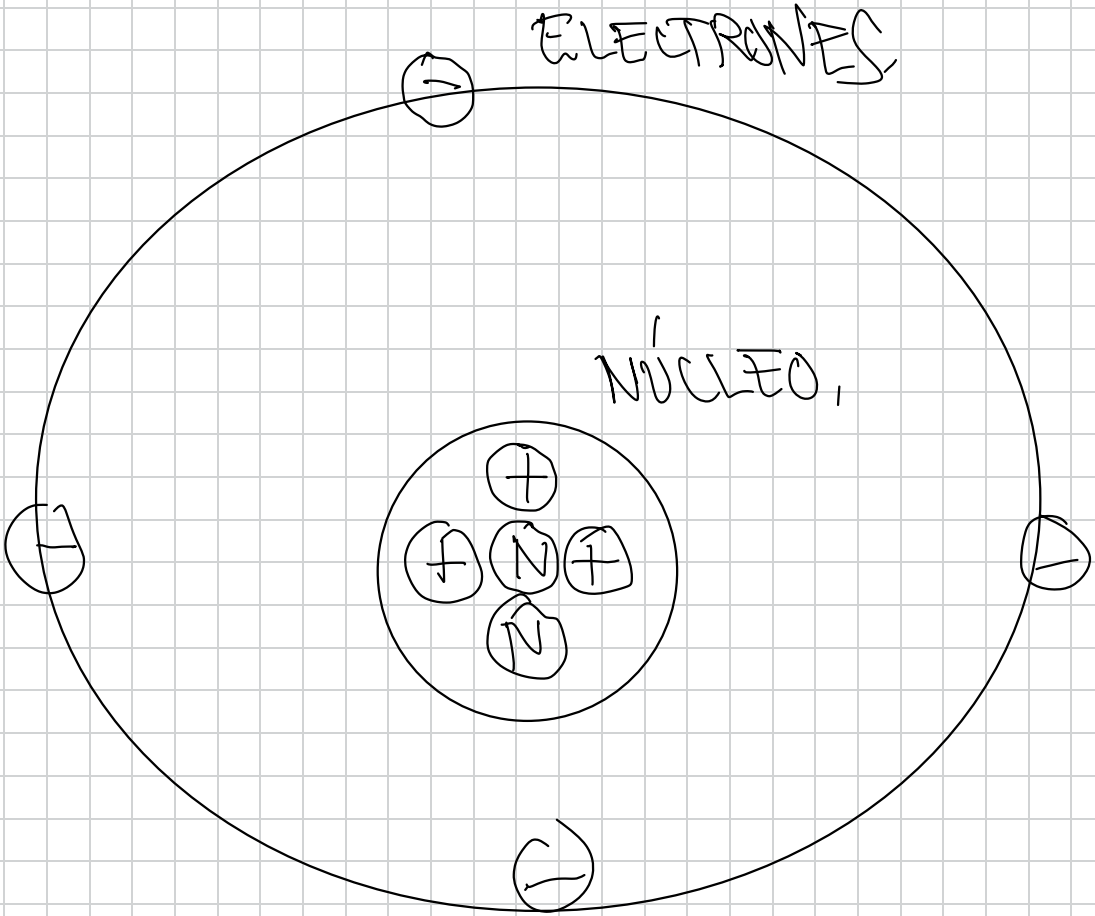
Pag 39

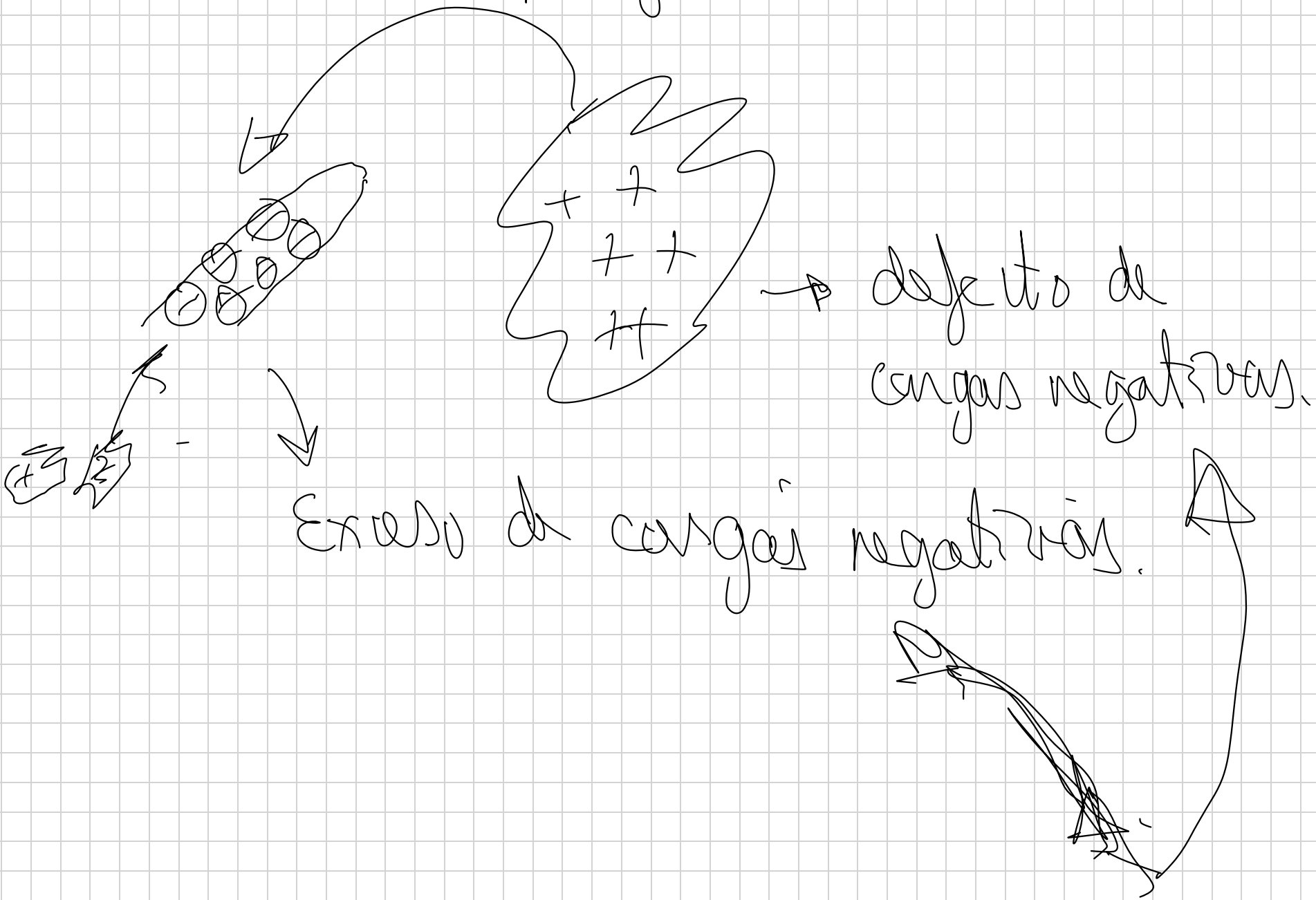
CAMPO ELÉCTRICO.

1.- FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS. CARGA ELÉCTRICA. PROPIEDADES.

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



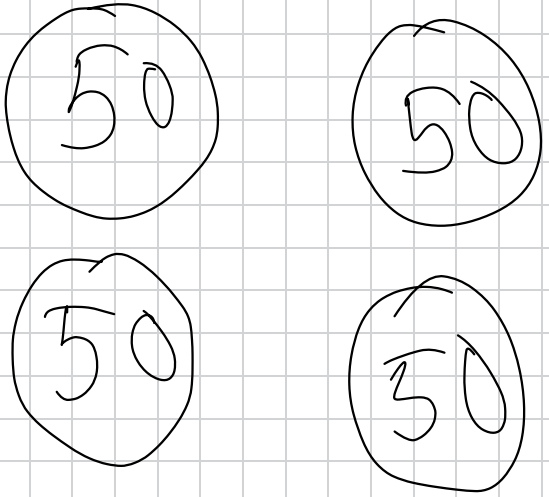
Electrización por frotamiento



Propiedades de la carga.

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

(2) La carga está cuantizada.



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

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

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

$+1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C \rightarrow$ carga de 1 prótn.

$-1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C \rightarrow$ carga de 1 elétrn.

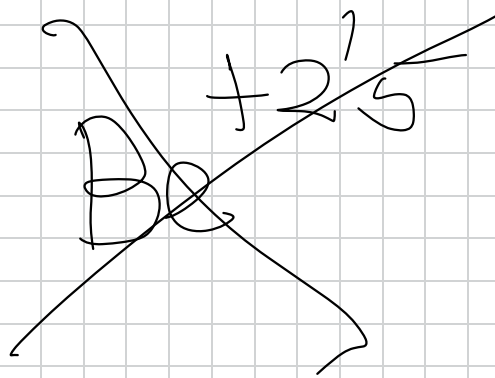
$Q = \pm n \cdot e$

Na

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

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

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



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

Q^- ~~$F^- \quad 15$~~

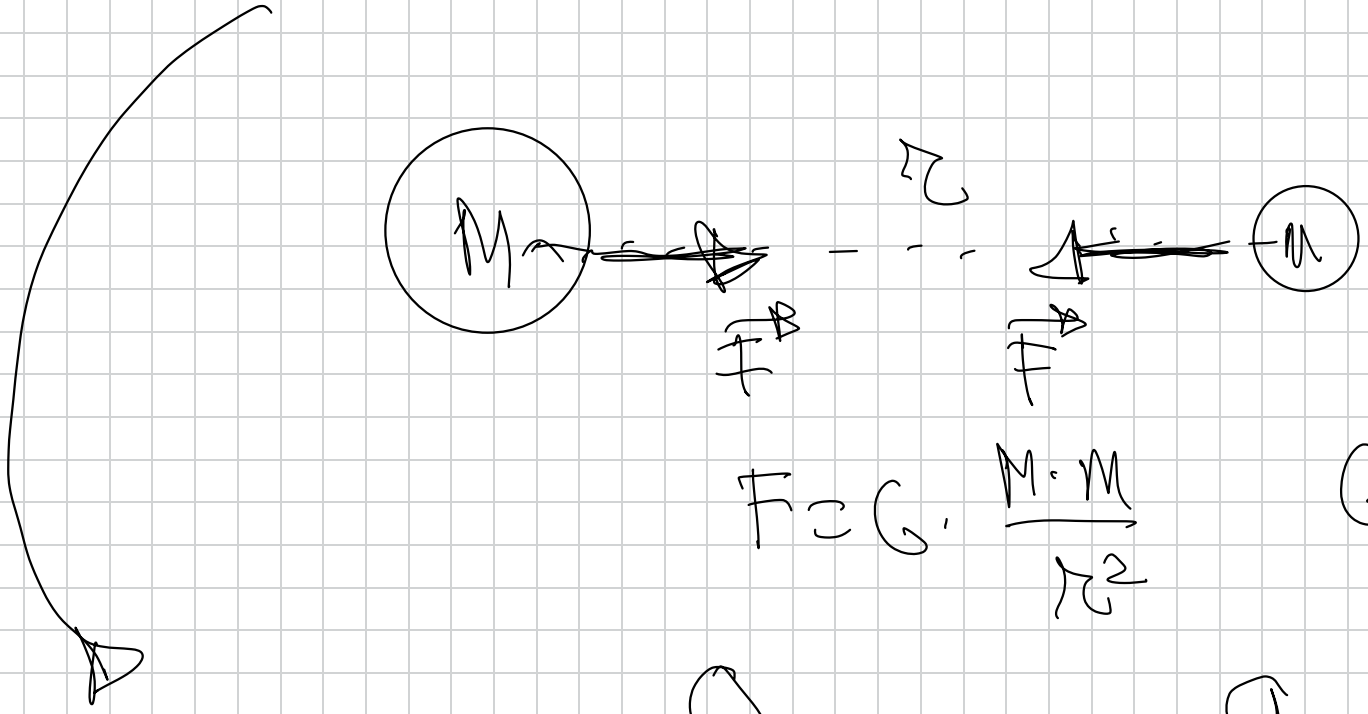
S^{2-}

$$Q = -1 \cdot 16 \cdot 10^{-19} C.$$

$$Q = -2 \cdot 16 \cdot 10^{-19} C =$$

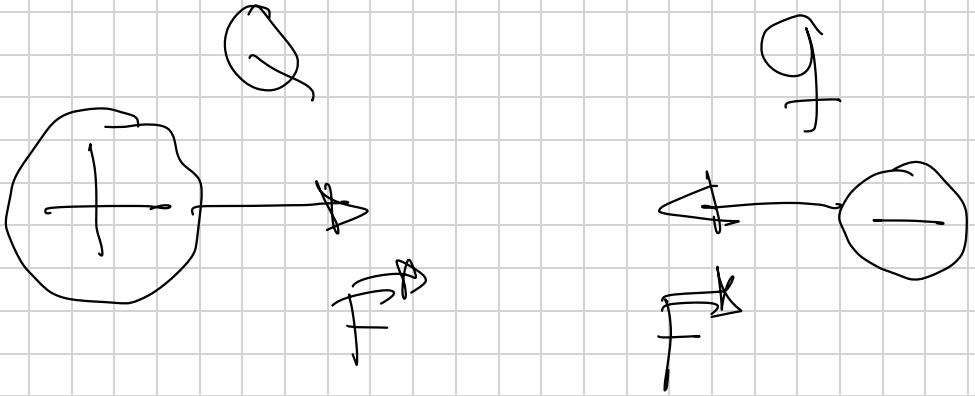
$$= -32 \cdot 10^{-19} C.$$

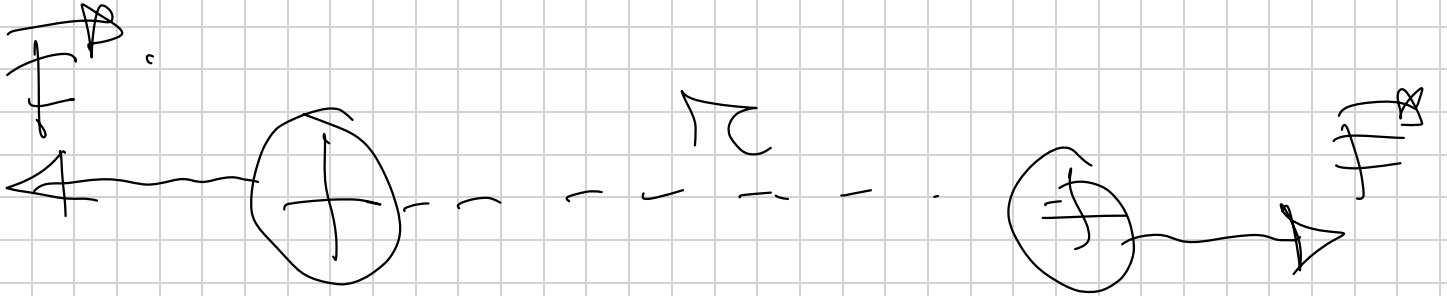
2:- Fuerza entre dos cargas en reposo.
. Ley de Coulomb.



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

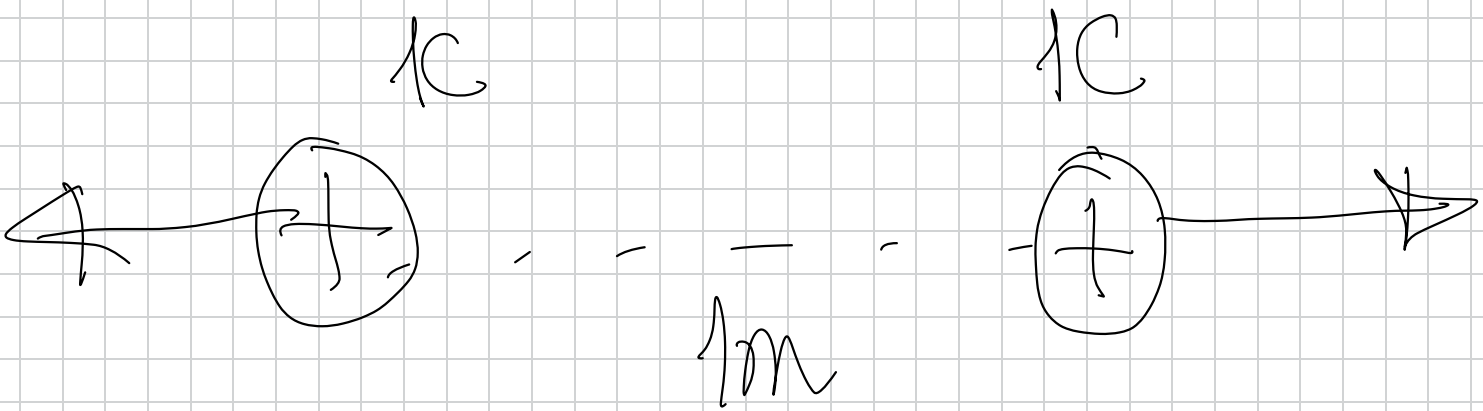
$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \ N \cdot m^2 / kg^2$$

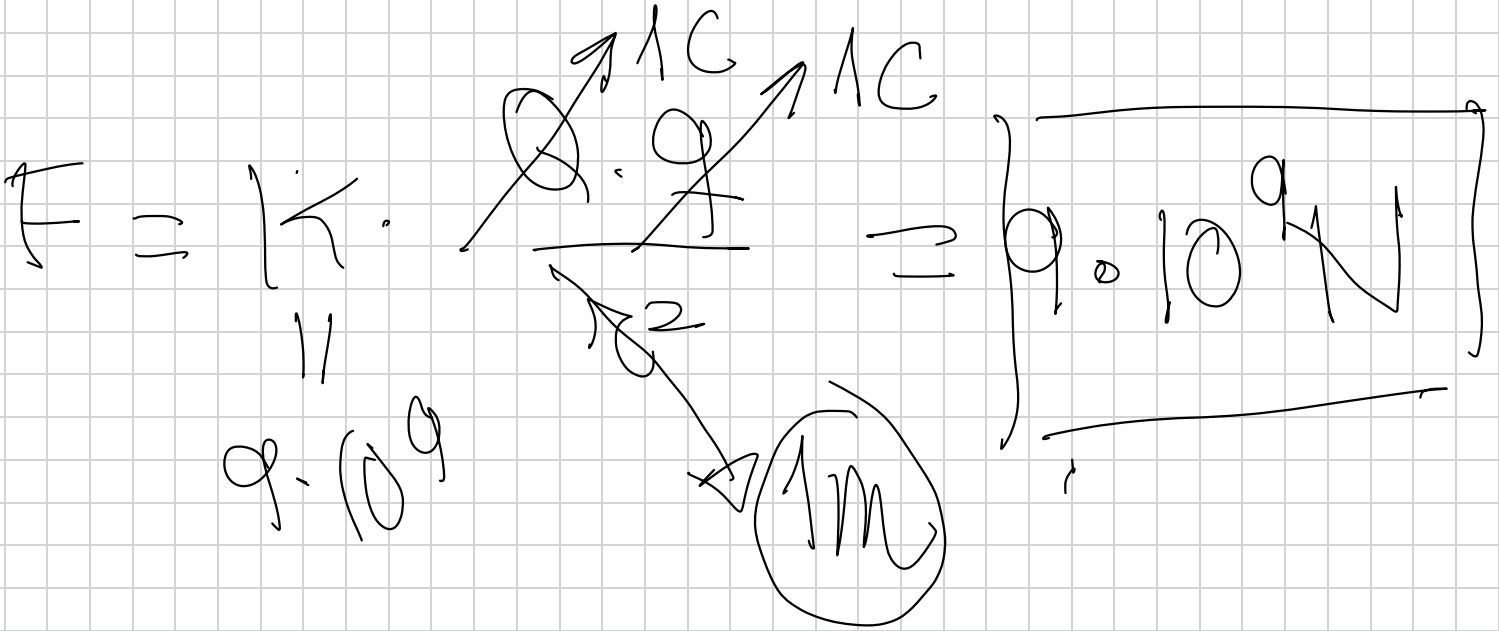




$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

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





Normalmente se utilizan submultiplos del culombio.

1 C

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

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



Ley de Coulomb.

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

$50 \ cm$

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

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

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

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

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

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

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

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

(valor absoluto)

↓

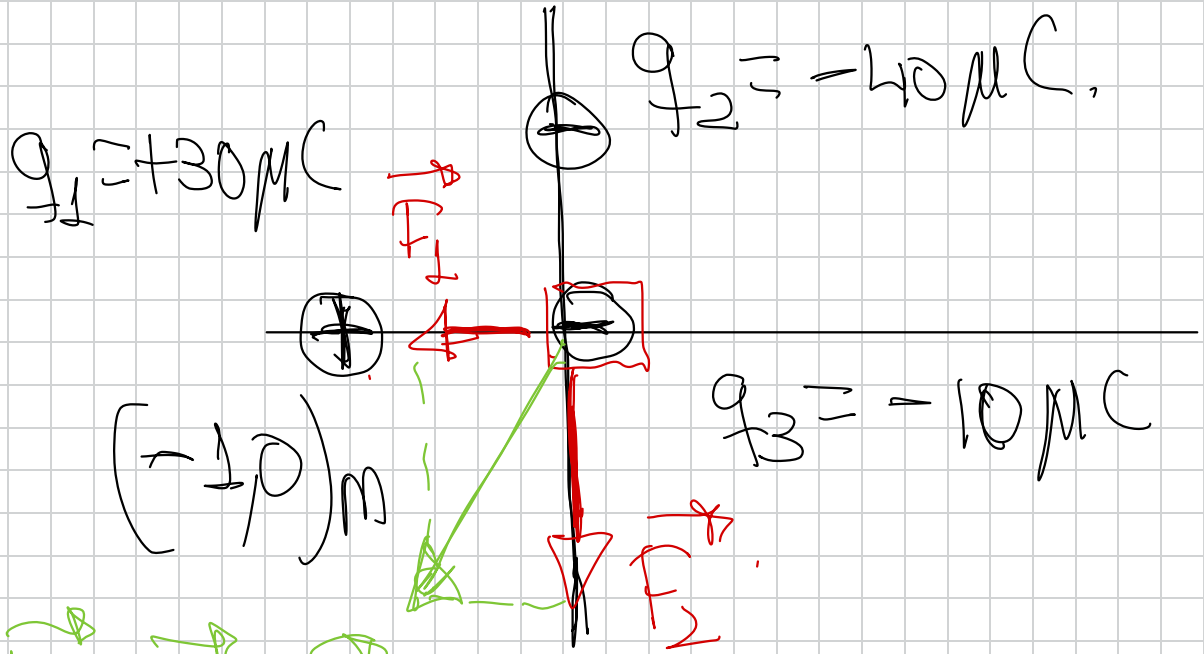
¡OJO! El valor de $Q = -2{,}7 \cdot 10^{-5}\,C$, para que se produzca atracción con q.

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

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



$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (principio de superposición)

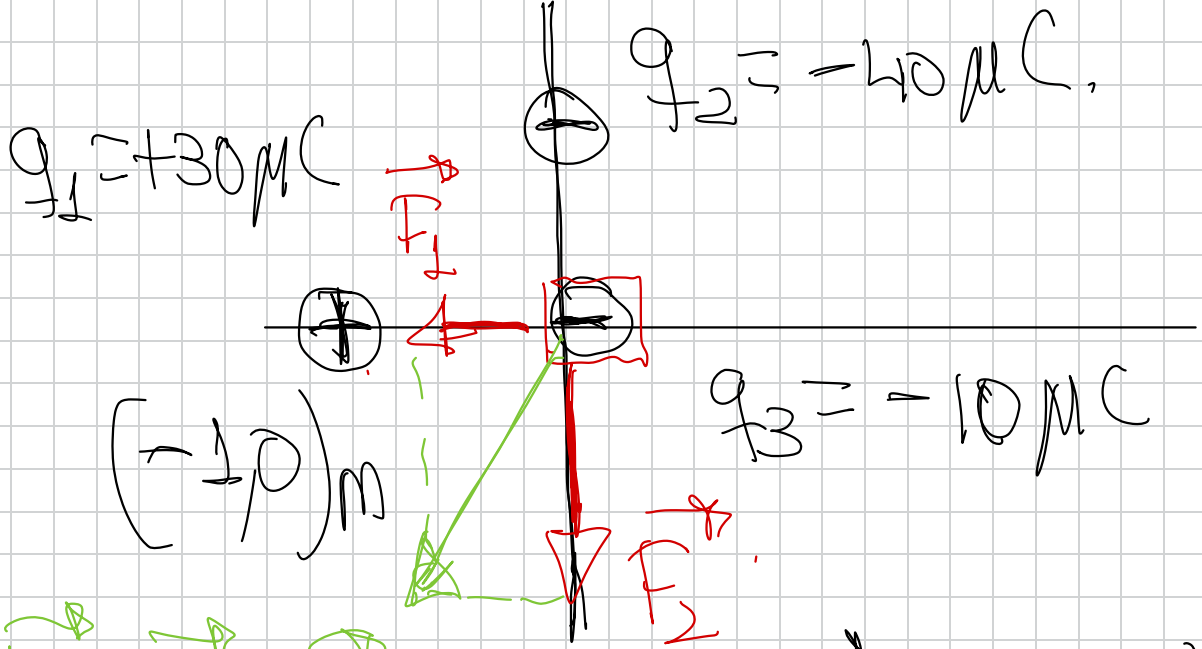
1º Calculamos el módulo, $|\vec{0}|$, valores absolutos.

$$|\vec{F}_1| = K \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

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

$$|\vec{F}_2| = K \cdot \frac{|q_2| \cdot |q_3|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1^2}$$

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



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

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

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

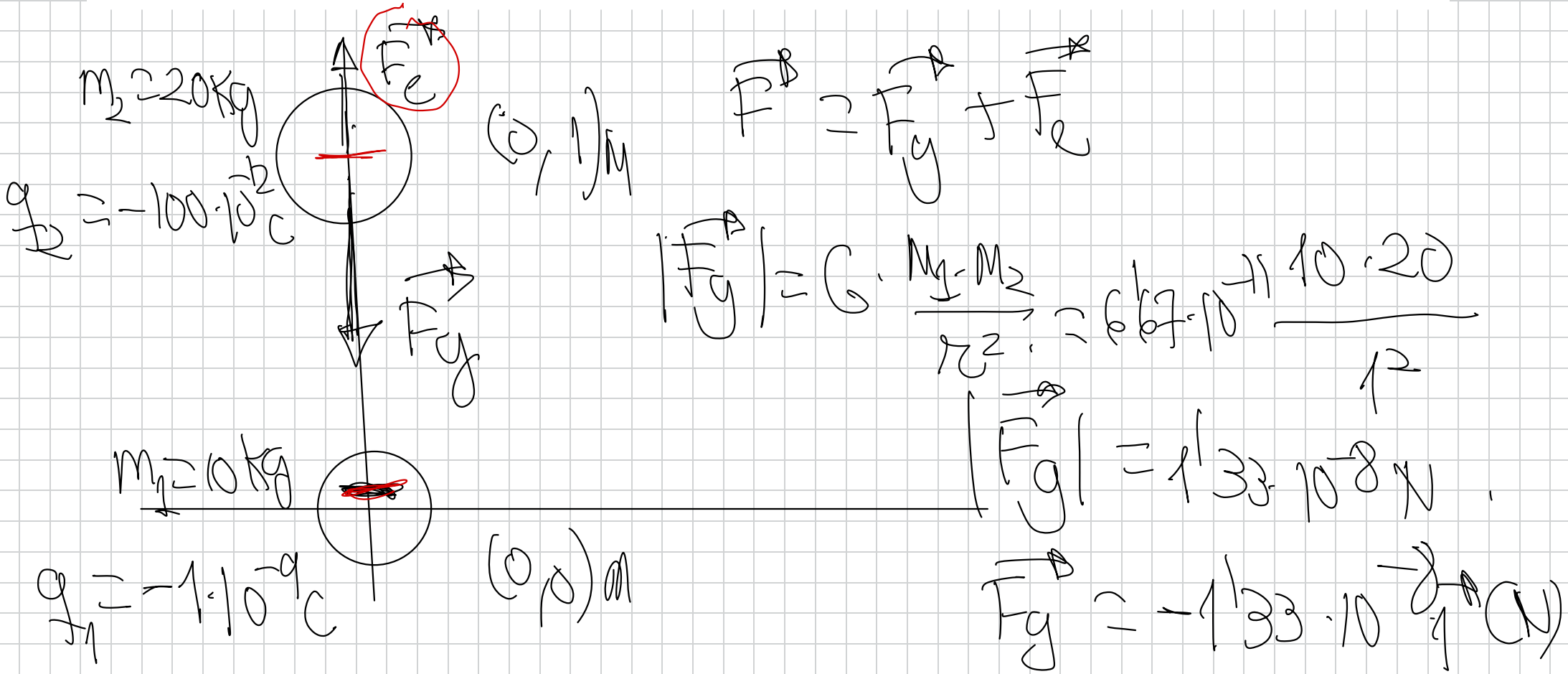
2.- Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

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)?

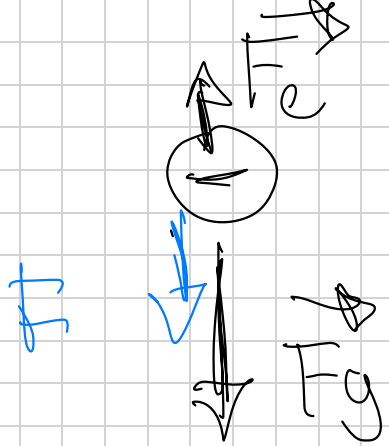
$K=9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$, $G= 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot Kg^{-2}$



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

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

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



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

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

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

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

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

b)

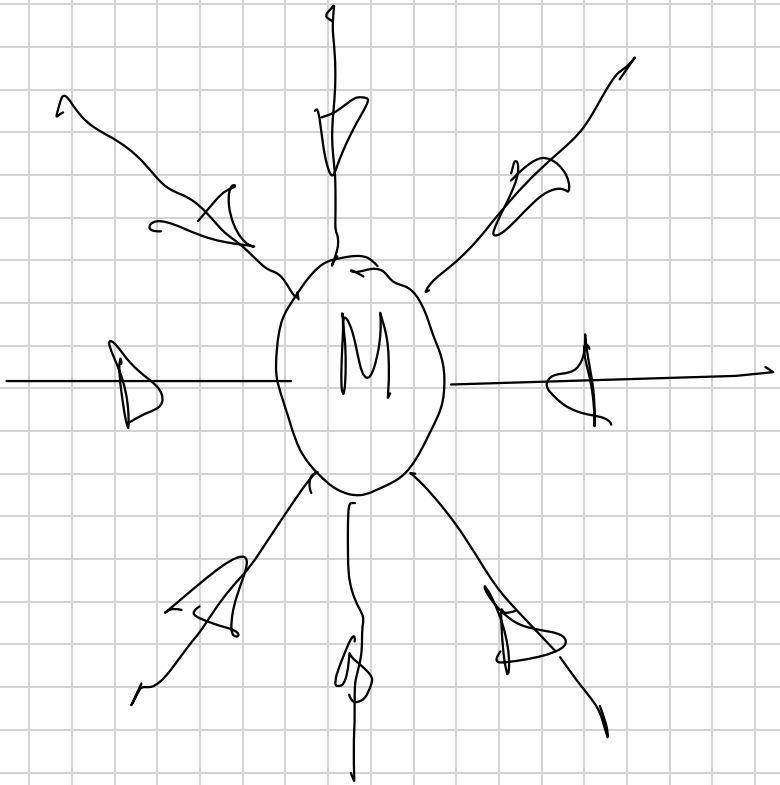
$$\frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{F_g}|} = \frac{K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}} = \frac{K|q_1||q_2|}{G m_1 \cdot m_2} = 0'068.$$

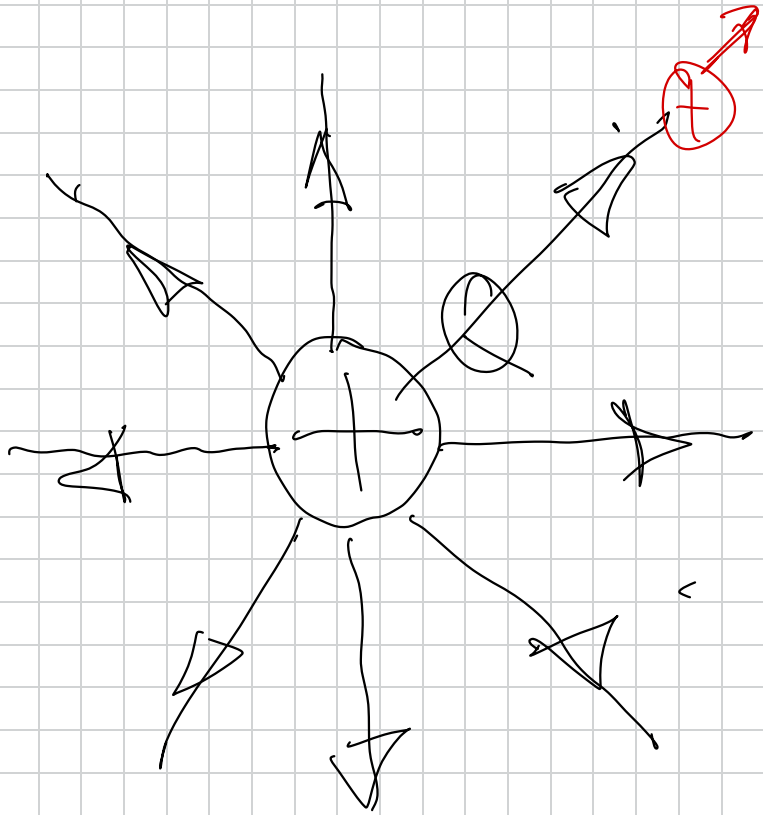
c)

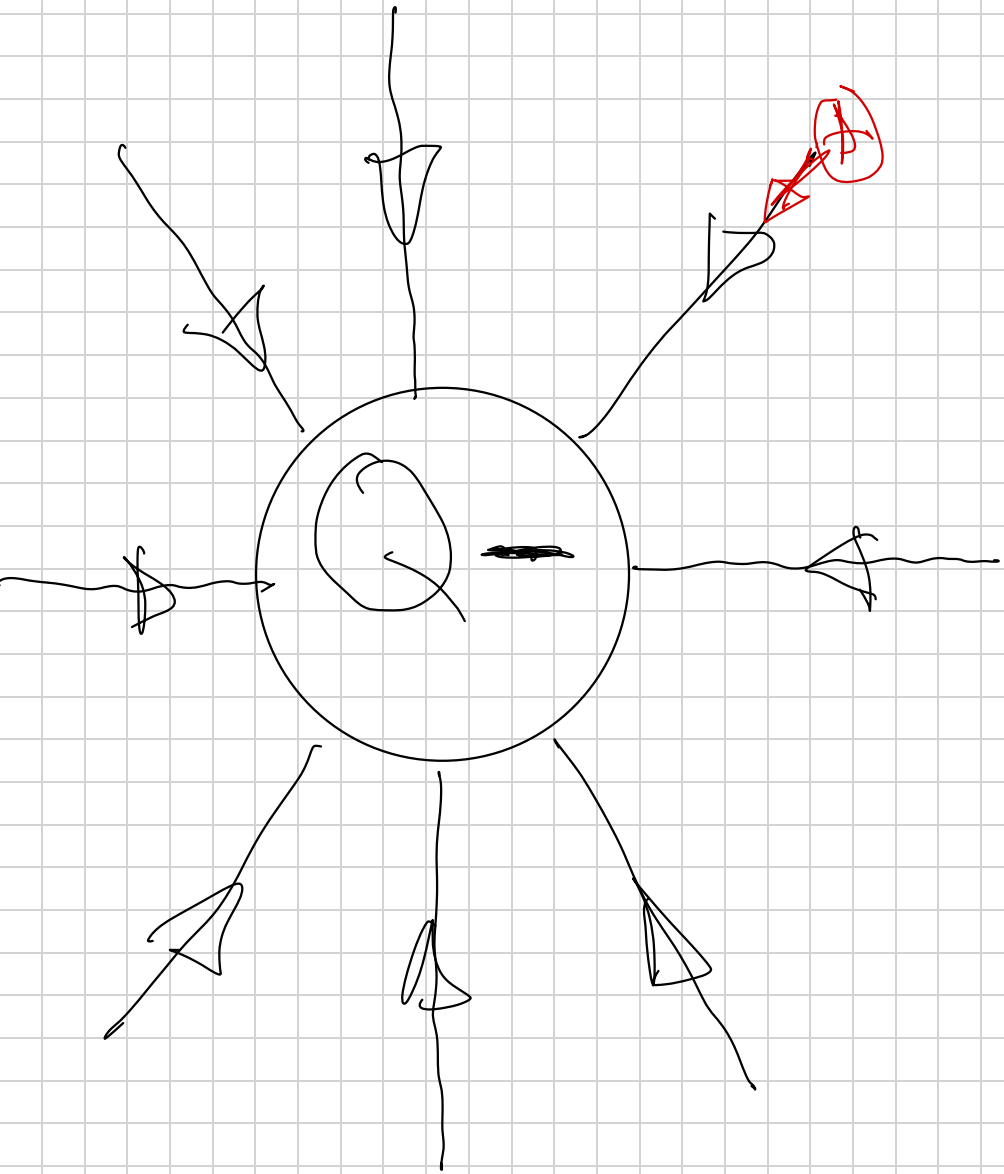
La relación entre ambas fuerzas sigue siendo la misma porque la distancia entre ambas r no influye.

Pag 41,

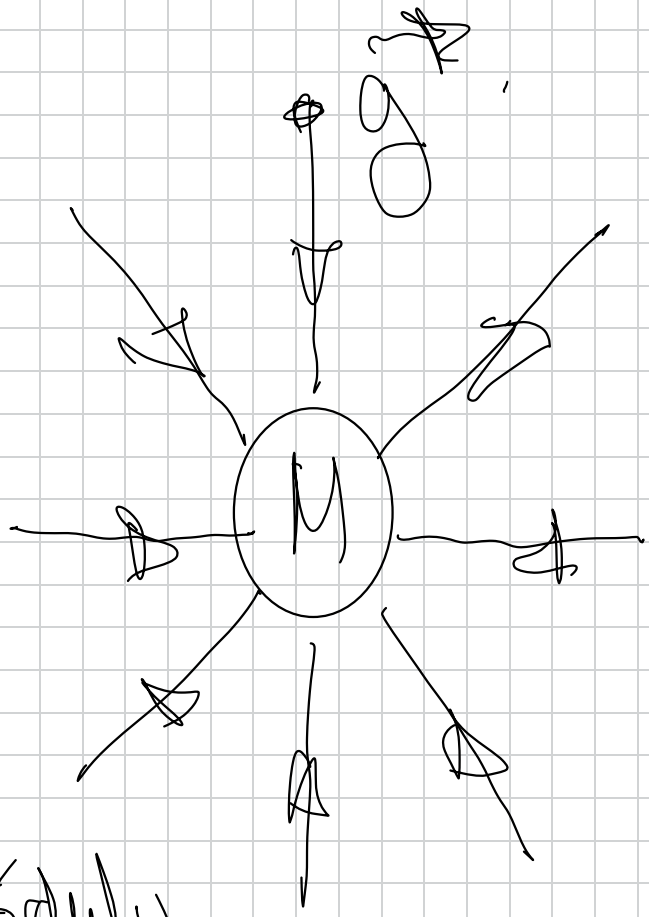
4. El campo eléctrico $\vec{E}$, Intensidad del campo eléctrico.



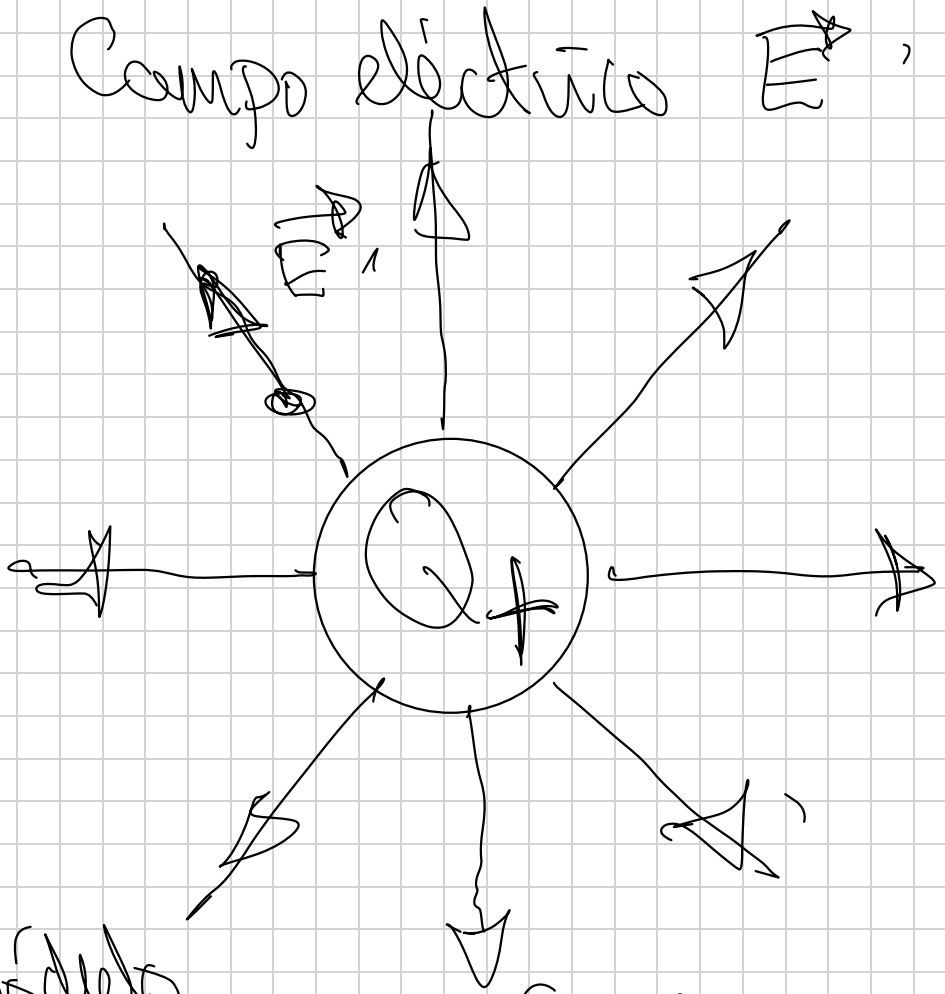




Líneas de campo eléctrico hipotéticas trayectorias que seguiría una carga q POSITIVA abandonada en reposo en dicho campo.



Campo eléctrico $\vec{E}$



Módulo

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

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

Módulo

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

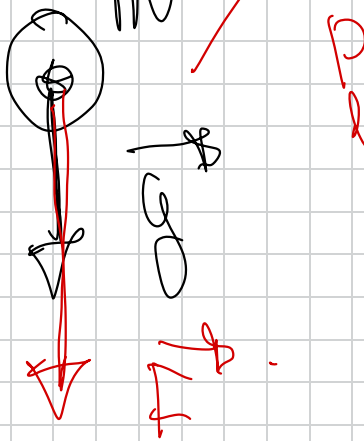
$$\left(\frac{N}{C}\right)$$

Dirección: tangente a las líneas de campo.

Sentido: el de las líneas de campo.

Dirección: tangente a las líneas de campo.

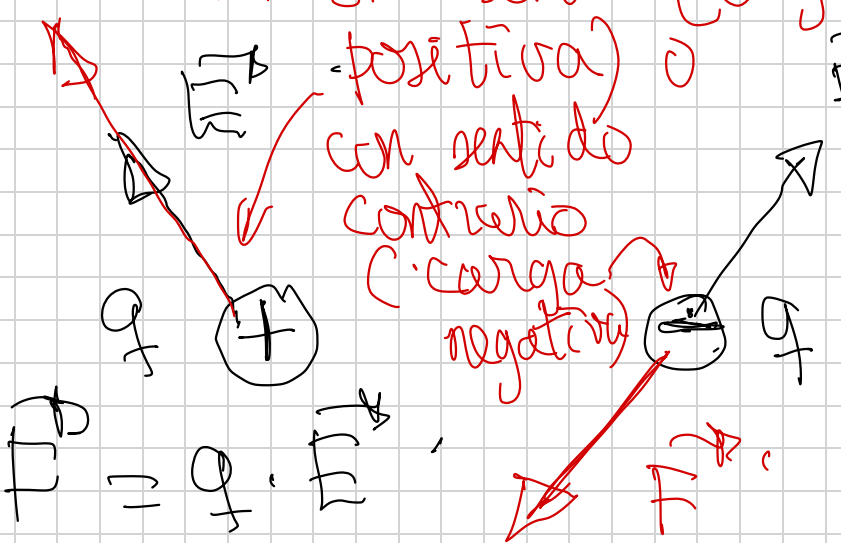
Sentido: el de las líneas de campo.



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 tiene la misma dirección que $\vec{E}$ pero con el mismo sentido (carga positiva) o con sentido contrario (carga negativa)

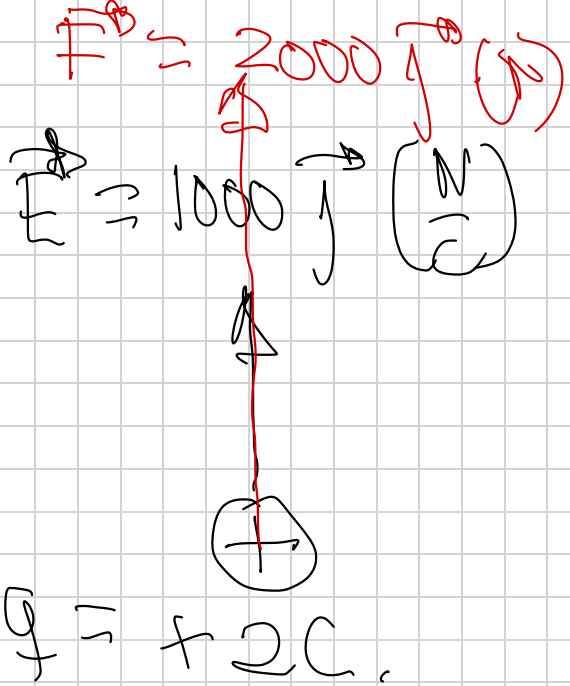


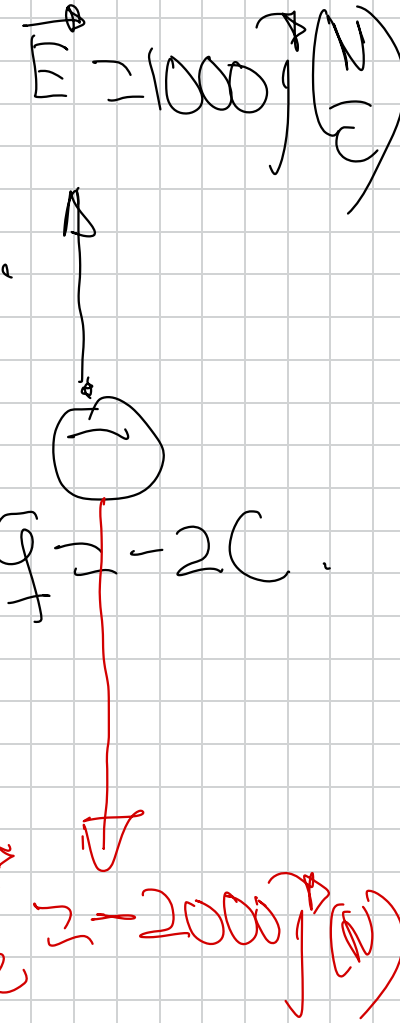
$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

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

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

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





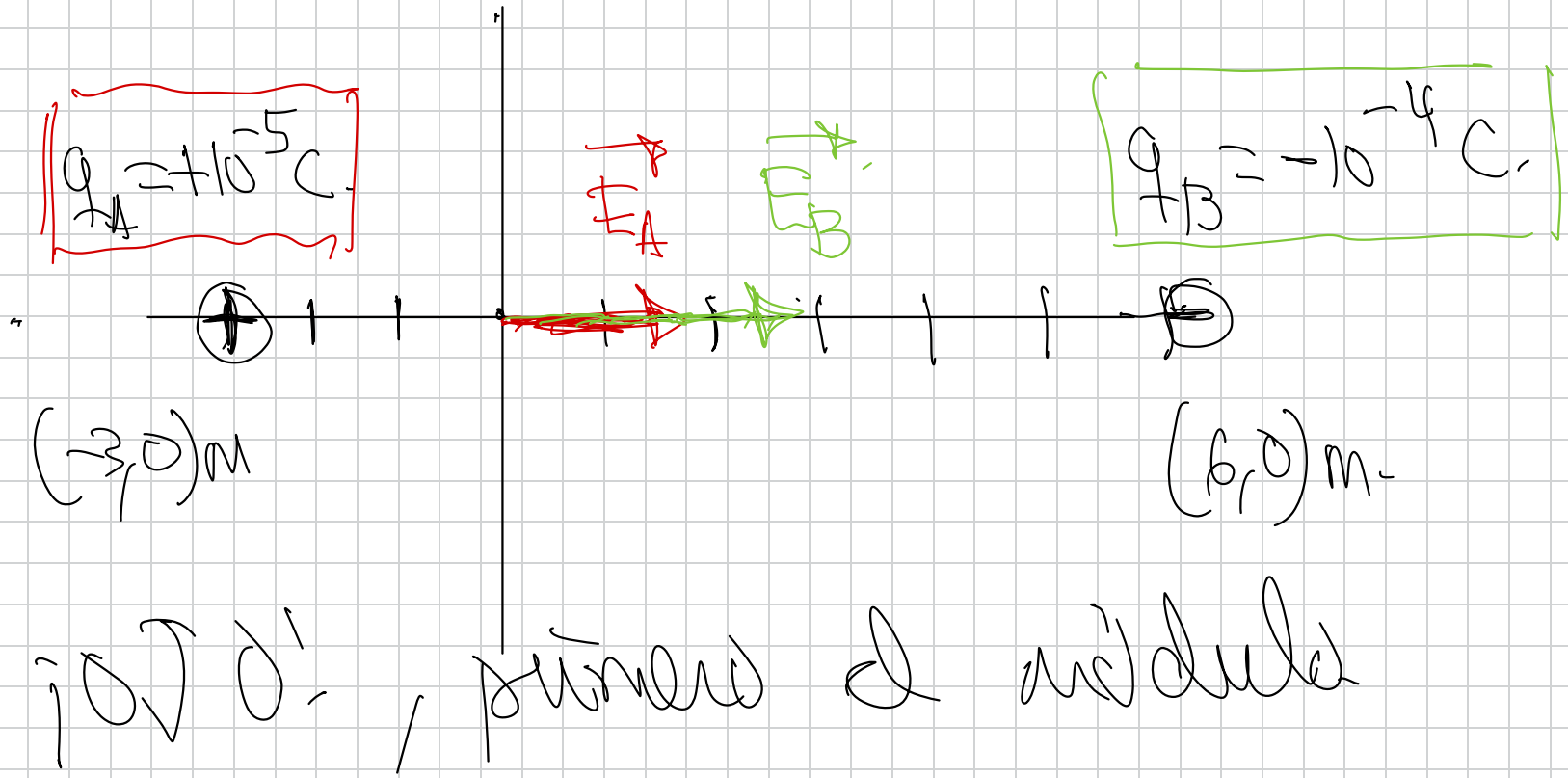
4.- En los puntos A(-3,0) m y B(6,0) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales $q_A=+10^{-5}$ C y $q_B=-10^{-4}$C.

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

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



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

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

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

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

Principio de superposición

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = 10^4 \vec{i} + 2{,}5 \cdot 10^4 \vec{i} = 3{,}5 \cdot 10^4 \vec{i} \left(\frac{N}{C}\right)$$

b)

Módulo

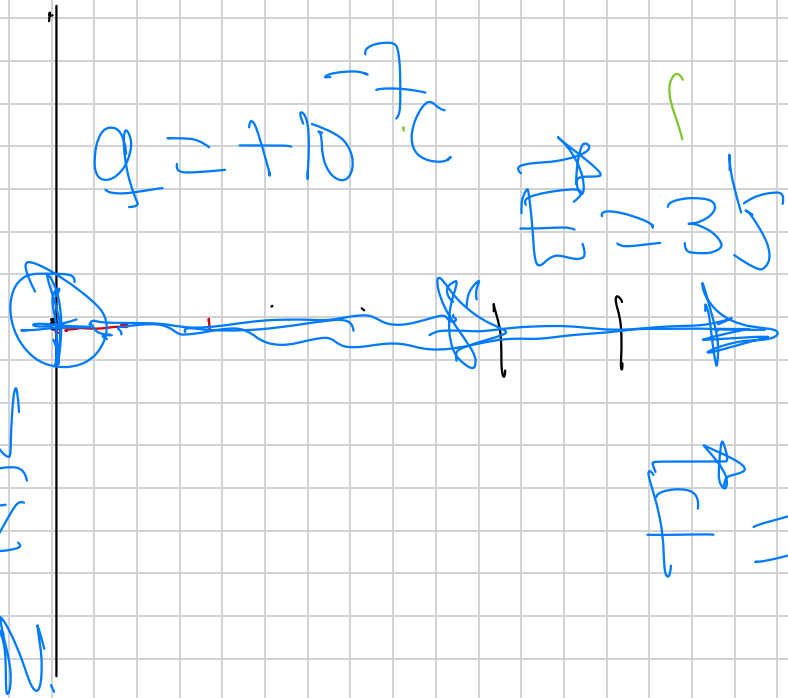
$|\vec{F}| = |q| \cdot |\vec{E}|$

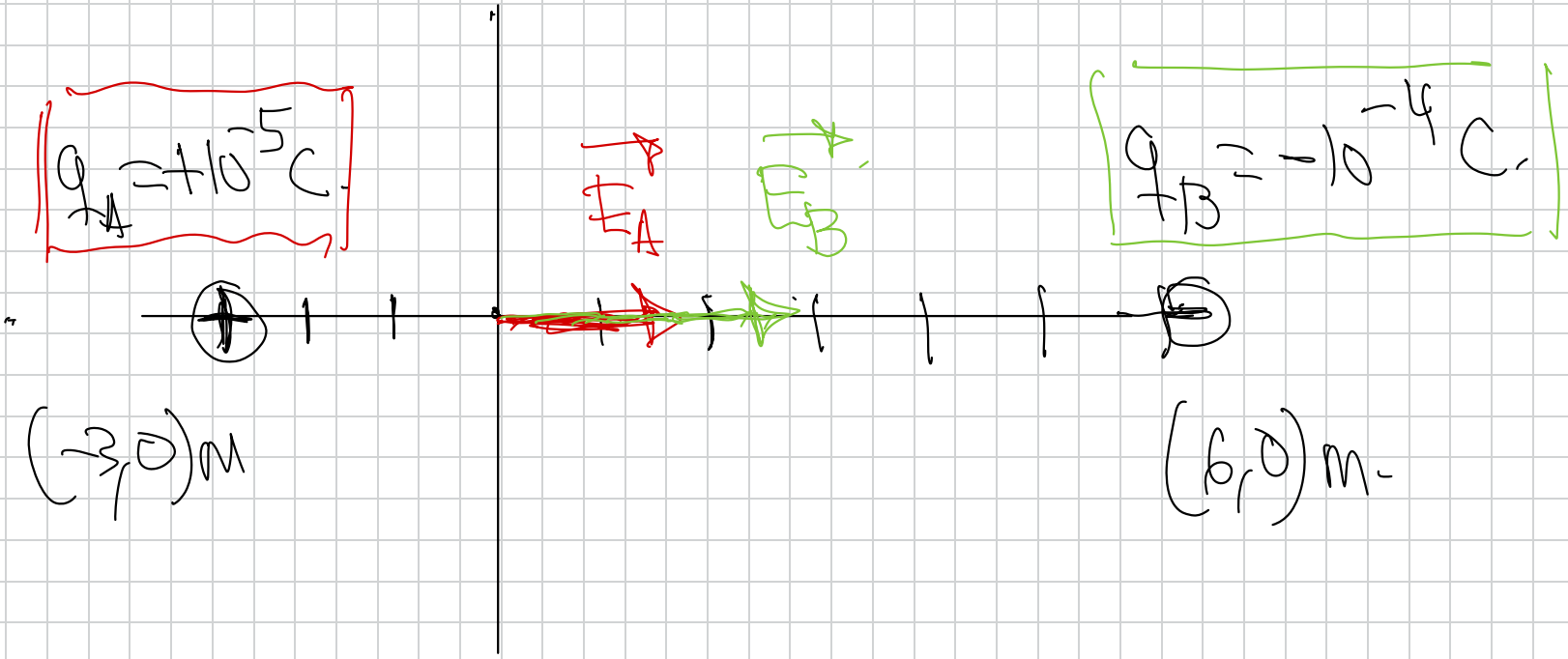
$q = +10^{-7}\,C$ $\quad \vec{E} = 35 \cdot 10^4\,\vec{i}\,\left(\frac{N}{C}\right)$

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

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

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





c)

Módulo

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

$q = -10^{-7}\,C \quad \vec{E} = 3{,}5 \cdot 10^{4}\,\vec{i}\ (N/C)$

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

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

$\vec{F}_e$

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

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

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

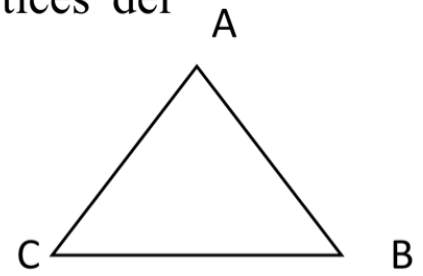
$q_B = -10^{-4}\,C$

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

$(-3,0)m$

$(6,0)m$

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

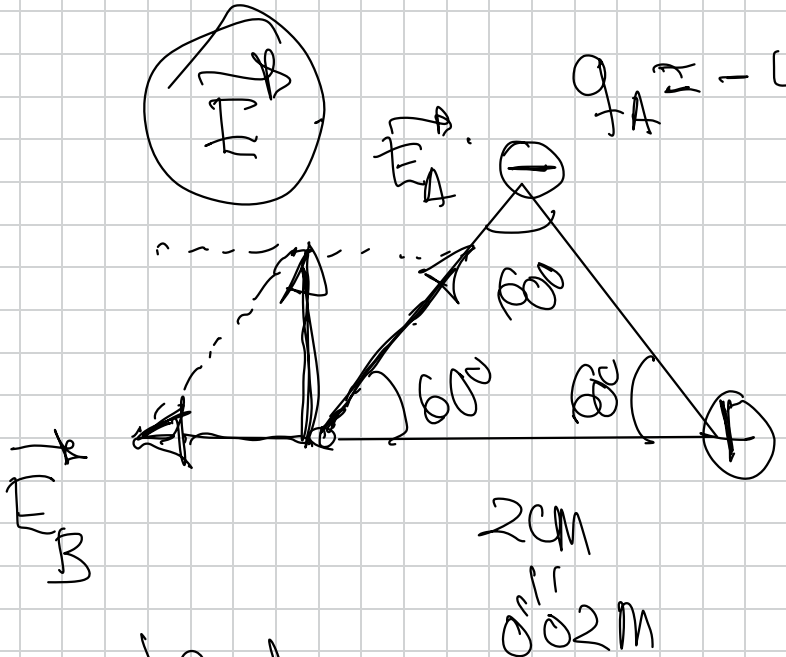


a) Calcular el valor del campo eléctrico en el vértice C de dicho triángulo

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?

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



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

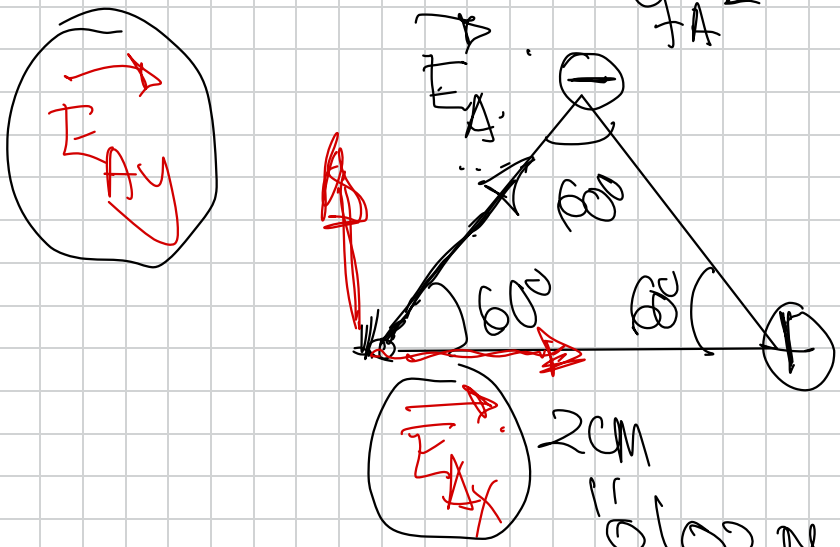
$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$

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

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

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

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



$q_A = -4 \cdot 10^{-9}\,C$

$q_B = +2 \cdot 10^{-9}$

$$|\vec{E}_A| = K \cdot \frac{|q_A|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-9}}{(0{,}02)^2} = 9 \cdot 10^4 \,\frac{N}{C}$$

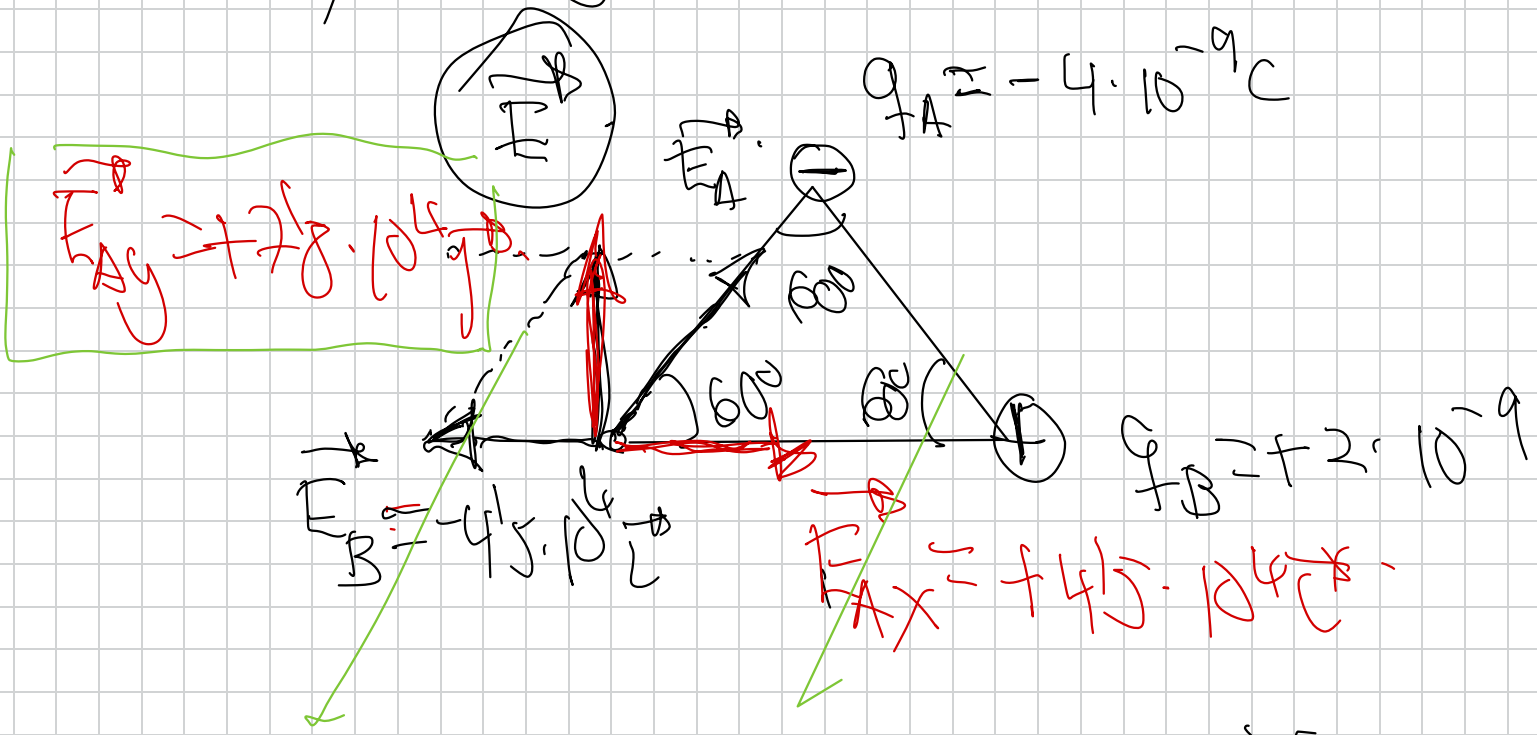
$$\cos 60° = \frac{|\vec{E}_{Ax}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ax}| = |\vec{E}_A| \cdot \cos 60° = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} = 4{,}5 \cdot 10^4 \,\frac{N}{C}$$

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

$$\sin 60^\circ = \frac{|\vec{E}_{Ay}|}{|\vec{E}_A|} \Rightarrow |\vec{E}_{Ay}| = |\vec{E}_A| \cdot \sin 60^\circ = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 78 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_{Ay} = +78 \cdot 10^4 \uparrow \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\vec{E}_x = \vec{E}_{Ax} + \vec{E}_{Ay} = +45 \cdot 10^4 \vec{C} + 78 \cdot 10^4 \uparrow \left(\frac{N}{C}\right)$$



Principio de superposición

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

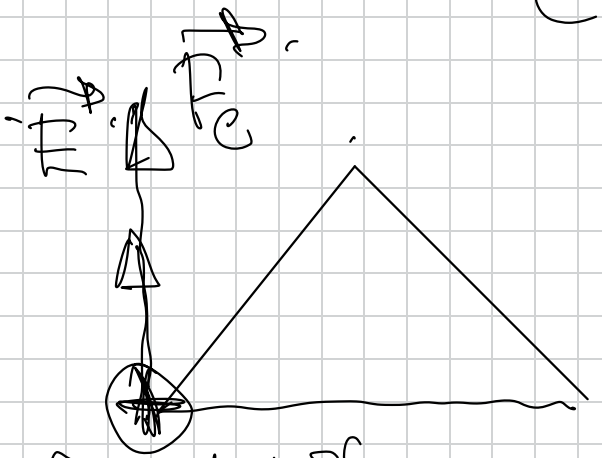
$$\vec{E} = +14{,}5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}\,\vec{i} + 7{,}8 \cdot 10^4 \frac{N}{C}\,\vec{j} - 14{,}5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}\,\vec{i}$$

$$\vec{E} = +7{,}8 \cdot 10^4 \frac{N}{C}\,\vec{j}$$



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

b)



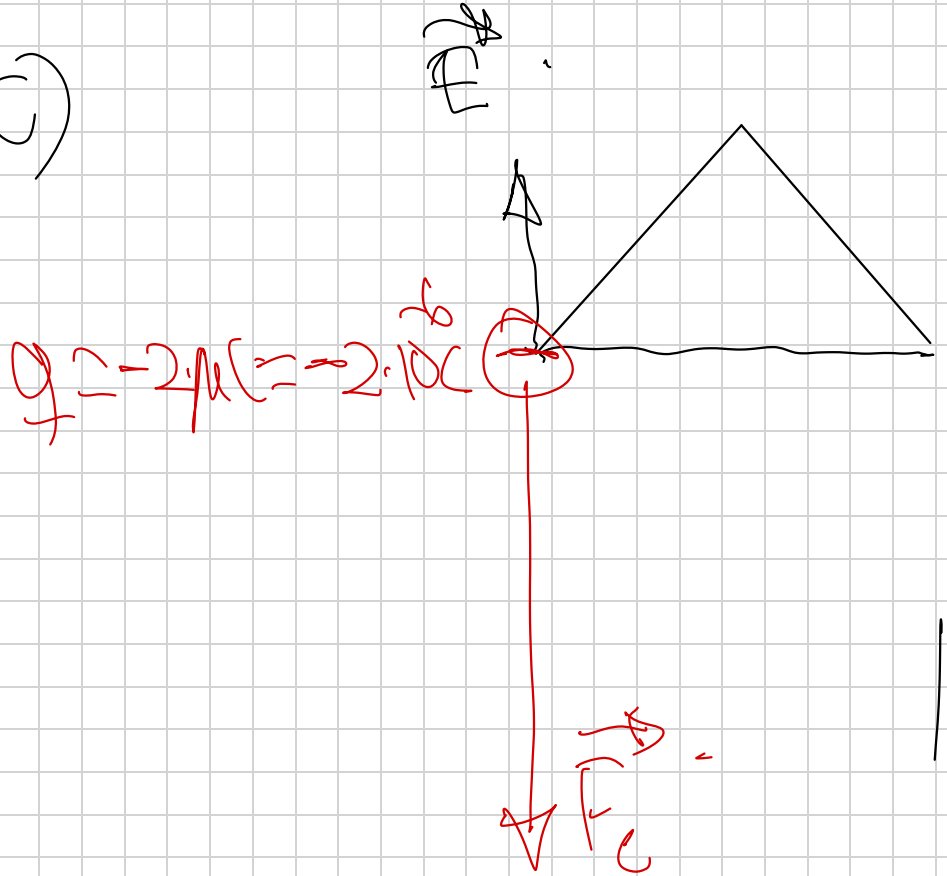
$$|\vec{F}_e| = |q| \cdot |\vec{E}|$$

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

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

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

c)



¡Ojo! Primero el módulo.

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

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

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

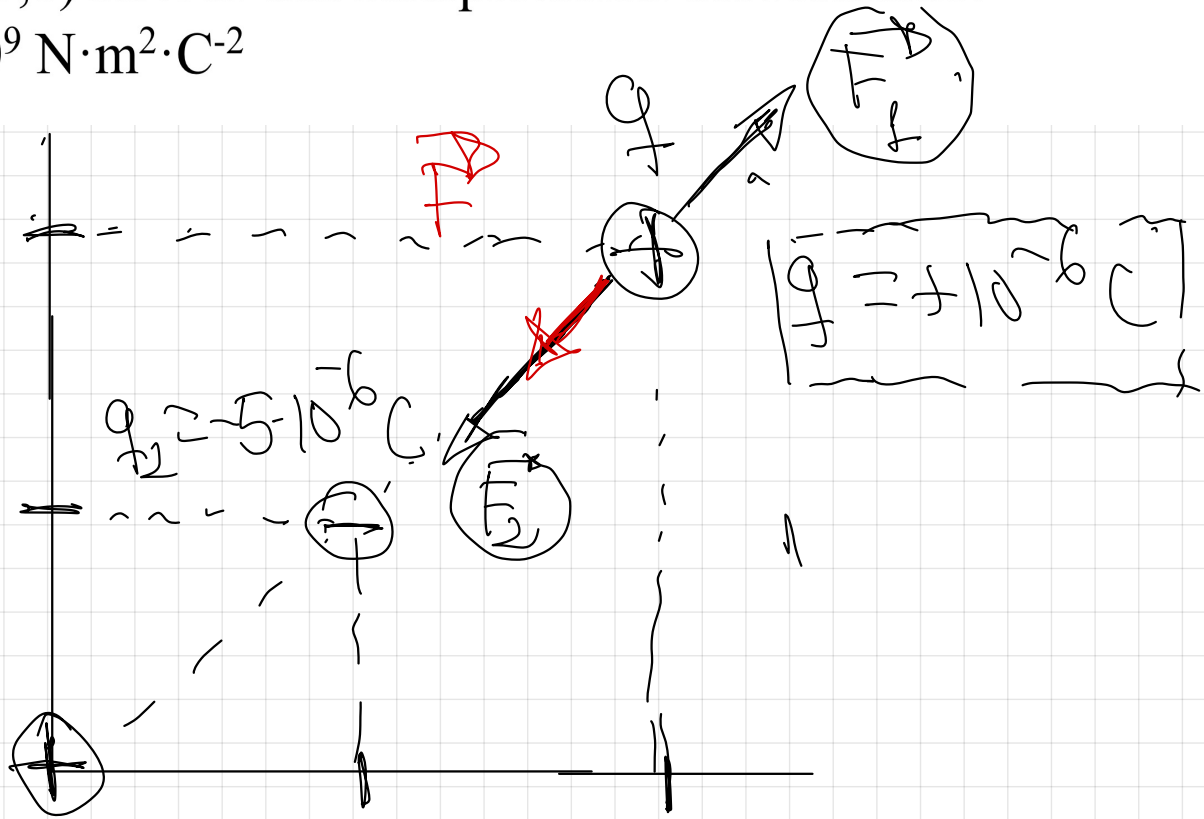
$\vec{F_e} = -15{,}6 \cdot 10^{-2}\, \vec{j}\ (N)$

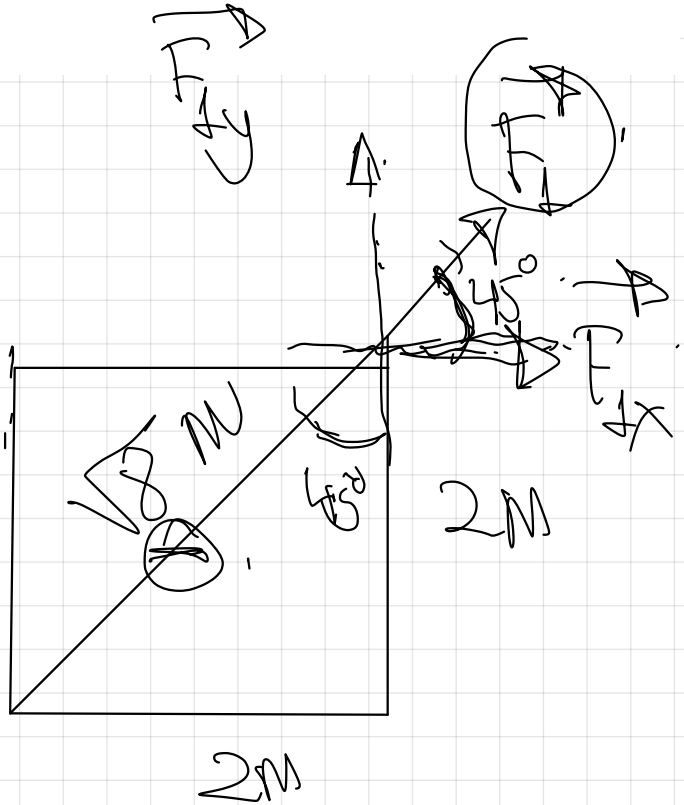
7.- Dos cargas puntuales de 8 μC y -5μC están situadas respectivamente en los puntos (0,0) m y (1,1) m . Calcular:

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.

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





$q_1 = +8\cdot10^{-6}$ C

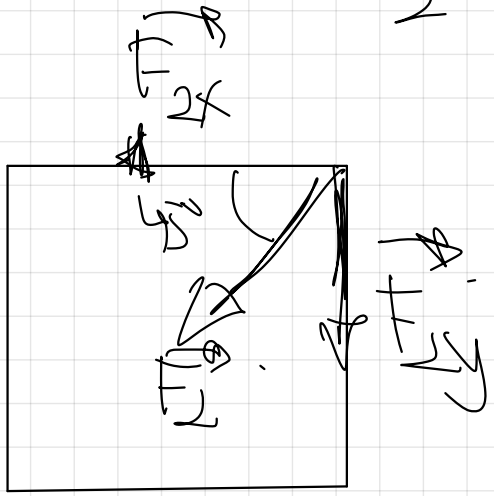
$$|\vec{F}_1| = K\cdot\frac{|q|\cdot|q_1|}{r_1^2} = 9\cdot10^9\cdot\frac{10^{-6}\cdot8\cdot10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} = 9\cdot10^{-3}\,N.$$

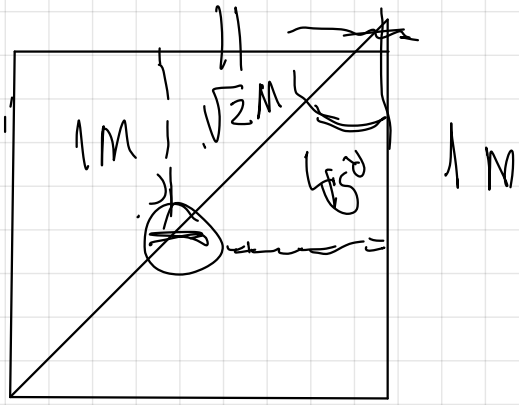
$$\operatorname{sen} 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{1y}|}{|\vec{F}_1|} \Rightarrow |\vec{F}_{1y}| = |\vec{F}_1| \cdot \operatorname{sen} 45^\circ = 9\cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6{,}36 \cdot 10^{-3}\ N$$

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

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

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





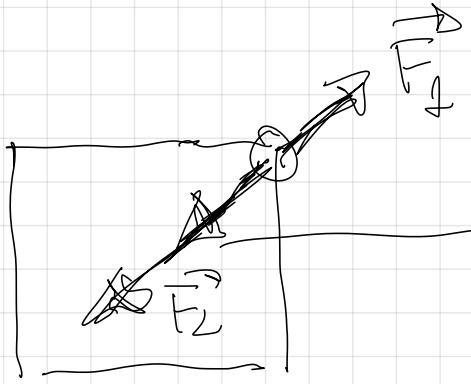
$$\operatorname{sen} 45° = \frac{|\vec{F}_{2y}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2y}| = |\vec{F}_2| \cdot \operatorname{sen} 45° = 2{,}25 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

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

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

$$\vec{F}_1 = +6{,}36 \cdot 10^{-3}\,\vec{i} + 6{,}36 \cdot 10^{-3}\,\vec{j}\ (N) \Rightarrow \text{Calculados antes.}$$

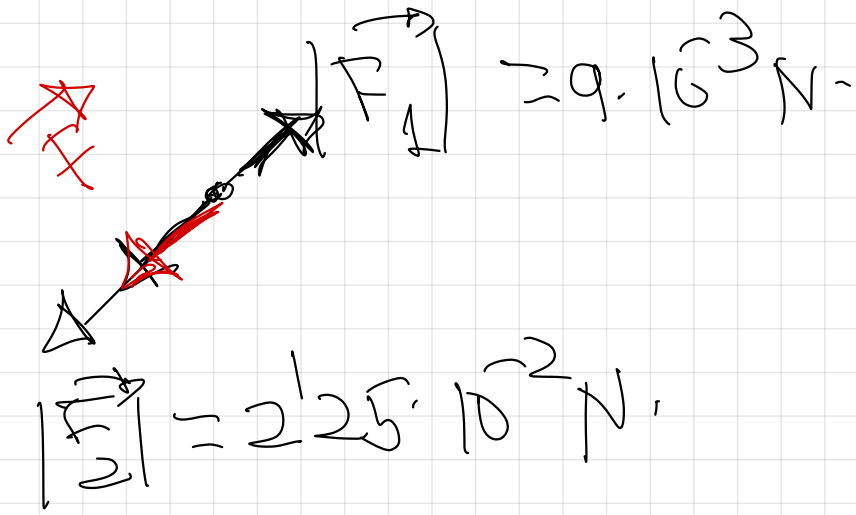


$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

$$\vec{F} = -9{,}9 \cdot 10^{-3}\,\vec{i} - 9{,}6 \cdot 10^{-3}\,\vec{j}$$

(N)

$$|\vec{F}| = \sqrt{x^2 + y^2} = 1{,}37 \cdot 10^{-2}\ N.$$



$|\vec{F}_1| = 9 \cdot 10^{-3}\ N.$

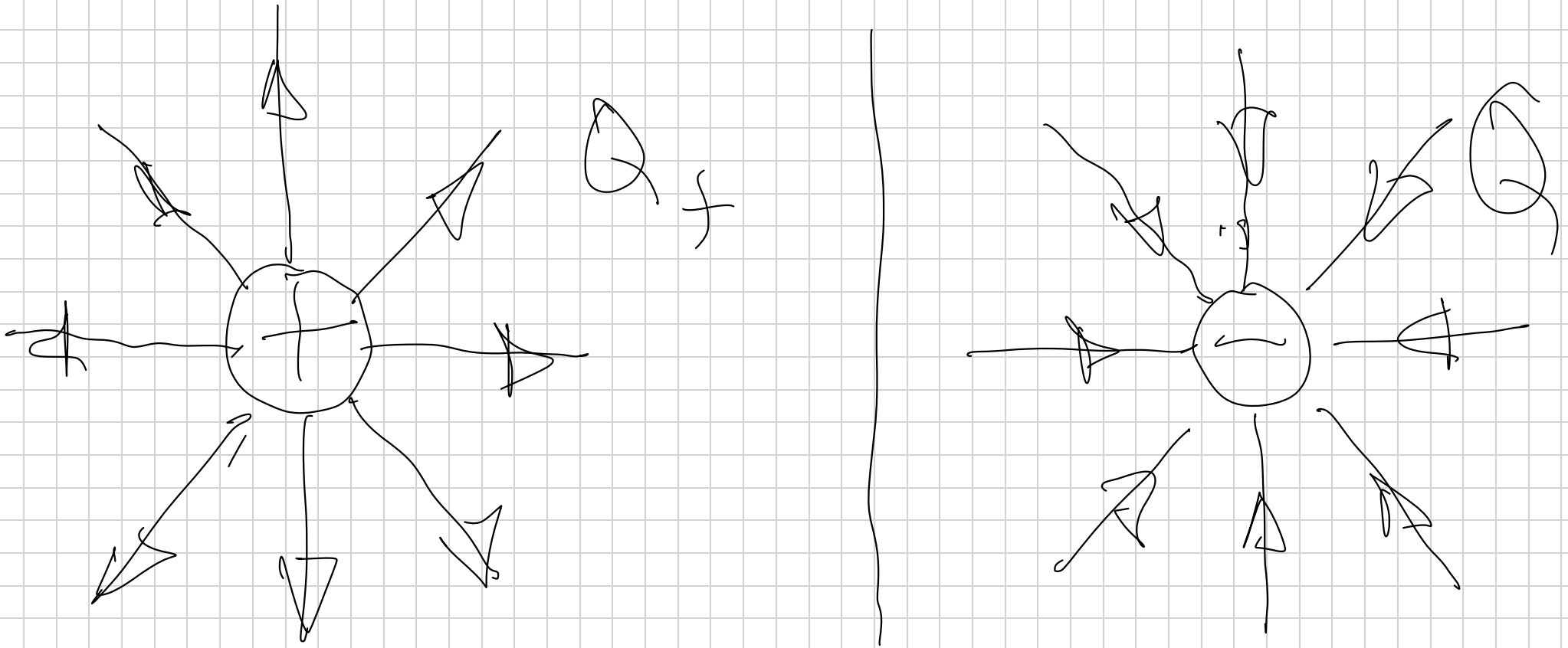
$|\vec{F}_2| = 2'25 \cdot 10^{-2}\ N.$

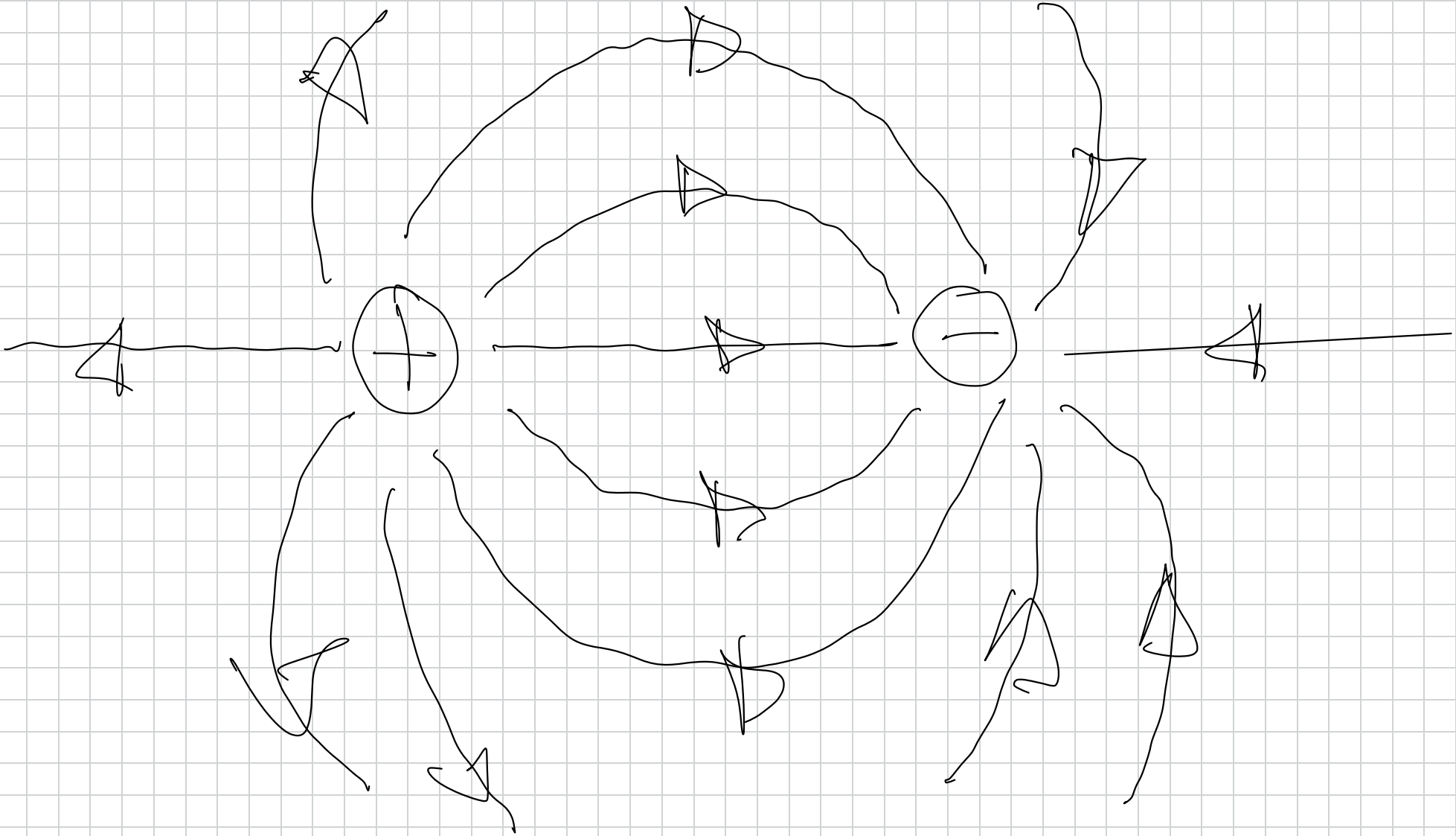
$$|\vec{F}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1| = 2'25 \cdot 10^{-2}\ N - 9 \cdot 10^{-3}\ N = 1'35 \cdot 10^{-2}\ N$$

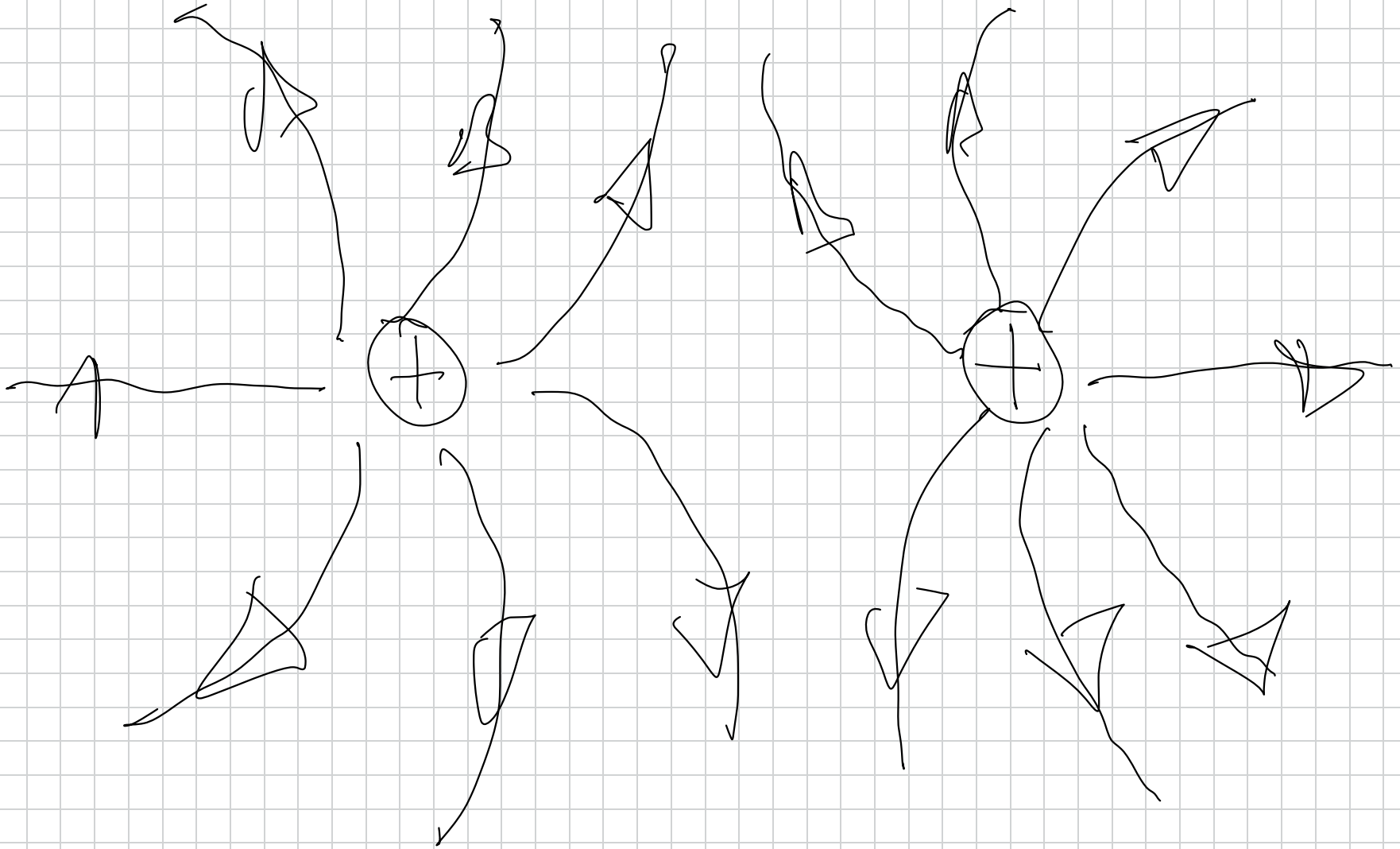
⇓

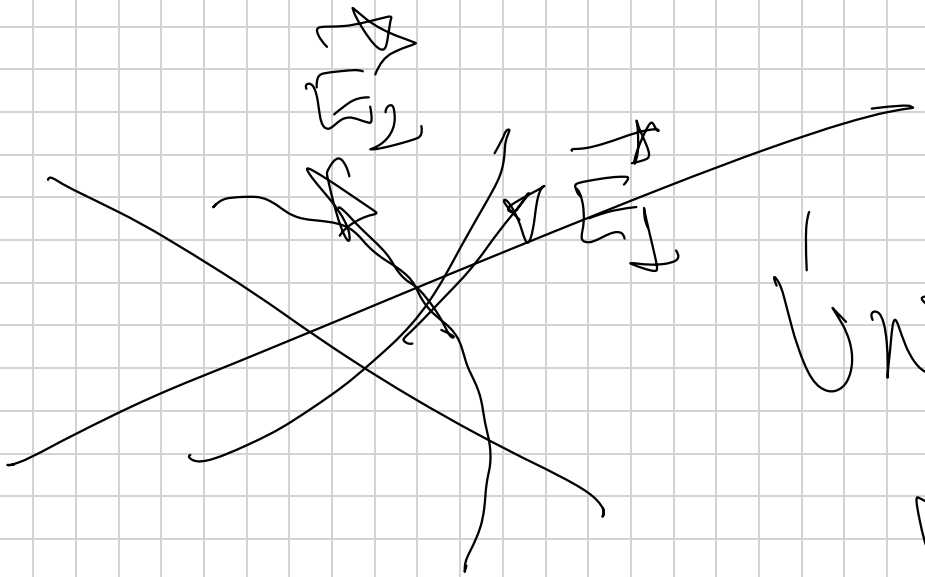
Se observa que dos vectores que poseen misma dirección y sentido contrario darán como resultante un nuevo vector cuyo módulo se obtiene restando ambos.

Pag 43 Líneas de campo.









Unico valor de $\vec{E}$ no pueden contarse.

Pag 45 y siguientes. **Magnitudes escalares**

Ep gravitatoria.

$$E_p = -G\frac{M \cdot m}{r} \quad (J)$$

única naturaleza.

⇓

La Ep gravitatoria sería negativa

F eléctrica es fuerza central y conservativa, lleva asociada una Ep eléctrica.

Ep eléctrica

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

doble naturaleza

⇓

En todas las magnitudes escalares asociadas ¡OJO!

cada carga con su signo ¡OJO!

, con lo que la Ep eléctrica puede ser positiva o negativa.

Potencial gravitatorio.

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

$V \Rightarrow \frac{J}{Kg}$ en el S.I.

El potencial gravitatorio es negativo siempre.

$E_p = m \cdot V$.

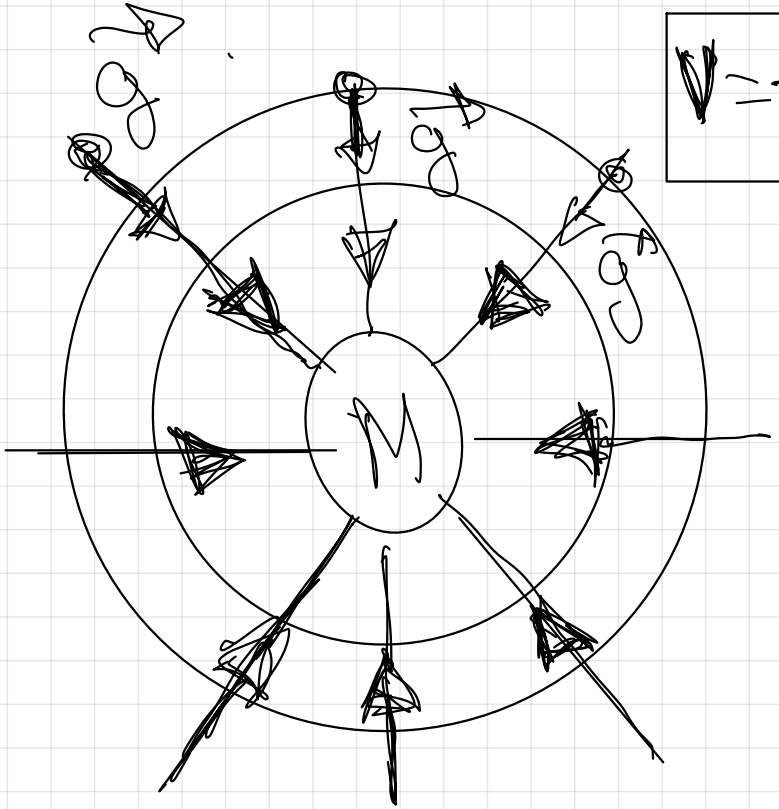
Potencial eléctrico.

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

$V \Rightarrow \frac{J}{C}$ = Voltio (V). en el S.I.

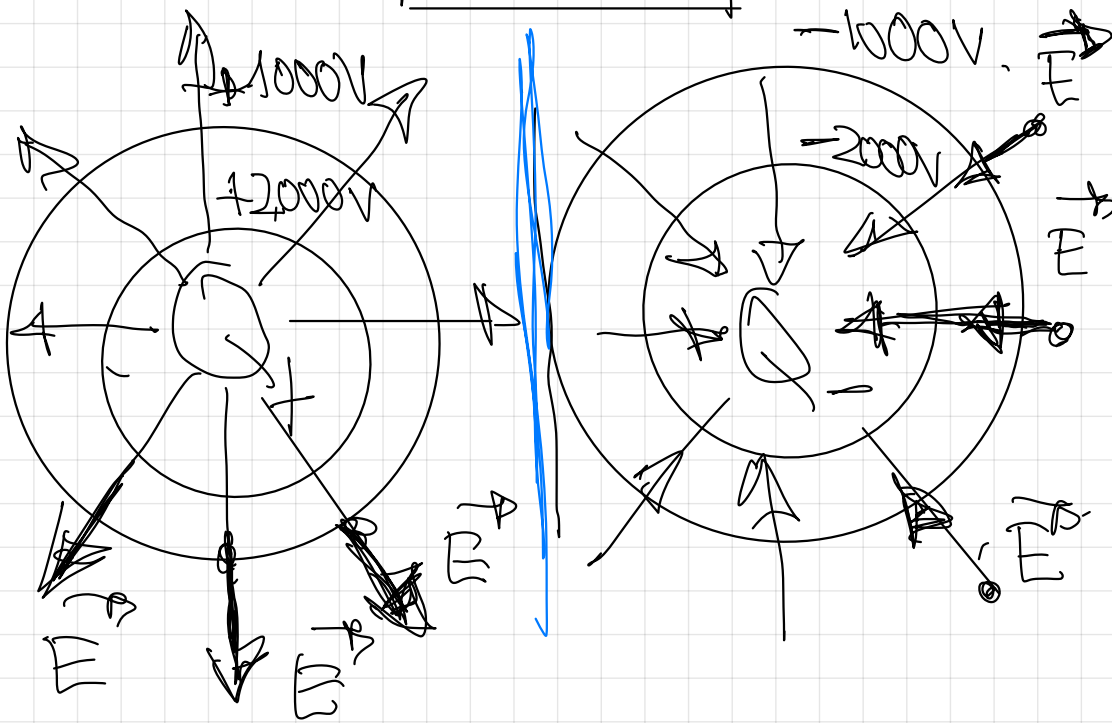
[0V], la carga que crea el campo puede ser positiva o negativa cada carga va con su signo y el potencial eléctrico puede ser positivo o negativo

$E_p = q \cdot V$.



$V = -G\frac{M}{r}$

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



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

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

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

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

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

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

$$W_{A \to B} = m \cdot (V_A - V_B) \quad (J)$$

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

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

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

En este caso cada carga y cada potencial irá con su correspondiente signo (magnitud

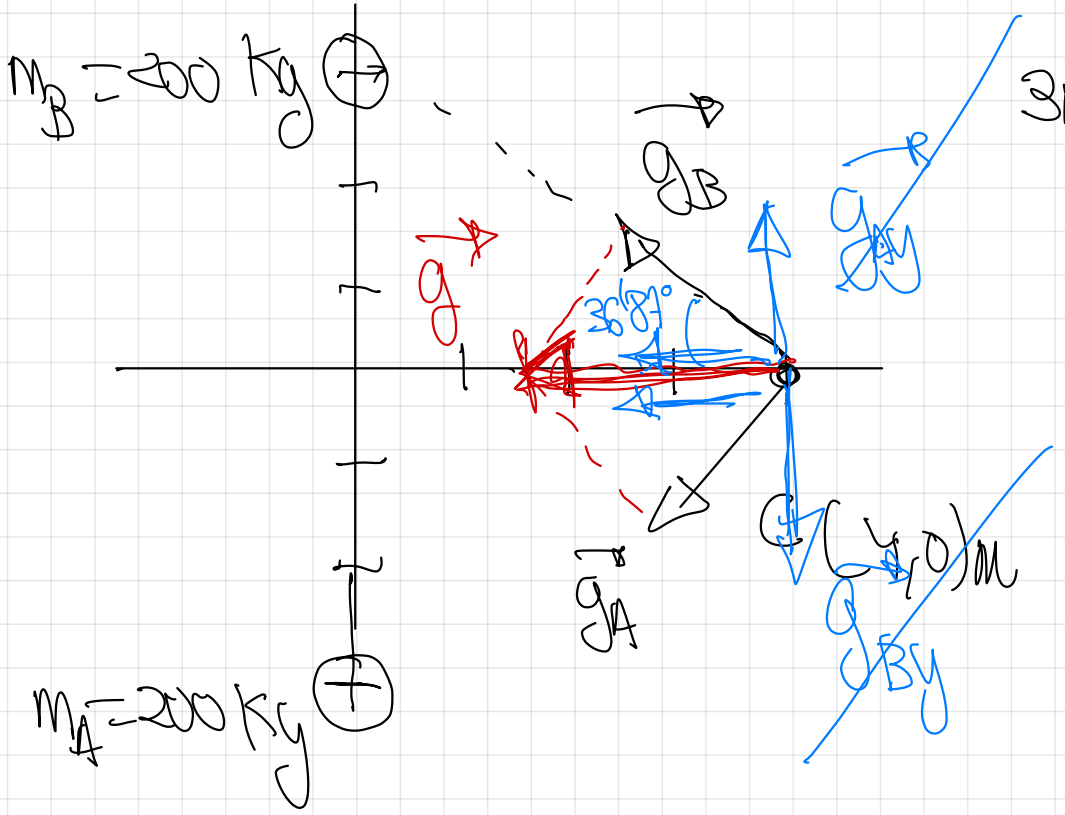
si

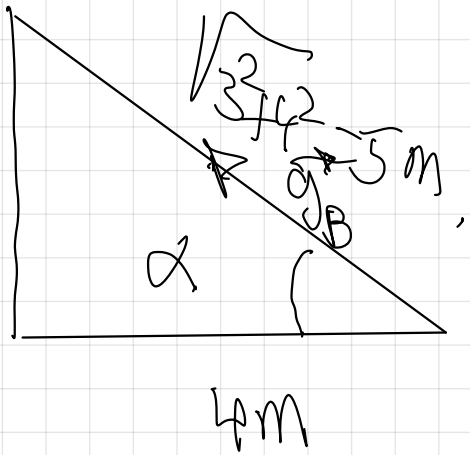
$W > 0 \Rightarrow$ Se realiza espontáneamente por el campo eléctrico el traslado de las cargas

Dos masas puntuales de 200 kg están situadas en los puntos $A(0,-3)\,m$ y $B(0,3)\,m$. Calcule razonadamente: i) el campo gravitatorio en el punto $C(4,0)\,m$, apoyándose en un esquema; ii) la fuerza sobre una masa puntual de 3 kg situada en el origen.

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

FISICA. 2025. JULIO. EJERCICIO b1





$$|\vec{g}_B| = G \cdot \frac{M_A}{r^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{200}{5^2}$$

$$|\vec{g}_B| = 5'336 \cdot 10^{-10}\ N/s^2$$

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{\text{cat opuesto}}{\text{hipotenusa}} \qquad \text{sen}\,\alpha = \frac{3}{5} \qquad \alpha = \text{arcsen}\,\frac{3}{5}$$

$$\alpha = 36'87°$$

$$\cos 36'87 = \frac{g_{BX}}{g_B}$$

$$g_{BX} = g_B \cdot \cos 36'87°$$

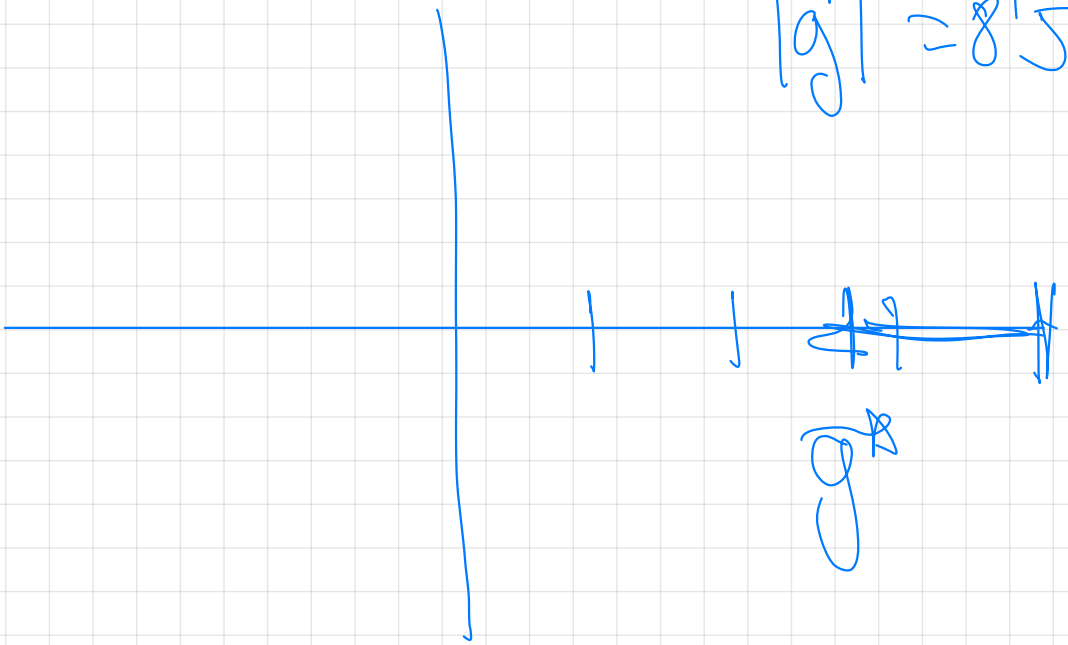
$$g_{BX} = 5'336 \cdot 10^{-10} \cdot \cos 36'87'' = 4'27 \cdot 10^{-10}\ N/C$$

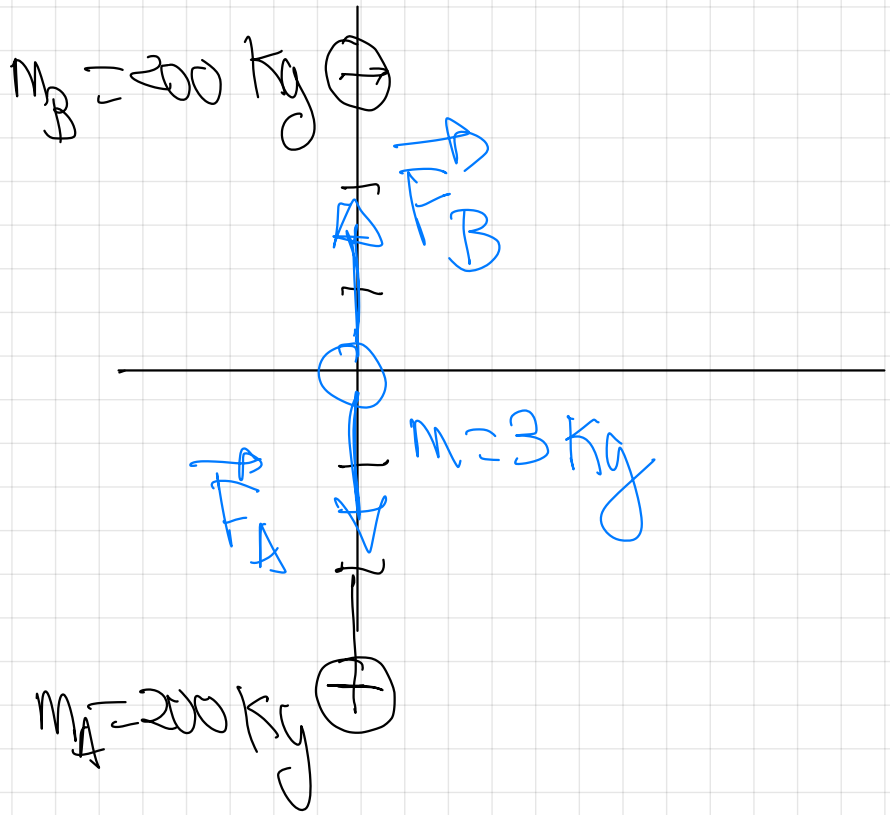
$$\vec{g}_{BX} = -4'27 \cdot 10^{-10}\,\vec{i}\ \left(\frac{N}{C}\right)$$

$$\vec{g} = -4'27 \cdot 10^{-10}\,\vec{i} - 4'27 \cdot 10^{-10}\,\vec{i} =$$

$$\vec{g} = -8'54 \cdot 10^{-10}\,\vec{i}\ \left(N/C\right)$$

$$|\vec{g}| = 8{,}54 \cdot 10^{-10} \ N/S^2 .$$



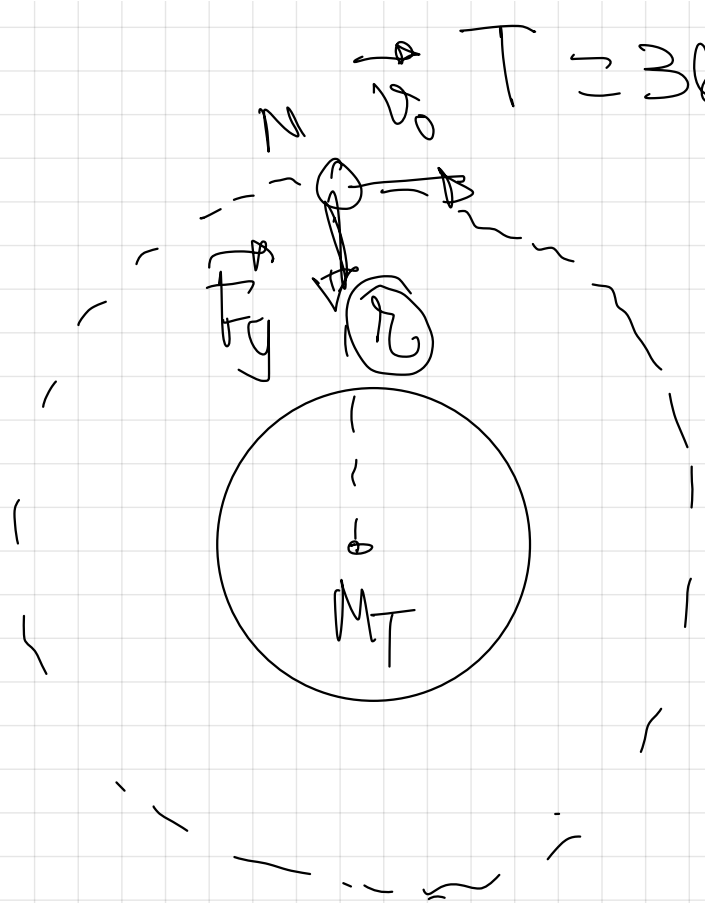


$$\vec{F} = 0 .$$

Un satélite de 1400 kg en una órbita circular tarda un día y medio en dar la vuelta a la Tierra. Calcule razonadamente: i) el radio de la órbita; ii) la velocidad mínima que hay que suministrarle para que abandone el campo gravitatorio terrestre desde la órbita en la que se encuentra.

$G = 6'67 \cdot 10^{-11}\ N\,m^2\,kg^{-2}$; $M_T = 5'98 \cdot 10^{24}$ kg ; $R_T = 6370$ km; 1 día = 24 h

FISICA. 2025. JULIO. EJERCICIO b2



$T = 36\,\text{h} \cdot \frac{3600\ s}{1\ \text{h}} = 129600\ s =$

$= 1'296 \cdot 10^5\ s.$

Condición de orbitación.

$F_g = F_n$. $\quad a_n = \frac{v^2}{r}$

$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r}$.

$$G \cdot \frac{M_T}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2$$

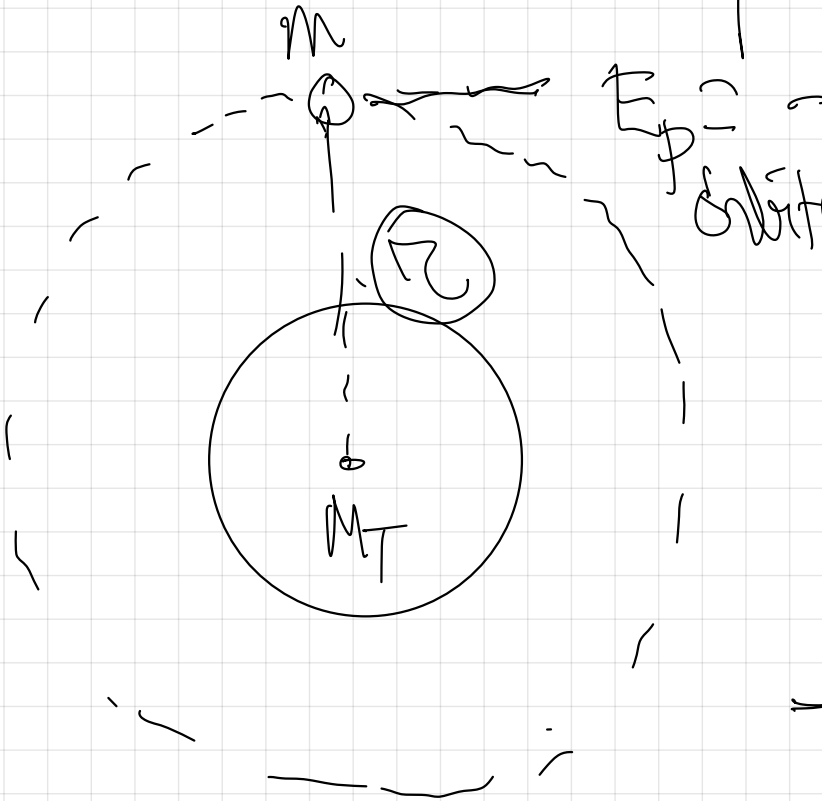
$$G \cdot \frac{M_T}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$G M_T \cdot T^2 = 4\pi^2 r^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G M_T \cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot (1{,}296 \cdot 10^7)^2}{4\pi^2}}$$

$$r = 5{,}54 \cdot 10^7 \text{ m}$$

∞ — O — $E_{p\infty} = 0$. , $E_{c\infty} = 0$.



$E_{p\,\text{órbita}} = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r}$, $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v_e^2$

$E_{m\,\text{inicial}} = E_{m\,\text{final}}$.

$$-G \cdot \frac{M_T \cdot M}{r} + \frac{1}{2} m v_e^2 = 0.$$

$$\frac{1}{2} m v_e^2 = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{r}$$

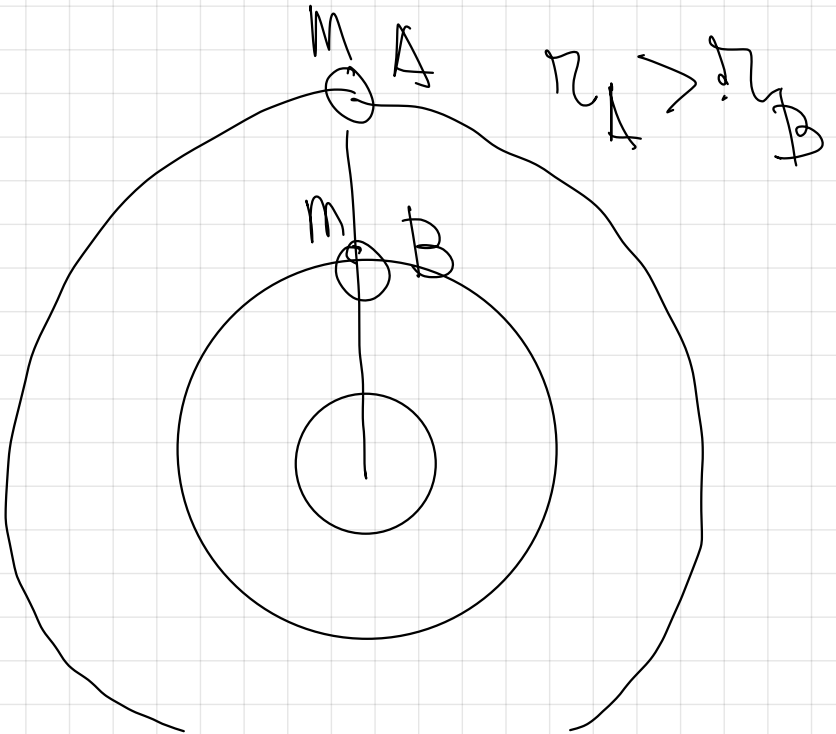
$$v_e = \sqrt{\frac{2GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 5'98 \cdot 10^{24}}{5'54 \cdot 10^{7}}} = 3794'66 \ m/s$$

a) Dos satélites, A y B, describen órbitas circulares concéntricas alrededor de la Tierra. Razone cuál de los dos tiene mayor energía cinética en las siguientes situaciones: i) sus masas son iguales y el radio orbital de A es mayor que el de B; ii) los dos satélites están en la misma órbita y la masa de A es menor que la de B.

b) Dos masas puntuales de 10 y 5 kg están situadas en los puntos A(0,3)m y B(4,0)m, respectivamente. i) Realice un esquema del campo gravitatorio producido por cada una de las masas en el punto C(4,3)m y calcule su valor en dicho punto. ii) Determine el trabajo necesario para desplazar una tercera masa de 4 kg desde el punto C hasta el punto O(0,0)m. Discuta el signo del trabajo.

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

FISICA. 2024. RESERVA 1. EJERCICIO A1



$r_A > r_B$

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$

Orbitación

$F_g = F_n$

$G\frac{M_T m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

$v_o = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

$$E_C = \frac{1}{2} m \left(\sqrt{G \frac{M}{r}}\right)^2$$

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r}}$$

$$E_{CA} = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r_A}$$

$$E_{CB} = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r_B}$$

$$E_{CB} = \frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot m}{r_{CB}}$$

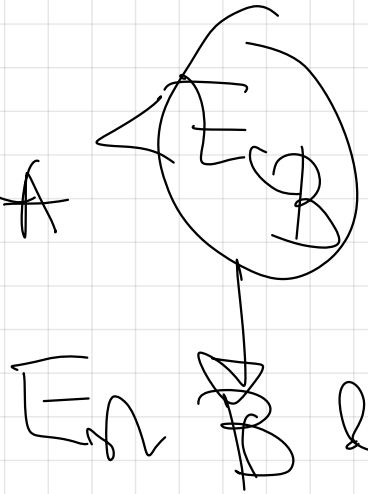
$$\frac{E_{CA}}{E_{CB}} = \frac{r_B}{r_A}$$

Energia mecaniczna

$r_A > r_B$.

$\frac{E_{cA}}{E_{cB}} < 1$,

$E_{cA} < E_{cB}$



Em B as

maior la

$\pm E_c$.

$$E_{cA} = \frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot m_A}{r}$$

$$m_A < m_B$$

$$E_{cB} = \frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot m_B}{r}$$

$$E_{cB} > E_{cA}$$

$$\frac{E_{cA}}{E_{cB}} = \frac{\frac{1}{2} G \frac{M \cdot m_A}{r}}{\frac{1}{2} G \frac{M \cdot m_B}{r}}$$

$$\frac{E_{cA}}{E_{cB}} = \frac{m_A}{m_B} \quad m_A < m_B$$

$$\frac{E_{cA}}{E_{cB}} < 1,$$

$$E_{cA} < E_{cB}$$

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

¿ Hacia donde se desplazan espontáneamente las cargas?.

* q Positiva

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

$(+) \cdot (+)$

$$\boxed{V_A > V_B}$$

↓

Las cargas positivas se desplazan espontáneamente en el orden de los potenciales decrecientes (de mayor a menor)

* q negativa.

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

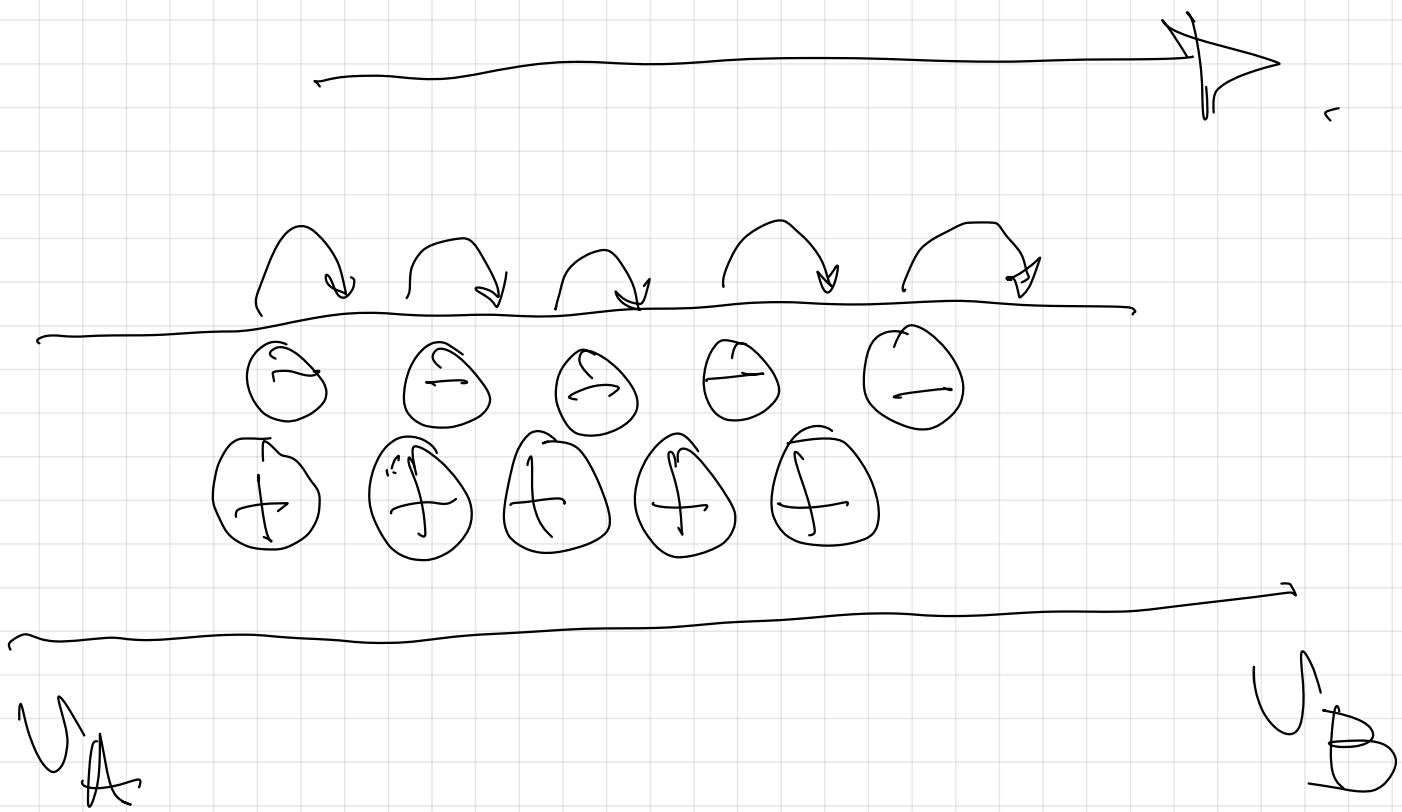
$$\ominus \cdot \ominus > 0.$$

$$V_A < V_B$$

las cargas negativas se desplazan espontáneamente en el orden de los potenciales crecientes (de menor a mayor)

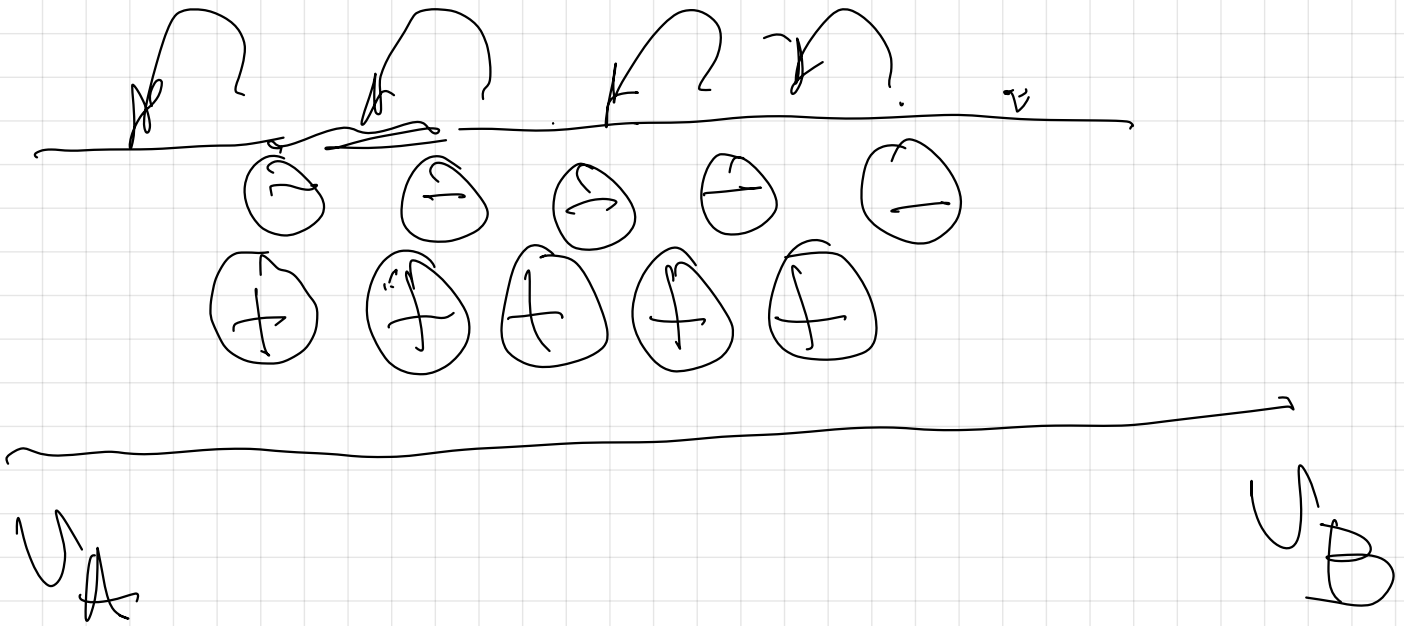
Si $V_A = V_B$

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



$$V_A - V_B = -220\,V$$

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



$$V_A - V_B = +220\,V$$

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

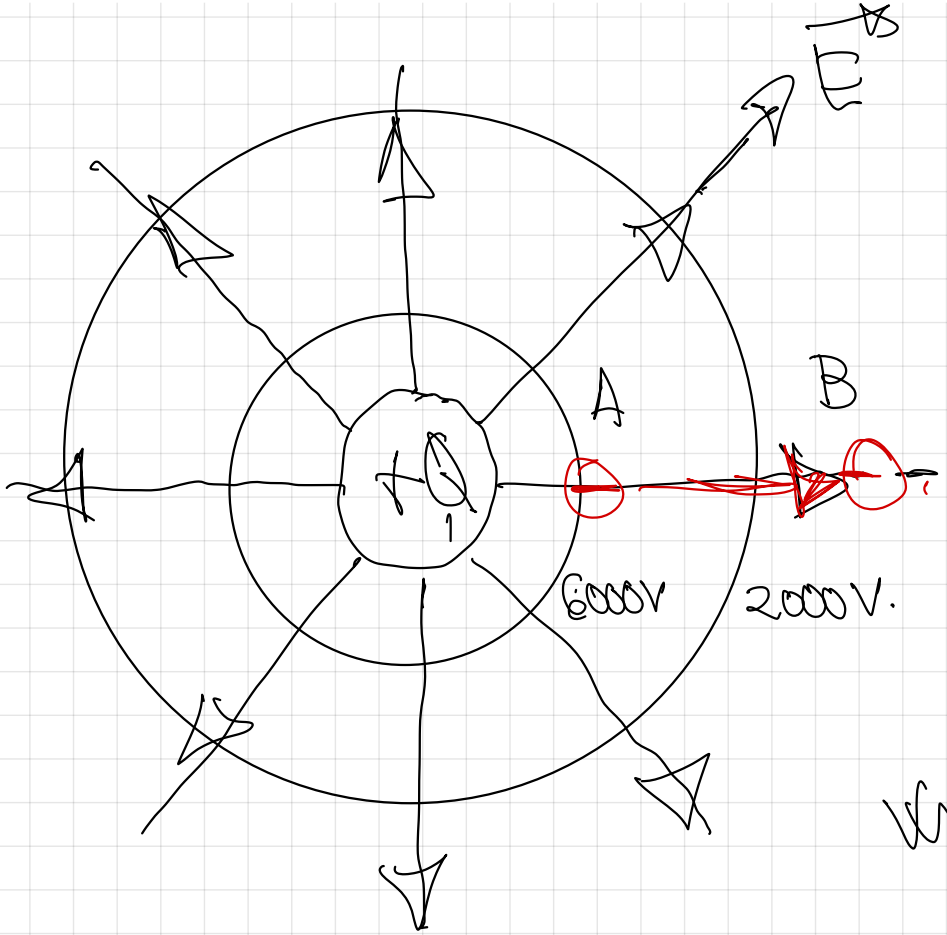
a) Realizar un esquema de las líneas de campo y de las superficies equipotenciales

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

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



Ojo, magnitud escalar

pag 60.

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

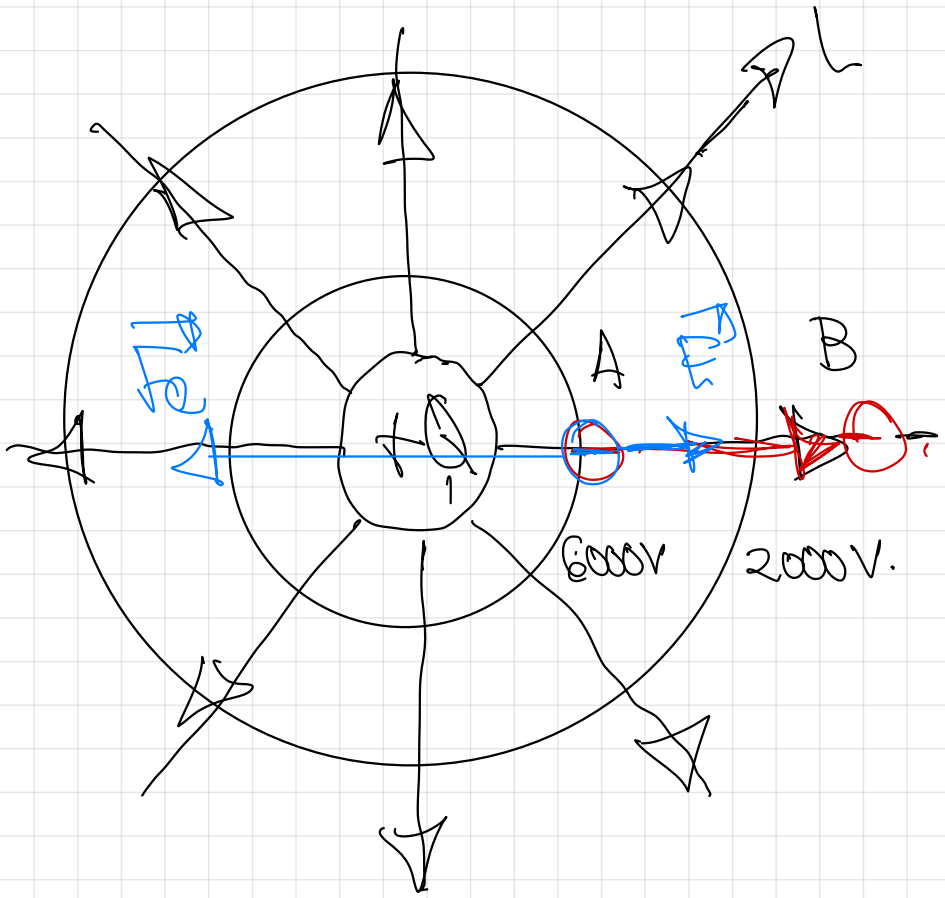
$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B)$

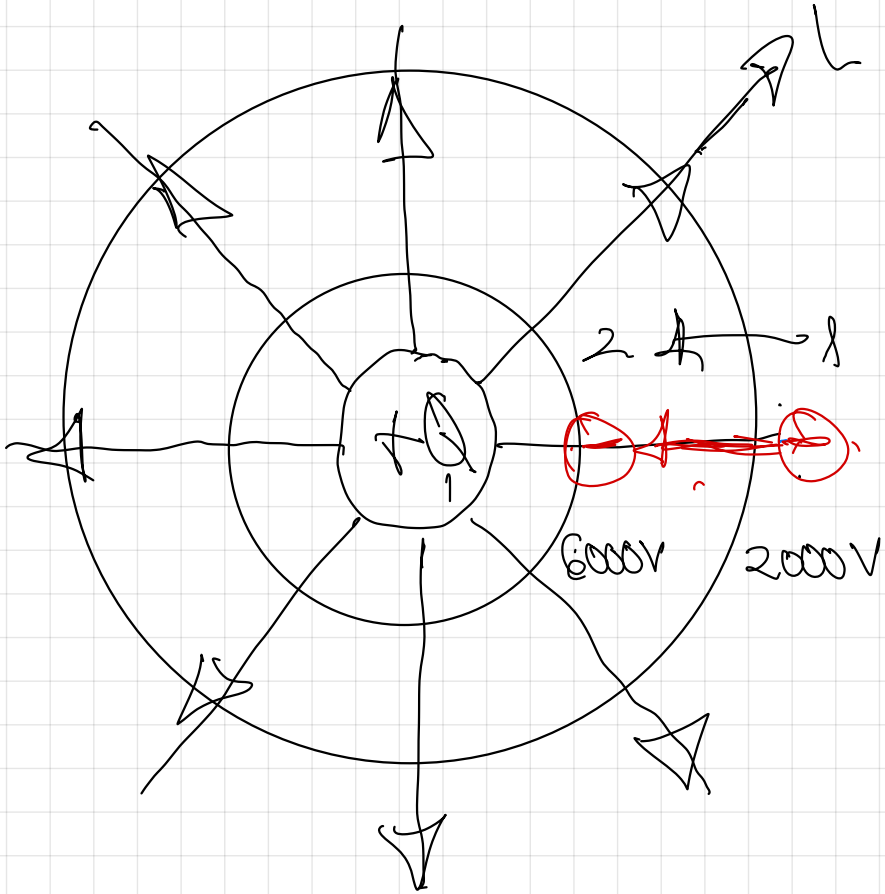
$W_{A \to B} = -1,5 \cdot 10^{-3} C \left(6000 \frac{J}{C} - 2000 \frac{J}{C} \right)$

$W_{A \to B} = -6 J$ (No espontáneo)

Tendría que realizarlo una

fuerza externa al campo





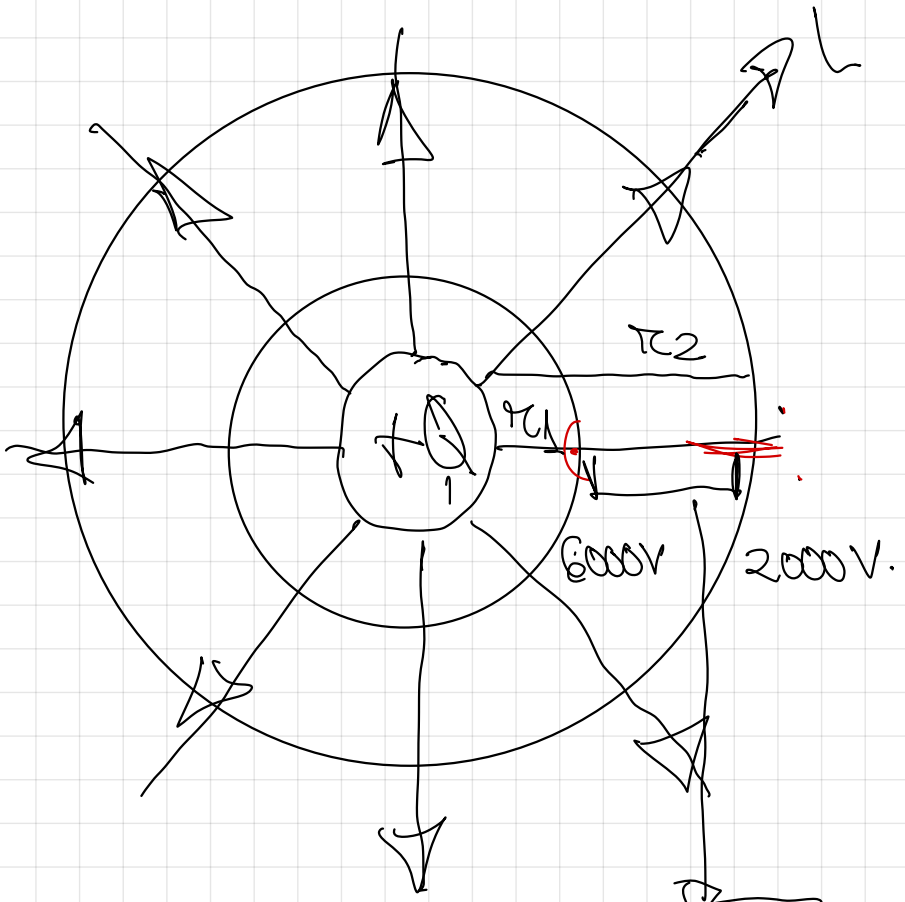
$$W_{1\to 2} = q\cdot(V_1 - V_2) = -15\cdot 10^{-3}\,C\cdot\left(2000\,\frac{J}{C} - 6000\,\frac{J}{C}\right)$$

$$W_{1\to 2} = 6J > 0$$

trabajo espontáneo realizado por la

fuerza eléctrica.

a)



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

$V_1 = K \cdot \frac{Q}{r_1}.$

$r_1 = \frac{K \cdot Q}{V_1} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{6000}$

$r_1 = 3M.$

$r_2 - r_1.$

$V_2 = K \cdot \frac{Q}{r_2}$

$r_2 - r_1 = 9M - 3M = 6M.$ $r_2 = \frac{K \cdot Q}{V_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2000}$ $r_2 = 9M$

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

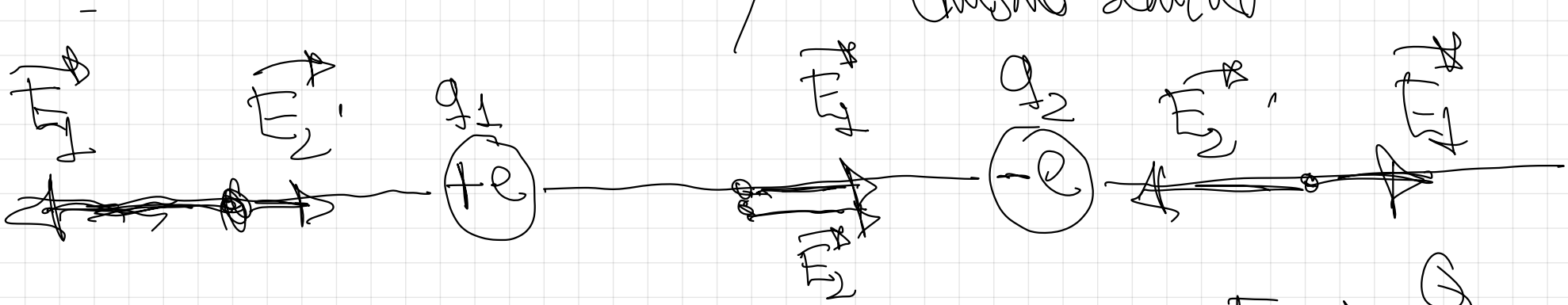
$e=1{,}6\cdot10^{-19}C \quad K=9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

$1Å = 10^{-10}m.$

Principio de superposición $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \neq 0$

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

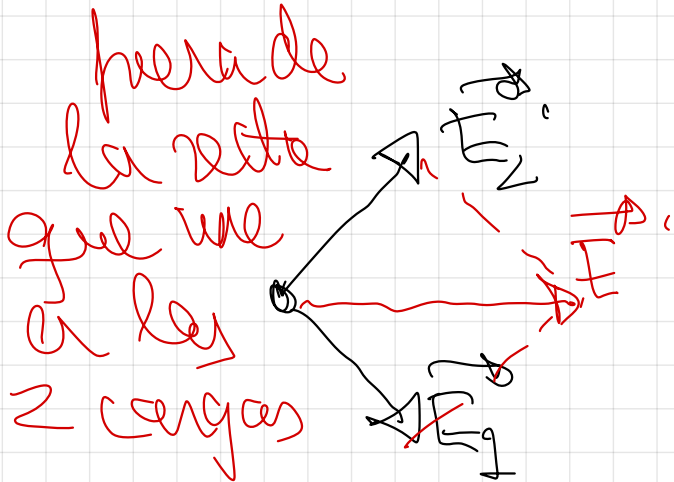
Mismo sentido



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

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

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



fuera de la recta que une las 2 cargas

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

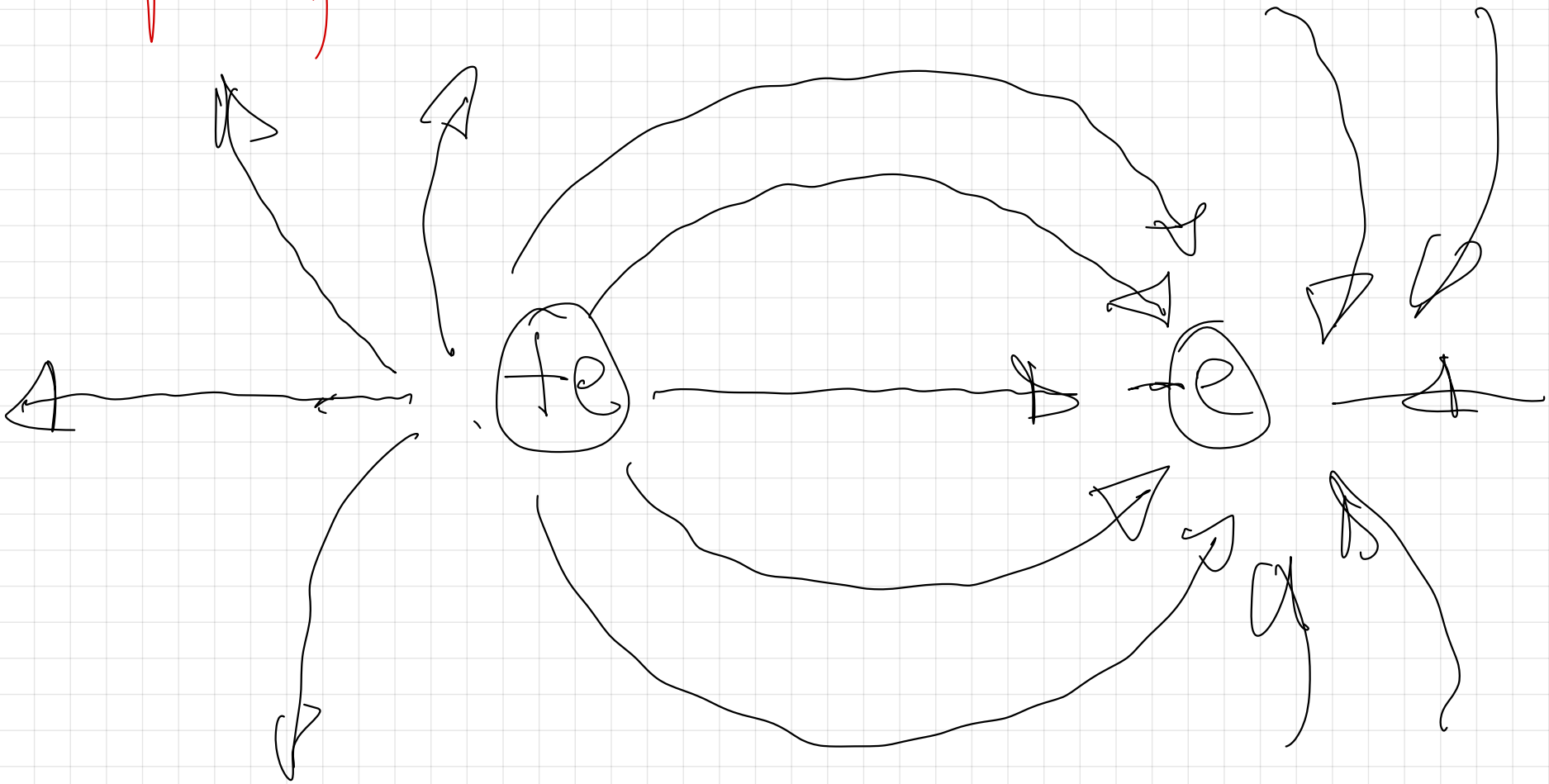
$\vec{E} \neq 0.$

$\vec{E} \neq 0$.

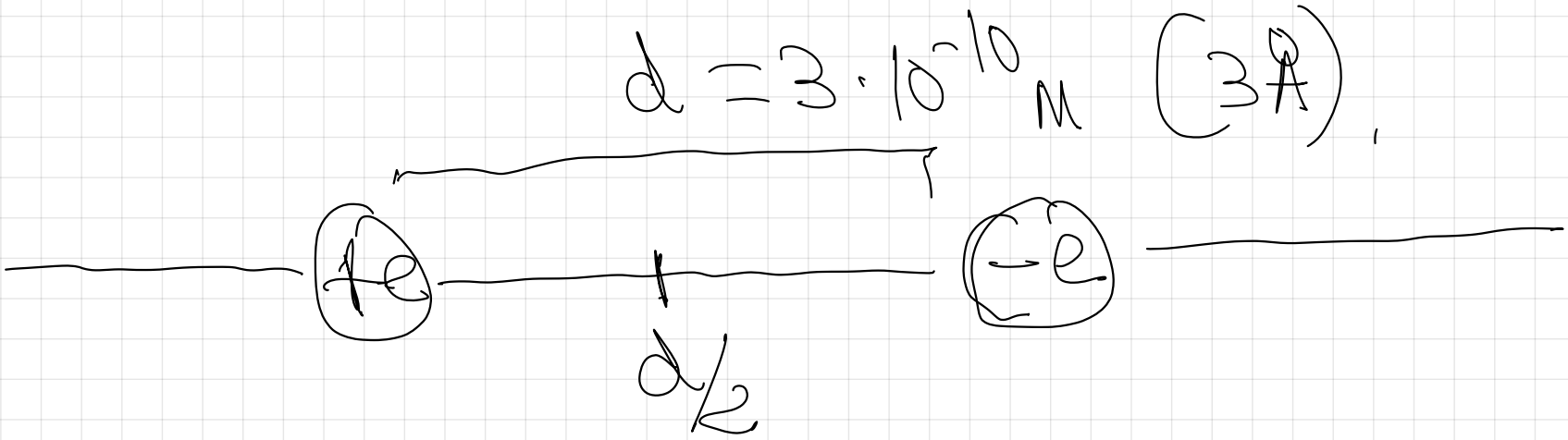
$\vec{E} \neq 0$ (distinta dirección)

Salvo en ningún punto!

$\vec{E}$ no se anula en



b)



Principio de superposición

$$V = V_1 + V_2 = K \cdot \frac{+e}{d/2} + K \cdot \frac{-e}{d/2} = 0.$$

El potencial se anula a esa distancia de cargas de $d/2 = 1{,}5 \cdot 10^{-10}$ m.

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

Magnitud escalar.

$r = 3 \cdot 10^{-10}\ m$.



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

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

Tanto en magnitudes vectoriales ($\vec{E}$, $\vec{F}$) como en escalares (E_p, V) se cumple el principio de superposición.

CUADRO RESUMEN DE LAS MAGNITUDES DEL CAMPO ELÉCTRICO

MAGNITUDES VECTORIALES	**MAGNITUDES ESCALARES**
Módulo y aparte dirección y sentido	**Se sustituye cada carga con su signo**
Fuerza $\vec{F}$ $F = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}$ N en S.I	**Energía potencial** E_P $E_p = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r}$ J en S.I
Campo eléctrico $\vec{E}$ $E = \frac{F}{q} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot \cancel{q}}{r^2}}{\cancel{q}} = K \cdot \frac{Q}{r^2}$ $\frac{N}{C}$ en S.I $F = q \cdot E$	**Potencial** ~~gravitatorio~~ eléctrico V $V = \frac{E_p}{q} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot \cancel{q}}{r}}{\cancel{q}} = K \cdot \frac{Q}{r}$ $\frac{J}{C}$ = V en S.I $E_p = q \cdot V$
	Trabajo W $W_{A-B} = -\Delta Ep = -(E_{pB} - E_{pA})$ $W_{A-B} = E_{pA} - E_{pB} = q \cdot V_A - q \cdot V_B$ $W_{A-B} = q \cdot (V_A - V_B)$ J en S.I

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

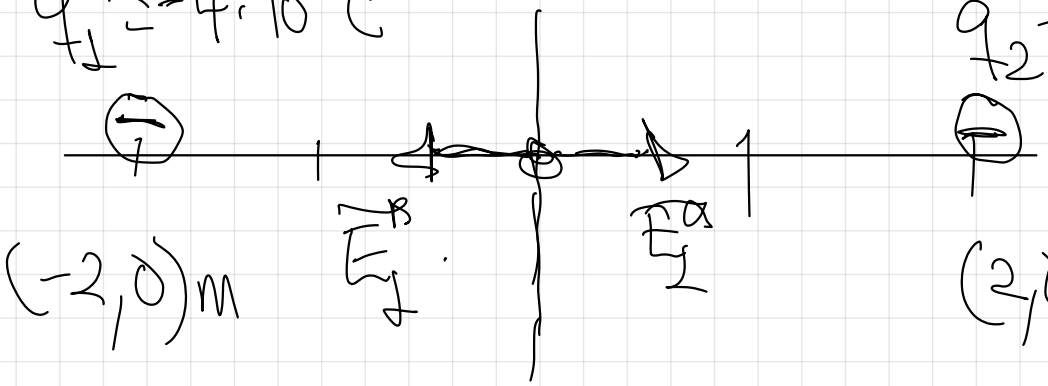
$\varepsilon_0=8{,}85\cdot 10^{-12}\ C^2\cdot N^{-1}\cdot m^{-2}$

$\vec{E}$.

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

$q_1=-4\cdot10^{-6}C$

$q_2=-4\cdot10^{-6}C$.

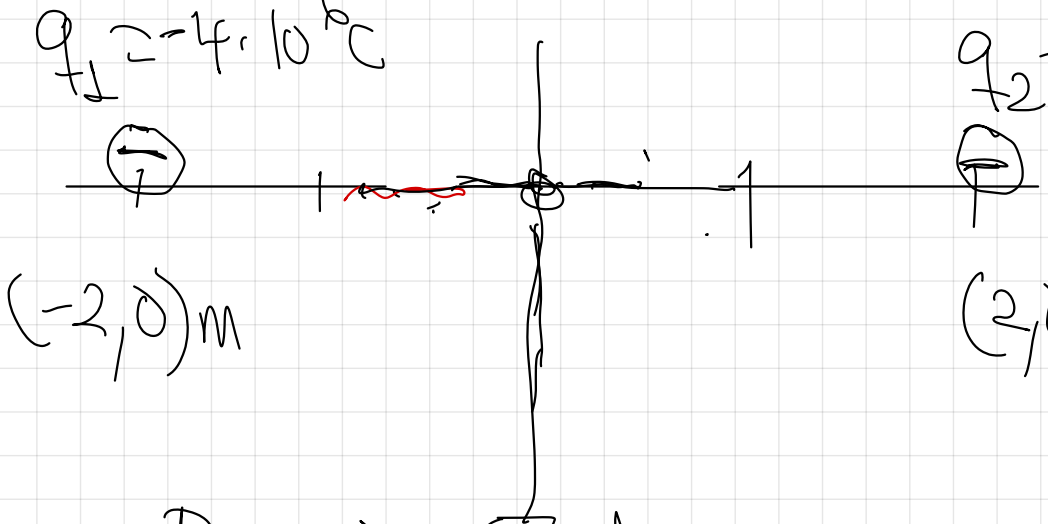


$E=K\cdot\frac{Q}{r^2}$ → Son iguales → (0,0)m

→ $|\vec{E}_1|=|\vec{E}_2|$

Son iguales

Misma y dirección y distinto sentido



Principio de sovrapposizione

$V = V_1 + V_2$.

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

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

y fijay

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.

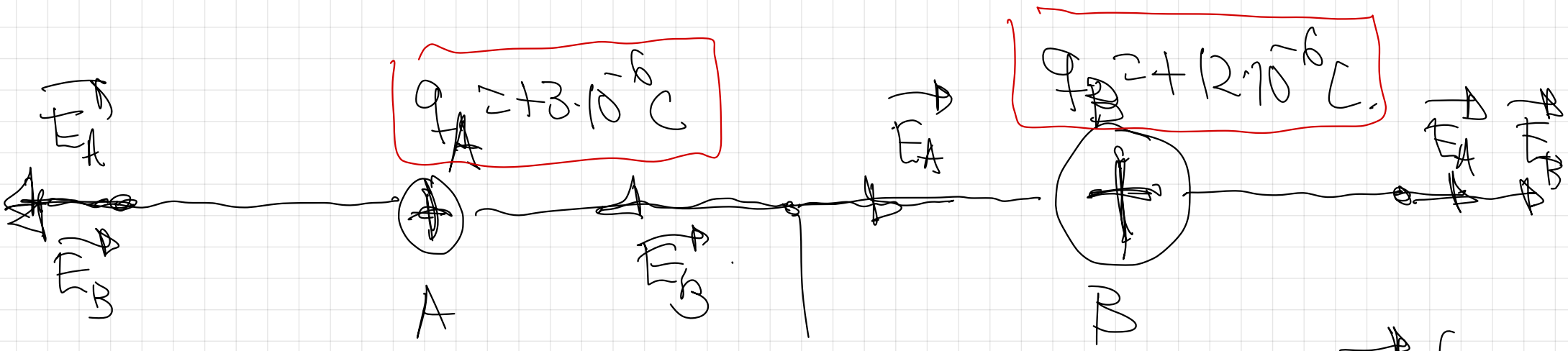
a) ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el campo sea nulo?. En caso afirmativo, calcule su posición.

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

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

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

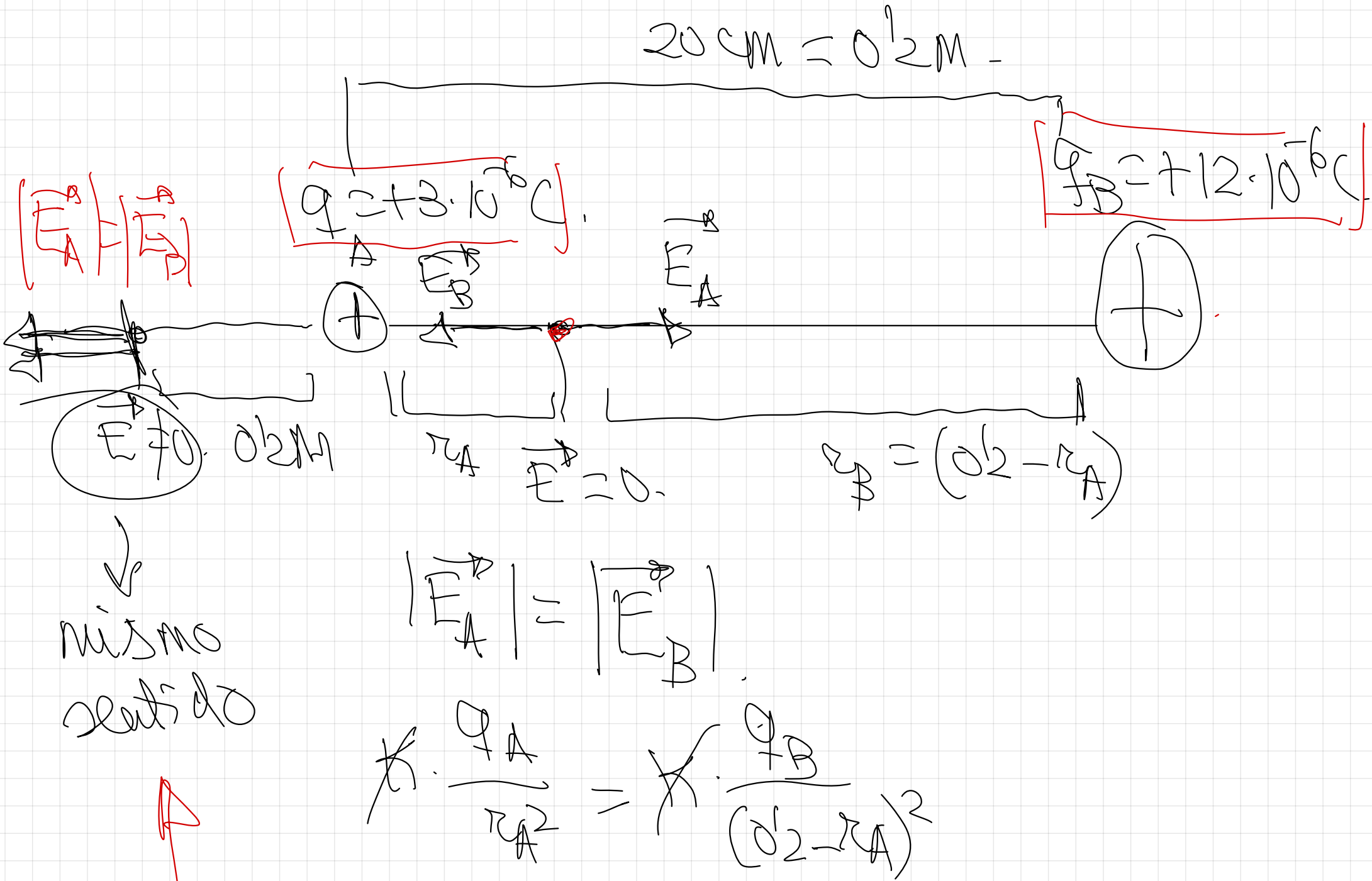


$\vec{E}\neq0$.

$|\vec{E}_B|>|\vec{E}_A|$

$\vec{E}\neq0$

$\vec{E}\neq0$.



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

$$K \cdot \frac{q_A}{r_A^2} = K \cdot \frac{q_B}{(0'2 - r_A)^2}$$

$$\frac{3\cdot10^{-6}}{r_A^2} = \frac{12\cdot10^{-6}}{(0'2)^2 - 2\cdot0'2\cdot r_A + r_A^2}$$

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

$$9\cdot10^{-6} r^2 + 1'2\cdot10^{-6} r - 1'2\cdot10^{-7} = 0 \Rightarrow$$

$$r = \frac{-1'2\cdot10^{-6} \pm \sqrt{(1'2\cdot10^{-6})^2 + 4\cdot9\cdot10^{-6}\cdot1'2\cdot10^{-7}}}{2\cdot9\cdot10^{-6}} = \begin{cases} 0'06\ \text{M} \rightarrow \text{Solu} \\ \text{a } r = \\ \text{dist} \end{cases}$$

a) El potencial nunca será nulo porque es suma de

$$V = K\cdot\frac{Q_1}{r_1} + K\cdot\frac{Q_2}{r} \neq 0$$

Solvo en el infinito en donde el potencial por definición es nulo

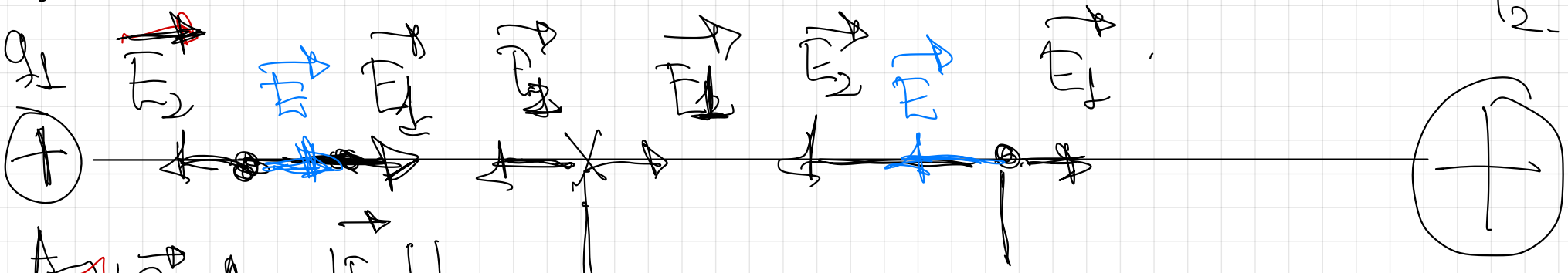
$V \neq 0$ (suma de dos potenciales positivos que nunca se anularán)

(D) C)

(E) cond vuelo →.

c) A ——— B

q_1 q_2



A

$+3 \cdot 10^{-6}\,C$

B

$+12 \cdot 10^{-6}\,C$

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

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

$|\vec{E}| = 0$.

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

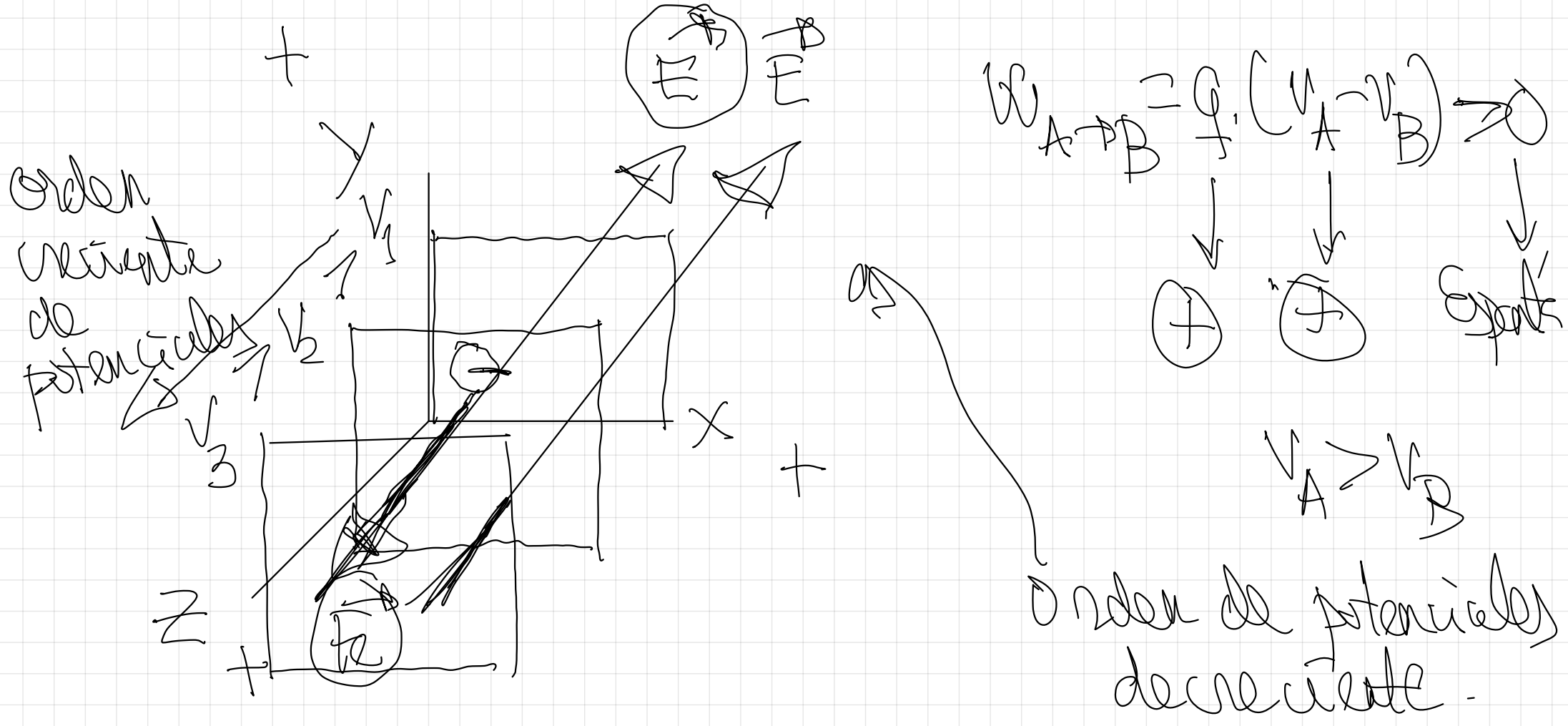
E disminuye hasta cero.

E aumenta

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?

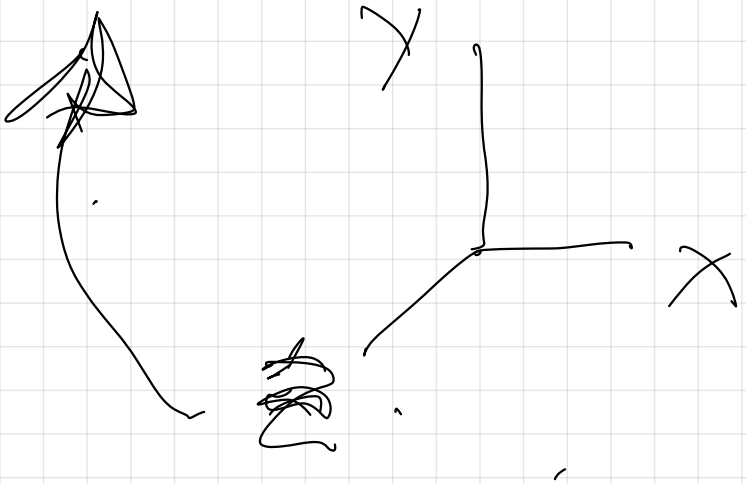


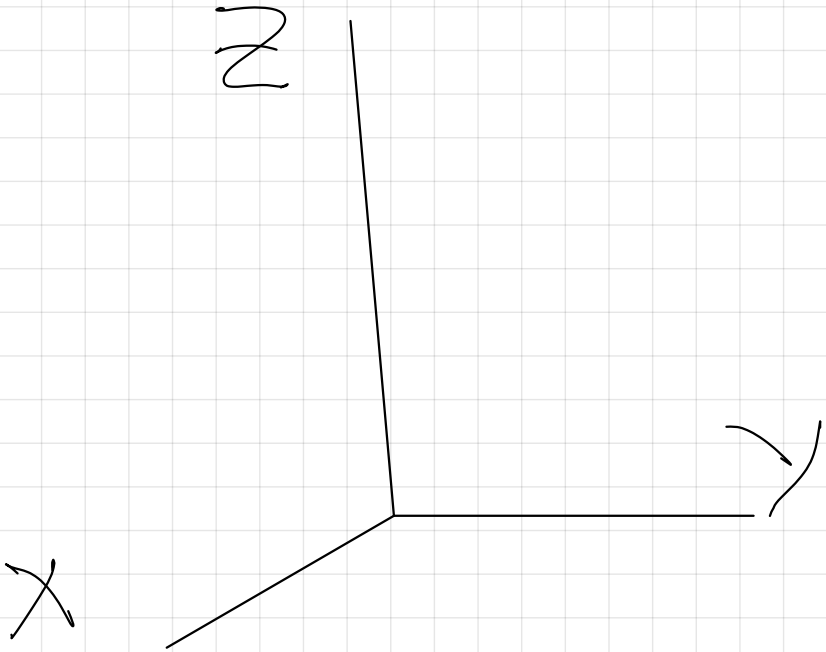
$W_{A \to B} = q \cdot (V_A - V_B) > 0$ Espontáneamente

(+) (−)

$V_A < V_B$

Se mueve en el orden creciente de potenciales

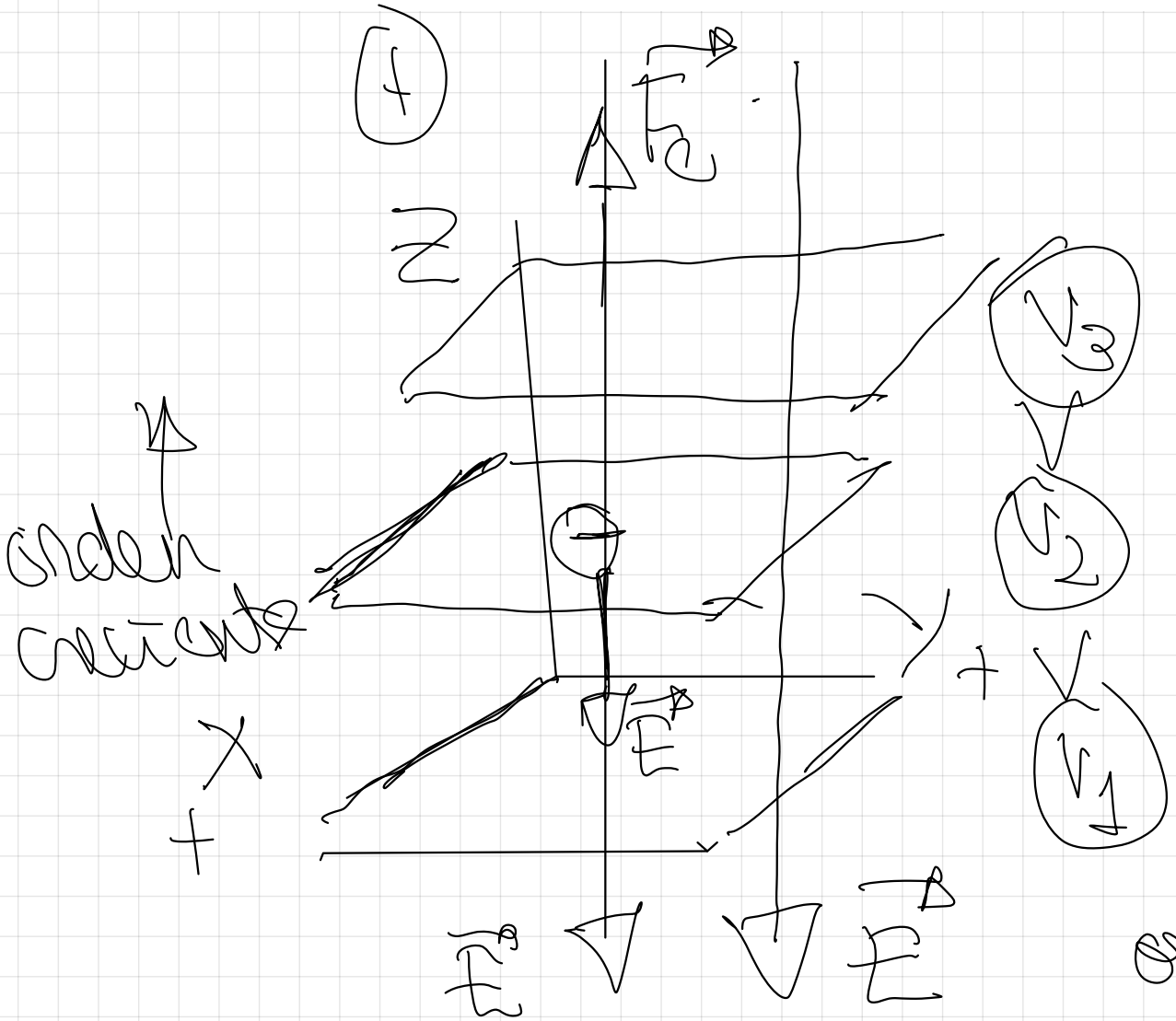

Y
X
Z


Z
Y
X

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

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

+ +

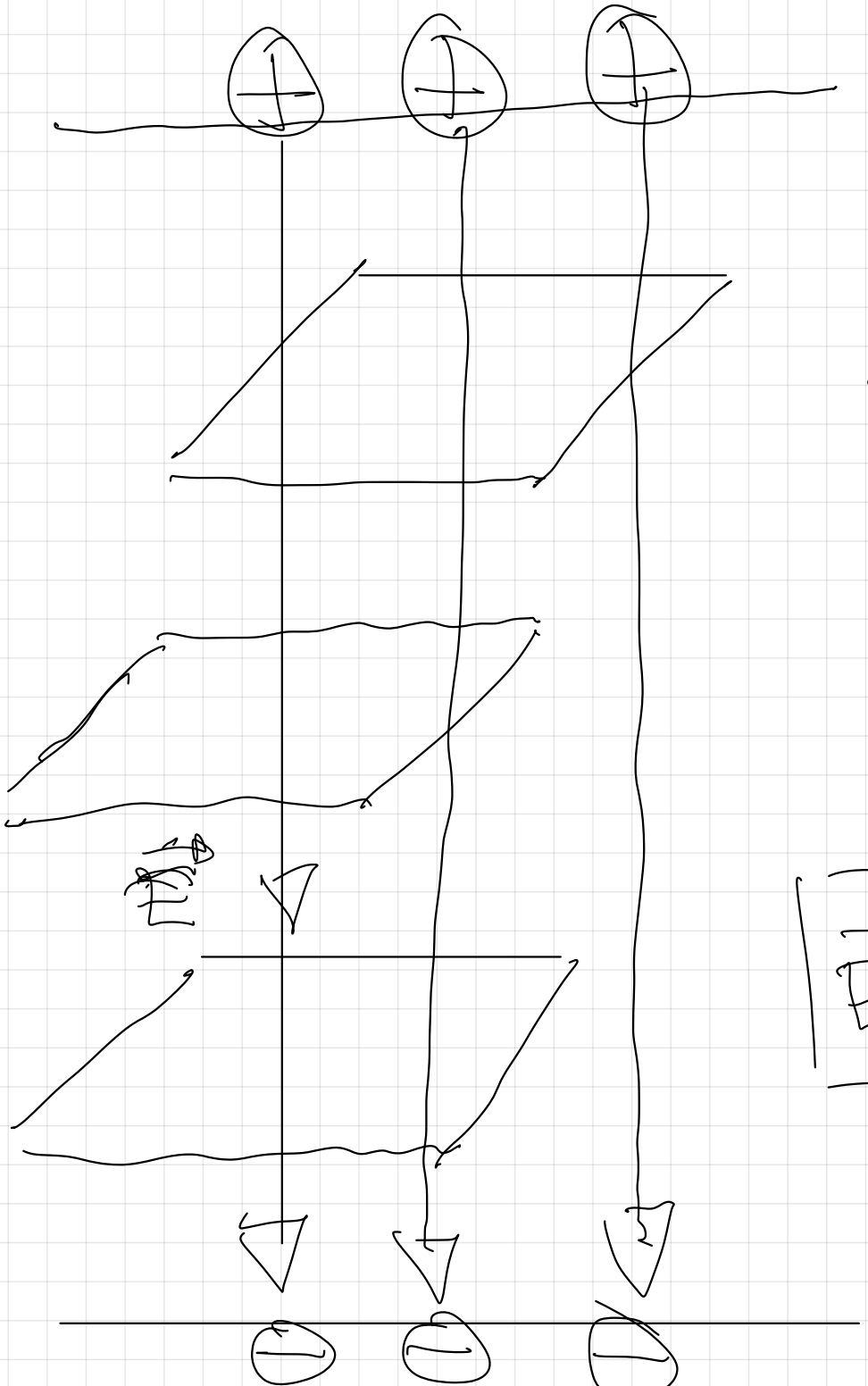
orden decreciente $V_A > V_B$

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

① ②

$$V_A < V_B$$

ordre croissant .



Líneas de campo paralelas significa que $\vec{E}$ uniforme.

$$\boxed{\vec{E} = \text{cte}}$$

↓

Se da con una distribución de

cargar.

Esta tarde 17:30 h reunión:
Microsoft teams, descargar aplicación.
Entrar en moodle y pinchar enlace.

Mañana 17:30 h examen en el mismo aula que el anterior.

Tandas de ejercicios

2020 - 2021 → Resolució camp gravitatori.

Resolució 1 i 2.

PEVAU GRAVITACIÓ

Simulacre examen gravitatori.

14.- Para mover un electrón desde un punto A hasta otro B se debe realizar un trabajo de $8 \cdot 10^{-15}$ J por parte de las fuerzas del campo

a) Calcular la diferencia de potencial entre esos dos puntos

b) ¿Cuál de ellos estará a un potencial más alto?

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

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



A B

$W_{A \to B} = 8 \cdot 10^{-15}\,J$ (espontáneo)

$(V_A - V_B)$

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

Se sustituye cada carga por su valor.

$$(V_A - V_B) = \frac{W_{A \to B}}{q} = \frac{8 \cdot 10^{-15}\,J}{16 \cdot 10^{-19}\,C} = 5 \cdot 10^4 \frac{J}{C} = 5 \cdot 10^4\,V$$

$$V_A - V_B = -5 \cdot 10^4\,V.$$



$W = q \cdot (V_A - V_B) > 0 \rightarrow$ Espontánea

$(-)$ $(-)$

$V_A - V_B < 0$

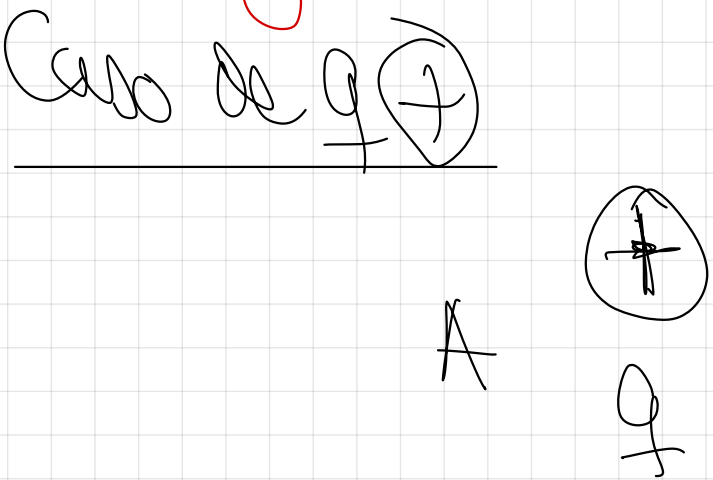
$V_A < V_B$

B está a un potencial mayor.
Las cargas se desplazan espontáneamente
en el orden de los potenciales crecientes

> **17.-** a) Razone si la energía potencial electrostática de una 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.

Truquito: En el apartado a) la ecuación es fácil que estudian para una carga q positiva y para otra carga q negativa.

Caso de q+



Como varía la E_p.

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

Otra forma:

$$E_p = q \cdot V$$

(+) (+)

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

$E_{pA} = q \cdot V_A$ $\quad V_A > V_B$

(+)

$E_{pB} = q \cdot V_B$

(+)

$E_{pA} > E_{pB}$

la E_p ↓

↓

$-\Delta E_{p\, A \to B} > 0$

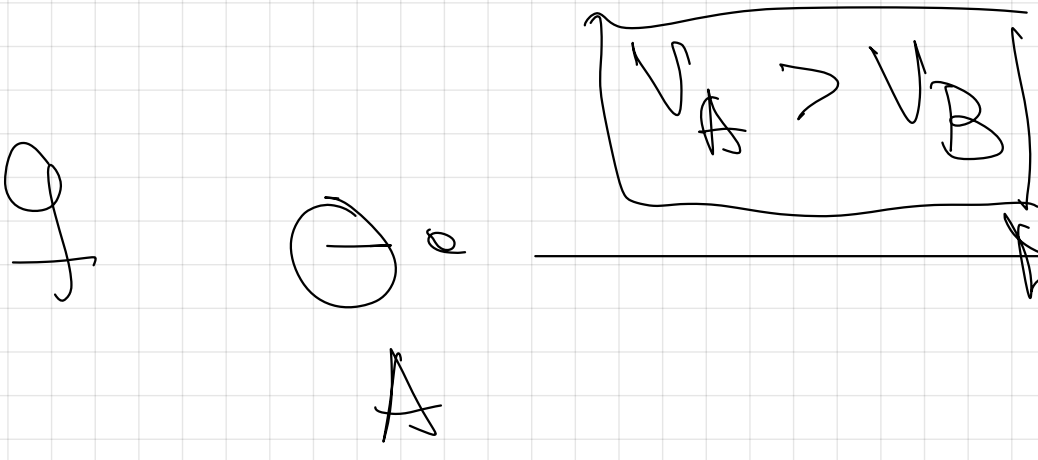
$E_{pA} - E_{pB} > 0$

$-(E_{pB} - E_{pA}) > 0$

$E_{pA} > E_{pB} \to$ la E_p ↓

la E_p disminuye

Para el caso de una carga negativa,



¿Como varía la E_p?

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

(−) (+)

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

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

Otra forma.

$$E_p = q \cdot V.$$

$$E_{pA} = q\, V_A$$

(−) (+)

$- \Delta E_{pA \to pB} < 0$

$- (E_{pB} - E_{pA}) < 0$

$E_{pA} - E_{pB} < 0$

$E_{pA} < E_{pB}$

La E_p aumenta.

$V_A > V_B$

$E_{pB} = q V_B$

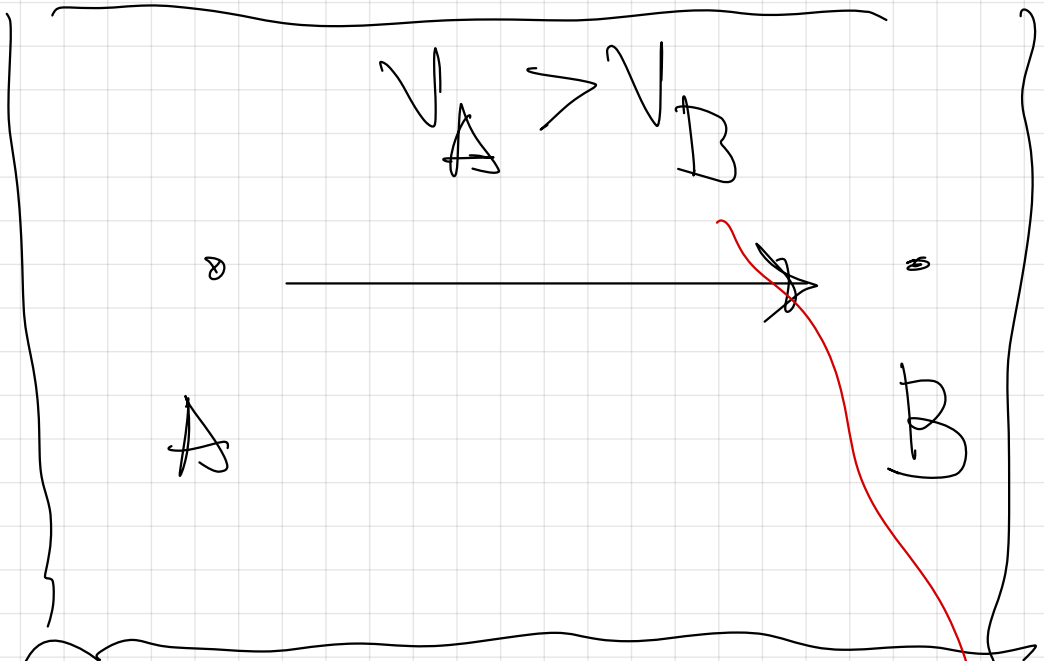
$\Delta E_{pA} < E_{pB}$

$E_{pA} < E_{pB}$

La E_p aumenta.

b)

Condición fija.



Si Q hace Θ +

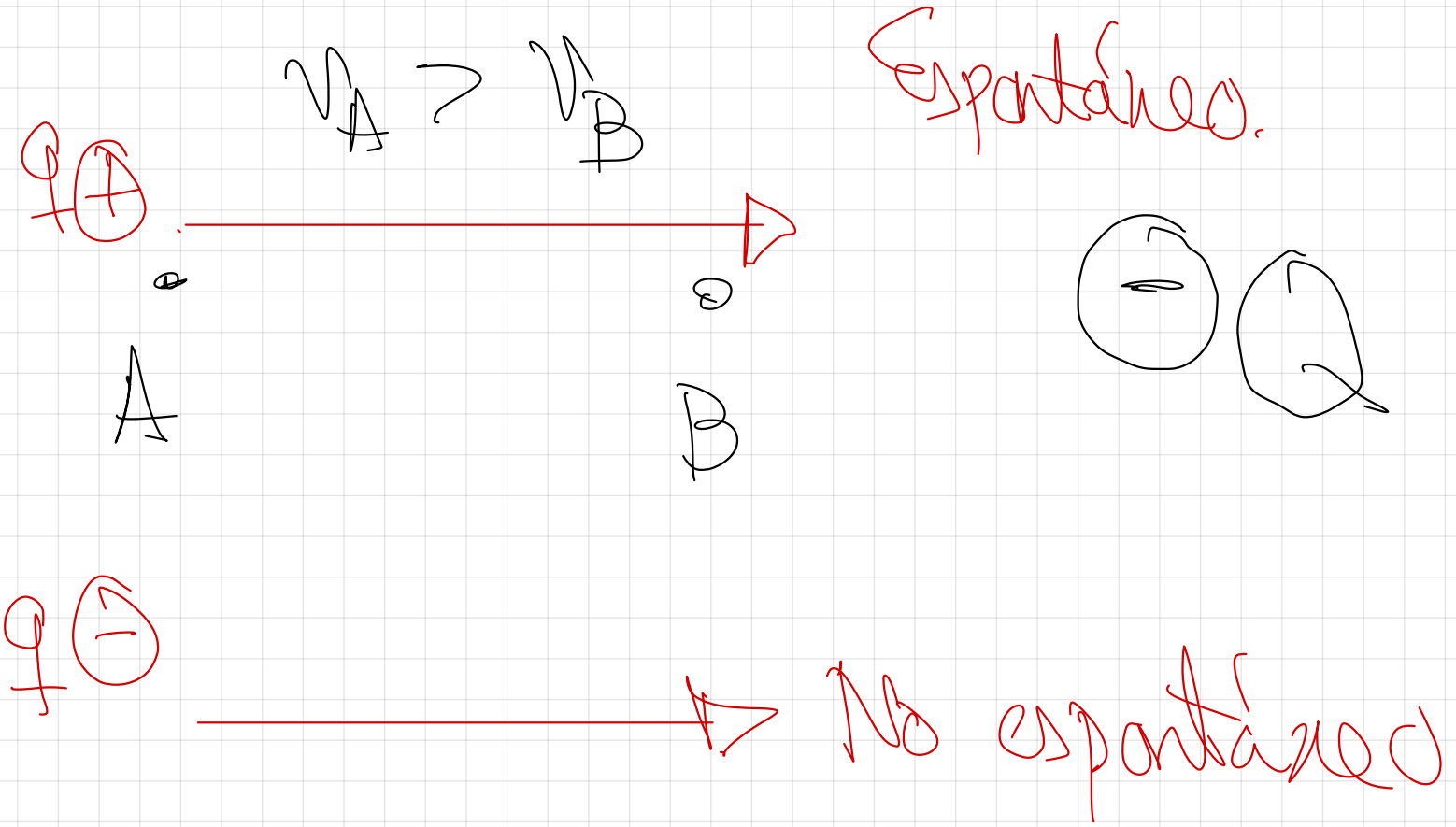
$$V = K \cdot \frac{Q}{r_{AP}}$$

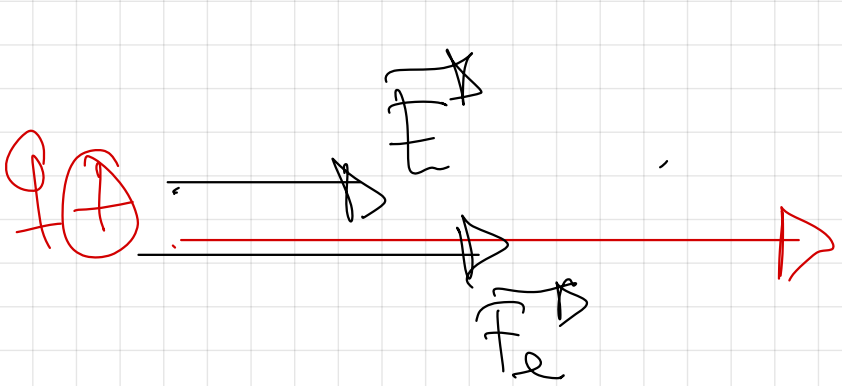
No es lo que dice el problema.

$V_A < V_B$

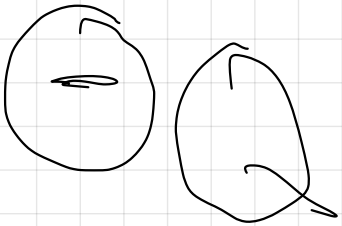
Si Q pasa ⊖ → la carga es negativa

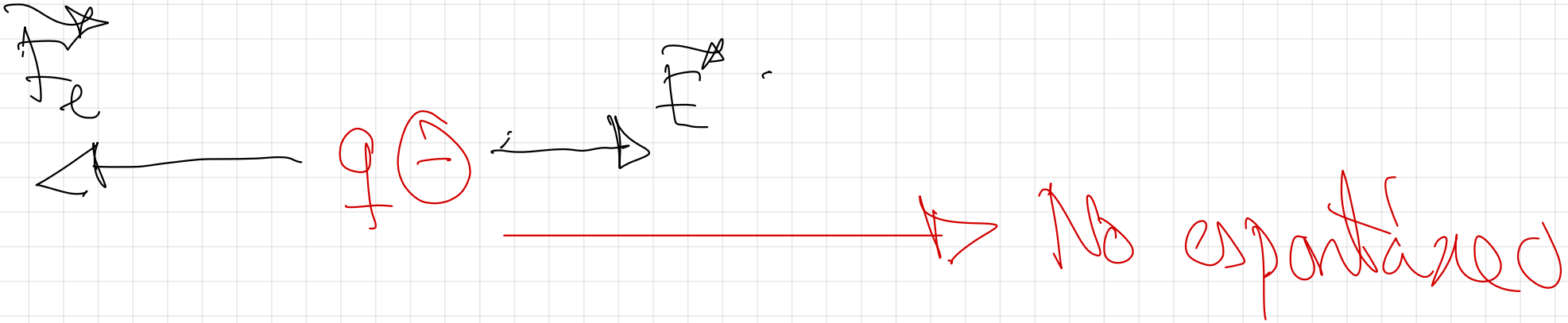
$V = K \cdot \frac{Q}{r}$ → $V_A > V_B$


$V_A > V_B$
Espontâneo.
+Q
A
B
−Q
+Q
Não espontâneo



Espontâneo.



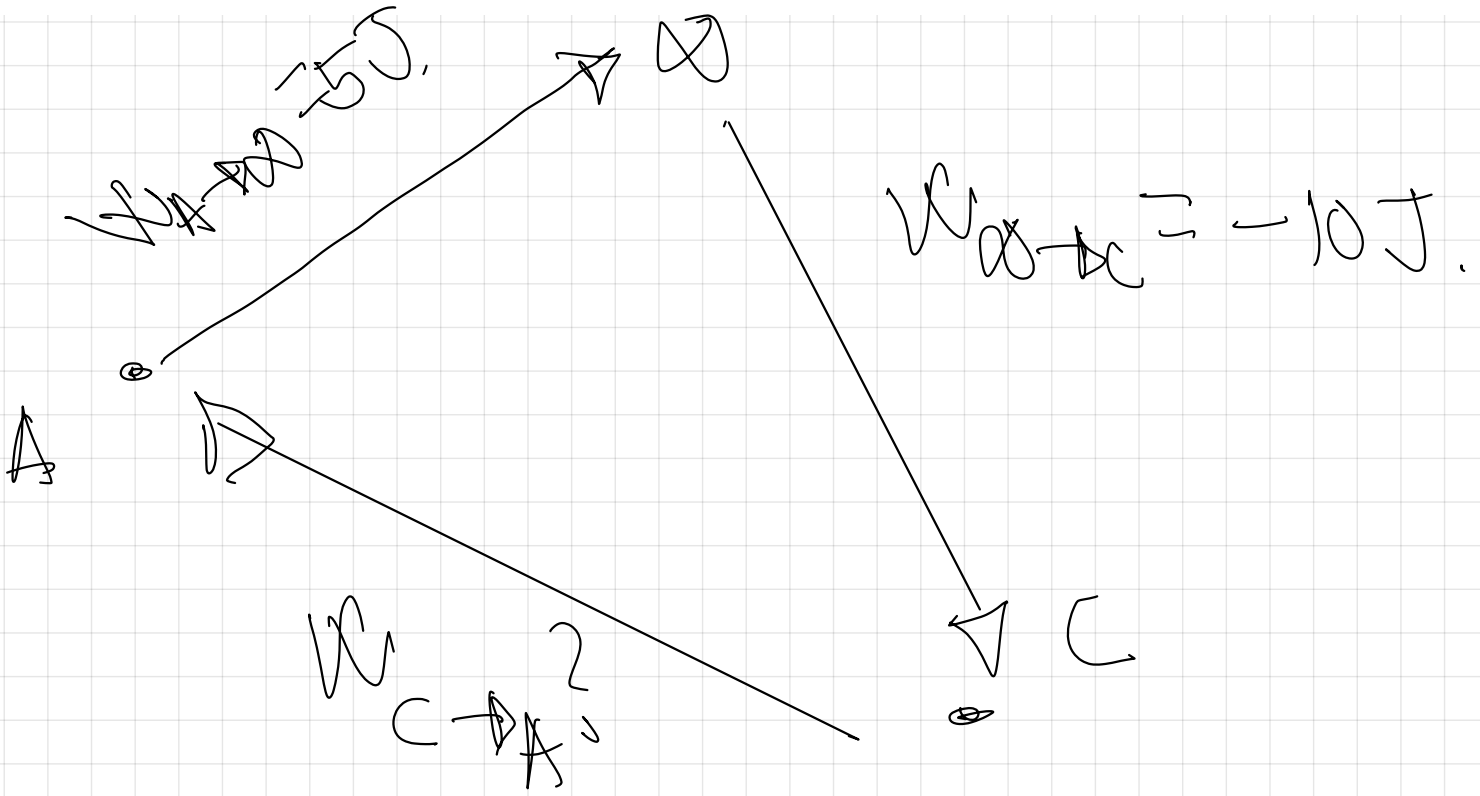


Não espontâneo

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?



a) El campo electrostático es conservativo el trabajo es independiente de la trayectoria.

En la trayectoria cerrada.

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

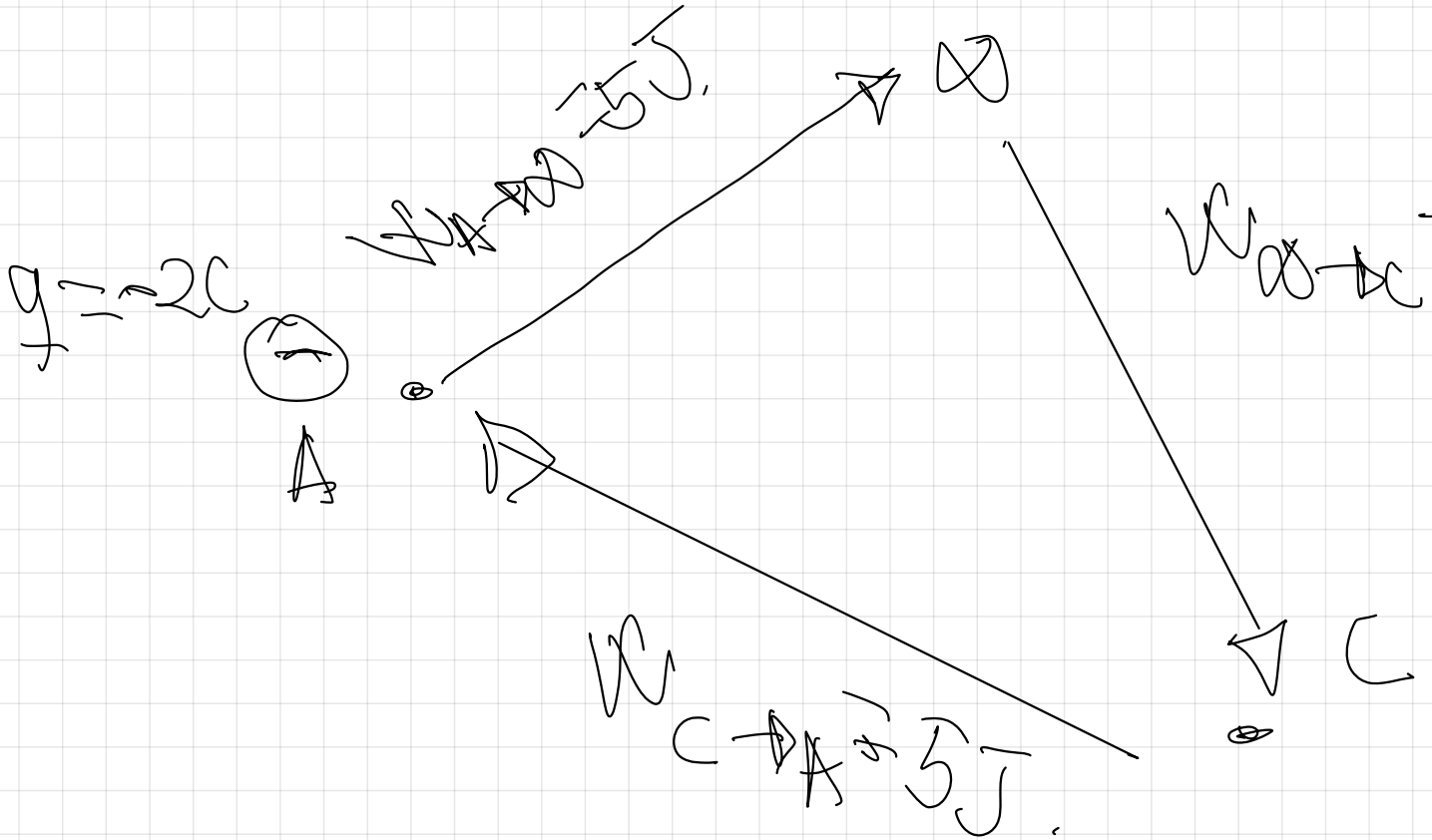
$$W = q \cdot (V_f - V_i) = 0$$

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

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

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

$V_D = 0$ → P_D definition



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

$$W_{A\to\infty} = q\cdot V_A$$

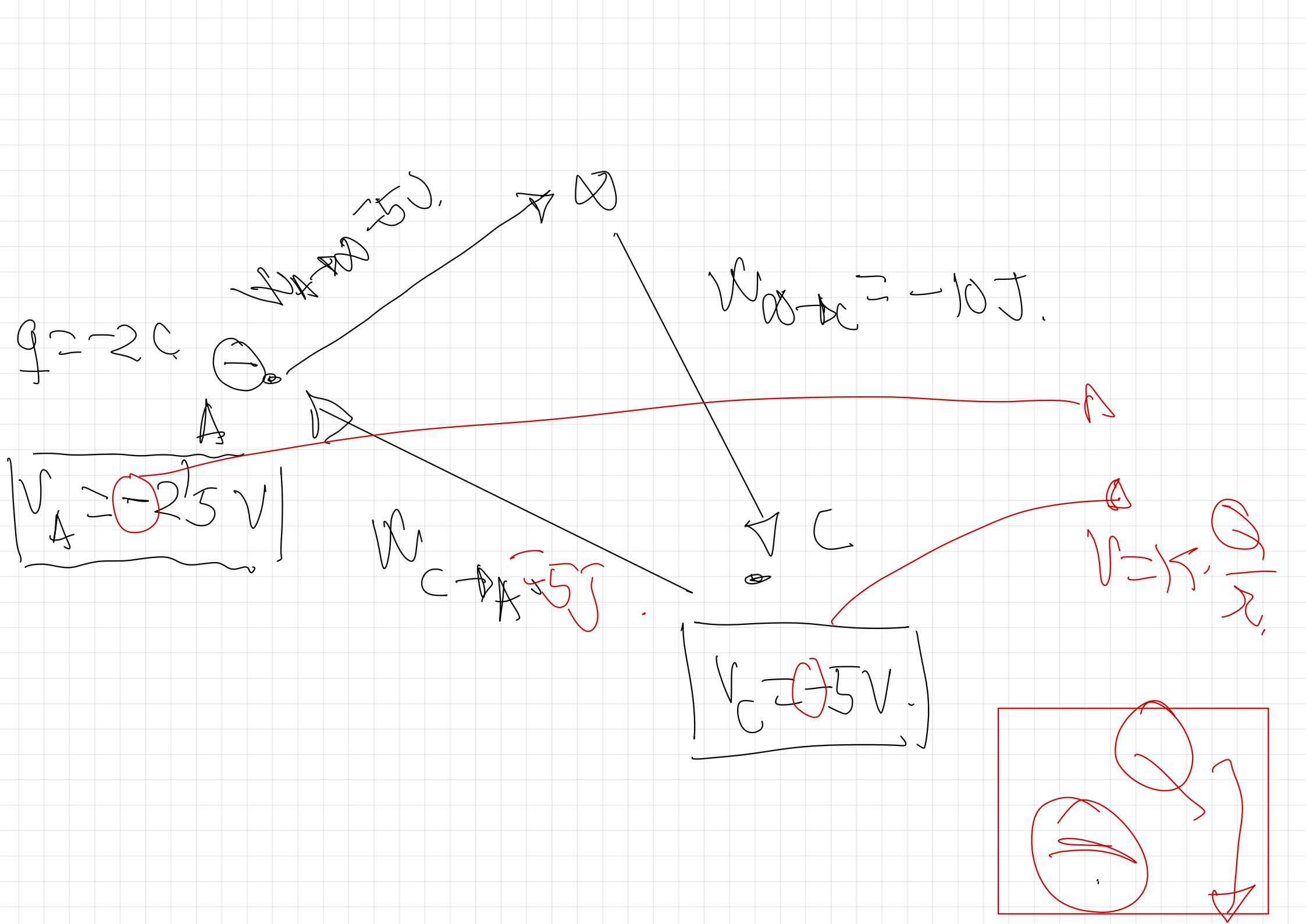
$$V_A = \frac{W_{A\to\infty}}{q} = \frac{5\,J}{0{,}2\,C} = \boxed{-25\,V}$$

Magnitud escalar.

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

$$W_{\infty \to C} = -q \cdot V_C$$

$$V_C = \frac{W_{\infty \to C}}{-q} = \frac{-10\,J}{-(-2\,C)} = -5\,\frac{J}{C} = -5\,V$$


$W_{A \to B} = -5\,J.$
$W_{B \to C} = -10\,J.$
$q = -2\,C.$
A
B
C
$V_A = -2.5\,V$
$W_{C \to A} = 5\,J.$
$V_C = 5\,V.$
$V = 1\,V.$

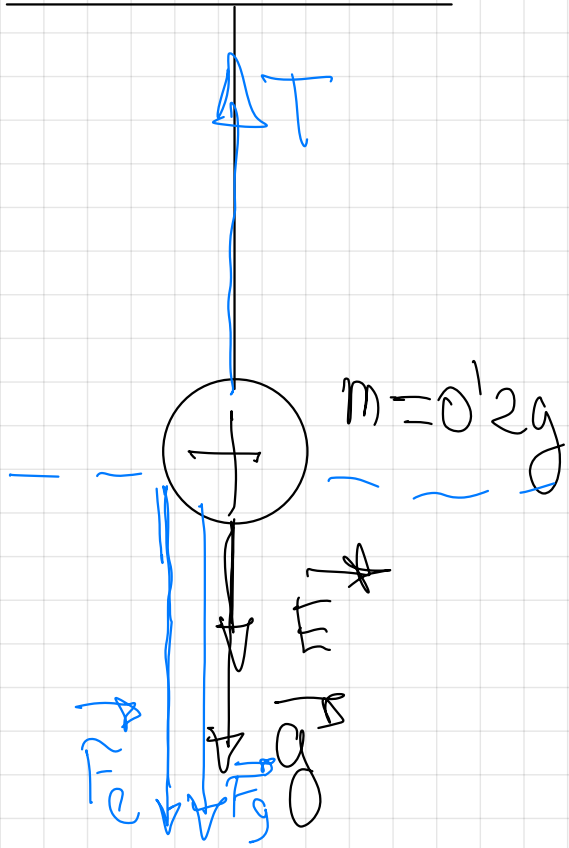
los potenciales los crea una única carga Q. Si estos son negativos (magnitud escalar), la única opción es que los cree una carga Q negativa.

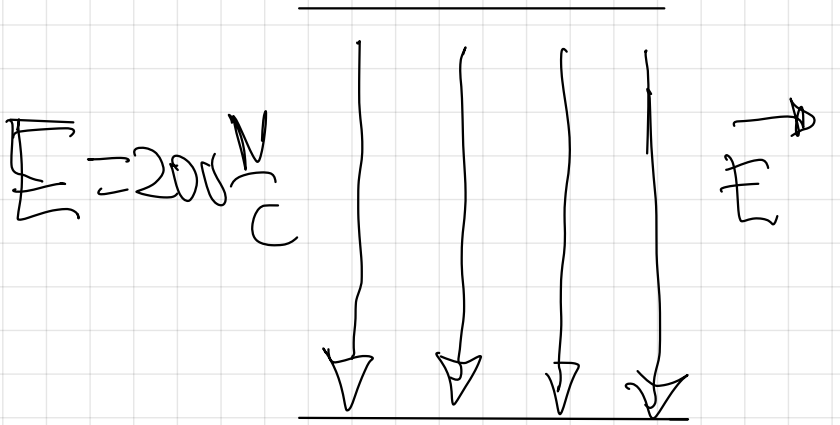
39.- Una bola de 0,2 g de masa y una carga de $5 \cdot 10^{-6}$ C está suspendida por un hilo en el interior de un campo eléctrico uniforme E=200N/C dirigido en la dirección del eje OY hacia abajo. Sabiendo que g=10 $m \cdot s^{-2}$, calcular la tensión del hilo si la masa permanece en reposo en los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

a) Si la carga es positiva

b) Si la carga es negativa

c) Si se pierde la carga



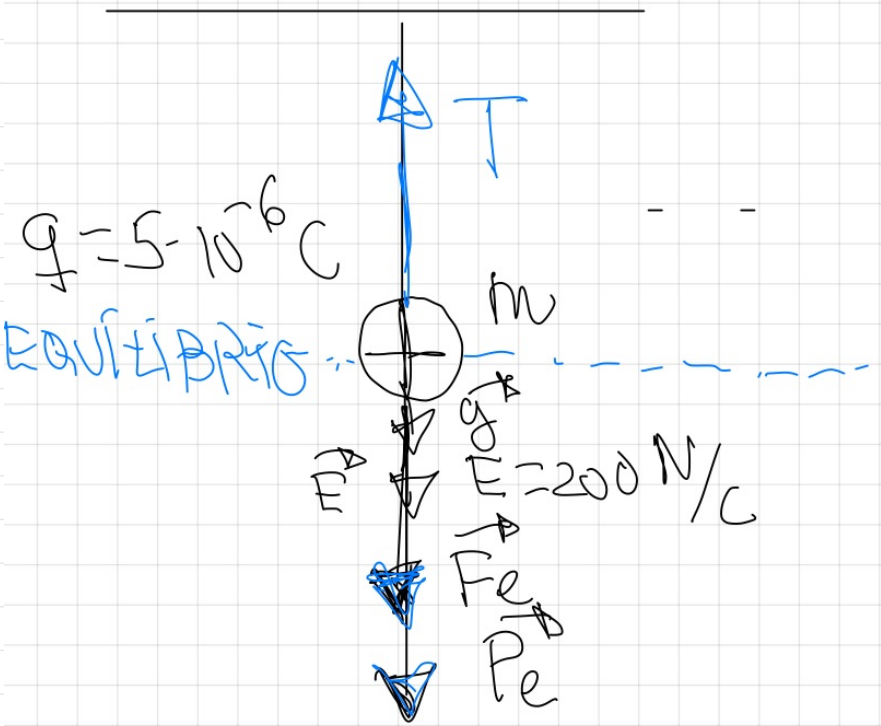


REPOSO

$T = P + F_e$

$T = m \cdot g + q \cdot E$

a) Si la carga es positiva
b) Si la carga es negativa
c) Si se pierde la carga



a)

$P = m \cdot g = 2 \cdot 10^{-4}\,kg \cdot 10\,\frac{m}{s^2}$

$\boxed{P = 2 \cdot 10^{-3}\,N}$

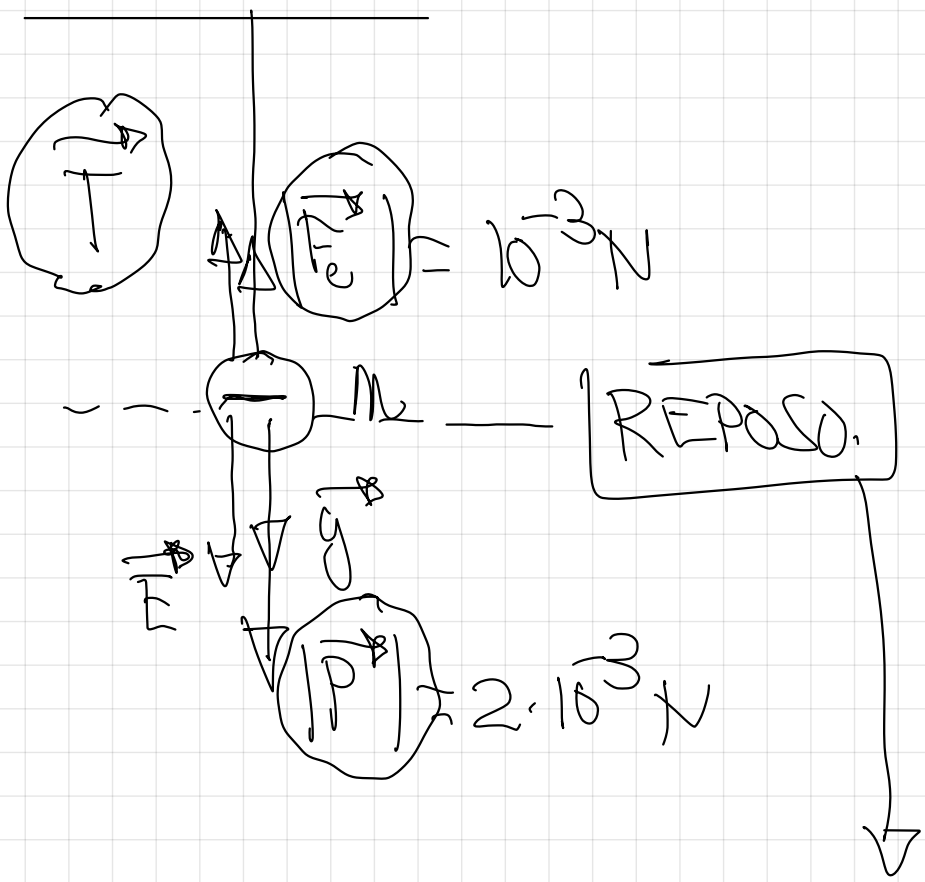
$F_e = q \cdot E = 5 \cdot 10^{-6}\,C \cdot 200\,\frac{N}{C}$

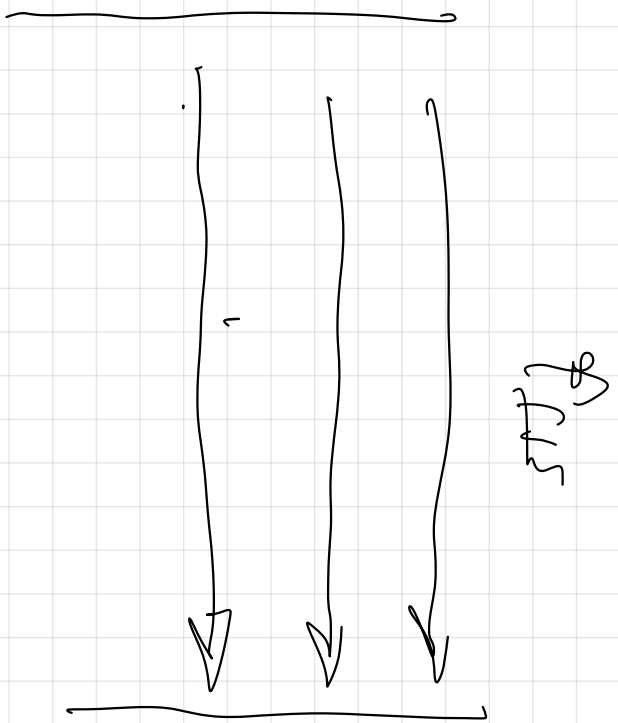
$\boxed{F_e = 10^{-3}\,N}$

$T = P + F_e$

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

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

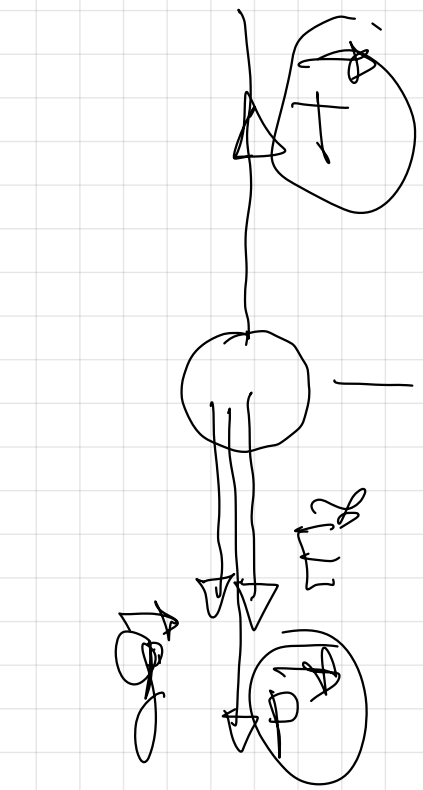




$$T + F_e = P$$

$$T = P - F_e$$

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



$$F_e = q \cdot E = 0.$$

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

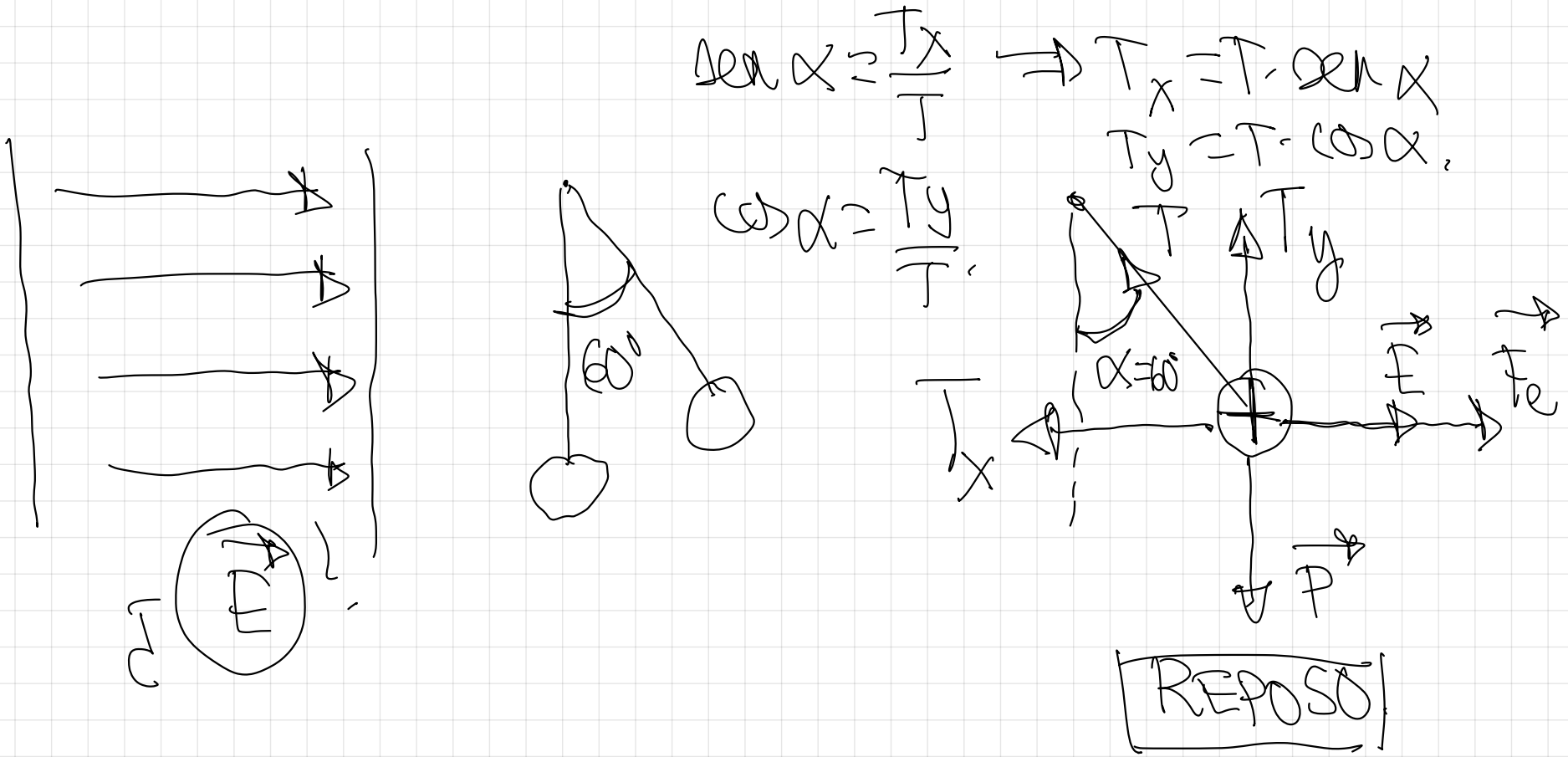
$$T = 2 \cdot 10^{-3} N.$$

c) Si se pierde la carga

40.- Una bolita de 1 g, cargada con $+5 \cdot 10^{-6}$ 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. $g=10\ ms^{-2}$



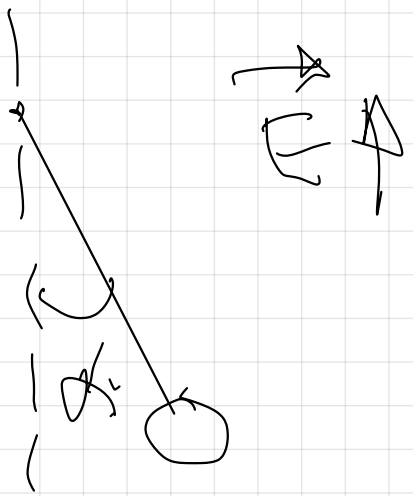
$$\text{eje } x \Rightarrow T_x = F_e \qquad \left.\begin{array}{l} T \cdot \operatorname{sen}\alpha = q\,E \\ T \cdot \cos\alpha = m \cdot g \end{array}\right\}$$

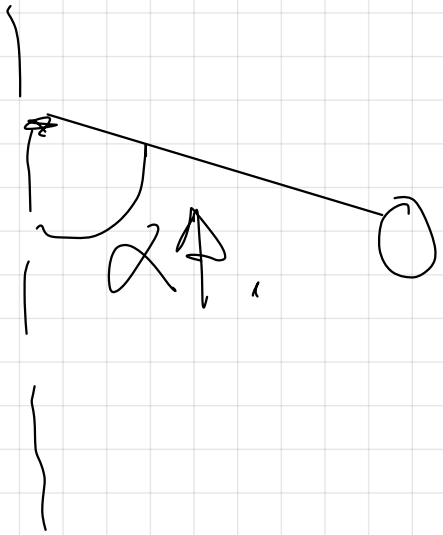
$$\text{eje } y \Rightarrow T_y = P$$

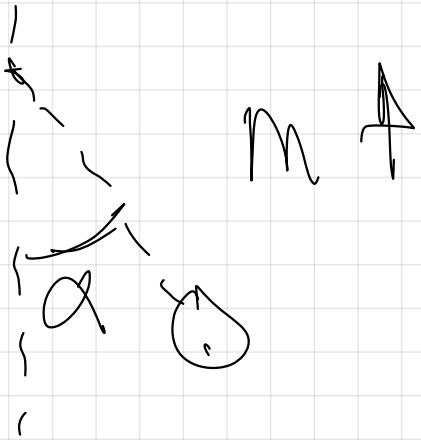
$$\frac{T \cdot \operatorname{sen}\alpha}{T \cdot \cos\alpha} = \frac{q \cdot E}{m \cdot g} \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}$$

$$E = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg}\alpha}{q} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot \operatorname{tg} 60^\circ}{5 \cdot 10^{-6}} = 3400\ \frac{N}{C}$$

b)









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

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

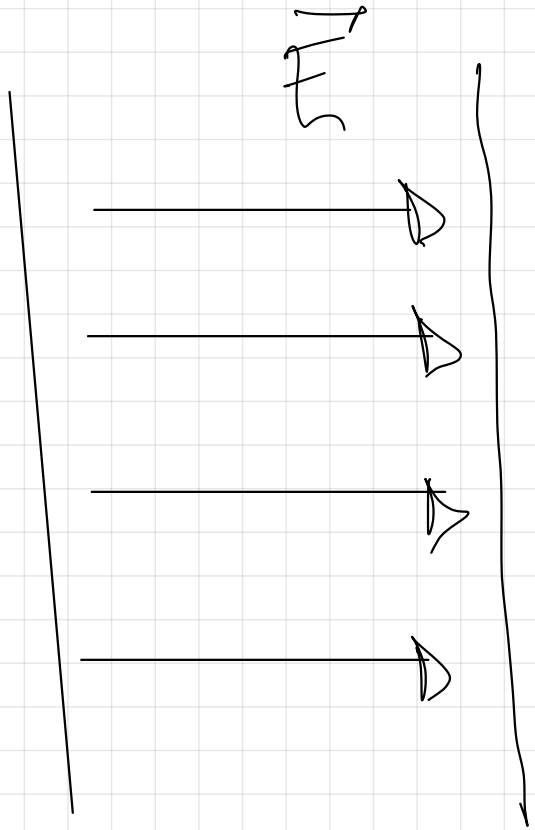
$$\downarrow tg\,\alpha = \frac{q \cdot E}{\uparrow m\,g} \Rightarrow \alpha \downarrow$$

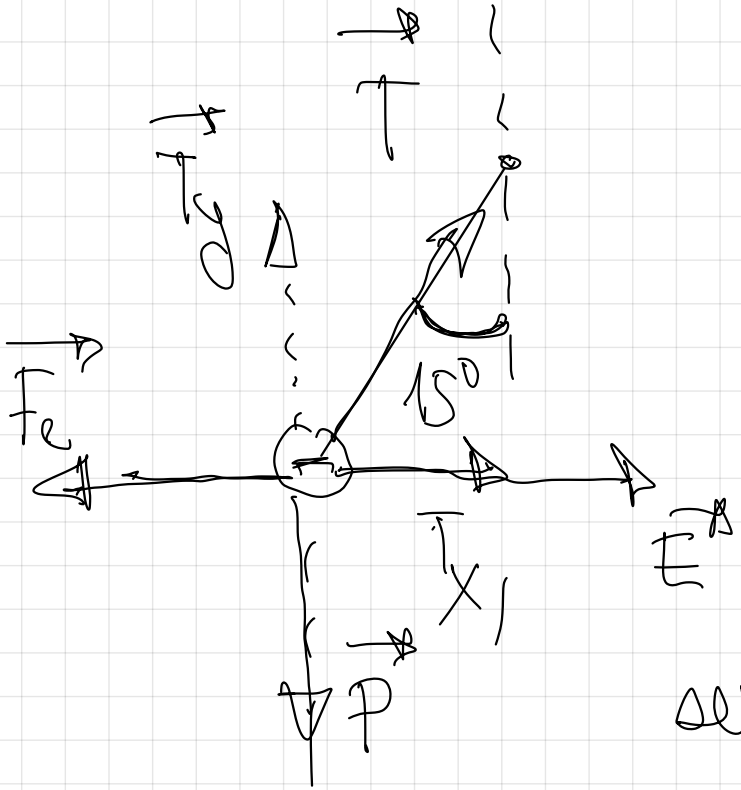
43.- Una bolita de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y, al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de 1000 N C- 1, el hilo forma un ángulo de 15º con la vertical.

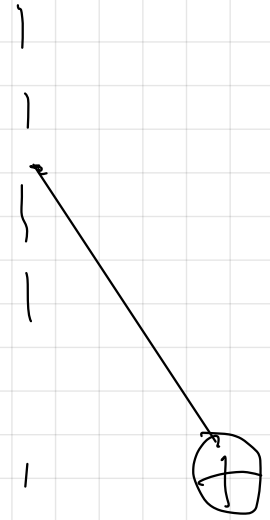
a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine su carga eléctrica.

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

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







$\sin 15° = \frac{T_x}{T}$ $T_x = T \cdot \sin 15°$

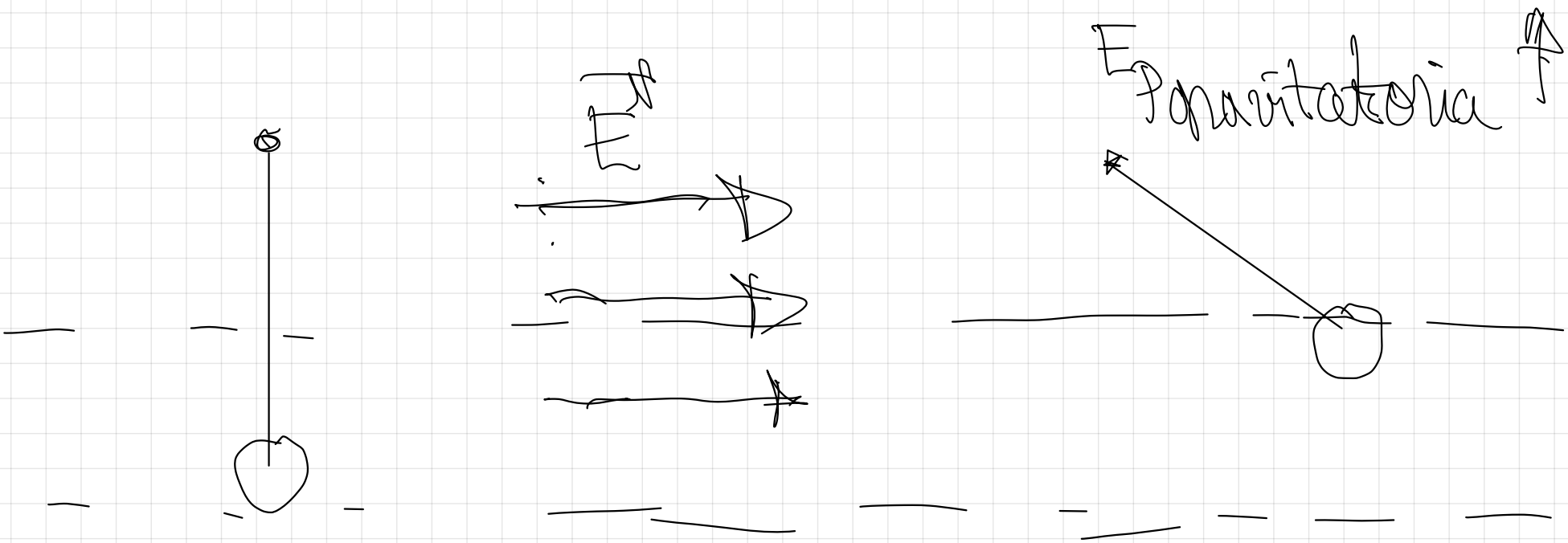
$\cos 15° = \frac{T_y}{T}$ $T_y = T \cdot \cos 15°$

$$\left.\begin{array}{l} \text{eje x} \quad T_x = F_e \\ \text{eje y} \quad T_y = P \end{array}\right\} \qquad \left.\begin{array}{l} T \cdot \sin 15° = q \cdot E \\ T \cdot \cos 15° = m \cdot g \end{array}\right\}$$

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

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

$$q = 5{,}36 \cdot 10^{-6}\ \text{C} \rightarrow \text{Es su valor absoluto.}$$



$$-\Delta E_{\text{Eléctrica}} = \Delta E_{\text{gravitatoria}}$$

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 10^5 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? para obtener la misma velocidad

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

$V_A - V_B$ $\quad 10^5 V = 100.000 \frac{J}{C}$



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

(+) (+)

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

(−) (−)

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

$v_0 = 0 \quad \frac{m}{s}$

$v^2 \cdot$ (+)

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

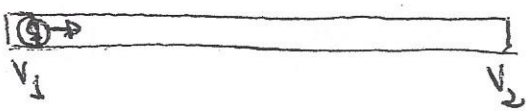
$$q \cdot (V_A - V_B) = \frac{1}{2} m_e v_B^2 - \frac{1}{2} m_e \cdot v_A^2$$

$$-1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot \left(-10^5 \frac{J}{C}\right) = \frac{1}{2} \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot v_B^2 = \frac{1}{2} 9{,}1 \cdot 10^{-31} (v_B^2$$

$$v_B = 1{,}87 \cdot 10^8 \ m/s$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \ m/s.$$

(19)



a) La diferencia de potencial entre los extremos hace que esta carga se desplace espontáneamente desde el extremo 1 al extremo 2 del tubo.

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

$-\Delta E_{p_{1\to 2}} = W_{1\to 2} = \Delta E_{c_{1\to 2}} \Rightarrow$ La partícula disminuye su E_p eléctrica, y mediante la realización de un trabajo espontáneo por parte de las fuerzas del campo eléctrico existente, la disminución de energía potencial pasa a incremento de energía cinética. Si la partícula aumenta su energía cinética, ello significa que habrá aumentado de velocidad, y por tanto habrá sido acelerada

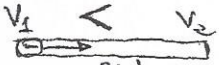
b) $W_{1\to 2} = \Delta E_{c_{1\to 2}}$



$W_{1\to 2} = q\cdot(V_1 - V_2) > 0 \Rightarrow$ El trabajo ha de ser espontáneo.

(electrón) $\ominus$ · $\ominus$ → La diferencia de potencial $V_1 - V_2$ ha de ser negativa también, por eso la diferencia de potencial que nos dan de 10^5 V ha de ser $V_2 - V_1 = 10^5$ V para que $V_1 - V_2 = -10^5$ V

$\boxed{V_1 < V_2}$



Orden creciente de potenciales

$W_{1\to 2} = \Delta E_{c_{1\to 2}}$

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

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

$v_2 = 1'87\cdot 10^8 \frac{m}{s}$

c) Se habría que modificar la experiencia ya que para acelerar espontáneamente una carga positiva el orden de potenciales tendrá que ser inverso $W_{1\to 2} = q\cdot(V_1 - V_2) > 0$

Luego si ahora $V_1 - V_2 > 0 \Rightarrow \boxed{V_1 > V_2}$,

(+) (espontáneo) (+) (+)



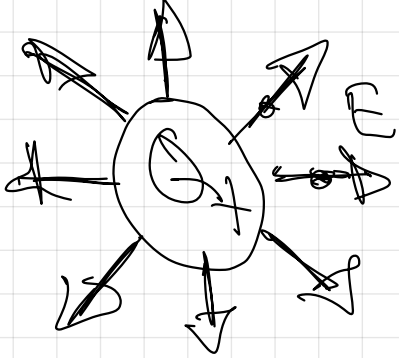
El orden de potenciales tendrá que ser inverso al anterior, haciendo que el potencial en el extremo de partida sea mayor que en el extremo de llegada,

Al igual que antes:

$-\Delta E_{p_{1\to 2}} = \boxed{W_{1\to 2} = \Delta E_{c_{1\to 2}}} \Rightarrow$ $q\cdot(V_1 - V_2) = \frac{1}{2} m_p\cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m_p\cdot v_1^2$

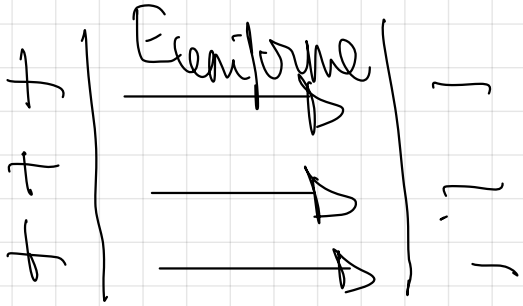
$q\cdot(V_1 - V_2) = \frac{1}{2} m_p\cdot(v_2^2 - v_1^2)$

$v_2^2 - v_1^2 = \frac{q\cdot(V_1 - V_2)}{\frac{1}{2} m_p}$ → Al ser $m_p > m_e$, para que el incremento de velocidad sea el mismo, la diferencia de potencial ha de ser mayor, o la ... ha de ser menor,



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

NO UNIFORME



VÁLIDO TANTO PARA CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME COMO PARA CAMPO ELÉCTRICO NO UNIFORME

$\Rightarrow \Delta E_{P\ A\to B} = W_{A\to B} = \Delta E_{C\ A\to B}$

$$\begin{cases} W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B) \\ W_{A\to B} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 \end{cases}$$

PARA TODO

VÁLIDO SOLO PARA CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME

E uniforme (cte)

cte cte

$F = q \cdot E$

$W_{A\to B} = F \cdot d \cdot \cos\alpha$ (cte)

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

cte cte

$F = q \cdot E$

$\downarrow$

$F = m \cdot a$ (1 cte)

$\downarrow$

cte

$q \cdot E = m \cdot a$

MRUA

$v = v_0 + a \cdot t$

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

$v^2 = v_0^2 + 2as$

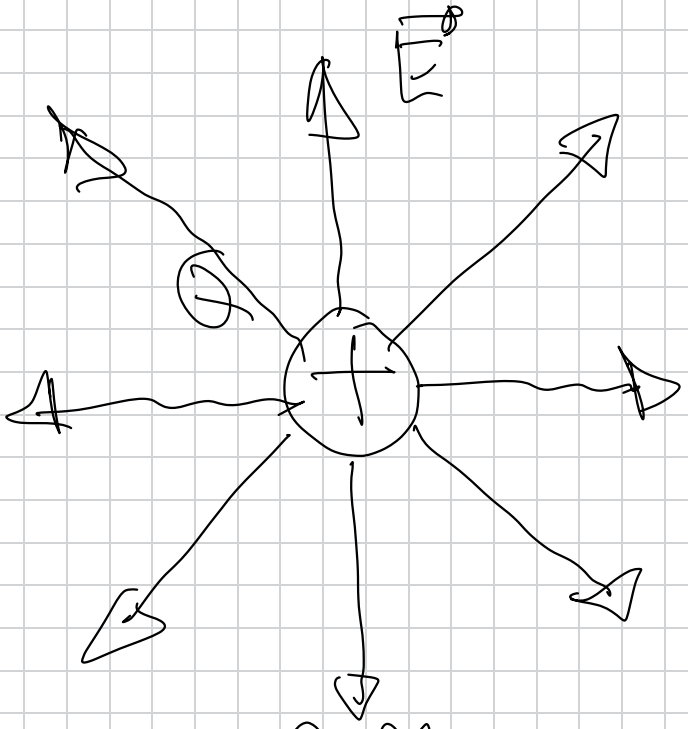
$W_{A\to B} = q \cdot (V_A - V_B)$

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

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

$V_A - V_B = E \cdot d$

$\vec{E}$ NO UNIFORME

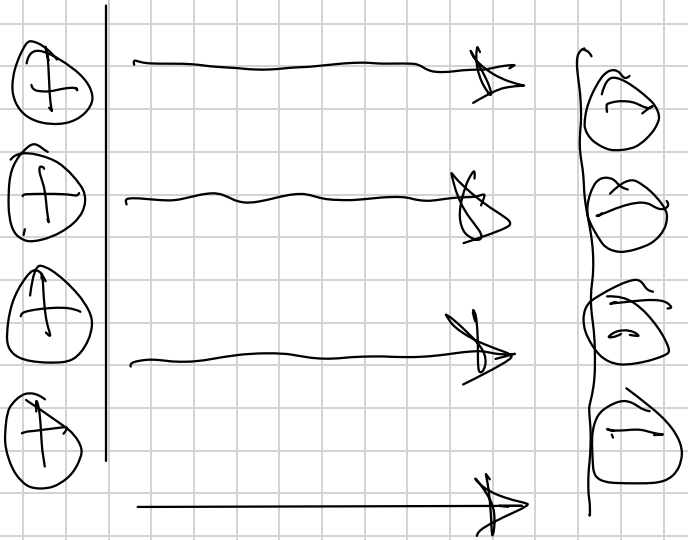


$$E = \frac{F}{q} = \frac{K \frac{Q q}{r^2}}{q} = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

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

CAMPO UNIFORME

$\vec{E}$ UNIFORME.



Líneas de campo paralelas

$\vec{E}$ uniforme.

NO UNIFORME

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

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

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

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

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

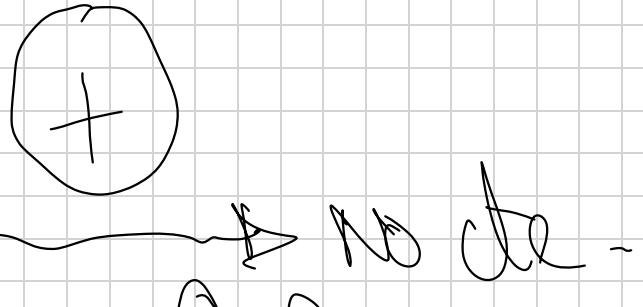
UNIFORME

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

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

$F = q \cdot E$ → No dc.

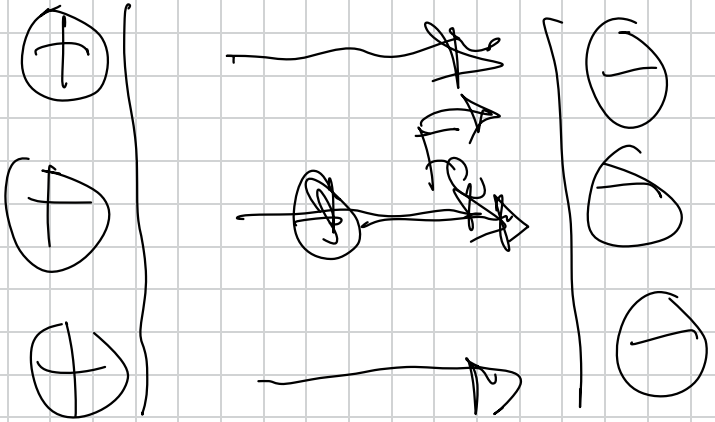




$F_c = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}$

UNIFORME.

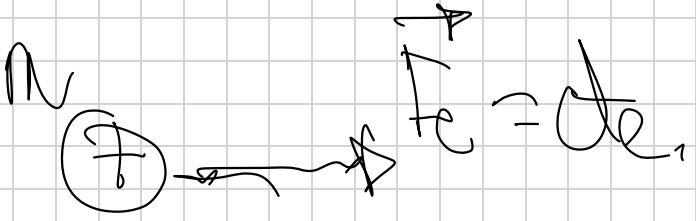
$\vec{E} = dc.$



$F = q \cdot E$

dect → dc

dc.



2ª ley de Newton.

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

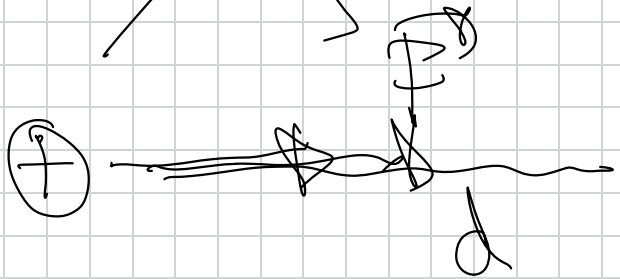
cte ⇓ cte ⇓ cte.

MRUA

$$F_{elect} = M \cdot a$$

cte cte cte

MRUA



$$W = F \cdot d \cdot \cos\alpha$$

A → B

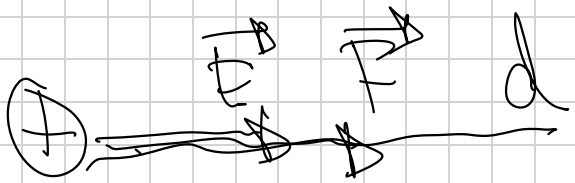
$$v = v_0 + a \cdot t$$

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

$$v^2 = v_0^2 + 2aS$$

$$W_{A \to B} = F_{el} \cdot d \cdot \cos\alpha$$

$$F_{el} = q \cdot E$$



$$W = q \cdot E \cdot d \cdot \cos\alpha$$

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

$\alpha = 0$

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

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

Si

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

Si

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

Solo en el caso de C. elect uniforme.

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

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

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

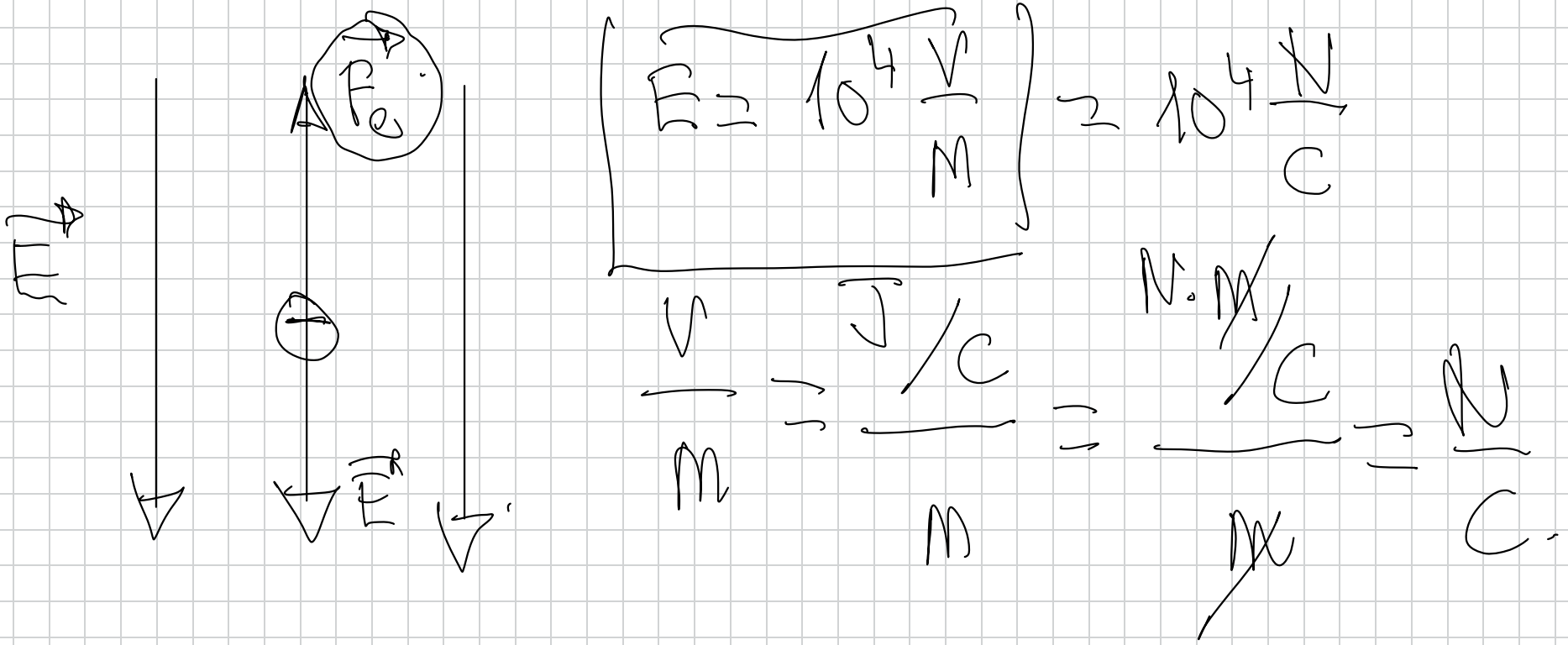
a) Calcular la fuerza ejercida por este campo sobre un electrón, indicando su dirección y sentido

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)

$e=1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-28}\ g$



Magnitud vectorial. $\vec{F_e}$

$$|\vec{F_e}| = |q| \cdot |\vec{E}| = 1'6 \cdot 10^{-19} C \cdot 10^4 \frac{N}{C} = 1'6 \cdot 10^{-15} N.$$

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

b)

$|\Delta \vec{r}_{CM}|$

$s = 0'9 m$

v.

$\vec{F_e}$

$v_0 = 0$.

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

MRUA $\Rightarrow$ Sí.

CINEMÁTICA.

$F = m \cdot a$

$m = 9'1 \cdot 10^{-28} g = 9'1 \cdot 10^{-31} kg$.

Calcula la a.

$$F_{elect} = m \cdot a,$$

$$a = \frac{F_{elect}}{m} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-15}\ N}{9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg} = 1{,}76 \cdot 10^{15}\ m/s^2.$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as.$$

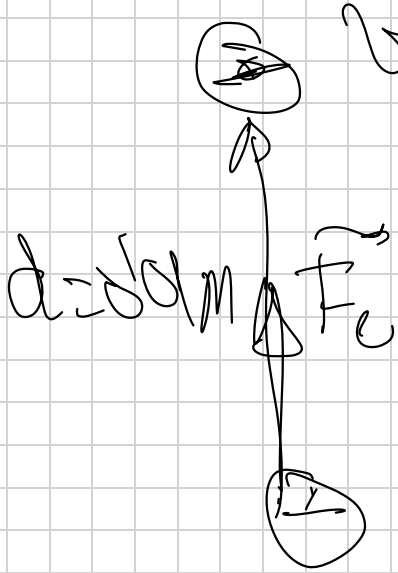
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2as}.$$

$$v = \sqrt{0 + 2 \cdot 1{,}76 \cdot 10^{15} \cdot 0{,}01}.$$

$$v = 5{,}93 \cdot 10^6\ m/s. \quad < \quad (3 \cdot 10^8\ m/s)$$

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

Otra forma.



$v = ?$

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

$F_e \cdot d \cdot \cos 0^\circ = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$ (70)

$\cos 0^\circ = 1$

$d = ?$

$q \cdot E$

Se el valor de F_e aplicado el principio.

$2 F_e \cdot d = m \cdot v_B^2$

$$v_B = \sqrt{\frac{2F_c \cdot d}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16 \cdot 10^{-15} \cdot 0{,}01}{9{,}11 \cdot 10^{-31}}} =$$

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

9)

$$E_c = \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2 = \frac{1}{2} 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot (5{,}93 \cdot 10^6)^2 =$$

$$= 1{,}6 \cdot 10^{-17} J$$

a) El tiempo que puede hacer por cinemática.

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

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

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{5{,}93 \cdot 10^6 \text{ m/s} - 0}{1{,}76 \cdot 10^{15}}$$

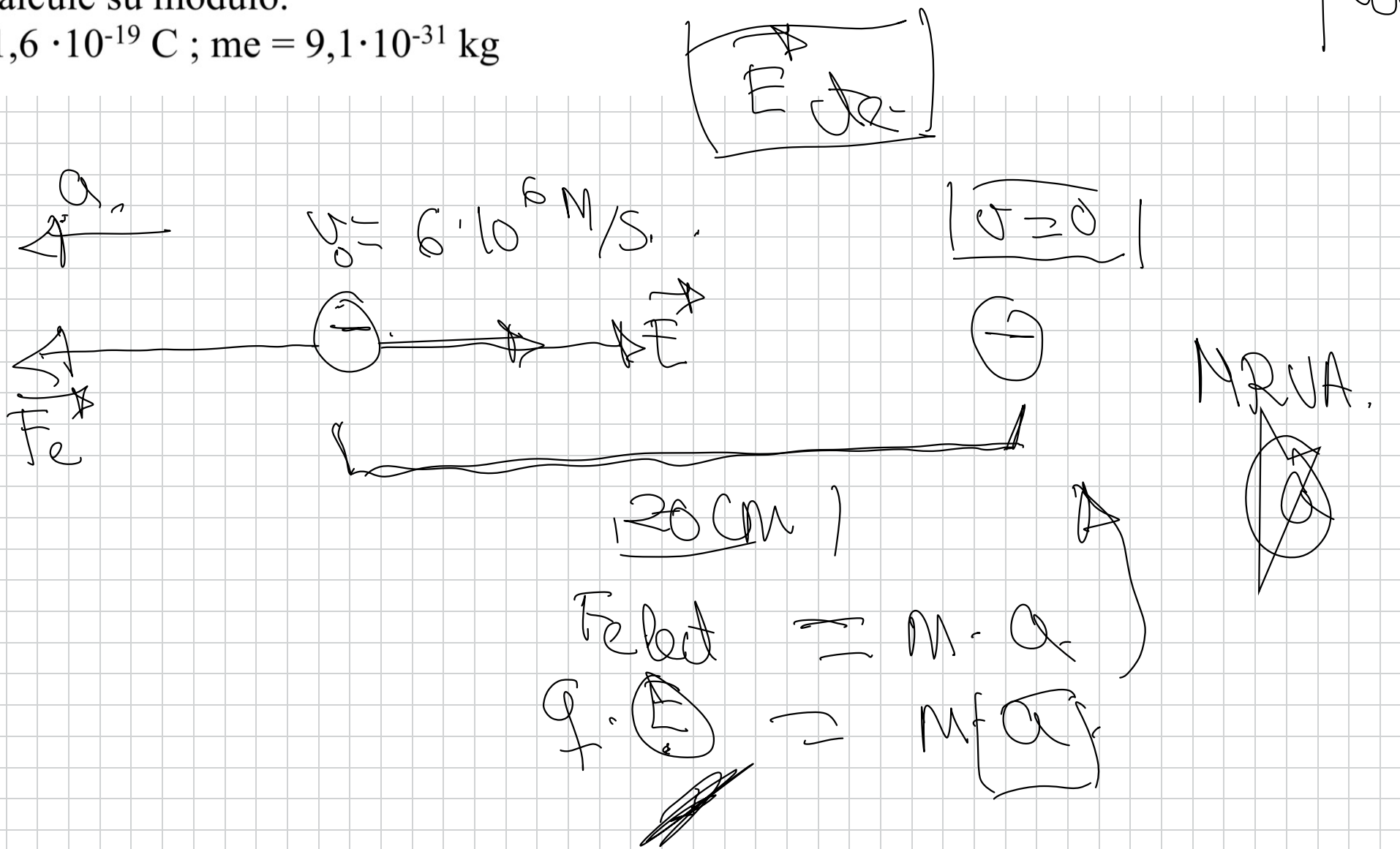
$$t = 3{,}37 \cdot 10^{-9} \text{ s} \quad [3{,}37 \text{ ns}]$$

45.-Un electrón, con una velocidad de $6 \cdot 10^6$ 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 ; $me = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg



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

$$\Downarrow$$

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

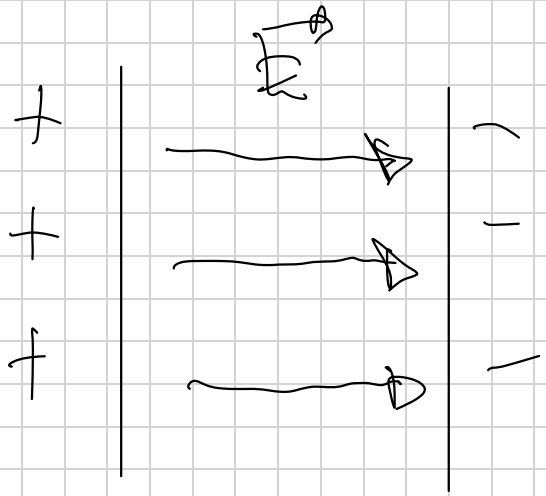
$$\text{F.D.d} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

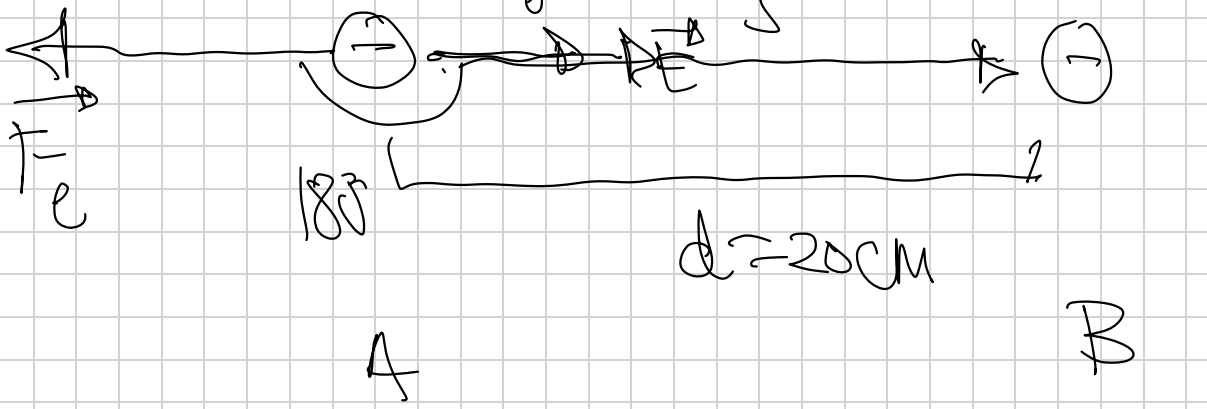
45.-Un electrón, con una velocidad de $6 \cdot 10^6$ m s^{-1}, penetra en un campo eléctrico uniforme y su velocidad se anula a una distancia de 20 cm desde su entrada en la región del campo.

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

b) Calcule su módulo.

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





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

$$F_e \cdot d \cdot \cos 180° \approx -1$$

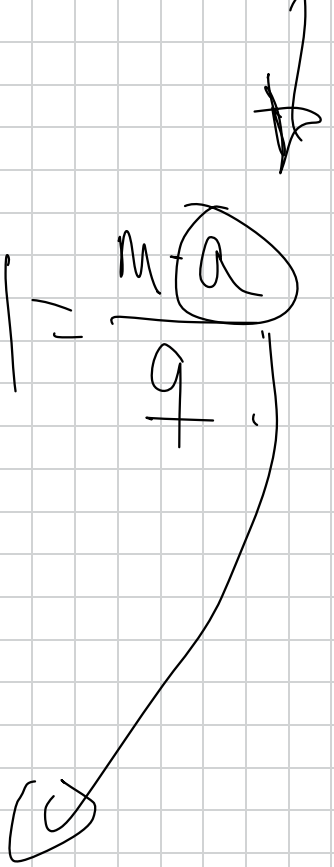
$$F_e = m \cdot a$$

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

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

$$|\vec{E}| = \frac{-\frac{1}{2} m_e v_A^2}{-q \cdot d} = 51'875 \frac{N}{C}$$

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



NRUA.

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

$$v^2 - v_0^2 = 2as.$$

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

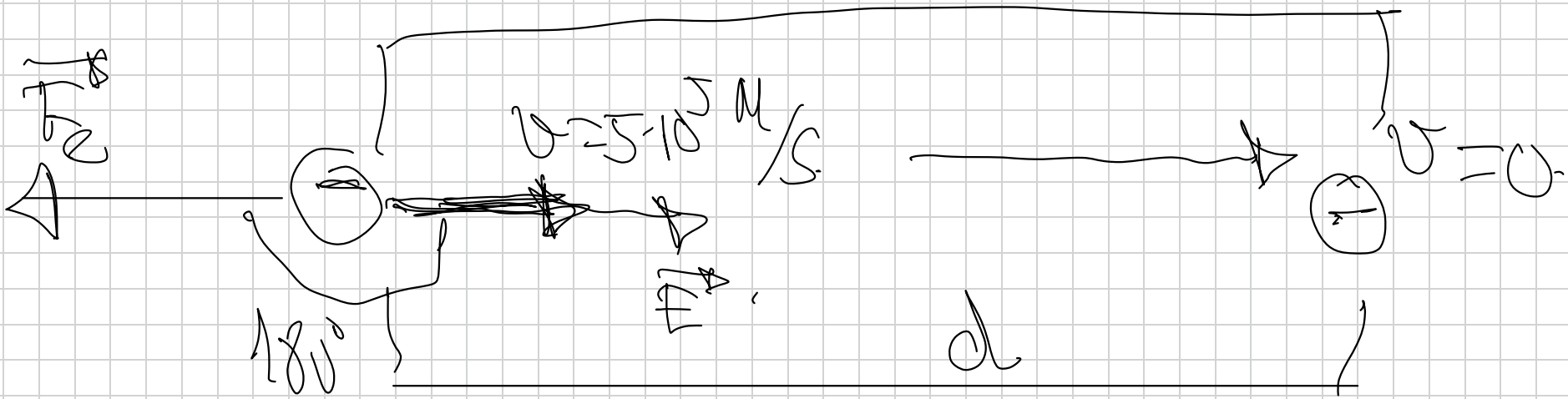
$$|\vec{E}| = \frac{m\,|\vec{a}|}{|q|} = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^{13}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 506{,}25\ \frac{N}{C}$$

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

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



$m_e \downarrow\downarrow\downarrow$ E_p gravitatoria despreciable.

$E_{c\downarrow} = E_{p\,\text{eléctrica}}\uparrow$

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

$\Delta E_{c\,A\to B} < 0.$ $\Delta E_{p\,A\to B} > 0.$

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

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

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

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

$$d = \frac{-\frac{1}{2} m v_A^2}{-q \cdot E} = \frac{\frac{1}{2} 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^7}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 50} = 0{,}094\ m$$

Otra forma.

$F_e = m \cdot a$.

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

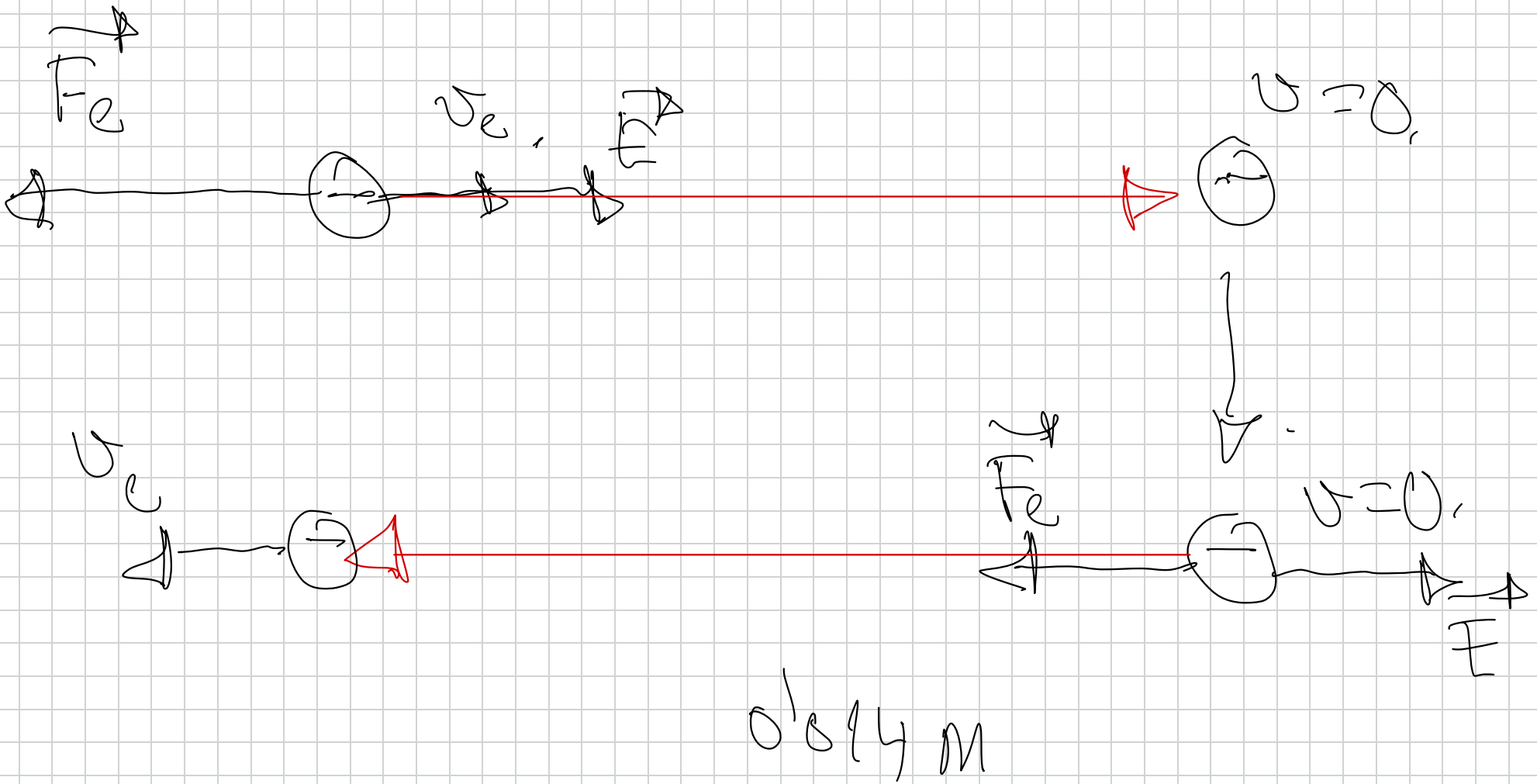
$a = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}{9'1 \cdot 10^{-31}} = 8'79 \cdot 10^{12} \frac{m}{s^2}$.

$a = -8'79 \cdot 10^{12} \frac{m}{s^2}$.

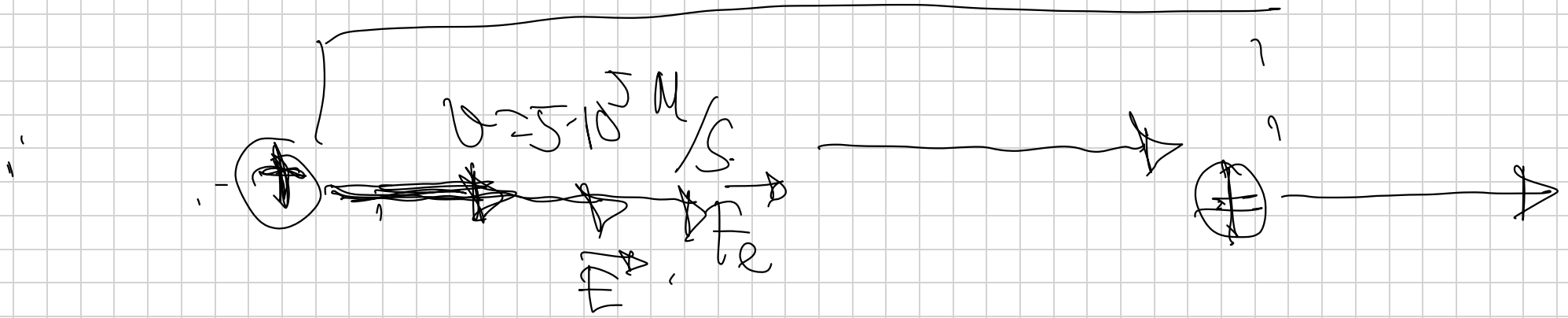
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$.

$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0^2 - (4 \cdot 10^7)^2}{2 \cdot (-8'79 \cdot 10^{12})}$

$s = 0'01 (4 m)$



0'614 m



$F = m \cdot a$ → misma fuerza.

$F = q \cdot E$

$\frac{F}{m} = a$

$m_p > m_e$

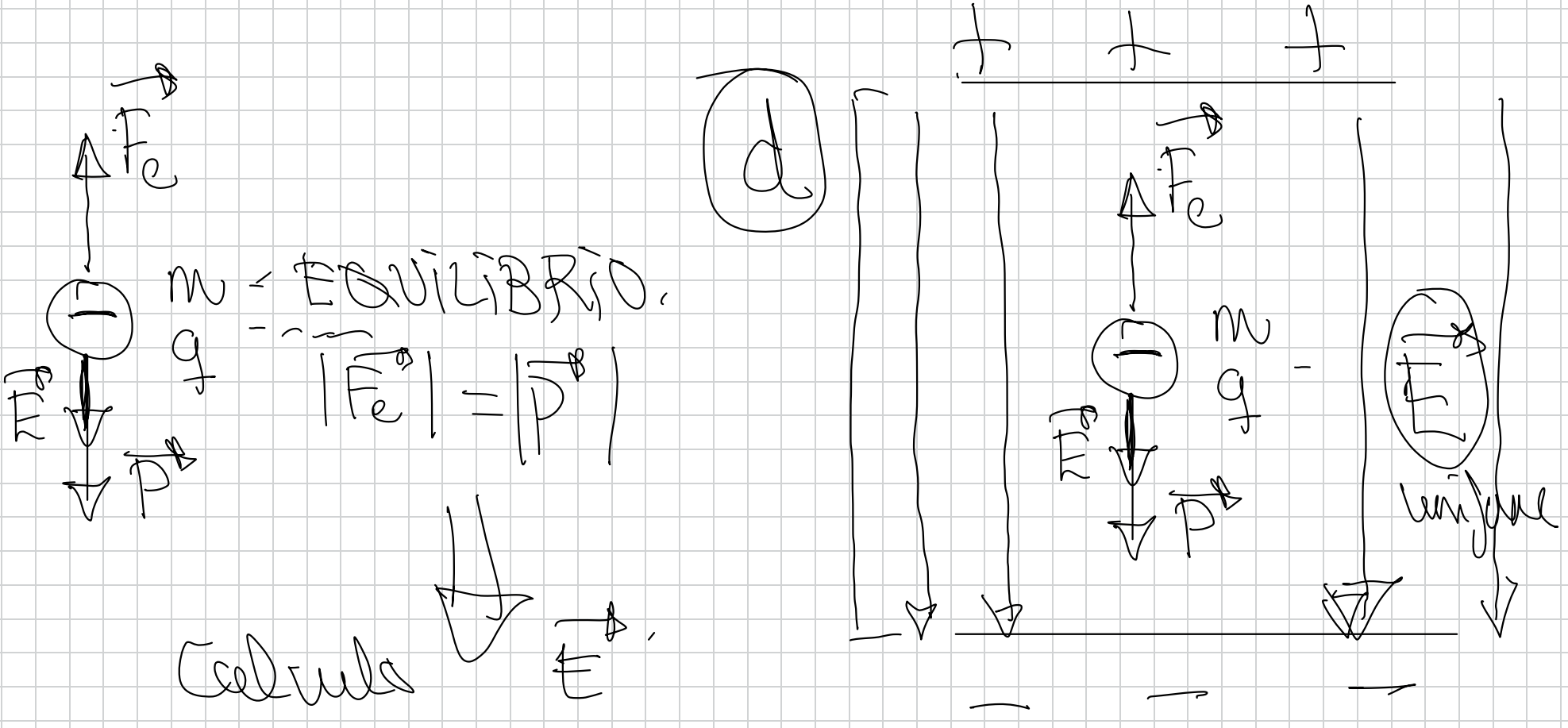
A diferencia del electrón, en donde el MRUA sería retardado, el protón tendría un MRUA aunque con una aceleración menor puesto que la masa del protón es mayor que la masa del electrón.

47.- Una partícula de $1 \cdot 10^{-11}$ g de masa posee una carga de 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

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C , $g = 9{,}8$ m·s^{-2}

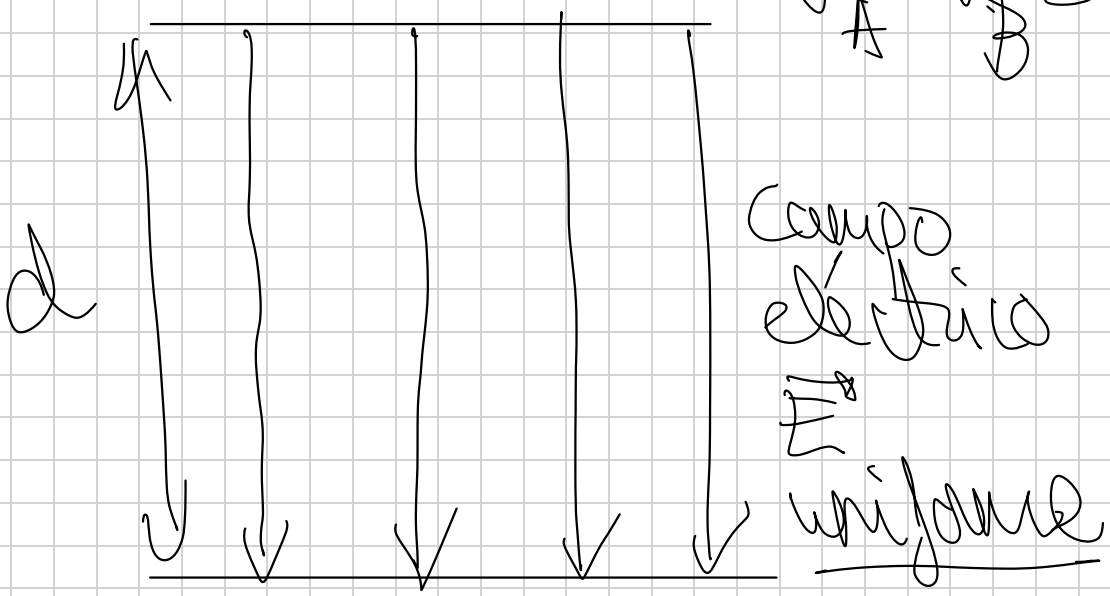


$$|q| \cdot |\vec{E}| = m \cdot g$$

$$m = 1 \cdot 10^{-11} g = 1 \cdot 10^{-14} kg$$

$$|\vec{E}| = \frac{m \cdot g}{|q|} = \frac{1 \cdot 10^{-14} kg \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2}}{20 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 3{,}06 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

$$V_A - V_B = 153 V.$$



Campo eléctrico uniforme

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

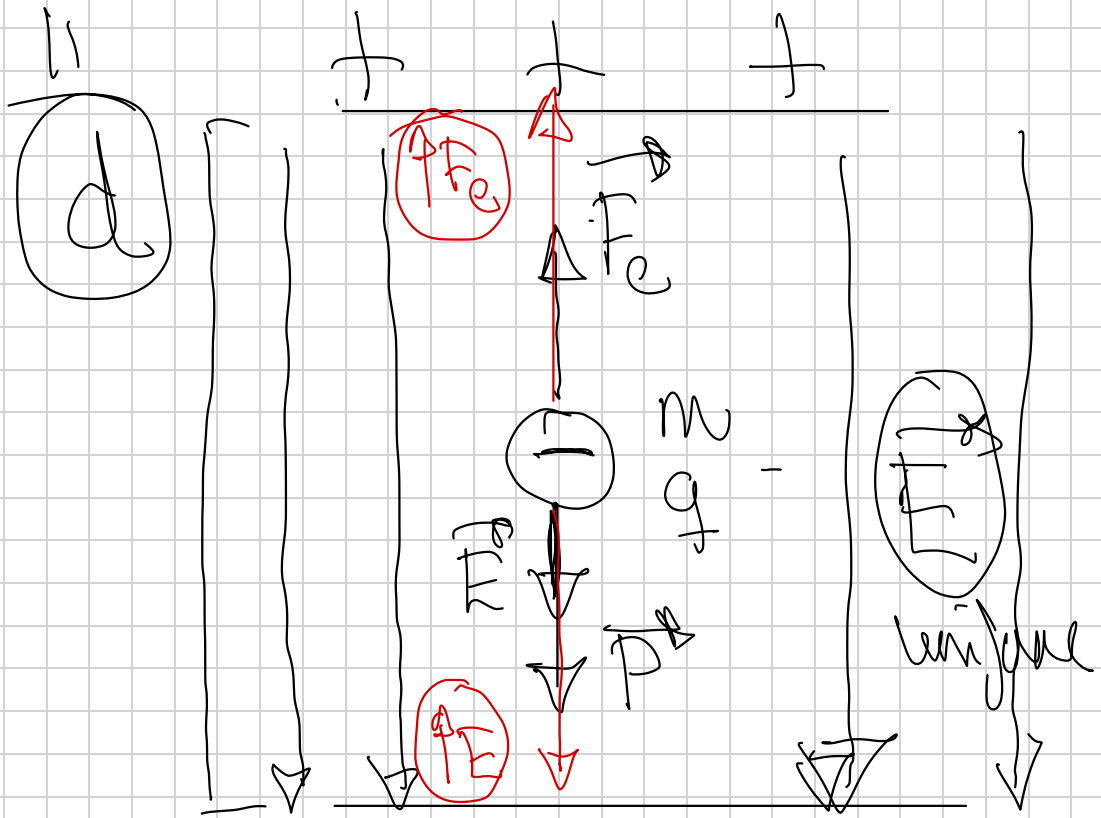
$$q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot E \cdot d$$

¡OJO! → Solo en E uniforme.

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

$$d = \frac{153\ V}{306.10^4} = 5 \cdot 10^{-3}\ m$$

$5 \cdot 10^{-3}\ m$.



$V_A - V_B = 153\ V$.

$\downarrow$

$\downarrow (V_A - V_B) = E \cdot d$

$\downarrow$

$\downarrow 153\ V =$

$5 \cdot 10^{-3}\ m$

$\downarrow$

$5 \cdot 10^{-3}\ m$

d

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

$F_e = 20 \cdot 16 \cdot 10^{-19} \cdot 31 \cdot 10^4$

$F_e = 992 \cdot 10^{-14}\ N$

$|\vec{E}| = 31 \cdot 10^4\ \frac{N}{C}$

$P = m \cdot g = 98 \cdot 10^{-14}\ N$

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

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

$E = \frac{155}{5 \cdot 10^{-3}} = 31 \cdot 10^4\ \frac{N}{C}$



$$F_e = |q| \cdot |E| = 3{,}2 \cdot 10^{-18} \cdot 3{,}1 \cdot 10^{4} = \boxed{9{,}92 \cdot 10^{-14}\ N}$$

$$P = m \cdot g = 1 \cdot 10^{-14} \cdot 9{,}8 = \boxed{9{,}8 \cdot 10^{-14}\ N}$$

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

$$F_e - P = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_e - P}{m} = \frac{9{,}92 \cdot 10^{-14} - 9{,}8 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-14}} = 0{,}12 \ m/s^2$$

tiempo $\Rightarrow$ cinemática.

$$S = \cancel{x_0}^{0} + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 \cdot 0{,}1 + \frac{1}{2} 0{,}12 \cdot (0{,}1)^2$$

$$S = 6 \cdot 10^{-4} \ m$$

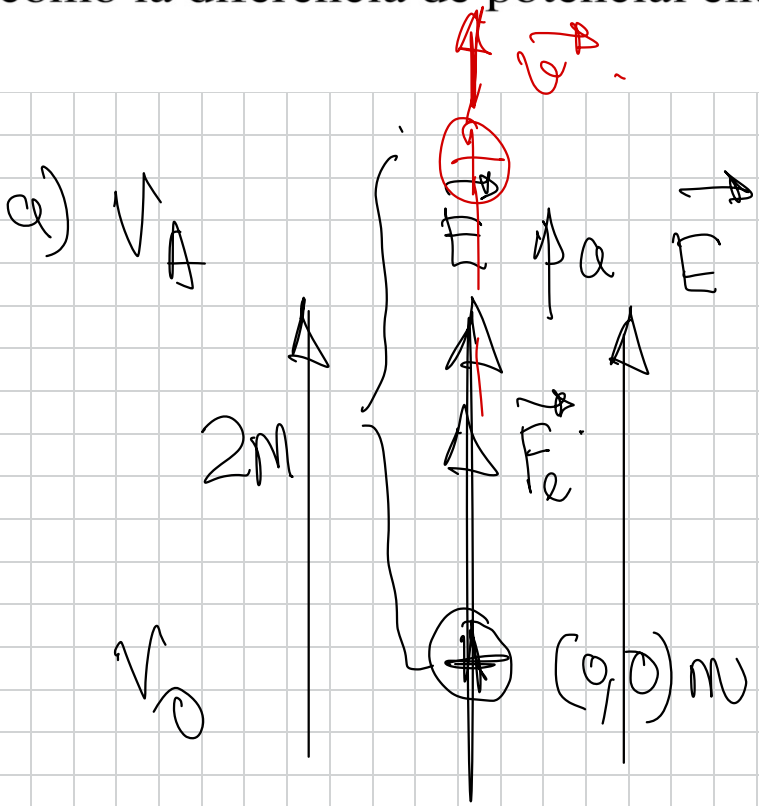
$$v = v_0 + a \cdot t = 0 + 0{,}12 \cdot 0{,}1 = 0{,}012 \ m/s$$

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

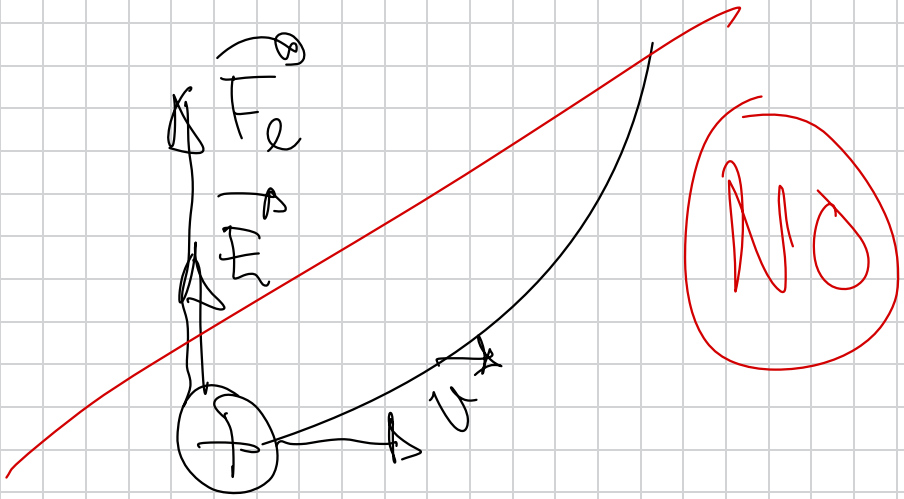
b) Explicar si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento. ¿En qué se convierte dicha variación de energía?

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



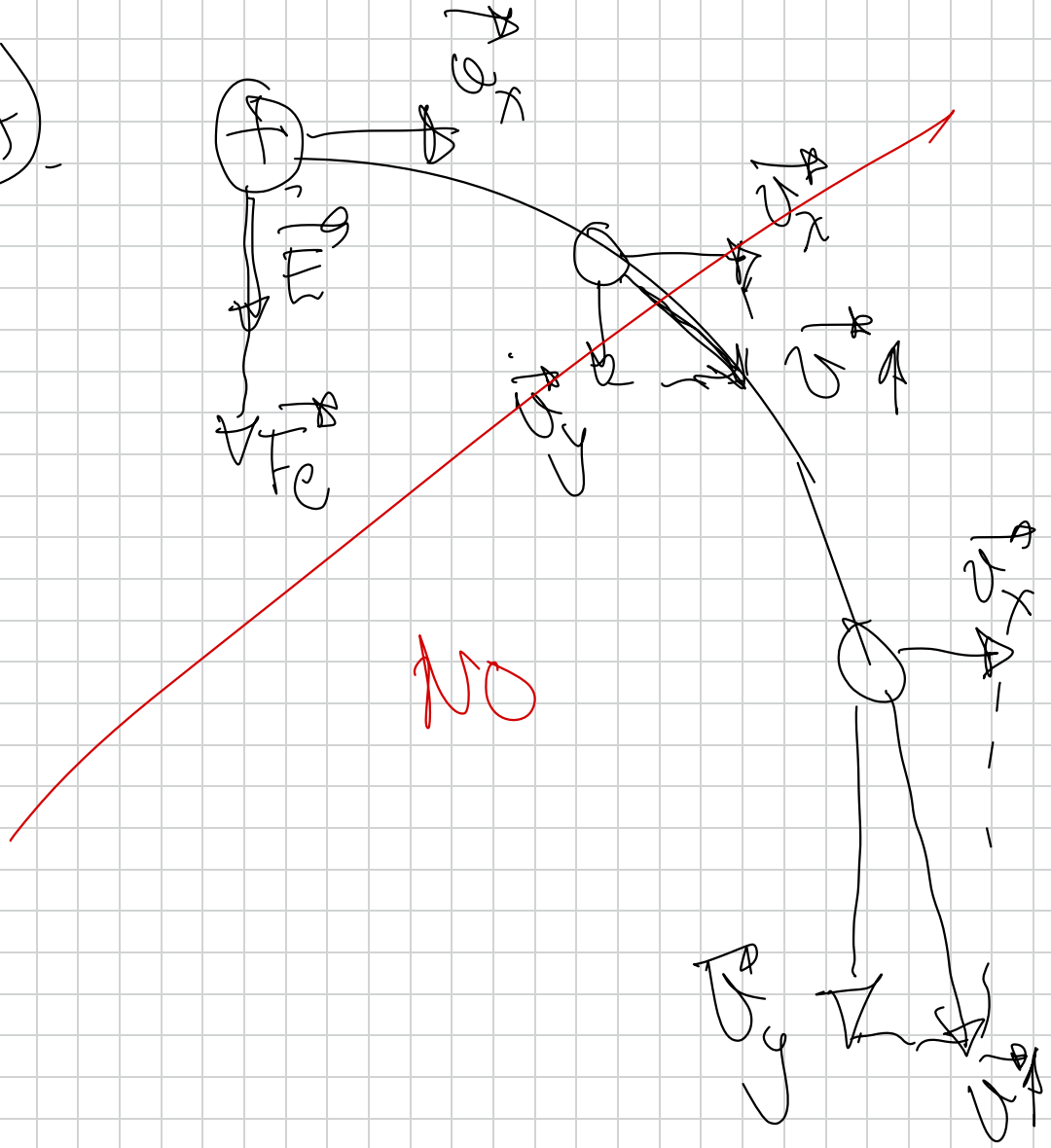
$E = 500 \frac{N}{C}$

pag 62.



¡OJO! trayectoria rectilínea

es distinto el tipo de movimiento (MRUA).



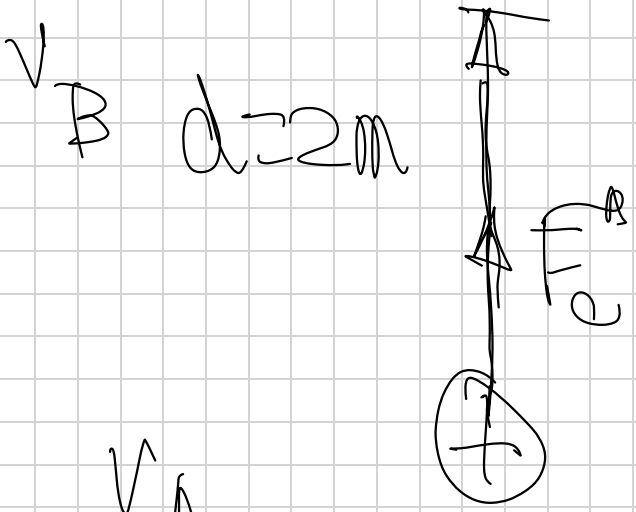
b) E eléctrica es la única que considero

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

$$\downarrow \quad \Delta E_{Pelet} = \Delta E_{c\,A\to B}$$

c) Campo elétrico uniforme.

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



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

$$W_{A \to B} = q \cdot E \cdot d \cdot > 0.$$

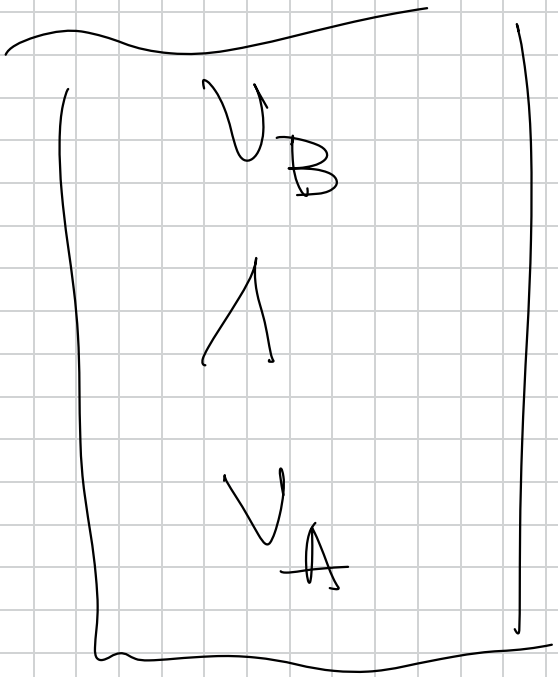
$$W_{A \to B} = 6 \cdot 10^{-6} C \cdot 500 \frac{N}{C} \cdot 2m$$

$$W_{A \to B} = 6 \cdot 10^{-3} J.$$



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

$$(V_A - V_B) = \frac{W_{A \to B}}{q} = \frac{6 \cdot 10^{-3} J}{6 \cdot 10^{-6} C} = 1000 V$$



$V_A - V_B = 1000\ V$.

La carga positiva se desplaza espontáneamente en el orden de los potenciales decrecientes.

20.- Dos partículas con carga $q_1 = -2\mu C$ y $q_2 = -1\mu C$ 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

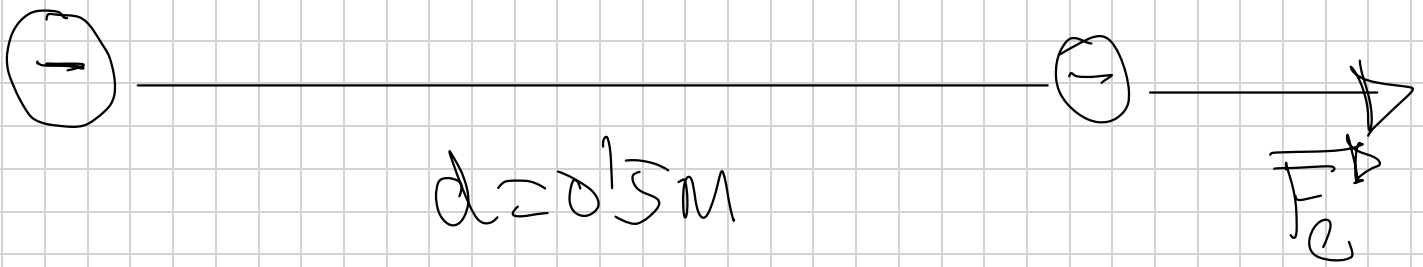
c) Calcular su energía cinética cuando se haya desplazado 0,2 m respecto a su posición inicial. ¿Cuánto trabajo habrá realizado hasta entonces el campo eléctrico?

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

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

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

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



a) Ley de Coulomb. magnitud vectorial.

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

$$\vec{F_e} = + 72 \cdot 10^{-2} \vec{i} \, (N)$$

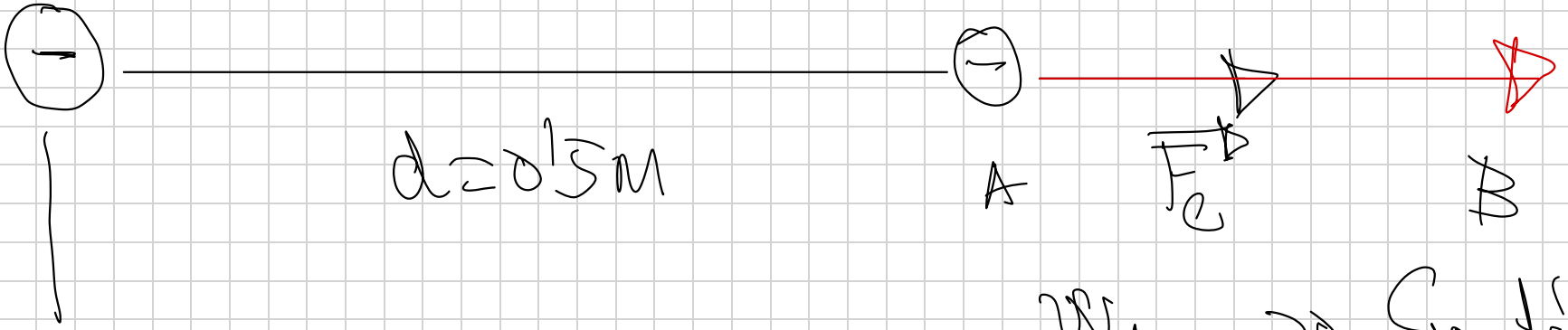
Magnitud escalar, cada carga con su signo

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

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

b)

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



$W_{A \to B} > 0$ Espontáneo.

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

$\Delta E_{C\, A \to B} > 0$

$E_C \uparrow$,

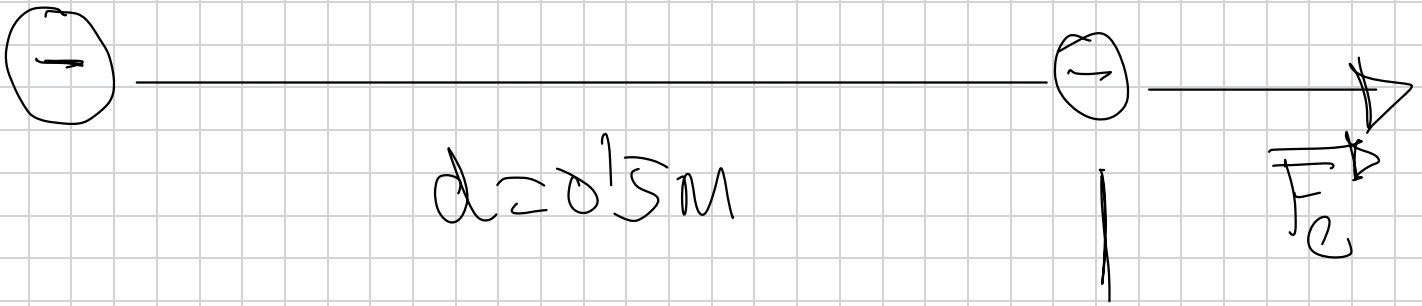
$-\Delta E_{P\, A \to B} = W_{A \to B}$

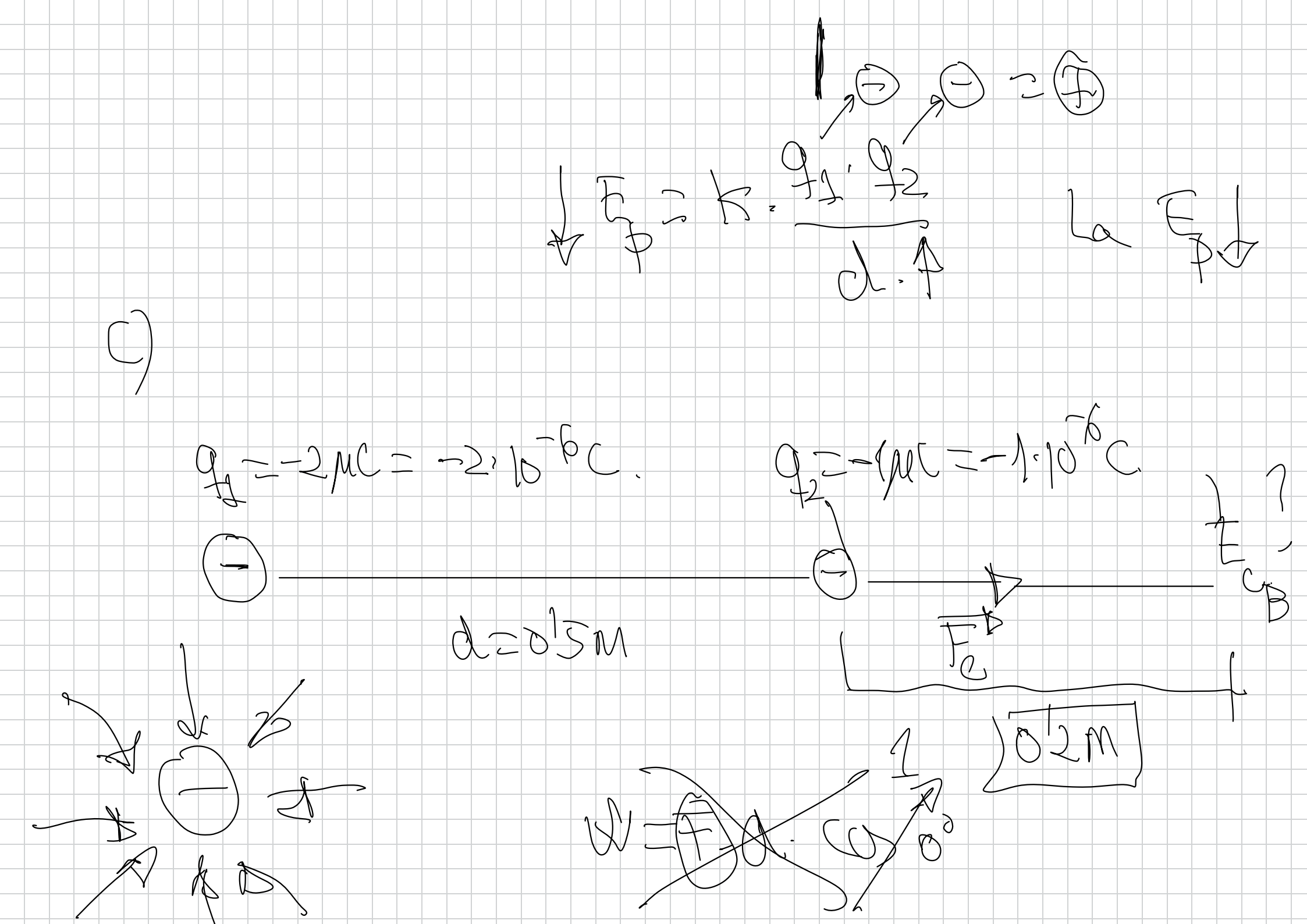
$\Delta E_{P\, A \to B} < 0$

$E_P \downarrow$

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

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




(−) (−) = (+)
$F_e = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$
La F_e ↓
c)
$q_1 = -2\mu C = -2 \cdot 10^{-6} C$.
$q_2 = -1\mu C = -1 \cdot 10^{-6} C$.
$d = 0'5m$
F_e
F_{CB} ?
0'2m
$W = F \cdot d \cdot \cos 0°$

$\vec{E}$ no es $\vec{F}$.

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

$$W_{A \to B} = E_{c\, B} - E_{c\, A}^{\,0} \quad \text{(parte del reposo)}$$

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

$$-\left(E_{pB} - E_{pA}\right) = W_{A \to B}$$

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

$$K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d_1} - K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{(d + 0{,}2)} = W_{A \to B}$$

ya calculada

$$3{,}6 \cdot 10^{-2}\,J - 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{(-2 \cdot 10^{-6})(-1 \cdot 10^{-6})}{(0{,}5 + 0{,}2)} = W_{A \to B}$$

$3{,}6 \cdot 10^{-2}\,J \approx 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,J = W_{A \to B}$

$W_{A \to B} = 11 \cdot 10^{-2}\,J$

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

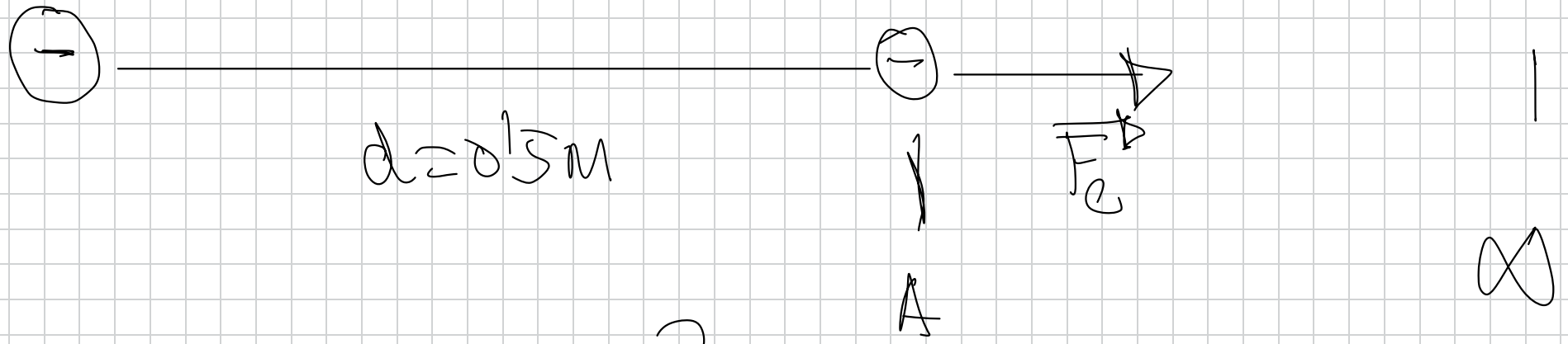
$E_{CB} = 11 \cdot 10^{-2}\,J$

$W_{A \to B} = E_{CB} - E_{CA}$

$E_{CA} = 0$

a)

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



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

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

$$W_{A \to \infty} = E_{pA} - E_{p\infty}$$

$$W_{A \to \infty} = E_{pA} - K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{\infty}$$

$$W_{A \to \infty} = E_{pA}$$

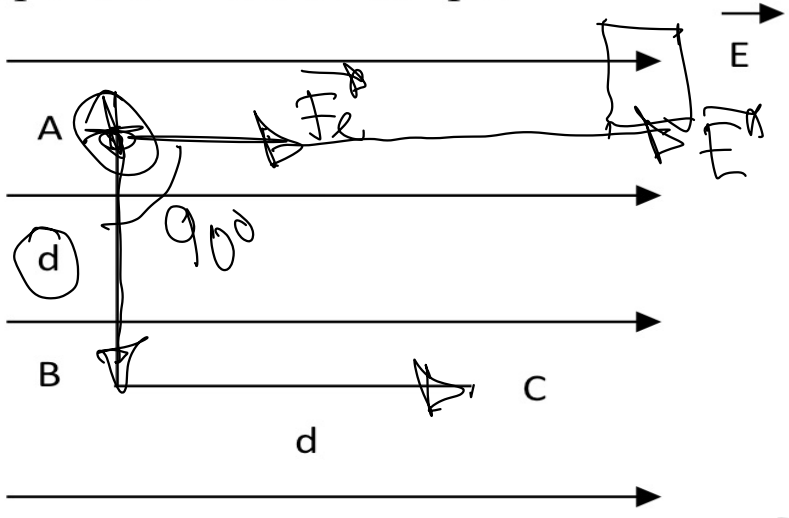
$$W_{A \to \infty} = q \cdot V_A$$

→ Espontáneo

La Ep eléctrica también se puede definir como el trabajo necesario

para llevar la carga q desde ese pto al ∞.

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



líneas de campo paralelas

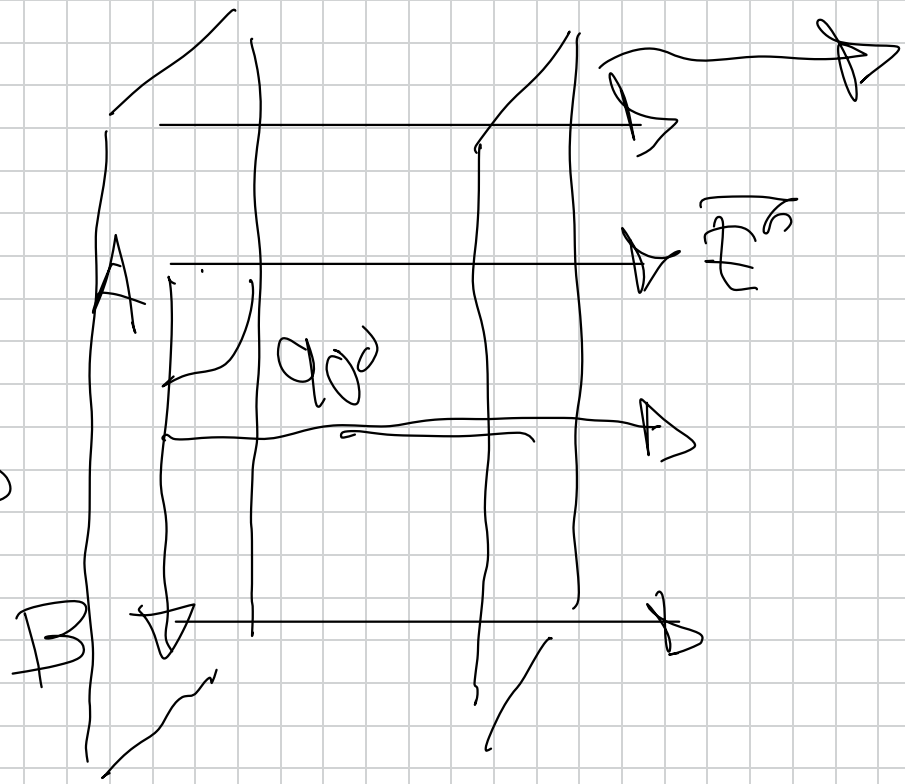
$q = +1\,C$

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?

a) $W_{A \to B} = \vec{F_e} \cdot d \cdot \cos 90° = 0$. (igual)

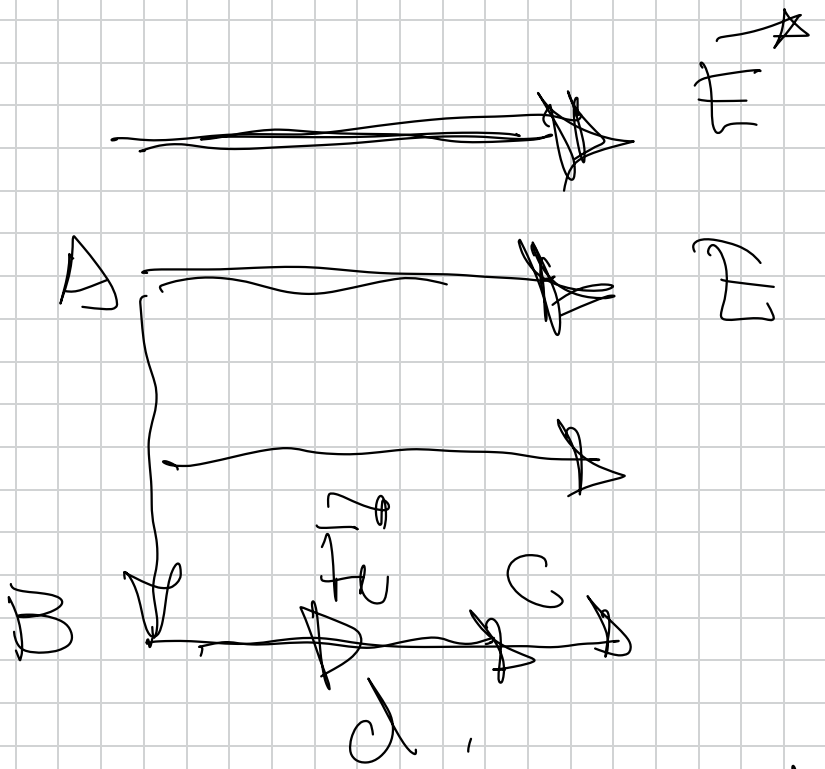


Superficies equipotenciales ⊥ a las líneas de campo.

$V_A = V_B$

$V_A = V_B$

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



$q \cdot E$

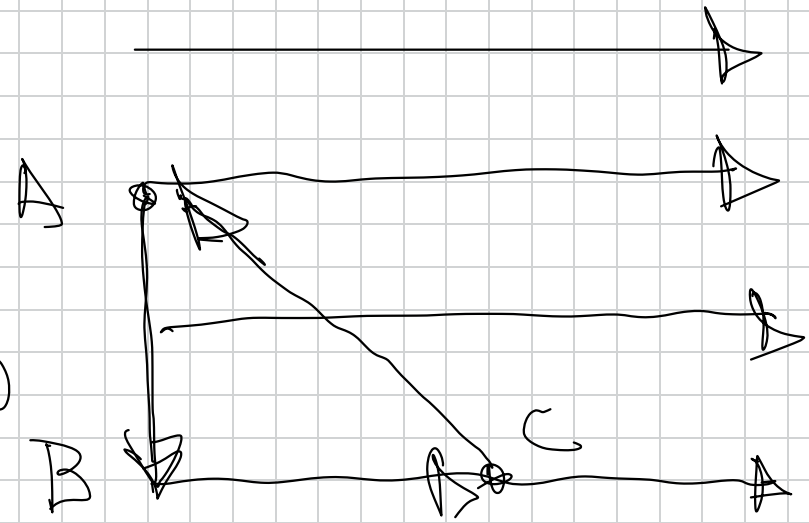
$W_{B \to C} = F_e \cdot d \cdot \cos 0^\circ$

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

$+ \Delta C$

$W_{B \to C} = E \cdot d > 0$

b)



La fuerza eléctrica, al ser conservativa.

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

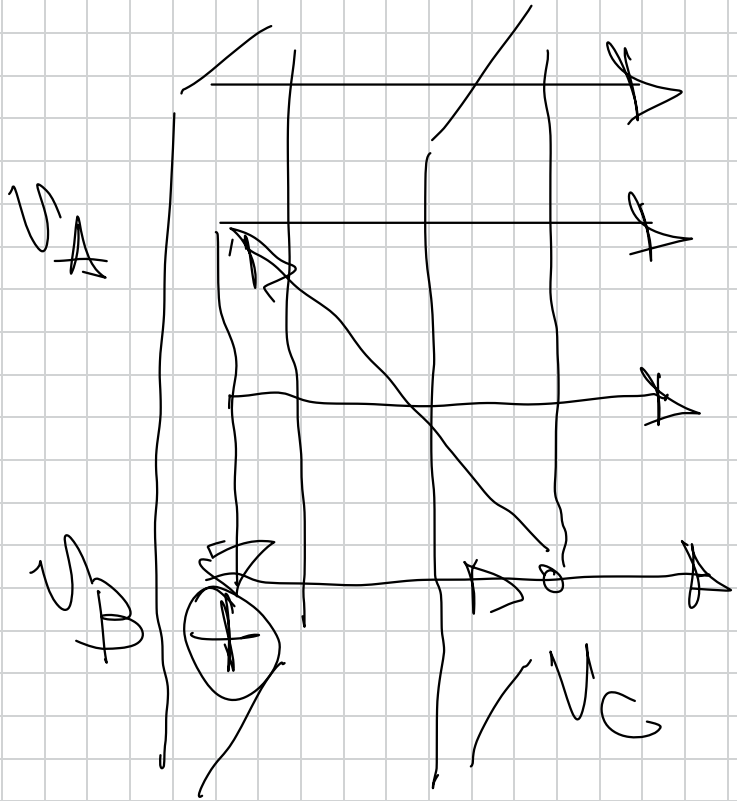
$W_{A \to B} = 0$

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

$0 = 0 + E \cdot d + W_{C \to A}$?

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

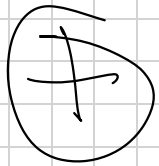
No explícito. $\leftarrow$ $W_{C \to A} = -E \cdot d.$



$V_A > V_B$

$W_{B \to C} > 0.$

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





> 0

$V_B > V_C \longrightarrow$ C es el punto de menor potencial

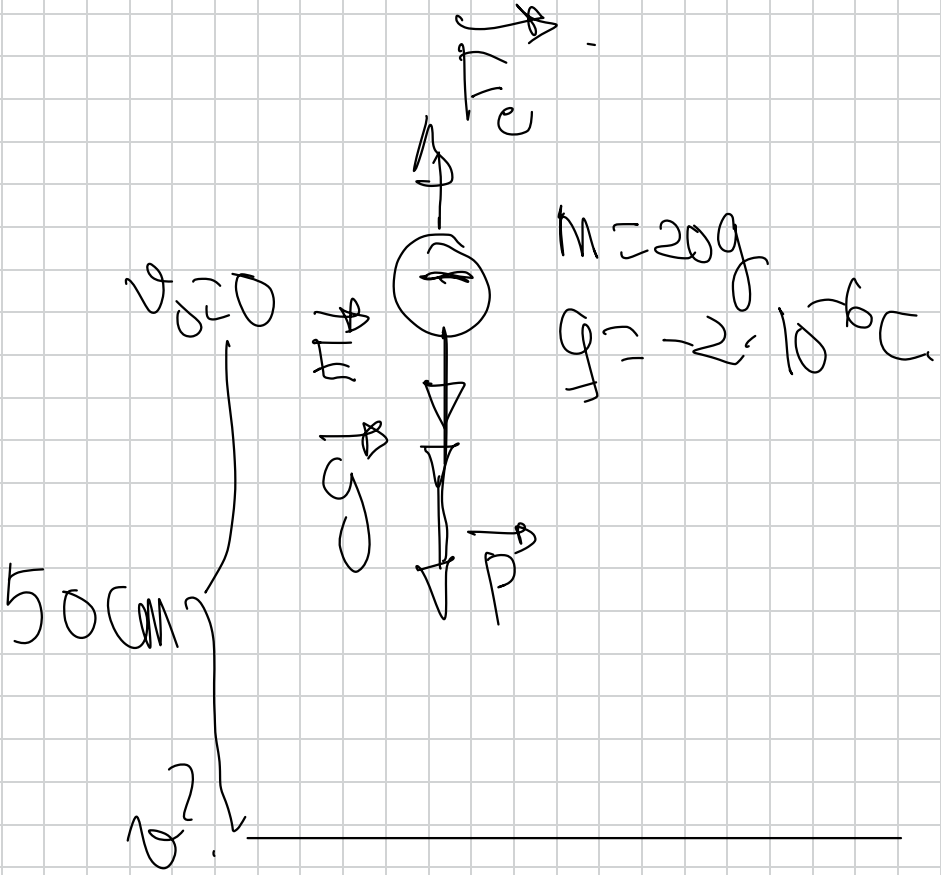
7 (14-E) Una partícula de 20 g y cargada con - 2 ·10^{-6} C, se deja caer desde una altura de 50 cm. Además del campo gravitatorio, existe un campo eléctrico de 2 ·10^{4} V m^{-1} en dirección vertical y sentido hacia abajo.

a) Dibuje un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y determine la aceleración con la que cae. ¿Con qué velocidad llegará al suelo?

b) Razone si se conserva la energía mecánica de la partícula durante su movimiento. Determine el trabajo que realiza cada fuerza a la que está sometida la partícula.

Uniforme.

$g = 9'8\ m/s^2$



$m = 20g$

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



$E = 2 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \left(\frac{N}{C}\right)$

2ª ley de Newton

$F_{resultante} = m \cdot a$

$P - F_e = m \cdot a$

$a = \frac{P - F_e}{m} = \frac{0'196 - 0'104}{20 \cdot 10^{-3}} = 7'8\ \frac{m}{s^2}$

$|\vec{P}| = m \cdot g = 20 \cdot 10^{-3} \cdot kg \cdot 9{,}8 \frac{N}{s^2} = 0{,}196\,N.$ $\quad |\vec{P}| > |\vec{F_e}|$

$|\vec{F}| = |q| \cdot |E| = 2 \cdot 10^{-6}\,C \cdot 2 \cdot 10^4 \frac{N}{C} = 0{,}04\,N$

$50\,cm = 0{,}5\,m$

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

$v = \sqrt{0 + 2 \cdot 7{,}8 \cdot 0{,}5}$

$v = 2{,}79\ m/s.$

$W_p = P \cdot d \cdot \cos 0^\circ = 0{,}196 \cdot 0{,}5 = 0{,}098\,J$

$W_{Fe} = F_e \cdot d \cdot \cos 180^\circ = 0{,}04 \cdot 0{,}5 = -0{,}02\,J.$

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

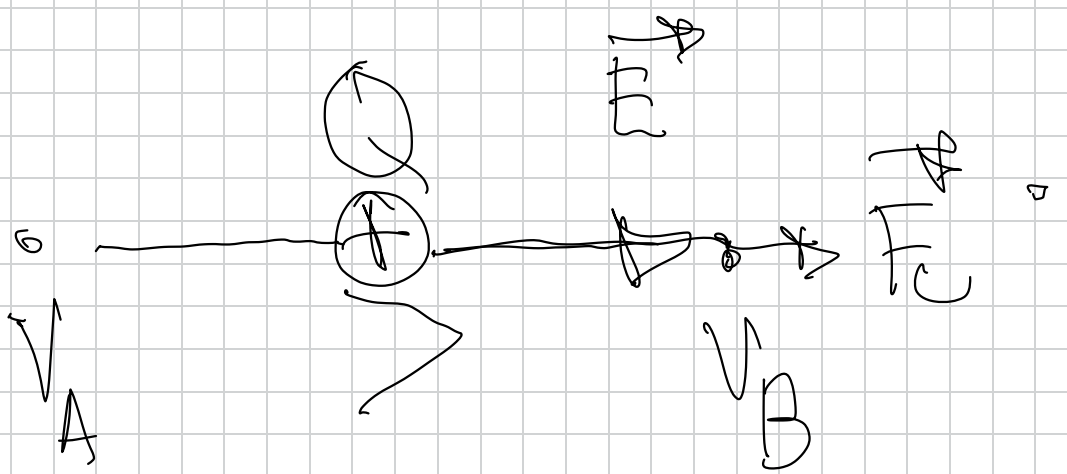
$$A \to B$$

$$W_p + W_{Fe} = \left| \frac{1}{2} m v^2 \right| - \frac{1}{2} m \cancel{v_0^2}^{0}$$

$$0{,}098 - 0{,}02 \qquad \frac{1}{2} 20 \cdot 10^{-3} \cdot (2{,}74)^2$$

$$\left| 0{,}078\ J \right| = \left| 0{,}078 J \right|$$

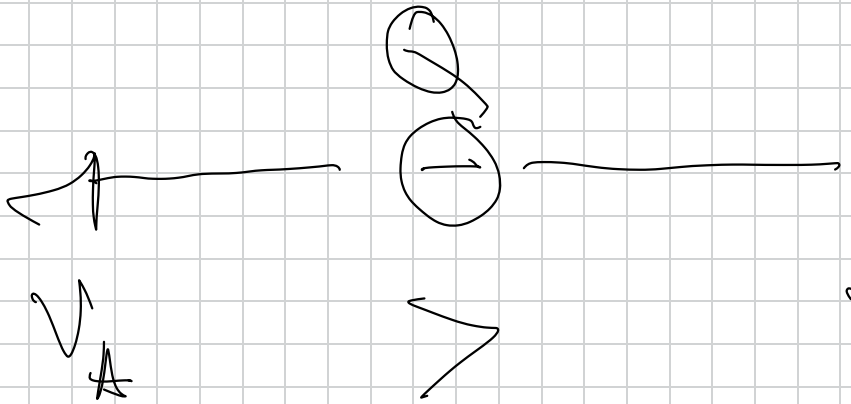
(18-R) a) Considere un campo eléctrico en una región del espacio. El potencial electrostático en dos puntos A y B (que se encuentran en la misma línea de campo) es V_A y VB, cumpliéndose que $V_A > V_B$. Se deja libre una carga Q en el punto medio del segmento AB. Razone cómo es el movimiento de la carga en función de su signo.



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

$\Rightarrow V_1 > V_2$

Orden decreciente de potenciales

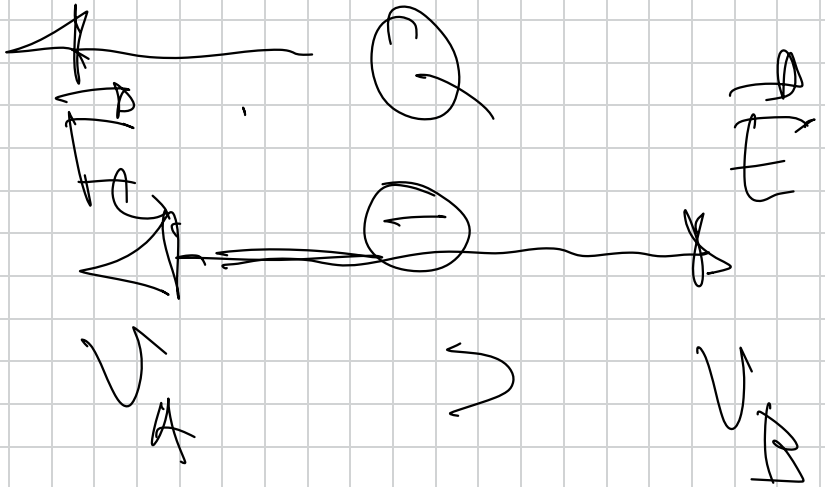


$V_A > V_B$

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

$V_1 < V_2$ ⇒ de menor a mayor

Orden creciente



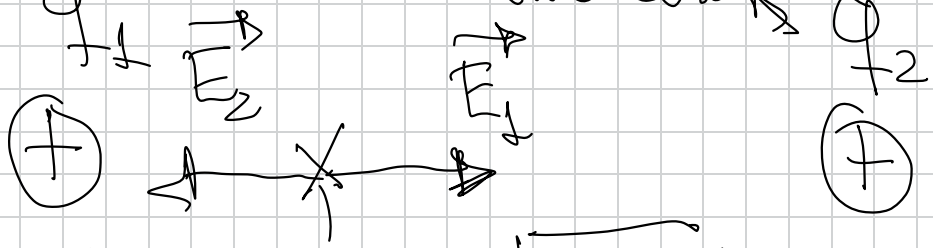
Justifique su respuesta.

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 $9 \cdot 10^4$ V, determine los valores de dichas cargas.

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

$\vec{E} = 0$

Cargas de la misma naturaleza



(0,0) m (1,0) m (1,5, 0) m (3,0) m

2 cargas (+)

2 cargas (−)

Principio de superposición.

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

$V_1 + V_2 = 9 \cdot 10^4$

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

$K \cdot \frac{q_1}{r_1} + K \frac{q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^4$

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

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

$$9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1}{1^5} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_2}{1^5} = 9 \cdot 10^4$$

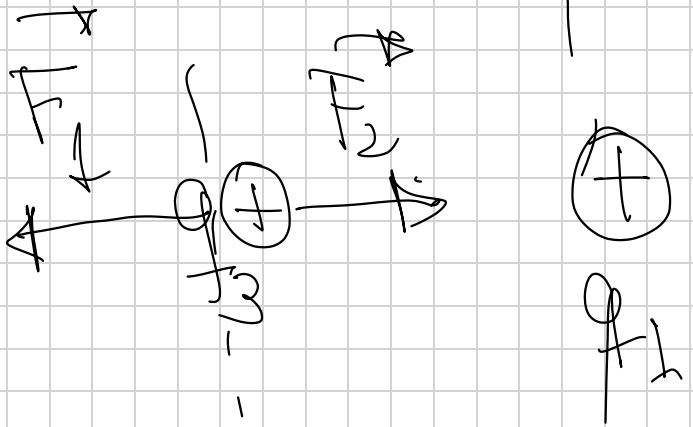
$$9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_2/4}{1^5} + 9 \cdot 10^9 \frac{q_2}{1^5} = 9 \cdot 10^4$$

$$q_1 = 3 \cdot 10^{-6} C.$$

$$q_2 = 12 \cdot 10^{-6} C.$$

b) Dos cargas $+q_1$ y $-q_2$ están situadas en dos puntos de un plano. Explique, con ayuda de una gráfica, en qué posición habría que colocar una tercera carga, $+q_3$, para que estuviera en equilibrio.

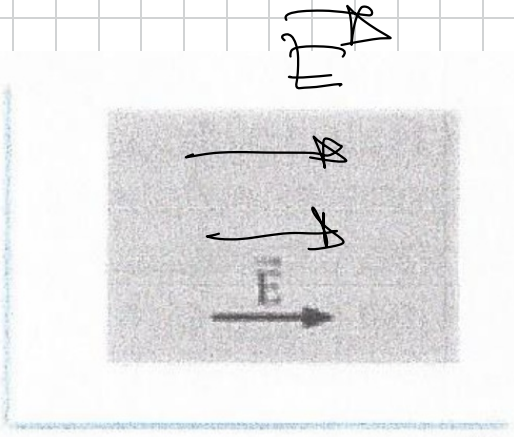
→ fuerzas.

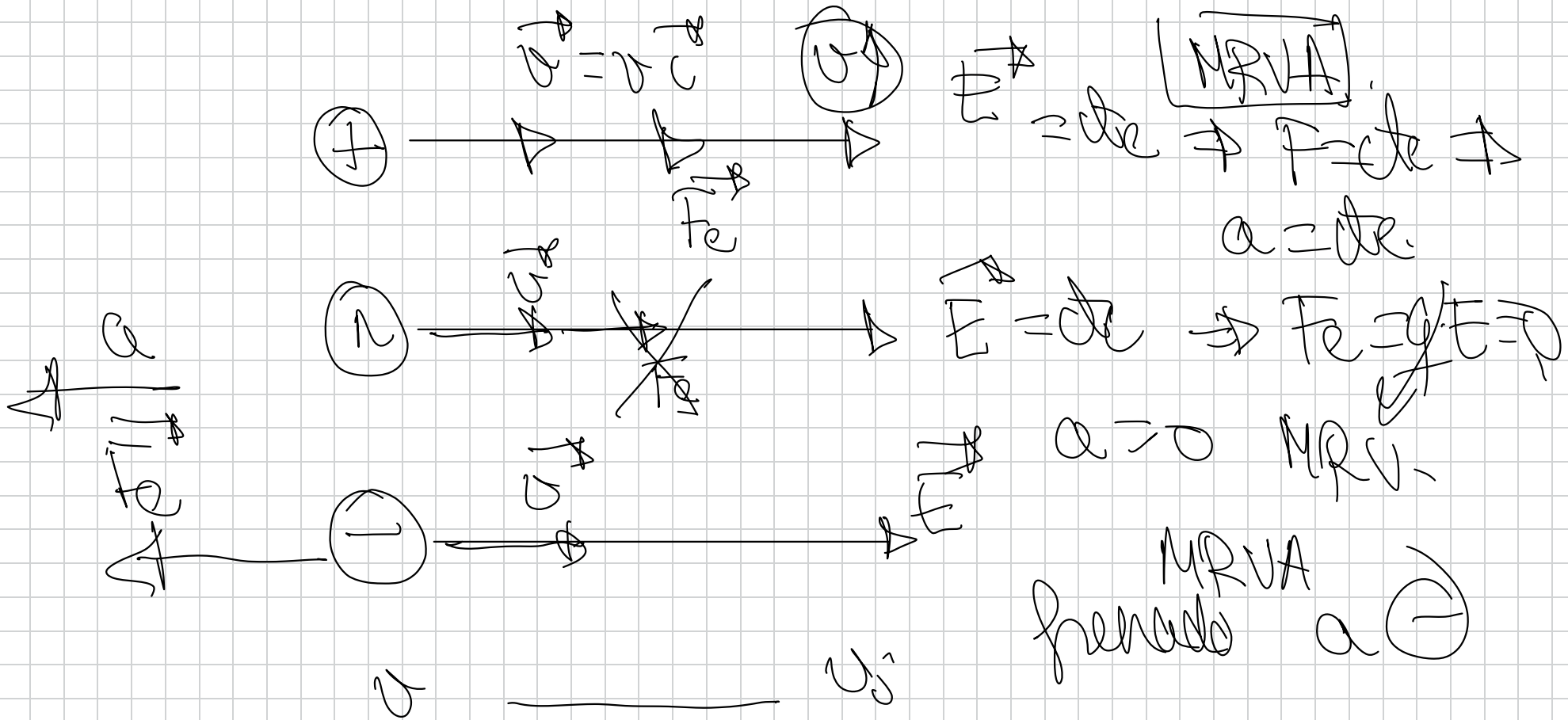


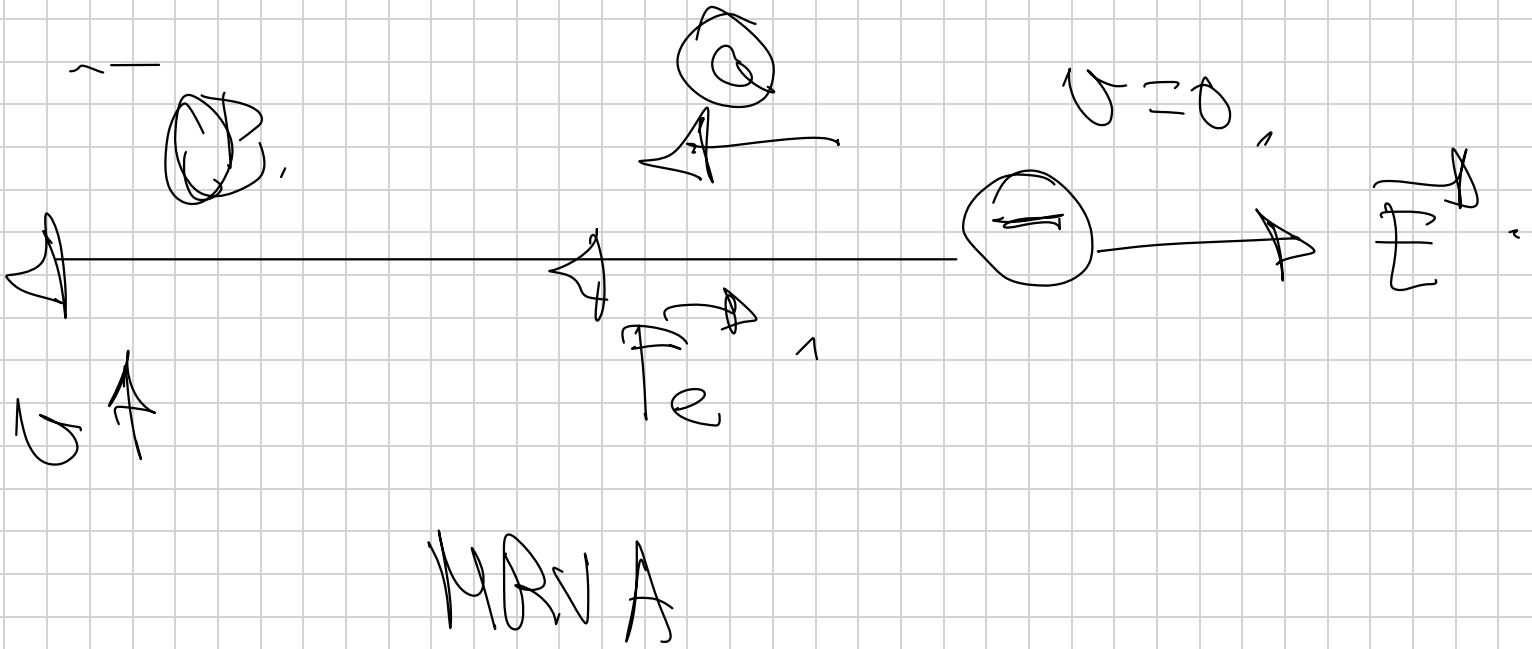




9 (17-R) a) En la figura se muestra en color gris una región del espacio en la que hay un campo electrostático uniforme $\vec{E}$. Un electrón, un protón y un neutrón penetran en la región del campo con velocidad constante $\vec{v} = v\,\vec{i}$ desde la izquierda. Explique razonadamente ¿cómo es el movimiento de cada partícula si se desprecian los efectos de la gravedad.



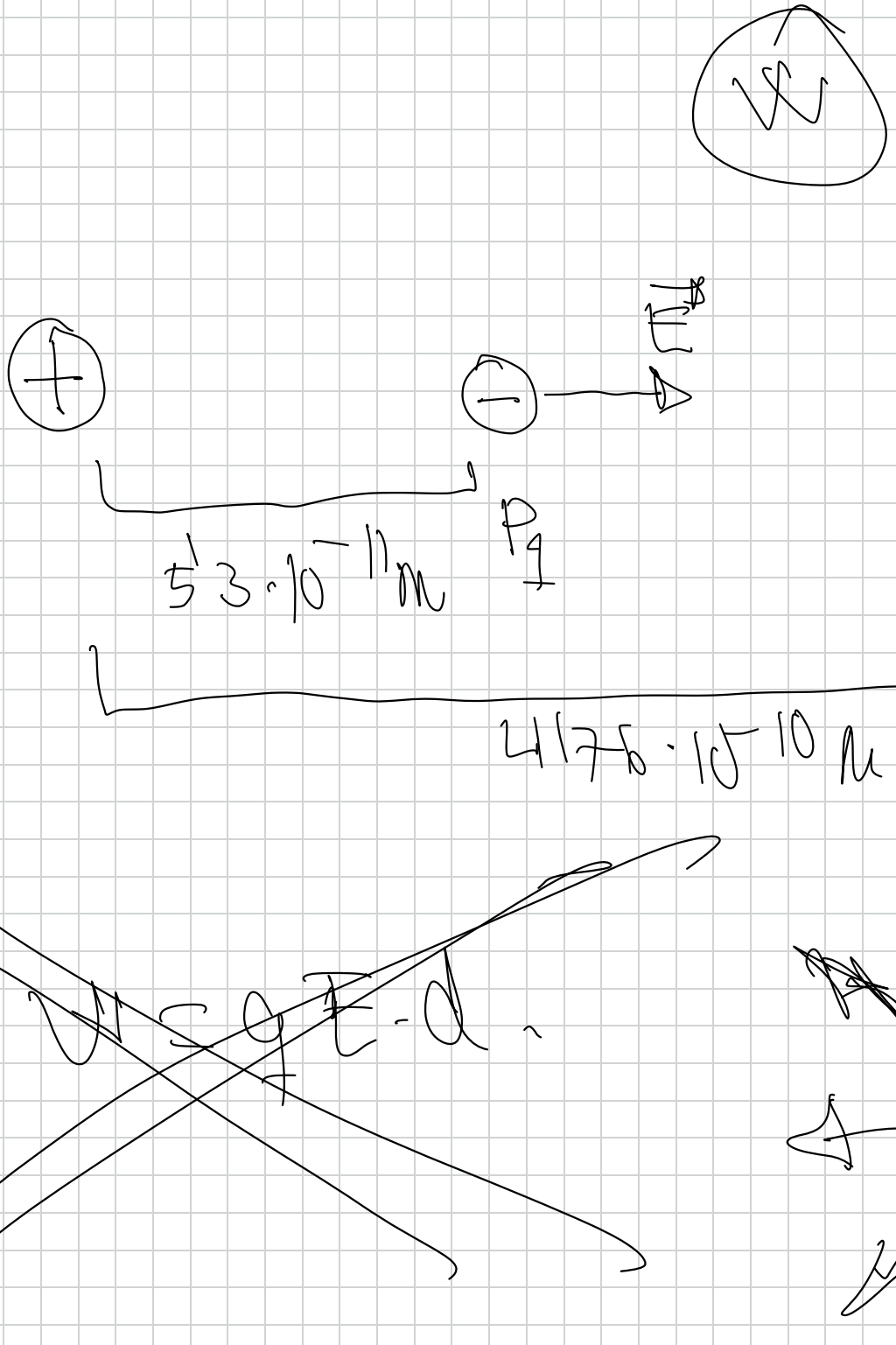




partícula si se desprecian los efectos de la gravedad.

b) En el átomo de hidrógeno, el electrón se encuentra sometido al campo eléctrico creado por el protón. Calcule el trabajo realizado por el campo eléctrico para llevar el electrón desde un punto P_1, situado a $5{,}3 \cdot 10^{-11}$ m del núcleo, hasta otro punto P_2, situado a $4{,}76 \cdot 10^{-10}$ m del núcleo. Comente el signo del trabajo.

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


W
+
−
E
5'3·10⁻¹¹m
P1
P2.
4175·10⁻¹⁰m
W = q E · d .
E
+
E

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

$$-\left(E_{p\,B} - E_{p\,A}\right) = W_{A\to B}$$

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

$$k\cdot\frac{q_p\cdot q_e}{r_1} - k\cdot\frac{q_p\cdot q_e}{r_2} = \boxed{W_{A\to B}}$$

$$W_{A\to B} = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{(+1{,}6\cdot 10^{-19}\,C)\cdot(-1{,}6\cdot 10^{-19}\,C)}{5{,}3\cdot 10^{-11}} = 9\cdot 10^9 \frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\,(-1{,}6\cdot 10^{-19})}{4{,}76\cdot 10^{-10}}\,N$$

$$W_{A\to B} = -3{,}186\cdot 10^{-18}\,J$$

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

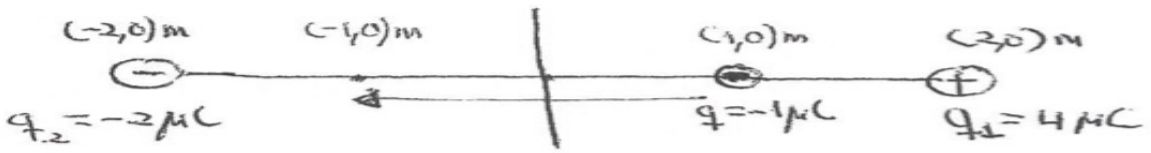
b) Calcula la energía potencial de q en (1,0) m y en (-1,0) m

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

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

$K = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 C^{-2}$ ↔ Ponerla como dato del ejercicio

(24)



a) ¡Atención!, en este caso no podemos utilizar la expresión del trabajo $W = F \cdot d \Rightarrow W = q \cdot E \cdot d$, puesto que E no es constante, sin embargo sí podremos utilizar:

Previsiblemente saldrá trabajo no espontáneo en el desplazamiento del dibujo

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

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

$W_{(1,0)\to(-1,0)} = -0'036\ J$ (trabajo no espontáneo por parte de las fuerzas del campo)

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

$V_{(1,0)} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{3} = 3 \cdot 10^4\ V$

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

$V_{(-1,0)} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{3} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{1} = -6 \cdot 10^3\ V$

El trabajo tendrá que realizarlo una fuerza externa, siendo el trabajo que realizará dicha fuerza externa: $W_{ext} = 0'036\ J$ // (La Ep eléctrica no disminuye como lo haría en un desplazamiento espontáneo, sino que por el contrario aumentará).

b) Si sabemos los potenciales, podemos calcular la E_p acudiendo a la expresión $V = \frac{E_p}{q} \Rightarrow E_p = q \cdot V$ ✓ 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 Ep coincide con el trabajo hecho por la fuerza externa calcu

Relación entre campo y potencial

GRAVITATORIO

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

$$\int_A^B \vec{F_g}\cdot d\vec{r} = -\Delta E_{P_{A\to B}}$$

$$\int_A^B \frac{\vec{F_g}\cdot d\vec{r}}{m} = \frac{-\Delta E_{P_{A\to B}}}{m}$$

$$\int_A^B \vec{g}\cdot d\vec{r} = -(V_B - V_A)$$

$$\boxed{V_A - V_B = \int_A^B \vec{g}\cdot d\vec{r}}$$

A → posición inicial
B → posición final

Otra forma de expresarlo es:

$$\boxed{V_B - V_A = -\int_A^B \vec{g}\cdot d\vec{r}}$$

$$\Delta V = -\int_A^B \vec{g}\cdot d\vec{r}$$

ELÉCTRICO

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

$$\int_A^B \vec{F_e}\cdot d\vec{r} = -\Delta E_{P_{A\to B}}$$

$$\int_A^B \frac{\vec{F_e}\cdot d\vec{r}}{q} = \frac{-\Delta E_{P_{A\to B}}}{q}$$

$$\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r} = -(V_B - V_A)$$

$$\boxed{V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r}}$$

A → posición inicial
B → posición final.

Otra forma de expresarlo es:

$$\boxed{V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r}}$$

$$\Delta V = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r}$$

a) Se define el campo gravitatorio que crea una masa 'M' como la fuerza por unidad de masa con la que es capaz de atraer a cualquier otra masa 'm' situada en el espacio que la rodea.

$$|\vec{g}| = \frac{|\vec{F}_g|}{m} \Rightarrow |\vec{g}| = \frac{GM}{r^2}$$

donde G es la constante de gravitación universal, M es la masa que crea el campo y r es la distancia a al que se quiere calcular el campo.

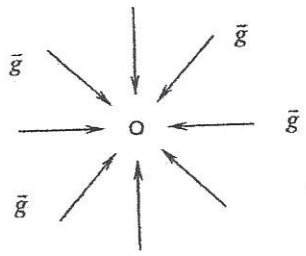
Es una magnitud vectorial cuya unidad m/s^2 muestra que representa una aceleración que, en el caso de que 'M' sea una masa puntual es radial y hacia dentro.

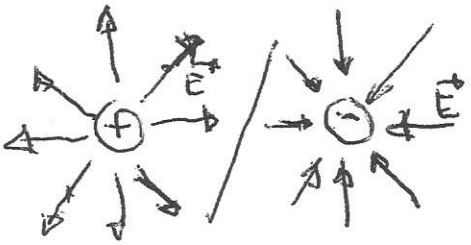
$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}_e|}{q} = K \cdot \frac{Q}{r^2}$

y la K, Q y r

decir lo que es

$\vec{E}$ es vectorial, su unidad es el N/C (S.I.) y tiene dos posibles sentidos





Se definen las líneas de campo como las líneas tangentes al campo gravitatorio en todos los puntos del espacio.

Se define el potencial gravitatorio que crea una masa 'M' como la energía potencial gravitatoria por unidad de masa que tendría una masa 'm' en las proximidades de 'M'.

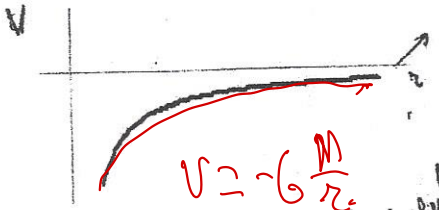
$$V = \frac{Ep_{grav}}{m} \Rightarrow V = -\frac{GM}{r}$$

Siempre negativo

$V = \frac{E_p}{q} = K \frac{Q}{r}$ (positivo o negativo)

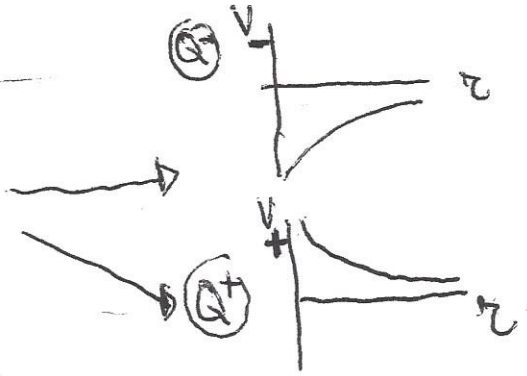
donde G, M y r ya se han definido.

Es una magnitud escalar cuya unidad es el J/Kg. La representación de V es



$V = -G\frac{M}{r}$

Conforme nos alejamos de la masa que crea el campo, el potencial gravitatorio en cada pto aumenta hasta hacerse 0 en el ∞

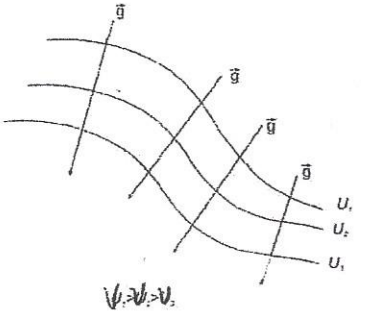


donde se puede ver como U siempre tiene un valor negativo y que para $r \to \infty$, U tiende a cero.

Se definen las superficies equipotenciales como las regiones del espacio que están a potencial constante

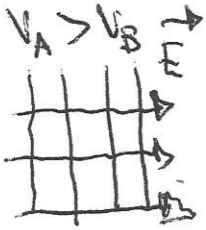
En general se cumple que

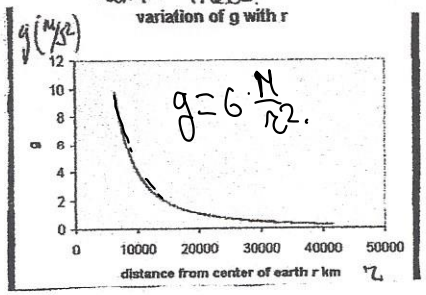
1. Las líneas de campo siempre son perpendiculares a las superficies equipotenciales.
2. Las líneas de campo siempre apuntan hacia potenciales decrecientes.



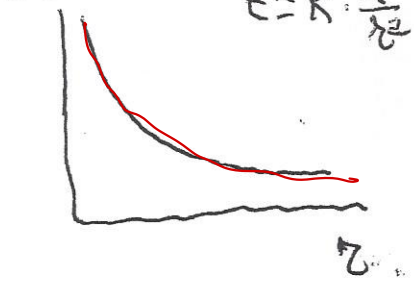
El potencial gravitatorio decrece en el mismo sentido en el que el campo crece.

relacionar





$g = G \cdot \frac{N}{r^2}$

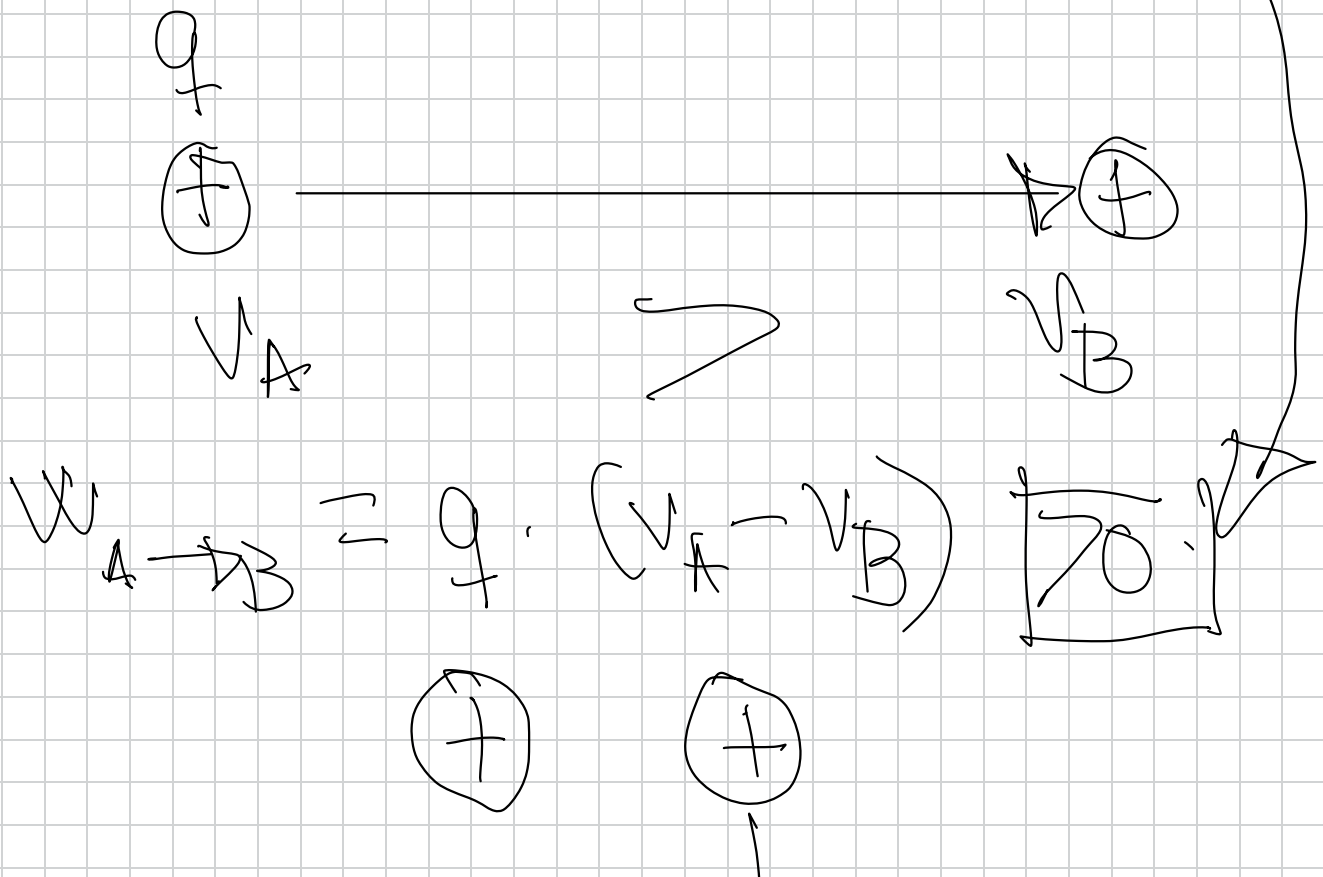


$E = K \cdot \frac{Q}{r^2}$

85 (17-E) a) Discuta la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) "Al analizar el movimiento de una partícula cargada positivamente en un campo eléctrico observamos que se desplaza espontáneamente hacia puntos de potencial mayor"; ii) "Dos esferas de igual carga se repelen con una fuerza F. Si duplicamos el valor de la carga de cada una de las esferas y también duplicamos la distancia entre ellas, el valor F de la fuerza no varía".

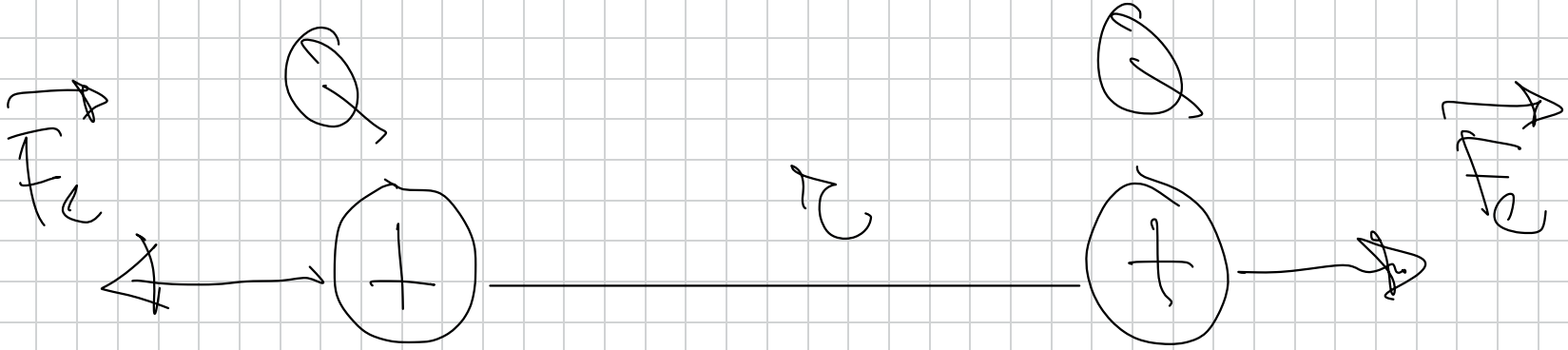
b) Se coloca una carga puntual de $4 \cdot 10^{-9}$ C en el origen de coordenadas y otra carga puntual de $-3 \cdot 10^{-9}$ C en el punto (0,1) m. Calcule el trabajo que hay que realizar para trasladar una carga de $2 \cdot 10^{-9}$ C desde el punto (1,2) m hasta el punto (2,2) m.

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



$V_A > V_B$

Se desplaza hacia puntos de potencial menor. (Falso)



ley de Coulomb.

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

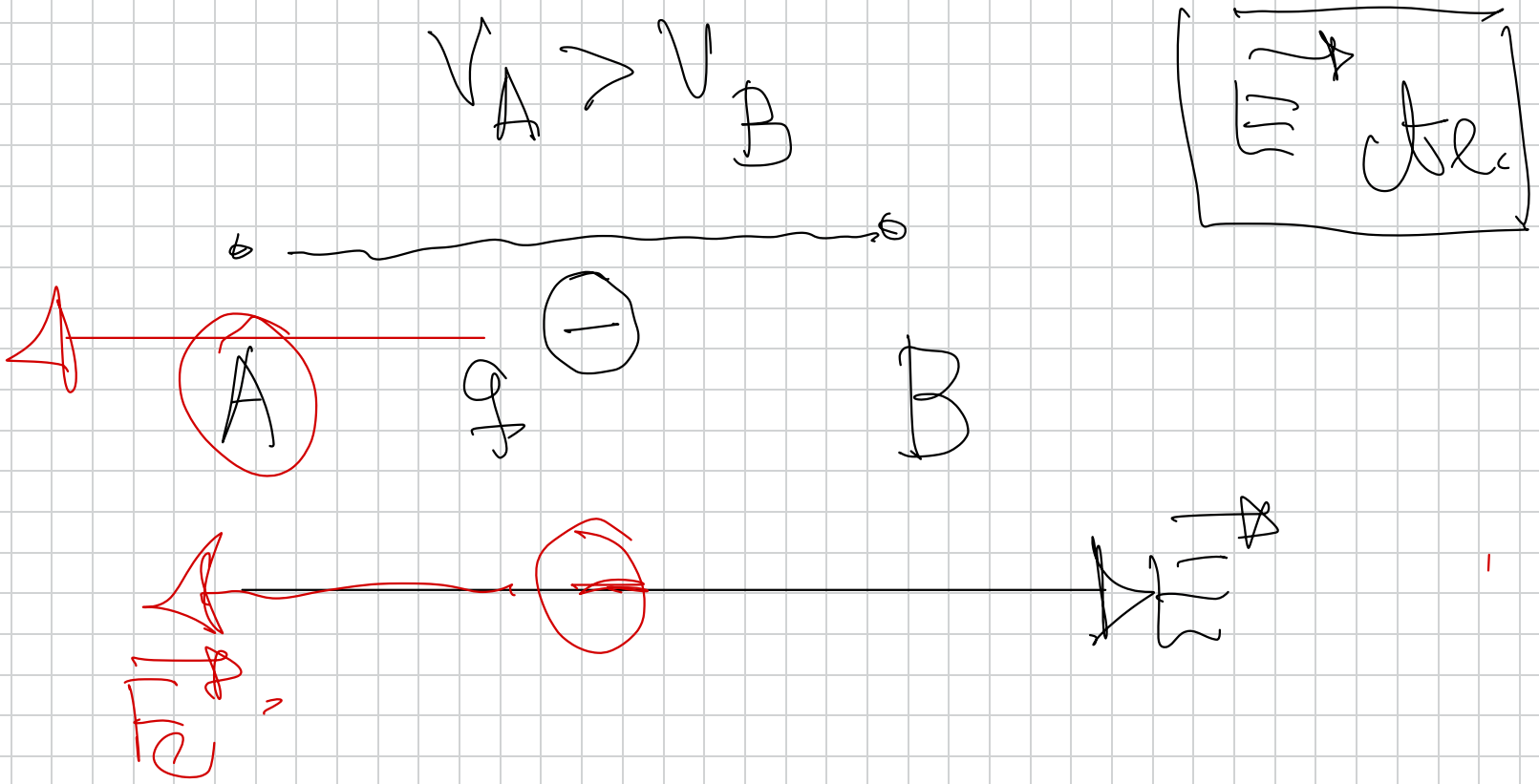
$$F_e' = k \cdot \frac{2Q \cdot 2Q}{(2r)^2} = k \cdot \frac{4 \cdot Q \cdot Q}{4r^2}$$

Verdadeira.

g = 9,8 m/s²

2A (17-R) a) Para dos puntos A y B de una región del espacio, en la que existe un campo eléctrico uniforme, se cumple que $V_A > V_B$. Si dejamos libre una carga negativa en el punto medio del segmento que une A con B, ¿a cuál de los dos puntos se acerca la carga? Razone la respuesta.

b) Una carga de $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ C se coloca en una región donde hay un campo eléctrico de intensidad $5{,}0 \cdot 10^{4}$ N C^{-1}, dirigido en el sentido positivo del eje Y. Calcule el trabajo que la fuerza eléctrica efectúa sobre la carga cuando ésta se desplaza 0,5 m en una dirección que forma un ángulo de 30º con el eje X.



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

(+) (−)

$V_1 < V_2$ → Zona de menor potencial.

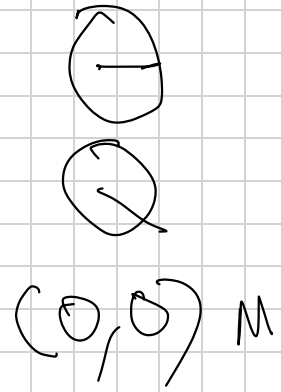
9,5

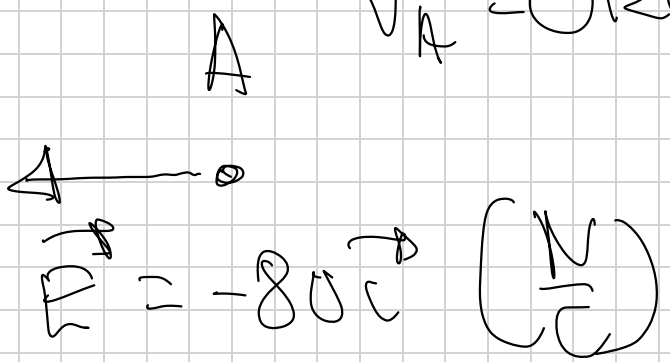
b) Una partícula de carga Q, situada en el origen de coordenadas, O (0,0) m, crea en un punto A situado en el eje OX, un potencial $V_A = -120$ V y un campo eléctrico $\mathbf{E}_A = -80\mathbf{i}$ N C^{-1}. Dibuje un esquema del problema y calcule: i) El valor de la carga Q y la posición del punto A. ii) El trabajo necesario para llevar un electrón desde el punto A hasta un punto B de coordenadas (2,2) m.

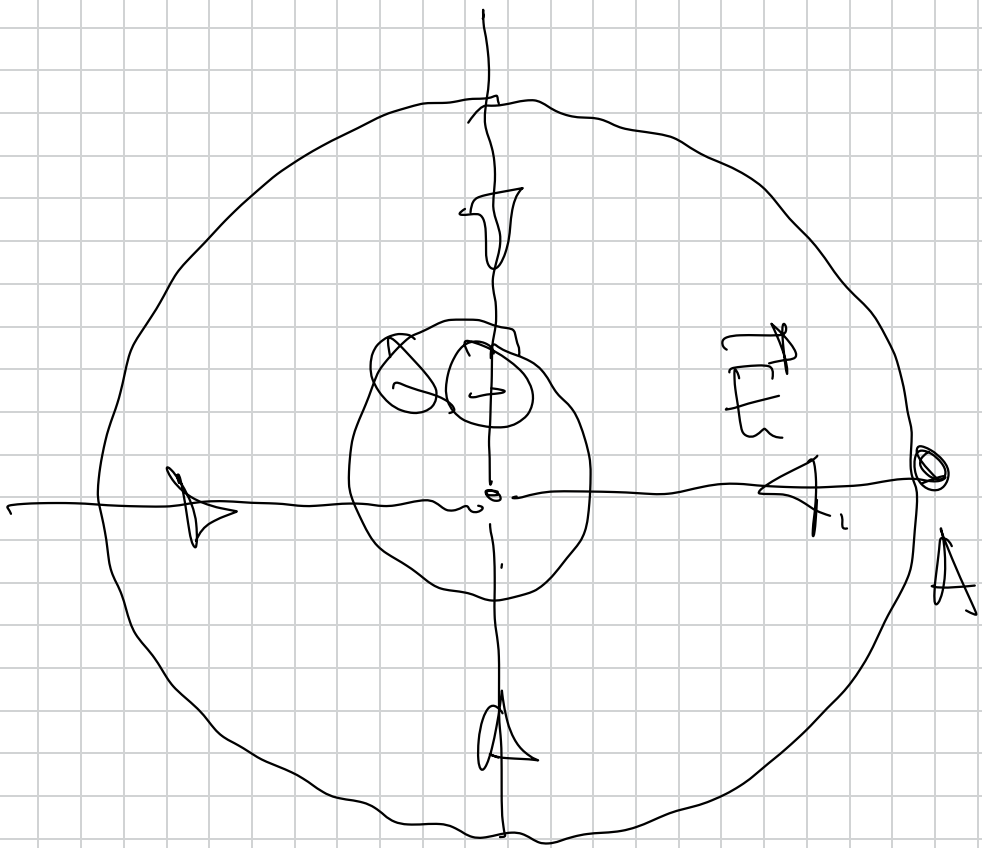
$K = 9 \cdot 10^9$ N m^2 C^{-2}; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

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

$$V_A = -120\ V$$







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

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

$$V_A = -120\ V.$$

$$80 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$-120 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q}{r}$$

$$-120 = 9 \cdot 10^9 \cdot Q$$

$$r = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot Q}{-120}$$

$$80 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q}{\left(\frac{9 \cdot 10^9 \cdot Q}{-120}\right)^2}$$

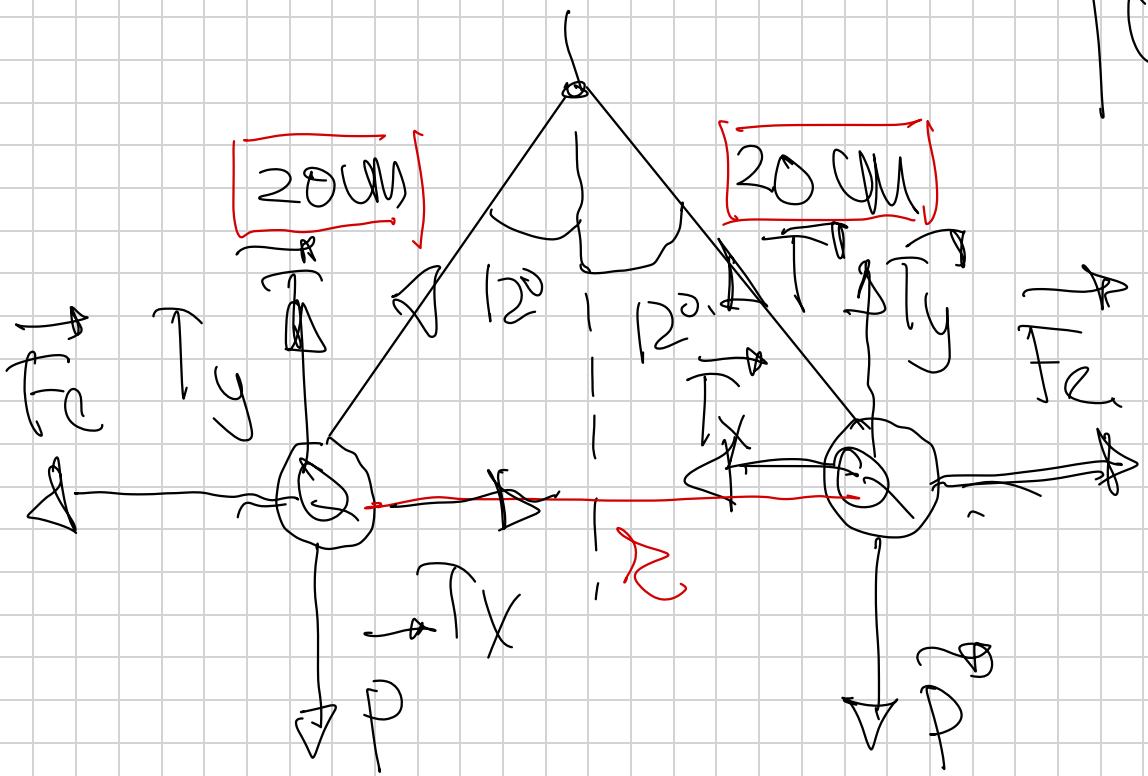
Questão 2019 Campo elétrico

79 (15-R) Dos partículas puntuales iguales, de 5 g y cargadas eléctricamente, están suspendidas del mismo punto por medio de hilos, aislantes e iguales, de 20 cm de longitud. El ángulo que forma cada hilo con la vertical es de 12º.

a) Calcule la carga de cada partícula y la tensión en los hilos.

b) Determine razonadamente cuánto debería variar la carga de las partículas para que el ángulo permaneciera constante si duplicáramos su masa.

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



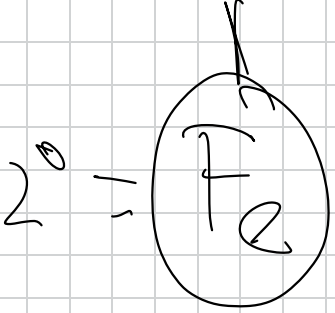
$|Q|$

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

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

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

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



$T \cdot \sin 12^\circ = F_e$

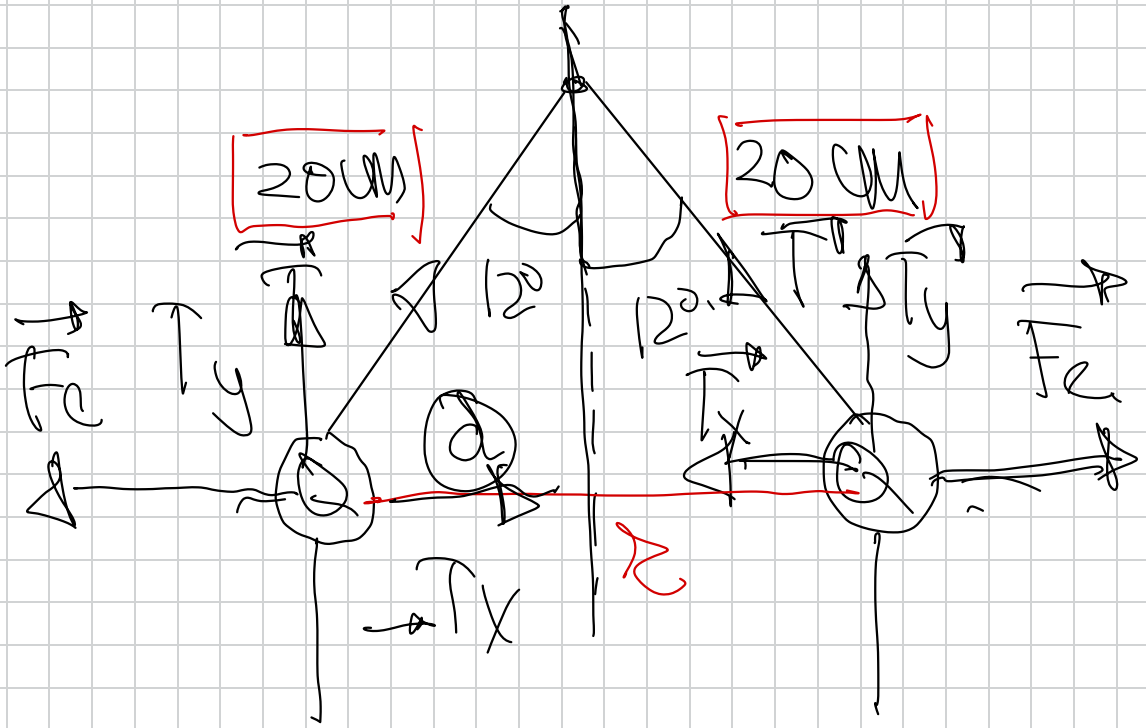
$T \cdot \cos 12^\circ = m \cdot g$.

$\operatorname{tg} 12^\circ = \frac{F_e}{m \cdot g}$.

$F_e = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} 12^\circ = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}8 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ$.

$F_e = 0{,}01\,N$.

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



$$\operatorname{tg} 12^\circ = \frac{d}{0{,}12} \Rightarrow d = 0{,}12 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ$$

$d = 0{,}04\ m$.

$r = 2 \cdot d = 0{,}08$.

$F_c = k \cdot \frac{Q^2}{r^2}$ $\quad |Q|$.

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

$Q = \sqrt{\frac{F_c \cdot r^2}{k}} = \sqrt{\frac{0{,}01 \cdot (0{,}08)^2}{9 \cdot 10^9}} = 8{,}43 \cdot 10^{-8}$

$$T \cdot \operatorname{sen} 12^\circ = F_e \qquad T = \frac{F_e}{\operatorname{sen} 12^\circ} = 0{,}048\,N.$$

b) Determine razonadamente cuánto debería variar la carga de las partículas para que el ángulo permaneciera constante si duplicáramos su masa.
$K = 9 \cdot 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$; $g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_e}{m \cdot g} \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{K \cdot \frac{Q^2}{r^2}}{m \cdot g}$$

$$\boxed{\operatorname{tg}\alpha = \frac{K \cdot Q^2}{m \cdot g \cdot r^2}}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{K \cdot Q^1 \, 2}{2 \, m \cdot g \cdot r^2 \cdot}$$

$$\frac{K \cdot Q^2}{m g r^2} : \frac{K \cdot Q'^2}{2 m g r^2}$$

$$Q^2 : \frac{Q'^2}{2 \cdot}$$

$$2Q^2 = Q'^2.$$

$$\sqrt{2Q^2} = Q'$$

$$Q = \sqrt{2}\boxed{Q}.$$

$$\boxed{tg\,\alpha} = \frac{K \cdot Q'^2}{2 m \cdot g \cdot r^2} = \frac{K \cdot (\sqrt{2}Q)^2}{2 m g r^2}$$

$$= \frac{K \cdot 2Q^2}{2mgr^2} = \frac{KQ^2}{mgr^2}$$

Vectoriales

$\vec{F_e}$

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

Escalares

$\vec{E_p}$

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

$$-\Delta E_p = W = \Delta E_c$$

Escalar.

Estudiar el cuadro muy completo del libro