Pag 40

Propiedades fundamentales de la carga

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

2.- La carga eléctrica está cuantizada:

$N = 0, 1, 2, 3, \ldots$ $\quad -1'6 \cdot 10^{-19}\,C$

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

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

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

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

~~B^{15-}~~

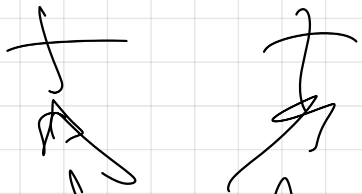
Na^{+} $\quad +1'6 \cdot 10^{-19}\ C$

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

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

3.–

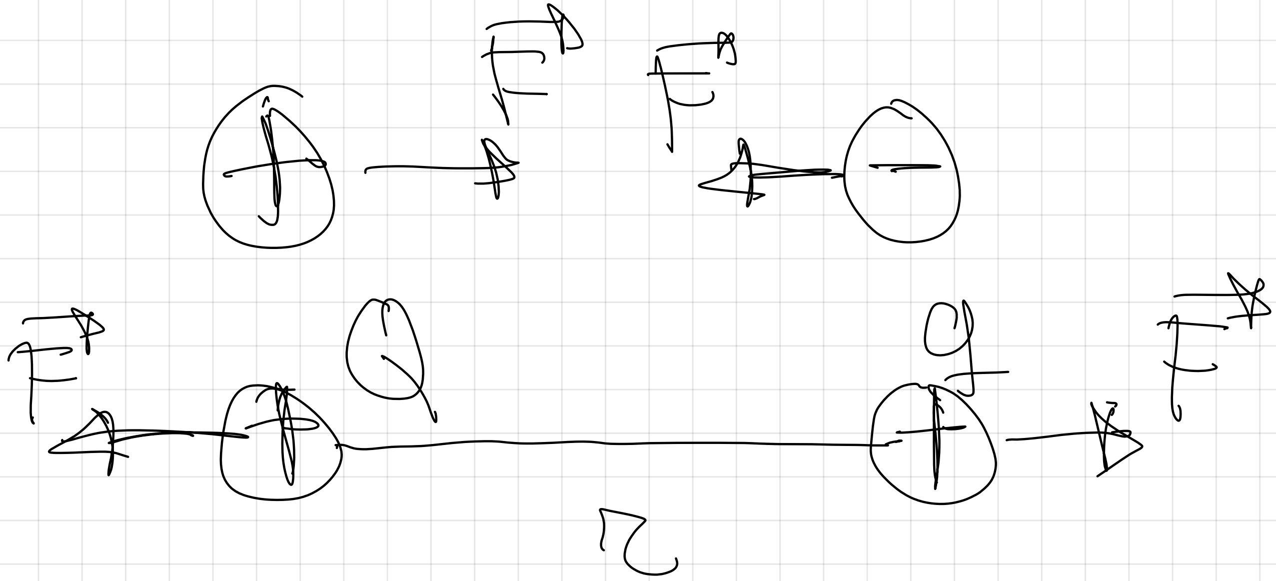
Cargas de distinta naturaleza se atraen



Cargas de igual naturaleza se repelen –

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

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



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

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

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

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

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

$\Rightarrow$ vacío.

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

$Q \to 1C$, $q \to 1C$

$r \to 1m$ en el vacío.

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

$$\boxed{\begin{aligned} 1\, mC &= 10^{-3} C \\ 1\, \mu C &= 10^{-6} C \\ 1\, nC &= 10^{-9} C \\ 1\, pC &= 10^{-12} C \end{aligned}}$$

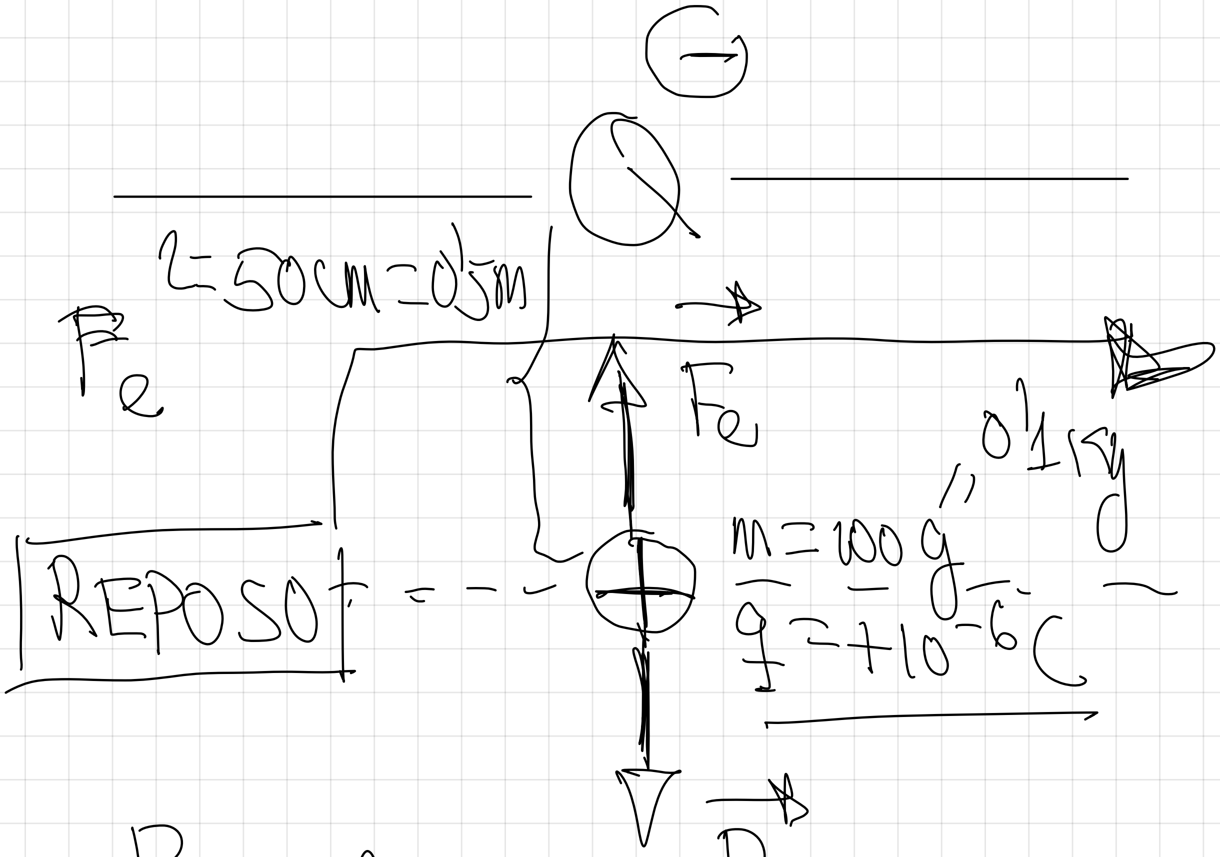
$e = 1'6 \cdot 10^{-19} C$

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

Pag 59.

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

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



$P = m \cdot g$

Calculo Q

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

Ley de Coulomb.

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

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

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

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

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

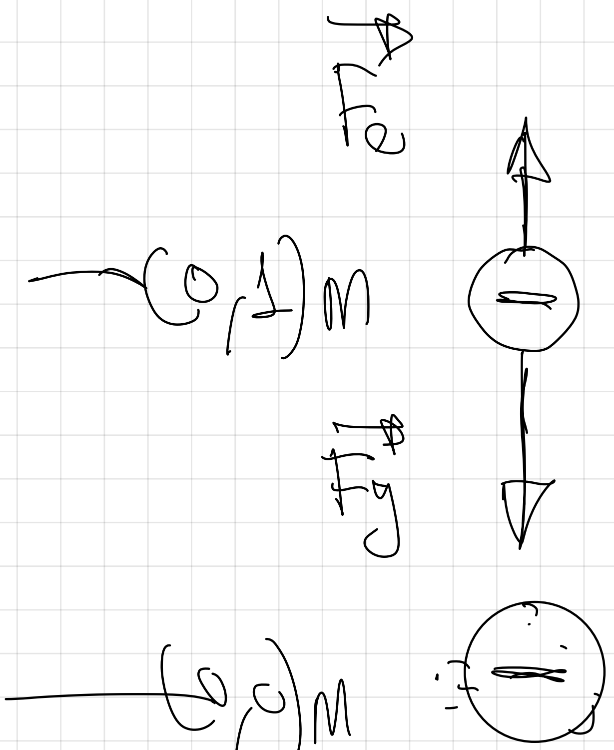
2.- Se sitúa en el origen de coordenadas del espacio vacío un cuerpo puntual de masa 10 Kg y con una carga eléctrica de -1nC. En el punto (0,1)m se sitúa otro cuerpo puntual de masa 20 Kg y carga eléctrica -100 pC.

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

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

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

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



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

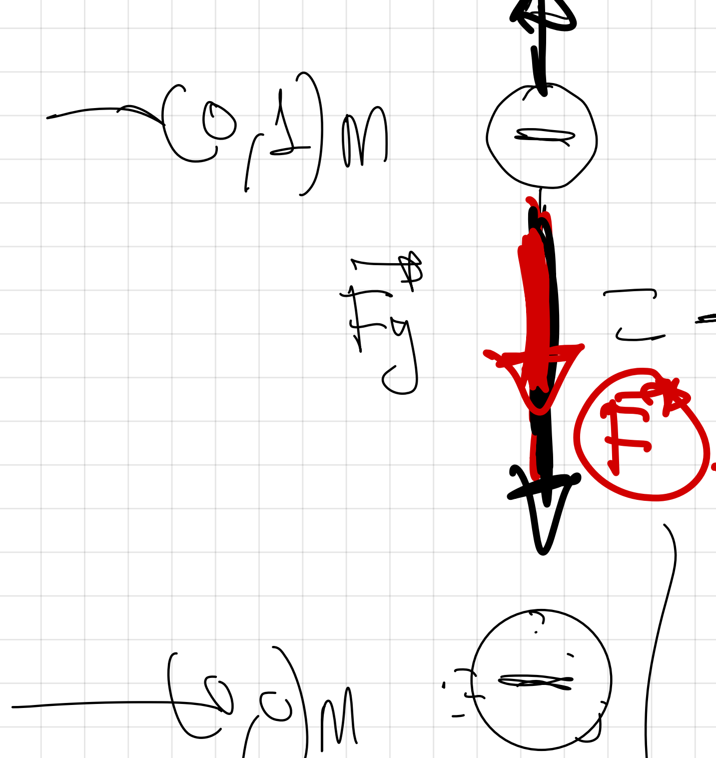
$m_2 = 20\ Kg$

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

$m_1 = 10\ Kg$

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

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



$$\vec{F}_e = +9\cdot10^{-10}\,\vec{j}\ (N)$$

$$= 9\cdot10^{9}\cdot\frac{1\cdot10^{-9}\cdot 100\cdot10^{-12}}{1^2} = \boxed{9\cdot10^{-10}\ N}$$

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

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

$$\vec{F} = +9\cdot10^{-10}\,\vec{j} - 1'33\cdot10^{-8}\,\vec{j}\ (N)$$

$$\boxed{\vec{F} = -1'24\cdot10^{-8}\,\vec{j}\ (N)}$$

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

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

b)

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

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

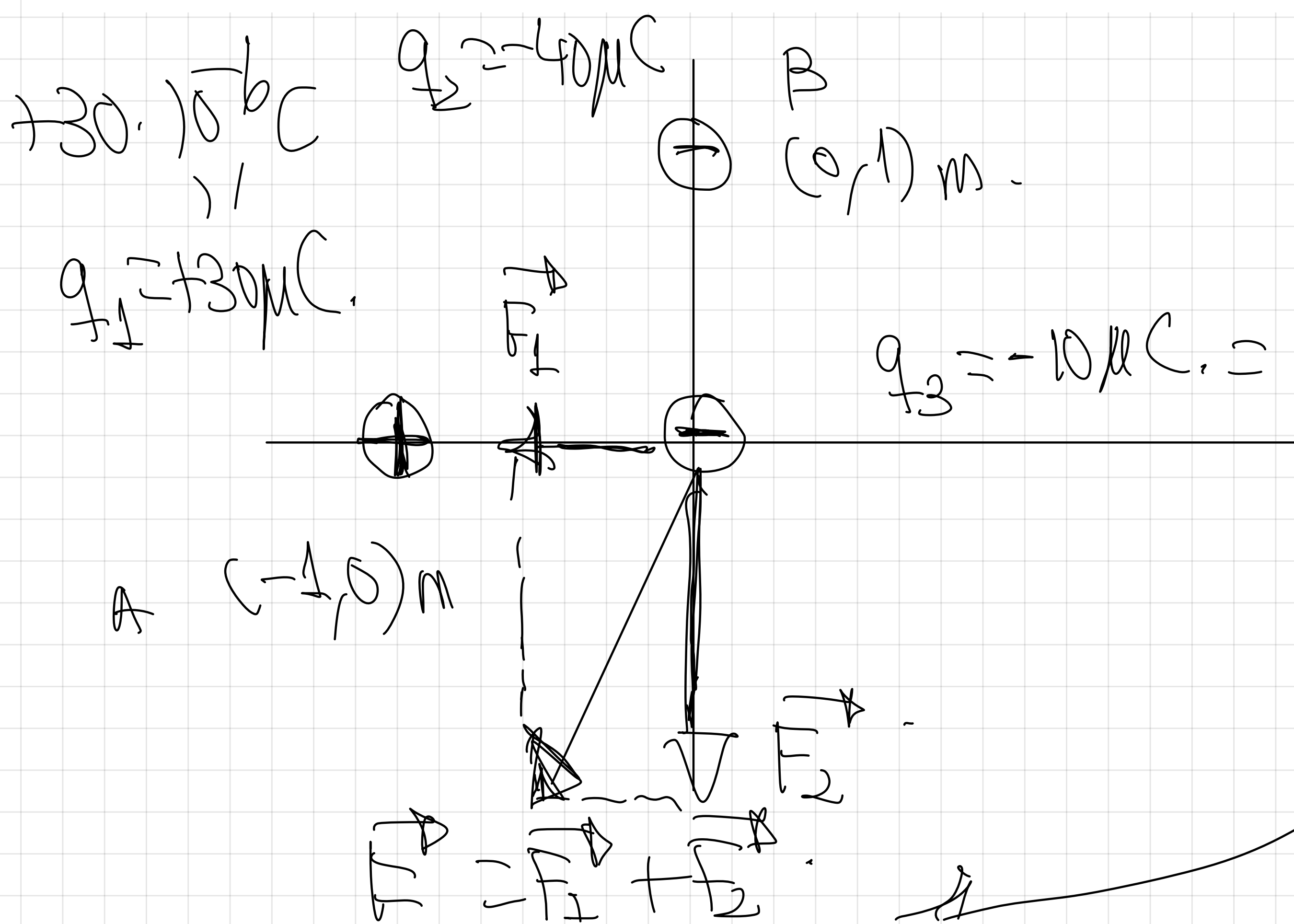
3.- En los puntos A(-1,0) m y B(0,1) m están situadas, respectivamente, las cargas puntuales $q_1=+30\mu C$ y $q_2=-40\mu C$.

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

b) Dibujar un esquema de todas las fuerzas actuantes

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

$= -40\cdot10^{-6}\ C$



$q_3=-10\mu C = -10\cdot10^{-6}\ C$

Principio de superposición

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

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

Ley de Coulomb.

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

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

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

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

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

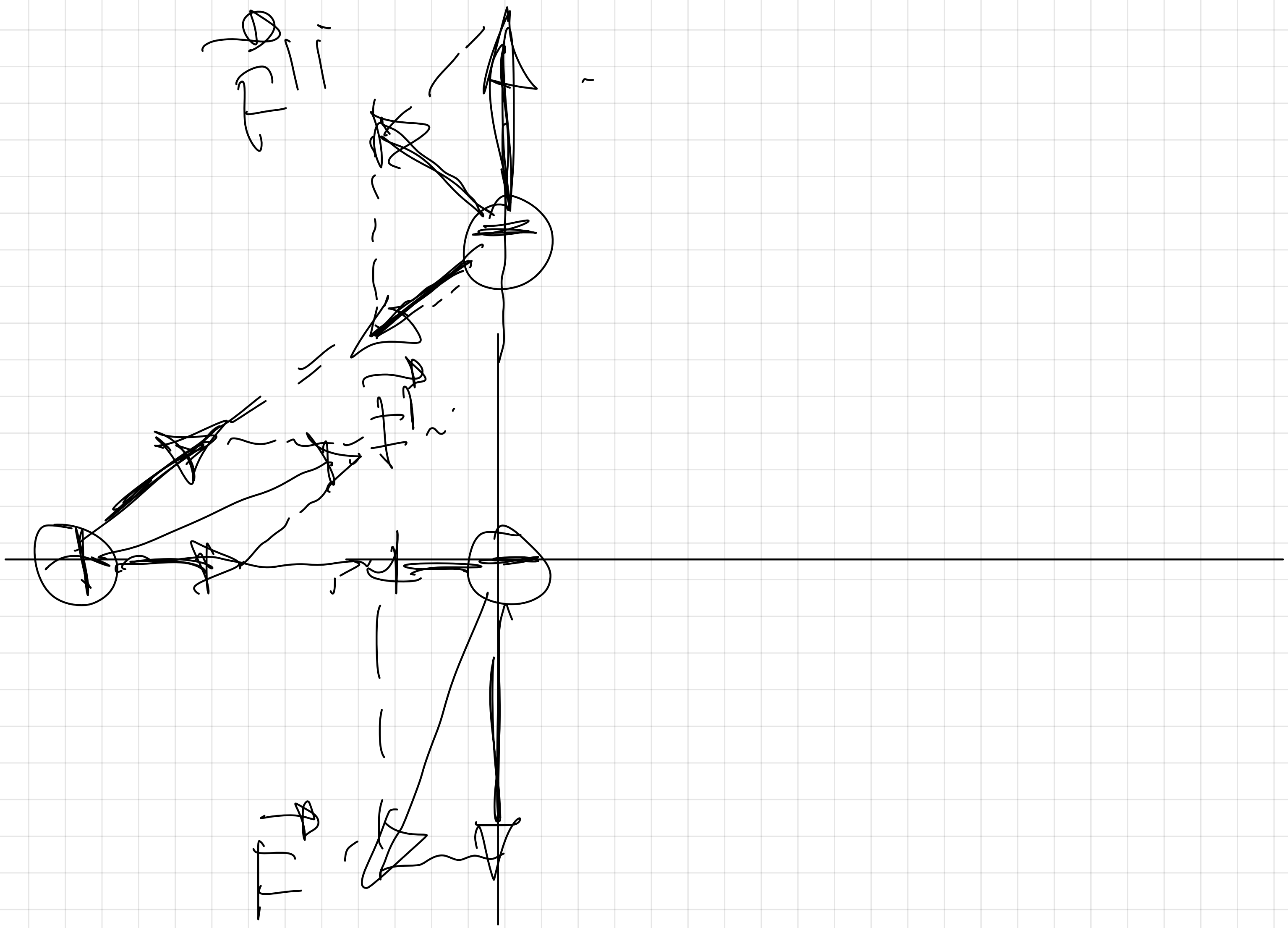
$$\vec{F}_2 = -3'6\,\vec{\imath}\ (N)$$

Pròxim exemple.

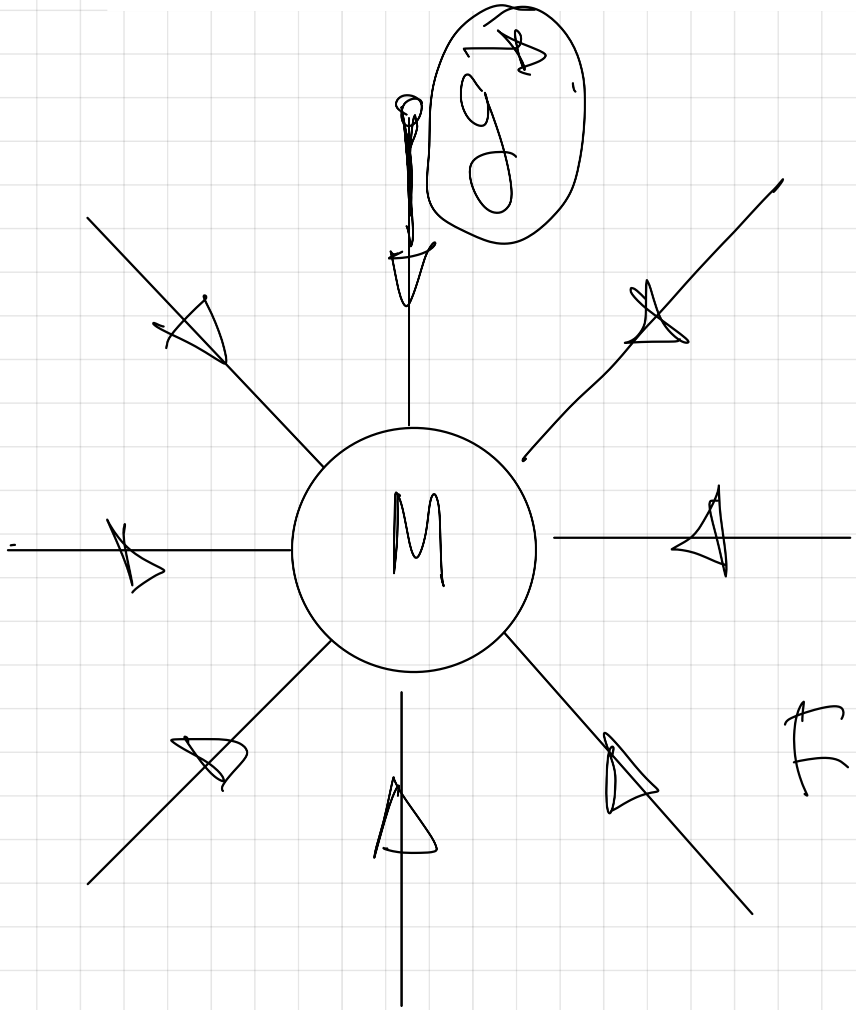
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -2'7\,\vec{i} - 3'6\,\vec{j} \quad (N)$$

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

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



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



módulo

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

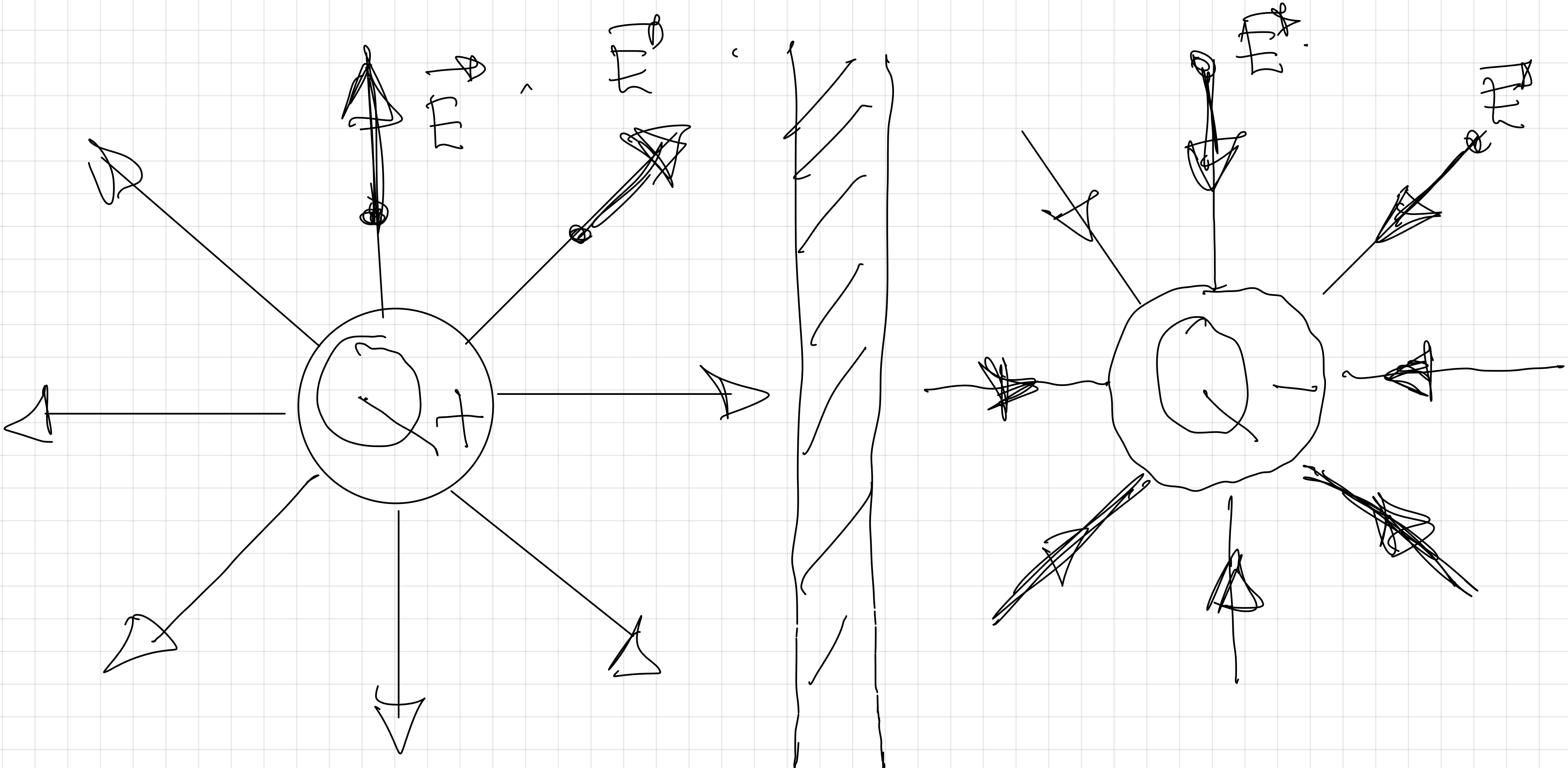
$$\boxed{\frac{N}{Kg}}$$

$F = m\cdot g$

g - dirección

- sentido.

Hipotéticas trayectorias que seguiría una carga **positiva** abandonada en reposo dentro de ese campo ⇒ **líneas de campo**

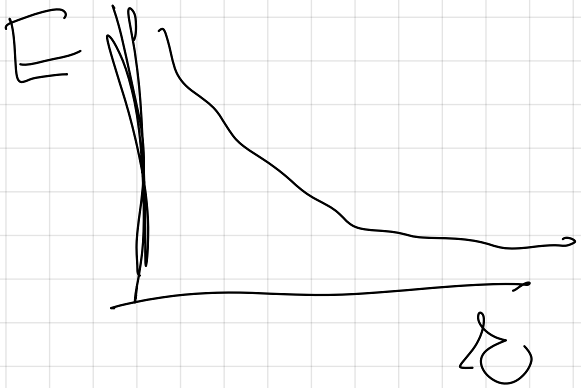


$\vec{E}$ — módulo $E = \frac{F}{q} = \frac{K\cdot\frac{Q\cdot \cancel{q}}{r^2}}{\cancel{q}} = \boxed{K\cdot\frac{Q}{r^2}}$

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

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

$\rightarrow F = q\cdot E$.



— Dirección tangente en cada pto a las líneas de campo

— Sentido: el de las líneas de campo.

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

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

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

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

$K=9\cdot10^9$ N·m^2 ·C^{-2}

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

$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = +3'5\cdot10^4\,\vec{i}$ $\left(\frac{N}{C}\right)$ $q_B = -10^{-4}$ C.

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

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

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

¡ojo! valor absoluto

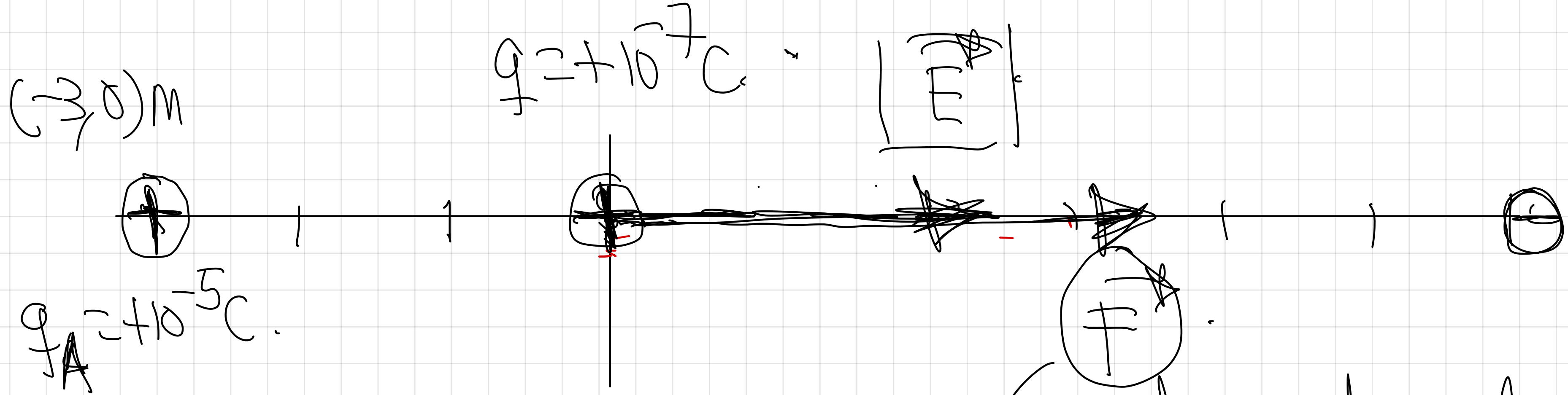
$$|E_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{6^2} = 2'5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}.$$

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

Ppio de superposición.

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

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



Como en cualquier magnitud vectorial.

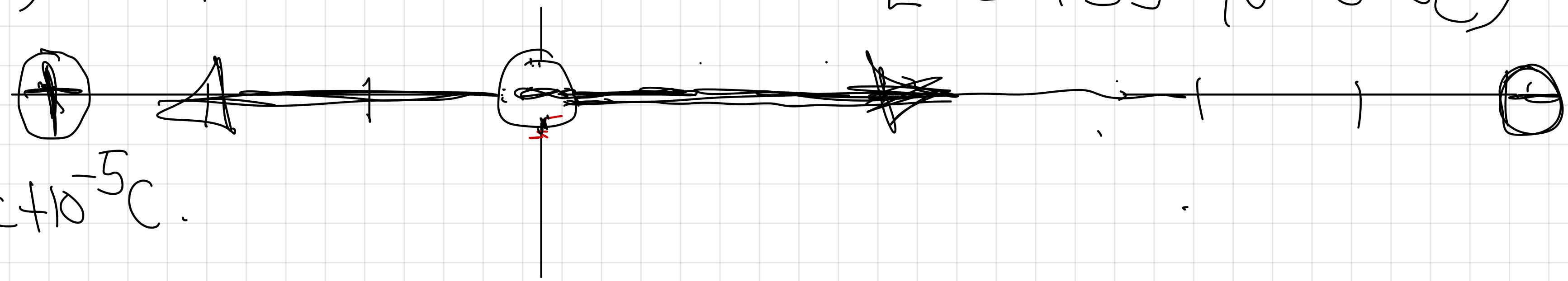
$$|\vec{F}| = |q| |\vec{E}| = +10^{-7} \cancel{C} \cdot 3'5 \cdot 10^4 \frac{N}{\cancel{C}} = 3'5 \cdot 10^{-3} N$$

$\vec{F} = +3'5\cdot10^{-3}\,\vec{i}$ (N)

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

c)

(-3,0) m $\quad \vec{F}$. $\quad q = -10^{-7}$ C. $\quad \vec{E} = +3'5\cdot10^{4}\,\vec{i}\ \left(\frac{N}{C}\right)$



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

$$|\vec{F}| = |q|\cdot|\vec{E}| = 10^{-7}\,\cancel{C}\cdot 3'5\cdot10^{4}\,\frac{N}{\cancel{C}} = 3'5\cdot10^{-3}\ N$$

Ojo, valor absoluto

Dirección y sentido después.

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

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

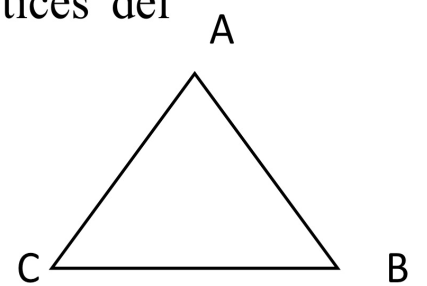
5.- Las cargas $q_A = -4\cdot10^{-9}$ C y $q_B = +2\cdot 10^{-9}$ C están situadas en los vertices del triángulo equilátero de la figura, el cual posee 2 cm de lado $\vec{E}$

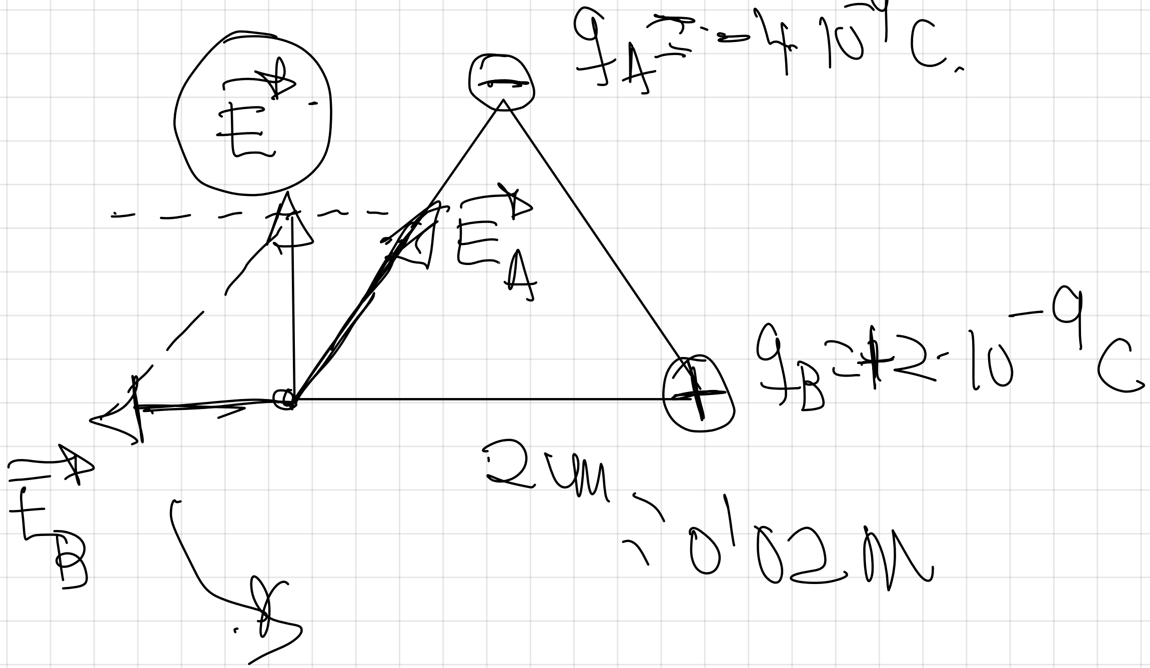
a) Calcular el valor del campo eléctrico en el vértice C de dicho triángulo

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

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

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



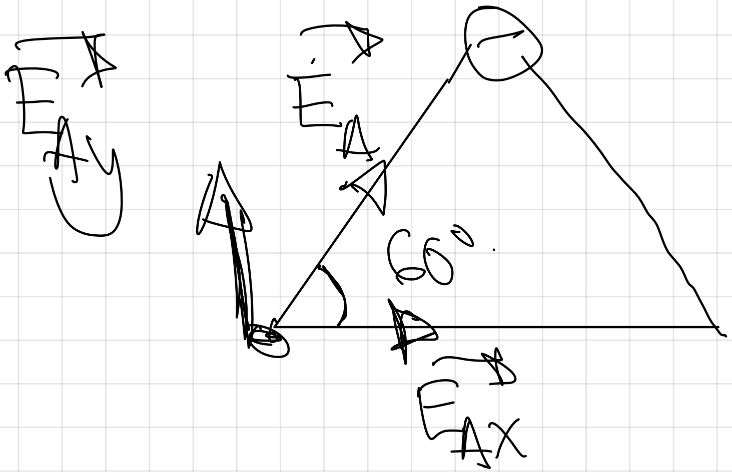


Principio de superposición.

$$|\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q_B|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(0'02)^2} = 4'5 \cdot 10^4 \ \frac{N}{C}.$$

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

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



Descompongo

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

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

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

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

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

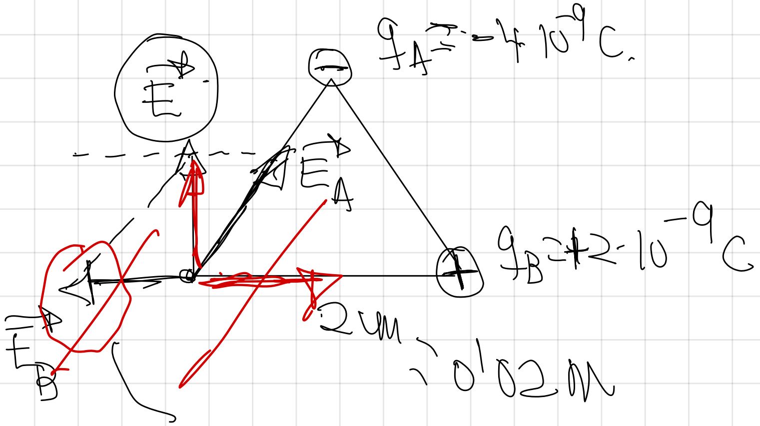
$$|\vec{E}_{Ax}| = 9 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} = 4'5 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$$

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

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

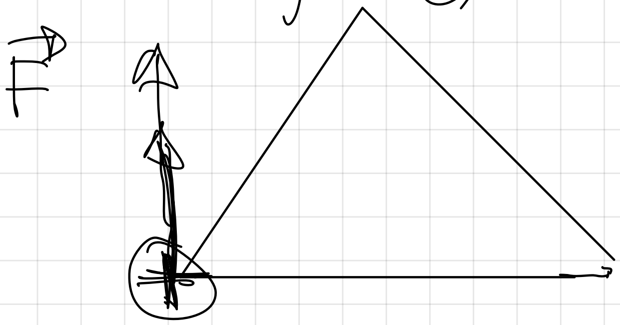
$$\vec{E}_B = -4'5 \cdot 10^4 \vec{\imath} \left(\frac{N}{C}\right)$$

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



b)

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



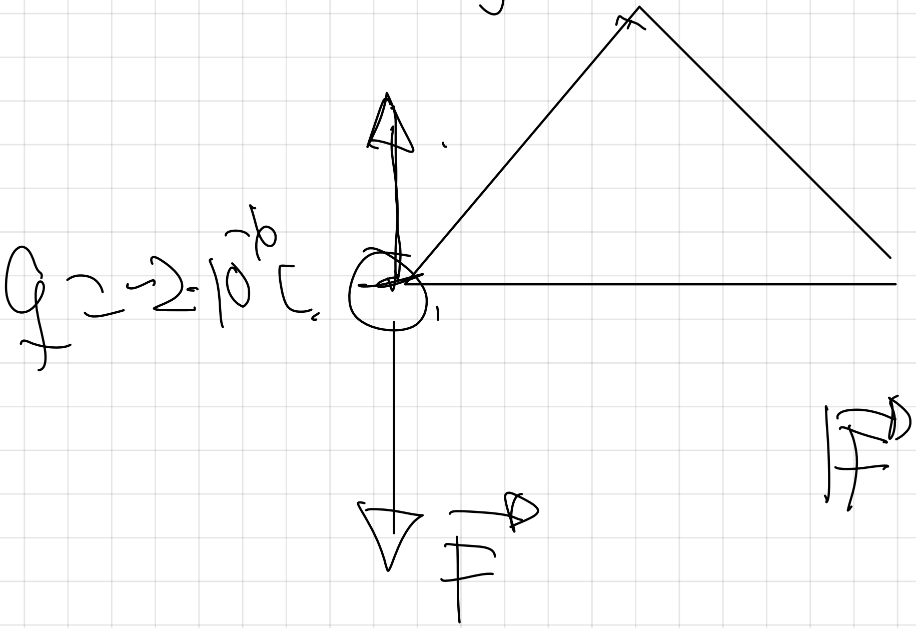
$q = 1 \mu C$.

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

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

c)

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



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

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

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

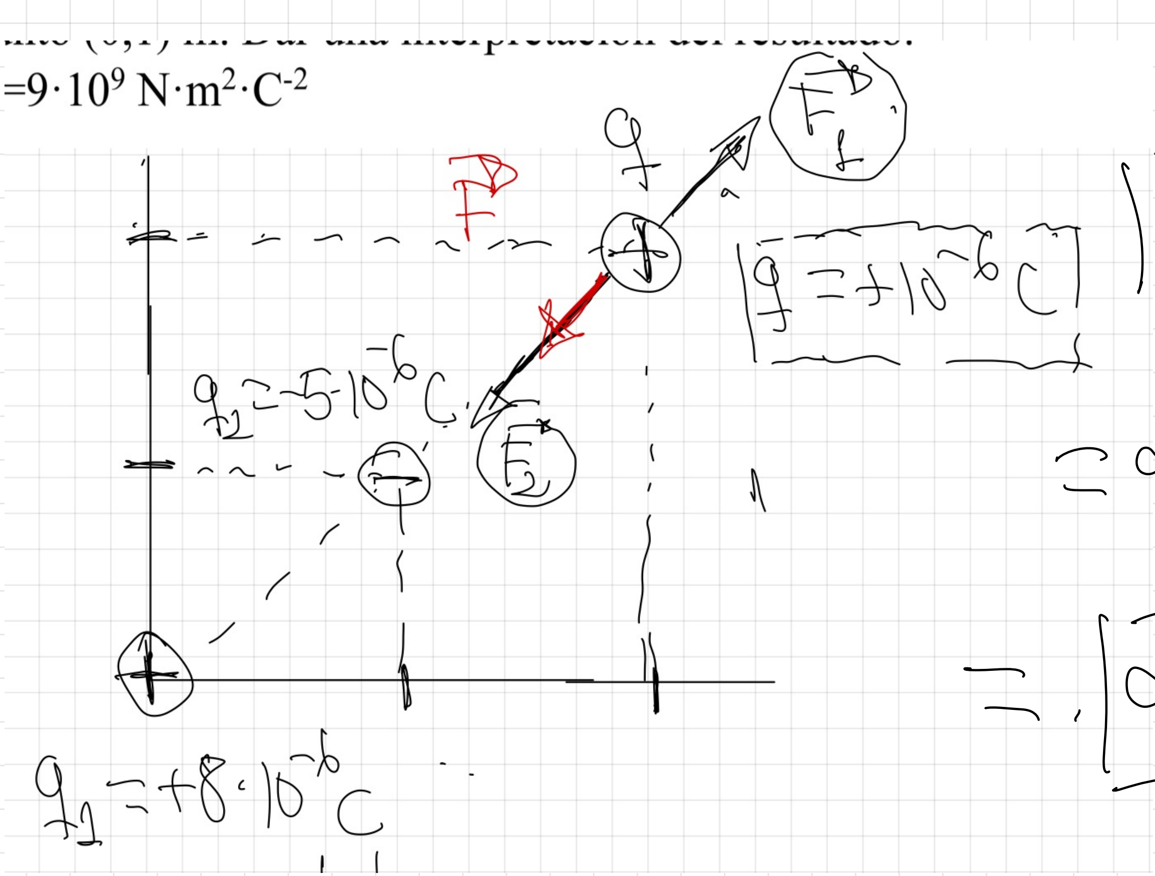
$\boxed{\vec{F_e} = -15'6 \cdot 10^{-2} \vec{j} \ (N)}$ $|\vec{F_e}| = 15'6 \cdot 10^{-2}$ N.

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.

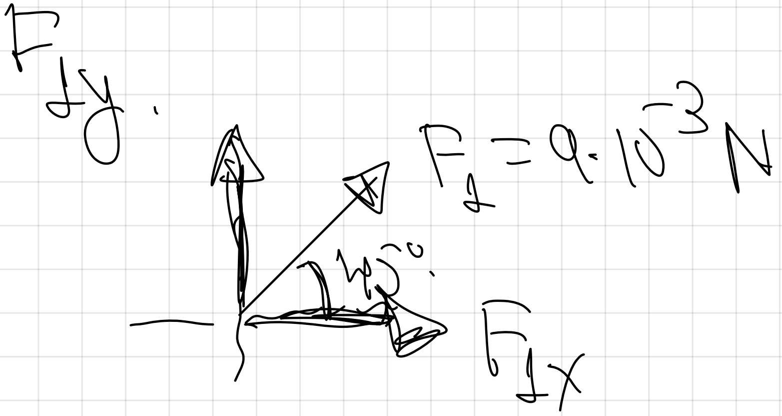
$K=9\cdot10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$



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

$$= 9\cdot10^9 \cdot \frac{8\cdot10^{-6}\cdot10^{-6}}{(\sqrt{8})^2} =$$

$$= \boxed{9\cdot10^{-3}\,N}$$

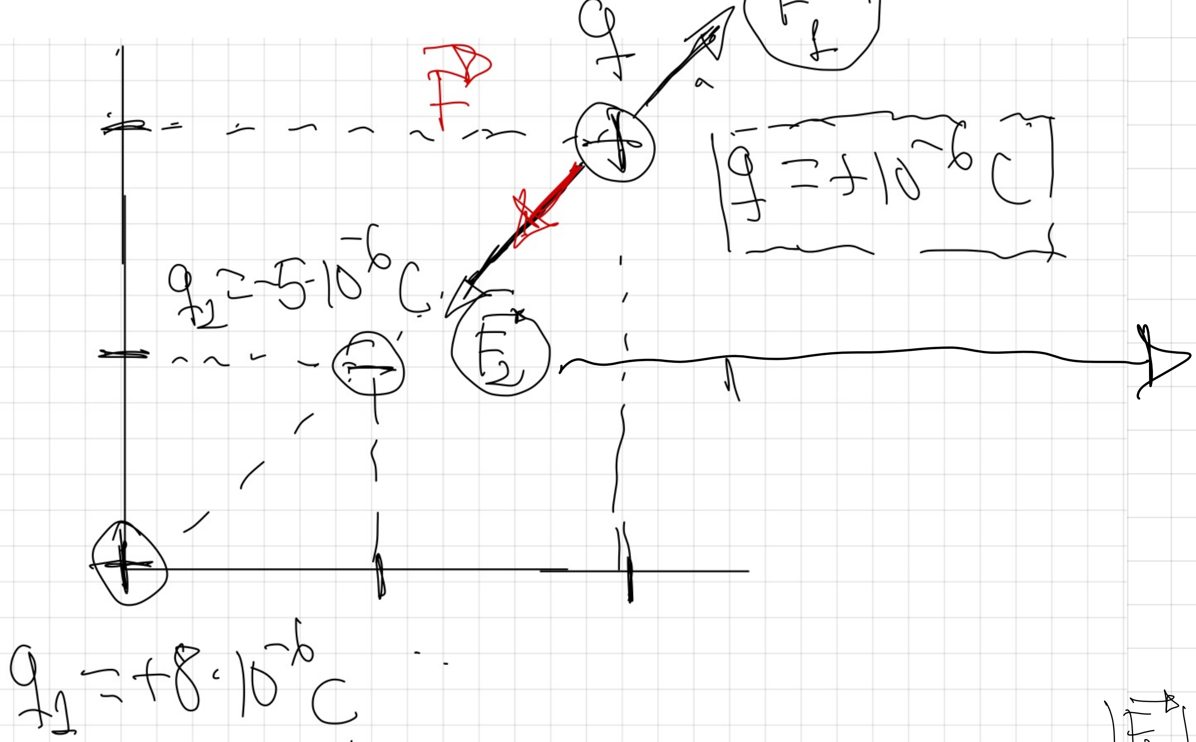


$$\text{sen } 45^\circ = \frac{|\vec{F}_{1y}|}{|\vec{F}_1|} \Rightarrow |\vec{F}_{1y}| = |\vec{F}_1| \cdot \text{sen } 45^\circ = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6'36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

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

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

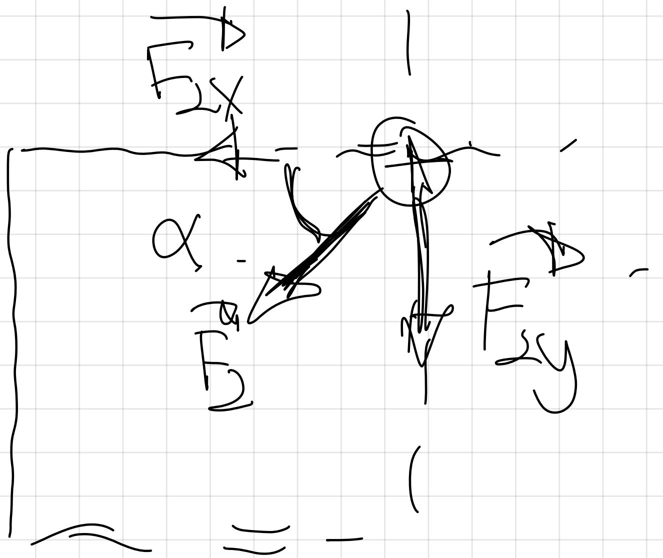
$=9\cdot 10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$



$$|\vec{F_2}| = K\cdot \frac{|q_2|\cdot|q|}{r^2} =$$

$$= 9\cdot 10^{9}\cdot \frac{5\cdot 10^{-6}\cdot 10^{-6}}{\left(\frac{\sqrt{8}}{2}\right)^2} =$$

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



$$\text{sen } 45^\circ = \frac{|\vec{F_{2y}}|}{|\vec{F_2}|} \Rightarrow |\vec{F_{2y}}| = |\vec{F_2}|\cdot \text{sen } 45^\circ = 2'25\cdot 10^{-2}\cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

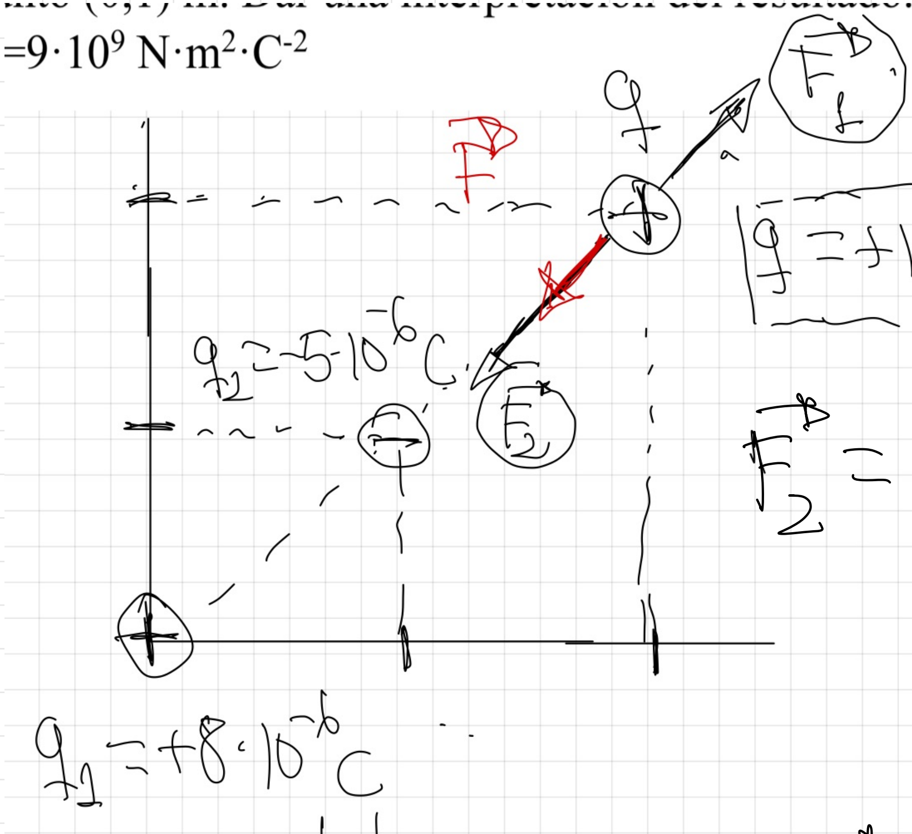
$$|\vec{F_{2y}}| = 1'59\cdot 10^{-2}\ N$$

$$\cos 45^\circ = \frac{|\vec{F_{2x}}|}{|\vec{F_2}|} \Rightarrow |\vec{F_{2x}}| = 1'59\cdot 10^{-2}\ N.$$

$$\vec{F_2} = -1'59\cdot 10^{-2}\,\vec{i} - 1'59\cdot 10^{-2}\,\vec{j}\ (N)$$

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

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



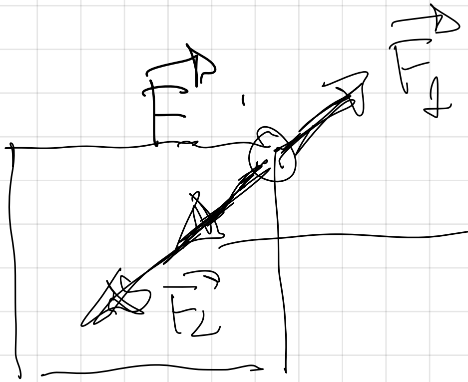
$\boxed{q=+10^{-6}C}$

$$\vec{F}_1=+6'36\cdot10^{-3}\vec{i}+6'36\cdot10^{-3}\vec{j}\ (N)$$

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

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

Principio de superposición $\rightarrow$

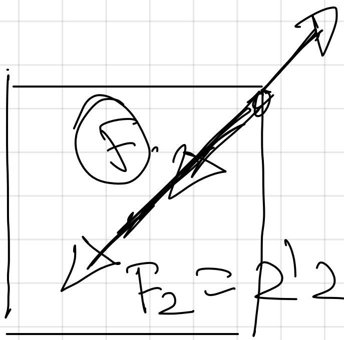


$$\vec F = \vec F_1 + \vec F_2$$

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

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

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



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

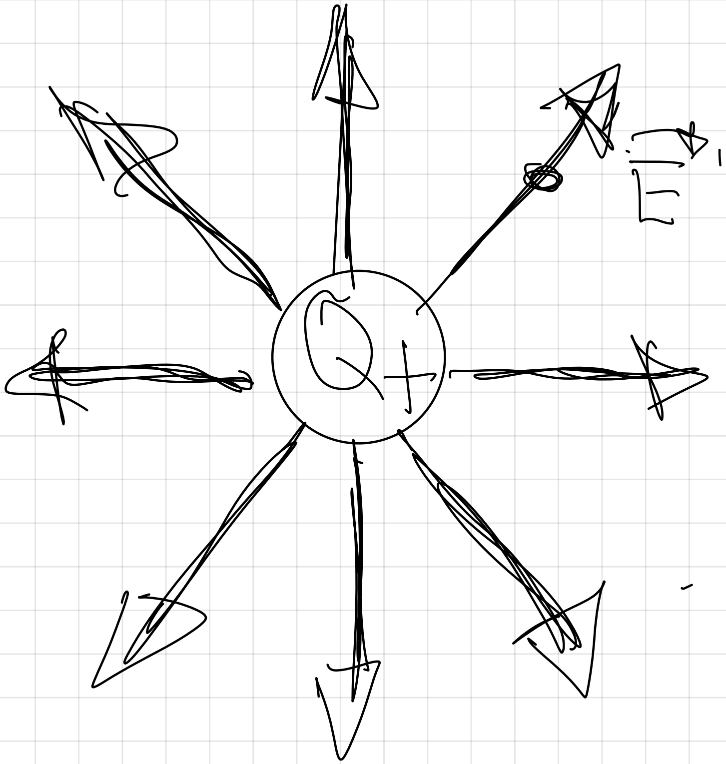
$$|\vec F| = |\vec F_2| - |\vec F_1|$$

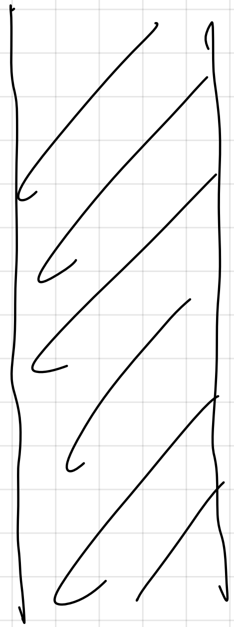
$$|\vec F| = 2'25\cdot 10^{-2} - 9\cdot 10^{-3}$$

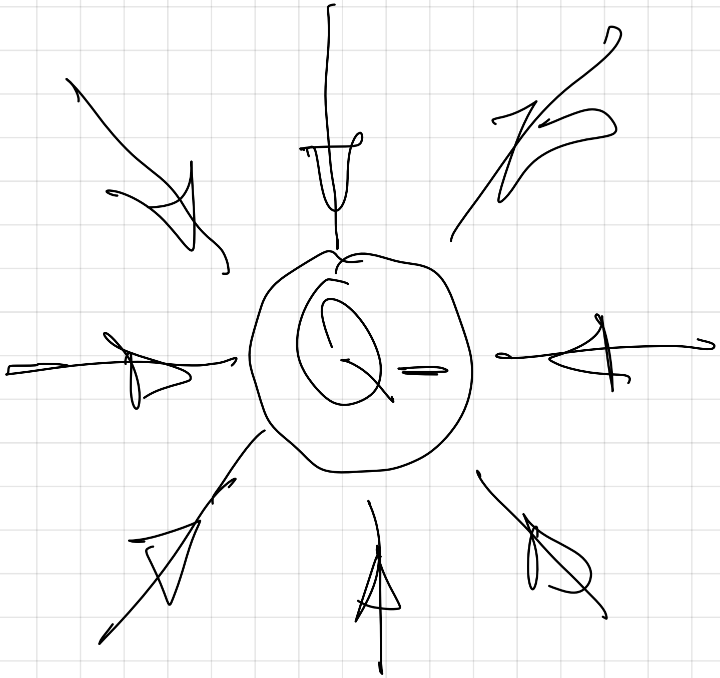
$$\boxed{|\vec F| = 1'35\cdot 10^{-2}\,N}$$

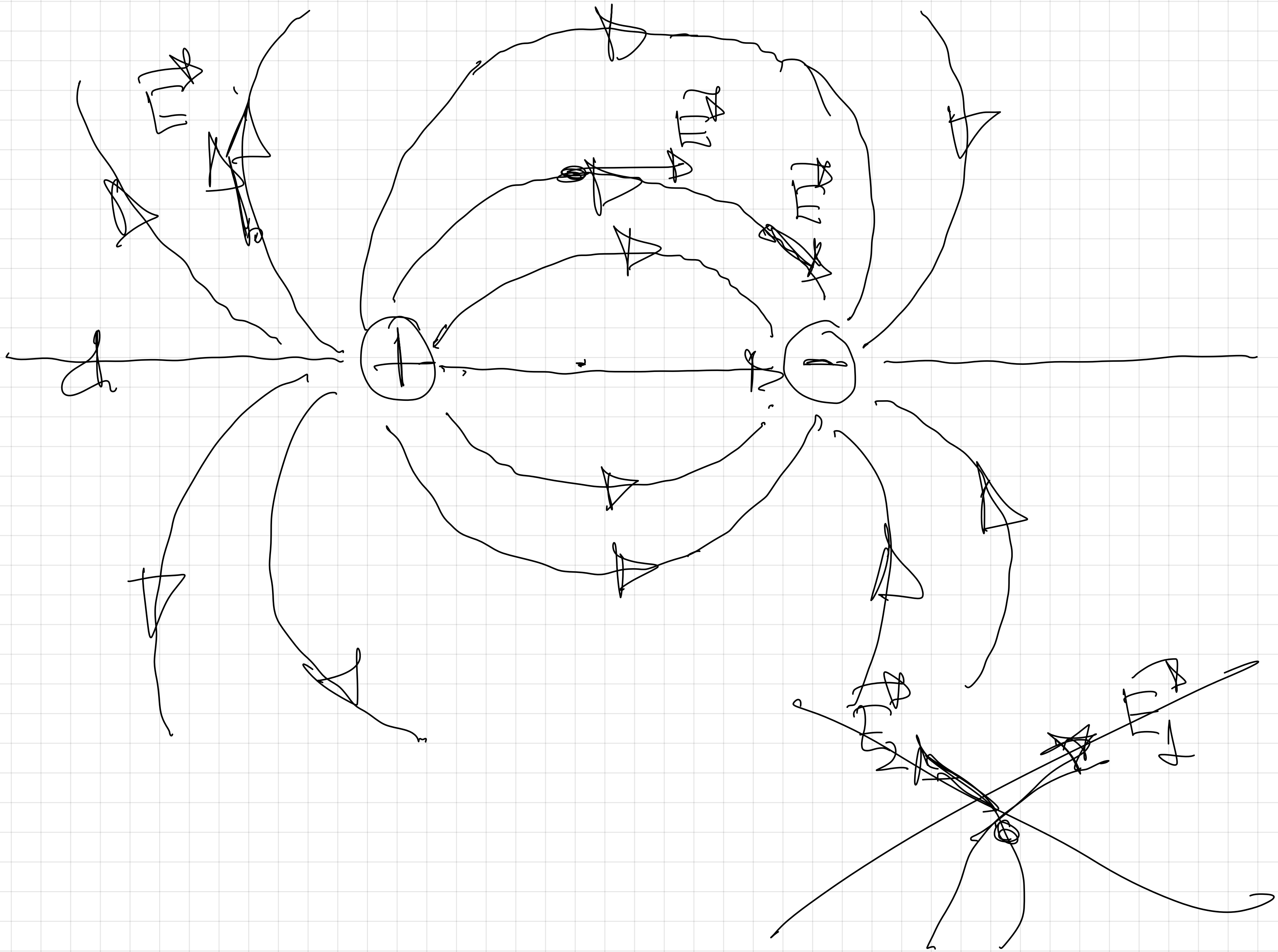
Pag 43.

5.- LÍNEAS DE CAMPO








+
−
E
E
E
E
E

E_p gravitatoria.

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

Siempre es negativa

E_p eléctrica

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

Puede ser positiva o negativa!

¡OJO! en las magnitudes escalares del campo eléctrico

¡SIEMPRE! se sustituye la carga por su signo

potencial gravitatorio V

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

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

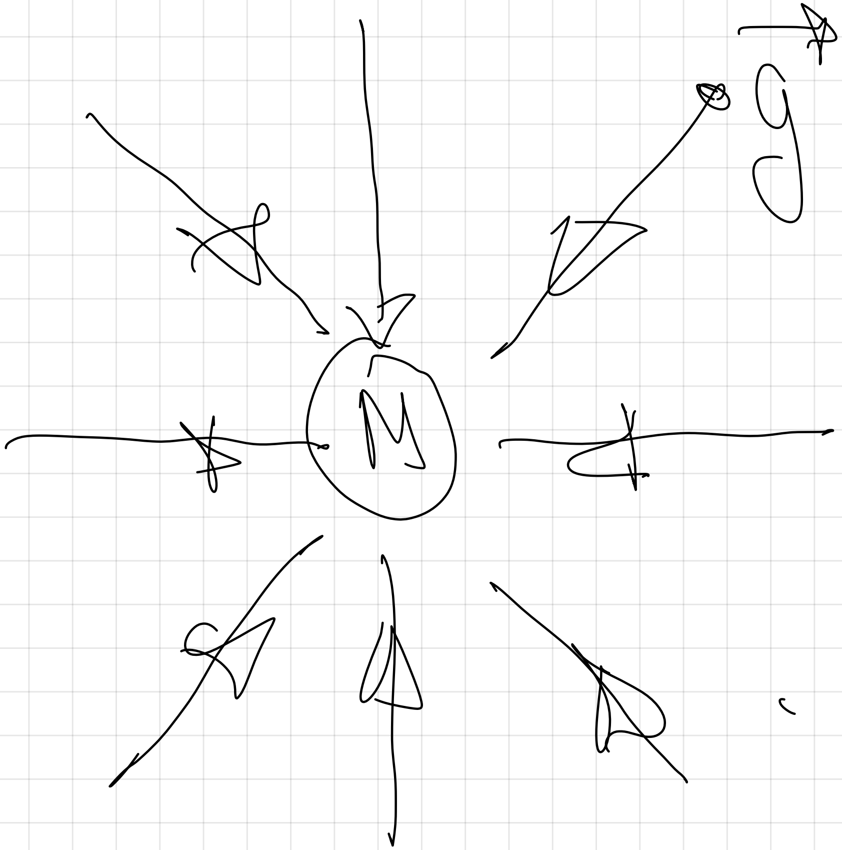
$$E_p = m\cdot V$$

potencial eléctrico V

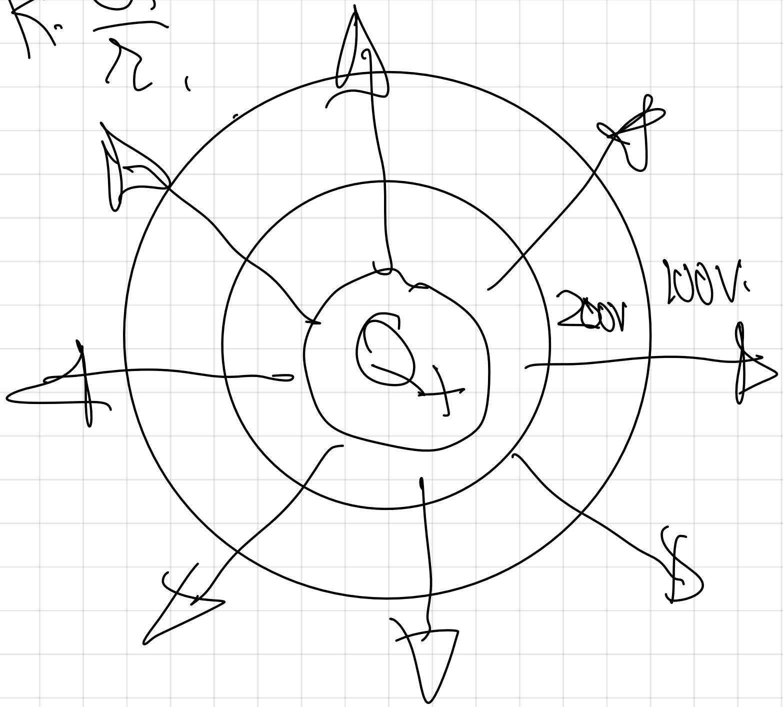
$$V = \frac{E_p}{q} = \frac{K\cdot\frac{Q\cdot \cancel{q}}{r}}{\cancel{q}} = K\cdot\frac{Q}{r}$$

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

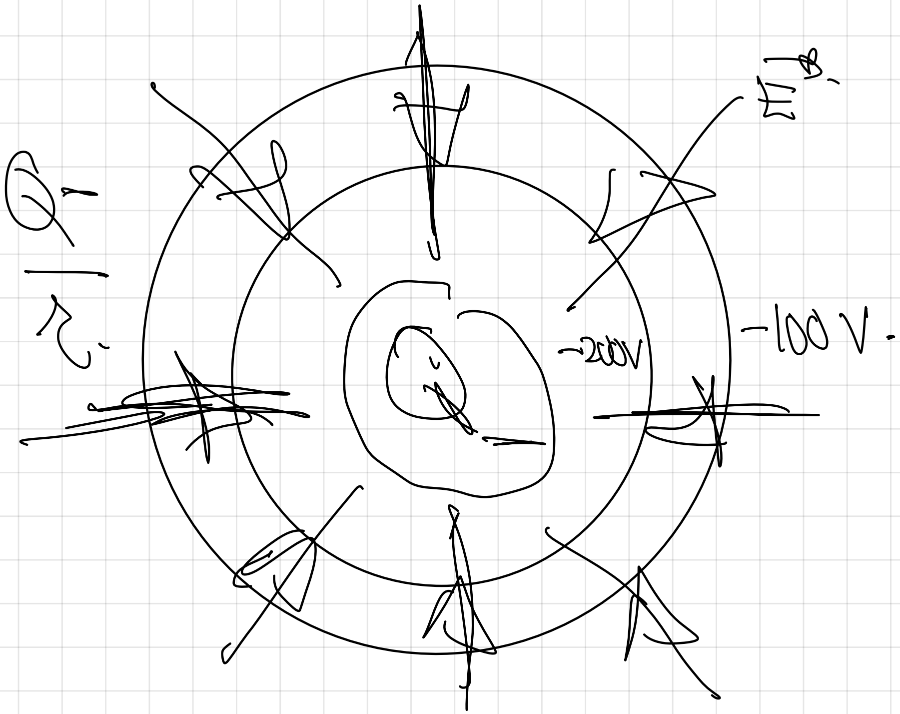
$$E_p = q\cdot V$$



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



$$V = k \frac{Q^{-}}{r}$$



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

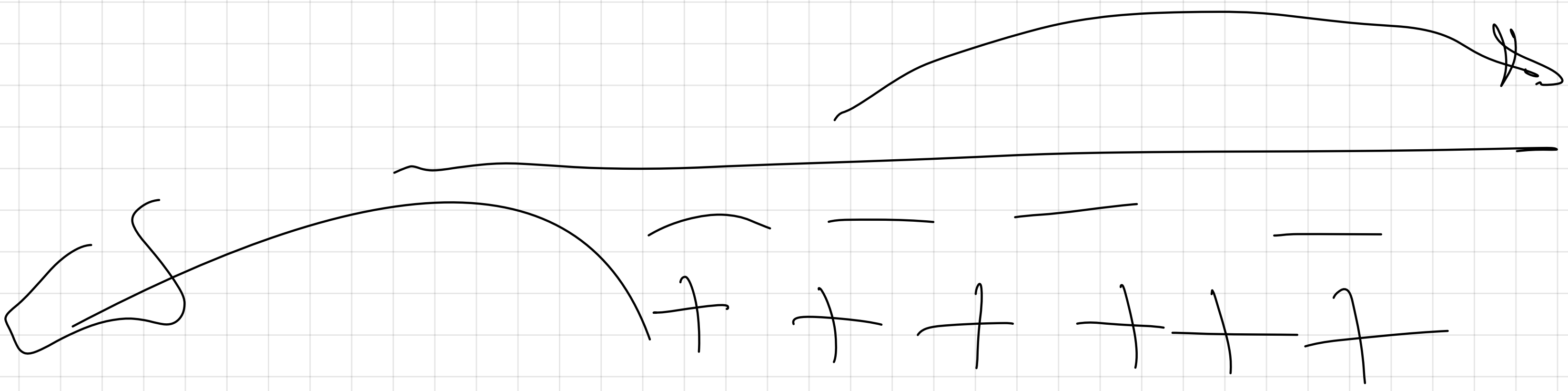
$$W = m \cdot (V_1 - V_2)$$

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

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

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

$$\ominus : \quad V_1 < V_2 .$$



$$V_1 \quad < \quad V_2$$

V_1 $\cancel{X_2}$ V_7 -

$$\begin{vmatrix} \theta & \\ 5 & 7 \\ & c \\ 6 & c \end{vmatrix}$$