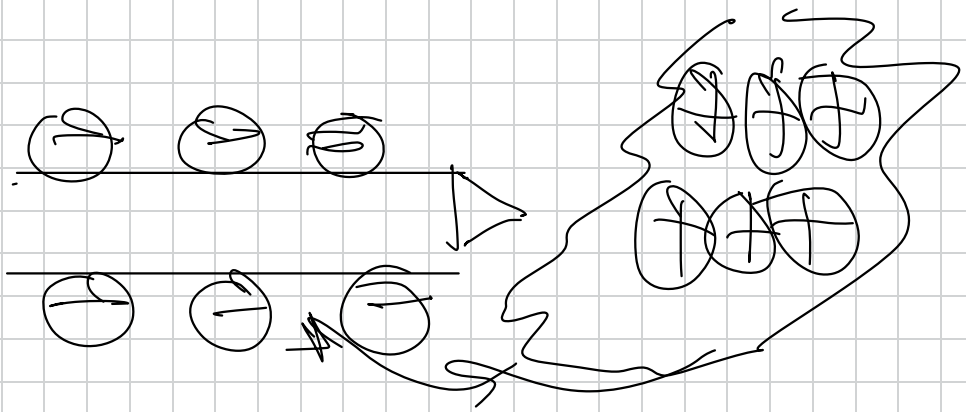
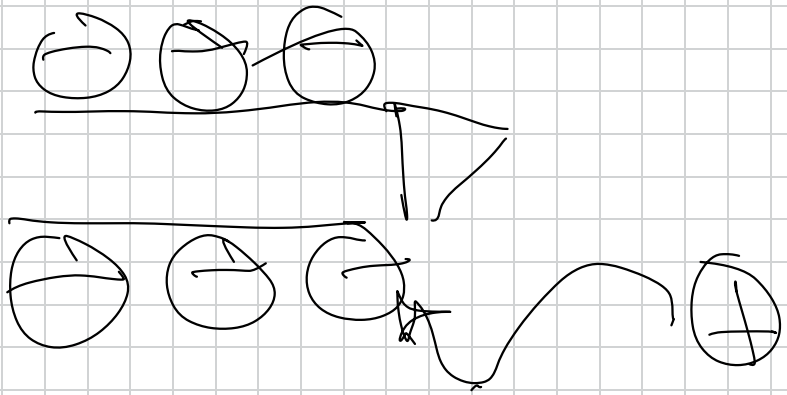


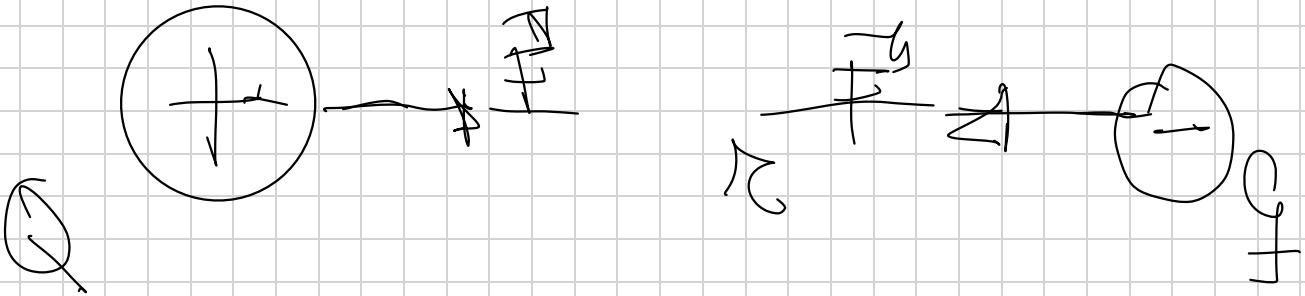




$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$$

Ley de Coulomb.



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

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

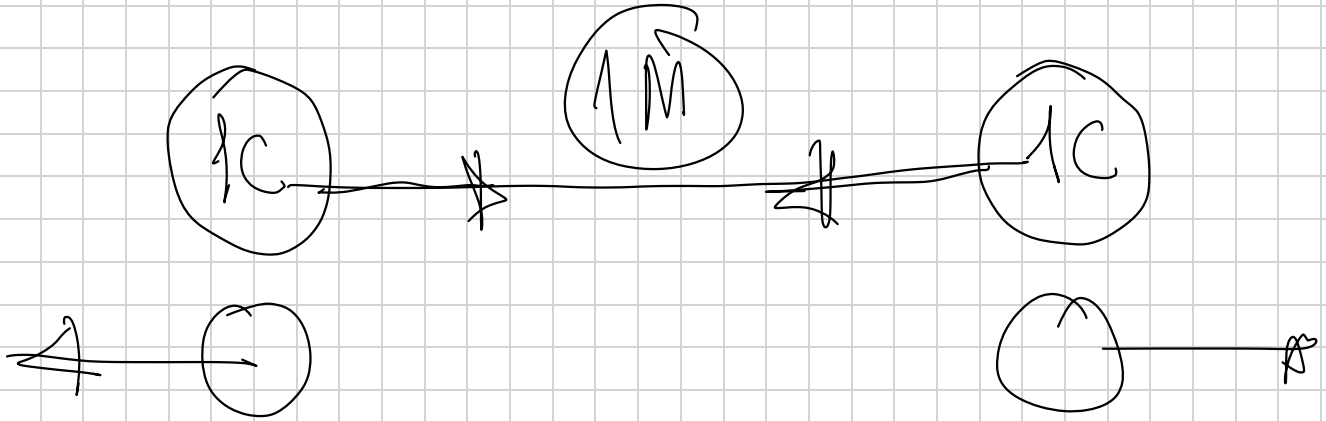
vacío.

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

1C, 1C

r^2 → 1m en el vacío.

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 1}{1^2} = 9 \cdot 10^9 \, N$$



$1\ mC = 10^{-3}\ C$

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

$1\ nC = 10^{-9}\ C$

$1\ pC = 10^{-12}\ C.$

$1\ C$

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

- Conservación de la carga
- La carga está **cuantizada**.

cuántica

nucleón

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

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

protón $= +1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

electrón $= -1'6 \cdot 10^{-19}\ C$.

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

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

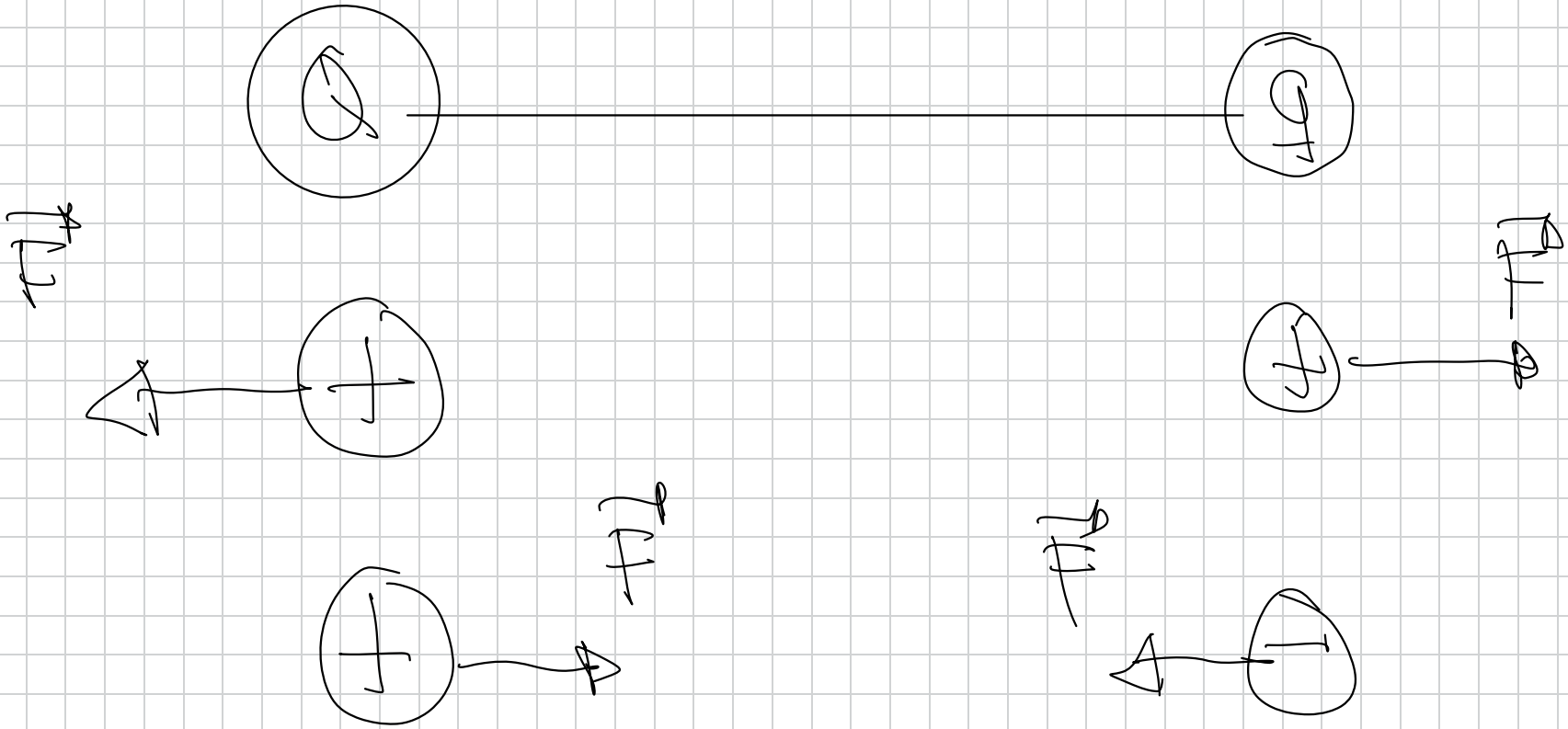
Ca^{2+} $Q = +2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C = +3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C$

S^{2-} $Q = -2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C = -3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C$

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

~~Al^{35+}~~ $+\ -$

ley de Coulomb.



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

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

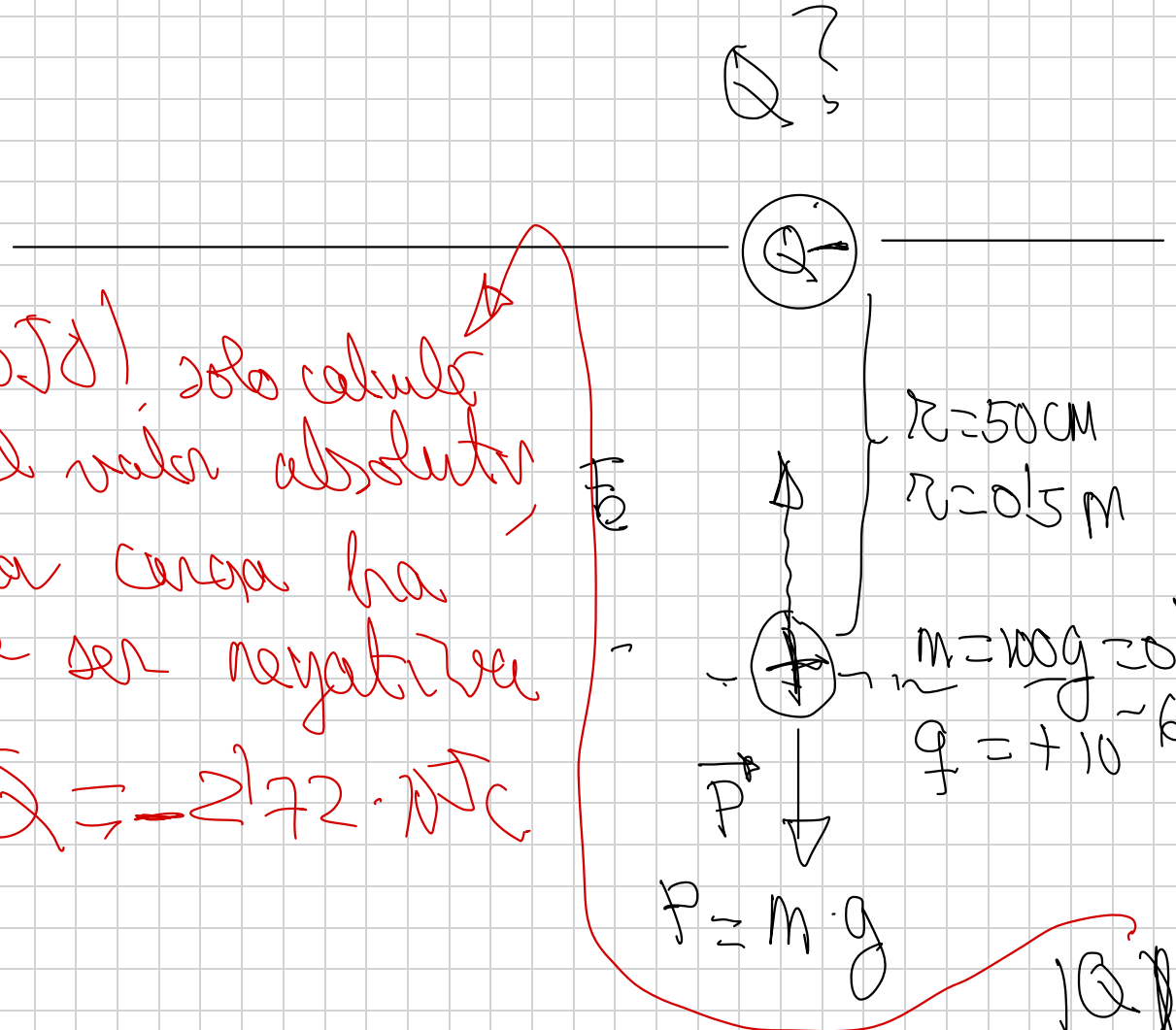
Q y q $\Rightarrow$ C

$r \Rightarrow (m)$

$F \Rightarrow N$.

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



¡|Q| solo calcula el valor absoluto, la carga ha de ser negativa

Q = −2'72·10⁻⁵C

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

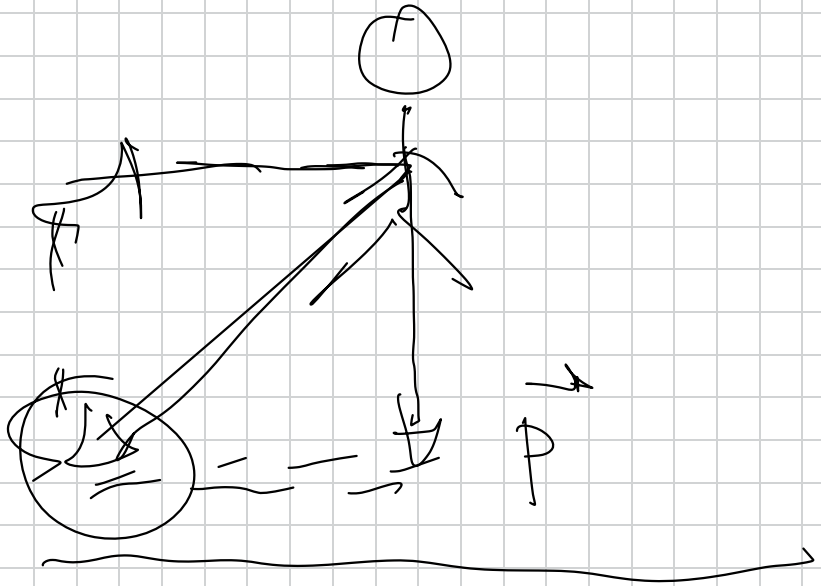
$m \cdot g = K \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2}$

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

Equilibrio

$|Q| = \frac{0'1 \cdot 9'8 \cdot (0'5)^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}$

$|Q| = 2'72 \cdot 10^{-5}$ C.


P

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

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

Aplicamos principio de superposición de las fuerzas

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

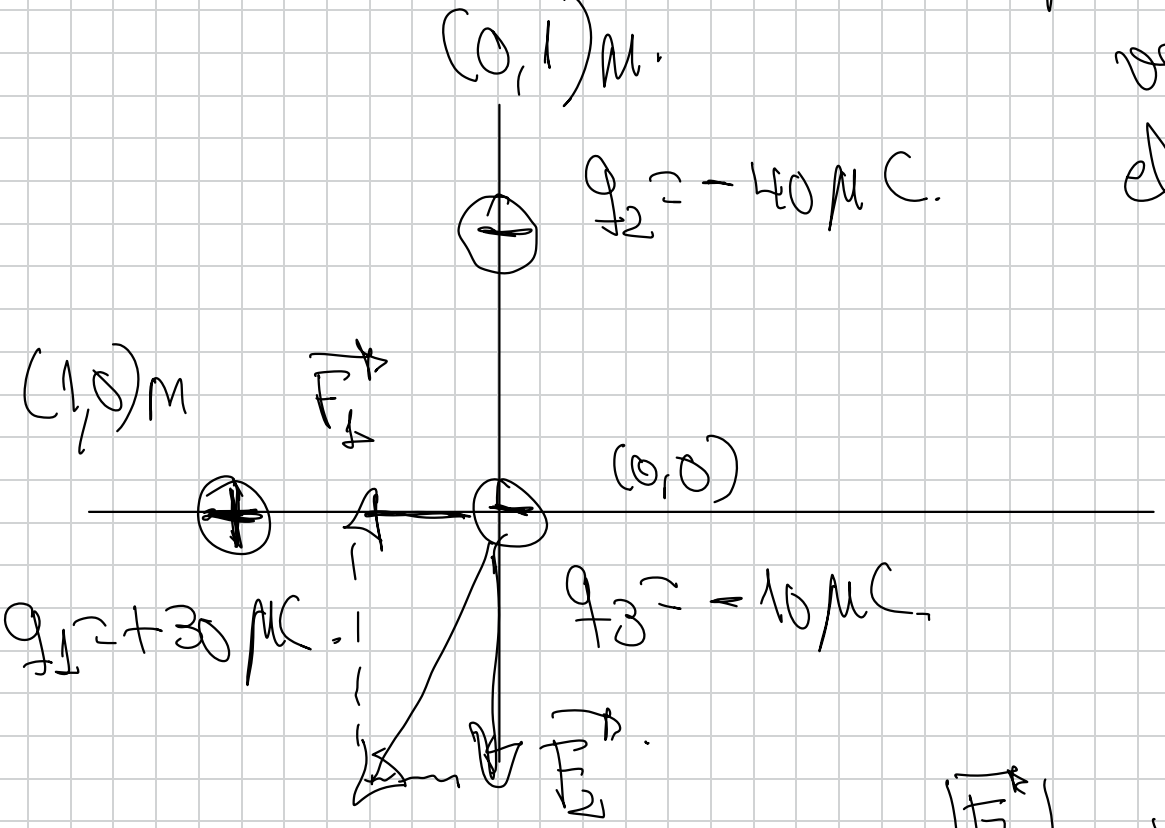
$1\ mC = 10^{-3}\ C$

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

$1\ nC = 10^{-9}\ C$

$1\ pC = 10^{-12}\ C$

¡OJO!, en las magnitudes vectoriales del campo eléctrico, primero se calcula el módulo y después dirección y sentido.



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

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

$$|\vec{F}_2| = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

ley de Coulomb

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

$$|\vec{F}_1| = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

$$|\vec{F}_1| = 2{,}7\ N$$

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

$|\vec{F}_2| = 3{,}6\ N.$

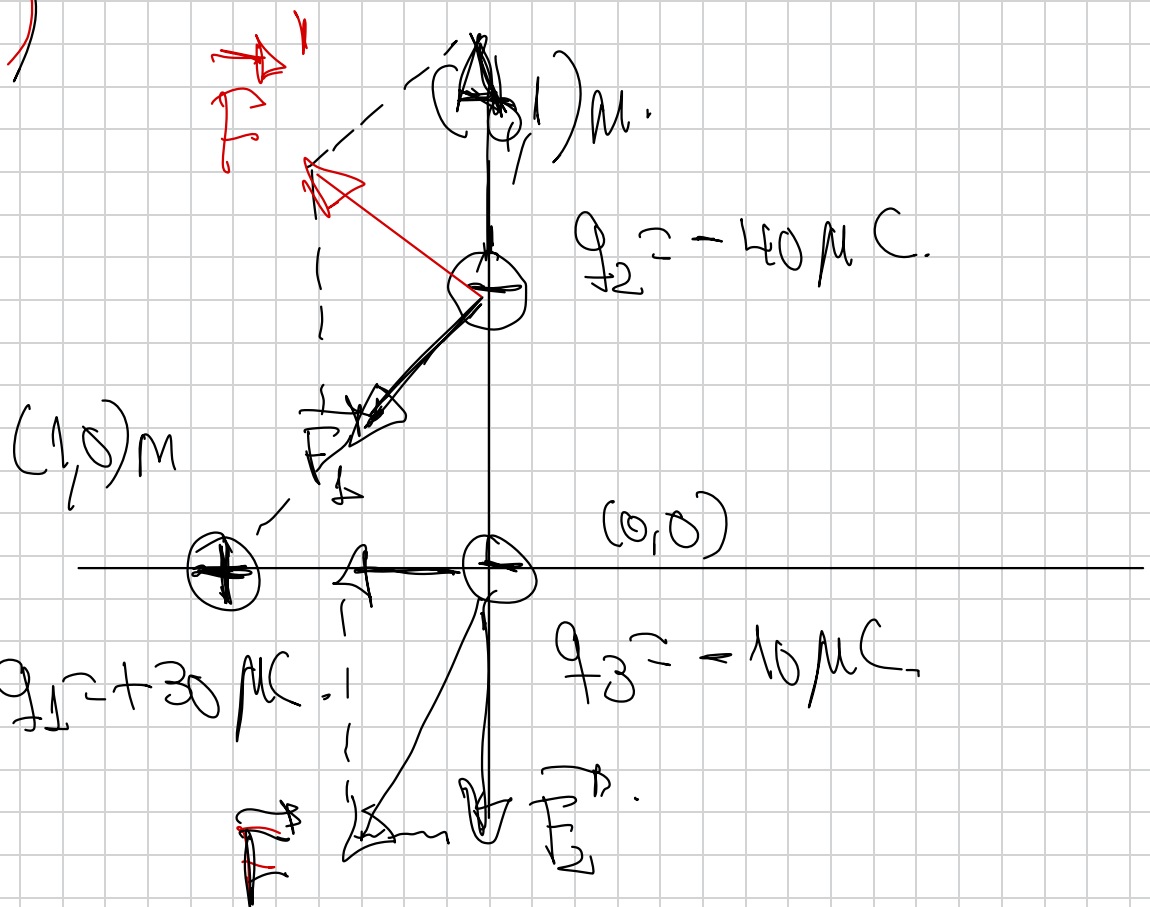
$\vec{F}_2 = -3{,}6\,\vec{j}\ (N)$

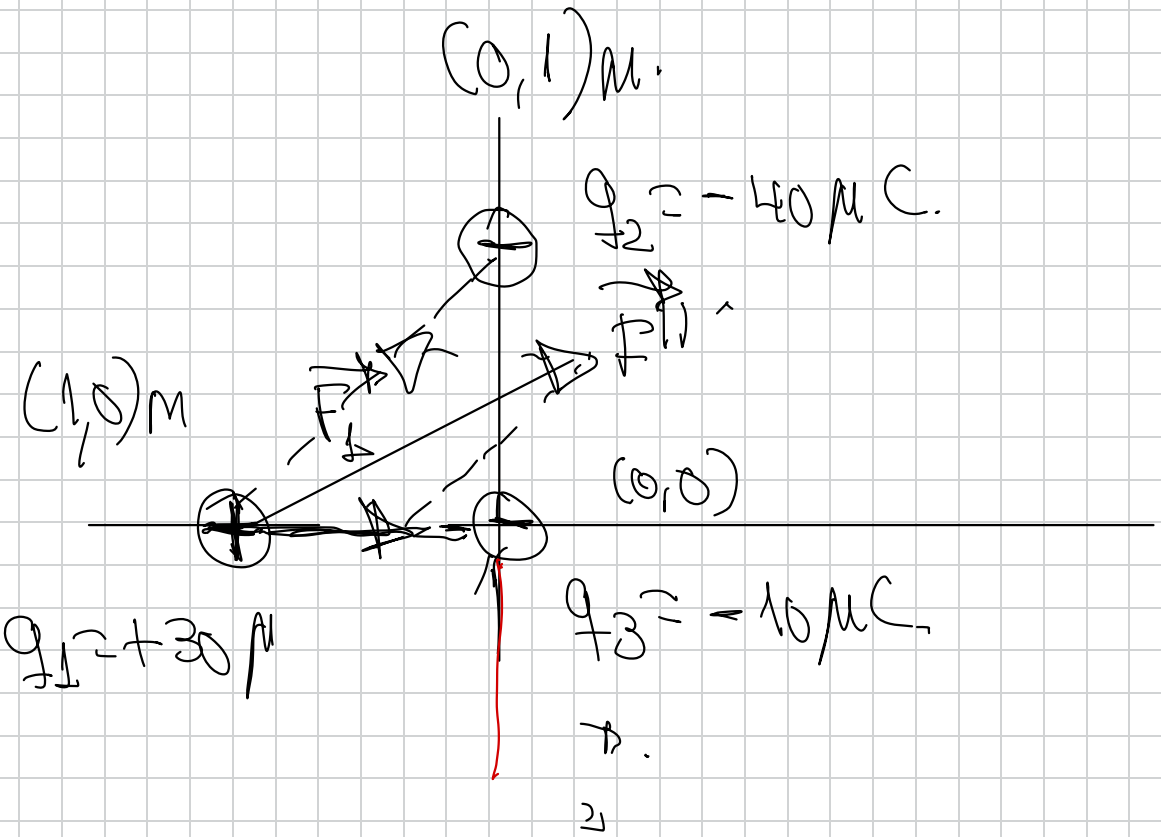
$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

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

$|\vec{F}| = \sqrt{x^2 + y^2} = 4{,}5\ N.$

b)




(0,1)m.
$q_2 = -40\mu C$.
F_2
F_1
(1,0)m
(0,0)
$q_1 = +30\mu$
$q_3 = -10\mu C$.

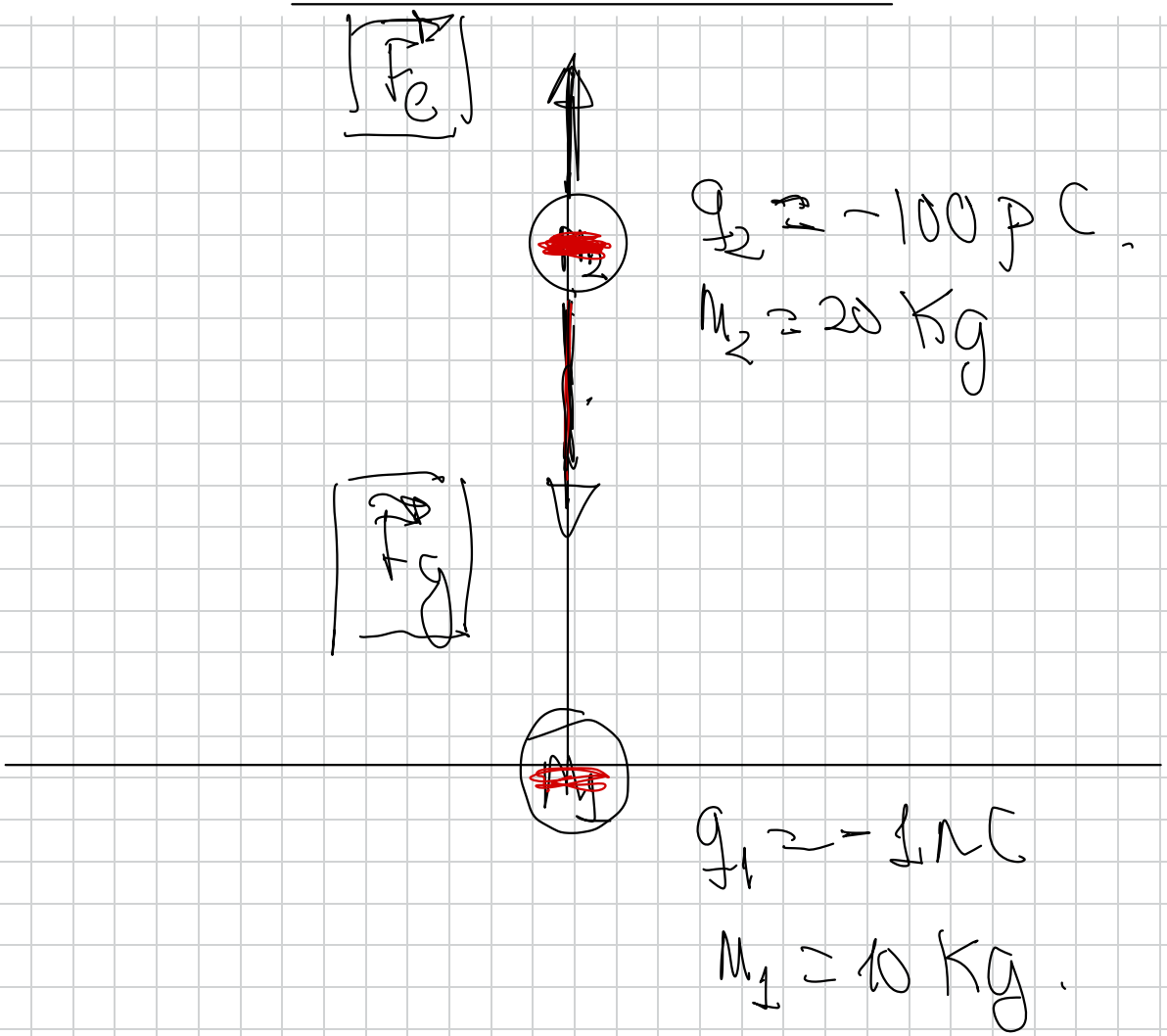
2.- Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

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)?

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



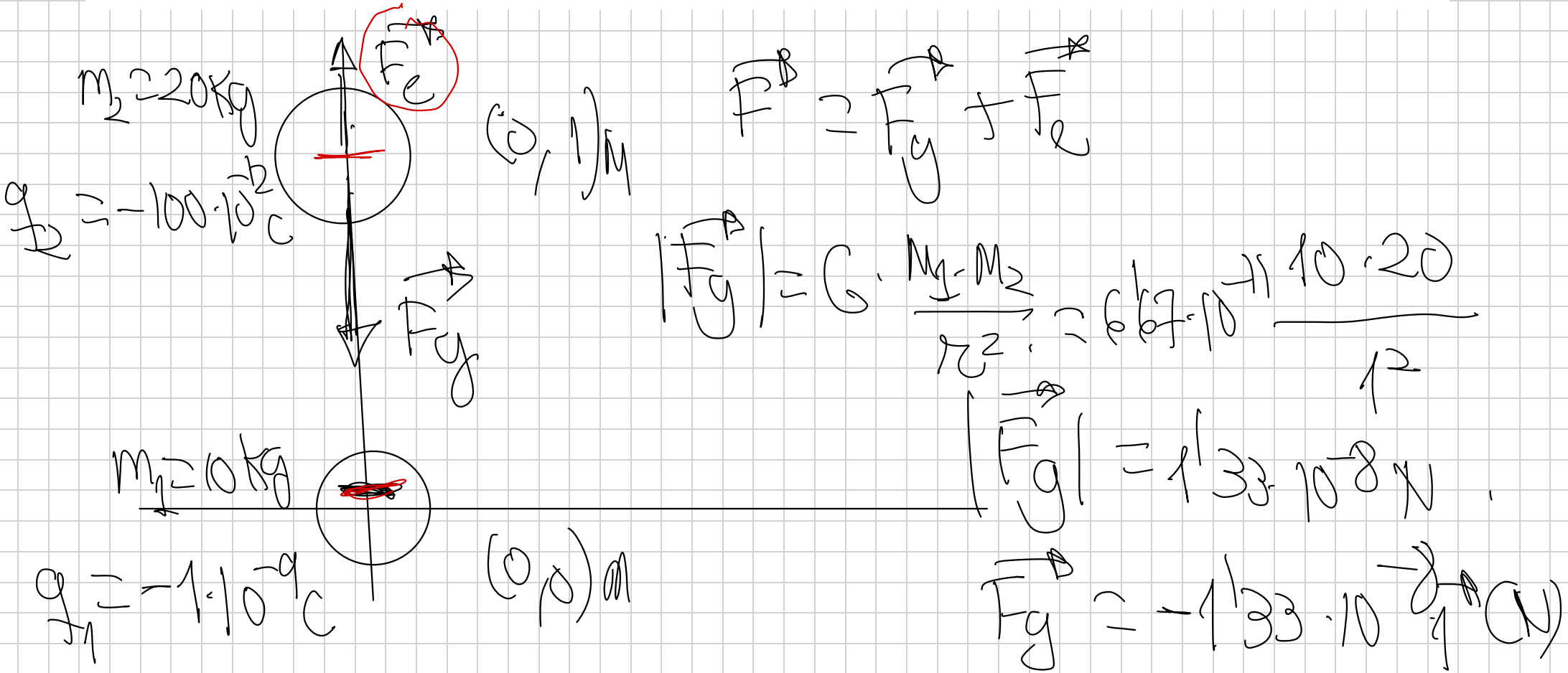
2.- Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

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)?

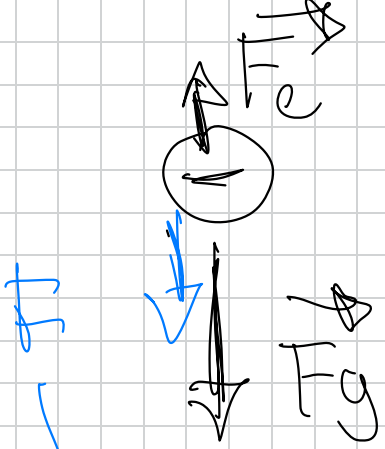
$K=9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$, $G= 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot Kg^{-2}$



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

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

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



$\vec{F} = \ominus |1'24 \cdot 10^{-8}| (\vec{j})$ $\quad |\vec{F}| = 1'24 \cdot 10^{-8}$ N.

$|\vec{F}| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-1'24 \cdot 10^{-8})^2 + 0^2} = 1'24 \cdot 10^{-8}$ N

$\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_g$

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

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

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

$|\vec{F}| = |\vec{F}_g| - |\vec{F}_e| = 1'33 \cdot 10^{-8} - 9 \cdot 10^{-10} = 1'24 \cdot 10^{-8}$ N

$$\frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{F_g}|} = \frac{9 \cdot 10^{-10}\ \cancel{N}}{1{,}33 \cdot 10^{-8}\ \cancel{N}} = 0{,}068.$$

→ mejor así.

$$\frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{F_g}|} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}}{G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}} = \frac{K \cdot Q \cdot q}{G\, M \cdot m} = 0{,}068.$$

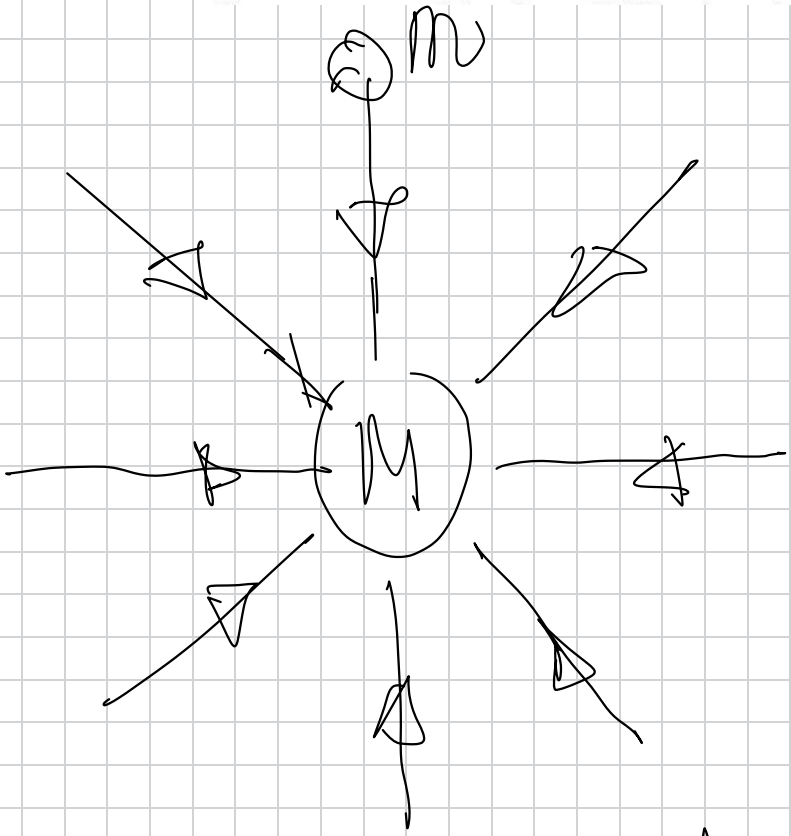
b)

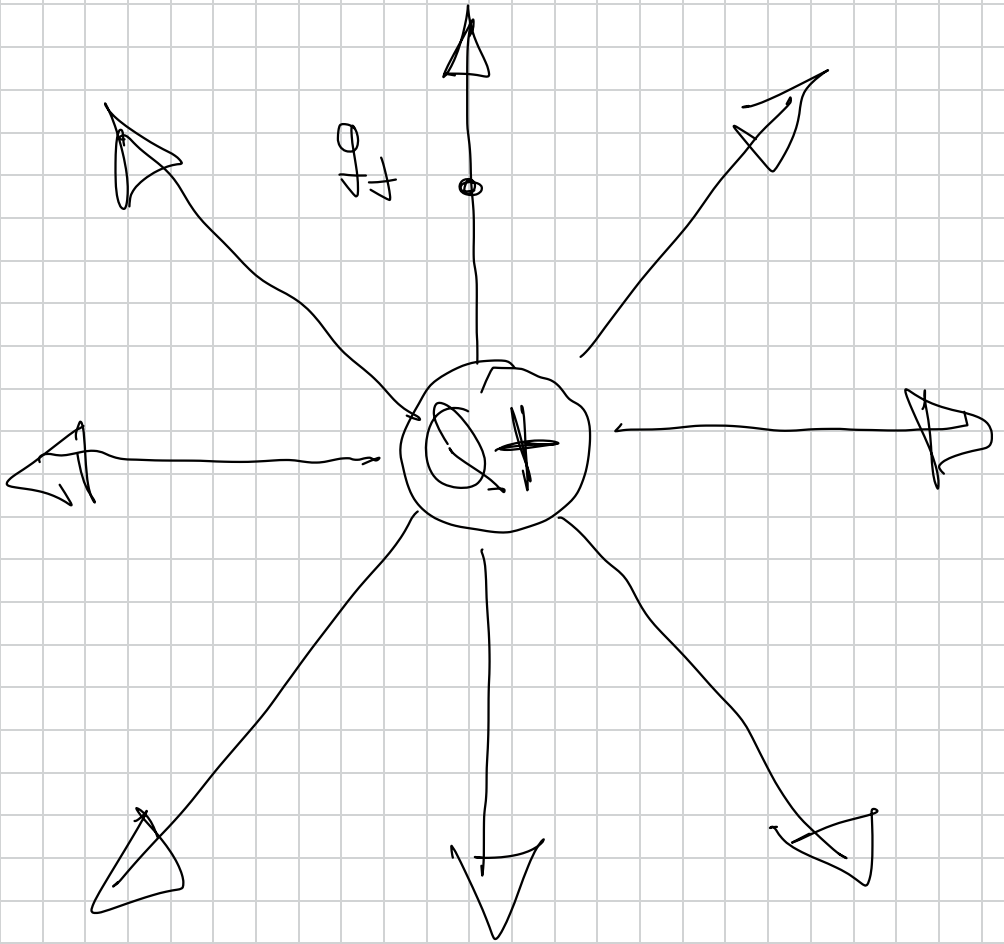
$$\frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{F_g}|} = \frac{K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}} = \frac{K|q_1||q_2|}{G m_1 \cdot m_2} = 0'068.$$

c)

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

4.- EL CAMPO ELÉCTRICO. INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO

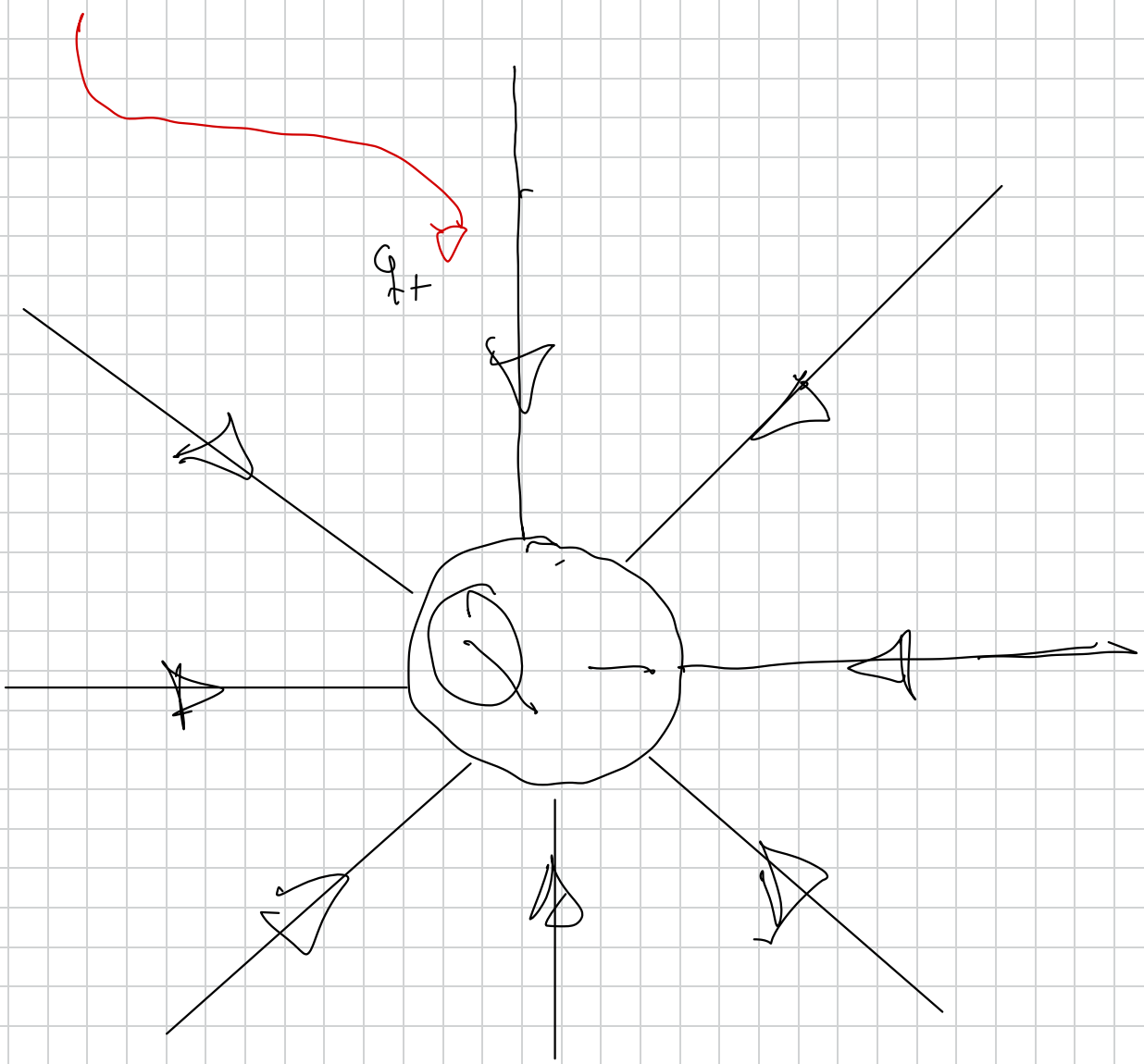




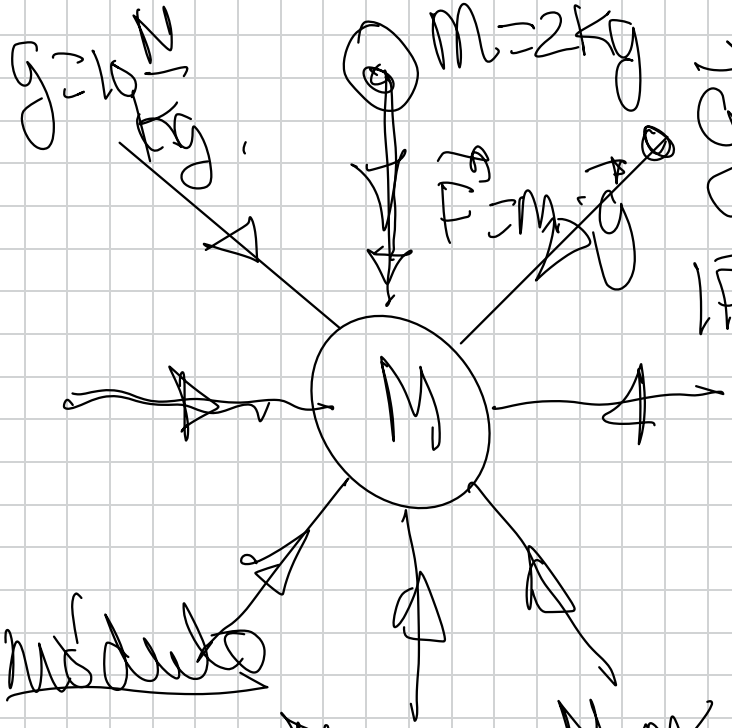
Líneas de campo eléctrico hipotéticas trayectorias que seguiría una carga abandonada en reposo en ese

q ¡¡¡POSITIVA!!!

Campo.



Campo eléctrico $\vec{E}$ o intensidad del campo eléctrico $\vec{E}$



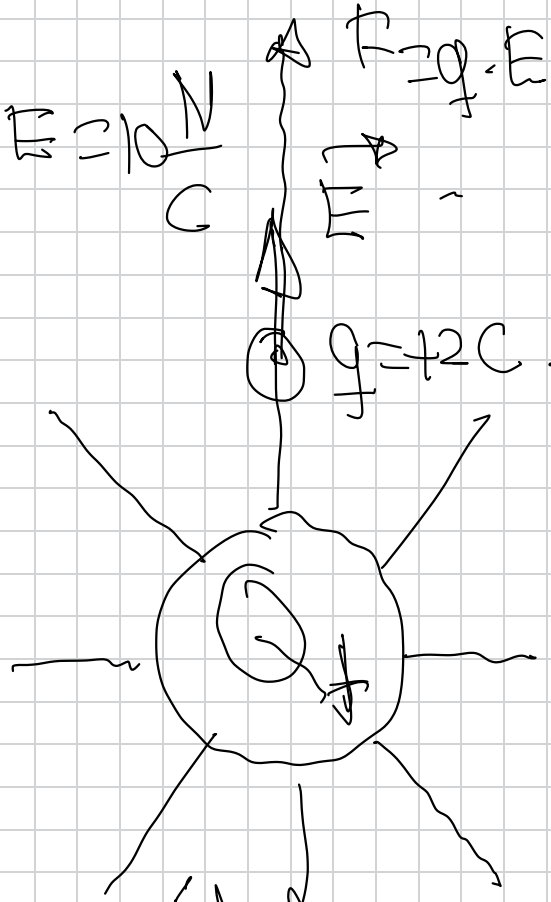
módulo

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

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

$$F = m \cdot g$$

$$F = 2kg \cdot 10 \frac{N}{kg} = 20N$$



módulo

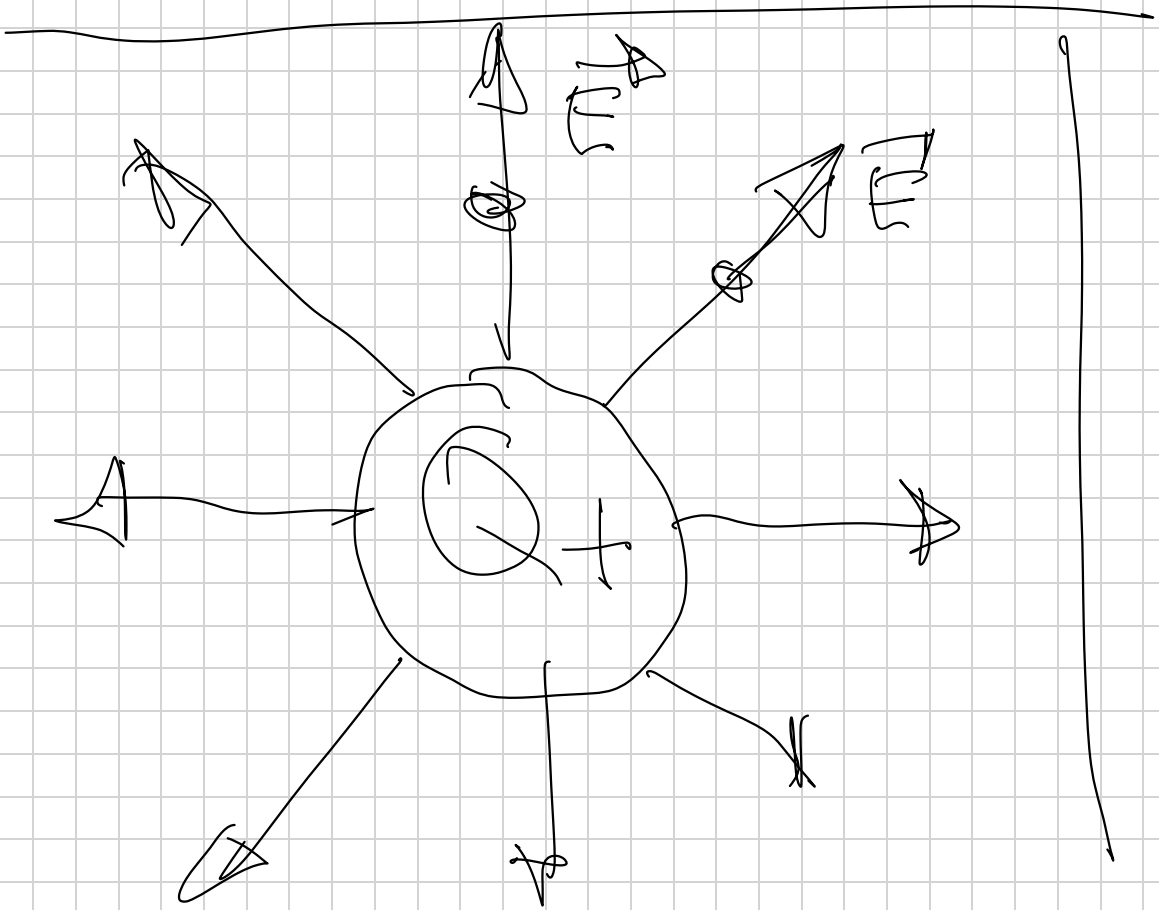
$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{|\vec{q}|} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}}{q} = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$\frac{N}{C}$$

$$F = q \cdot E$$

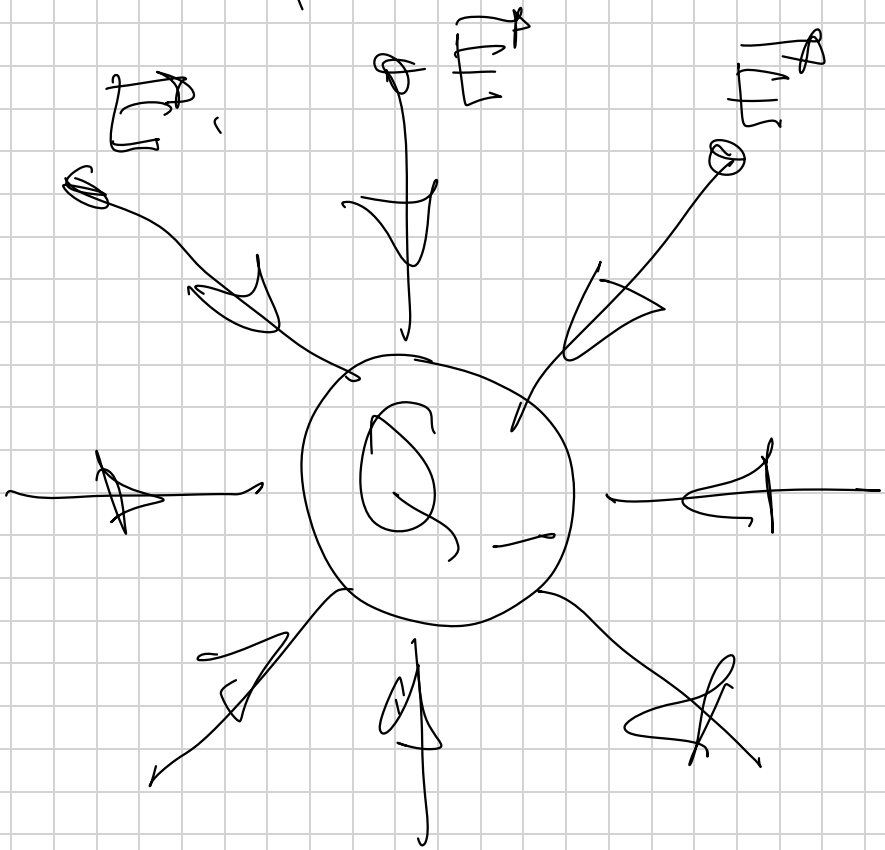
dirección: tg en cada pto a las líneas de campo

sentido: el de las líneas de campo.



dirección: tg en cada pto a las líneas de campo

sentido el de las líneas de campo



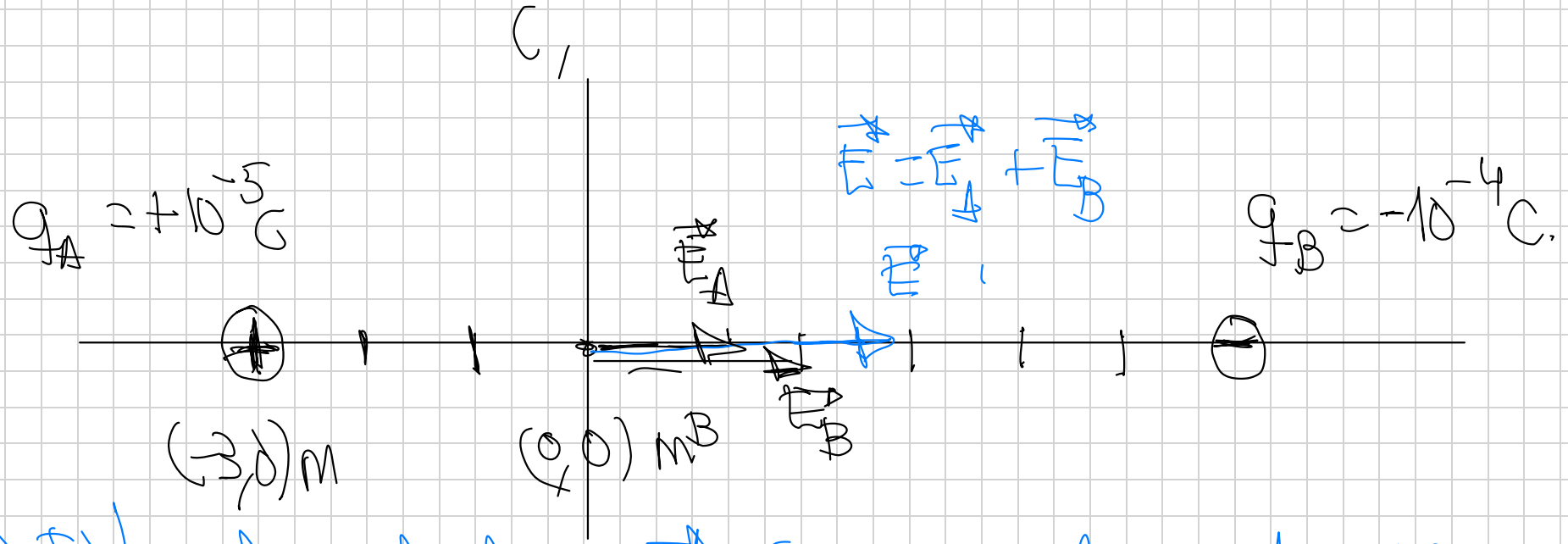
4.- En los puntos A(-3,0) m y B(6,0) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales $q_A=+10^{-5}$ C y $q_B=-10^{-4}$C.

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

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



¡OJO! al calcular $\vec{E}$ (magnitud vectorial)

- Módulo

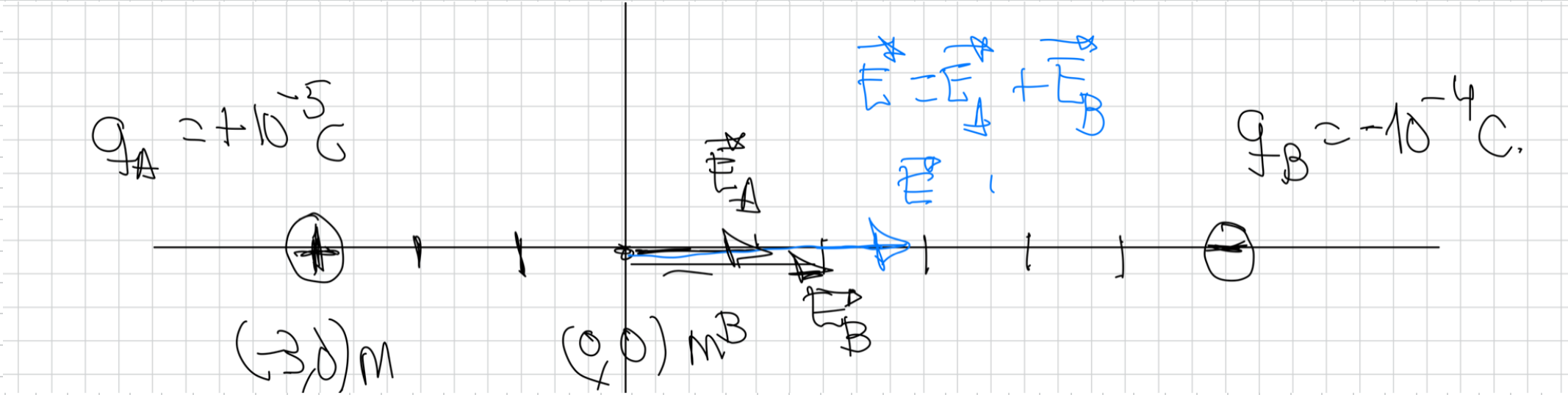
$$|\vec{E}_A| = K \cdot \frac{|q_A|}{r_A^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-5}}{3^2} = 10^4 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_A = + 10^4 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right) \rightarrow \text{dirección y sentido opuesto.}$$

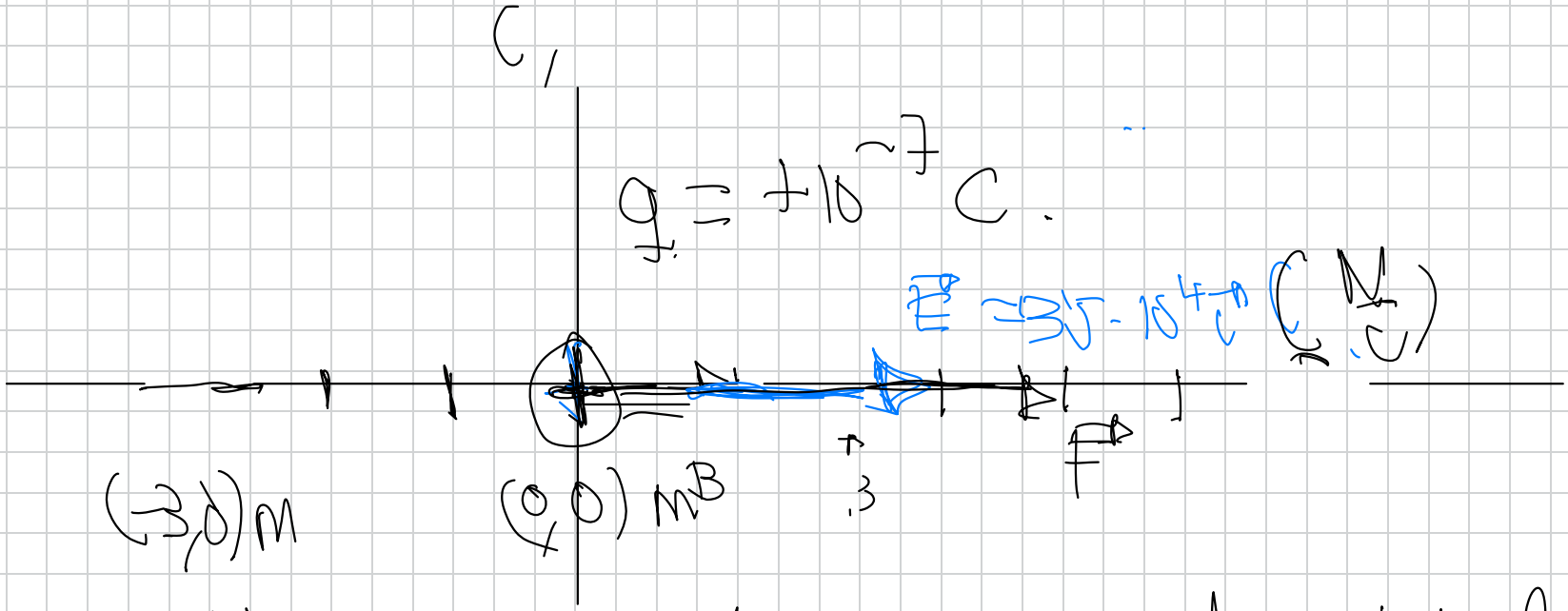
$$|\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r_B^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{6^2} = 2{,}5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}.$$

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

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



b)



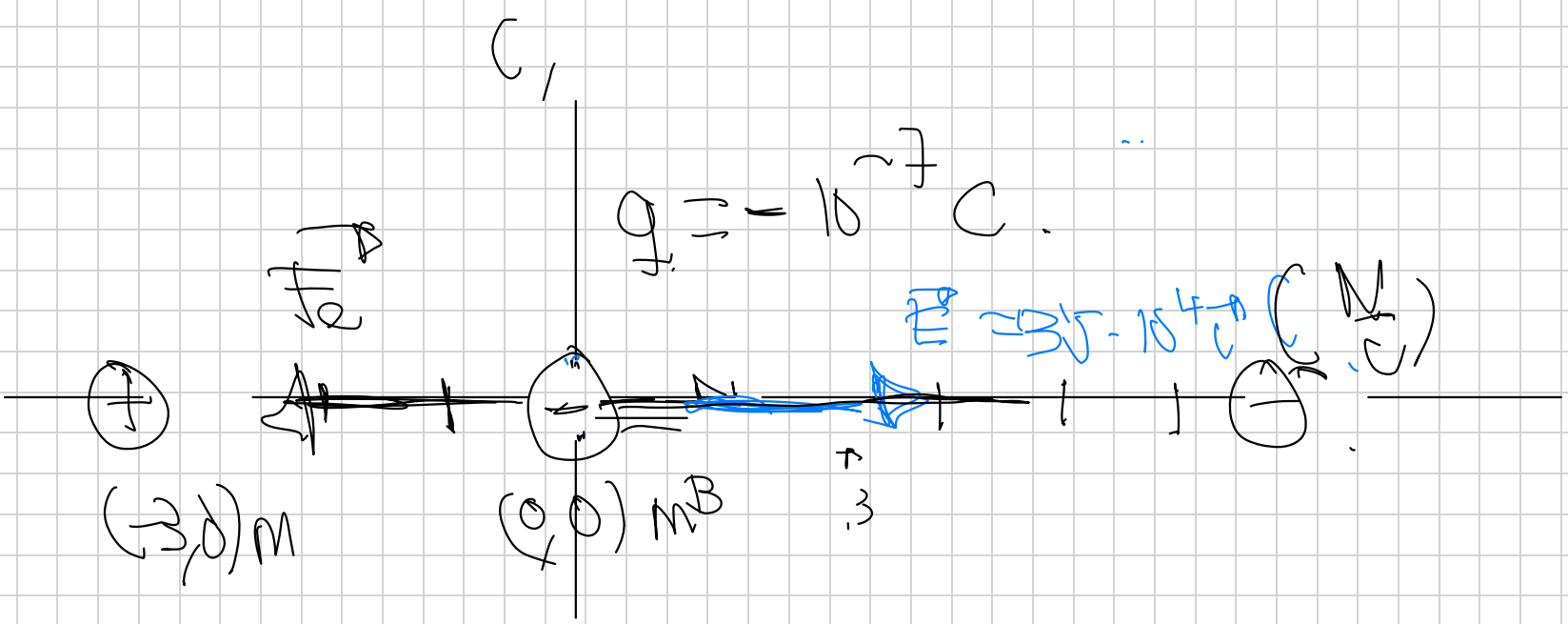
$|\vec{F}| = q \cdot |\vec{E}| \Rightarrow$ ¡OJO! primero el módulo

$$|\vec{F}| = 10^{-7}\,C \cdot 35 \cdot 10^{4}\,\frac{N}{C} = 35 \cdot 10^{-3}\,N$$

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

En las cargas q ⊕ la fuerza experimentada es de la misma dirección y sentido que el campo $\vec{E}$.

c)



$$|\vec{F}| = q \cdot |\vec{E}| = 10^{-7} \cancel{C} \cdot 35 \cdot 10^{4} \frac{N}{\cancel{C}} = 35 \cdot 10^{-3} \, N$$

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

En las cargas $\oplus$ $\ominus$ la fuerza experimentada es de la misma dirección pero de sentido opuesto al campo $\vec{E}$.

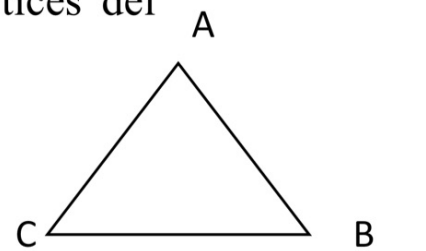
5.- Las cargas $q_A = -4\cdot10^{-9}$ C y $q_B = +2\cdot10^{-9}$ C están situadas en los vertices del triángulo equilátero de la figura, el cual posee 2 cm de lado

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?

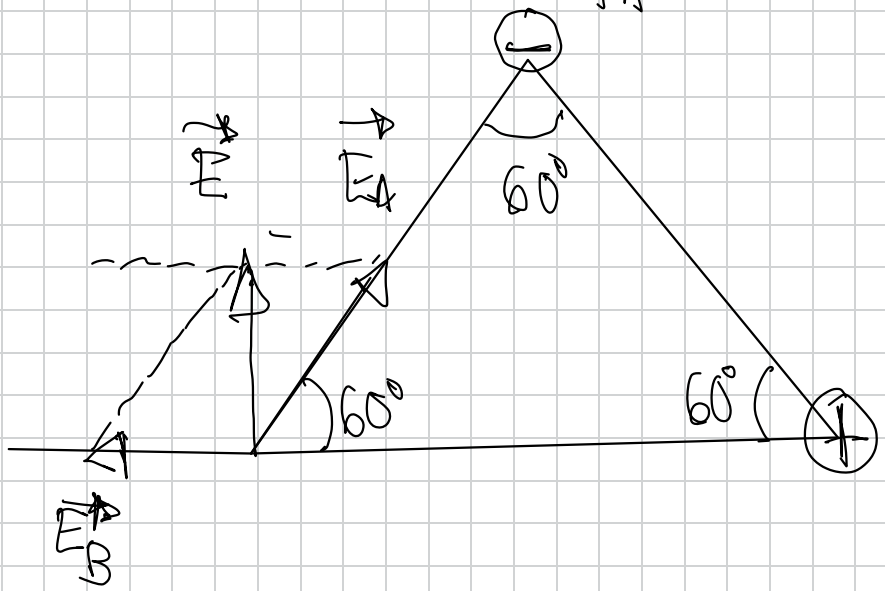
$K=9\cdot10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$



2cm = 0'02m

pag 69.

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



Principio de superposición

$\vec{E} = \vec{E_A} + \vec{E_B}$.

Módulo aparte

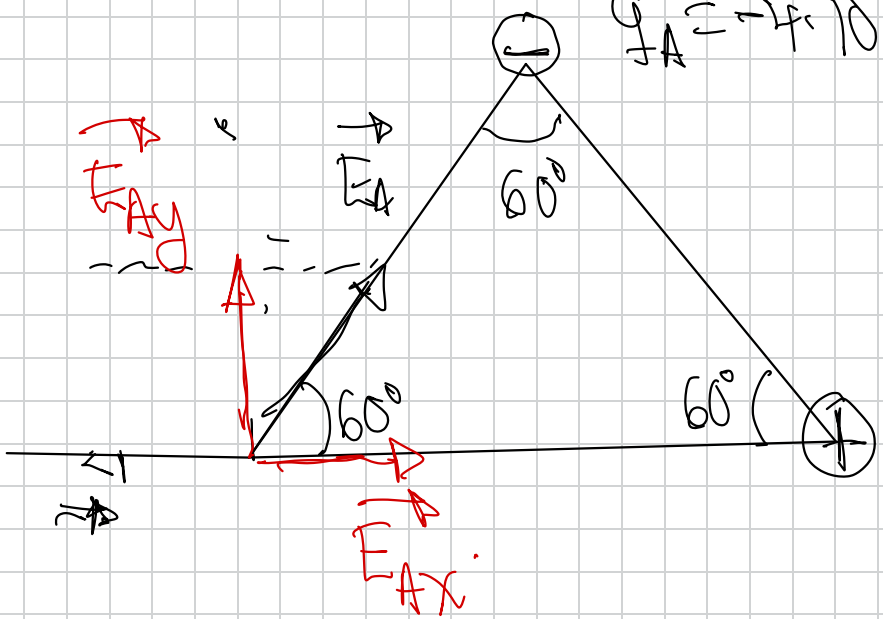
$|\vec{E_B}| = k\cdot\frac{|q_B|}{r^2}$

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

$|\vec{E_B}| = 9\cdot10^9\cdot\frac{2\cdot10^{-9}}{(0'02)^2}$

$|\vec{E_B}| = 45\cdot10^4\ \frac{N}{C}$.

$\vec{E_B} = -45\cdot10^4\ \vec{i}\ \left(\frac{N}{C}\right)$.



$q_{fA} = -4 \cdot 10^{-9}\ C.$

$$|\vec{E}_A| = K \cdot \frac{|q_{fA}|}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-9}}{(0{,}2)^2}$$

$$|\vec{E}_A| = 9 \cdot 10^4 \ \frac{N}{C}.$$

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

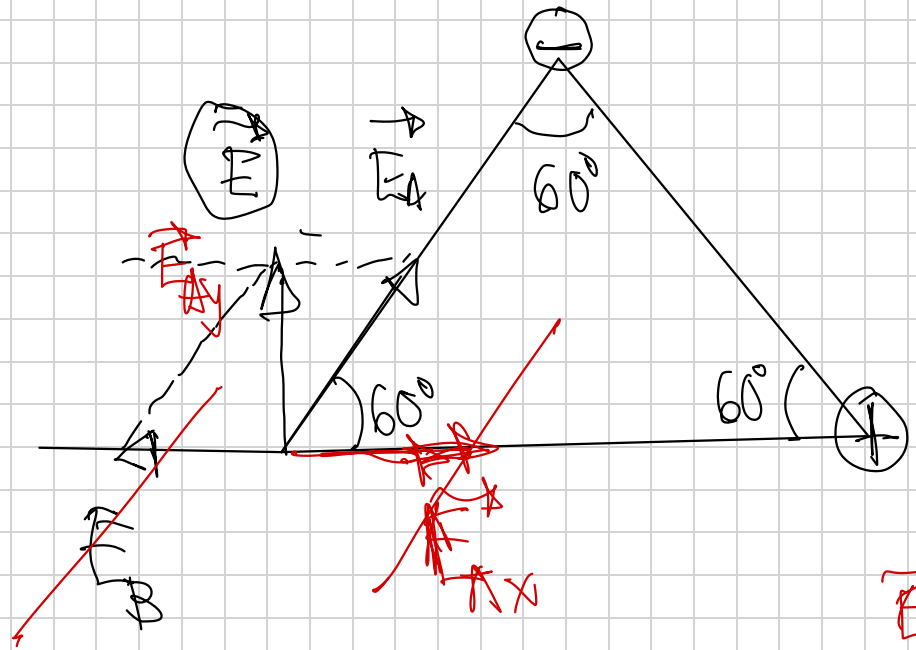
$$\vec{E}_{Ay} = +7{,}8 \cdot 10^4 \vec{j} \ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\cos 60^\circ = \frac{|\vec{E}_{Ax}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ax}| = |\vec{E}_A| \cdot \cos 60^\circ = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} = 4{,}5 \cdot 10^4 \ \frac{N}{C}.$$

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

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

Principio de superposición



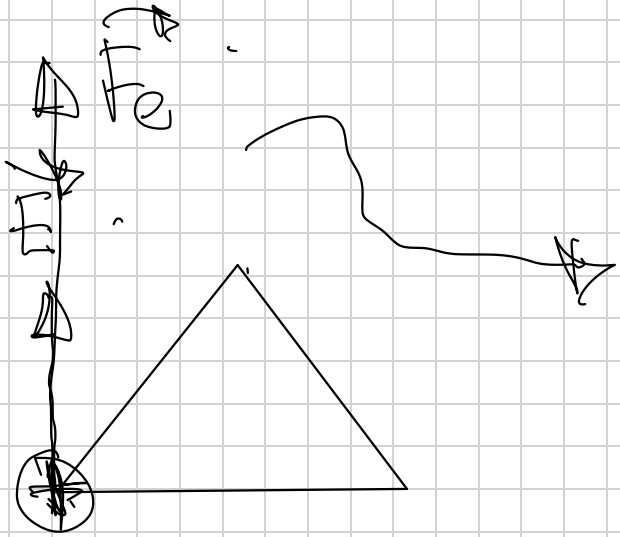
$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

$$\vec{E} = 4\vec{j}\cdot 10^4 + 7\vec{j}\cdot 10^4 - 4\vec{j}\cdot 10^4$$

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

$$|\vec{E}| = 7 \cdot 10^4 \left(\frac{N}{C}\right)$$

b)



$q = +1\,\mu C$.

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

En una carga ⊕ la fuerza va en la misma dirección y sentido que $\vec{E}$.

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

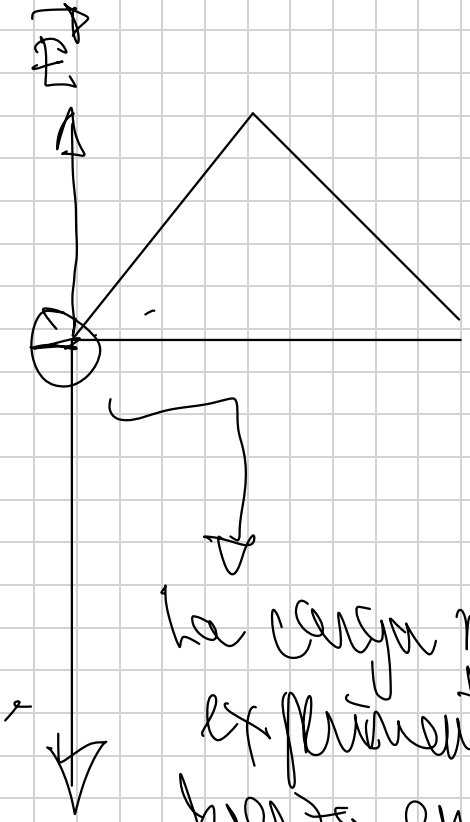
Primero módulo.

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

$$|\vec{F}| = 7{,}8 \cdot 10^{-2}\,N$$

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

c)



$q = -2\,\mu C$

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

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

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

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

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

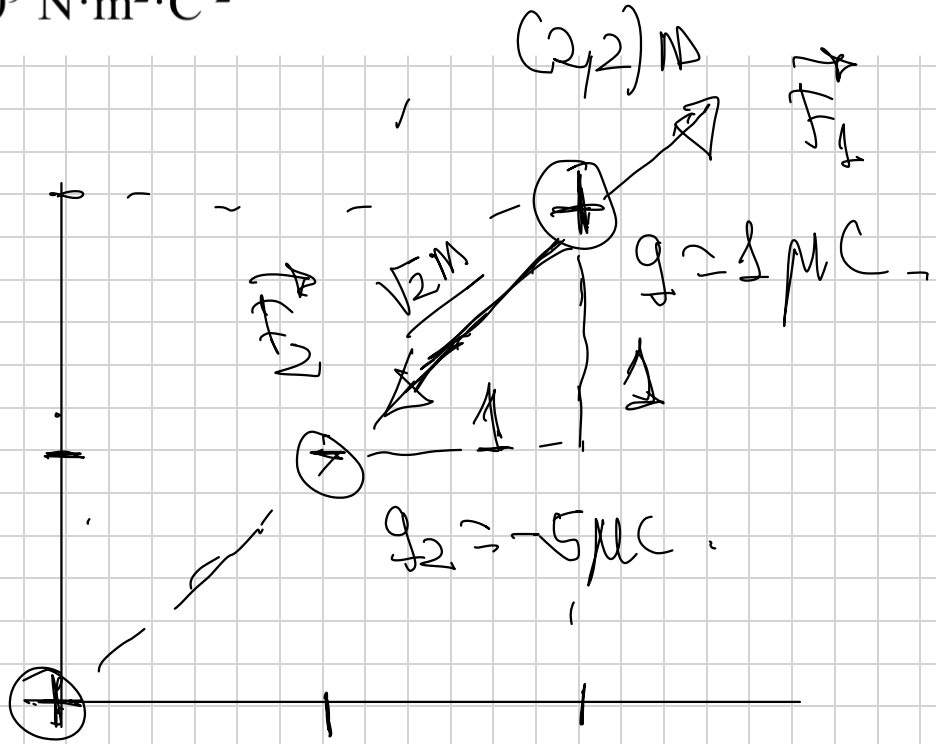
La carga negativa experimenta una fuerza en la misma dirección pero sentido contrario al campo $\vec{E}$.

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

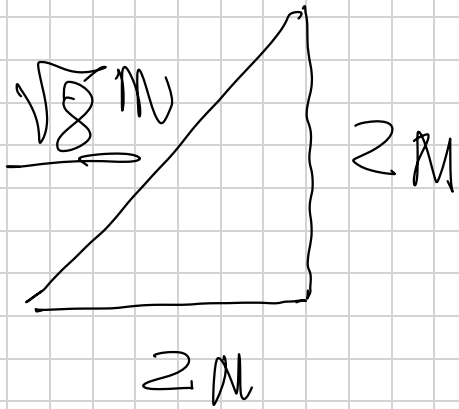
b) El trabajo necesario para llevar a ésta última carga desde el punto que ocupa hasta punto (0,1) m. Dar una interpretación del resultado.

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



Principio de superposición.

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



$q_1 = +8\ \mu C$

V

Ley de Coulomb.

$$|\vec{F}_1| = K\frac{|q_1|\cdot|q|}{r^2} = 9\cdot10^9\cdot\frac{8\cdot10^{-6}\cdot1\cdot10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} = 9\cdot10^{-3}\ N.$$

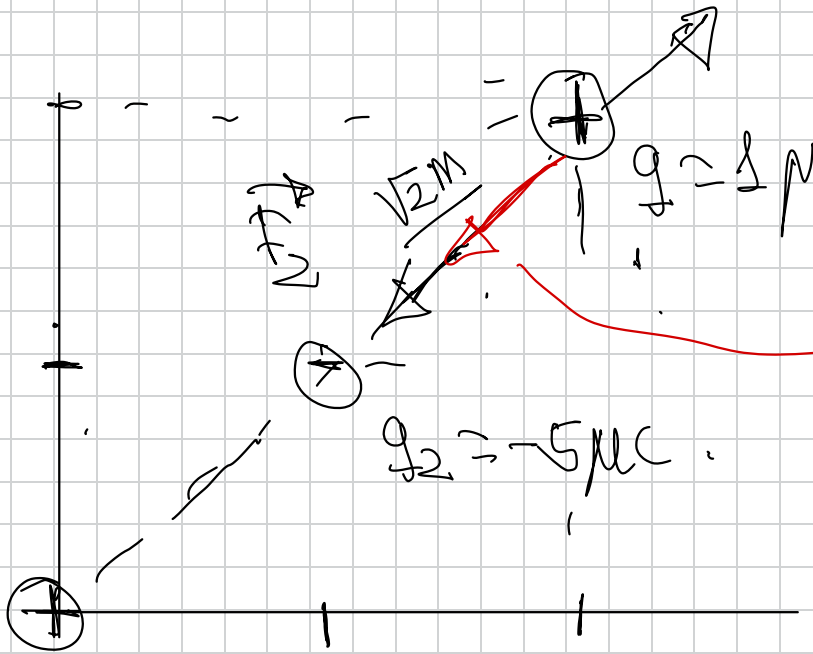
$$|\vec{F}_2| = k \cdot \frac{|q_2| \cdot |q|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{2})^2} = 2{,}25 \cdot 10^{-2}\,N$$

$$\frac{\sqrt{8}}{2} = \sqrt{2}$$

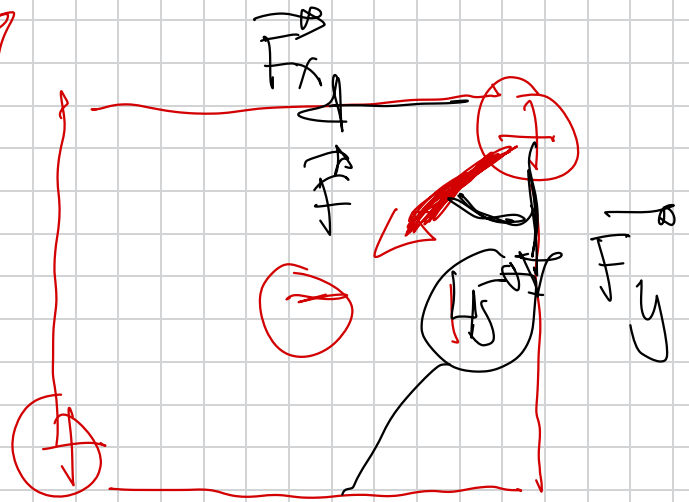
$$|\vec{F}_2| > |\vec{F}_1|$$

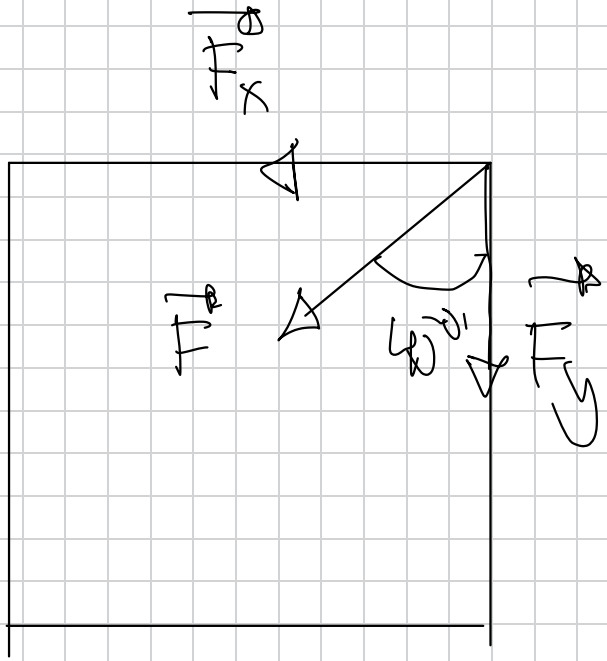
$$|\vec{F}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1|$$

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



$$|\vec{F}| = 13{,}5 \cdot 10^{-2}\,N$$





$\operatorname{sen} 45^\circ = \dfrac{|\vec{F}_x|}{|\vec{F}|} \quad |\vec{F}_x| = |\vec{F}| \cdot \operatorname{sen} 45^\circ = 1{,}3 \cdot 10^{-2} \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} \simeq 9{,}2 \cdot 10^{-3}\ N$

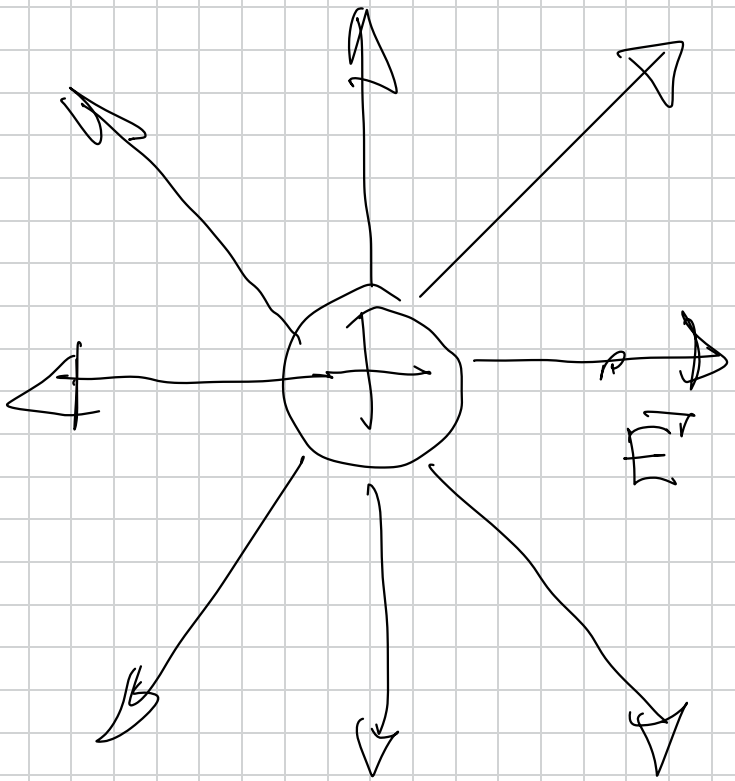
$\vec{F}_x \simeq -9{,}2 \cdot 10^{-3}\ \vec{i}\ (N)$

$\cos 45^\circ = \dfrac{|\vec{F}_y|}{|\vec{F}|} \quad |\vec{F}_y| = |\vec{F}| \cdot \cos 45^\circ = 1{,}3 \cdot 10^{-2} \dfrac{\sqrt{2}}{2} = 9{,}2 \cdot 10^{-3}\ N$

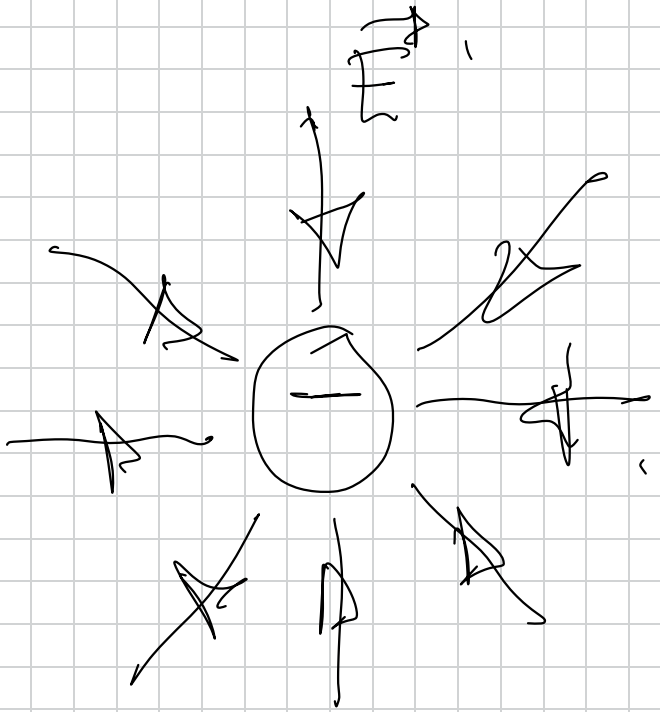
$\vec{F}_y = -9{,}2 \cdot 10^{-3}\ \vec{j}\ (N)$

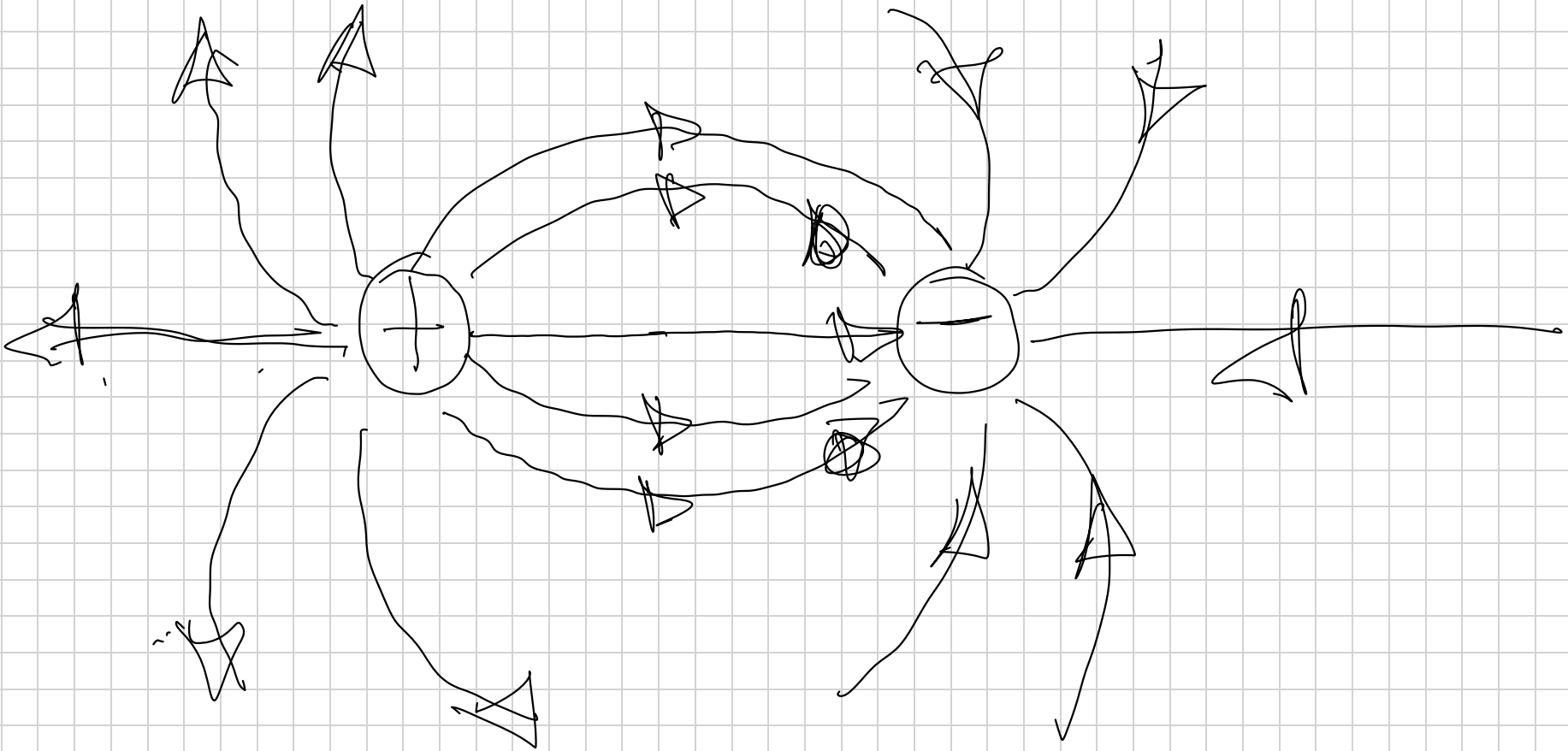
$$\vec{F} = -9\cdot10^{9}\cdot r^{-3}\vec{r} - 9\cdot10^{9}\cdot r^{-3}\vec{j}\ (N)$$

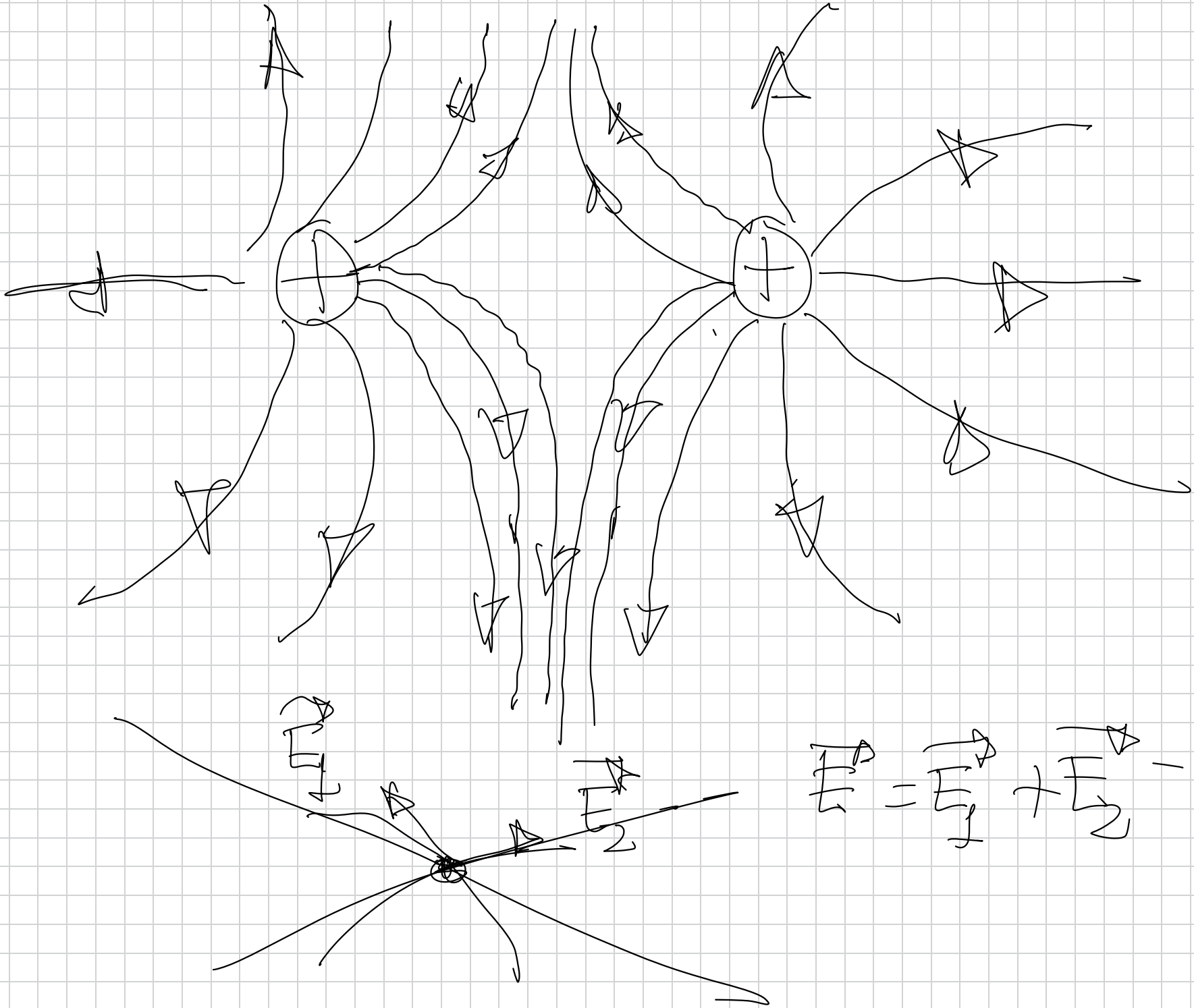
Pag 43 Líneas de campo.










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

La Electrica es una fuerza central y como todas las fuerzas centrales, es conservativa y por ello lleva asociada una E_p.

magnitudes vectoriales

$\vec{F}_g$

$\vec{F}_e$

$\vec{G}$

$\vec{E}$

MAGNITUDES ESCALARES

CAMPO GRAVITATORIO

$$E_{p\,\text{gravitatoria}} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

J en S.I.

CAMPO ELÉCTRICO

$$E_{p\,\text{eléctrica}} = k \frac{Q \cdot q}{r}$$

→ Se sustituye cada carga con su signo ¡OJO!

J en S.I.

POTENCIAL GRAVITATORIO

POTENCIAL ELÉCTRICO

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

$\frac{J}{Kg}$ en SI.

$E_p = m \cdot V$

Propiedad

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

$\frac{J}{C}$ en SI

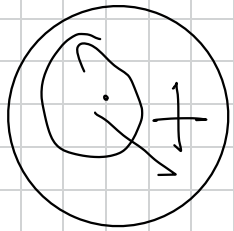
V en SI.

VOLTIO.

$E_p = q \cdot V$

Eléctrica

Como en cualquier magnitud escalar, se sustituye la carga por su signo

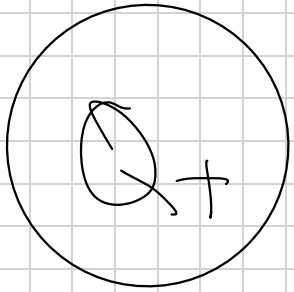


$q = +2C$

$5 \frac{J}{C}$ 5V

$E_p = 2C \cdot 5 \frac{J}{C}$

$E_p = 10\,J.$



$q = +2C$

$10.000 \frac{J}{C}$

10000V.

$E_p = 2C \cdot 10000 \frac{J}{C}$

$E_p = 20.000\,J.$

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

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

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

$$W_{A\to B} = -\left(E_{p_B} - E_{p_A}\right)$$

$$W_{A\to B} = E_{p_A} - E_{p_B}$$

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

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

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

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

Magnitudes escalares

¡OJO! Se sustituye cada carga y cada potencial con su signo

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

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

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

(+) (+)

$V_A > V_B$

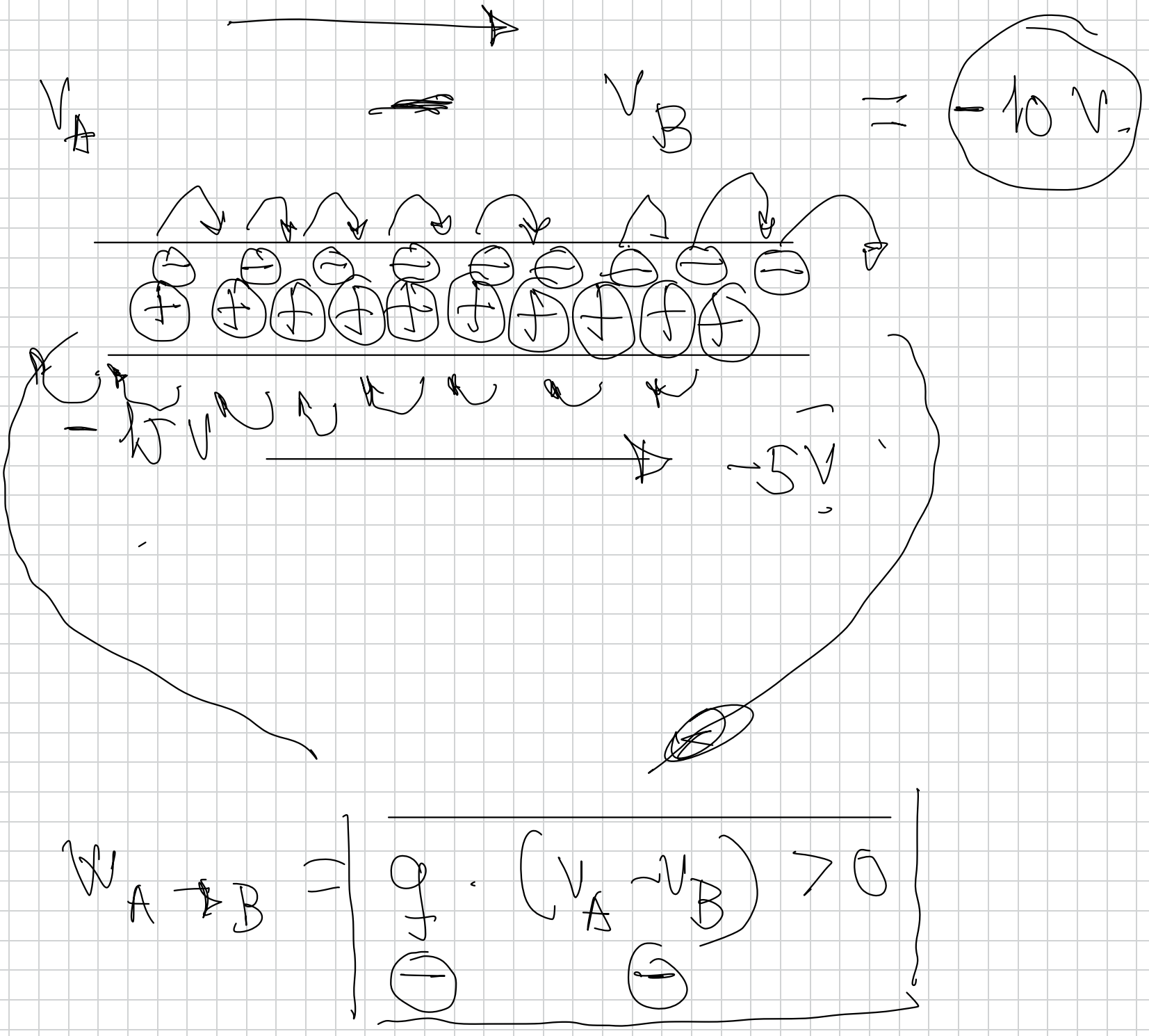
↳ las cargas positivas se desplazan en el

orden decreciente de potenciales.

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

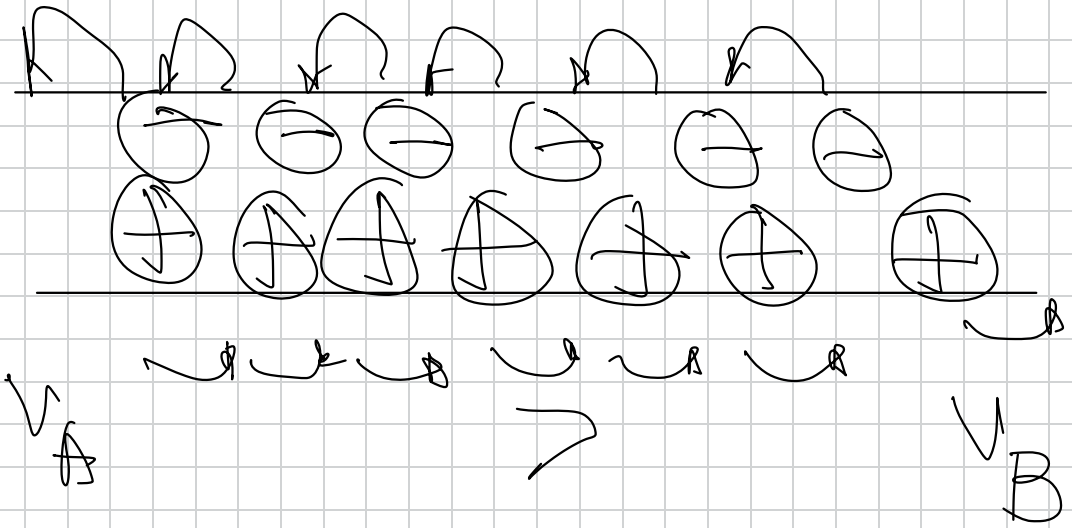
$$V_A < V_B$$

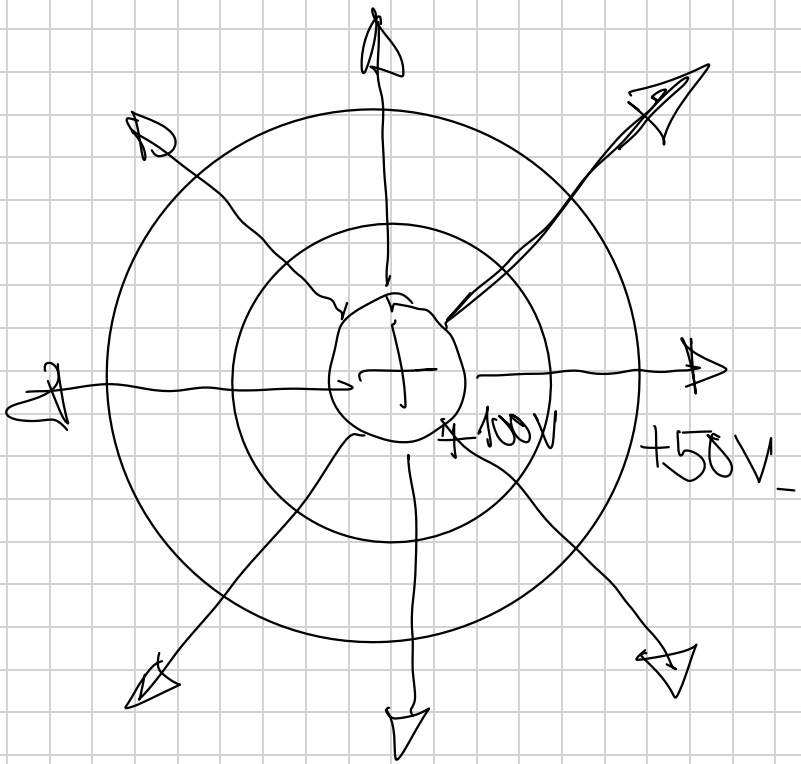
Las cargas negativas se desplazan espontáneamente en el orden creciente de potenciales.


V_A
V_B
$= -10\,V$
$-5\,V$
$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0$

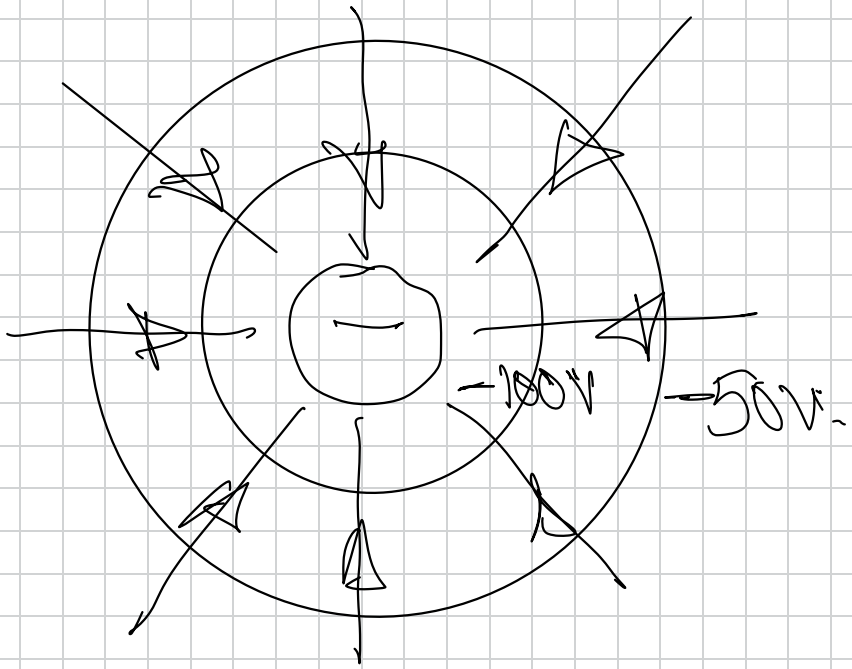
$$V_A < V_B$$

$$V_A - V_B = 10\,V.$$





$$V = k \cdot \frac{Q}{r_c}$$



$V = K \cdot \frac{Q}{r} \rightarrow$ ⊖ .

Pag 60.

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 $-1{,}5 \cdot 10^{-3}$ C desde la superficie equipotencial de 6000 V hasta la superficie equipotencial de 2000 V. Comentar el resultado

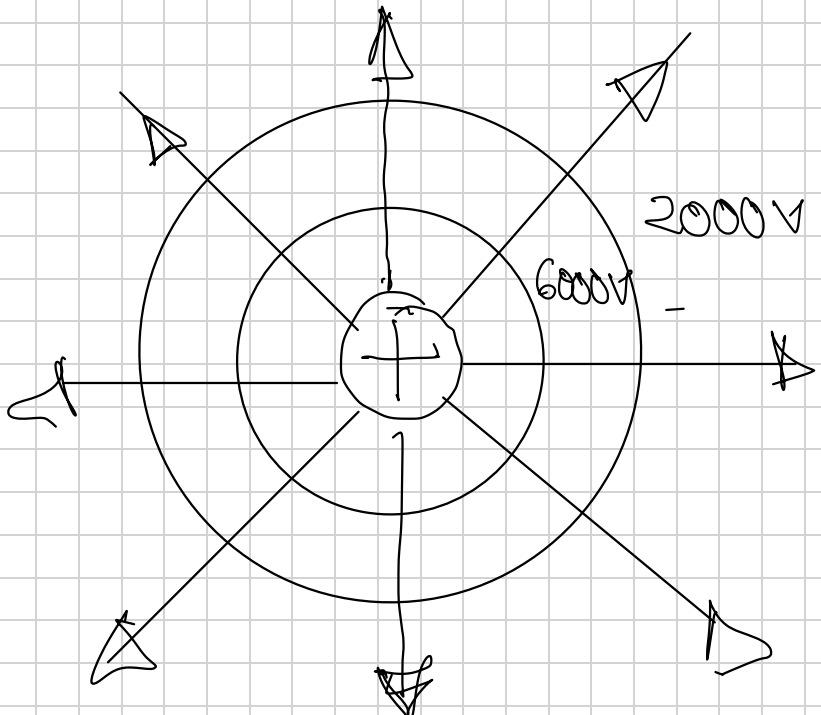
c) Calcular el trabajo que sería necesario para trasladar la carga del apartado anterior desde la superficie equipotencial de 2000 V hasta la superficie equipotencial de 6000 V. Comentar el resultado.

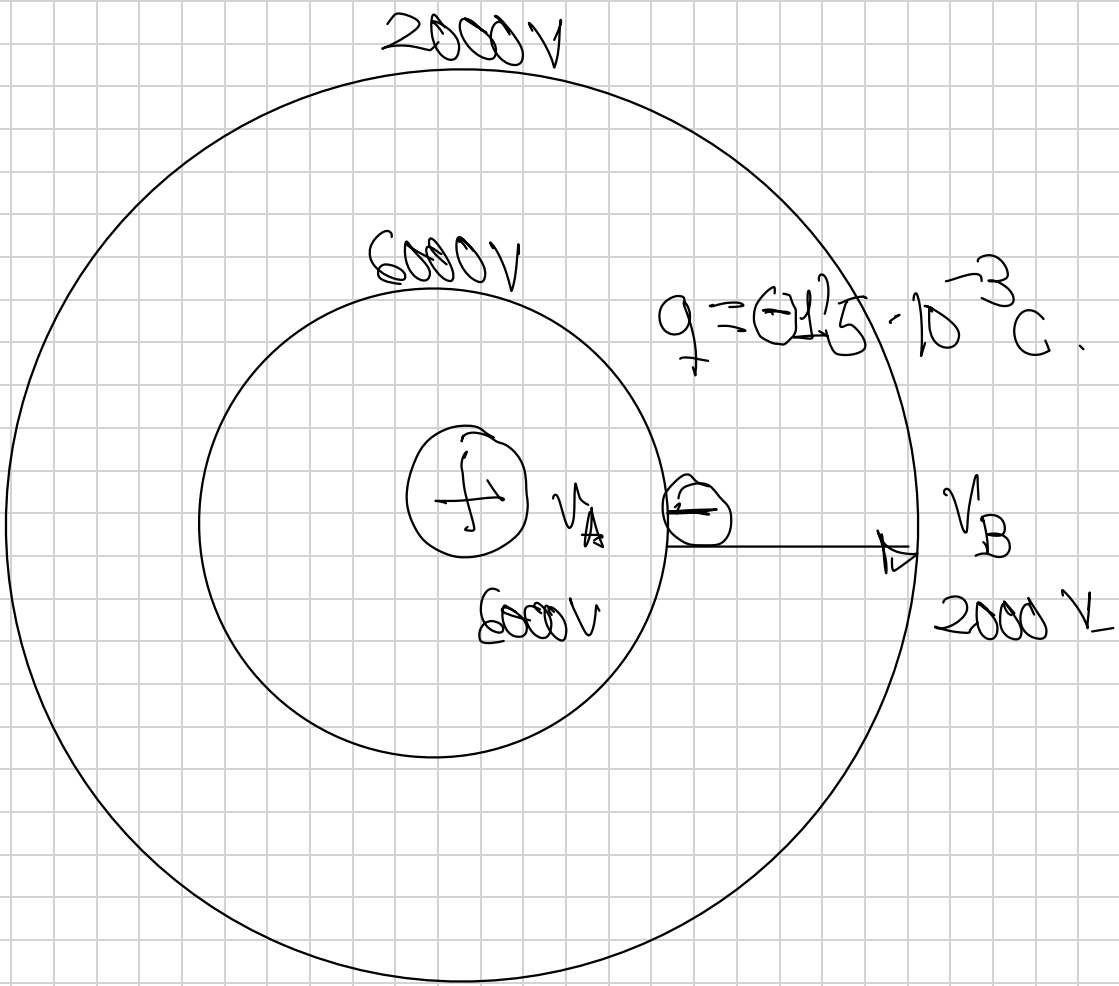
d) Calcular la separación entre ambas superficies equipotenciales

$K = 9 \cdot 10^9$ N·m^2·C^{-2}

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

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

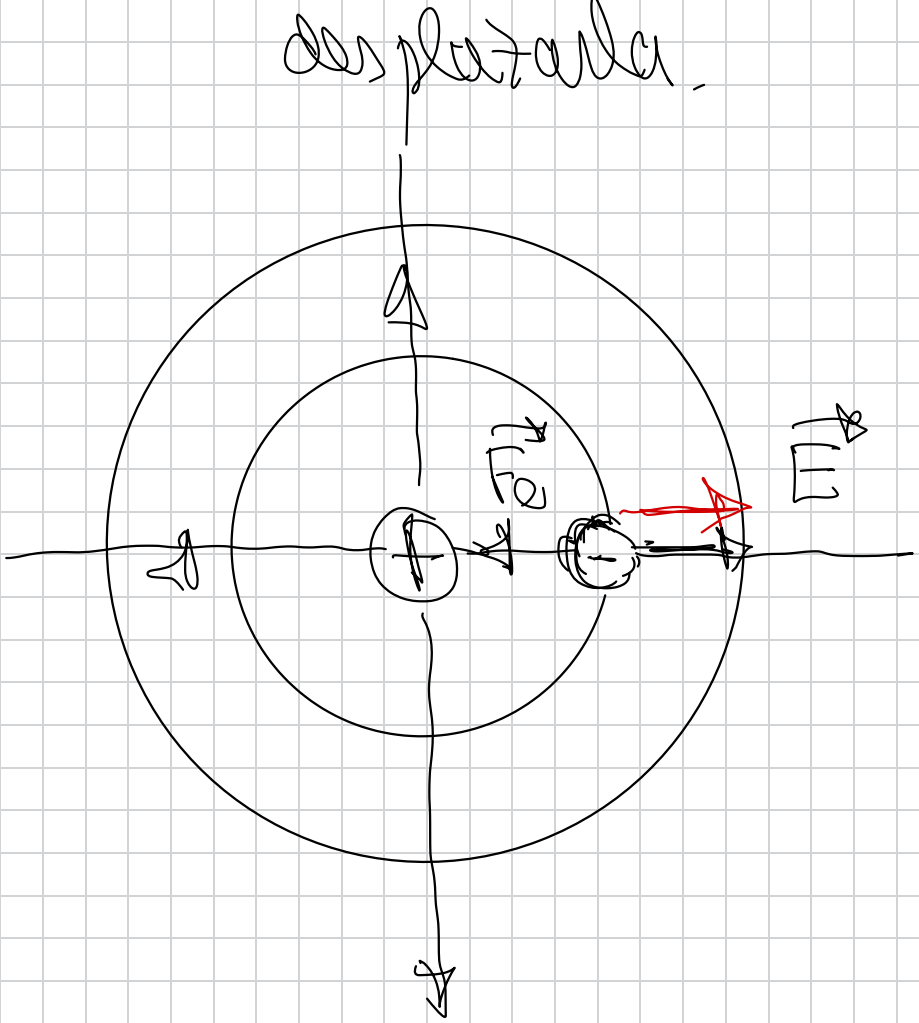


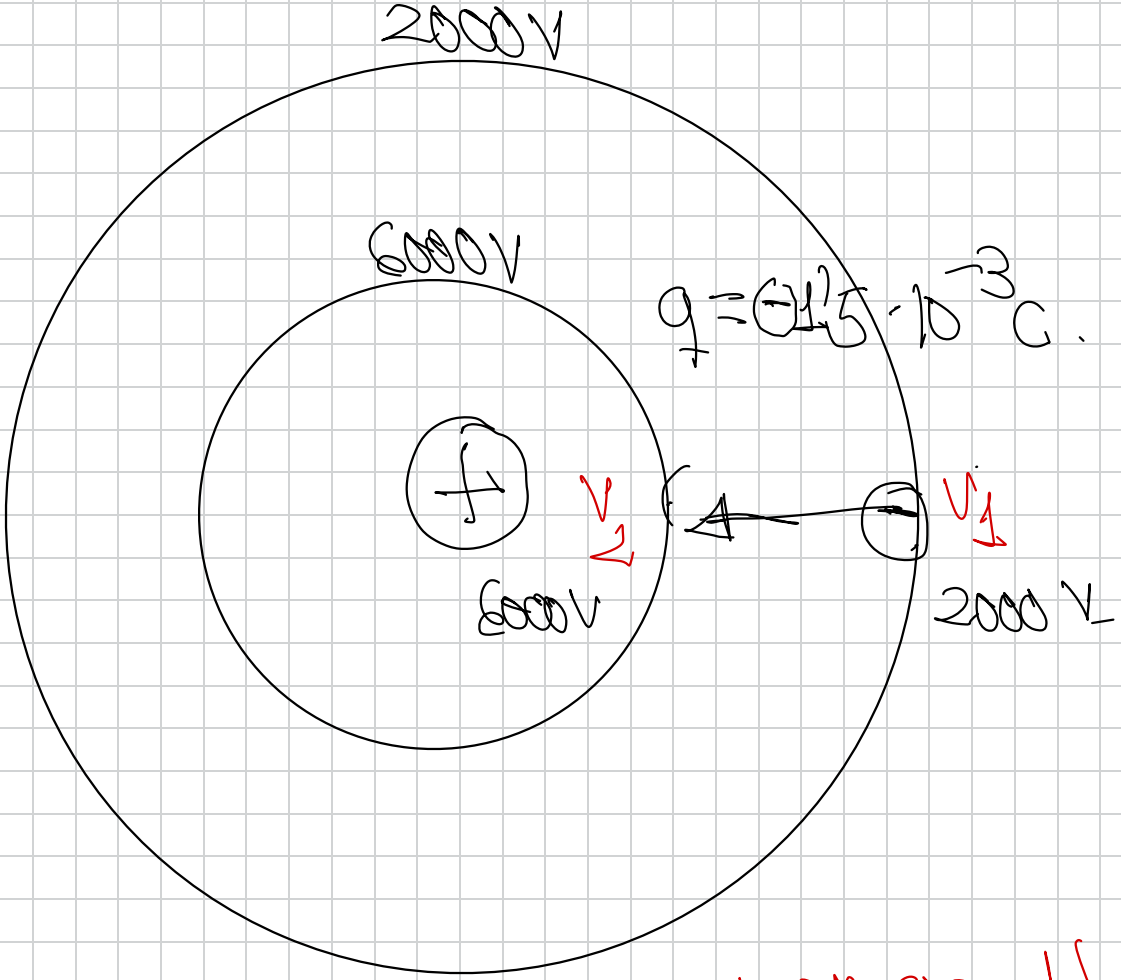


$$W = q \cdot (V_A - V_B) = -1{,}5 \cdot 10^{-3} (6000 - 2000) = -6\ J$$

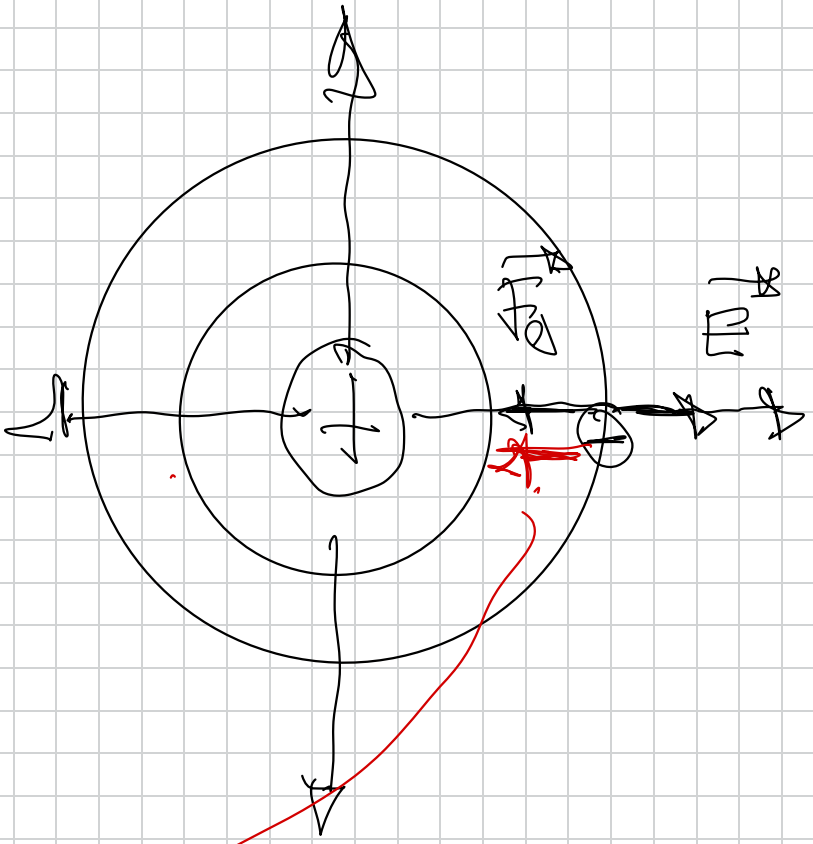
No es espontáneo, una fuerza externa debería hacer un trabajo de 6 J para

des placas.





$q = 1{,}5 \cdot 10^{-3}\,C$.

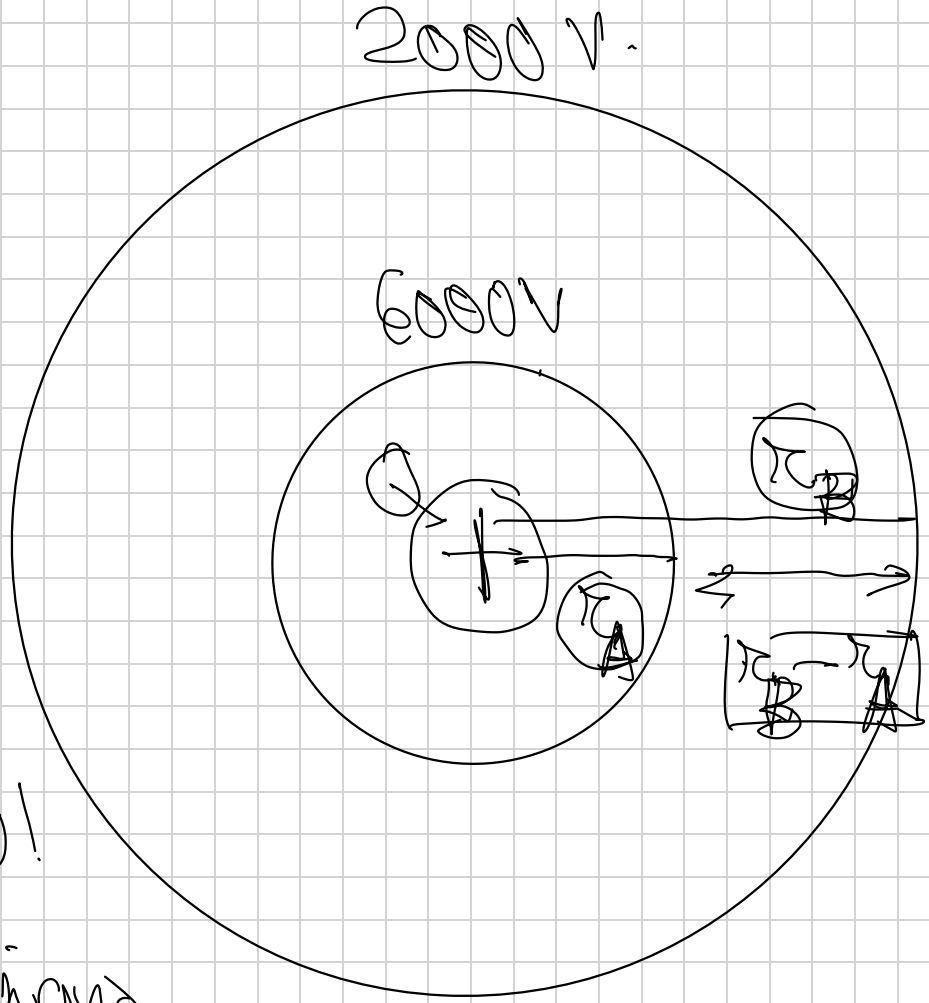


$V_1 < V_2$ * espontâneo

$$W_{1\to 2} = q \cdot (V_1 - V_2) = -1{,}5 \cdot 10^{-3}\,C \cdot (2000\,V - 6000\,V)$$

$$W_{1\to 2} = 6\,J.$$

* Espontâneo.



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

$V_A = K \cdot \frac{Q}{r_A}$ ¡OJO!

$r_A = K \cdot \frac{Q}{V_A}$ → Con su signo todo cuenta

$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{6000} = 3\ m$

$$V_B = k \cdot \frac{Q}{r_{QB}}$$

$$r_{QB} = k \cdot \frac{Q}{V_B} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2000} = 9\,m$$

$$r_B - r_A = 9\,m - 3\,m = 6\,m \text{ estarían separados.}$$

Solución detallada en el libro.

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

$e=1{,}6\cdot10^{-19}C$ $K=9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

$\boxed{\text{Å} = 10^{-10}\ m}$

$3\text{Å} = 3\cdot10^{-10}\ m$.

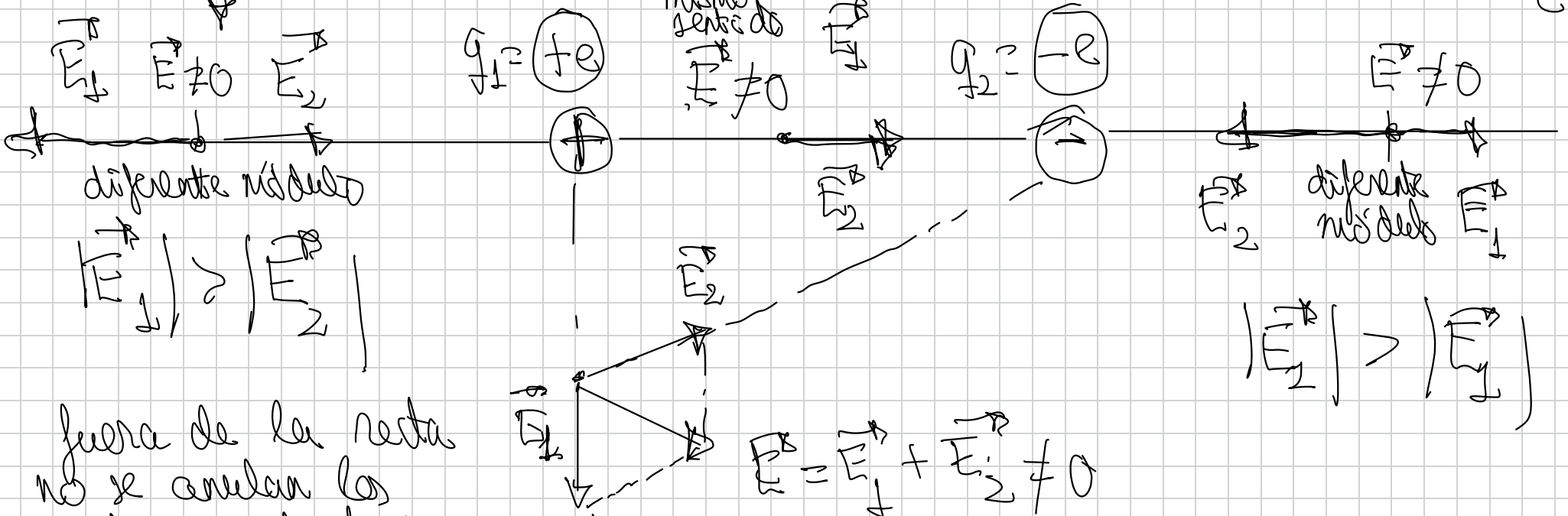
a) $\boxed{E = K\cdot\frac{Q}{r^2}}$

Principio de superposición

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

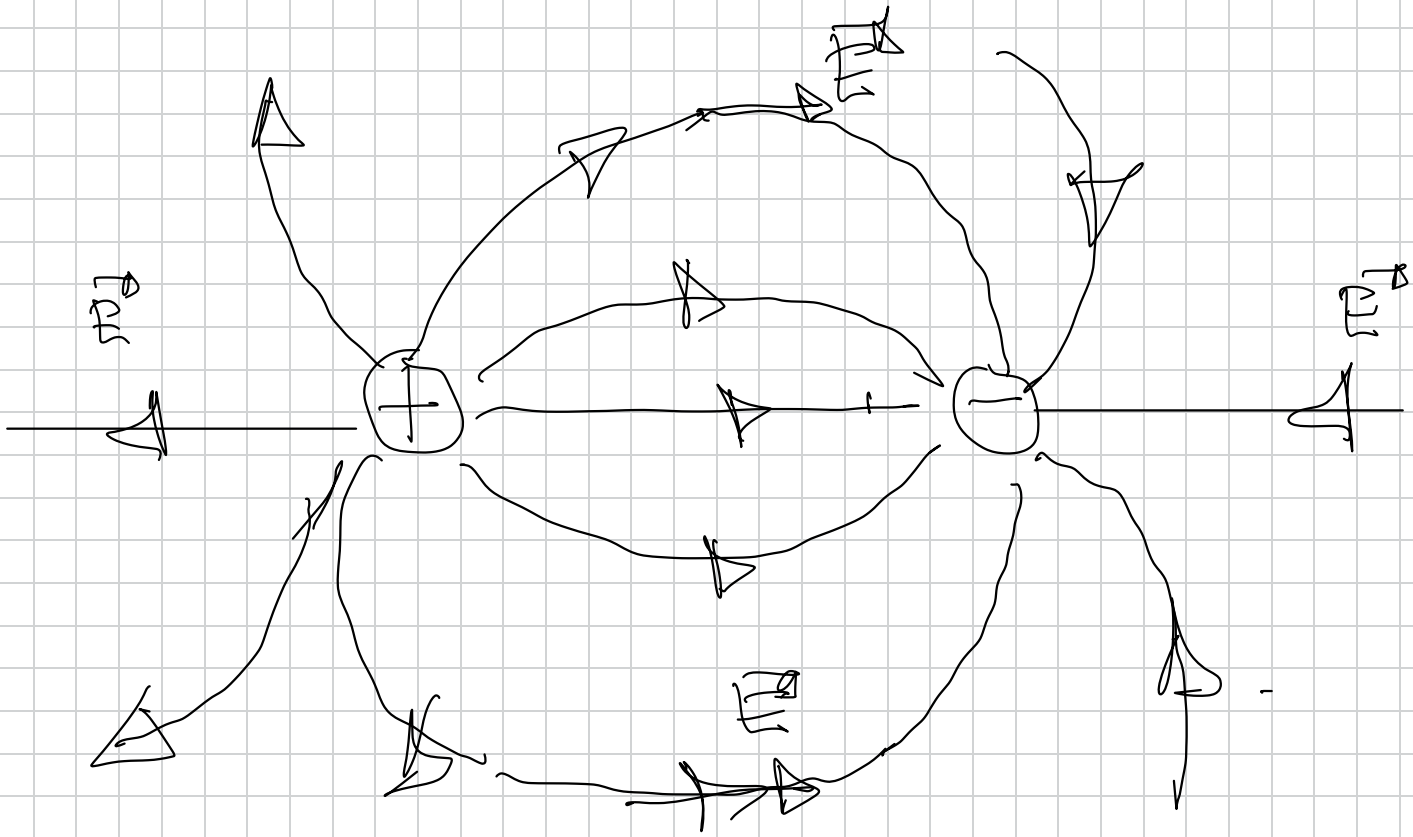
$\vec{E} \neq 0$.

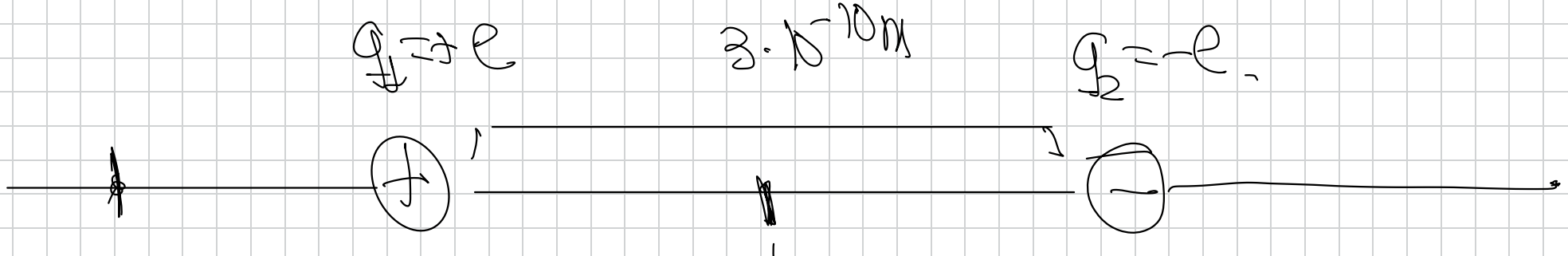
$E = K\cdot\frac{Q}{r^2}$.



fuera de la recta no se anulan los vectores al tener distinta dirección.

Exceptuando el infinito en donde, por definición, el campo $\vec{E} = 0$, no se anulará en ningún otro punto en el caso de que sean esas cargas las que lo creen.





Principio de superposición.

$V = V_1 + V_2$

↳ Aplicando dicho principio a una magnitud escalar como el potencial, la suma del potencial positivo y negativo sí podría ser nula en el punto medio

$$V = K \cdot \frac{+e}{1{,}5 \cdot 10^{-10}\,m} + K \cdot \frac{-e}{1{,}5 \cdot 10^{-10}\,m} = 0$$

$$V = V_1 + V_2 = K \cdot \frac{+e}{r_1} + \left(K \cdot \frac{-e}{r_2} \right)$$

c) ¡OJO! magnitud escalar, cada carga con su valor

$$E_p = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(+1{,}6 \cdot 10^{-19}) \cdot (-1{,}6 \cdot 10^{-19})}{3 \cdot 10^{-10}} = -7{,}68 \cdot 10^{-19}\,J$$

8.- Se tienen dos cargas idénticas $q_1=q_2=-4\cdot10^{-6}C$ situadas en los puntos (-2,0) m y (2,0) m, respectivamente.

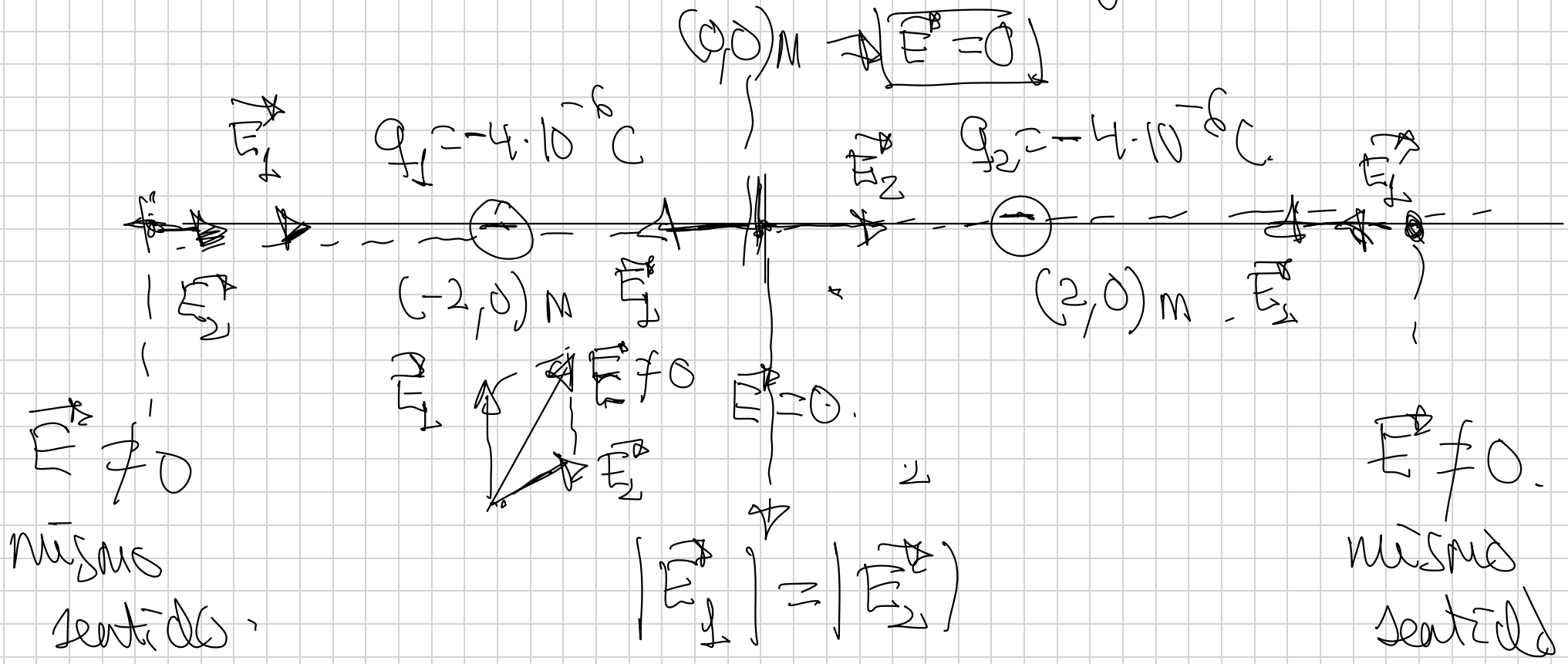
a) Determina, razonadamente, en qué punto es nula la intensidad del campo que crean

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

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

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

$K=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\cdot10^9\cdot N\cdot m^2\cdot C^{-2}$.



poseen la misma dirección y sentido contrario, luego $\vec{E} = 0$ en (0,0)

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

$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-4 \cdot 10^{-6})}{2} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-4 \cdot 10^{-6})}{2} = -36 \cdot 10^4 V$

Suma de dos potenciales negativos.

El potencial es una magnitud escalar y por ello la suma de los dos potenciales negativos no será nula en ningún punto exceptuando el infinito en donde por definición el potencial es cero

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.

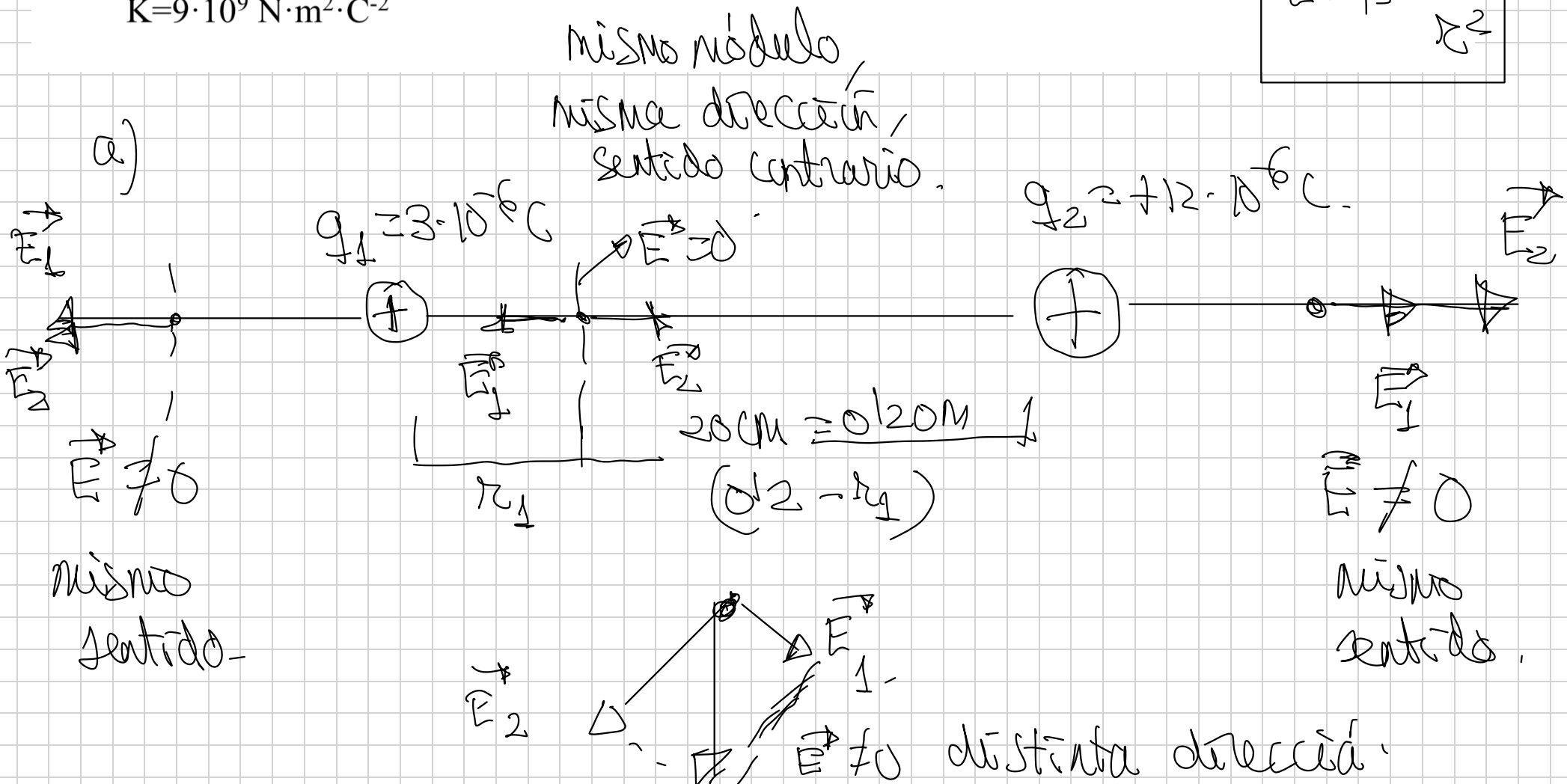
a) ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el campo sea nulo?. En caso afirmativo, calcule su posición.

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

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

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



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

$$\cancel{K}\cdot\frac{|q_1|}{r_1^2} = \cancel{K}\cdot\frac{|q_2|}{(d_{12}-r_1)^2}$$

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

$$\cancel{K}\cdot\frac{q_1}{r^2} = \cancel{K}\cdot\frac{q_2}{(d_{12}-r)^2}$$

$$\frac{3\cdot10^{-6}}{r^2} = \frac{12\cdot10^{-6}}{(d_{12}-r)^2} \Rightarrow \left[0{,}04 - 0{,}4r + r^2\right]\cdot 3\cdot10^{-6} = 12\cdot10^{-6}r^2$$

$$9\cdot10^{-6}r^2 + 1{,}2\cdot10^{-6}r - 1{,}2\cdot10^{-7} = 0 \Rightarrow \text{Ecuación de segundo grado}$$

$$r = \begin{cases} 0{,}06\ m \rightarrow \text{Solo aquí los vectores tienen sentido contrario y se anulan.} \\ -0{,}2\ m \end{cases}$$

$$\cancel{k} \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} = \cancel{k} \cdot \frac{|q_2|}{(0{,}2 - r_1)^2}$$

$$\sqrt{\frac{|q_1|}{r_1^2}} = \sqrt{\frac{|q_2|}{(0{,}2 - r_1)^2}}$$

$$\frac{\sqrt{|q_1|}}{r_1} = \frac{\sqrt{|q_2|}}{(0{,}2 - r_1)}$$

$$r_1 = 0{,}06 \text{ m}$$

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

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

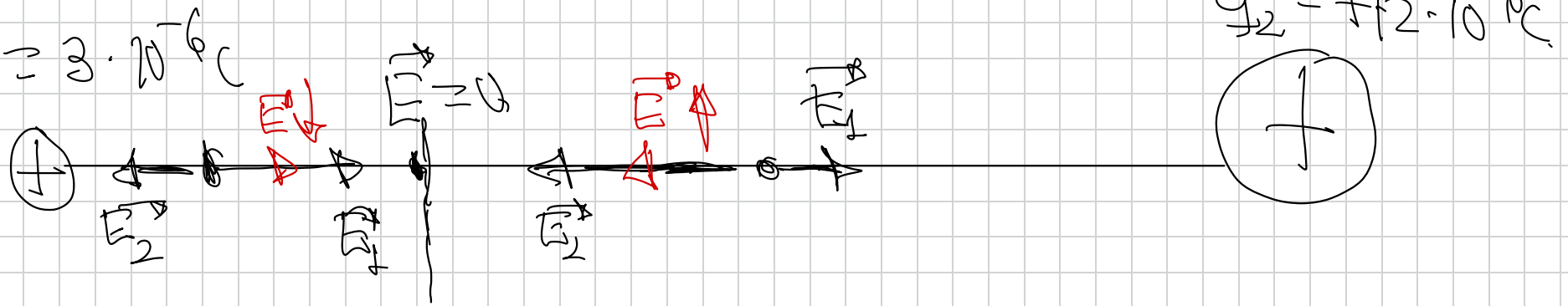
Principio de superposición

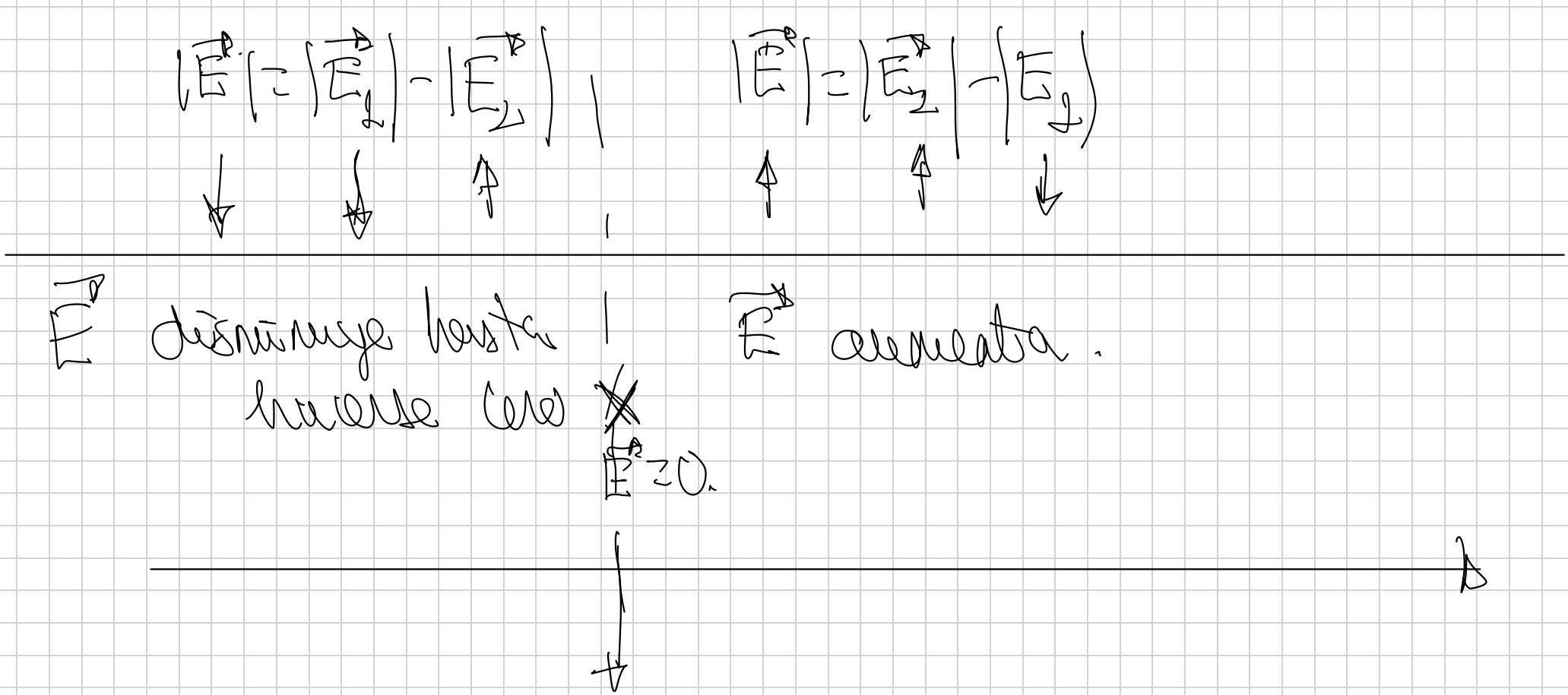
b)

$$V = V_1 + V_2 = 9\cdot10^9\cdot\frac{+3\cdot10^{-6}}{r_1} + 9\cdot10^9\cdot\frac{+12\cdot10^{-6}}{r_2} \neq 0$$

Suma de dos V + que no se anulan (salvo en el ∞ en donde V es cero)

c)

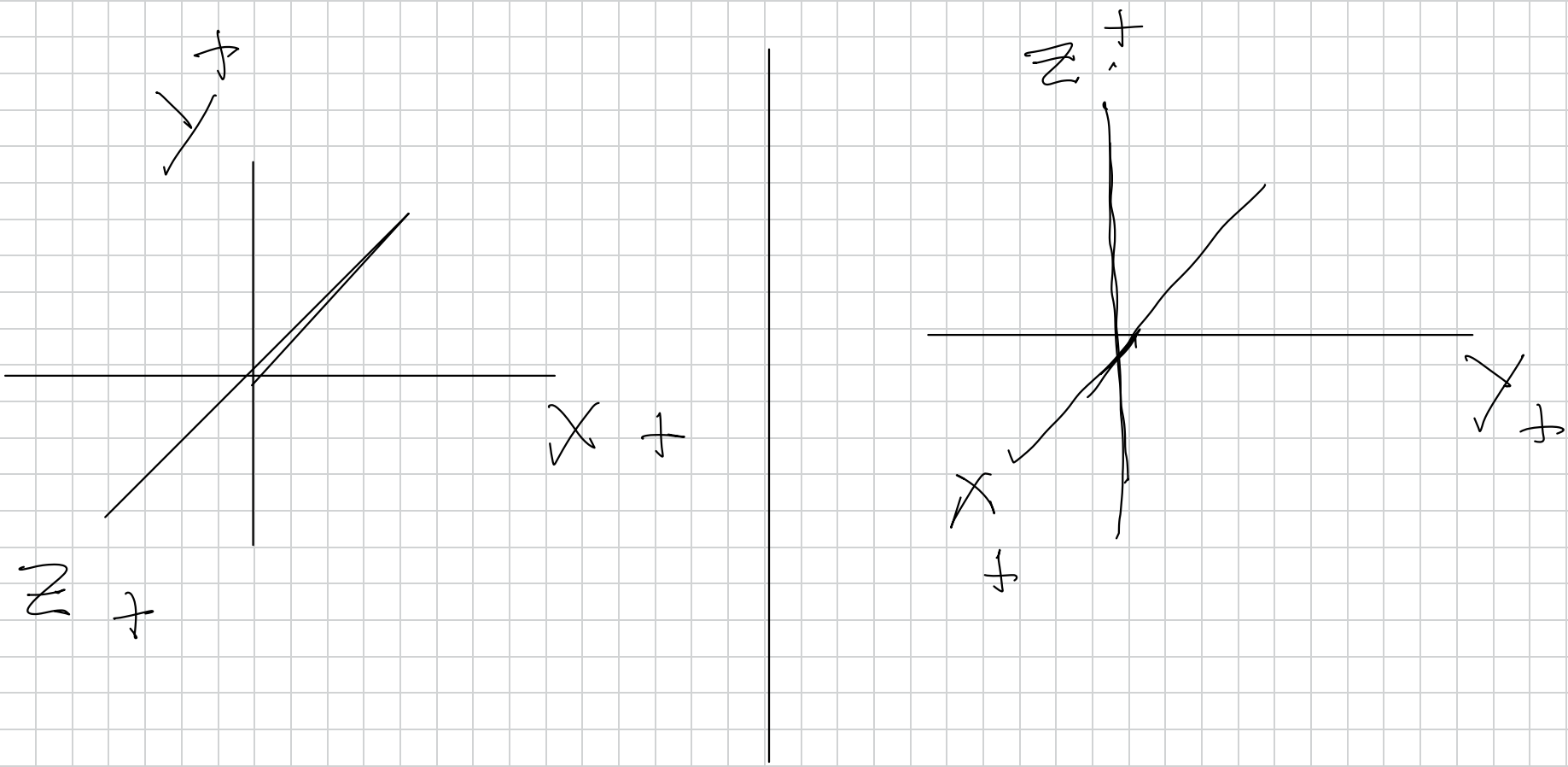



$|\vec{E}| = |\vec{E}_2| - |\vec{E}_1|$
$|\vec{E}| = |\vec{E}_2| - |\vec{E}_1|$
$\vec{E}$ disminuye hasta hacerse cero
$\vec{E}$ aumenta.
$\vec{E} = 0$.
En un punto más cercano a q_1 $\vec{E} = 0$ ya que ambos vectores tendrán mismo módulo, misma dirección y sentido contrario

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?



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?

