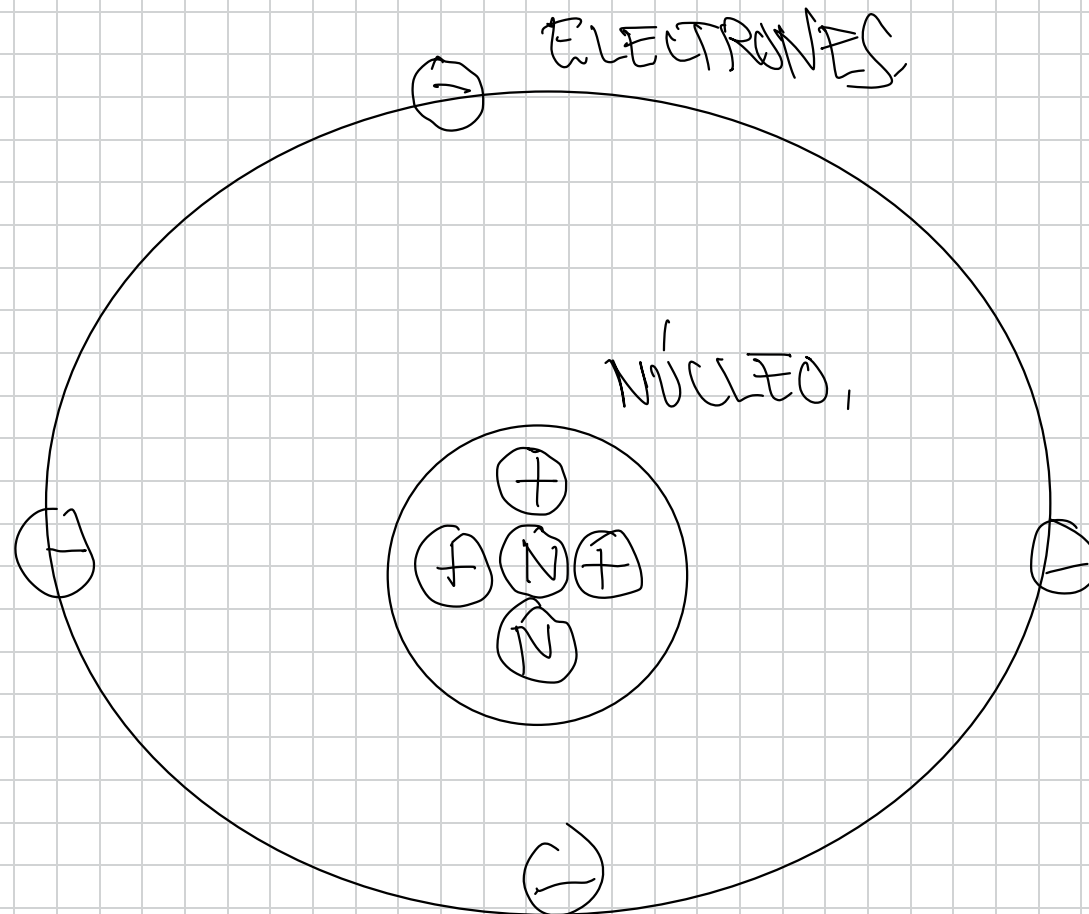


pag 39

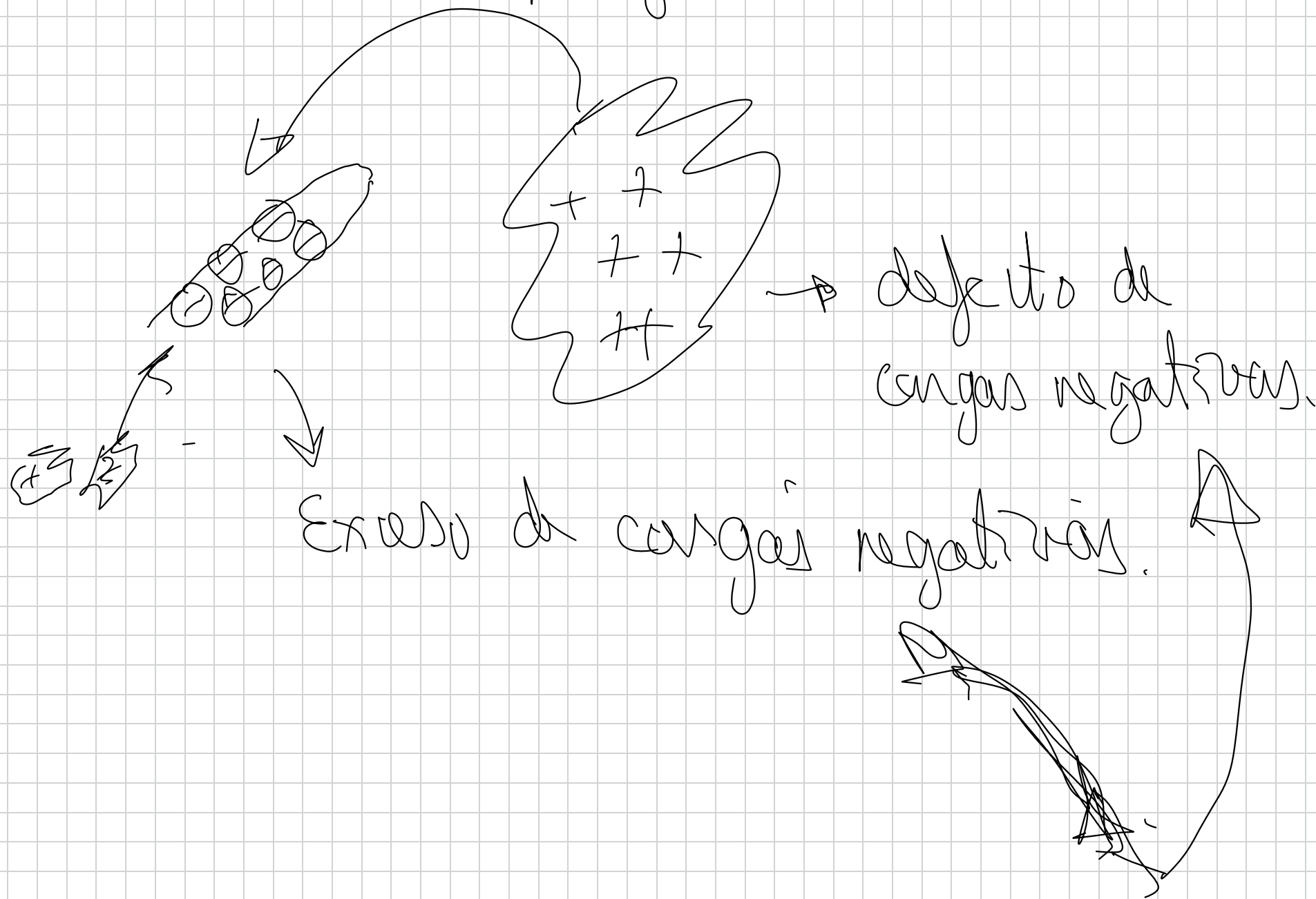
CAMPO ELÉCTRICO.

1.- FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS. CARGA ELÉCTRICA. PROPIEDADES.

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



Electrificación 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

50

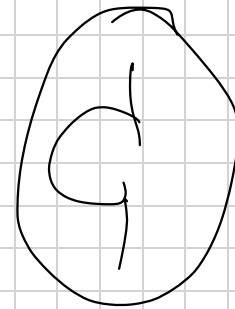
50

50

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

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

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$$

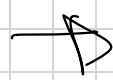


$$+ 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



carga de 1
protón.

$$- 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



carga de 1
electrón.

$$Q \approx \pm n - 2.$$

Na

$$Q \approx \pm 1 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Na⁺

$$Q \approx \pm 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Ca²⁺

$$Q \approx \pm 3 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{Al}^{3+}$$

~~Be⁺²~~

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

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

$$Q = \pm 1 \cdot e$$

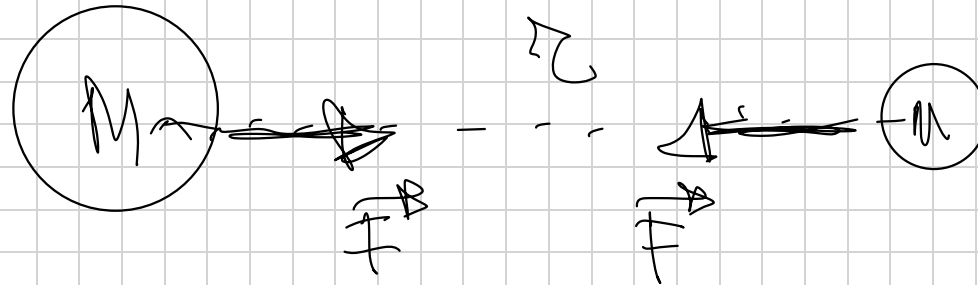
$$Q = \pm 2 \cdot e$$~~

$$Q = -1 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$Q = -2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} =$$

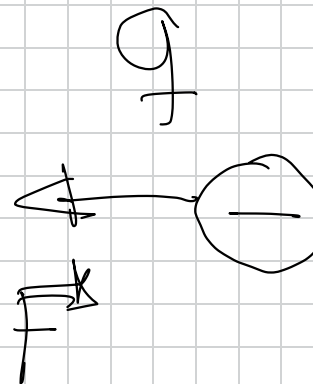
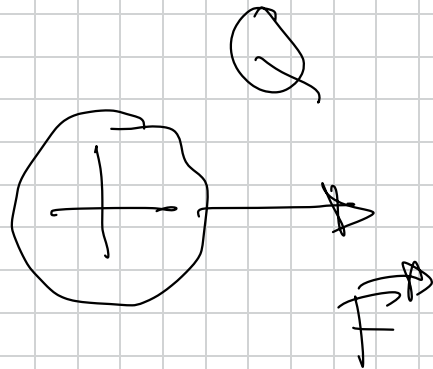
$$= -3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

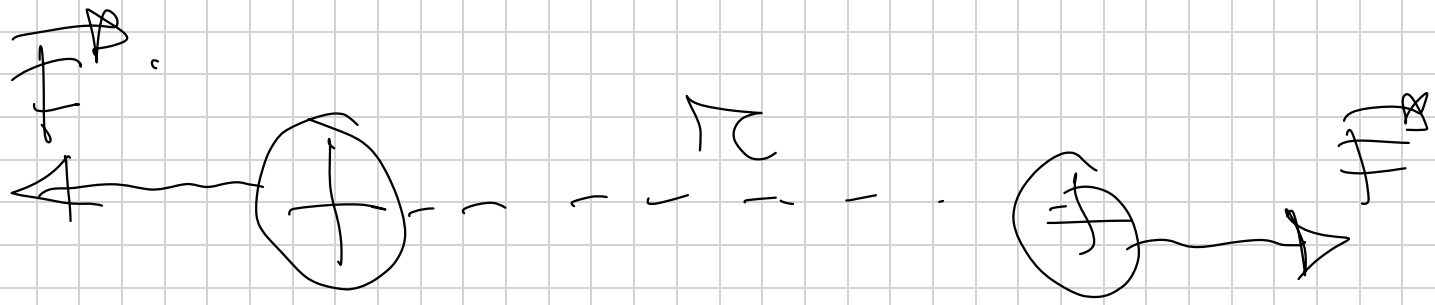
2: Fuerza entre dos Cargas en reposo,
ley de Coulomb.



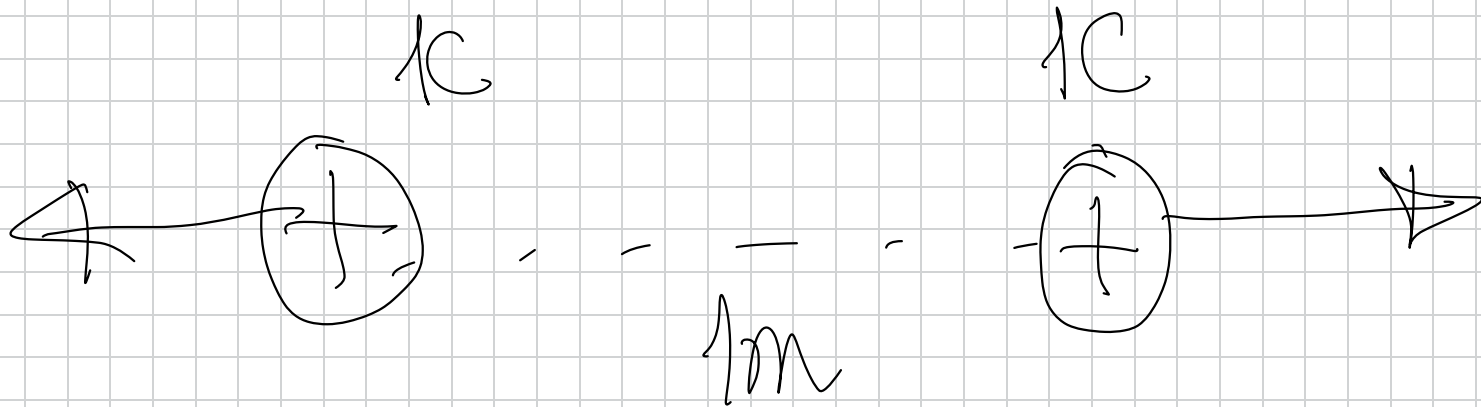
$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$





$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad \left\{ K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right.$$



$$F = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} = \left[9 \cdot 10^9 \text{ N} \right]$$

Diagram illustrating the calculation of the electrostatic force F between two charges Q and q separated by a distance r . The charges are labeled $1C$ and q . The distance r is labeled $1m$. The force F is calculated as $F = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}$, resulting in $9 \cdot 10^9 \text{ N}$.

Normalmente se utilizan submúltiplos del coulombio.

$1C$

$mC \Rightarrow \text{milicoulombio} = 10^{-3}C$

$\mu C \Rightarrow \text{microcoulombio} = 10^{-6}C$

$1\text{ C} = \text{nanoculombio} = 10^{-9}\text{ C}$

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

pag 59

1.- Una partícula de masa $m=100\text{ g}$ está cargada con una carga $q = +10^{-6}\text{ C}$ 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?.

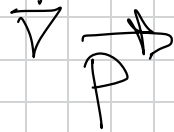
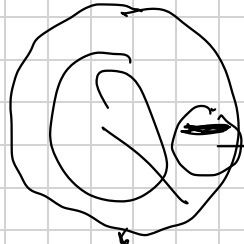
$g=9,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $K=9\cdot 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$

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

50 cm

$$50 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.5 \text{ m}$$

$$g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



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

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$$

by de
Coulomb.

$$|\vec{P}| = |\vec{F}_e|$$

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

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

$$|Q| = \frac{0.1 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0.5 \text{ m})^2}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot 10^{-6} \text{ C}} = 2.7 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

(valor absoluto)

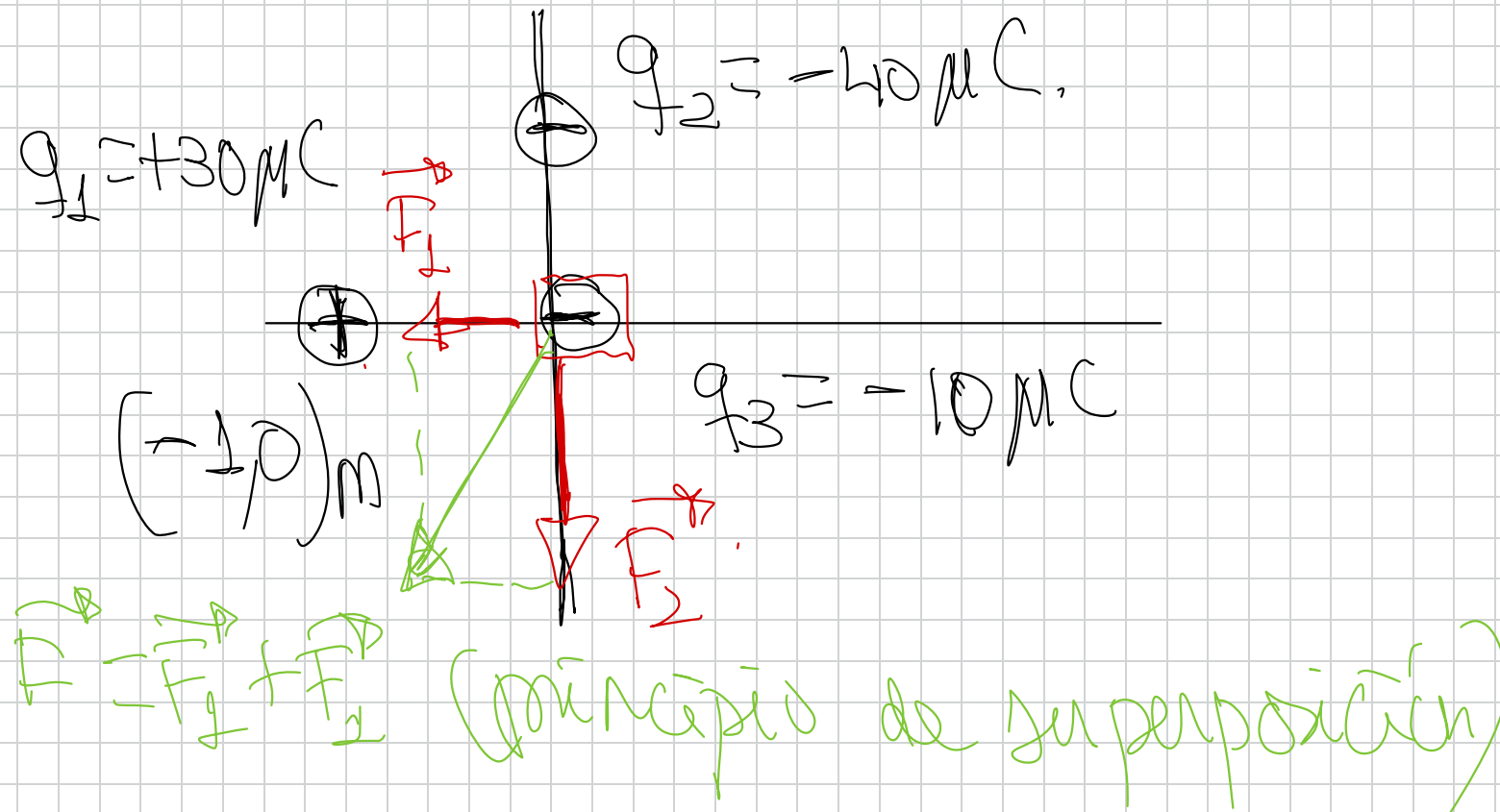
¡OJO! El valor de $Q = -2.7 \cdot 10^{-5} \text{ C}$,
para que se produzca atracción
con q .

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

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

b) Dibujar un esquema de todas las fuerzas actuantes

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



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

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

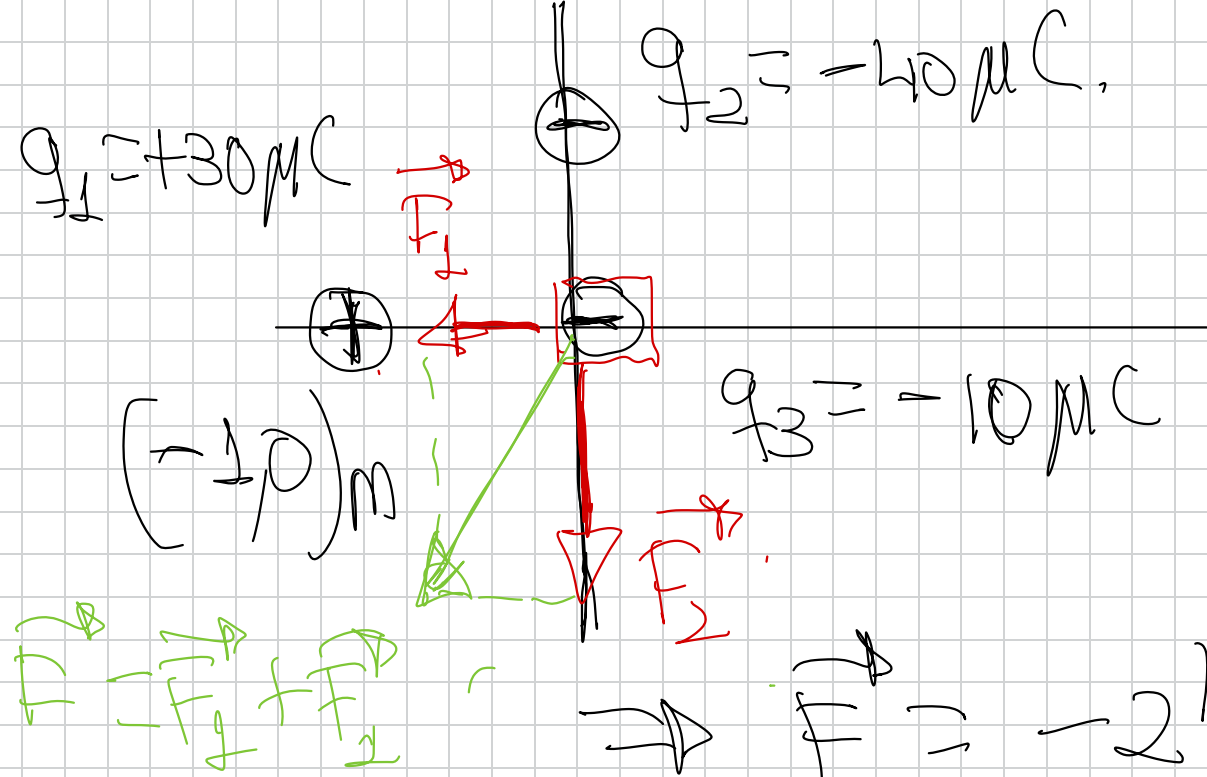
$$|\vec{F}_1| = 27 \text{ N.}$$

$$\vec{F}_1 = -27 \vec{u} \text{ (N)}$$

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

$$|\vec{F}_2| = 36 \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = -36 \vec{u} \text{ (N)}$$



$$|\vec{F}| = \sqrt{(27)^2 + (36)^2} = 45 \text{ N.}$$

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

- Calcula la fuerza que ejerce el primer cuerpo sobre el cuerpo situado en $(0,1)\text{ m}$
- ¿Cuál es la relación entre la fuerza eléctrica y la fuerza gravitatoria en este caso?
- Si las cargas estuviesen separadas una distancia mayor en la misma línea que antes, ¿Cómo afectaría ello a la relación calculada en el apartado b)?

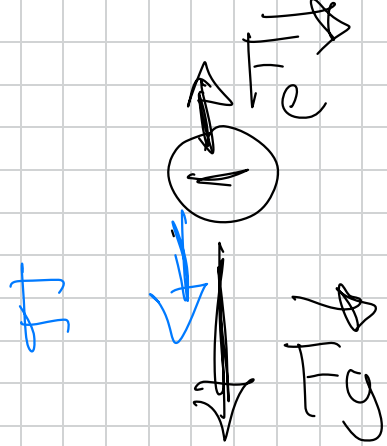
$K=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

$m_2 = 20 \text{ Kg}$
 $q_2 = -100 \cdot 10^{-12} \text{ C}$
 $(0,1) \text{ m}$
 $\vec{F} = \vec{F}_g + \vec{F}_e$
 $|\vec{F}_g| = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{10 \cdot 20}{1^2}$
 $|\vec{F}_g| = 1,33 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
 $\vec{F}_g = -1,33 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
 $m_1 = 10 \text{ Kg}$
 $q_1 = -1 \cdot 10^{-9} \text{ C}$
 $(0,0) \text{ m}$

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

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

$$\vec{F}_e = +9 \cdot 10^{-10} \vec{r} \text{ (N)}$$



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

$$\vec{F} = +9 \cdot 10^{-10} \vec{j} + (-133 \cdot 10^{-8} \vec{j})$$

$$\vec{F} = -124 \cdot 10^{-8} \vec{j} \text{ (N)}$$

$$|\vec{F}| = 124 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

$$|\vec{F}| = |\vec{F}_g| - |\vec{F}_e| = 133 \cdot 10^{-8} - 9 \cdot 10^{-10} = 124 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

b)

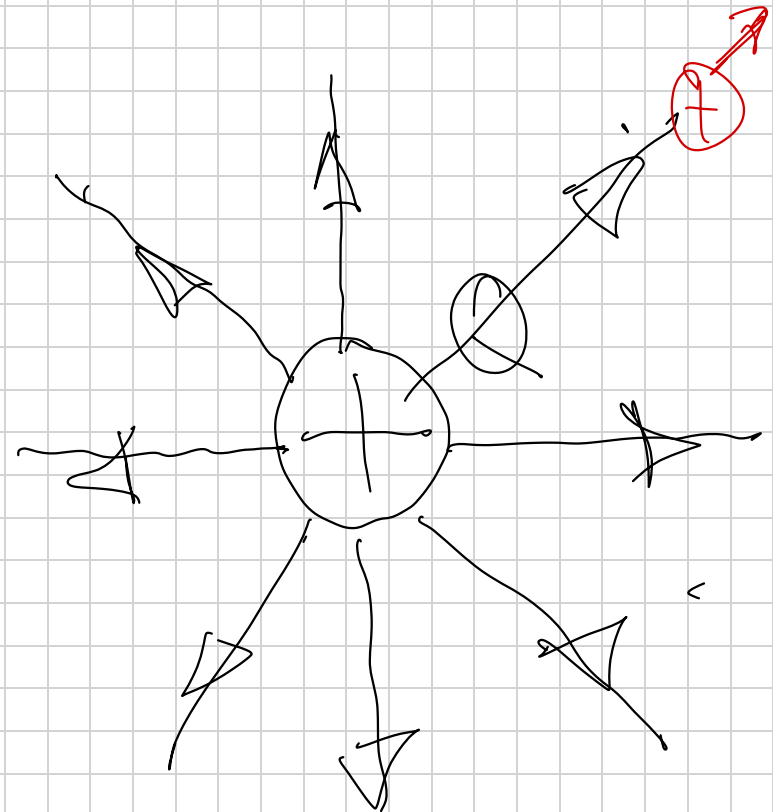
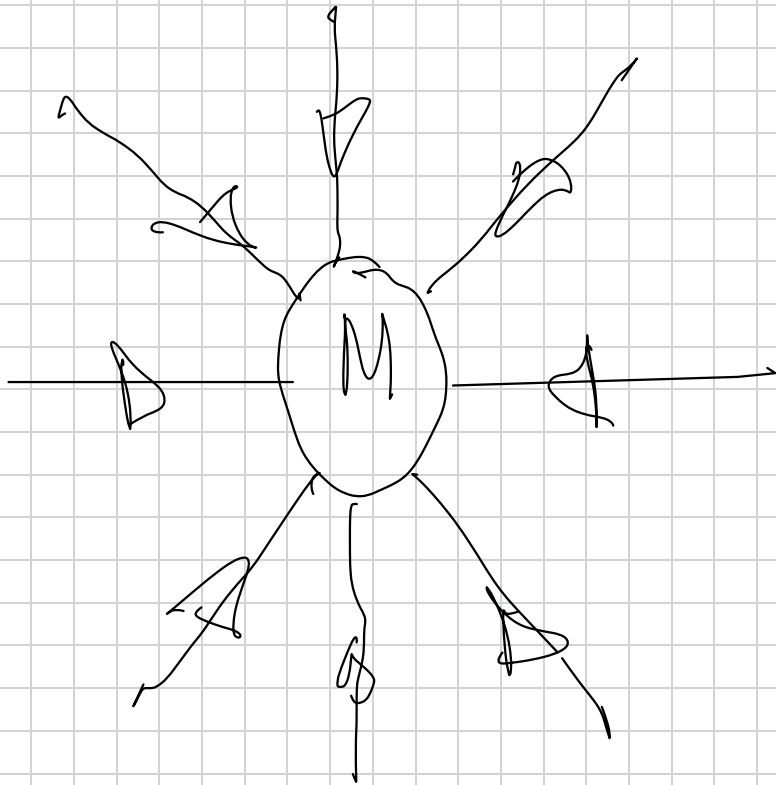
$$\frac{|F_e|}{|F_g|} = \frac{K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}} = \frac{K [q_1] [q_2]}{G M_1 \cdot M_2} = 0.068.$$

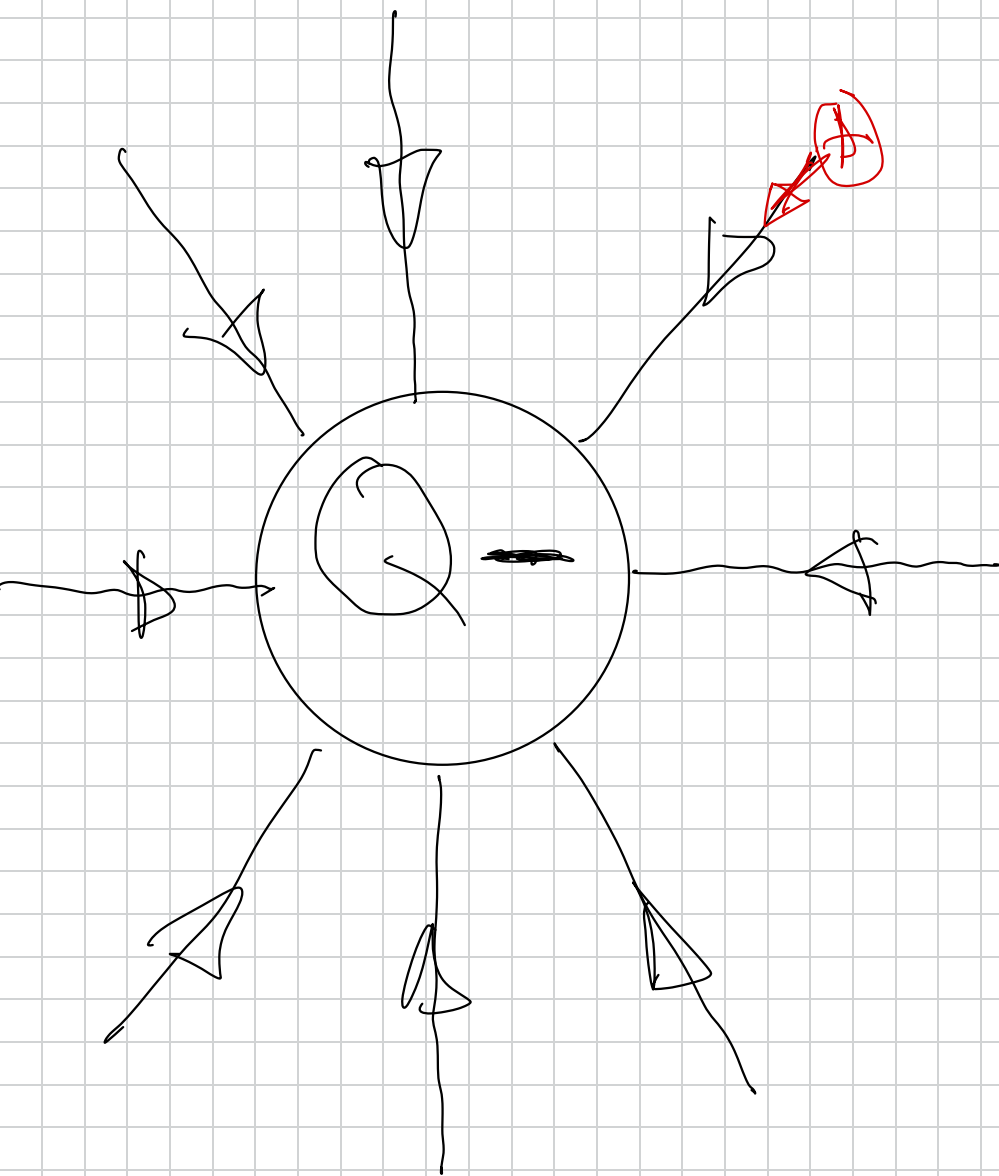
c)

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

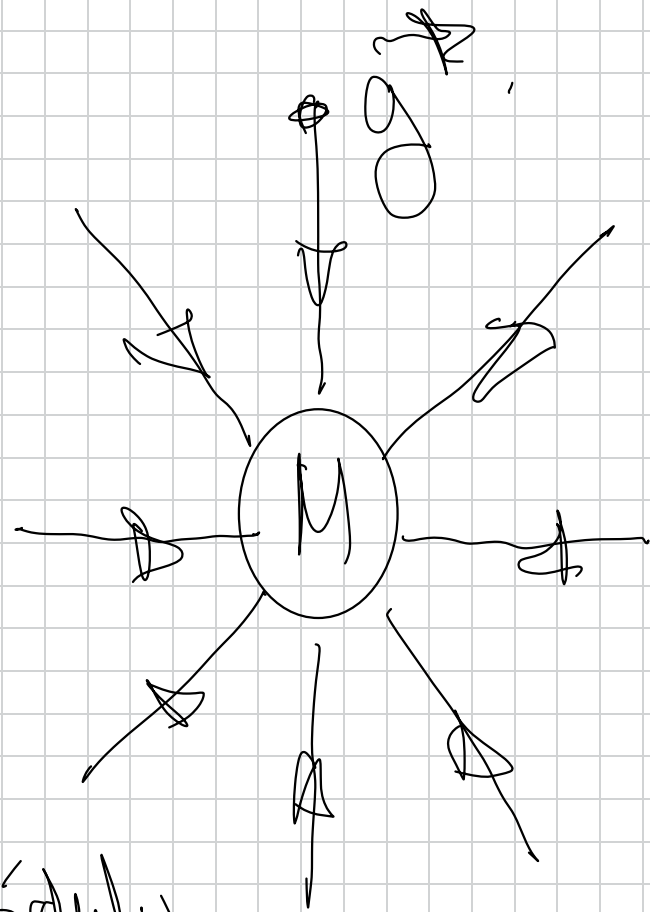
Pag 41,

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





Lineas de campo eléctrico
hipotéticas trazo varias
que requieren una carga
q **POSITIVA**
abandonada en reposo
en dicho campo,

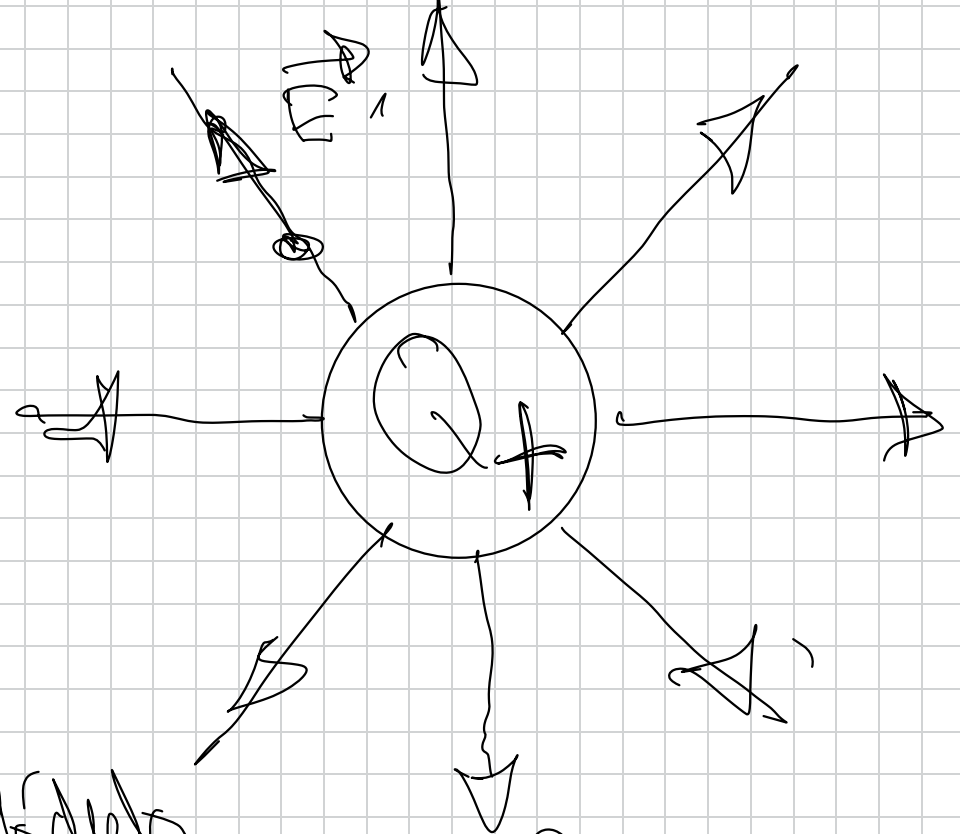


Módulo

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

$\left(\frac{M}{Kg} \right)$
 $\left(\frac{m}{kg} \right)$

Campo eléctrico E



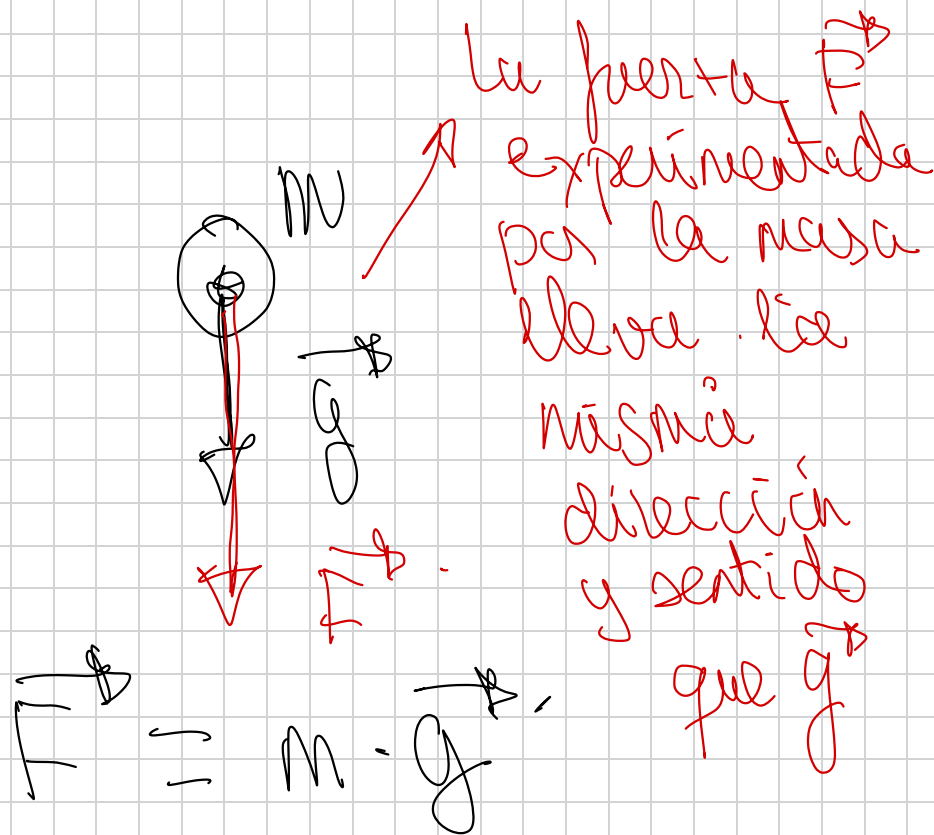
Módulo

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

$\left(\frac{Q}{C} \right)$
 $\left(\frac{q}{C} \right)$

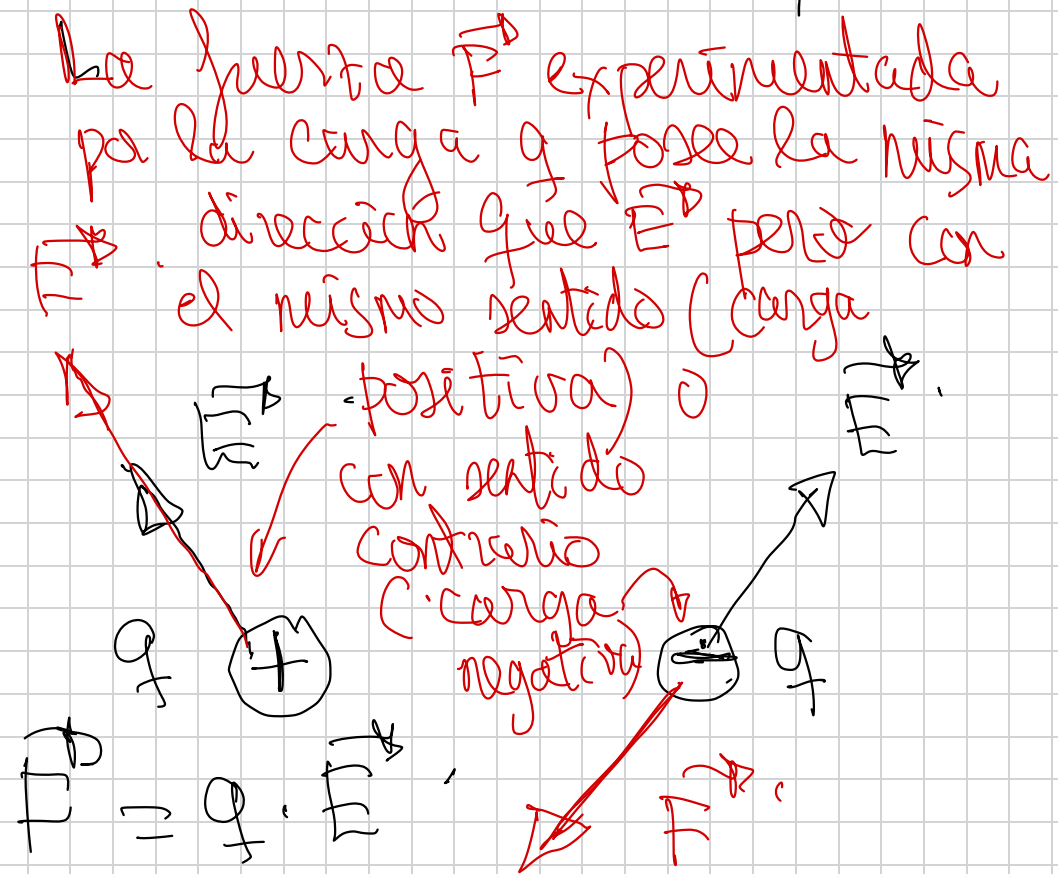
Dirección: tangente a
las líneas de campo.

Sentido: el de las
líneas de campo.



Dirección: tangente a
las líneas de campo.

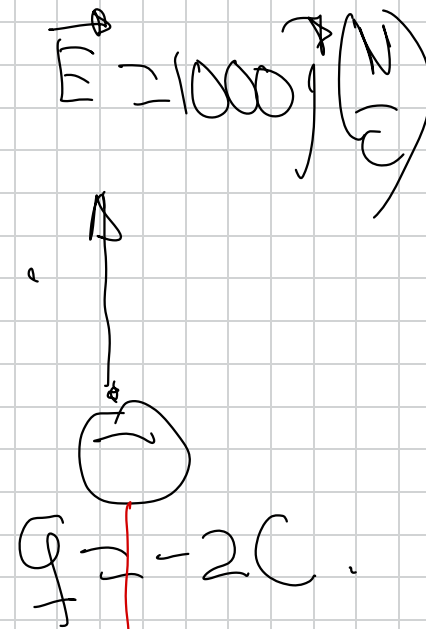
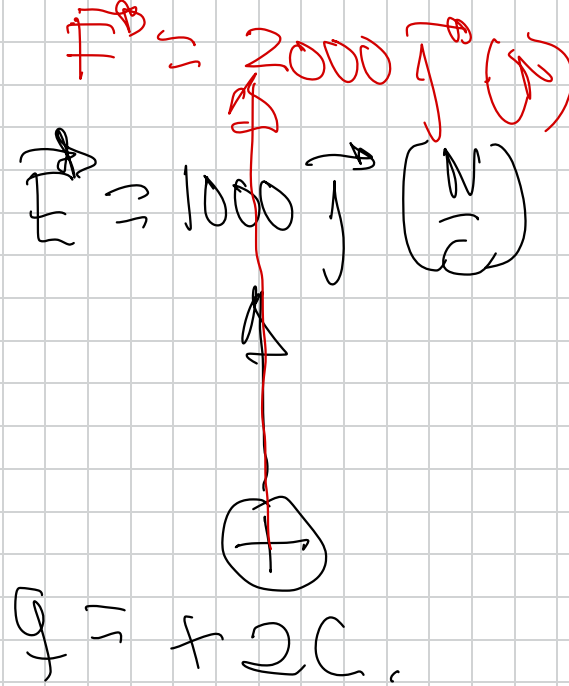
Sentido: el de las
líneas de campo.



$$|F| = |g| \cdot |E|$$

$$|F| = 20 \cdot 1000 \frac{N}{s}$$

$$|F| = 20000 N$$

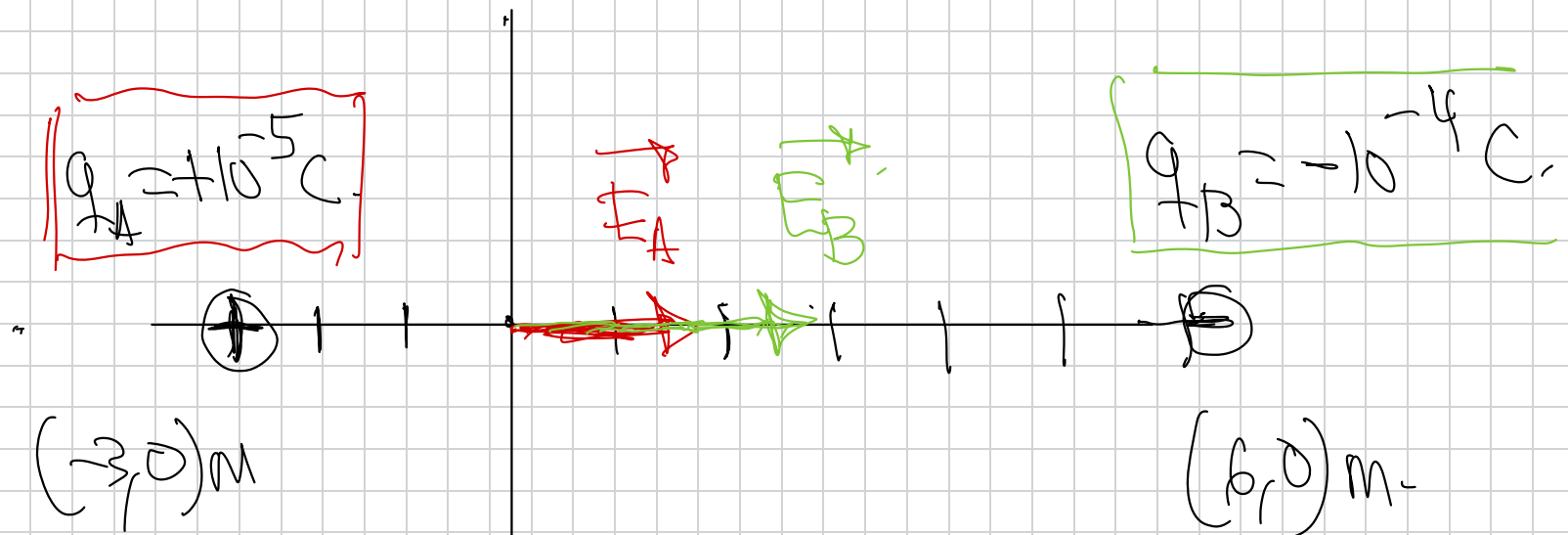


Bottom label (red): $F_e = 2000$ with a downward arrow and a circled (N) .

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

- Calcular $\vec{E}$, así como su modulo, en el punto (0,0) m
- Calcular la fuerza ejercida sobre una carga de $+10^{-7} \text{ C}$ si hipotéticamente estuviese situada en el punto (0,0) m
- Calcular la fuerza ejercida sobre una carga de -10^{-7} C si hipotéticamente estuviese situada en el punto (0,0) m

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



¡OJO! , primer el módulo

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

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

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

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

Princípio de superposição

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

8g)
No data

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

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

$$|\vec{F}| = 3.5 \cdot 10^{-3} N$$

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

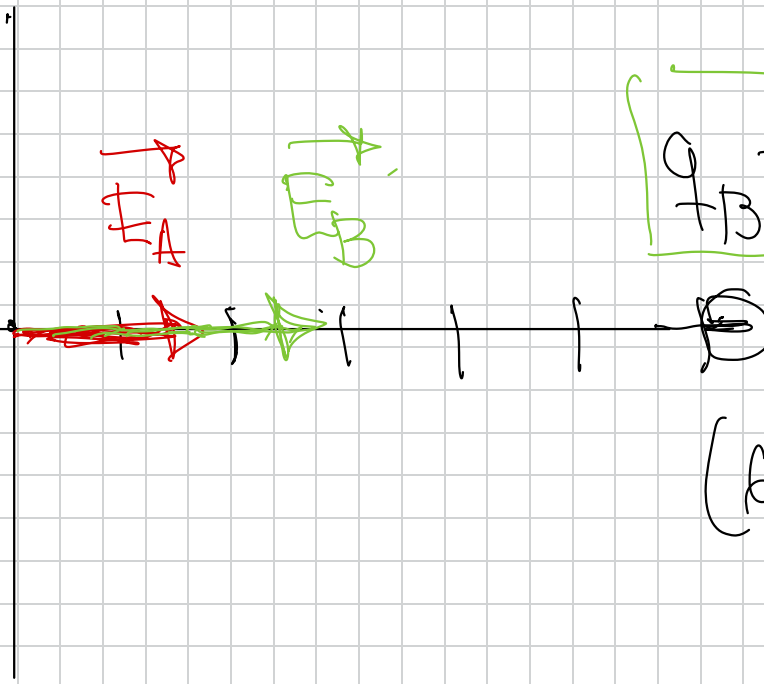
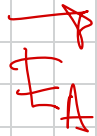
$$\vec{E} = 35 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$



$$\vec{F} = +3.5 \cdot 10^{-3} N$$

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

$(-3, 0) m$



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

$(6, 0) m$

c) No dudo

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

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

$$\vec{E} = 35 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$F = 10^{-7} \cdot 35 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$|\vec{F}| = 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_e = 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

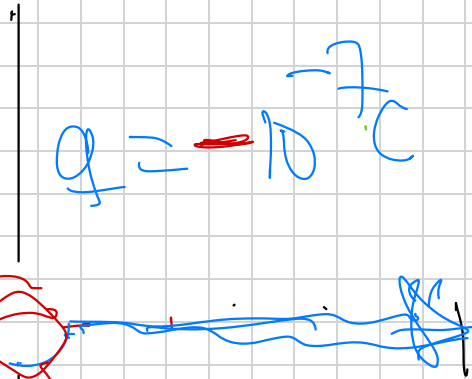
¡Ojo! la carga negativa
ejerce una fuerza en sentido

Contrario a $\vec{E}$,
 $q_B = -10^{-4} \text{ C}$

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

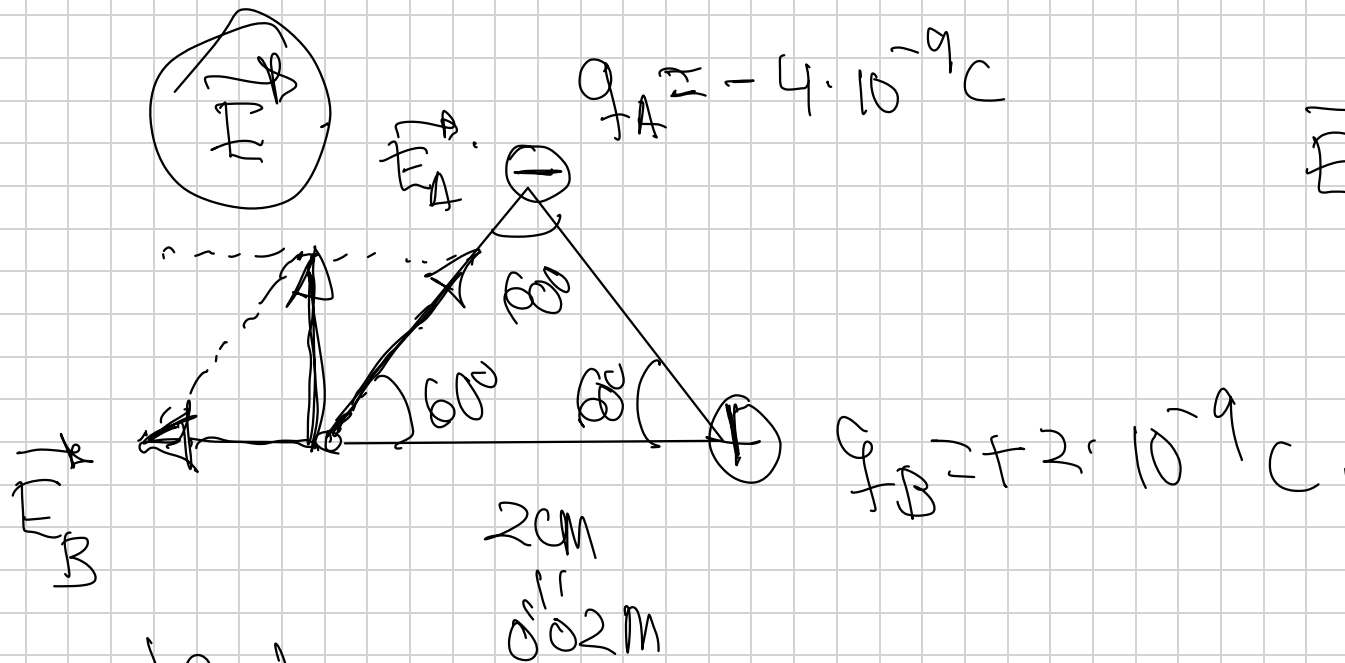
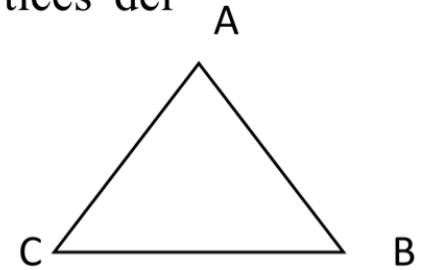
$(-3,0) \text{ m}$

$(6,0) \text{ m}$



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

- Calcular el valor del campo eléctrico en el vértice C de dicho triángulo
 - ¿Qué fuerza se ejercería sobre una carga de $1 \mu\text{C}$ si ésta se situase en C?
 - ¿Qué fuerza se ejercería sobre una carga de $-2 \mu\text{C}$ si ésta se situase en C?
- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

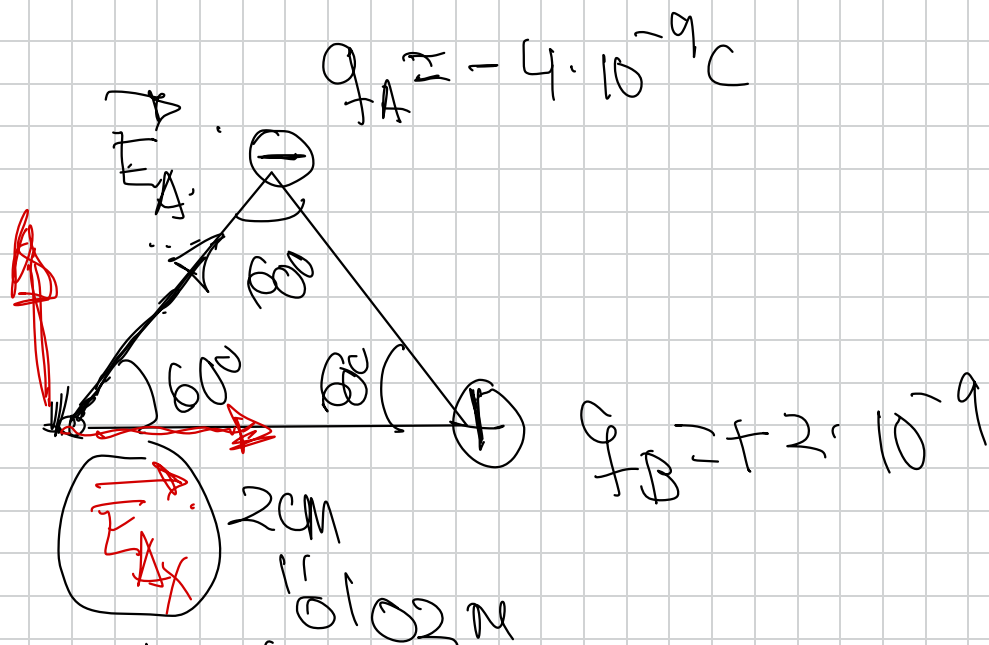


$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

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

$$|\vec{E}_B| = K \frac{|q_B|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(0.02)^2} = 4.5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_B = -4.5 \cdot 10^4 \hat{c} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$



$$|\vec{F}_A| = k \cdot \frac{|q_A|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-9}}{(0.02)^2} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{|\vec{F}_{Ax}|}{|\vec{F}_A|} \Rightarrow |\vec{F}_{Ax}| = |\vec{F}_A| \cdot \cos 60^\circ = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} = 4.5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

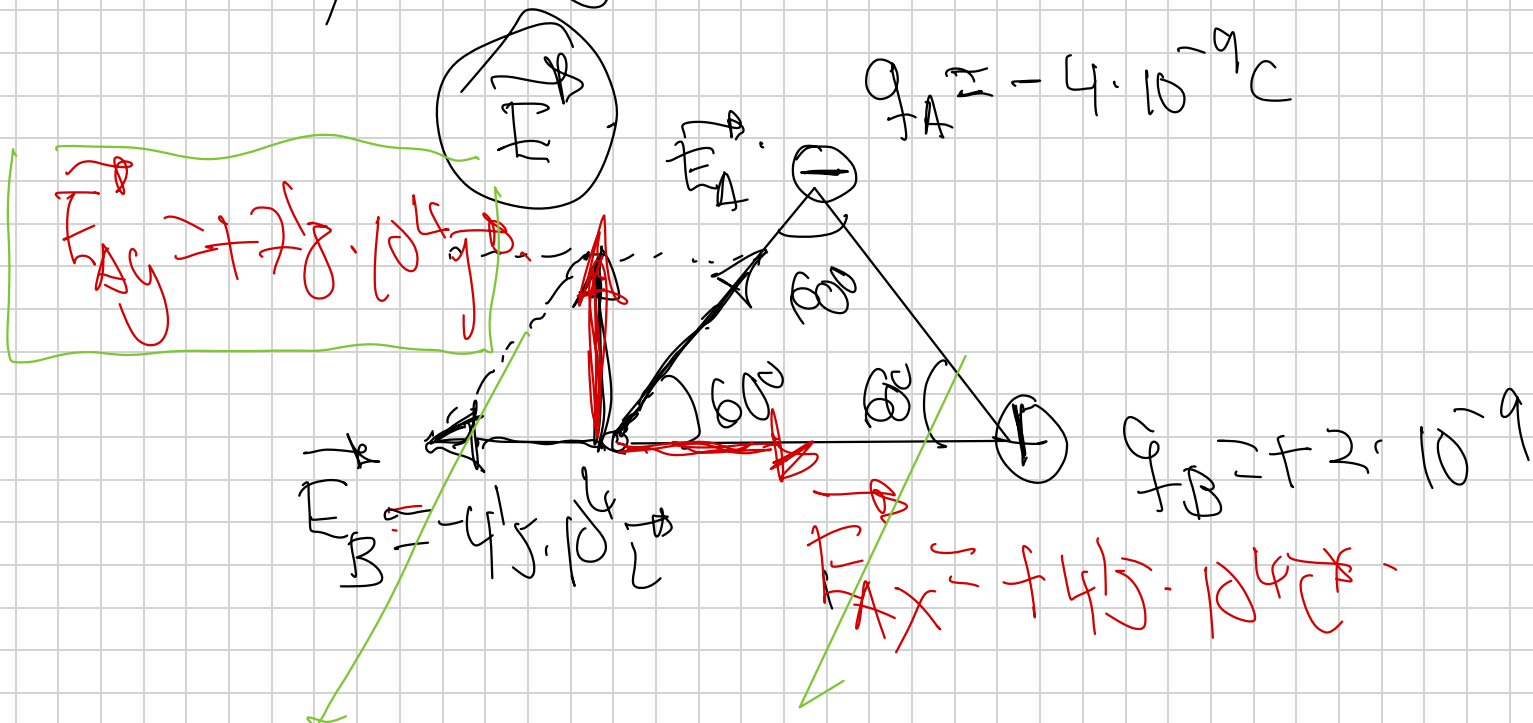
$$\vec{F}_{Ax} = +4.5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{|\vec{F}_{Ay}|}{|\vec{F}_A|} \Rightarrow |\vec{F}_{Ay}| = |\vec{F}_A| \cdot \sin 60^\circ = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 7.8 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

$$\vec{F}_{Ay} = +7.8 \cdot 10^4 \frac{N}{C} \quad \left(\frac{N}{C} \right)$$

$$\vec{F}_A = \vec{F}_{Ax} + \vec{F}_{Ay} = +4.5 \cdot 10^4 \frac{N}{C} + 7.8 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

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



Princípio da superposição

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

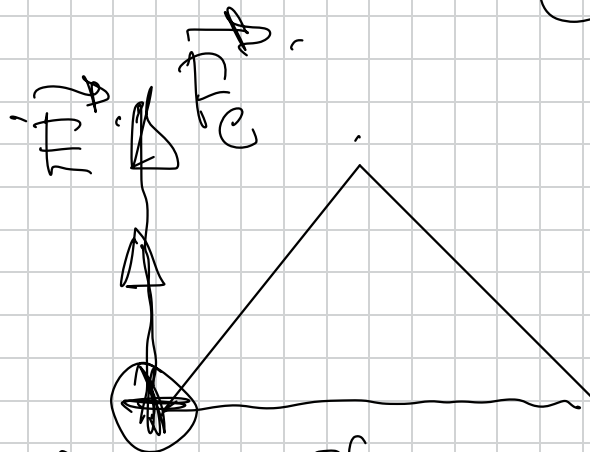
$$\vec{E} = +45 \cdot 10^4 \vec{e} + 78 \cdot 10^4 \vec{e} - 45 \cdot 10^4 \vec{e}$$

$$\vec{E} = +78 \cdot 10^4 \vec{e} \quad (N/C)$$

$$|\vec{E}| = 78 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$



4)

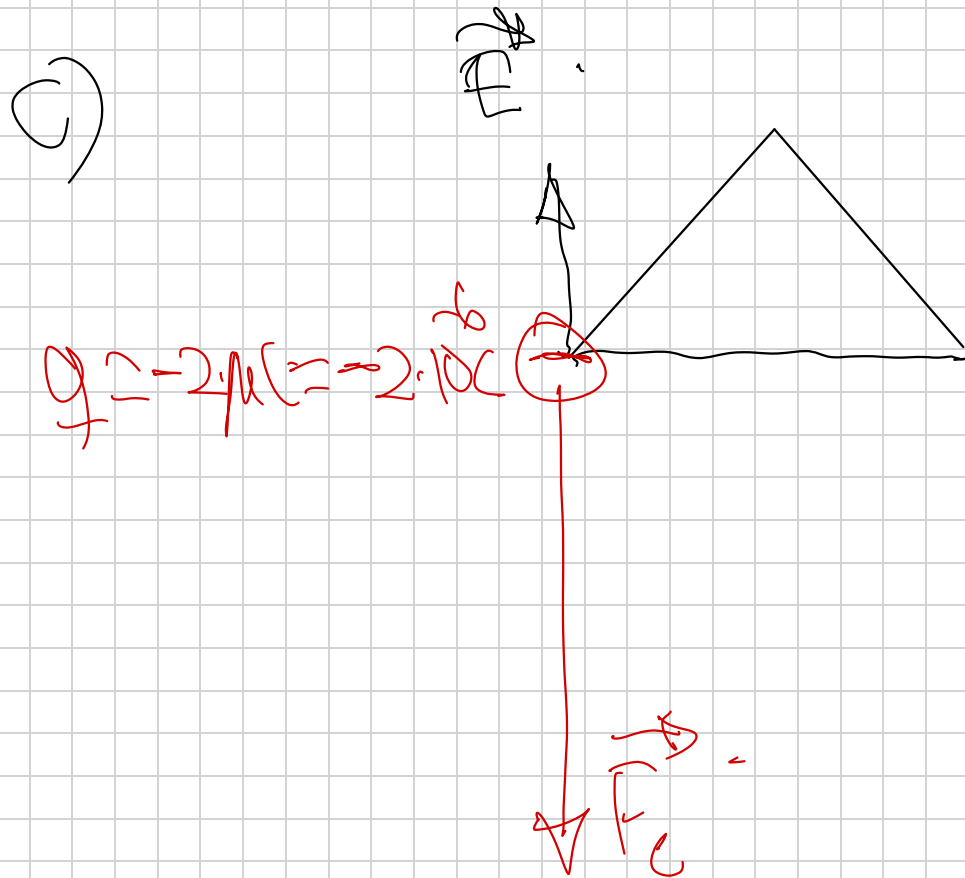


$$q = 1 \mu C = 1 \cdot 10^{-6} C$$

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

$$|\vec{E}| = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 78 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

$$\vec{F}_e = +718 \cdot 10^{-2} \hat{y} \text{ (N)} \quad |\vec{F}_e| = 718 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$



¡Ojo! primero el
módulo,

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

$$|\vec{F}_e| = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 718 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$|\vec{F}_e| = 1516 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

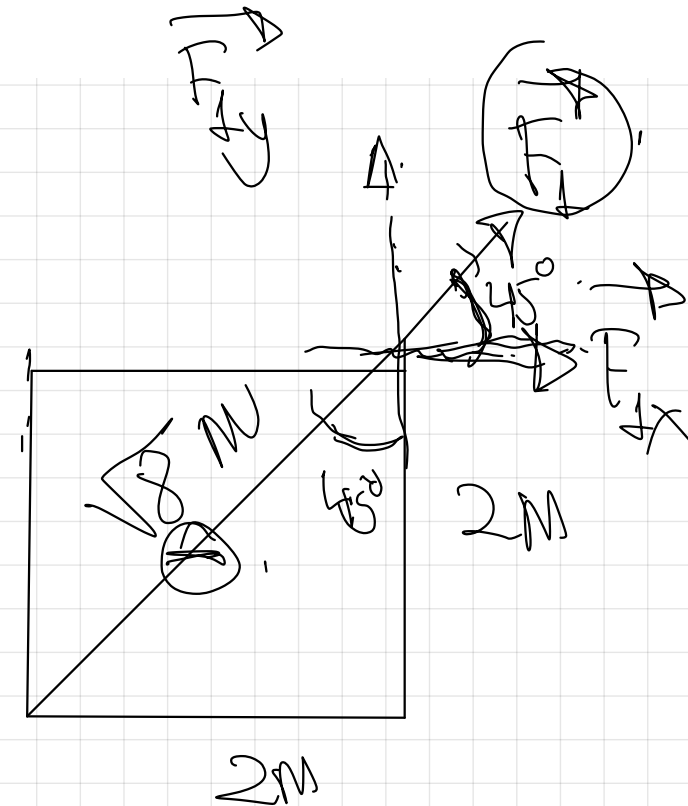
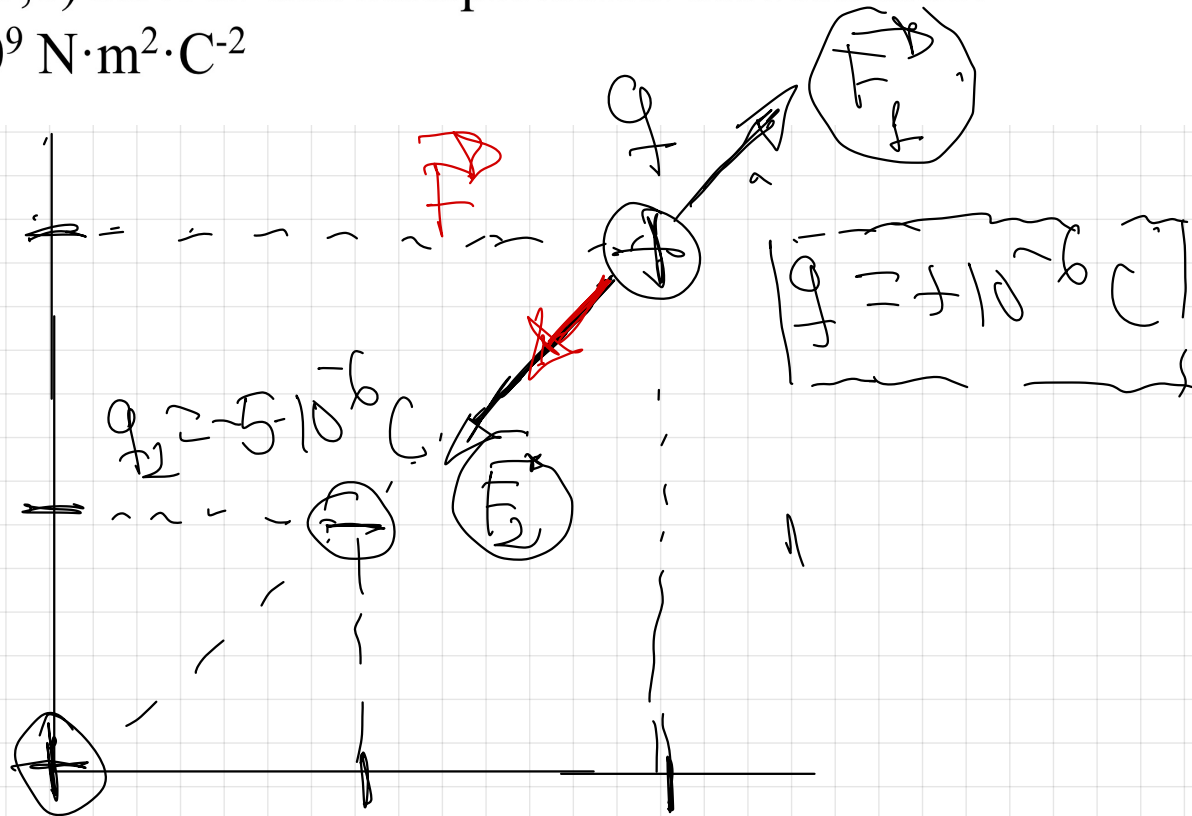
$$\vec{F}_e = -1516 \cdot 10^{-2} \hat{y} \text{ (N)}$$

7.- Dos cargas puntuales de $8 \mu\text{C}$ y $-5 \mu\text{C}$ están situadas respectivamente en los puntos $(0,0) \text{ m}$ y $(1,1) \text{ m}$. Calcular:

a) La fuerza que actúa sobre una carga de $1 \mu\text{C}$ situada en el punto $(2,2) \text{ m}$

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

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



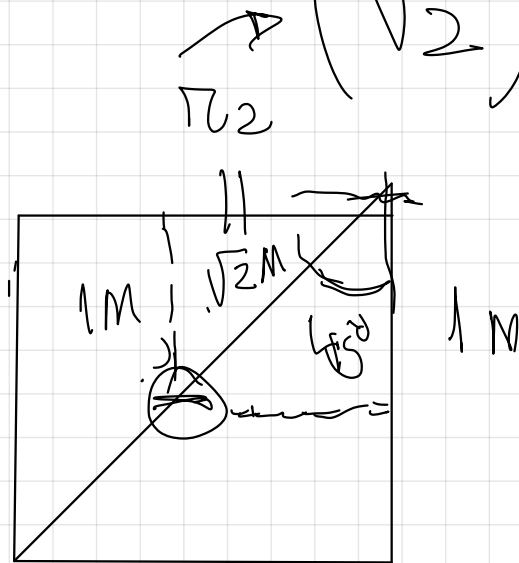
$$|F_1| = K \cdot \frac{|q| \cdot |q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2y}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2y}| = |\vec{F}_2| \cdot \sin 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6.36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2x}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2x}| = |\vec{F}_2| \cdot \cos 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6.36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\vec{F} = +6.36 \cdot 10^{-3} \vec{e}_x + 6.36 \cdot 10^{-3} \vec{e}_y \quad (\text{N})$$

$$|\vec{F}_2| = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{2})^2} = 2.25 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$



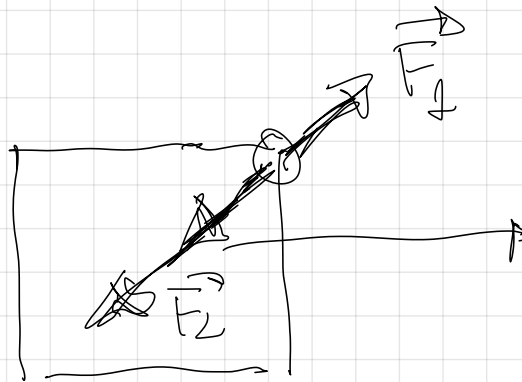
$$\sin 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2y}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2y}| = |\vec{F}_2| \cdot \sin 45^\circ = 2.25 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$|\vec{F}_{2y}| = 1.59 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{2x}|}{|\vec{F}_2|} \Rightarrow |\vec{F}_{2x}| = 1.59 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = -1.59 \cdot 10^{-2} \vec{i} - 1.59 \cdot 10^{-2} \vec{j} \text{ (N)}$$

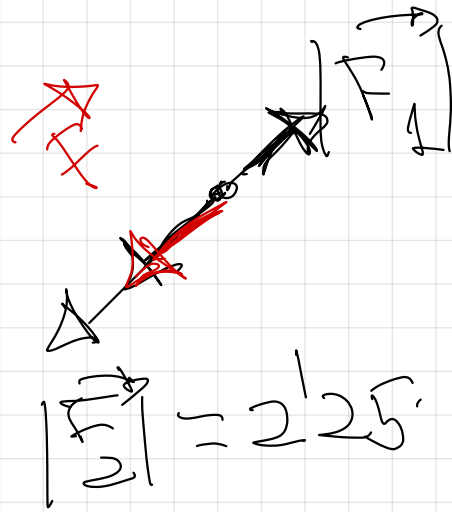
$$\vec{F}_1 = +6.36 \cdot 10^{-3} \vec{i} + 6.36 \cdot 10^{-3} \vec{j} \text{ (N)} \Rightarrow \text{Calculado antes.}$$



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

$$\vec{F} = -9.9 \cdot 10^{-3} \vec{i} - 9.9 \cdot 10^{-3} \vec{j} \text{ (N)}$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{x^2 + y^2} = 1.37 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$



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

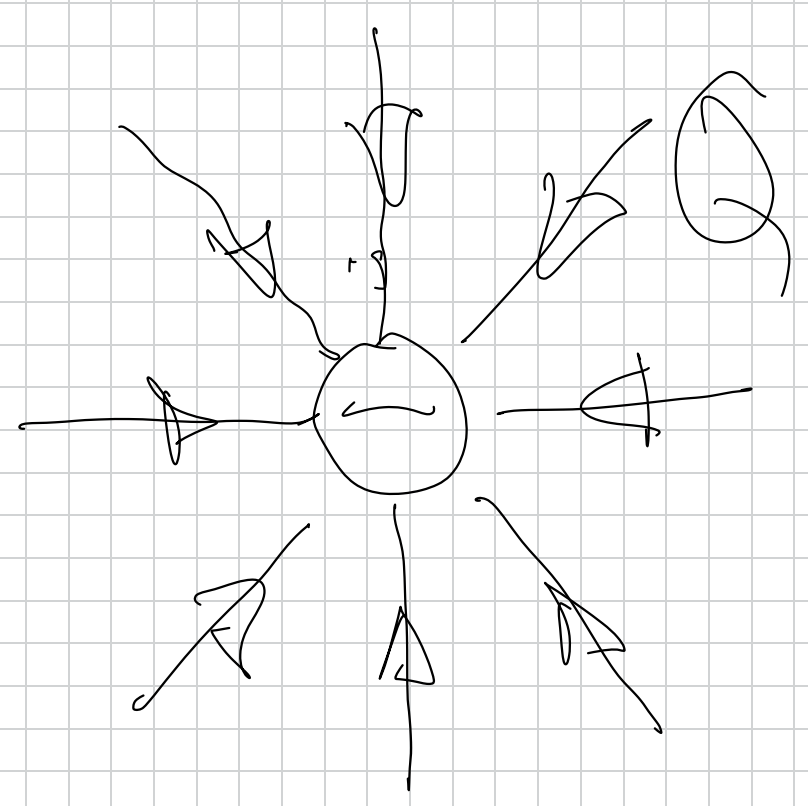
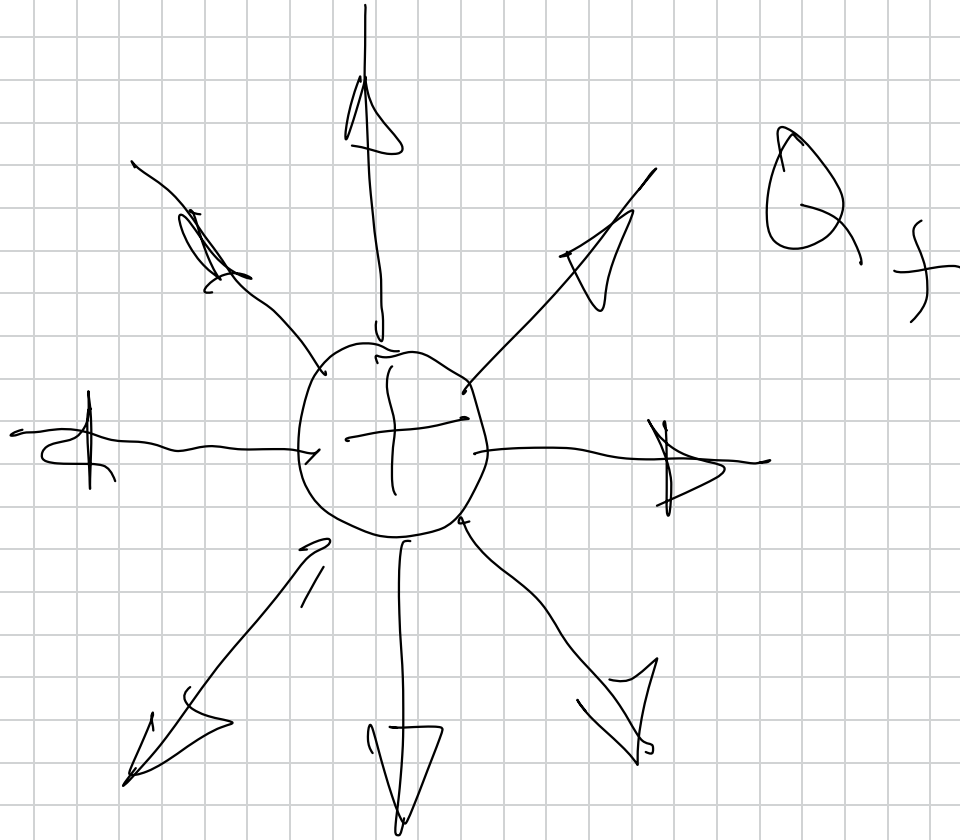
$$|\vec{F}_2| = 2.25 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

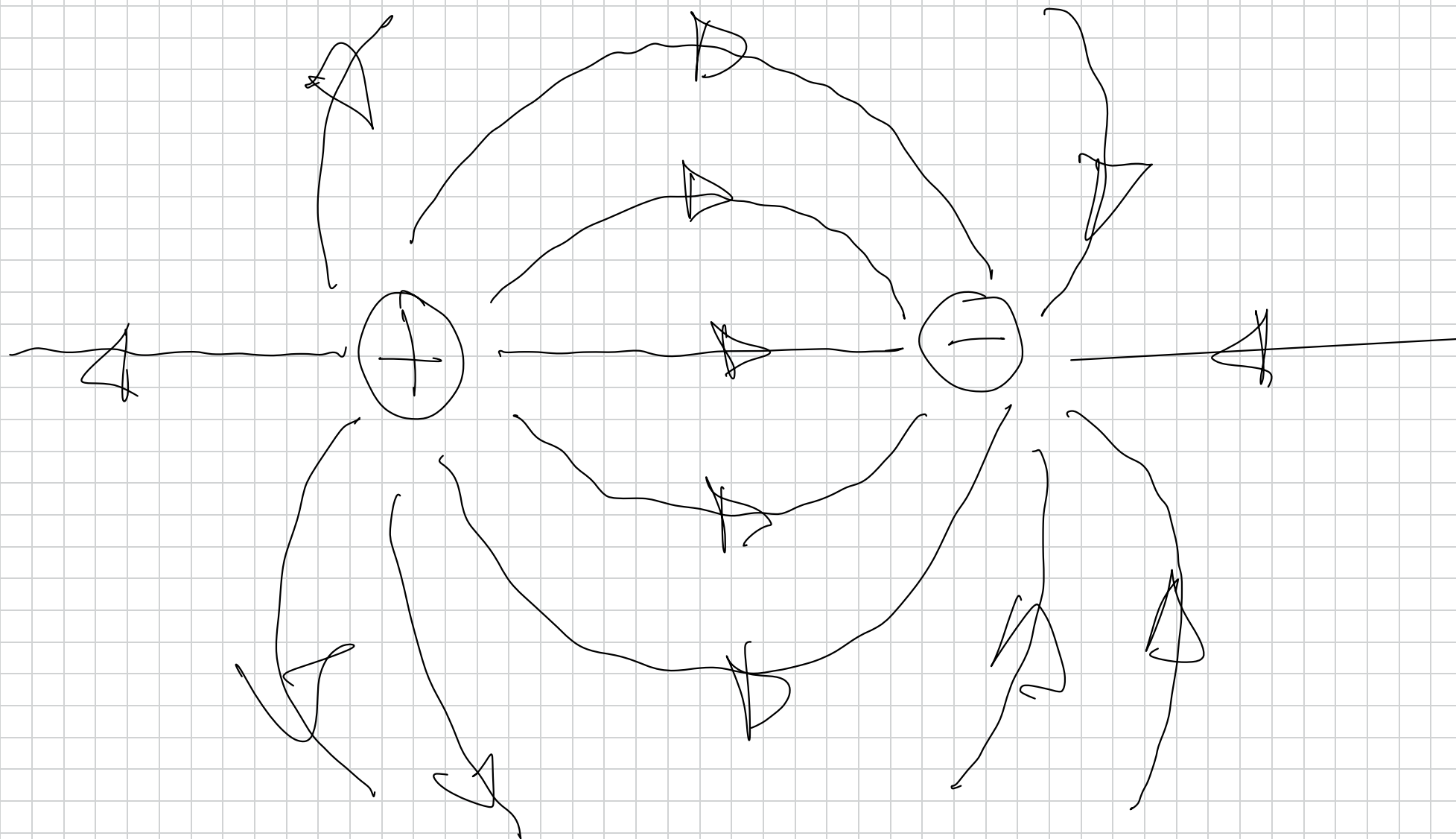
$$|\vec{F}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1| = 2.25 \cdot 10^{-2} \text{ N} - 9 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 1.35 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

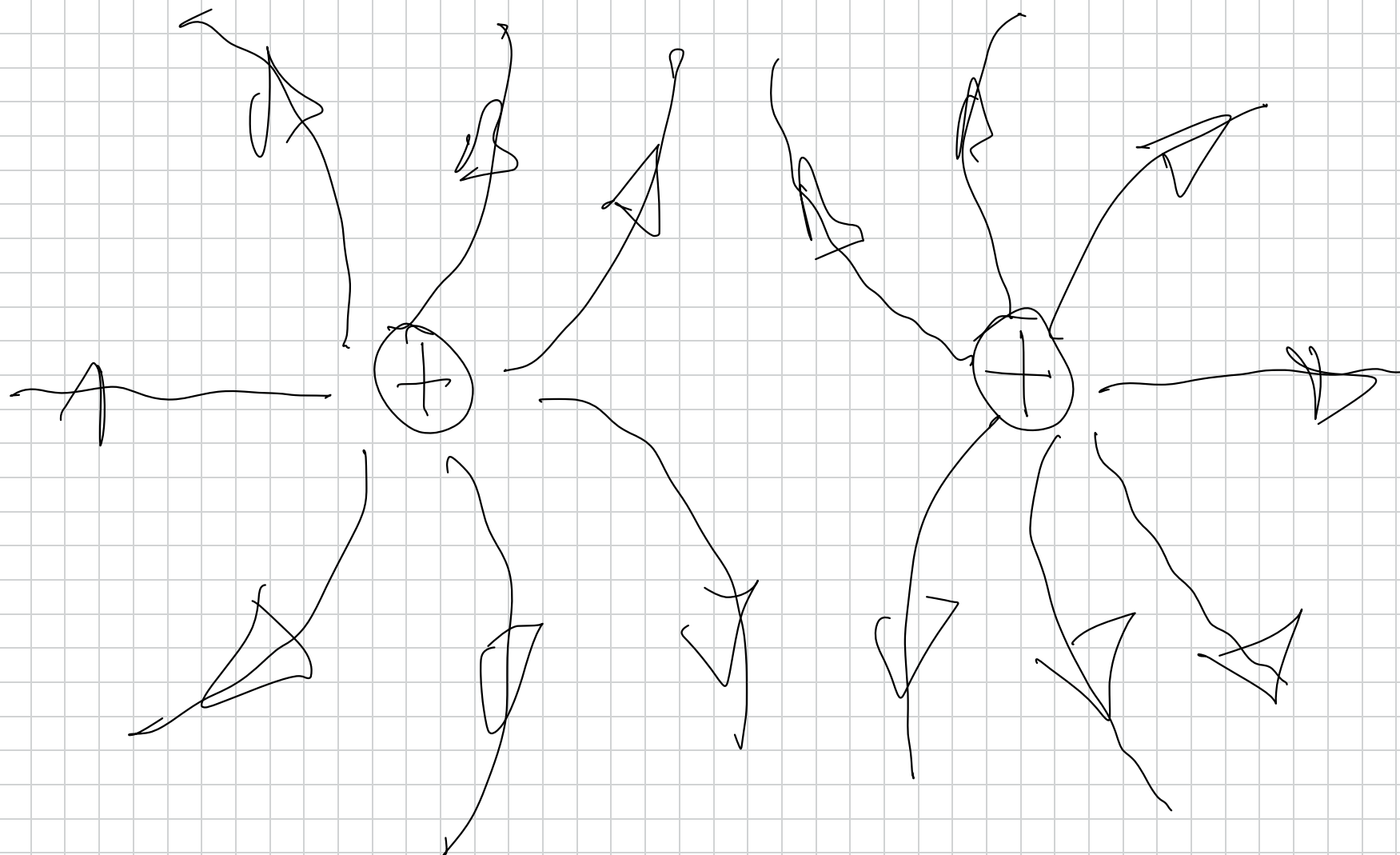


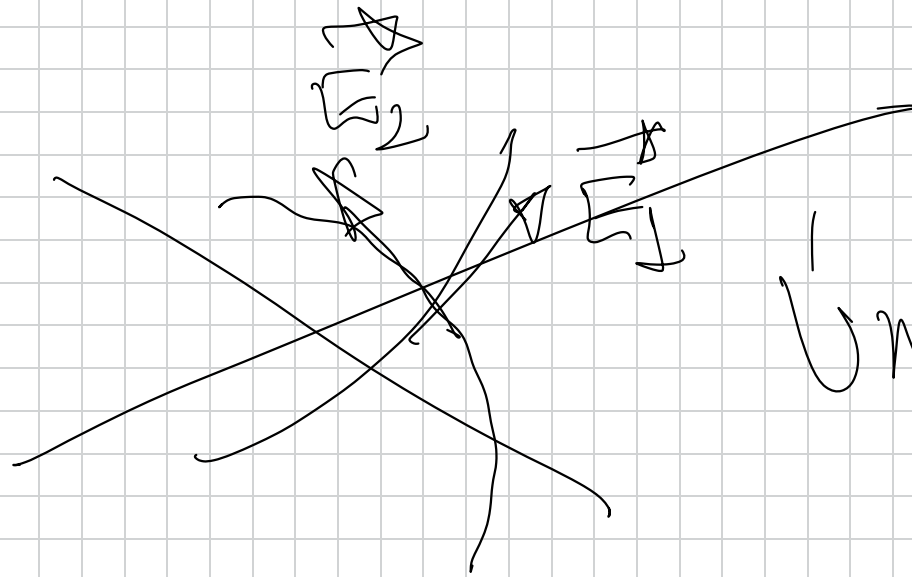
Se observa que dos vectores que poseen misma dirección y sentido contrario darán como resultante un nuevo vector cuyo módulo se obtiene restando ambos.

Page 43 Lines de campo,









Unico valor
de E no
pueden
contarse.

Pag 45 y siguientes.

Magnitudes escalares

E_p gravitatoria.

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

única naturaleza.

⇓
la E_p gravitatoria
señala negativa

F eléctrica. es
fuerza central
y conservativa,

E_p eléctrica lleva asociada
una E_p eléctrica

$$E_p = k \frac{Q \cdot q}{r} \quad \text{doble } (\text{J}) \text{ naturaleza}$$

⇓ $|Qq|$
En todas las magnitudes
escalares sustituyo $|Qq|$
cada carga con su signo
/ con lo que la E_p eléctrica
puede ser positiva o
negativa.

Potencial gravitatorio.

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

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

El potencial gravitatorio
es negativo siempre.

$$E_p = m \cdot V.$$

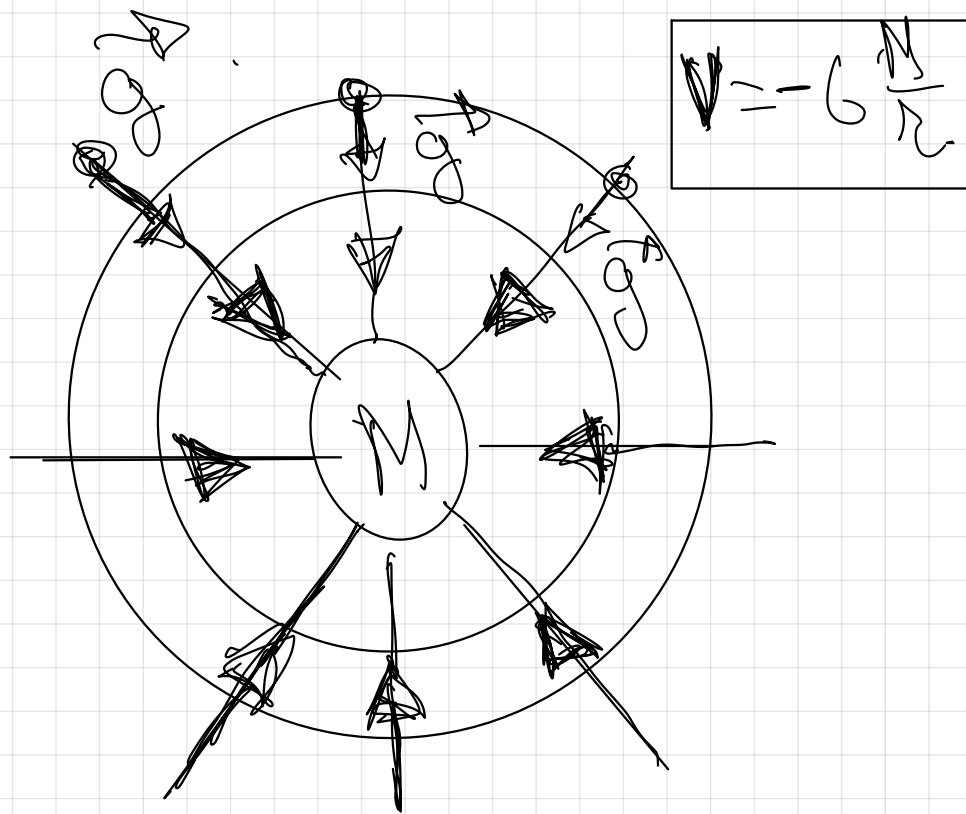
Potencial eléctrico.

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

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

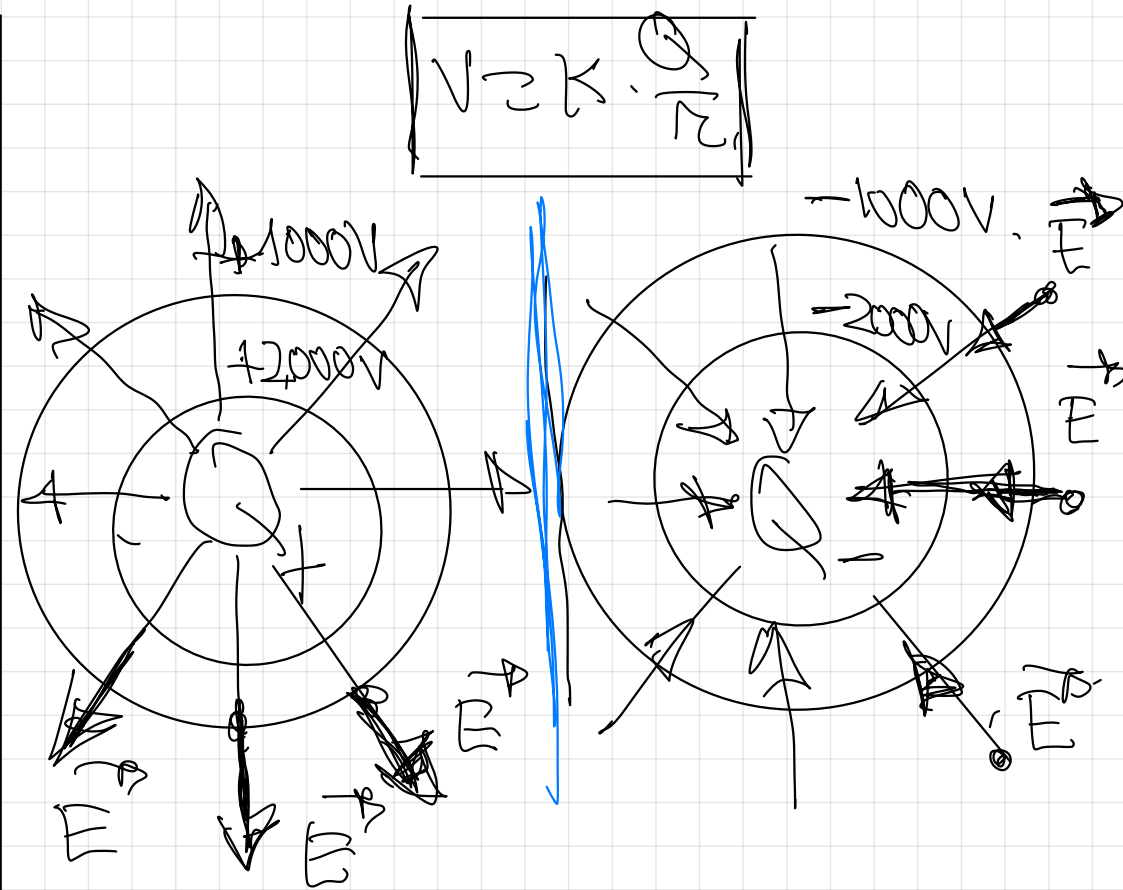
¡OJO! la carga que crea
el campo puede ser positiva
o negativa, cada carga va
con su signo y el potencial
eléctrico puede ser positivo
o negativo

$$E_p = q \cdot V.$$



$$W_{A \rightarrow B} = \int \mathbf{F}_{PA \rightarrow PB}$$

$$W_{A \rightarrow B} = (E_{PB} - E_{PA})$$



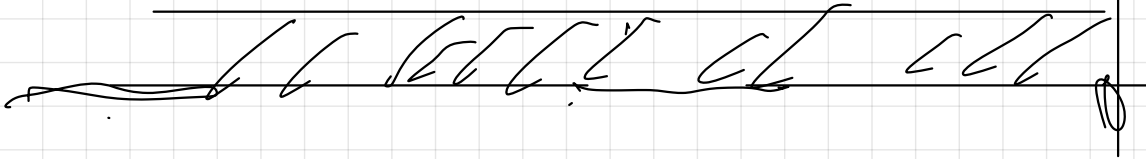
$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta E_{PA \rightarrow PB}$$

$$W_{A \rightarrow B} = -(E_{PB} - E_{PA})$$

$$W_{A \rightarrow B} = E_{PA} - E_{PB}$$

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

$$W_{A \rightarrow B} = m \cdot (V_A - V_B) \quad (5)$$



$$W_{A \rightarrow B} = E_{PA} - E_{PB}$$

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

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



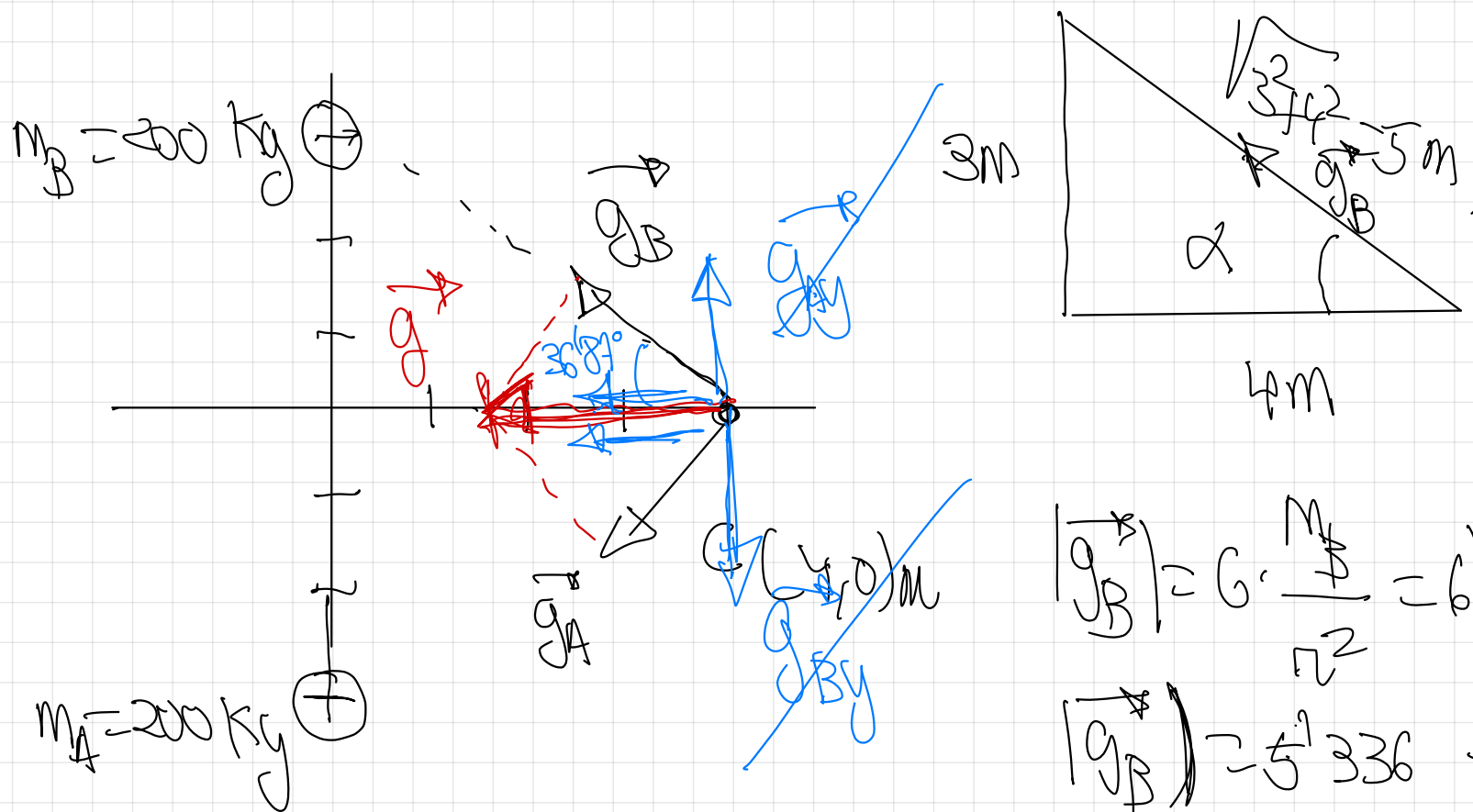
En este caso cada carga y cada potencial
 tra con su correspondiente signo magnitud
 es

$W > 0 \Rightarrow$ 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.

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

FISICA. 2025. JULIO. EJERCICIO b1



$$|g_B| = G \cdot \frac{M}{r^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{200}{5^2}$$

$$|g_B| = 5'336 \cdot 10^{-10} \text{ N/kg}^2$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cat opuesto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\alpha = \arcsen \frac{3}{5}$$

$$\alpha = 36'87''$$

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

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

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

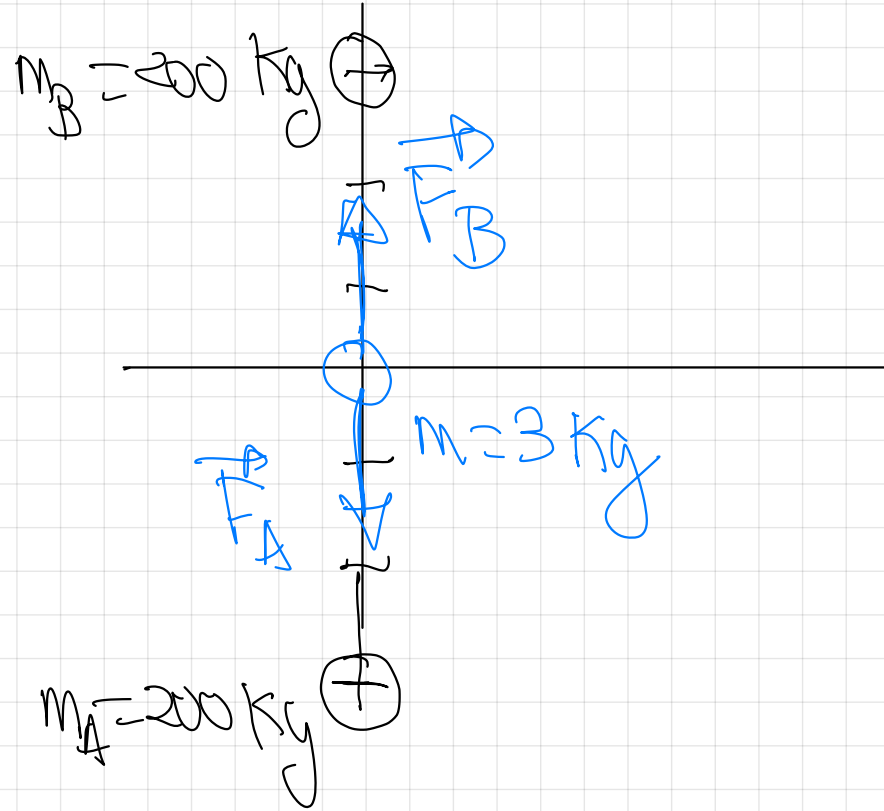
$$\vec{g}_{BX} = -4'27 \cdot 10^{-10} \vec{e} \left(\frac{N}{kg} \right)$$

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

$$\vec{g} = -8'54 \cdot 10^{-10} \vec{e} \left(\frac{N}{kg} \right)$$

$$|\vec{g}| = 8.54 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$$



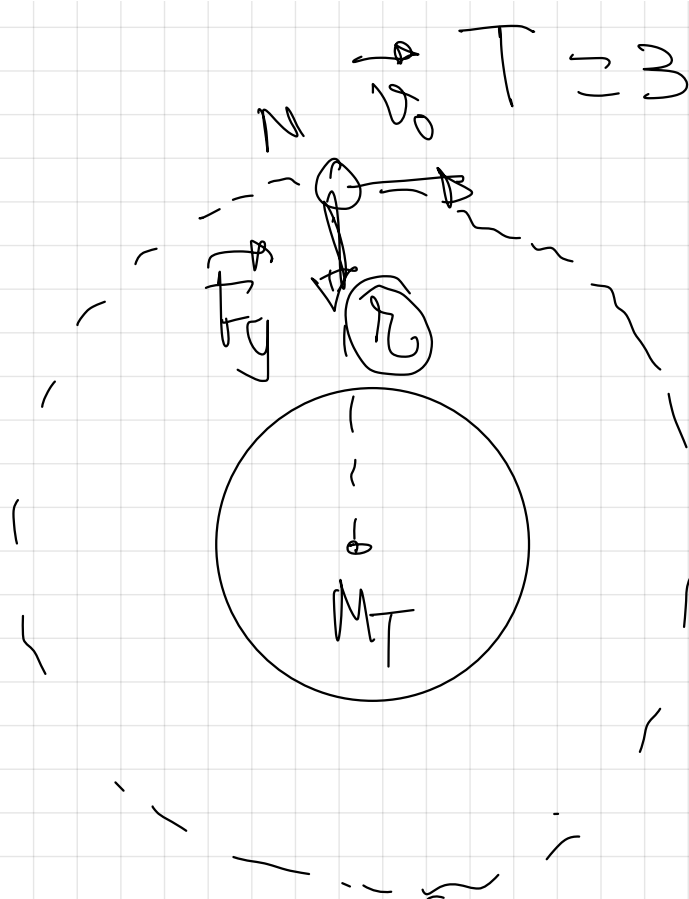


$$F_B = 0$$

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.

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

FISICA. 2025. JULIO. EJERCICIO b2



$$T = 36 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 129600 \text{ s} = 1'296 \cdot 10^5 \text{ s}$$

Condición de orbitación,

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

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

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

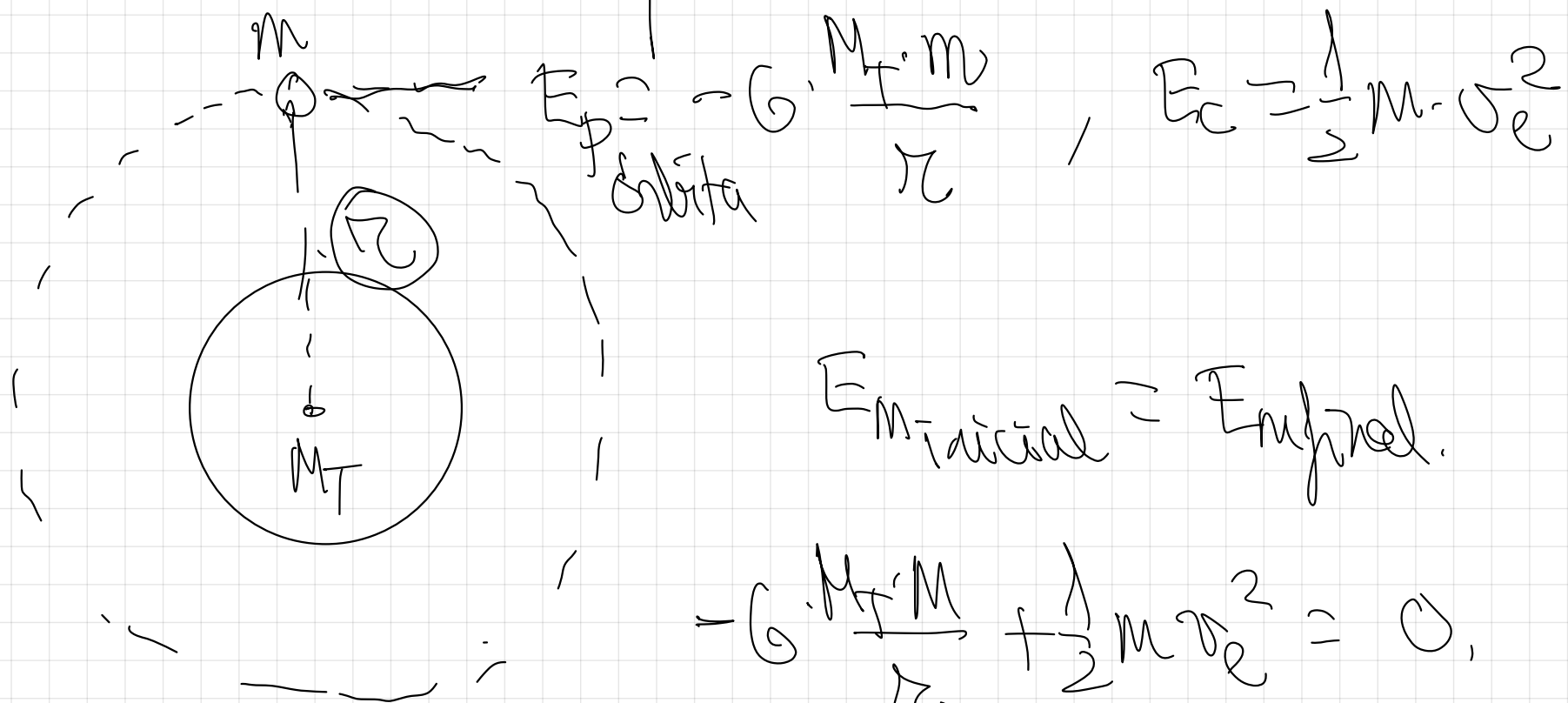
$$G \cdot \frac{M_T}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

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

$$r = \sqrt[3]{\frac{G M_T T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.98 \cdot 10^{24} \cdot (1.296 \cdot 10^4)^2}{4\pi^2}}$$

$$r = 5.54 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$\infty \rightarrow 0 \rightarrow \overline{E_{\infty}} = 0, \quad \overline{E_{\infty}} = 0.$$



$$E_{\text{initial}} = E_{\text{final}}$$

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

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

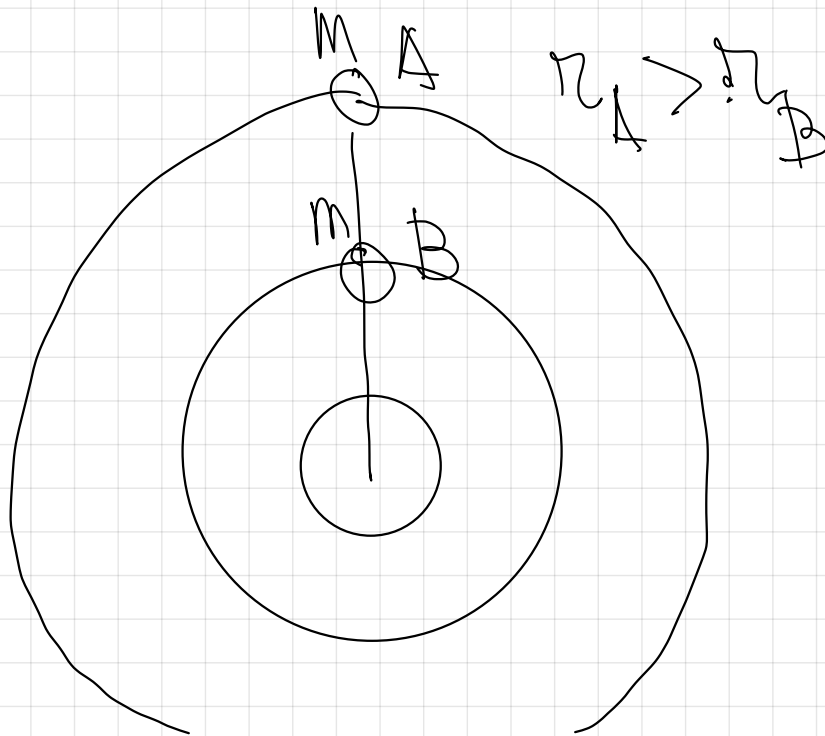
$$v_e = \sqrt{\frac{2 G M_T}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.98 \cdot 10^{24}}{5.54 \cdot 10^7}} = 3794.66 \text{ m/s}$$

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.

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

FISICA. 2024. RESERVA 1. EJERCICIO A1



$$F_C = \frac{1}{2} m \omega^2 r$$

Orbitación

$$F_g = F_n$$

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

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

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

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

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

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

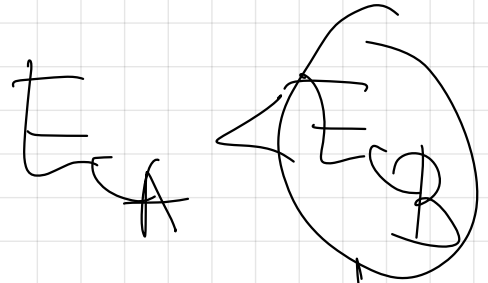
$$E_{cB} = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r_B}$$

En B
es mehr

$$\frac{E_{cA}}{E_{cB}} = \frac{r_B}{r_A}$$

$A > B,$

$$\frac{E_A}{E_B} < 1,$$



E_B is

majority

E_C

$$E_C = \frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot M_A}{r_1}$$

$$M_A < M_B$$

$$E_C = \frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot M_B}{r_2}$$

$$E_C > E_A$$

$$\frac{E_C}{E_A} = \frac{\frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot M_A}{r_1}}{\frac{1}{2} G \cdot \frac{M \cdot M_B}{r_2}}$$

$$\frac{E_C}{E_B} = \frac{M_A}{M_B} \quad M_A < M_B$$

$$\frac{E_A}{E_B} < 1,$$

$$E_A < E_B$$

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

¿Hacia donde se desplazan espontáneamente las cargas?

~~A~~ q Positiva

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

$$(+)$$

$$[V_A > V_B]$$



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

* q negativa.

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

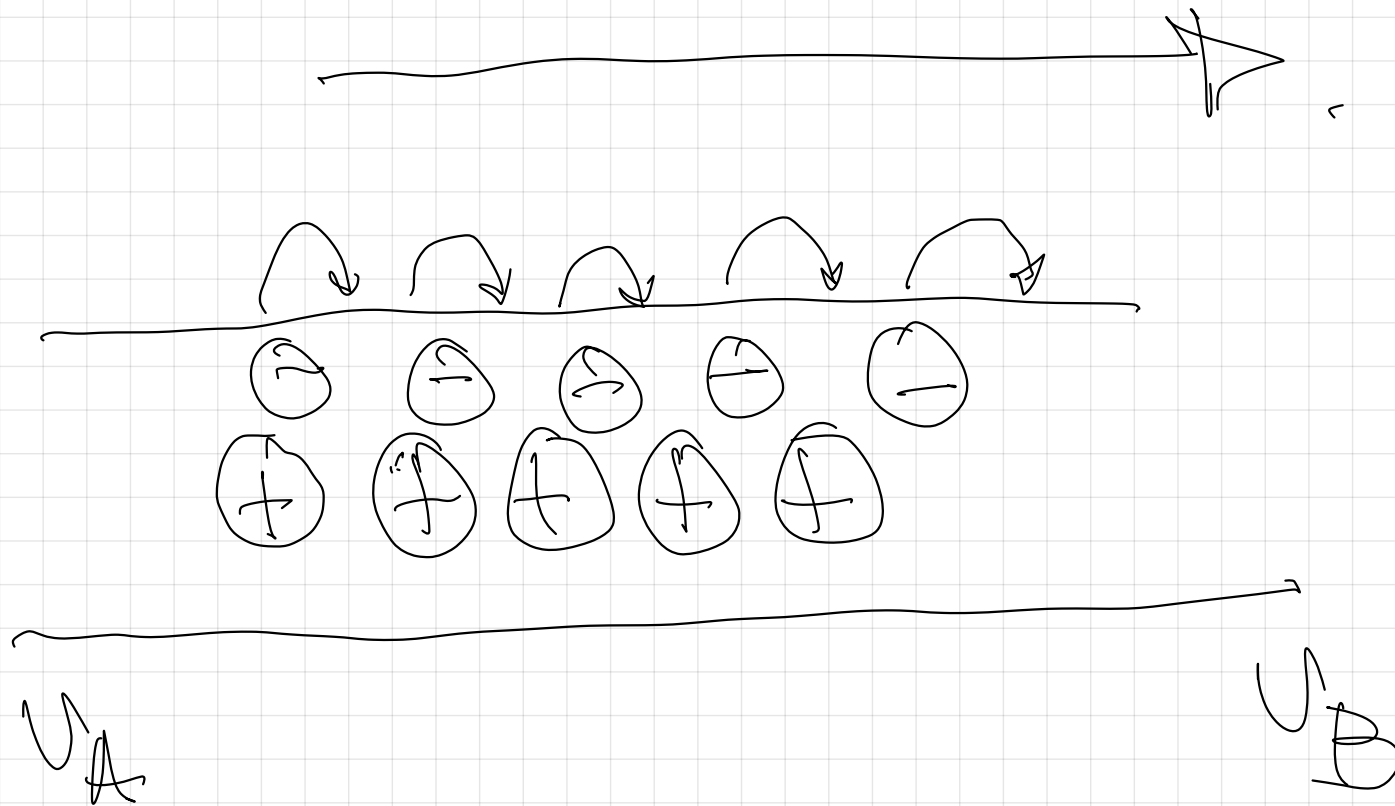
$$\ominus \cdot \ominus > 0.$$

$$V_A < V_B$$

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

$$\text{Si } V_A = V_B$$

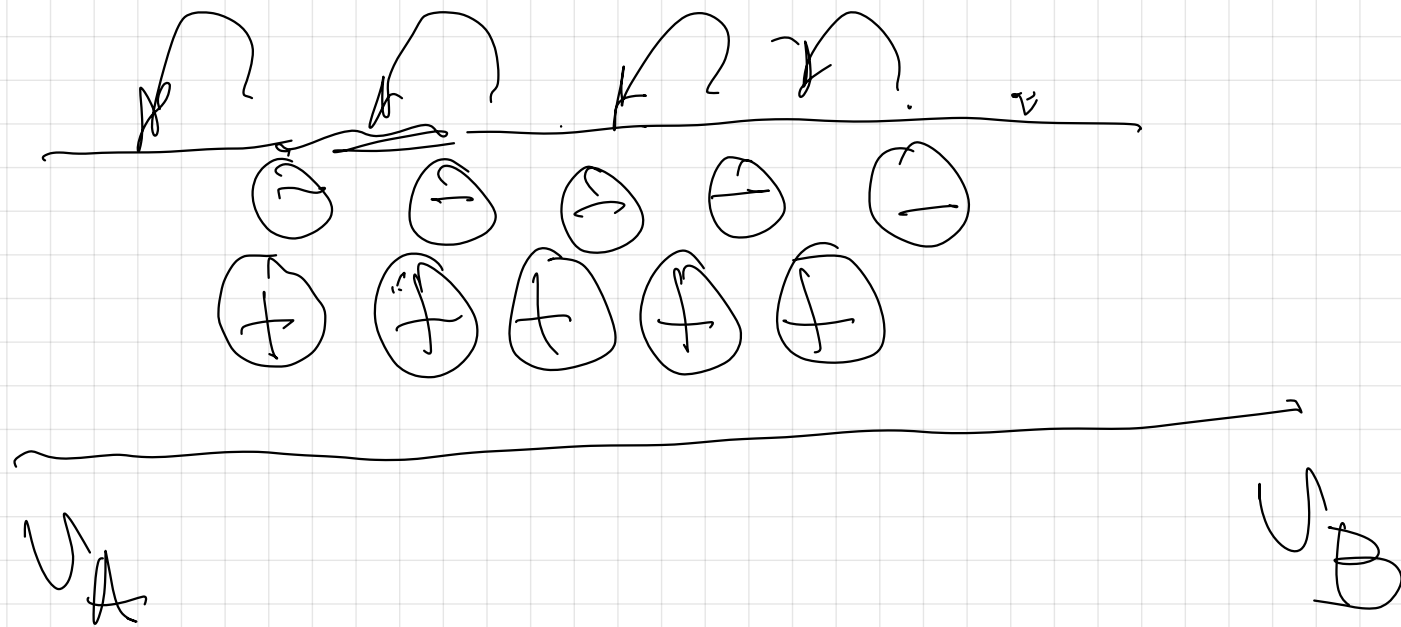
$$W = q \cdot (V_A - V_B) = 0.$$



$$V_A - V_B = -220V$$

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

① ①



$$V_A - V_B = +220V$$

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

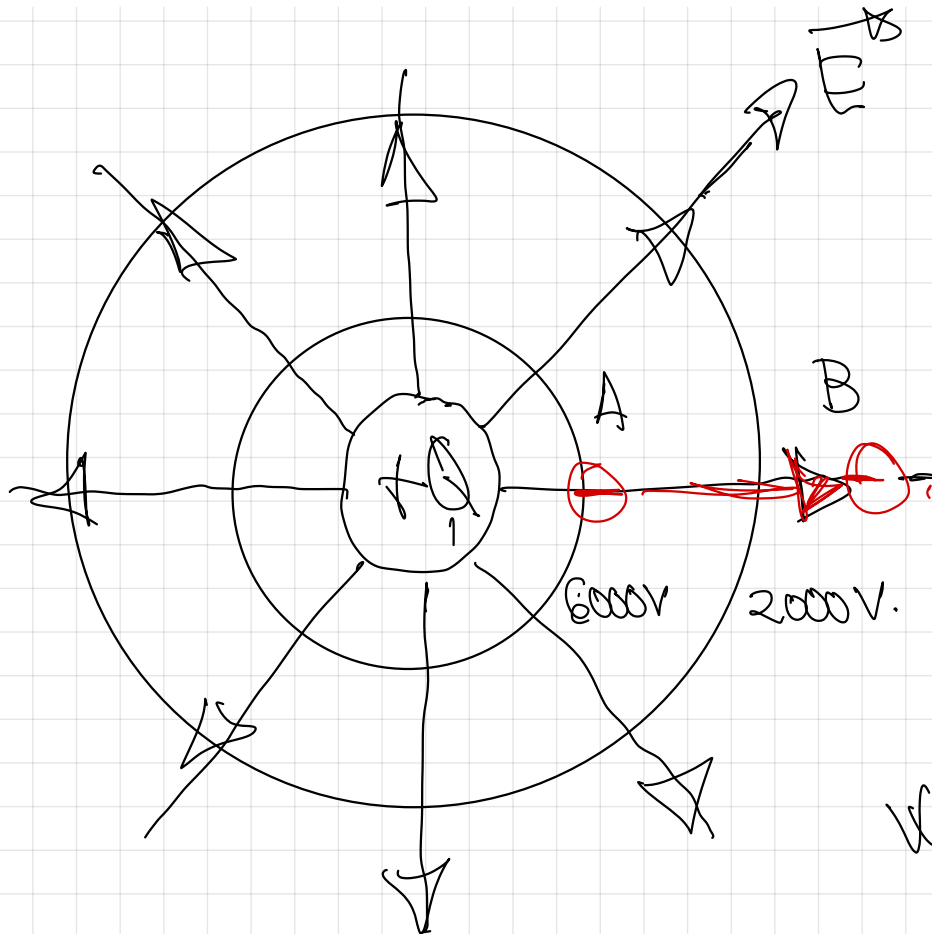
a) Realizar un esquema de las líneas de campo y de las superficies equipotenciales

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

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

d) Calcular la separación entre ambas superficies equipotenciales

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



ojo, magnitud
escalar

pag 60,

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

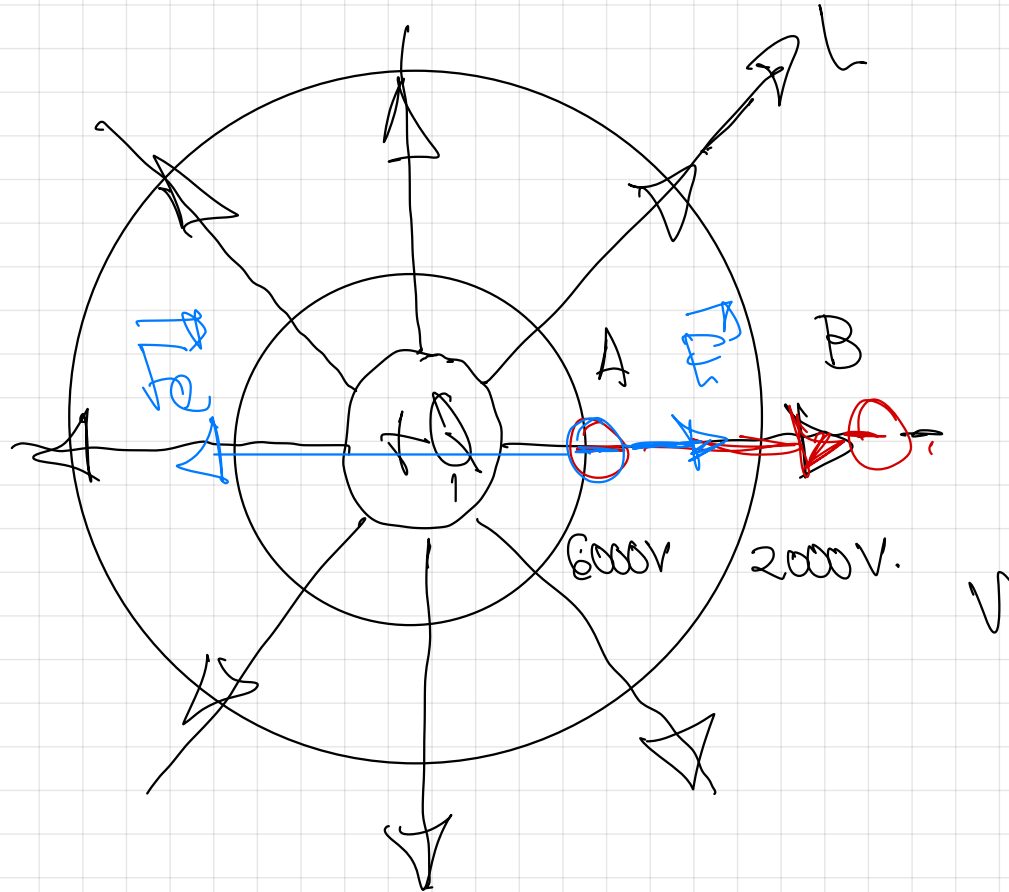
$$W_{A \rightarrow B} = q \cdot (V_A - V_B)$$

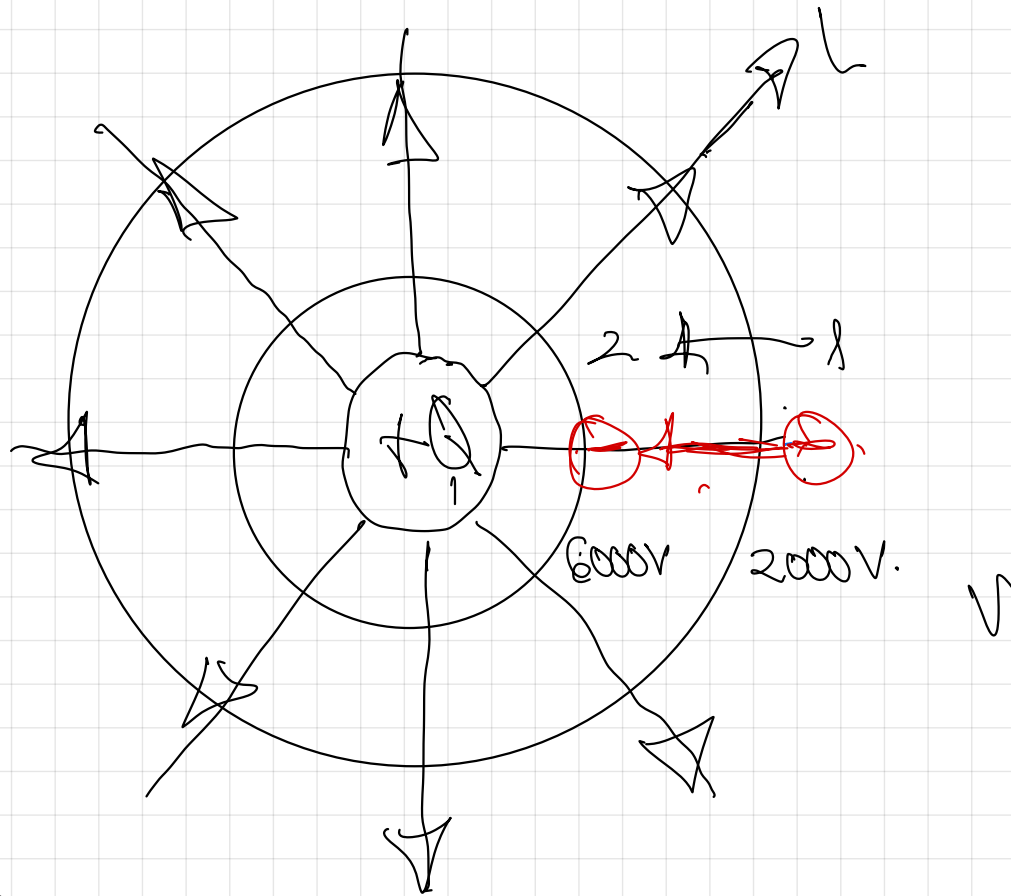
$$W_{A \rightarrow B} = -1,5 \cdot 10^{-3} \left(6000 \frac{\text{J}}{\text{C}} - 2000 \frac{\text{J}}{\text{C}} \right)$$

$$W_{A \rightarrow B} = -6 \text{ J (no espontáneo)}$$

Tendría que realizarse una

fuerza externa al campo





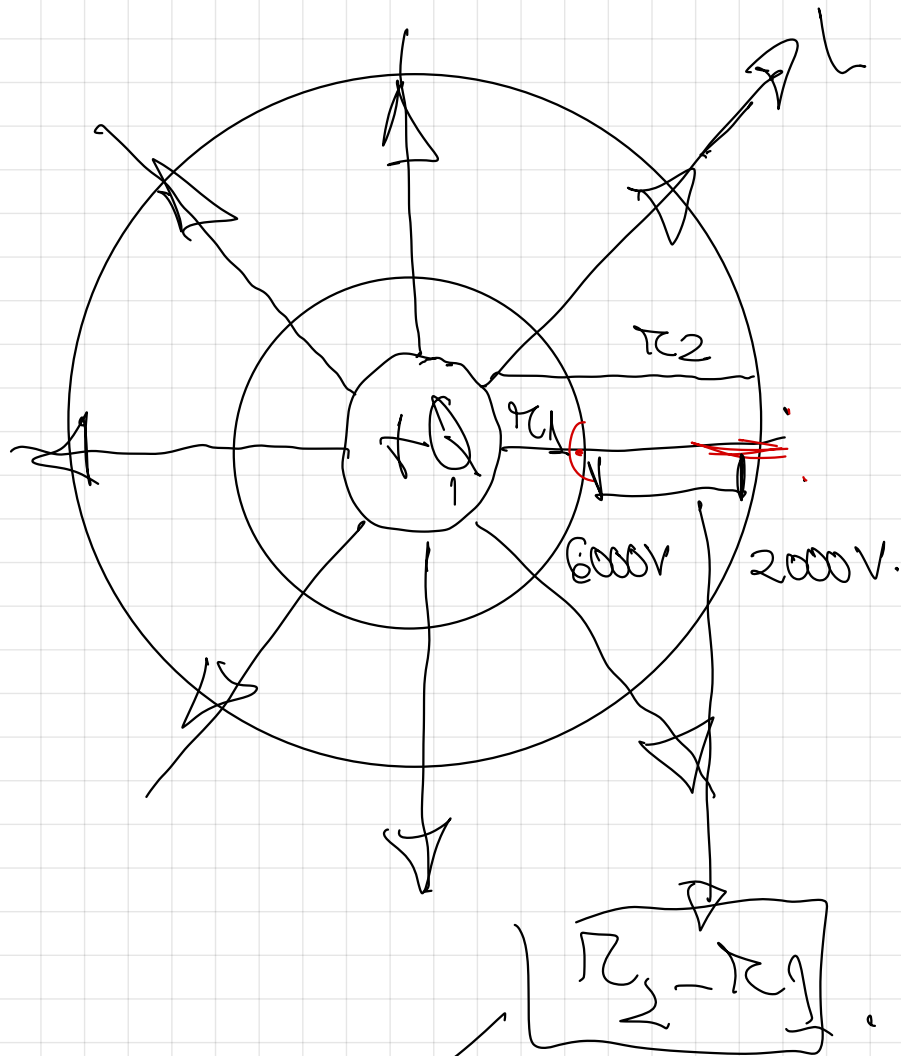
$$W_{1 \rightarrow 2} = q \cdot (V_1 - V_2) = -15 \cdot 10^{-3} \text{C} \cdot \left(2000 \frac{\text{J}}{\text{C}} - 6000 \frac{\text{J}}{\text{C}} \right)$$

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

trabalho espontâneo realizado por q

pekerjaan listrik.

a)



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

$$V_1 = k \cdot \frac{Q}{r_1}$$

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

$$r_1 = 3m.$$

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

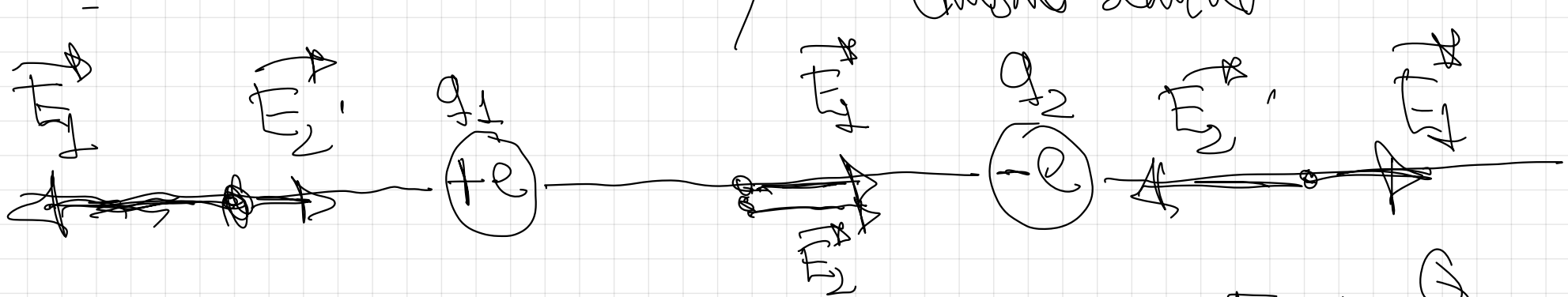
$$r_2 - r_1 = 9m - 3m = 6m. \quad r_2 = \frac{k \cdot Q}{V_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2000} \quad r_2 = 9m$$

9.- Se tienen dos iones con carga $+e$ y $-e$ separados por una distancia de $3\text{\AA}$. Calcula:

- La distancia del ión positivo a la que se anula el campo eléctrico.
 - 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
 - La energía potencial eléctrica de los dos iones
- $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ $K = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

$$1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}.$$

Principio de superposición $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \neq 0$ $E = K \cdot \frac{Q}{r^2}$
 mismo sentido



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

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

fuera de la recta que une a las 2 cargas

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

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

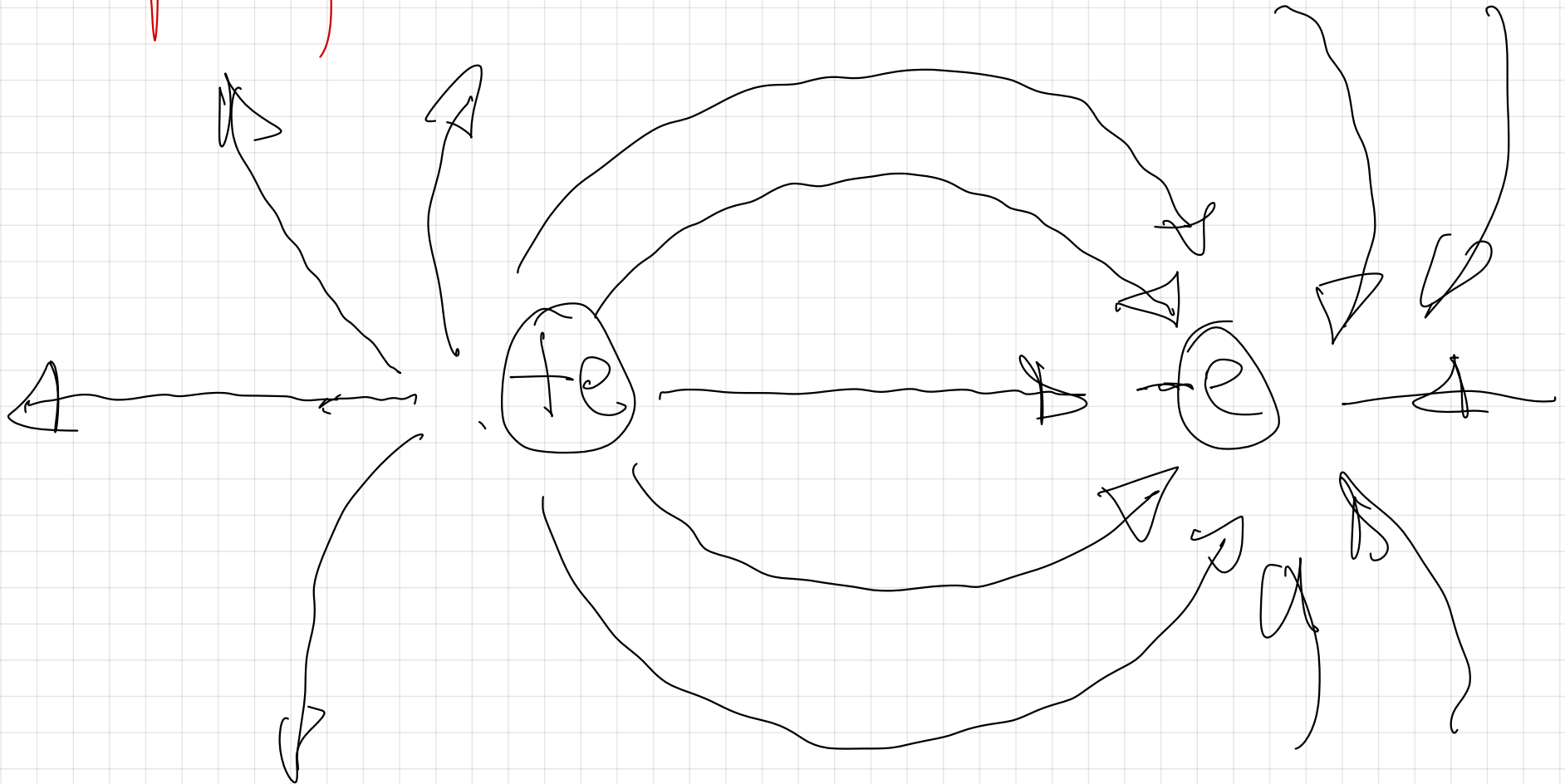
$$\vec{E} \neq 0$$

$$\vec{E} \neq 0.$$

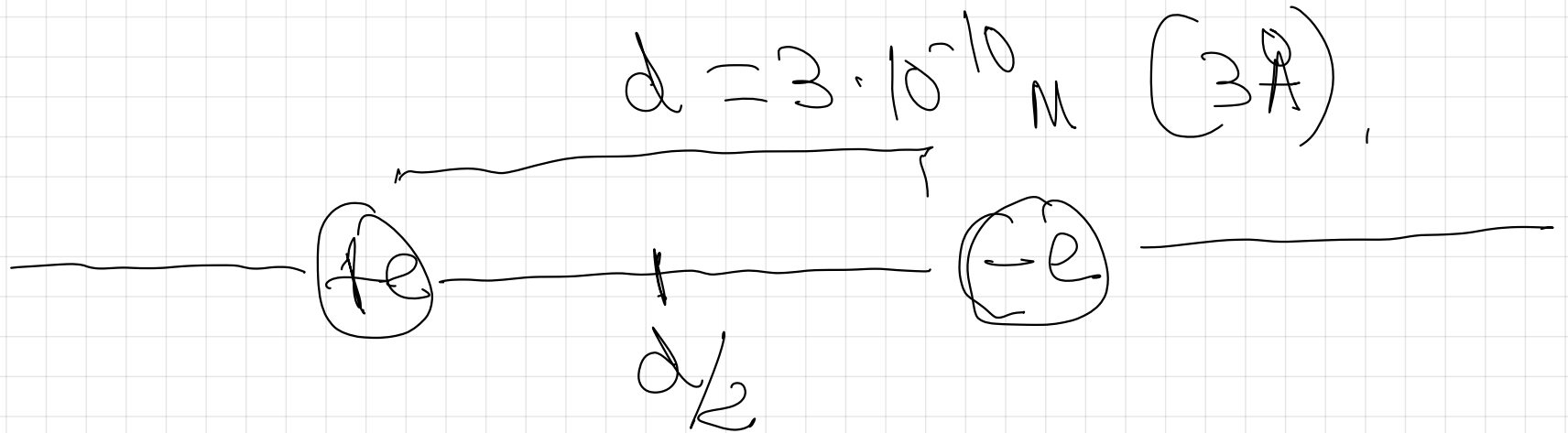
$$\vec{E} \neq 0 \text{ (distanta)}$$

Soluția a se
încinge pentru!

$$\vec{E} \neq 0 \text{ nu e anula în}$$



b)



Princípio de superposição

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

O potencial se anula a uma distância de ambas de $d/2 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

c)

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

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

Magnitude
of electric field



$$E_p = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \cdot (-1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C})}{(3 \cdot 10^{-10})^2}$$

$$E_p = -7168 \cdot 10^{19} \text{ J}$$