = 5'4 \cdot 10^{-6}\,C}$$ → Solo he podido calcular el valor absoluto de la carga.

$\uparrow E_p = m \cdot g\, h \uparrow$



Al aplicar el campo $\vec{E}$.

La energía potencial gravitatoria ha aumentado y el aumento coincide con la disminución de $E_p$ eléctrica.

**44.-** Dos partículas de $\boxed{10\ g}$ se encuentran suspendidas por dos hilos de 30 cm desde un mismo punto. Si se les suministra a ambas partículas la misma carga se separan de modo que los hilos forman entre si un ángulo de 60º

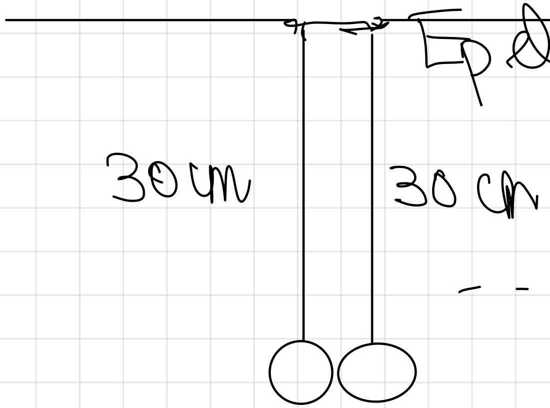
a) Dibuja en un diagrama las fuerzas que actúan sobre las partículas y analiza la energía del sistema en esa situación

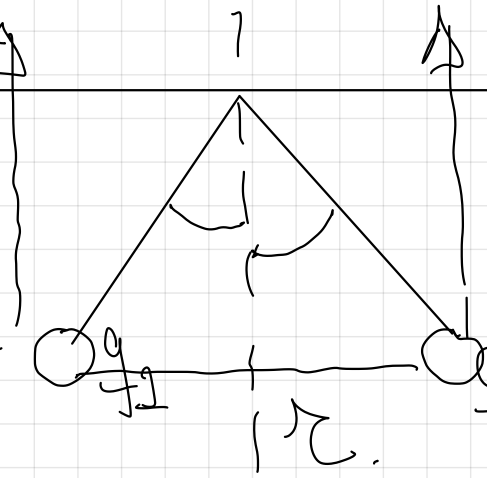
b) Calcula el valor de la carga que se le suministra a cada partícula

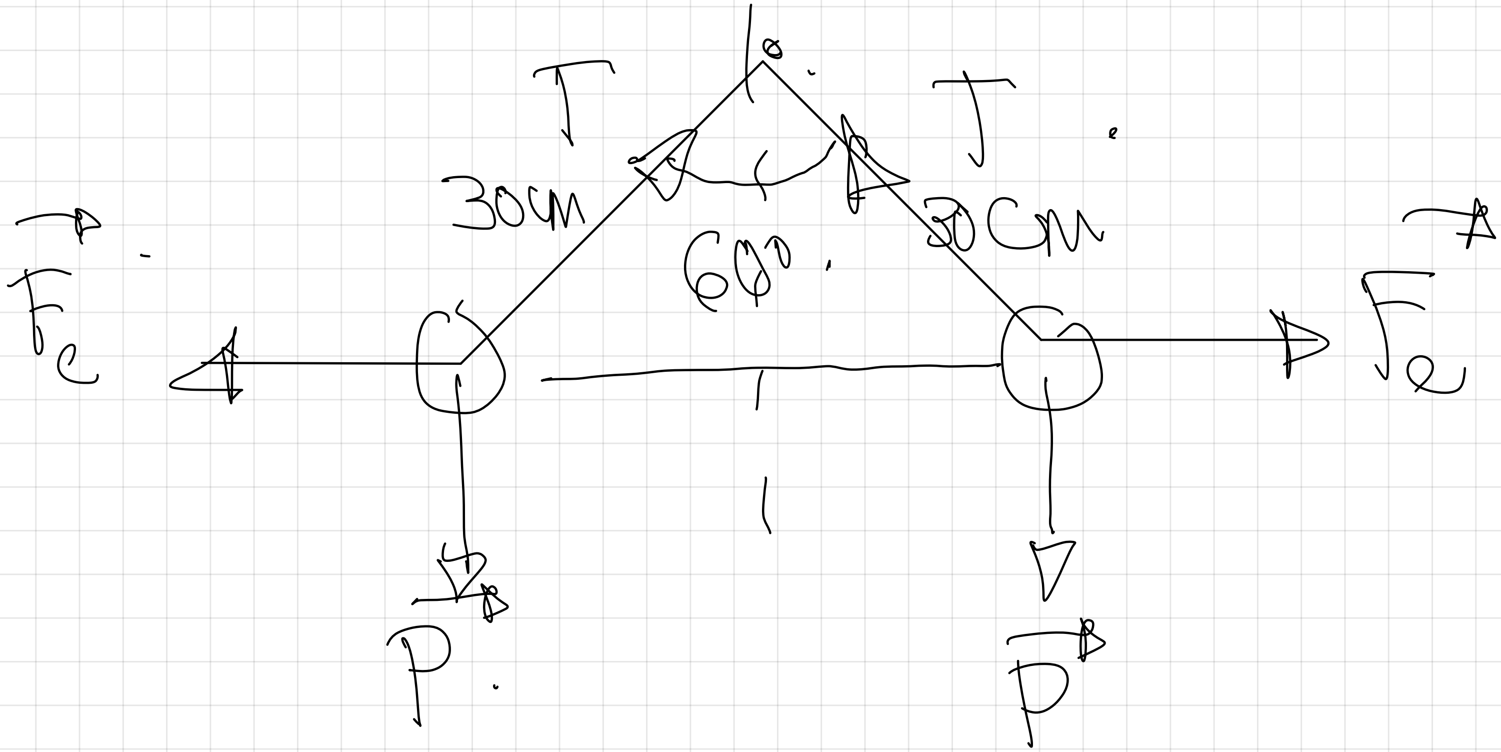
$g = 10\ m\ s^{-2}$  $K = 9 \cdot 10^{9}\ N \cdot m^{2} \cdot C^{-2}$

Energía potencial gravitatoria  $E_{p_1} = m \cdot g \cdot h$  $E_{p_2} = m \cdot g \cdot h$

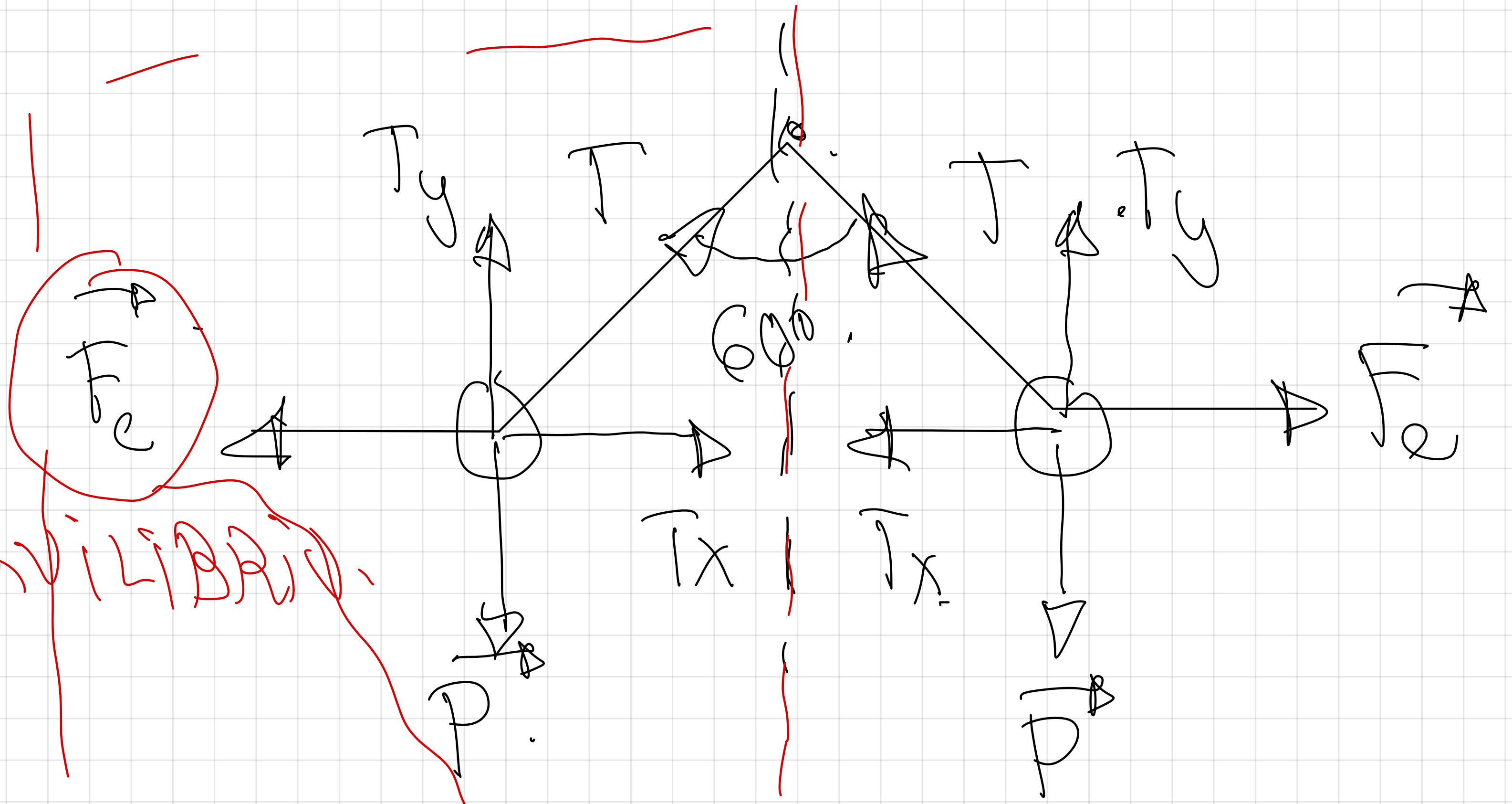
Ep eléctrica  $E_{p_1} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$  $E_{p_2} = K \frac{q_1 q_2}{r}$





$\vec{T}$
30cm
$\vec{T}$
30cm
60°
$\vec{F_e}$
$\vec{F_e}$
$\vec{P}$
$\vec{P}$



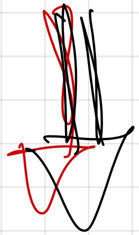

EQUILIBRIO

$T_x = F_e$

$T_y = P$

Ley de Coulomb

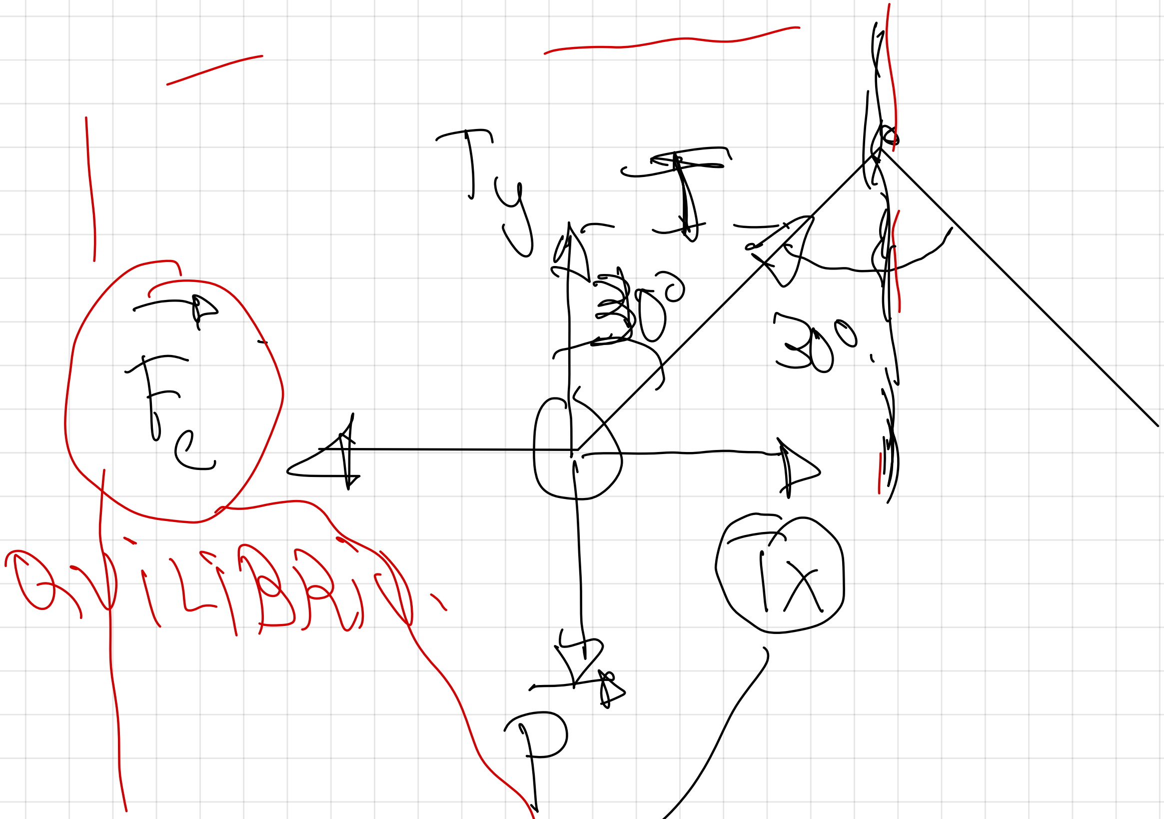
$$F_e = K \cdot \frac{q \cdot q}{r^2}$$



$T \cdot \text{sen } 30° = F_e$

$T \cdot \cos 30° = m \cdot g$

$tg\, 30° = \dfrac{F_e}{m \cdot g}$



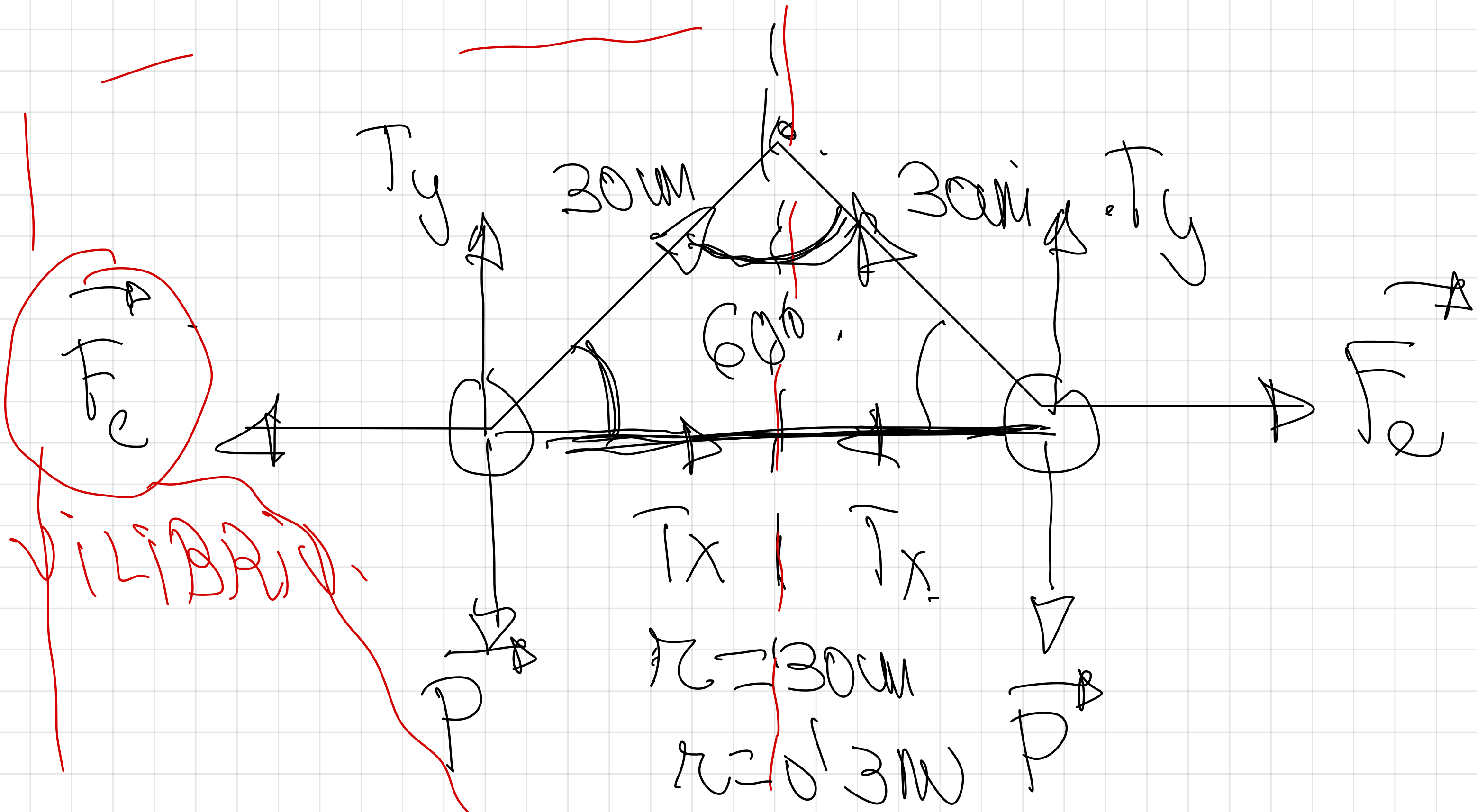

$F_e = m \cdot g \cdot tg\, 30°$

$F_e = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot tg\, 30°$

$\boxed{F_e = 5'77 \cdot 10^{-2}\, N}$

$\text{sen } 30° = \dfrac{\text{cat. opuesto}}{\text{hipotenusa}}$, $\text{sen } 30° = \dfrac{T_x}{T}$.

$T_x = T \cdot \text{sen } 30°$




$$F_e = K \cdot \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_e \cdot r^2}{K}} = q$$

$$Q = \sqrt{\frac{F_e \cdot r^2}{K}} = \sqrt{\frac{5'77 \cdot 10^{-2} \cdot (0'3)^2}{9 \cdot 10^9}} = \boxed{7'6 \cdot 10^{-7}\,C}$$

No podemos saber su naturaleza solo hemos calculado su valor absoluto.

**8.-** Se tienen dos cargas idénticas $q_1=q_2=-4\cdot 10^{-6}C$ situadas en los puntos (-2,0) m y (2,0) m, respectivamente.

a) Determina, razonadamente, en qué punto es nula la intensidad del campo que crean

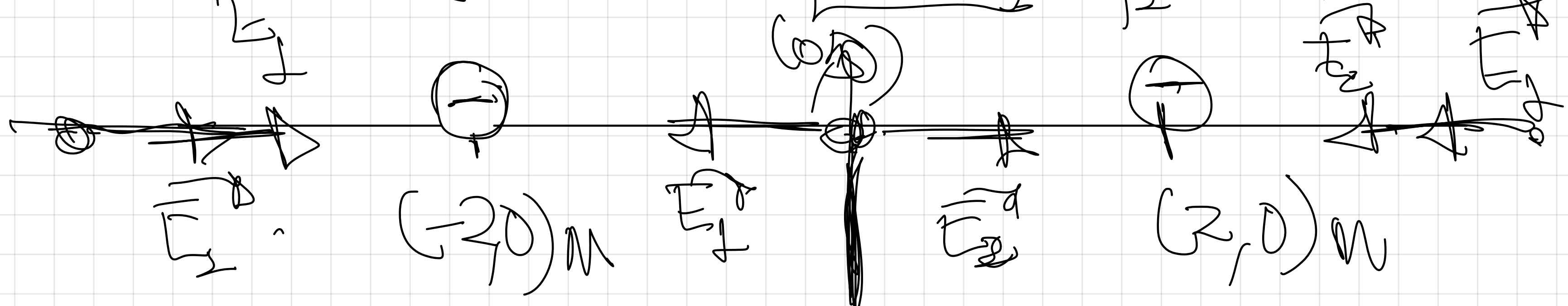
b)¿Es también nulo el potencial en ese punto?. Calcula, en cualquier caso, su valor

$\varepsilon_0=8{,}85\cdot 10^{-12}\ C^2\cdot N^{-1}\cdot m^{-2}$

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{1}{4\pi\cdot 8'85\cdot 10^{-12}} = \boxed{9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}}$$

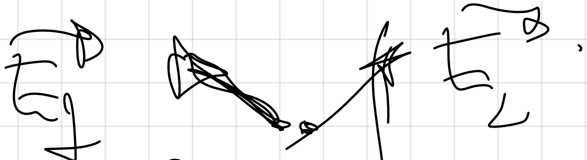
$$\boxed{E = K\cdot\frac{q}{r^2}}$$

$q_1=-4\cdot 10^{-6}C$. $\boxed{|\vec{E}|=0}$. $q_2=-4\cdot 10^{-6}C$.




mismo sentido

$\vec{E} \neq 0$




Principio de superposición.

Principio de superposición

$$V = V_1 + V_2 = K \cdot \frac{q_1}{r_1} + K \cdot \frac{q_2}{r_2} \neq 0$$

$$V_{(r,c)} = V_1 + V_2 = K \cdot \frac{q_1}{r_1} + K \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-4 \cdot 10^{-6}}{2} + 9 \cdot 10^9 \frac{-4 \cdot 10^{-6}}{2} = \boxed{-3'6 \cdot 10^4 V}$$

(Mirar en el libro)

Pag 66

**41.-** Dos cargas puntuales iguales de + $10^{-5}$ C, se encuentran en el vacío, fijas en los puntos A (0,0) m y B(0,3) m

a) Calcule el campo y el potencial electrostáticos en el punto C (4,0) m

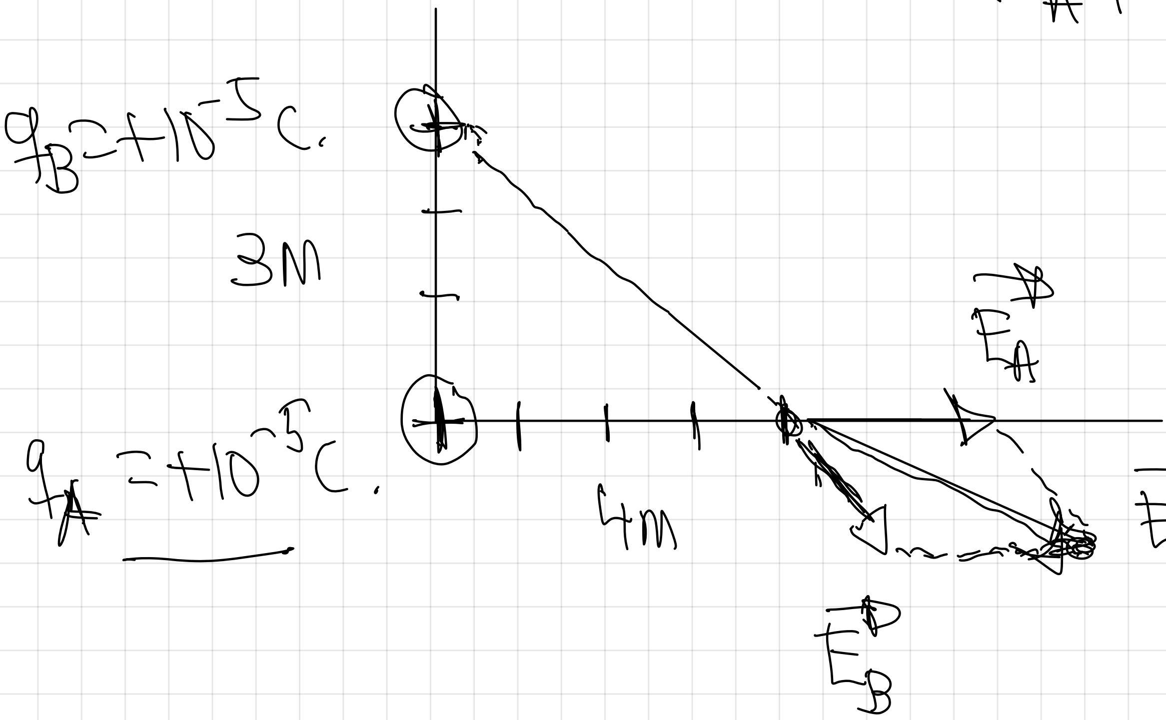
b) Si abandonáramos otra carga puntual de + $10^{-7}$ C en el punto C (4,0) m, ¿cómo se movería?. Justifique la respuesta.

K=$9\cdot10^9$ N·m$^2$·C$^{-2}$

$$|\vec{E}_A| = K \cdot \frac{|q_A|}{r^2} = 9\cdot10^9 \cdot \frac{10^{-5}}{4^2}$$

$$|\vec{E}_A| = 5625 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_A = +5625 \cdot \vec{i} \ \left(\frac{N}{C}\right)$$

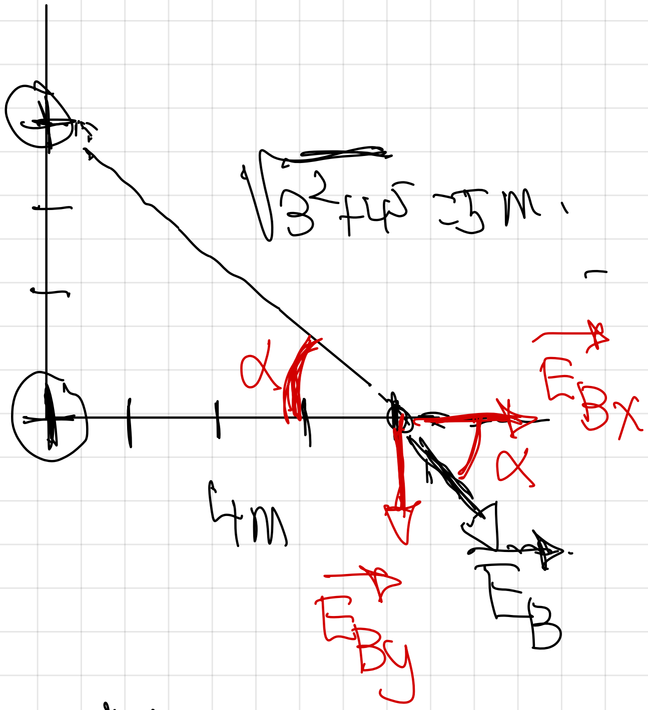



$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

$q_B = +10^{-5}\,C.$

$3M$

$q_A = +10^{-5}\,C.$




$\sqrt{3^2+4^2} = 5\,m.$

$4m$

$\operatorname{sen}\alpha = \frac{3}{5}.$

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$|\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r^2}.$

$|\vec{E}_B| = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-5}}{5^2}.$

$|\vec{E}_B| = 3600\,\frac{N}{C}$

$\operatorname{sen}\alpha = \frac{|\vec{E}_{By}|}{|\vec{E}_B|}. \Rightarrow |\vec{E}_{By}| = |\vec{E}_B| \operatorname{sen}\alpha.$

$|\vec{E}_{By}| = 3600 \cdot \frac{3}{5}$

$|\vec{E}_{By}| = 2160\,\frac{N}{C}.$

$\boxed{\vec{E}_{By} = -2160\,\hat{j}\left(\frac{N}{C}\right)}$

$$\cos\alpha = \frac{|\vec{E}_{Bx}|}{|\vec{E}_B|} \Rightarrow |\vec{E}_{Bx}| = |\vec{E}_B| \cdot \cos\alpha.$$

$$|\vec{E}_{Bx}| = 3600 \cdot \frac{4}{5}$$

$$|\vec{E}_{Bx}| = 2880 \frac{N}{C}; \quad \boxed{\vec{E}_{Bx} = 2880\,\vec{i}\left(\frac{N}{C}\right)}$$

$$\vec{E}_B = 2880\,\vec{i} - 2160\,\vec{j}\left(\frac{N}{C}\right).$$

$$\vec{E}_A = 5625\,\vec{i}$$

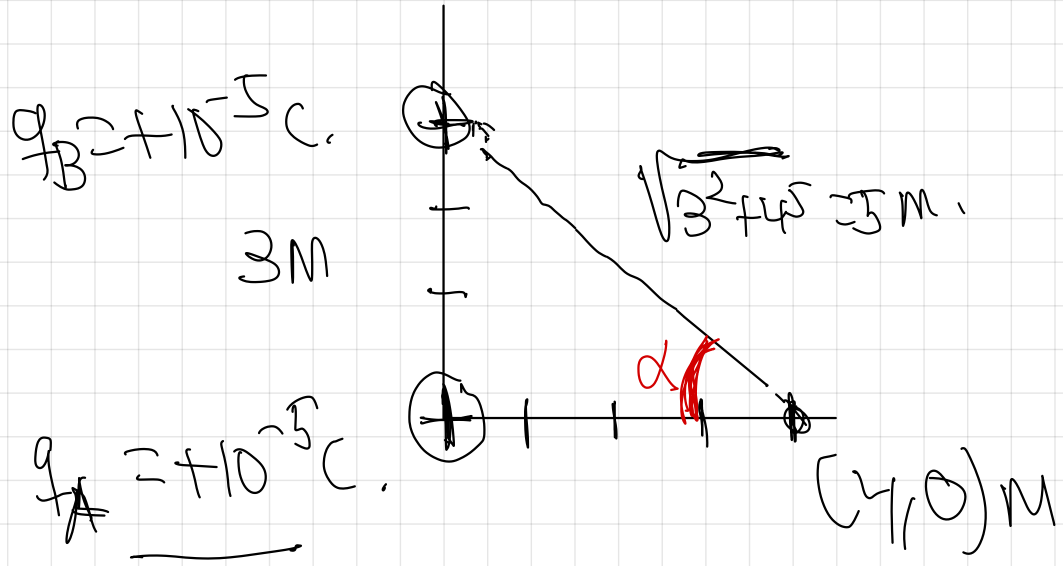
---

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = 8505\,\vec{i} - 2160\,\vec{j}\left(\frac{N}{C}\right).$$

Calcular su módulo sería sencillo, bastaría con hacer

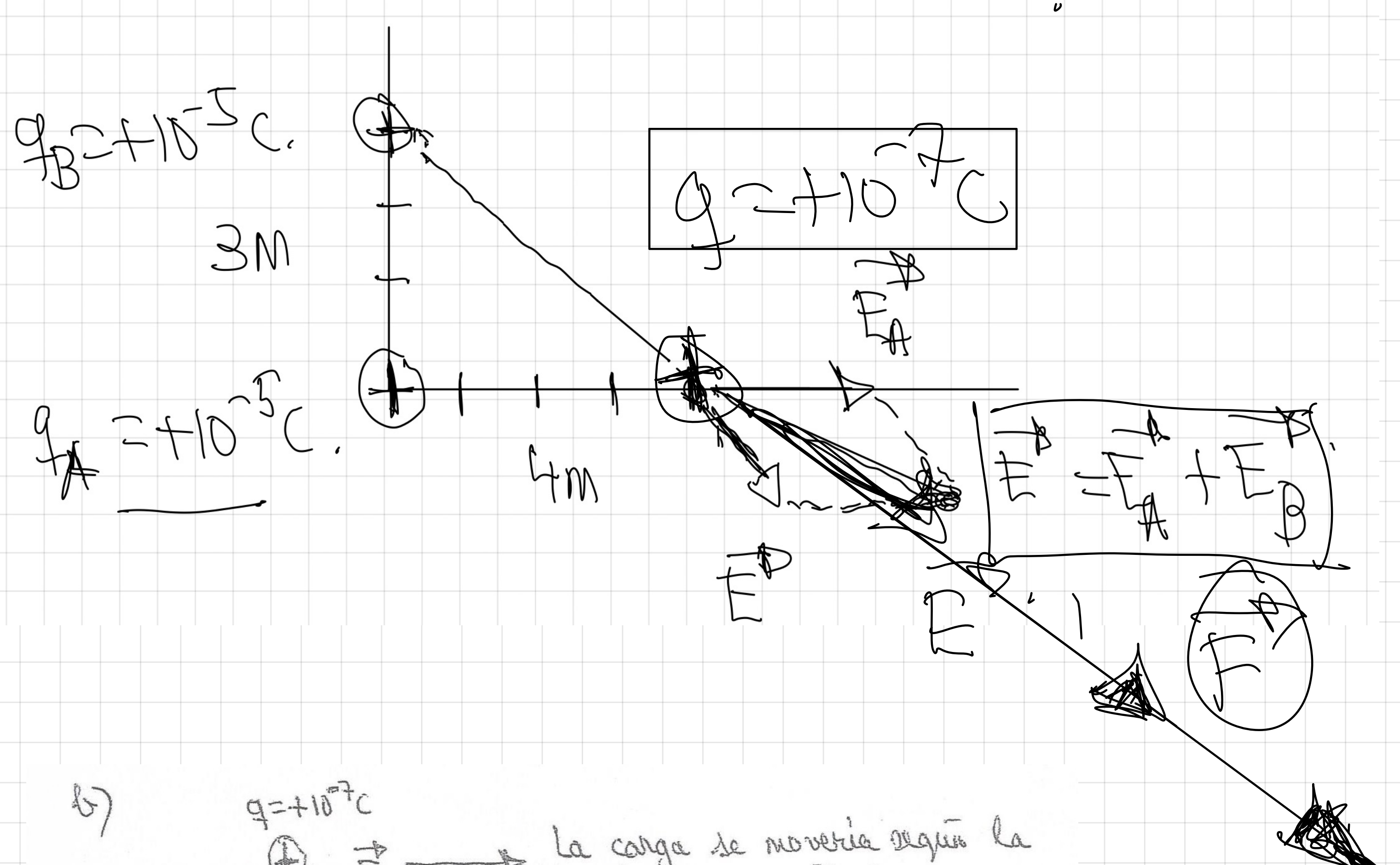
$$|\vec{E}| = \sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{(8505)^2+(-2160)^2}$$

$$|\vec{E}| = 8775\ N/C$$

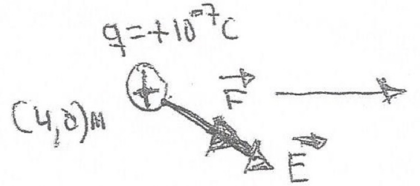



$$V_{(4,0)M} = V_A + V_B = K\cdot\frac{q_A}{r_A} + K\cdot\frac{q_B}{r_B} = 9\cdot10^9\cdot\frac{+10^{-5}}{4} + 9\cdot10^9\cdot\frac{+10^{-5}}{5}.$$

$$V_{(4,0)M} = 22500\,V + 18000\,V = 40500\,V.$$




b)




→ La carga se movería según la acción de una Fuerza que seguiría la misma dirección y sentido que el campo eléctrico $\vec{E}$ calculado en a) debido a que las cargas positivas se mueven siguiendo la misma dirección y sentido que $\vec{E}$ (calculado con ese criterio), alejándolas espontáneamente por acción de esta fuerza de las otras dos cargas positivas creadoras de campo

La fuerza que aleja espontáneamente a esta carga positiva de las otras dos que crean el campo se puede calcular:

$$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}| = 10^{-7} C \cdot 8775 \frac{N}{C} = 8'775 \cdot 10^{-4} \frac{N}{C}$$

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} = 10^{-7}(8505\vec{i} - 2160\vec{j}) =$$

$$\vec{F} = 8'505 \cdot 10^{-4} \vec{i} - 2'160 \cdot 10^{-4} \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$$

**42.-** Dos cargas puntuales de $q_1$= -4 C y $q_2$= 2 C se encuentran en los puntos (0,0) y (1,0) m respectivamente

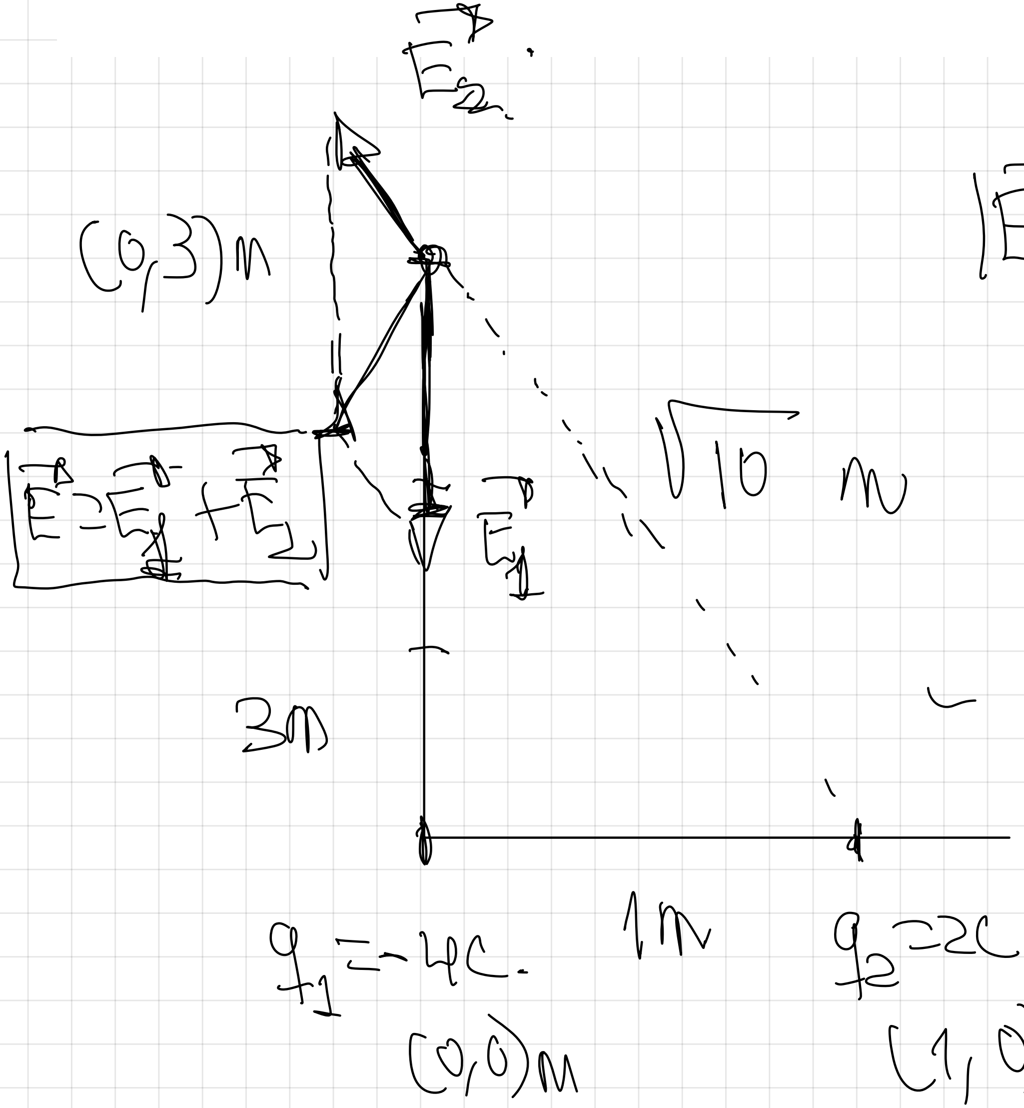
$\vec{E}$

a) Determine el valor del campo eléctrico en el punto (0,3) m.

b) Razone qué trabajo que hay que realizar para trasladar una carga puntual $q_3$= 5 C desde el infinito hasta el punto (0,3) m e interprete el signo del resultado.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

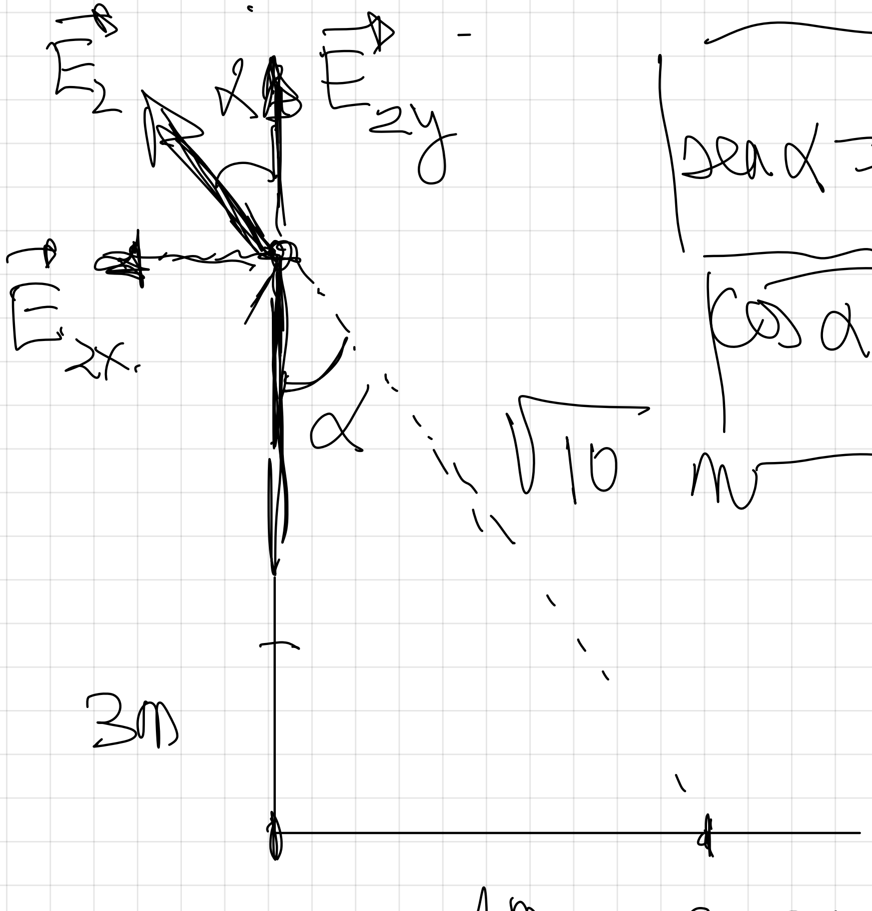
$$E = K \cdot \frac{Q}{r^2}.$$




$$|\vec{E_1}| = K \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4}{3^2} = 4 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E_1} = -4 \cdot 10^9 \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$|\vec{E_2}| = K \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2}{(\sqrt{10})^2} = 18 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$




$q_1 = -4C$ (0,0)m

$q_2 = 2C$ (1,0)m

$$\boxed{\operatorname{sen}\alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}}$$

$$\boxed{\cos\alpha = \frac{3}{\sqrt{10}}}$$

$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{E_{2x}}{E_2}$$

$$E_{2x} = E_2 \cdot \boxed{\operatorname{sen}\alpha}$$

$$E_{2x} = 1'8 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$E_{2x} = 5'69 \cdot 10^8 \ N/C$$

$$\vec{E}_{2x} = -5'69 \cdot 10^8 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\cos\alpha = \frac{E_{2y}}{E_2}$$

$$E_{2y} = E_2 \cdot \boxed{\cos\alpha}$$

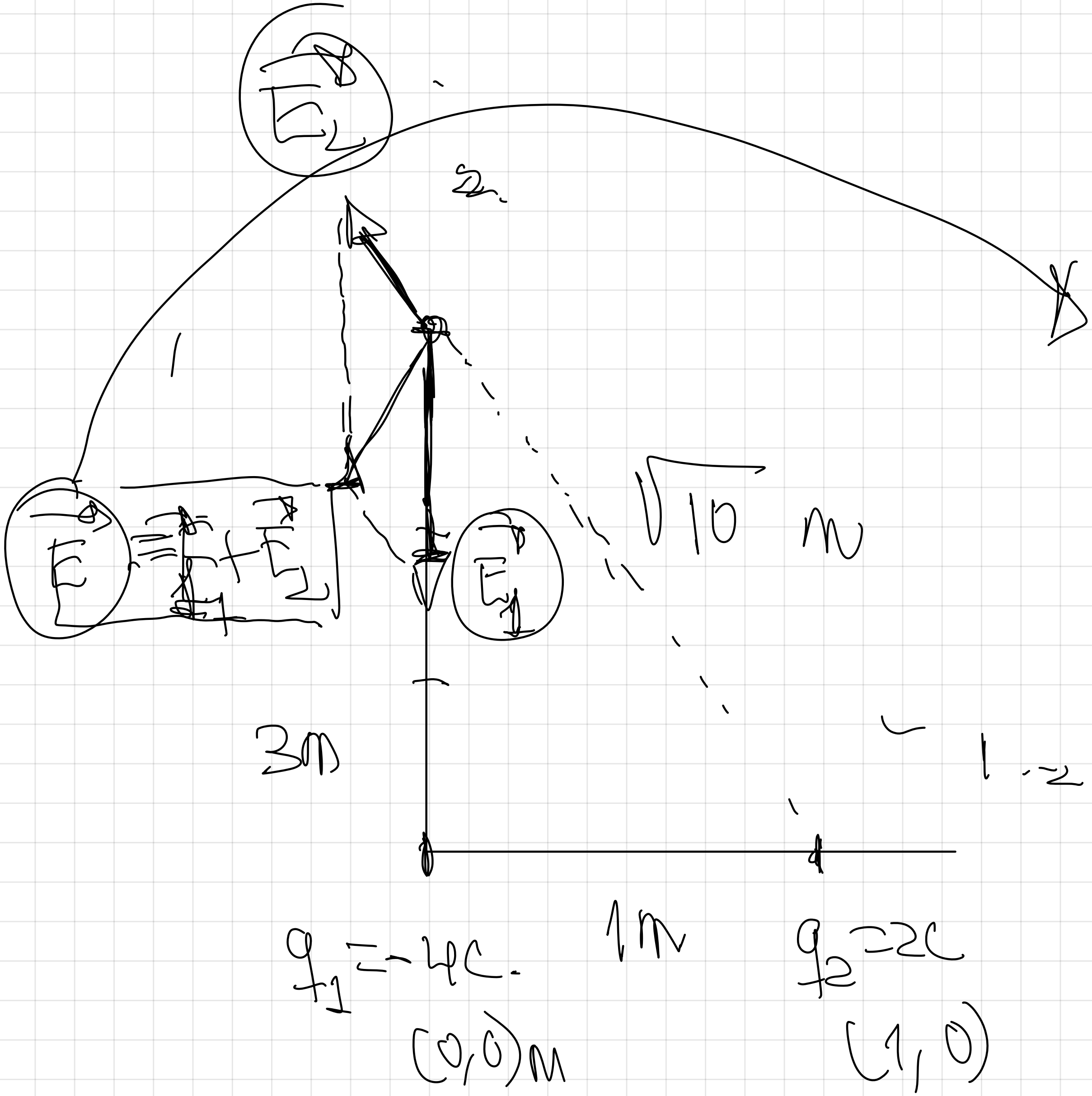
$$E_{2y} = 1'8 \cdot 10^9 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{2x} + \vec{E}_{2y}$$

$$\vec{E}_2 = -5'69 \cdot 10^8 \vec{i} + 1'7 \cdot 10^9 \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$$

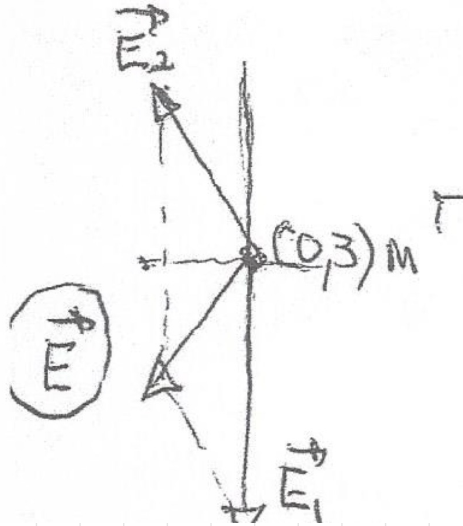
$$E_{2y} = 1'7 \cdot 10^{9} \cdot N/C$$

$$\vec{E}_{2y} = +1'7 \cdot 10^{9} \cdot \vec{j} \ \left(\frac{N}{C}\right)$$




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

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{2x} + \vec{E}_{2y} \Rightarrow \boxed{\vec{E}_2 = -5'7\cdot 10^8\,\vec{i} + 1'7\cdot 10^9\,\vec{j}\left(\frac{N}{C}\right)}$$

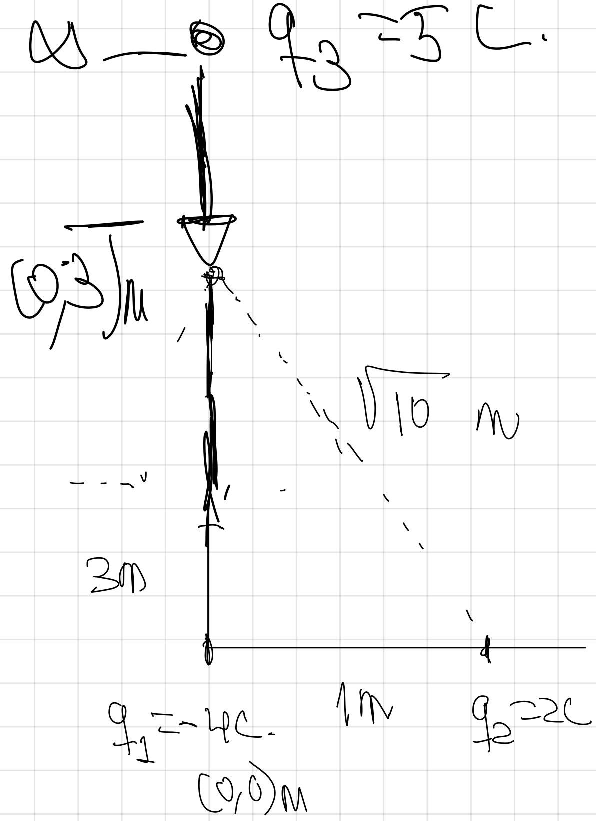



Según el principio de superposición $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$$\vec{E} = -4\cdot 10^9\,\vec{j} - 5'7\cdot 10^8\,\vec{i} + 1'7\cdot 10^9\,\vec{j} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{E} = -5'7\cdot 10^8\,\vec{i} - 2'3\cdot 10^9\,\vec{j}\ \left(\frac{N}{C}\right)}$$

b)




$$W_{\infty\to(0,3)} = -\Delta E_{p\,\infty\to(0,3)}$$

$$W_{\infty\to(0,3)m} = -\left(E_{p(0,3)} - E_{p\infty}\right)$$

$$W_{\infty\to(0,3)m} = E_{p\infty} - E_{p(0,3)}$$

$E_{p\infty} = 0$ por definición.

Principio de superposición.

$$E_{p(0,3)m} = E_{p\,q_1,q_3} + E_{p\,q_2,q_3}$$

$$E_{p(0,3)m} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{r_1} + K \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{r_2}$$

Escalar.

$$E_{p(0,3)m} = 9\cdot10^9 \frac{(-4)\cdot 5}{3} + 9\cdot10^9 \cdot \frac{2\cdot5}{\sqrt{10}}$$

$$E_{p(0,3)m} = -3'15\cdot10^{10}\,J.$$

$W_{\infty\to(0,3)_m} = 0 - (-3'15\cdot10^{10})$

$W_{\infty\to(0,3)_m} = 3'15\cdot10^{10}\,J$

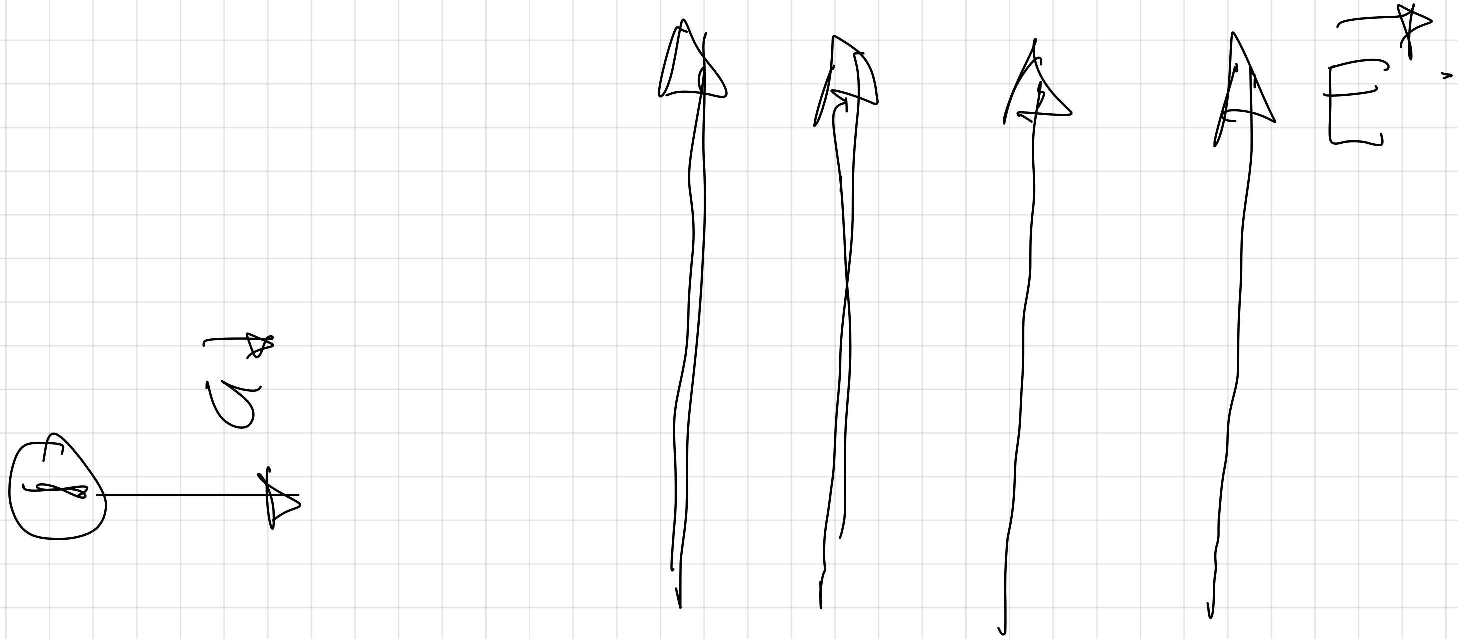
Espontáneo.

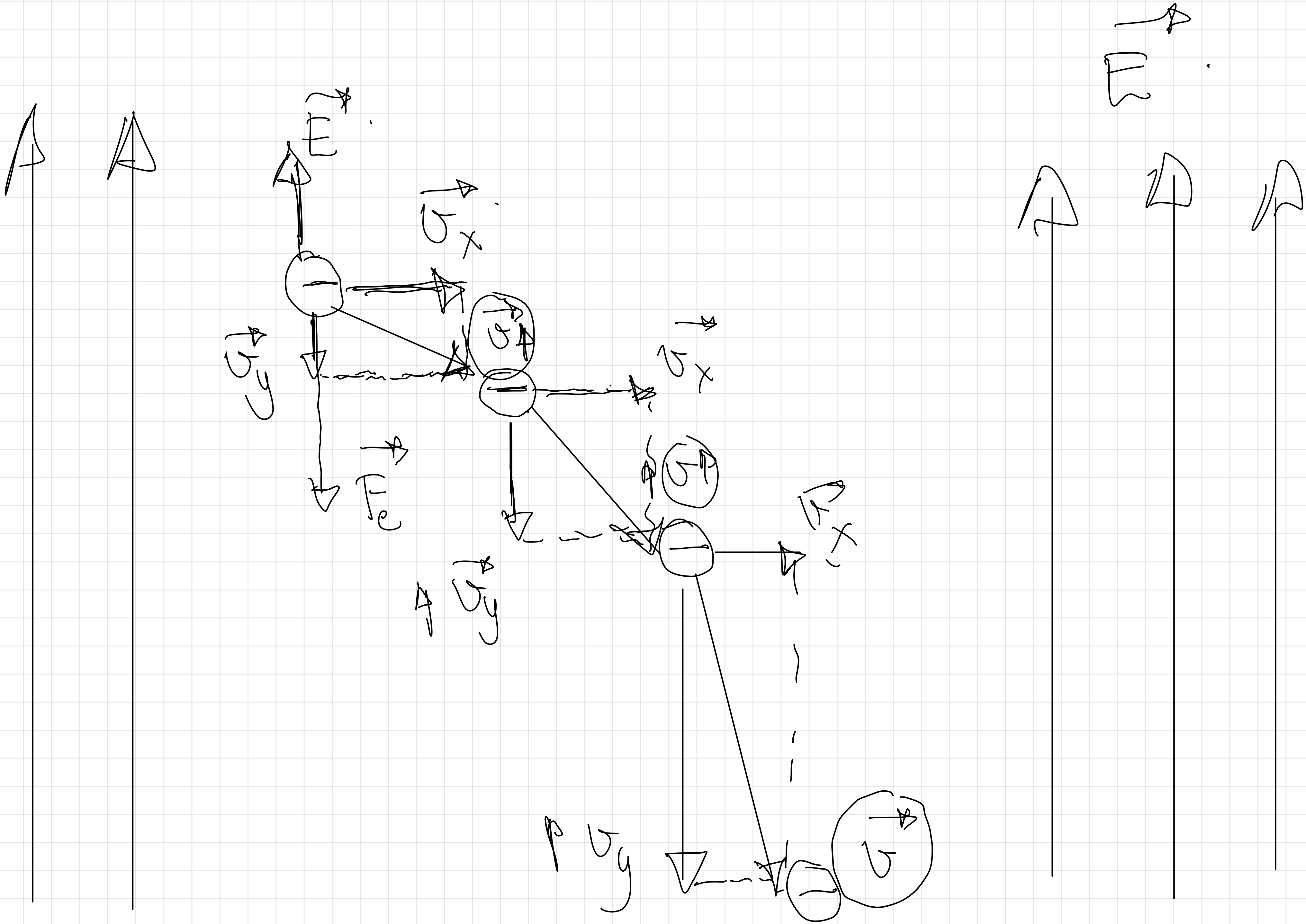
**a) Se lanza un electrón perpendicularmente a las líneas de un campo electrostático uniforme.**
**i) Razone cómo es la trayectoria seguida por el electrón dentro de ese campo y dibújela.**
**ii) Razone cómo varían su energía cinética y su energía potencial durante su movimiento.**
**b) Dos partículas con cargas $q_1 = 4\cdot 10^{-6}$ C y $q_2 = 2\cdot 10^{-6}$ C se encuentran situadas en los puntos $(0,0)$ y $(2,0)$ m, respectivamente, del plano XY. i) Calcule el campo eléctrico en el punto $(2,2)$ m. ii) Calcule la fuerza a la que estaría sometida un tercera partícula con carga $q_3 = 3\cdot 10^{-8}$ C situada en el punto $(2,2)$ m.**

**$K = 9\cdot 10^9\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-2}}$**

**FISICA. 2021. RESERVA 1. EJERCICIO B2**

a)




$\vec{E}$
$\vec{v}_x$
$\vec{v}_y$
$\vec{F}_e$
$\vec{v}$
$\vec{E}$

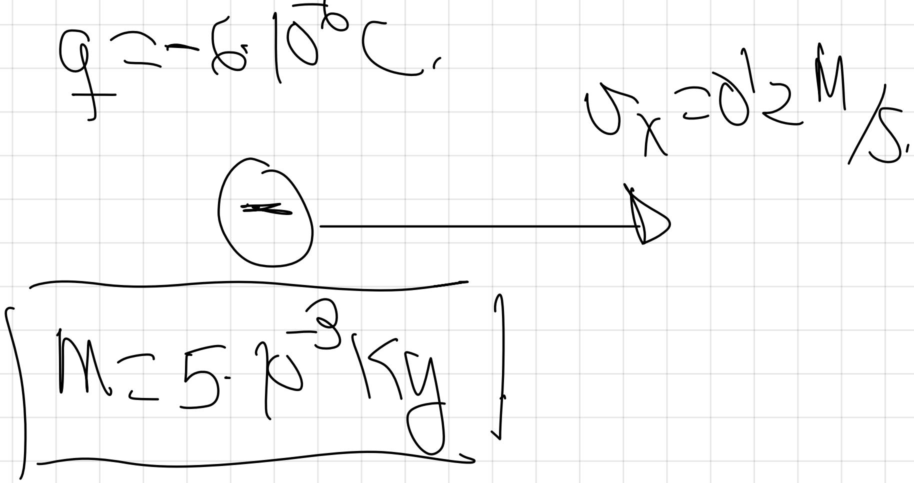
LIBRO

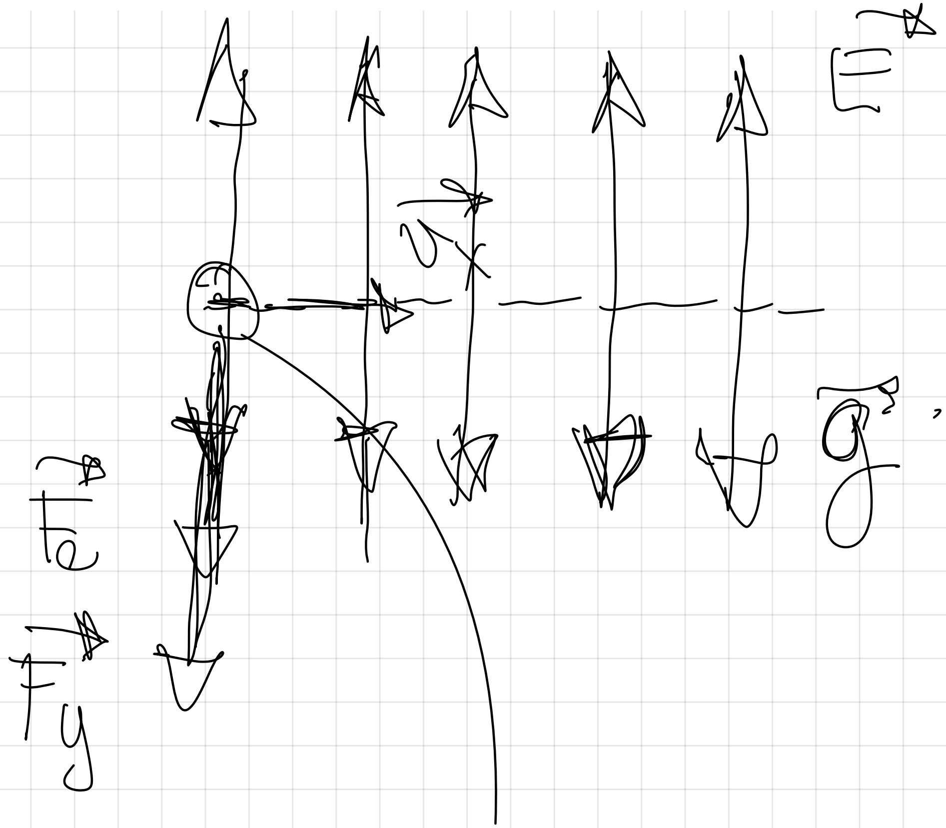
**48.-** Una partícula de $5 \cdot 10^{-3}$ Kg y carga eléctrica $q = -6 \cdot 10^{-6}$ C se mueve con una velocidad de 0,2 $m \cdot s^{-1}$ en el sentido positivo del eje X y penetra en una región x>0, en la que existe un campo eléctrico uniforme de 500 $N \cdot C^{-1}$ dirigido en el sentido positivo del eje Y.

a) Describa, con ayuda de un esquema, la trayectoria seguida por la partícula y razone si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en su desplazamiento.

b) Calcule el trabajo realizado por el campo eléctrico en el desplazamiento de la partícula desde el punto (0,0) m hasta la posición que ocupa 5 s más tarde.

$g = 10 \ m \cdot s^{-2}$

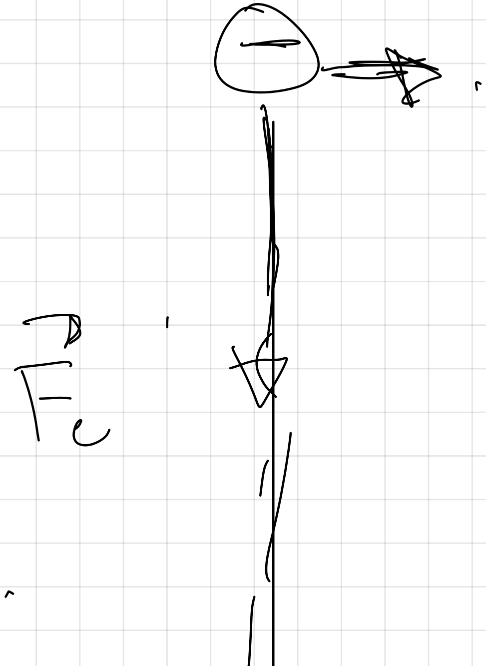


MRU.

$$v_x = 0'2\ m/s \Rightarrow v_x = cte \Rightarrow v_x = \frac{x}{t}$$

$$x = v_x \cdot t = 0'2\ m/s \cdot 5\ \cancel{s} = \boxed{1\ m}$$




MRUA.

$$y = v_{0y} \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$y = 0 \cdot 5 + \frac{1}{2} 10'6 \cdot 5^2$$

$$y = 132'5\ m$$

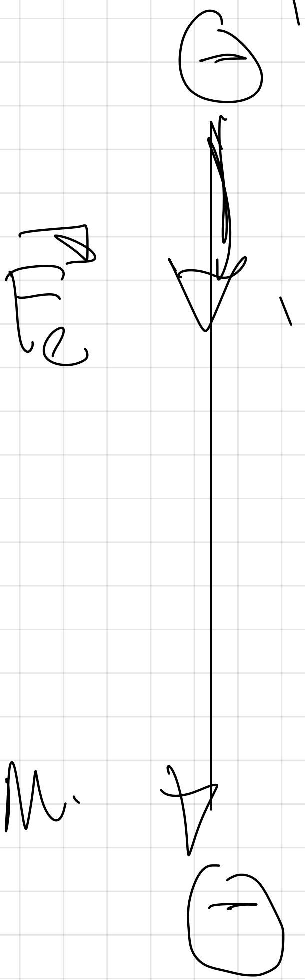
$$F_{resultante} = m \cdot a$$

$$F_g + F_e = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_g + F_e}{m} = \frac{m \cdot g + qE}{m}$$

$$\boxed{a = 10'6\ m/s^2}$$

$\boxed{x = 1\,m \simeq 0}$




$y = 132'5\,m$ $\quad d = 132'5\,m$

$\vec{E}$ uniforme, $\vec{F_e}$ uniforme.

$W_{F_e} = F_e \cdot d \cdot \cos 0^\circ$

$W_e = \boxed{q \cdot E} \cdot d$

elèctrica

$W_e = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 132'5$

$W_e = 0'3975\,J$