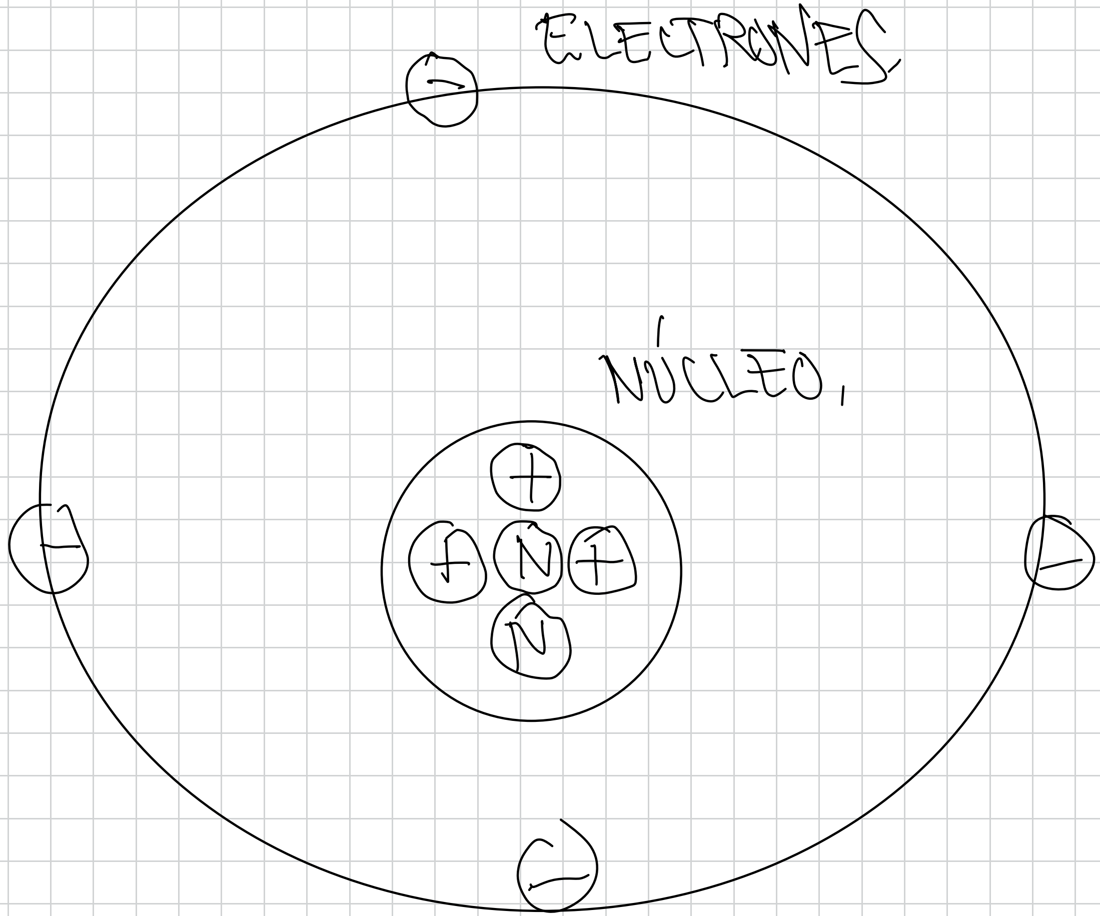
Pag 39

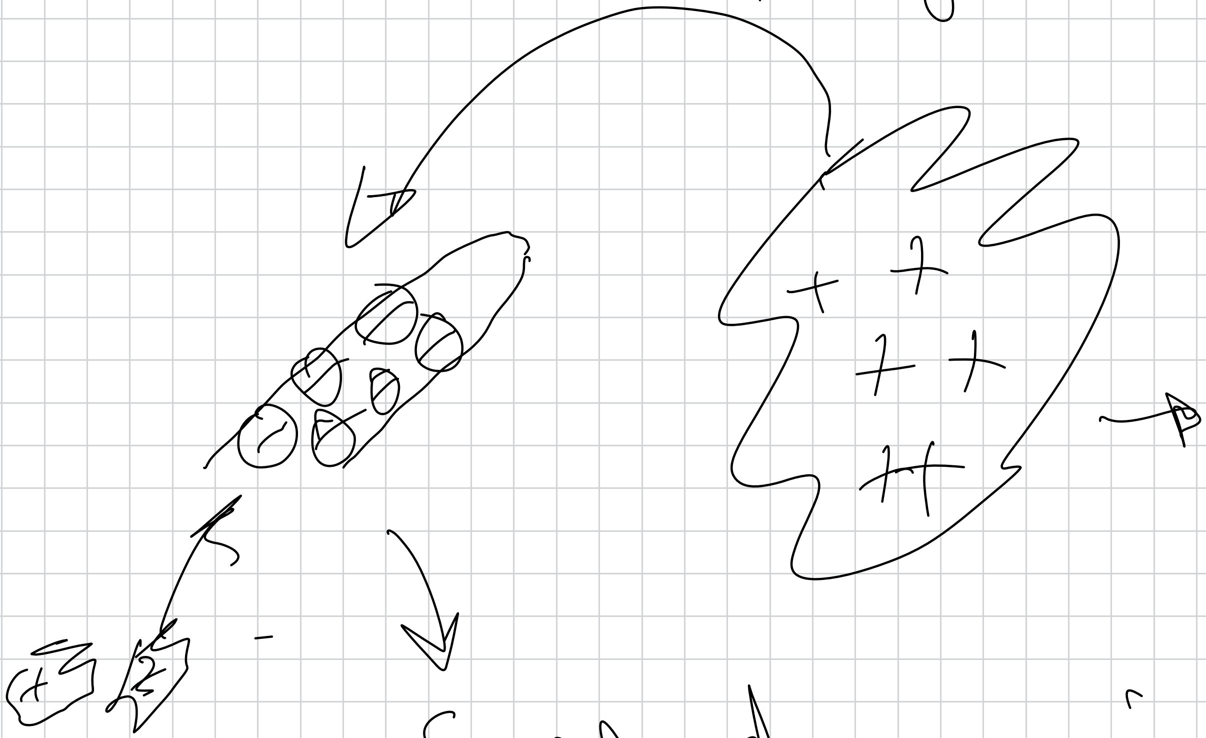
CAMPO ELÉCTRICO.

1.- FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS. CARGA ELÉCTRICA. PROPIEDADES.

La materia está constituida por átomos que constan de un núcleo, en el que se localizan

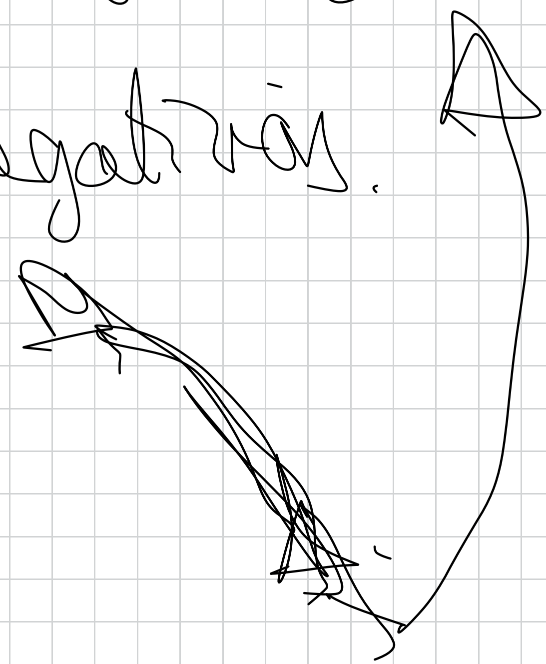


Electrización por frotamiento



defecto de cargas negativas.

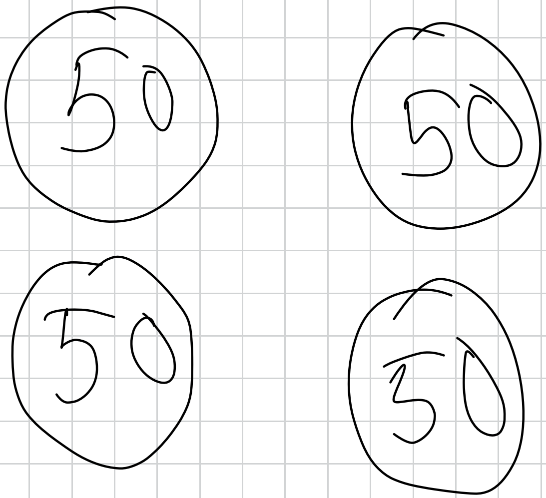
Exceso de cargas negativas.



Propiedades de la carga.

1) La carga no se crea ni se destruye, sólo pasa de unos cuerpos a otros.

2) La carga está cuantizada.



50 cent.
~~70 cent~~
1 €
~~1,35 €~~
1,50 €

$$Q = \pm n \cdot e$$

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

$+1'6 \cdot 10^{-19}$ C → carga de 1 protón.

$-1'6 \cdot 10^{-19}$ C → carga de 1 electrón.

$Q = \pm n \cdot e$ $\qquad$ Na

$Q = +1 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\, C$ $\qquad$ Na^{+}

$Q = +2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\, C$ $\qquad$ Ca^{2+} $\qquad$ $\cancel{Be^{+2'5}}$

$Q = +3 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\, C$ $\qquad$ Al^{3+}

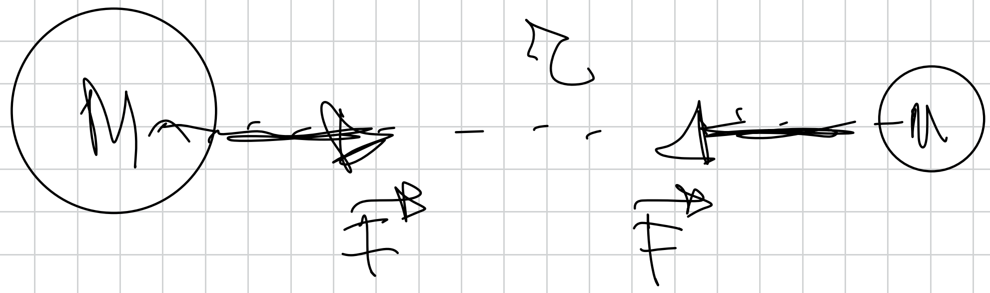
$$Q = \pm n \cdot e.$$

Cl^- $\quad Q = -1 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\,C.$

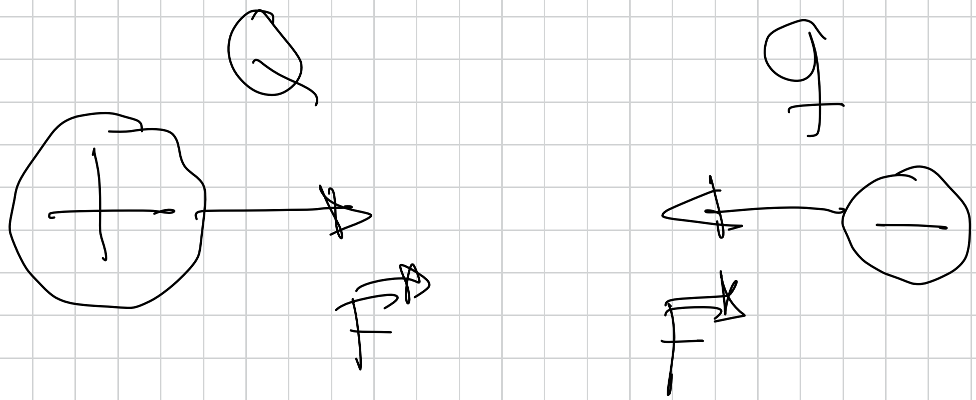
S^{2-} $\quad Q = -2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}\,C =$

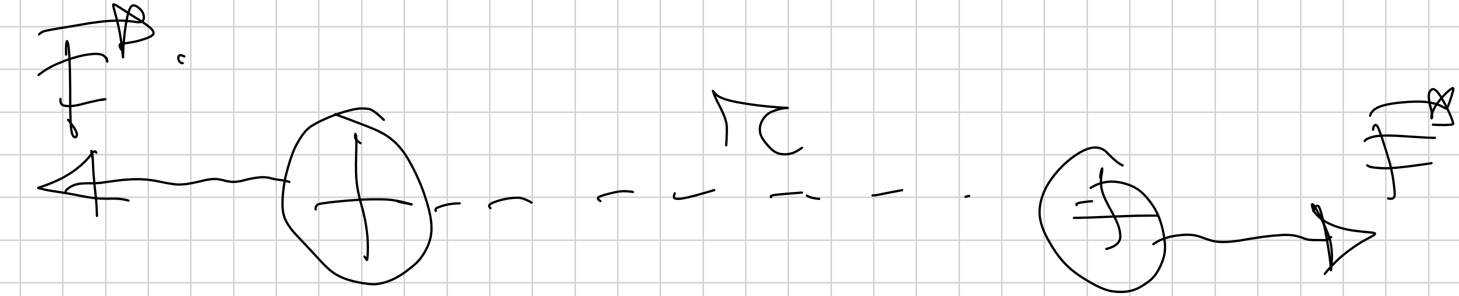
$$= -3'2 \cdot 10^{-19}\,C.$$

2.- Fuerza entre dos cargas en reposo. Ley de Coulomb.

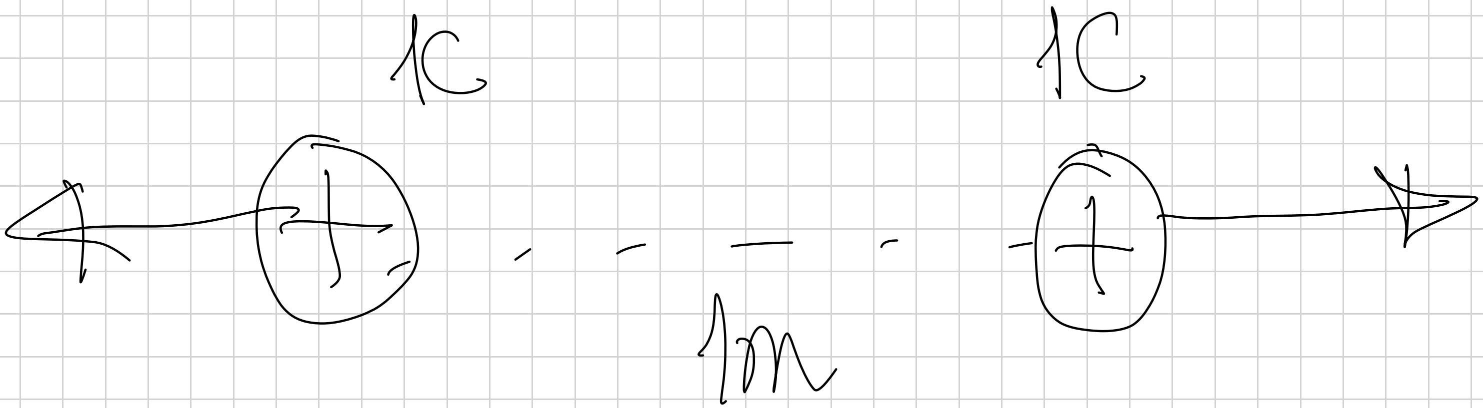


$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \qquad G = 6'67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$$





$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2} \qquad \boxed{K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}}$$



$$F = K \cdot \frac{\overset{1C}{Q} \cdot \overset{1C}{q}}{\underset{1m}{r^2}} = \boxed{9 \cdot 10^9 N}$$

$K = 9 \cdot 10^9$

Normalmente se utilizan submúltiplo del culombio.

$1C$

mC = milliculombio $= 10^{-3} C$

μC = microculombio $= 10^{-6} C$

nC = nanoculombio = 10^{-9} C

pC = picoculombio = 10^{-12} 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?.
$g=9,8\ m\cdot s^{-2}$, $K=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$

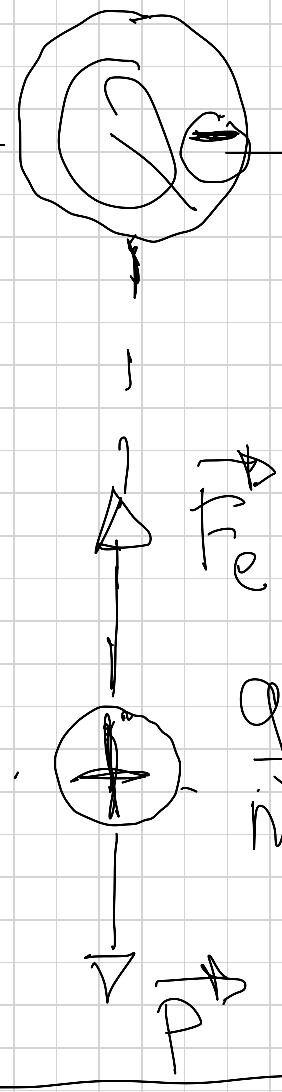
$K = 9 \cdot 10^9 \, N m^2 C^{-2}$

$50 \, cm$

$\parallel$

$50 \, \cancel{cm} \cdot \frac{1 \, m}{100 \, \cancel{cm}} = 0'5 \, m$

$g = 9'8 \, \frac{m}{s^2}$



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

$m = 100 g = 0'1 \, kg$

ley de Coulomb

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

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

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

$$|Q| = \frac{0'1\,kg \cdot 9'8\,\frac{m}{s^2} \cdot (0'5\,m)^2}{9 \cdot 10^9\,\frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot 10^{-6}\,C} = 2'7 \cdot 10^{-5}\,C$$

(valor absoluto)

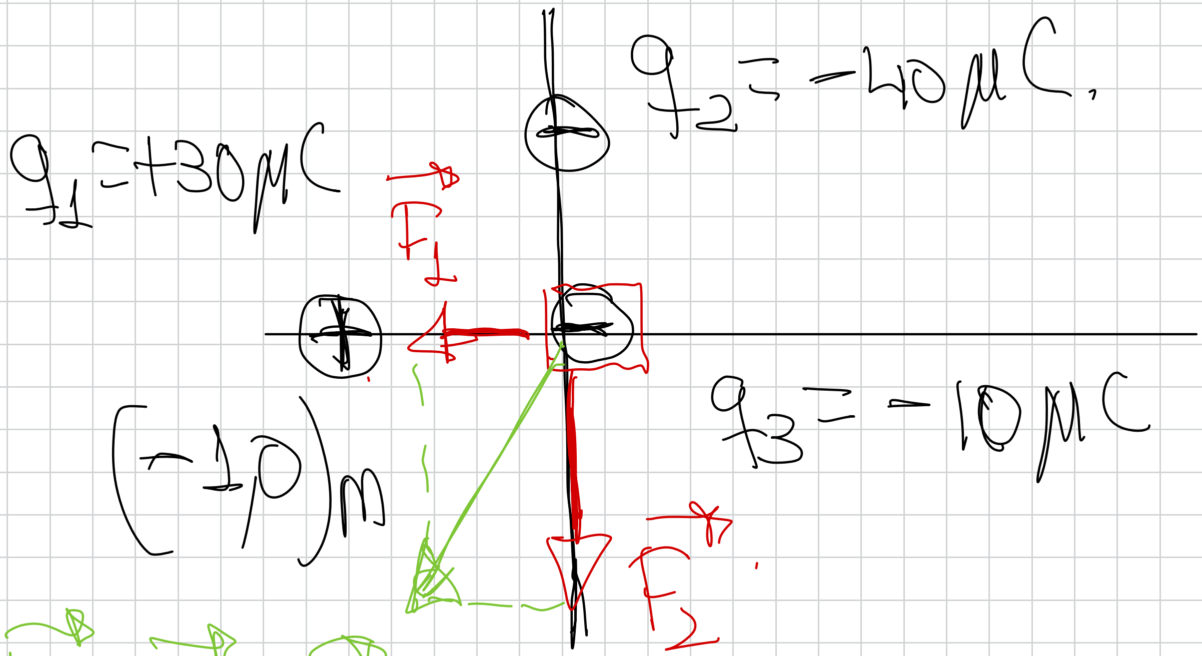
¡OJO!. El valor de $Q = -2'7 \cdot 10^{-5}\,C$, para que se produzca atracción con q.

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

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

b) Dibujar un esquema de todas las fuerzas actuantes

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



$\vec{F}=\vec{F_1}+\vec{F_2}$ (principio de superposición)

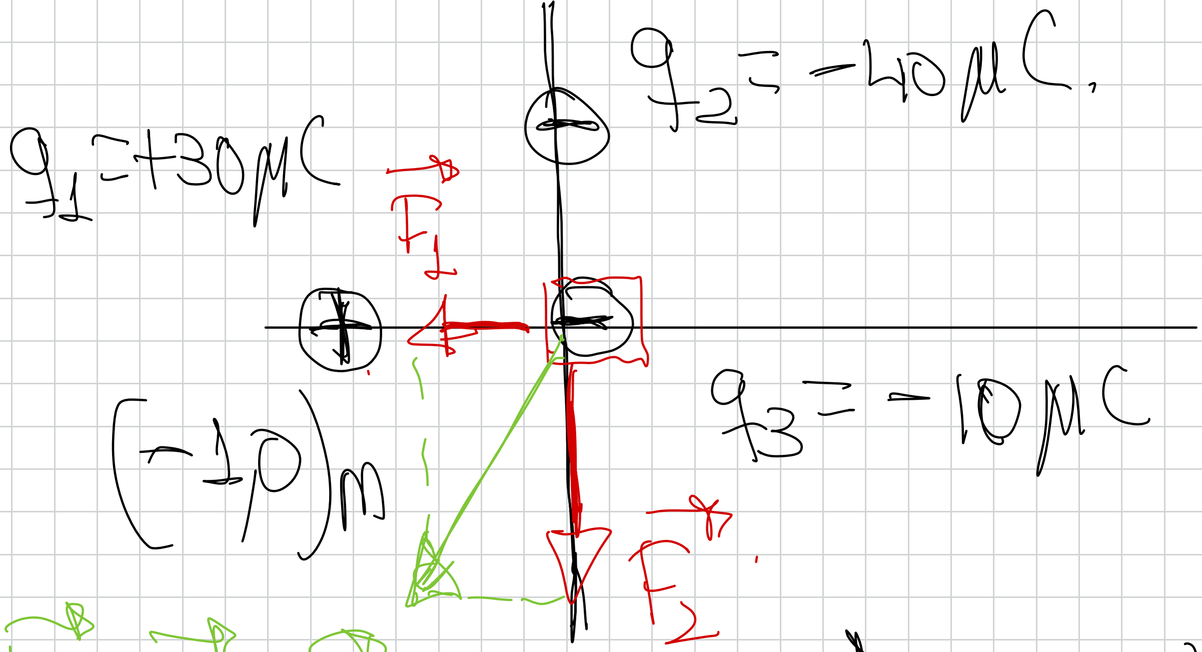
1º Calculamos el módulo, ¡ojo! valores absolutos.

$$|\vec{F_1}| = K \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

$$|\vec{F_1}| = 2'7 \, N \qquad \vec{F_1} = -2'7 \, \vec{i} \, (N)$$

$$|\vec{F_2}| = K \cdot \frac{|q_2| \cdot |q_3|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

$$|\vec{F_2}| = 3'6 \, N \qquad \vec{F_2} = -3'6 \, \vec{j} \, (N)$$



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

$|\vec{F}| = \sqrt{(2{,}7)^2 + (3{,}6)^2} = 4{,}5\,N.$

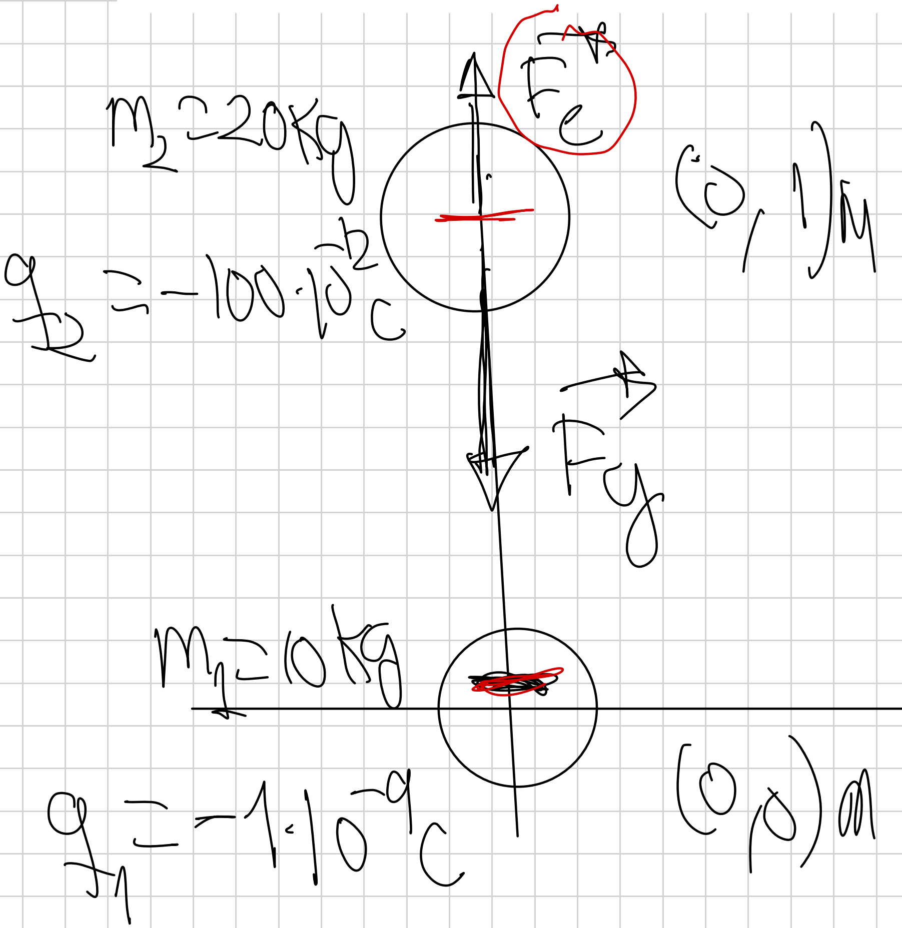
2.- Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

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)?

$K=9\cdot10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$, $G= 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot Kg^{-2}$



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

$|\vec{F_g}| = G\cdot\frac{m_1\cdot m_2}{r^2} = 6'67\cdot10^{-11}\frac{10\cdot20}{1^2}$

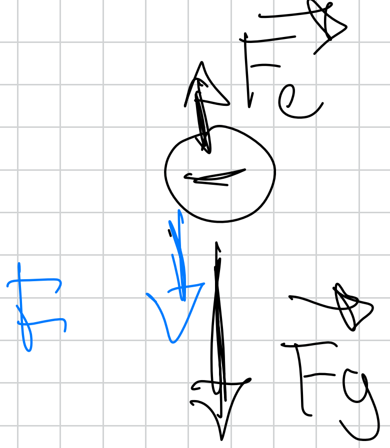
$|\vec{F_g}| = 1'33\cdot10^{-8} N$

$\vec{F_g} = -1'33\cdot10^{-8}\,\vec{j}\,(N)$

$$|\vec{F_e}| = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot 10^{-12}}{1^2}$$

$$|\vec{F_e}| = 9 \cdot 10^{-10}\ N$$

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



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

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

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

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

$$|\vec{F}| = |\vec{F_g}| - |\vec{F_e}| = 1{,}33\cdot 10^{-8} - 9\cdot 10^{-10} = 1{,}24\cdot 10^{-8}\ \text{N}$$

b)

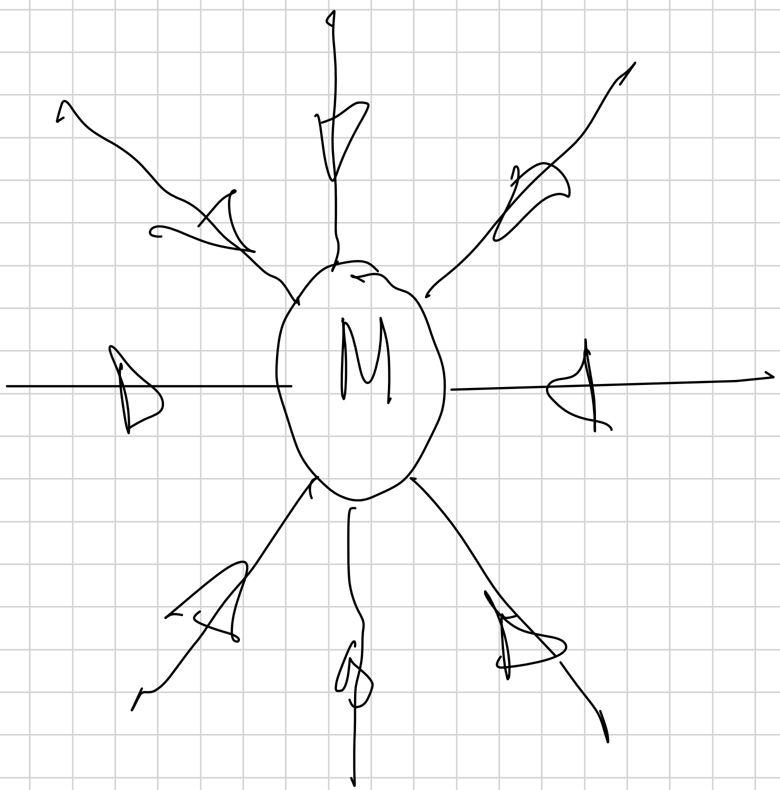
$$\frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{F_g}|} = \frac{K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{\cancel{r^2}}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{\cancel{r^2}}} = \frac{K|q_1||q_2|}{G\, M_1 \cdot M_2} = 0'068.$$

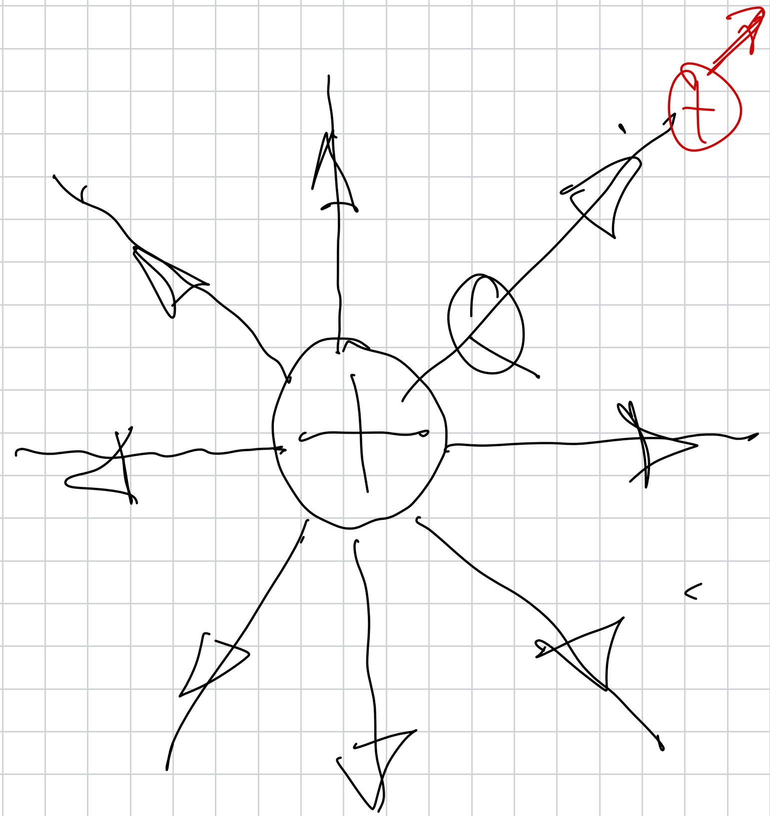
c)

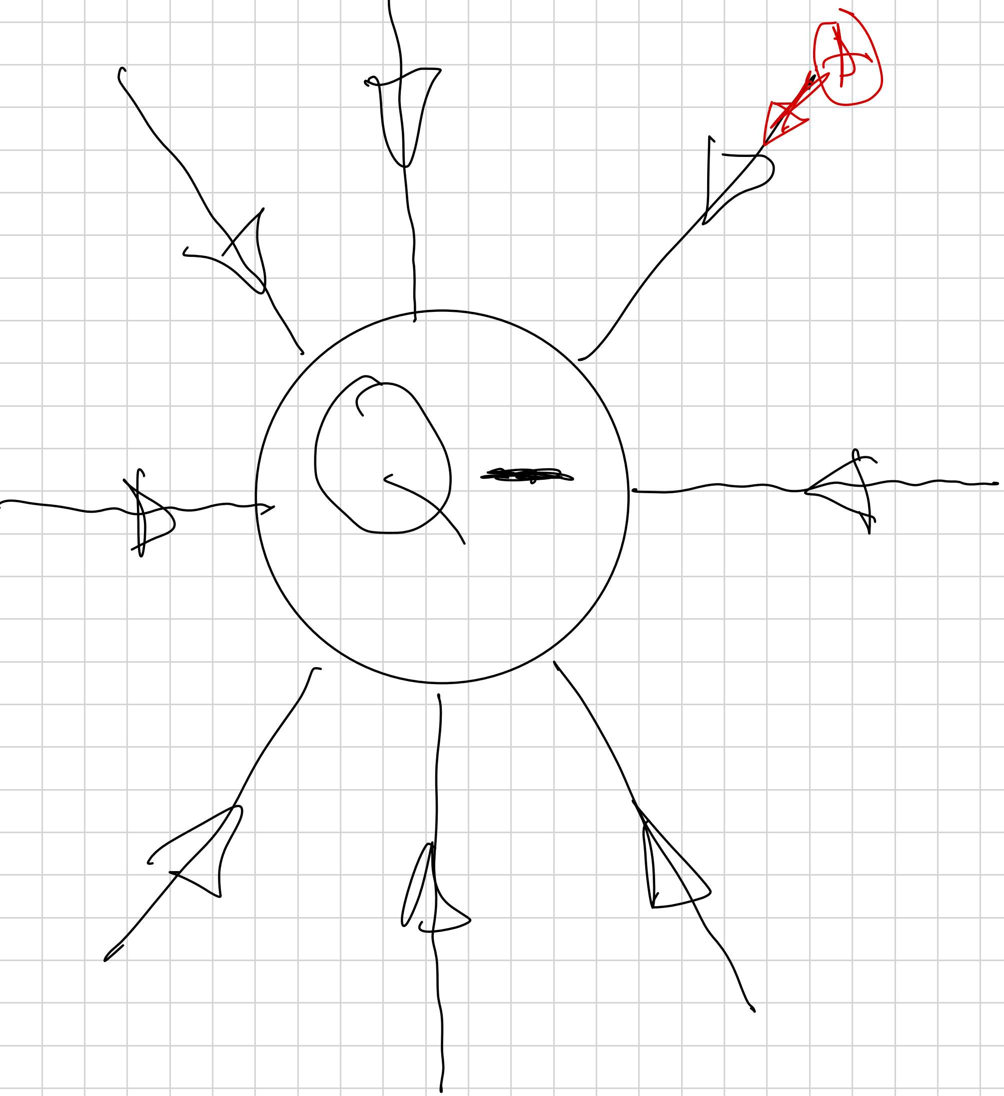
La relación entre ambas fuerzas sigue siendo la misma porque la distancia entre ambas r no influye.

Pag 41,

4.- El campo eléctrico $\vec{E}$, Intensidad del campo eléctrico.

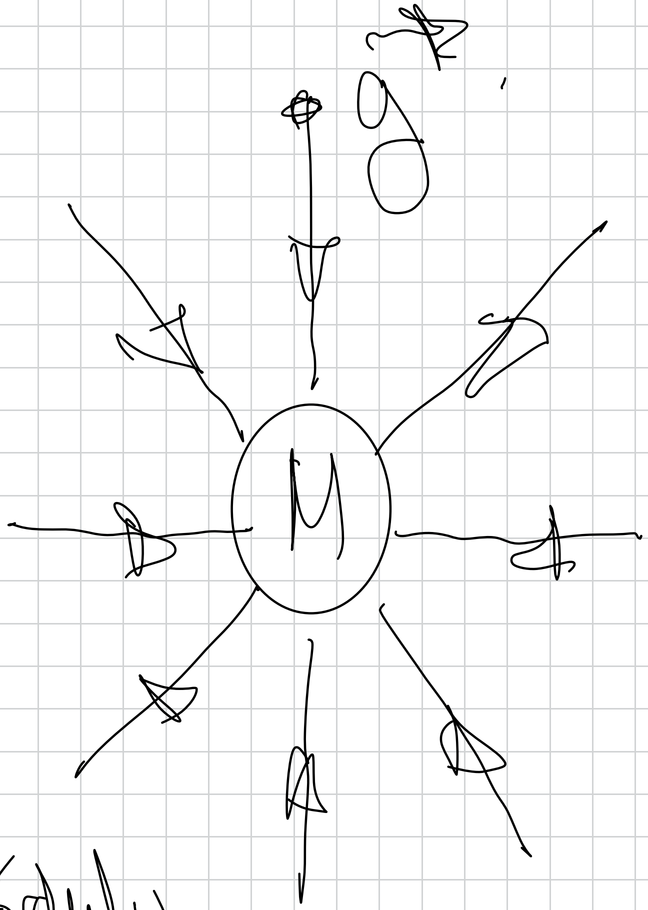




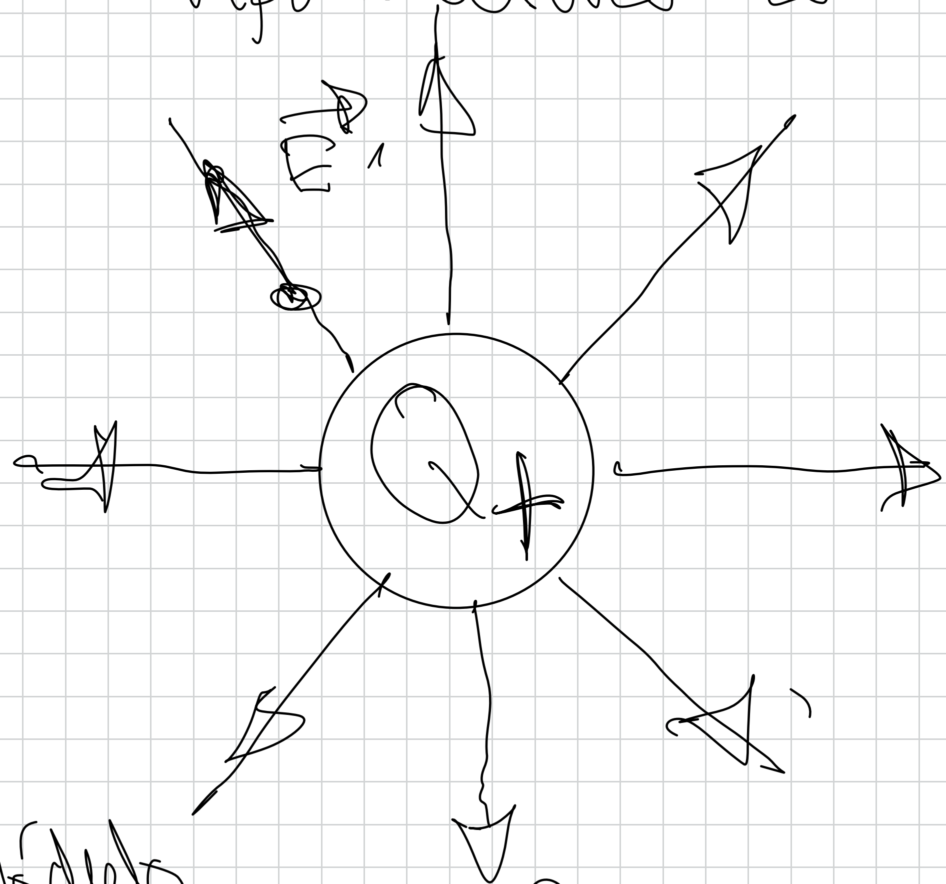


Líneas de campo eléctrico

Hipotéticas trayectorias que seguiría una carga q **POSITIVA** abandonada en reposo en dicho campo.



Campo eléctrico $\vec{E}$,



Módulo

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

$$\left(\frac{N}{Kg} = m/s^2\right)$$

Módulo

$$|\vec{E}| = \frac{F}{q} = \frac{K\cdot\frac{Q\cdot \cancel{q}}{r^2}}{\cancel{q}} = K\frac{Q}{r^2}.$$

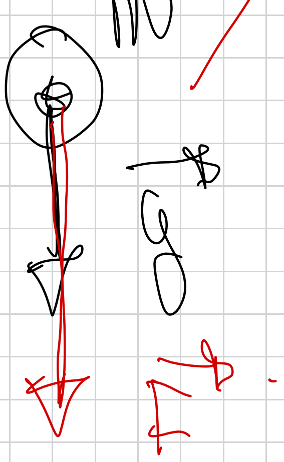
$$\left(\frac{N}{C}\right)$$

Dirección: tangente a las líneas de campo.

Sentido: el de las líneas de campo.

Dirección: tangente a las líneas de campo.

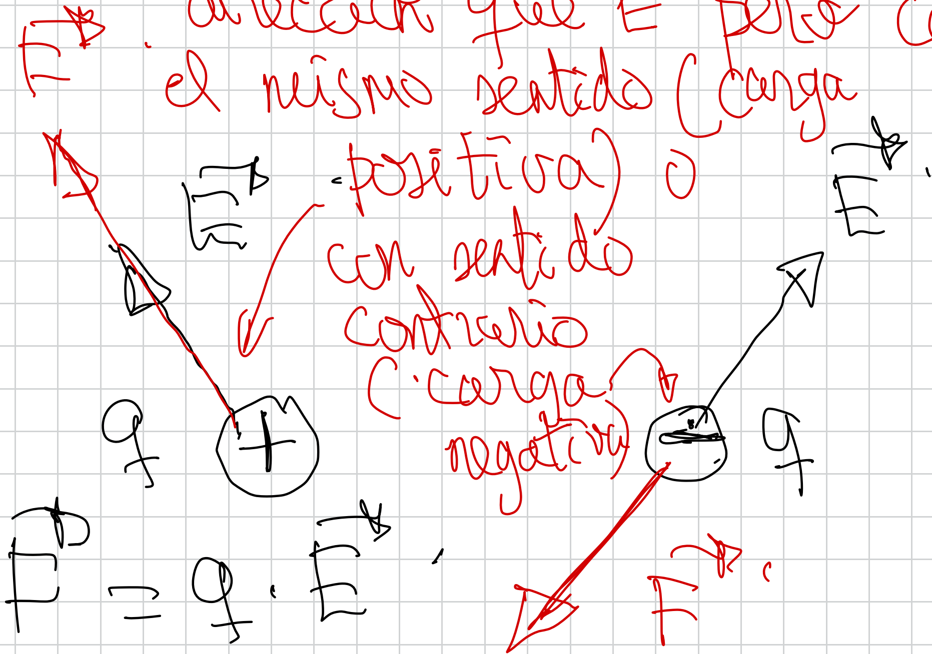
Sentido: el de las líneas de campo.



La fuerza $\vec{F}$ experimentada por la masa lleva la misma dirección y sentido que $\vec{g}$

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

La fuerza $\vec{F}$ experimentada por la carga q posee la misma dirección que $\vec{E}$ pero con el mismo sentido (carga positiva) o con sentido contrario (carga negativa)



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

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

$$|\vec{F}| = 2C \cdot 1000 \frac{N}{C}$$

$$|\vec{F}| = 2000 N$$

$$\vec{F} = 2000\,\vec{j}\ (N)$$

$$\vec{E} = 1000\,\vec{j}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$q = +2C$$

$$\vec{E} = 1000\,\vec{j}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$q = -2C$$

$$\vec{F}_e = -2000\,\vec{j}\ (N)$$

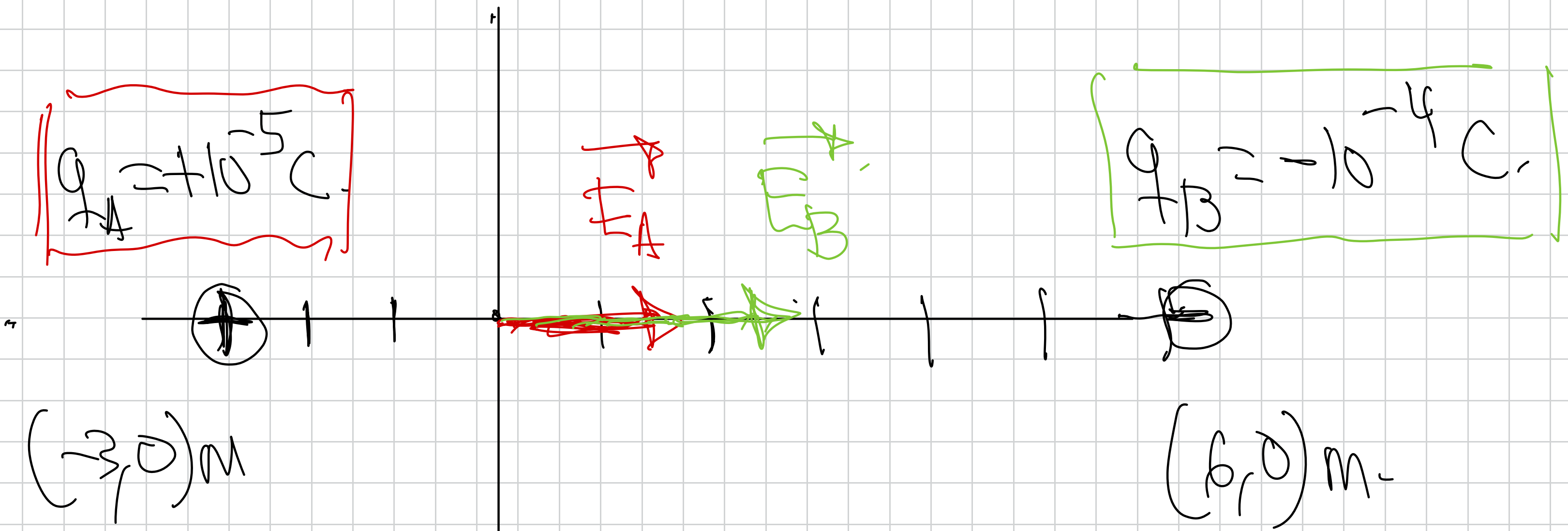
4.- En los puntos A(-3,0) m y B(6,0) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales q_A=+10^{-5} C y q_B=-10^{-4}C.

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}



¡OJO!, primero el módulo

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

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

$$|\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r_B^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{6^2} = 2'5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

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

Principio de superposición

$$\vec{E} = \vec{E_A} + \vec{E_B} = 10^4 \vec{i} + 2'5 \cdot 10^4 \vec{i} = 3'5 \cdot N^4 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right)$$

8)

Módulo

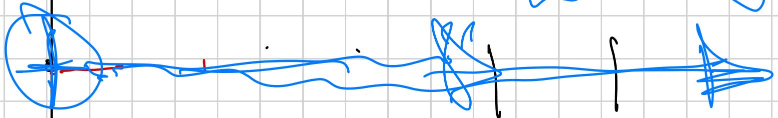
$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}|$

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

$|\vec{F}| = 3'5 \cdot 10^{-3} N.$

$q = +10^{-7} C$

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



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

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

$\boxed{q_B = -10^{-4} C.}$

$(-3,0)$ m

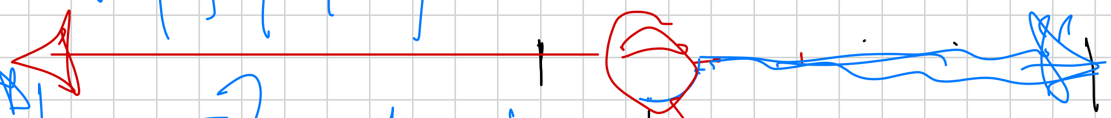
$(6,0)$ m.

c)

Módulo

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

$\vec{F_e}$



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

$|\vec{F}| = 3'5 \cdot 10^{-3}\,N$

$q = -10^{-7}\,C$

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

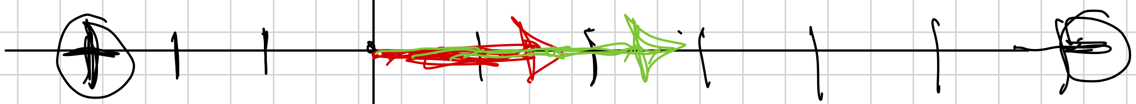
$\vec{F_e} = -3'5 \cdot 10^{-3}\,\vec{i}\,(N)$.

¡OJO! la carga negativa dará una fuerza en sentido contrario a $\vec{E}$.

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

$\boxed{q_B = -10^{-4}\,C}$.

$\vec{E_A}$ $\vec{E_B}$



$(-3,0)\,m$

$(6,0)\,m$.

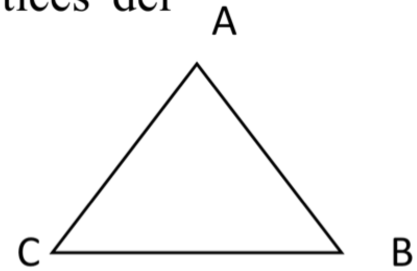
5.- Las cargas $q_A = -4\cdot10^{-9}$ C y $q_B = +\ 2\cdot\ 10^{-9}$ C están situadas en los vertices del triángulo equilátero de la figura, el cual posee 2 cm de lado

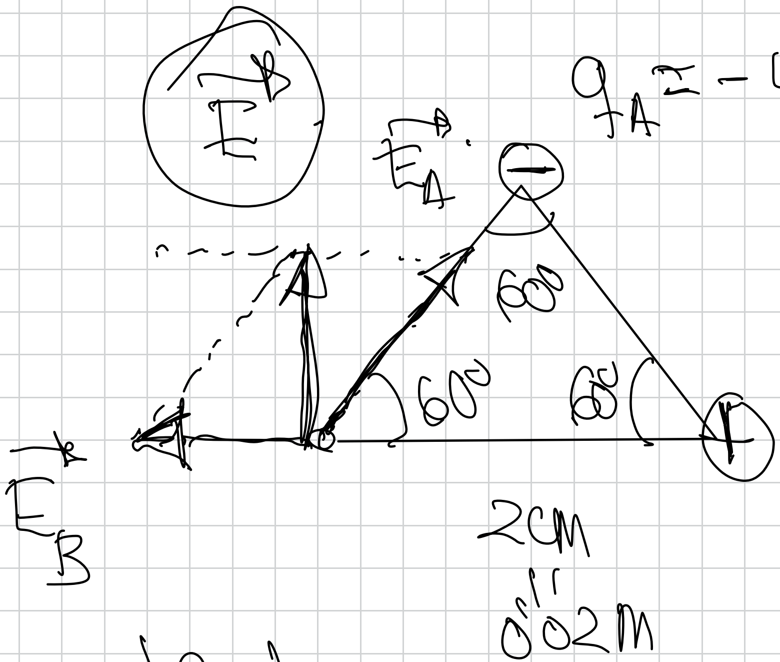
a) Calcular el valor del campo eléctrico en el vértice C de dicho triángulo

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?

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





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

$q_B = +2\cdot10^{-9}C$

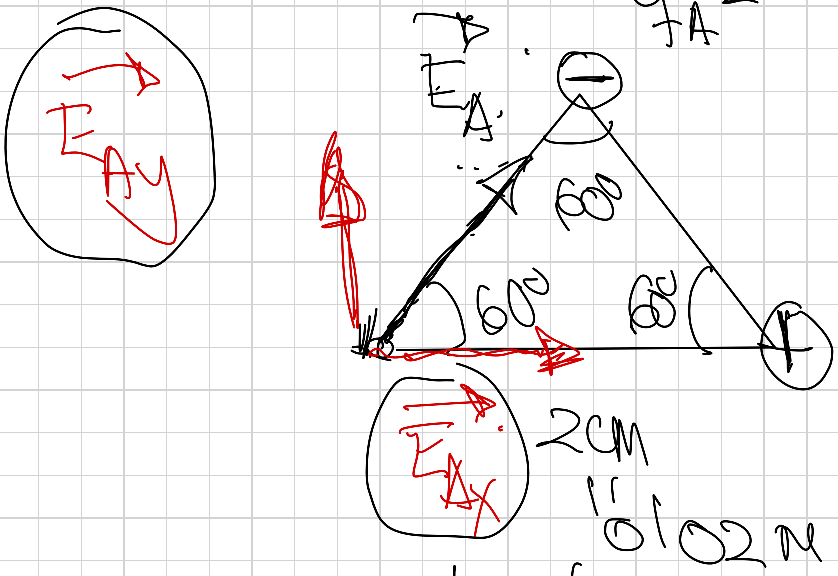
$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$

$|\vec{E}| = K\dfrac{|q|}{r^2}$

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

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

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



$q_B = +2\cdot10^{-9}$

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

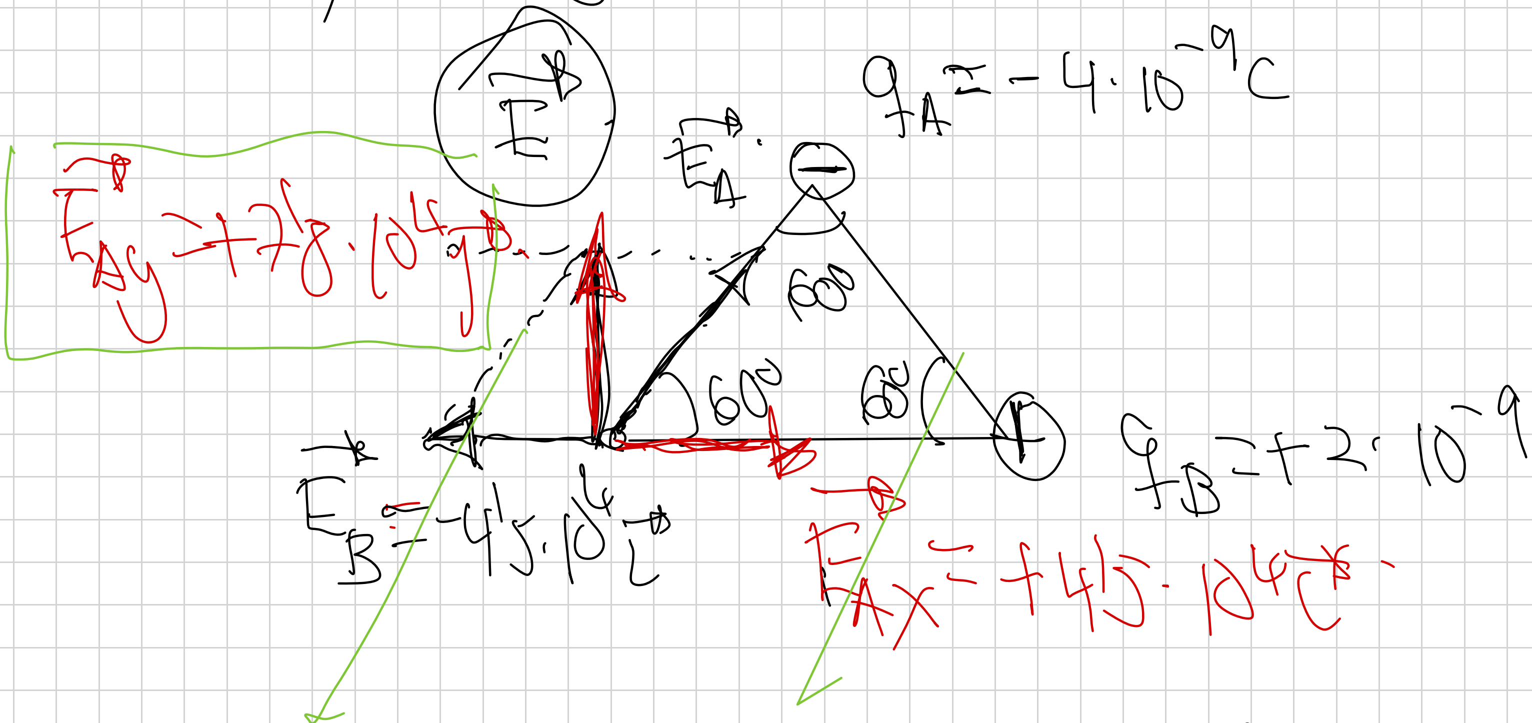
$$\cos 60^\circ = \frac{|\vec{E}_{Ax}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ax}| = |\vec{E}_A|\cdot\cos 60^\circ = 9\cdot10^4\cdot\frac{1}{2} = 4'5\cdot10^4\,\frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_{Ax} = \underline{+4'5\cdot10^4\,\vec{i}}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\operatorname{sen} 60^\circ = \frac{|\vec{E}_{Ay}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ay}| = |\vec{E}_A| \cdot \operatorname{sen} 60^\circ = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 7'8 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

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

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



Principio de superposición

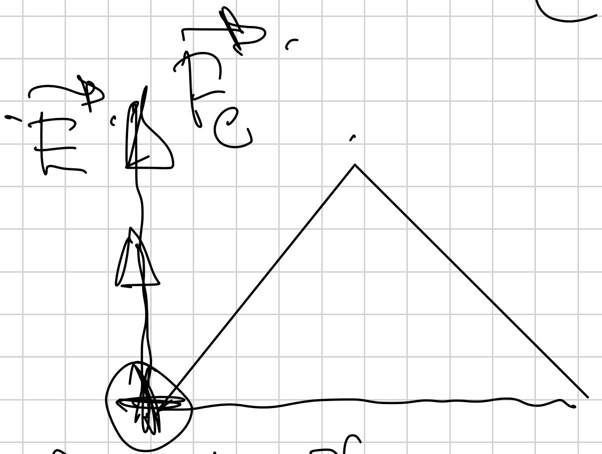
$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

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

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

$$|\vec{E}| = 7'8\cdot 10^4\ \frac{N}{C}.$$

b)



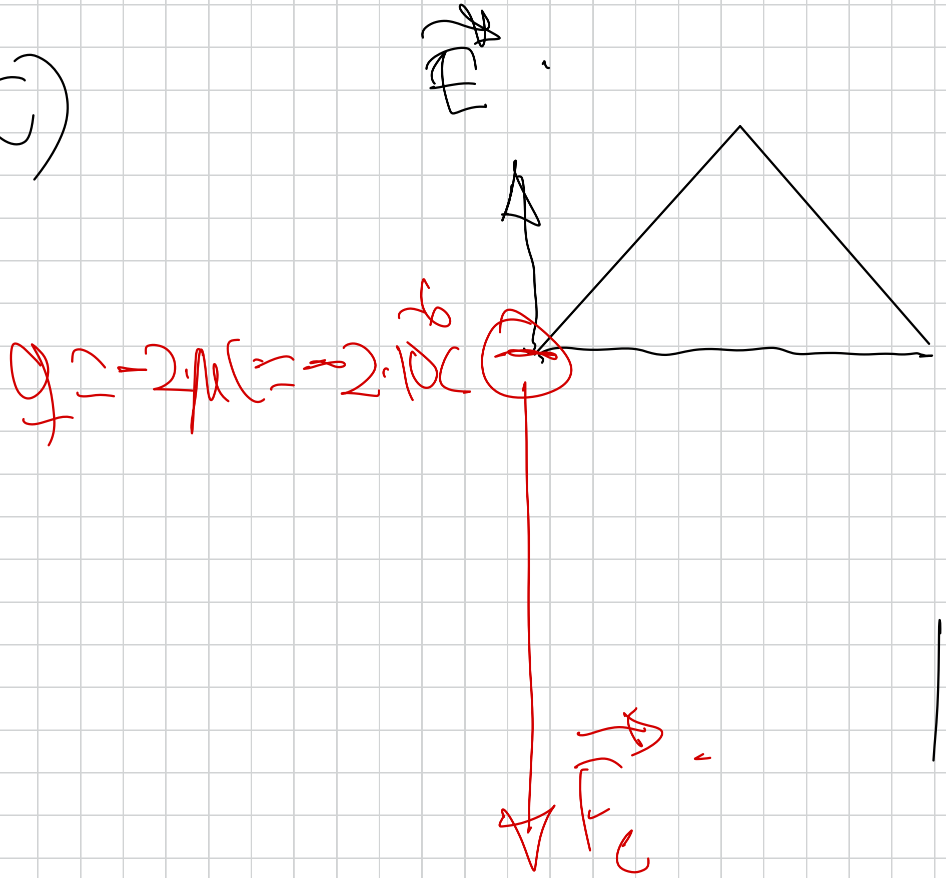
$$q = 1\mu C = 1\cdot 10^{-6} C$$

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

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

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

c)



¡ojo! primero el módulo.

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

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

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

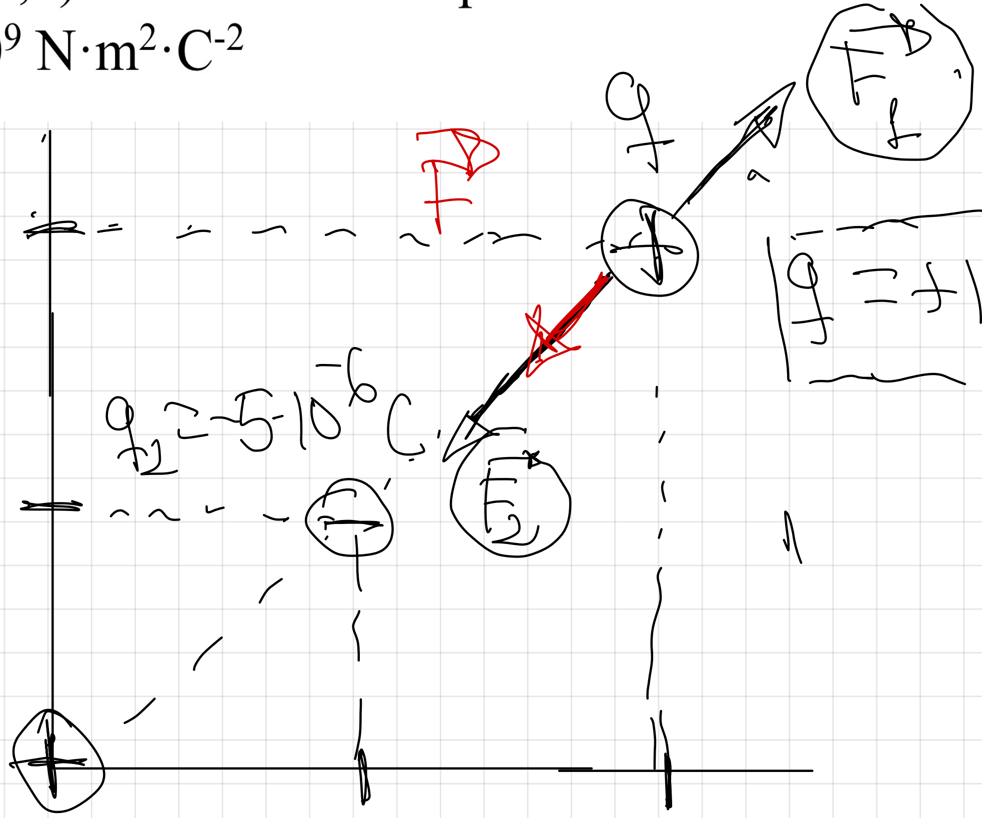
$\vec{F}_e = -15'6 \cdot 10^{-2}\, \vec{j}$ (N)

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

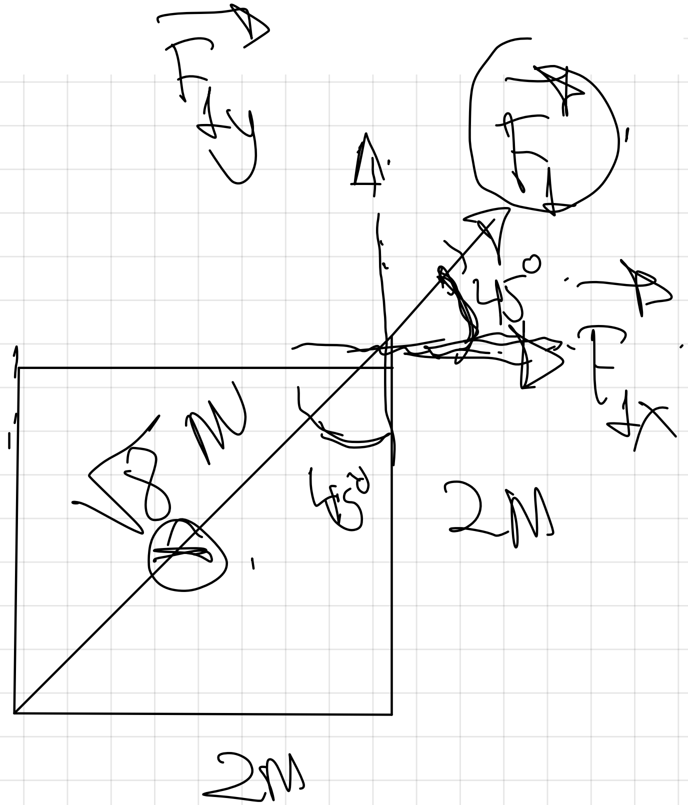
a) La fuerza que actúa sobre una carga de 1 µC situada en el punto (2,2) m

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.

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



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



$q_1 = +8\cdot 10^{-6}$ C

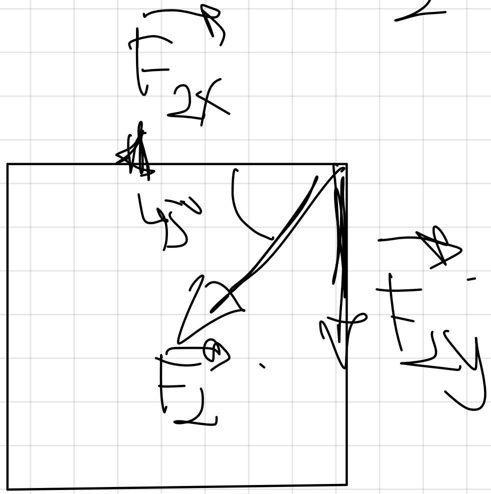
$$|\vec{F}_1| = K \cdot \frac{|q|\cdot|q_1|}{r_1^2} = 9\cdot 10^{9} \cdot \frac{10^{-6}\cdot 8\cdot 10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} = 9\cdot 10^{-3}\ N$$

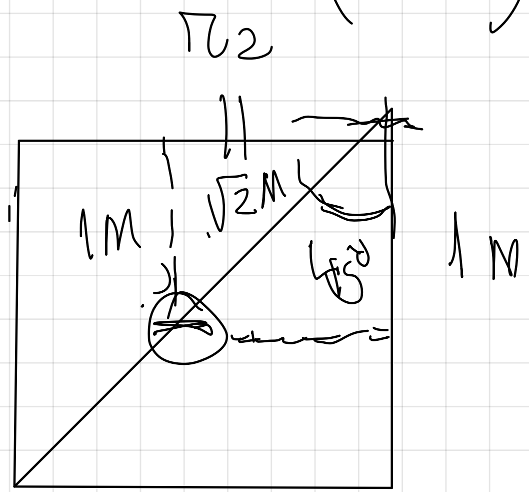
$$\operatorname{sen} 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{1y}|}{|\vec{F}_1|} \Rightarrow |\vec{F}_{1y}| = |\vec{F}_1| \cdot \operatorname{sen} 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6'36 \cdot 10^{-3}\ N$$

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

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

$$|\vec{F}_2| = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{2})^2} = 2'25 \cdot 10^{-2}\ N.$$





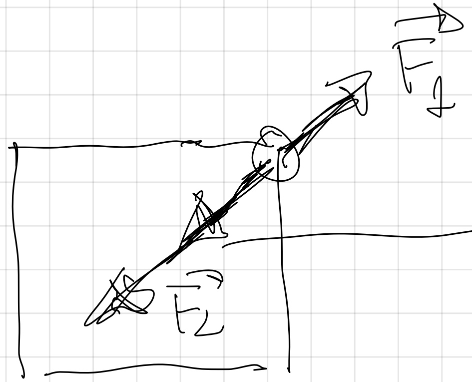
$$\operatorname{sen} 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2y}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2y}| = |\vec{F}_2| \cdot \operatorname{sen} 45^\circ = 2'25 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$|\vec{F}_{2y}| = 1'59 \cdot 10^{-2}\ N$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|F_{2x}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2x}| = 1'59 \cdot 10^{-2}\ N.$$

$$\vec{F}_2 = -1'59 \cdot 10^{-2}\,\vec{\imath} - 1'59 \cdot 10^{-2}\,\vec{\jmath}\ (N)$$

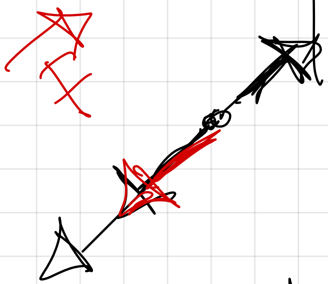
$$\vec{F}_1 = +6'36 \cdot 10^{-3}\,\vec{\imath} + 6'36 \cdot 10^{-3}\,\vec{\jmath}\ (N)$$ → Calculado antes.



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

$$\vec{F} = -9'9 \cdot 10^{-3}\,\vec{\imath} - 9'9 \cdot 10^{-3}\,\vec{\jmath}\ (N)$$

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



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

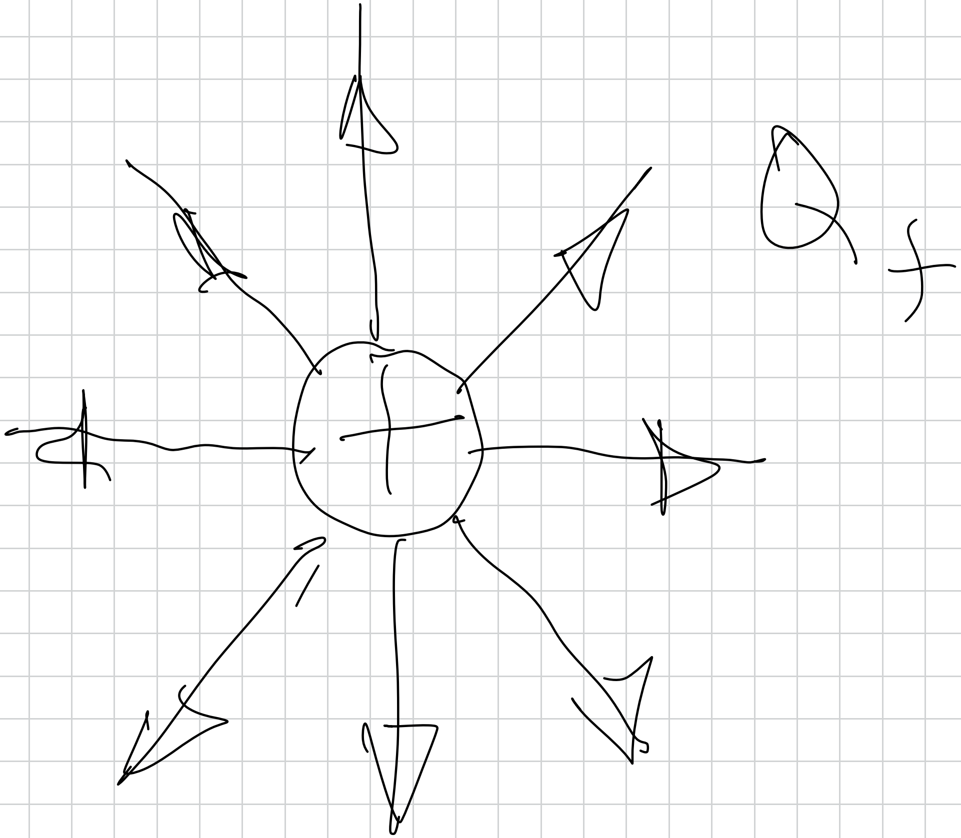
$$|\vec{F_2}| = 2'25 \cdot 10^{-2}\,N$$

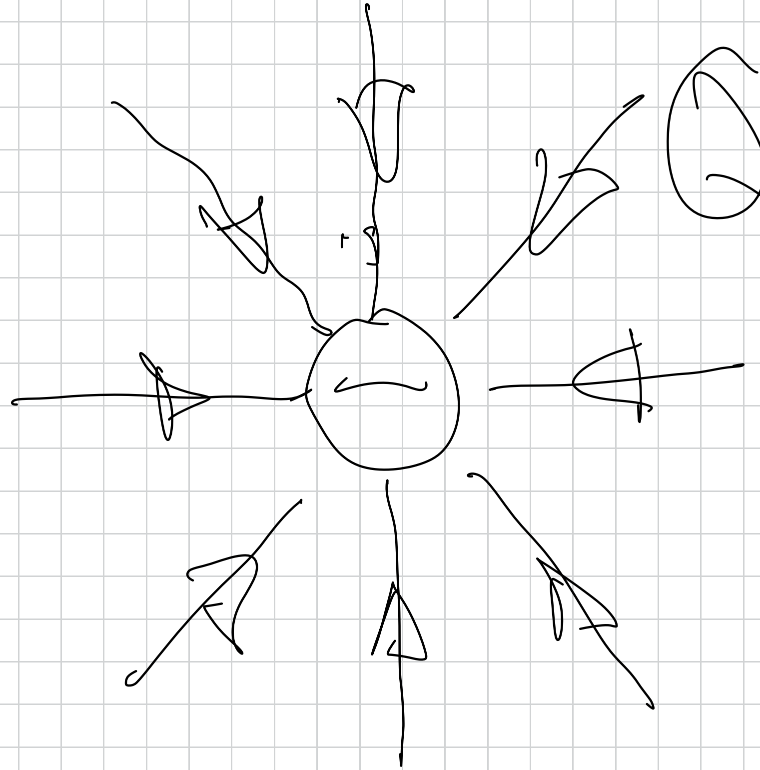
$$|\vec{F}| = |\vec{F_2}| - |\vec{F_1}| = 2'25 \cdot 10^{-2}\,N - 9 \cdot 10^{-3}\,N = 1'35 \cdot 10^{-2}\,N$$

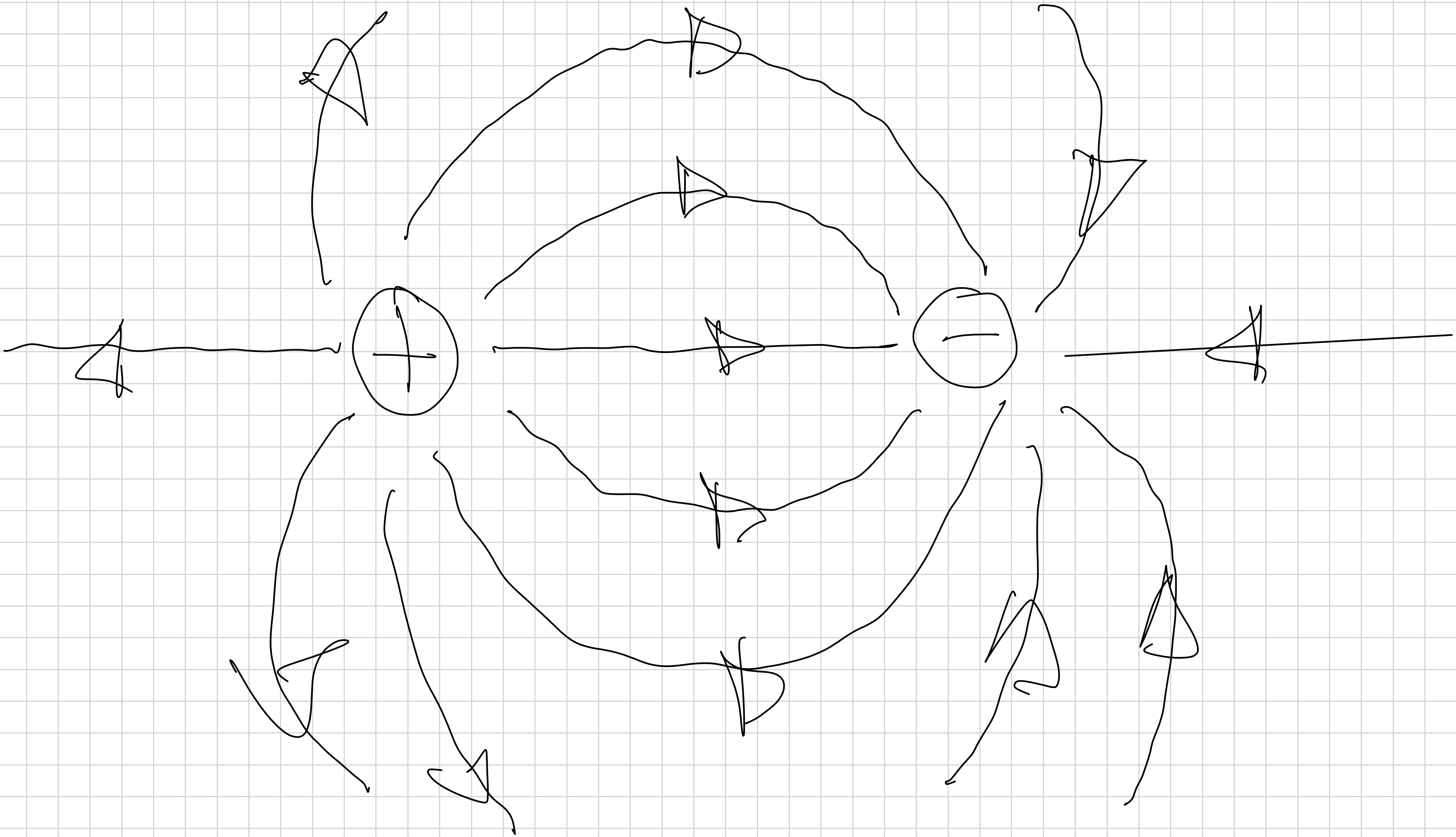
$\Downarrow$

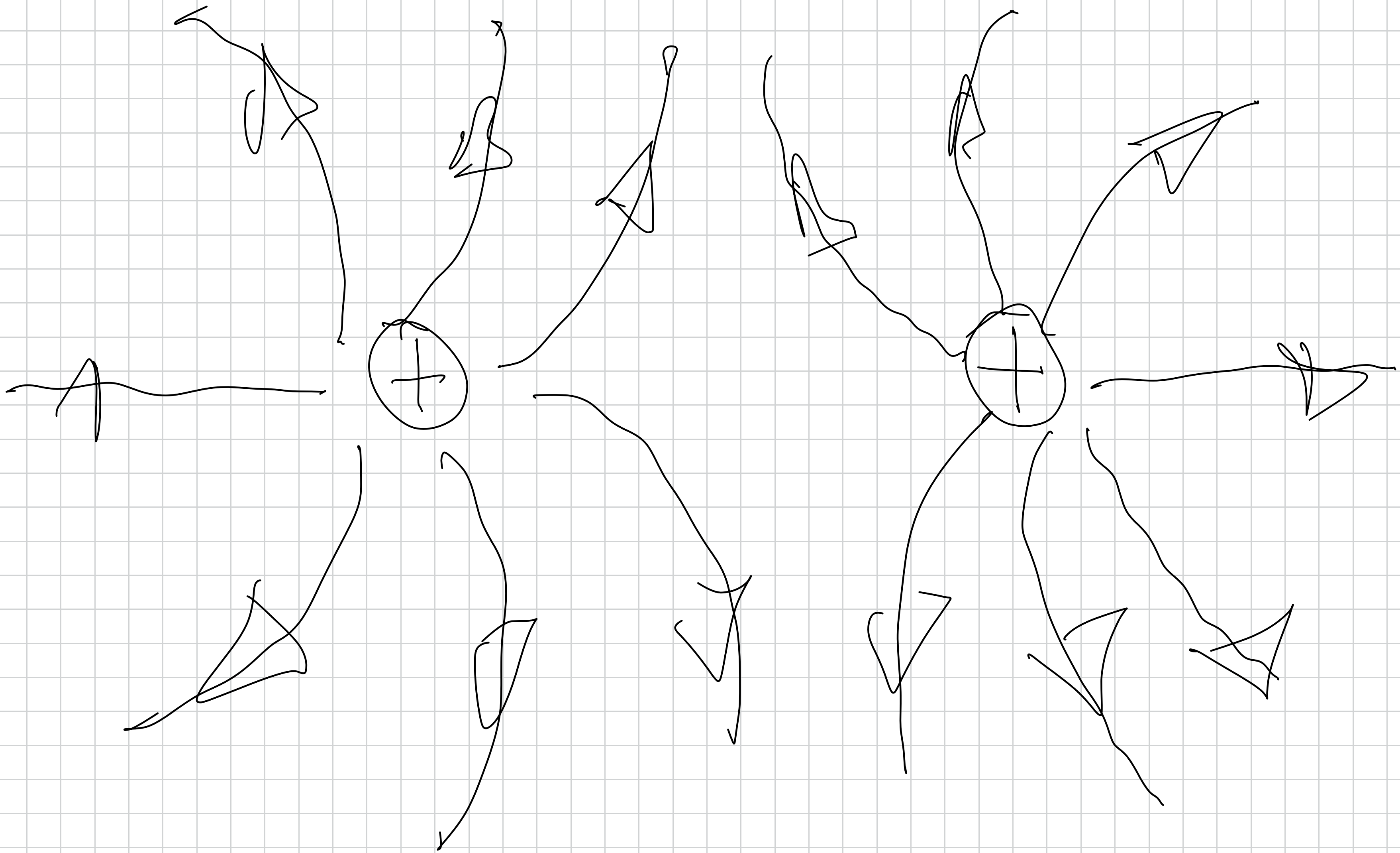
Se observa que dos vectores que poseen misma dirección y sentido contrario darán como resultante un nuevo vector cuyo módulo se obtiene restando ambos.

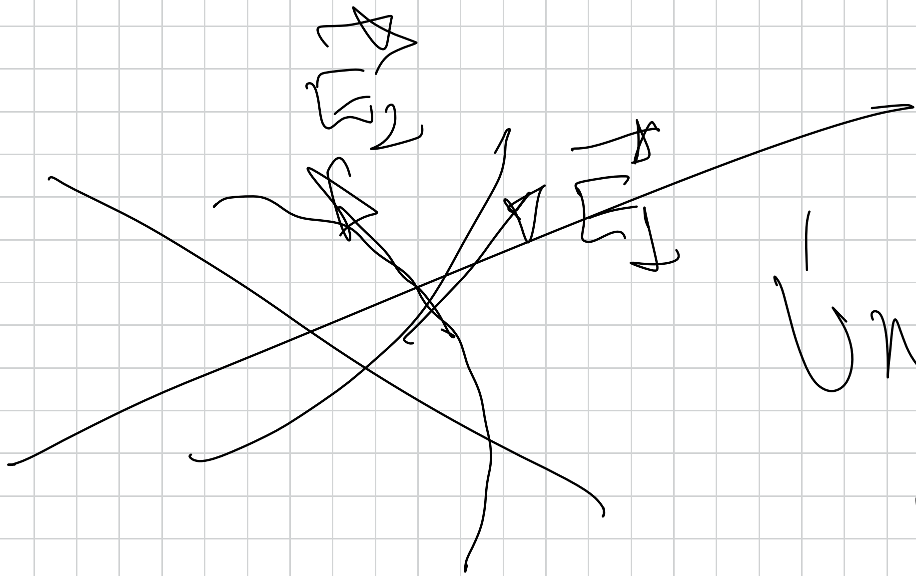
Pag 43 Líneas de campo,











Único valor de $\vec{E}$ no pueden cortarse.