

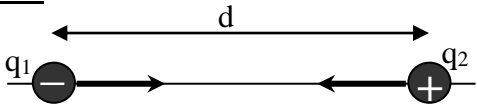
SOLUCION - TRABAJO PRÁCTICO N° 1

PROBLEMA N°1: Una carga de $3 \cdot 10^{-6} \text{C}$, se coloca a 12cm de una segunda carga punto de $-1,5 \cdot 10^{-6} \text{C}$. Calcular la magnitud dirección y sentido de la fuerza que obra sobre cada carga.

Rta.: $F = 2,812 \text{N}$ (atracción)

PROBLEMA N° 1

Datos:
 $q_1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{C}$
 $q_2 = -1,5 \cdot 10^{-6} \text{C}$
 $d = 12 \text{cm} = 0,12 \text{m}$



$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot (-1,5 \cdot 10^{-6}) \text{coul}^2}{(0,12)^2 \text{m}^2} \Rightarrow$$

$F = 2,812 \text{N}$ (atracción)

PROBLEMA N°2: Dos objetos cargados, separados una distancia de 1,5m, ejercen una fuerza eléctrica de 2N entre sí. Calcular la fuerza si ambos se acercan hasta reducir la distancia entre ellos a sólo 30cm.

Rta.: $F = 50 \text{N}$

PROBLEMA N°2

Datos:
 $F = 2 \text{N}$
 $d = 1,2 \text{m}$
 $d_1 = 0,3 \text{m}$

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{F \cdot d^2}{K}$$

$$F_1 = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d_1^2} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{F_1 \cdot d_1^2}{K}$$

$$q_1 \cdot q_2 = \frac{F_1 \cdot d_1^2}{K} = \frac{F \cdot d^2}{K} \Rightarrow F_1 = F \cdot \frac{d^2}{d_1^2} = 2 \text{N} \cdot \frac{(1,5)^2}{(0,3)^2} \Rightarrow \boxed{F_1 = 50 \text{N}}$$

PROBLEMA N°3 Dos esferas igualmente cargadas distan 3cm, están situadas en el aire y se repelen con una fuerza de $4 \cdot 10^{-5} \text{N}$. Calcular la carga de cada esfera.

Rta.: $q = 2 \cdot 10^{-9} \text{C}$

PROBLEMA N° 3

Datos:
 $d = 3 \text{cm} = 0,03 \text{m}$
 $F = 4 \cdot 10^{-5} \text{N}$

$$F = K \cdot \frac{q^2}{d^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{F d^2}{K}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5} \text{N} \cdot 0,03^2 \text{m}^2}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2}}} \Rightarrow \boxed{q = 2 \cdot 10^{-9} \text{C}}$$

PROBLEMA N°4 El electrón y el protón de un átomo de Hidrógeno están separados una distancia en promedio de $5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Encontrar la magnitud de la fuerza eléctrica y la fuerza gravitacional entre las dos partículas. ¿Qué le sugiere las respuestas?

Rta.: $F_e = 8,2 \cdot 10^{-8} \text{N}$; $F_g = 3,6 \cdot 10^{-47} \text{N}$

PROBLEMA N°4

Datos:
 $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
 $r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$

$$F_e = k_e \cdot \frac{q^2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \text{C})^2}{(5,3 \cdot 10^{-11} \text{m})^2} \Rightarrow F_e = 8,2 \cdot 10^{-8} \text{N}$$

$$F_g = G \cdot \frac{m_e \cdot m_p}{r^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{Kg}^2} \cdot \frac{(9,1 \cdot 10^{-31} \text{Kg}) \cdot (1,67 \cdot 10^{-27} \text{Kg})}{(5,3 \cdot 10^{-11} \text{m})^2} \Rightarrow F_g = 3,6 \cdot 10^{-47} \text{N}$$

Se aprecia que la fuerza gravitacional es despreciable comparada con la fuerza eléctrica

PROBLEMA N°5 Dos esferas no conductoras tienen una carga total de $90\mu\text{C}$. Cuando se colocan a $1,2\text{m}$ de distancia, la fuerza de repulsión que ejerce una sobre otra es de 12N .

- a) Calcular la carga de cada una de ellas.
 b) Calcular la carga de cada una de ellas si la fuerza fuera de atracción.

Rta.: a) $q_1 = 3,47 \cdot 10^{-5}\text{C}$; $q_2 = 5,52 \cdot 10^{-5}\text{C}$ b) $q_1 = 1,77 \cdot 10^{-5}\text{C}$; $q_2 = -1,07 \cdot 10^{-4}\text{C}$

PROBLEMA N°5

Datos:
 $q_1 + q_2 = 90 \cdot 10^{-6}\text{C}$
 $d = 1,2\text{m}$
 $F = 12\text{N}$

a) $F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ y $q_1 = 90 \cdot 10^{-6} - q_2$

$$F = K \frac{(90 \cdot 10^{-6} - q_2) \cdot q_2}{d^2} = \frac{K \cdot 90 \cdot 10^{-6} \cdot q_2 - K \cdot q_2^2}{d^2} \Rightarrow -K \cdot q_2^2 + K \cdot 90 \cdot 10^{-6} \cdot q_2 - F \cdot d^2 = 0$$

$$-9 \cdot 10^9 \cdot q_2^2 + 9 \cdot 10^9 \cdot 90 \cdot 10^{-6} q_2 - 12 \cdot 1,2^2 = -9 \cdot 10^9 \cdot q_2^2 + 8,1 \cdot 10^5 q_2 - 17,28 = 0$$

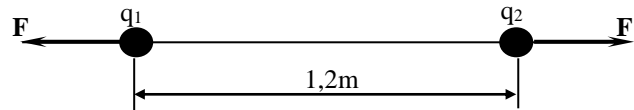
$$q_{1,2} = \frac{-8,1 \cdot 10^5 \pm \sqrt{(8,1 \cdot 10^5)^2 - 4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 17,28}}{-2 \cdot 9 \cdot 10^9} \Rightarrow \boxed{q_1 = 3,47 \cdot 10^{-5}\text{C} ; q_2 = 5,52 \cdot 10^{-5}\text{C}}$$

b) $F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ y $q_1 = 90 \cdot 10^{-6} + q_2$

$$F = K \frac{(90 \cdot 10^{-6} + q_2) \cdot q_2}{d^2} = \frac{K \cdot 90 \cdot 10^{-6} \cdot q_2 + K \cdot q_2^2}{d^2} \Rightarrow K \cdot q_2^2 + K \cdot 90 \cdot 10^{-6} \cdot q_2 - F \cdot d^2 = 0$$

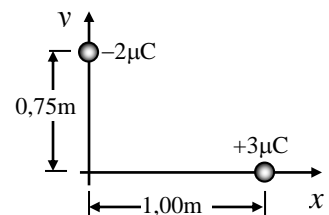
$$9 \cdot 10^9 \cdot q_2^2 + 9 \cdot 10^9 \cdot 90 \cdot 10^{-6} q_2 - 12 \cdot 1,2^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot q_2^2 + 8,1 \cdot 10^5 q_2 - 17,28 = 0$$

$$q_{1,2} = \frac{-8,1 \cdot 10^5 \pm \sqrt{(8,1 \cdot 10^5)^2 + 4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 17,28}}{2 \cdot 9 \cdot 10^9} \Rightarrow \boxed{q_1 = 1,77 \cdot 10^{-5}\text{C} ; q_2 = -1,07 \cdot 10^{-4}\text{C}}$$



PROBLEMA N°6 Dos cargas puntuales se encuentran en las posiciones indicadas en la figura. Calcular la fuerza eléctrica que cada carga ejerce sobre la otra.

Rta.: $F_1 = (2,77 \cdot 10^{-2}\text{N})\mathbf{i} - (2,08 \cdot 10^{-2}\text{N})\mathbf{j}$; $F_2 = (-2,77 \cdot 10^{-2}\text{N})\mathbf{i} + (2,08 \cdot 10^{-2}\text{N})\mathbf{j}$



PROBLEMA N°6

Datos.: $r_{12} = \sqrt{(0,75)^2 + (1)^2} = 1,25\text{m}$ (distancia entre las cargas)
 (Ver figura)

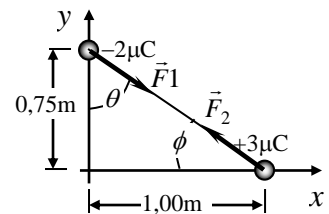
$$F_1 = k_e \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}\text{C} \cdot 3 \cdot 10^{-6}\text{C}}{(1,25\text{m})^2} = 3,46 \cdot 10^{-2}\text{N}$$

$$\theta = \arctg \frac{1}{0,75} = 53,13^\circ \Rightarrow \phi = 36,87^\circ$$

$$\vec{F}_1 = (F_1 \cdot \text{sen} \theta)\vec{i} - (F_1 \cdot \text{cos} \theta)\vec{j} = (3,46 \cdot 10^{-2}\text{N} \cdot \text{sen} 53,13^\circ)\vec{i} - (3,46 \cdot 10^{-2}\text{N} \cdot \text{cos} 53,13^\circ)\vec{j}$$

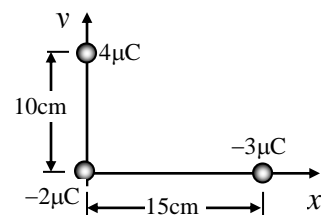
$$\boxed{\vec{F}_1 = (2,76 \cdot 10^{-2}\text{N})\vec{i} - (2,07 \cdot 10^{-2}\text{N})\vec{j}}$$
 por ser fuerzas de acción y reacción

$$\boxed{\vec{F}_2 = (-2,76 \cdot 10^{-2}\text{N})\vec{i} + (2,07 \cdot 10^{-2}\text{N})\vec{j}}$$



PROBLEMA N°7 Tres cargas se ubican en posiciones fijas como se indica en la figura. Calcular la fuerza eléctrica total sobre la carga que se encuentra localizada en el origen.

Rta.: $F = (-2,4\text{N})\mathbf{i} + (7,2\text{N})\mathbf{j}$

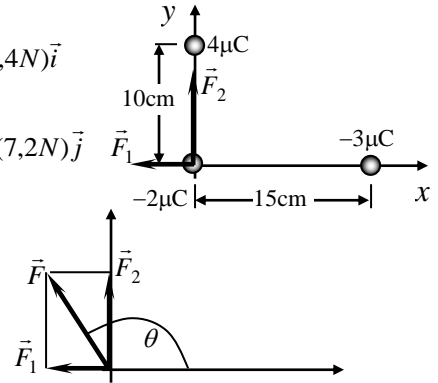


PROBLEMA N°7

Datos:
(Ver fig.) $F_1 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} C \cdot 3 \cdot 10^{-6} C}{(0,15m)^2} = 2,4N \Rightarrow \vec{F}_1 = (2,4N)\vec{i}$

$F_2 = k \cdot \frac{q_2 \cdot q}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} C \cdot 4 \cdot 10^{-6} C}{(0,1m)^2} = 7,2N \Rightarrow \vec{F}_2 = (7,2N)\vec{j}$

$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (-2,4N)\vec{i} + (7,2N)\vec{j}$



PROBLEMA N°8 Dos cargas, q_1 y q_2 , están separadas por una distancia r_1 . Experimentan una fuerza F_1 a esta distancia. Cuando la separación inicial disminuye a tan solo 40mm, la fuerza entre las dos cargas se duplica. Calcular la separación inicial entre ellas.

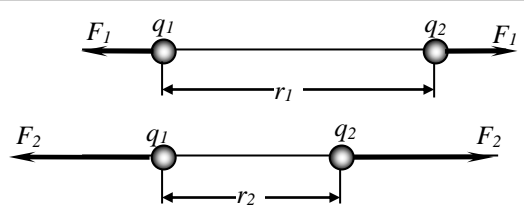
Rta.: $r_1 = 56,56mm$

PROBLEMA N°8

Datos:
 $r_2 = 40mm$ $F_1 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1^2} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{F_1 \cdot r_1^2}{k}$
 $F_2 = 2 \cdot F_1$

$F_2 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2^2} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{F_2 \cdot r_2^2}{k} = \frac{2 \cdot F_1 \cdot r_2^2}{k}$

$\frac{F_1 \cdot r_1^2}{k} = \frac{2 \cdot F_1 \cdot r_2^2}{k} \Rightarrow r_1 = \sqrt{2} \cdot r_2 = \sqrt{2} \cdot 40mm \Rightarrow r_1 = 56,56mm$

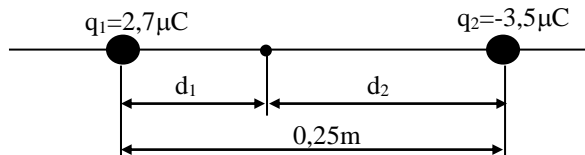


PROBLEMA N°9 Se colocan una carga de $+2,7\mu C$ y otra de $-3,5\mu C$ a una distancia de 25cm a la derecha de la primera. Calcular en que posición puedo colocar una tercera carga en la línea que las une para que no experimente fuerza neta.

Rta.: $d = 1,8m$ de la carga de $2,7\mu C$

PROBLEMA N°9

Datos:
 $q_1 = 2,7 \cdot 10^{-6} C$
 $q_2 = -3,5 \cdot 10^{-6} C$



$F_1 = K \cdot \frac{q_1 \cdot q}{d_1^2}$ y $F_2 = K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{d_2^2}$ para $|F_1| = |F_2|$ tenemos $K \cdot \frac{q_1 \cdot q}{d_1^2} = K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{d_2^2} \Rightarrow q_1 \cdot d_2^2 = q_2 \cdot d_1^2$

$d_1 + d_2 = 0,25m \Rightarrow d_2 = 0,25 - d_1$

$q_1 \cdot (0,25 - d_1)^2 = q_2 \cdot d_1^2 \Rightarrow q_1 \cdot (0,25^2 - 2 \cdot 0,25 \cdot d_1 + d_1^2) = q_1 \cdot 0,25^2 - q_1 \cdot 2 \cdot 0,25 \cdot d_1 + q_1 \cdot d_1^2 = q_2 \cdot d_1^2$

$d_1^2 \cdot (q_1 - q_2) - d_1 \cdot q_1 \cdot 2 \cdot 0,25 + q_1 \cdot 0,25^2 = d_1^2 \cdot (2,7 - 3,5) \cdot 10^{-6} - d_1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 0,25 + 2,7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,25^2 = 0$

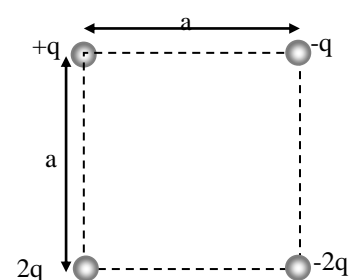
$-0,8 \cdot 10^{-6} \cdot d_1^2 - 1,35 \cdot 10^{-6} \cdot d_1 + 1,68 \cdot 10^{-7} = 0$

$d_1 = 0,11m$ y $d_1 = -1,8m$

0,11m no puede ser por que entre las cargas no se hace nunca cero

$d_{1,2} = \frac{1,35 \cdot 10^{-6} \pm \sqrt{(1,35 \cdot 10^{-6})^2 + 4 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,68 \cdot 10^{-7}}}{-2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow d_1 = 1,8m$ a la izquierda de $q = 2,7\mu C$

PROBLEMA N°10: En la figura, determinar la fuerza resultante sobre la carga colocada en el vértice inferior izquierdo del cuadrado. Tomar como valores: $q = 1 \cdot 10^{-7} C$ y $a = 5cm$.



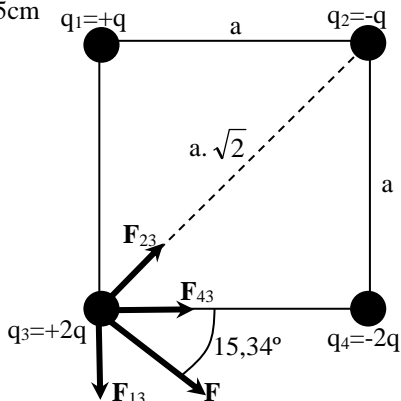
Rta.: $F = 0,175N$; $\alpha = -15,34^\circ$

PROBLEMA N° 10

Datos:

$q=1.10^{-7}\text{coul}$

$a=5\text{cm}$



$$\vec{F}_{13} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{coul}^2}{(0,05)^2 \text{m}^2} = 0,072\text{N}$$

$$\vec{F}_{23} = K \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{(a \cdot \sqrt{2})^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{coul}^2}{(0,05 \cdot \sqrt{2})^2 \text{m}^2} = 0,036\text{N}$$

$$\vec{F}_{43} = K \cdot \frac{q_4 \cdot q_3}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{coul}^2}{(0,05)^2 \text{m}^2} = 0,144\text{N}$$

$$F_x = F_{23} \cdot \cos 45^\circ + F_{43} = 0,036\text{N} \cdot \cos 45^\circ + 0,144\text{N} = 0,169\text{N}$$

$$F_y = F_{23} \cdot \sin 45^\circ - F_{13} = 0,036\text{N} \cdot \sin 45^\circ - 0,072\text{N} = -0,046\text{N}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(0,169)^2 + (0,046)^2} \Rightarrow \boxed{F = 0,175\text{N}}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x} = \frac{-0,046}{0,169} \Rightarrow \boxed{\alpha = -15,34^\circ}$$

PROBLEMA N°11: Se tienen dos pequeñas esferas cargadas positivamente, la suma de las cargas que contienen es de $5 \cdot 10^{-5}\text{C}$. Si la fuerza de repulsión entre las dos esferas es de 1N cuando se encuentran separadas 2m. Determinar la distribución de la carga total en cada esfera.

Rta.: si: $q_2 = 3,84 \cdot 10^{-5}\text{C} \Rightarrow q_1 = 1,156 \cdot 10^{-5}\text{C}$

PROBLEMA N° 11

Datos:

$q_1 + q_2 = 5 \cdot 10^{-5}\text{coul}$

$F_{12} = 1\text{N}$

$d = 2\text{m}$

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$$q_1 + q_2 = 5 \cdot 10^{-5}\text{coul} \Rightarrow q_1 = 5 \cdot 10^{-5}\text{coul} - q_2$$

$$F = K \cdot \frac{(5 \cdot 10^{-5} - q_2) \cdot q_2}{d^2} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-5} \cdot q_2 - q_2^2 = \frac{F \cdot d^2}{K} \Rightarrow q_2^2 - 5 \cdot 10^{-5} \cdot q_2 + \frac{F \cdot d^2}{K} = 0$$

$$q_2^2 - 5 \cdot 10^{-5} \cdot q_2 + 4,44 \cdot 10^{-10} = 0 \Rightarrow q_2 = \frac{5 \cdot 10^{-5} \pm \sqrt{(5 \cdot 10^{-5})^2 - 4 \cdot 4,44 \cdot 10^{-10}}}{2}$$

$$\boxed{q_1 = 3,8437 \cdot 10^{-5}\text{coul} ; q_2 = 1,156 \cdot 10^{-5}\text{coul}}$$

PROBLEMA N°12: Dos cargas iguales de $3\mu\text{C}$ están en el eje y , una en el origen y la otra en $y=6\text{m}$. Una tercera carga $q_3=2\mu\text{C}$ esta sobre el eje x en $x=8\text{m}$. Determinar la fuerza (magnitud dirección y sentido) sobre q_3 .

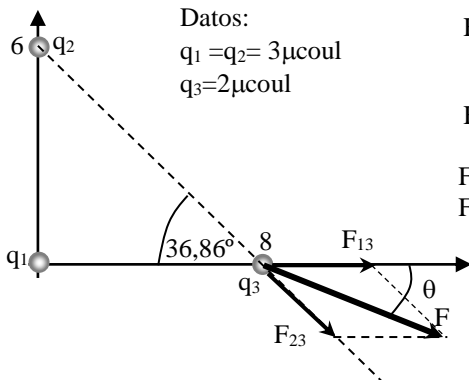
Rta.: $F = 1,31 \cdot 10^{-3}\text{N} ; \theta = -14,31^\circ$

PROBLEMA N° 12

Datos:

$q_1 = q_2 = 3\mu\text{coul}$

$q_3 = 2\mu\text{coul}$



$$F_{13} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{d_{13}^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{coul}^2}{8^2 \text{m}^2} = 8,437 \cdot 10^{-4}\text{N}$$

$$F_{23} = K \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{d_{23}^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{coul}^2}{(8^2 + 6^2) \text{m}^2} = 5,4 \cdot 10^{-4}\text{N}$$

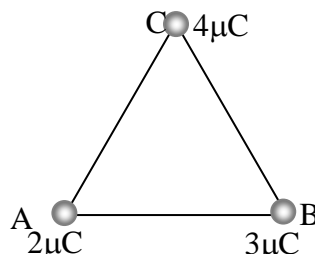
$$F_x = F_{13} + F_{23} \cdot \cos 36,86^\circ = 8,10 \cdot 10^{-4}\text{N} + 5,4 \cdot 10^{-4}\text{N} \cdot \cos 36,86^\circ = 1,27 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

$$F_y = -F_{23} \cdot \sin 36,86^\circ = -5,4 \cdot 10^{-4}\text{N} \cdot \sin 36,86^\circ = -3,24 \cdot 10^{-4}\text{N}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(1,27 \cdot 10^{-4})^2 + (3,24 \cdot 10^{-4})^2} \Rightarrow \boxed{F = 1,31 \cdot 10^{-3}\text{N}}$$

$$\theta = \arctg \frac{F_y}{F_x} = \arctg \frac{-3,24 \cdot 10^{-4}}{1,27 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{\theta = -14,31^\circ}$$

PROBLEMA N°13: Tres cargas puntuales de $2\mu\text{C}$, $3\mu\text{C}$ y $4\mu\text{C}$, están en los vértices del triángulo ABC de la figura que tiene 10cm de lado. Determinar la resultante de la fuerza (módulo, dirección y sentido) que obra sobre la partícula de $4\mu\text{C}$.



Rta.: $F = 15,47\text{N} ; \theta = 96,59^\circ$

PROBLEMA N° 13

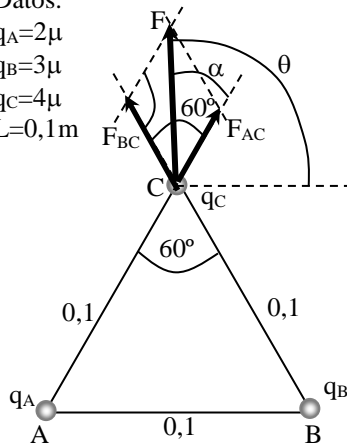
Datos:

$q_A = 2\mu$

$q_B = 3\mu$

$q_C = 4\mu$

$L = 0,1\text{m}$



$$F_{AC} = K \cdot \frac{q_A \cdot q_C}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{coul}^2}{0,1^2 \text{m}^2} = 7,2\text{N}$$

$$F_{BC} = K \cdot \frac{q_B \cdot q_C}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{coul}^2}{0,1^2 \text{m}^2} = 10,8\text{N}$$

$$F = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2 + 2 \cdot F_{AC} \cdot F_{BC} \cdot \cos 60^\circ} = \sqrt{(7,2\text{N})^2 + (10,8\text{N})^2 + 2 \cdot 7,2\text{N} \cdot 10,8\text{N} \cdot \cos 60^\circ}$$

$$\boxed{F = 15,69\text{N}}$$

$$\frac{\sin 120^\circ}{F} = \frac{\sin \alpha}{F_{BC}} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{F_{BC} \cdot \sin 120^\circ}{F}\right) = \arcsin\left(\frac{10,8\text{N} \cdot \sin 120^\circ}{15,69\text{N}}\right) = 36,59^\circ$$

$$\theta = 60^\circ + \alpha = 60^\circ + 36,59^\circ \Rightarrow \boxed{\theta = 96,59^\circ}$$

PROBLEMA N°14: Dos esferas iguales y conductoras distan 3cm, están situadas en el aire y sus cargas eléctricas son de $3 \cdot 10^{-9}\text{coul}$ y $-12 \cdot 10^{-9}\text{coul}$ respectivamente. Determinar:

a) la fuerza de atracción eléctrica entre ellas

b) Si se ponen en contacto las esferas y luego se separan nuevamente 3cm determinar la fuerza generada.

Rta.: a) $F = 3,6 \cdot 10^{-4}\text{N}$ b) $F = 2,025 \cdot 10^{-4}\text{N}$

PROBLEMA N° 14

Datos:

$d = 3\text{cm} = 0,03\text{m}$

$q_1 = 3 \cdot 10^{-9}\text{coul}$

$q_2 = 12 \cdot 10^{-9}\text{coul}$

a)

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-9} \text{coul} \cdot 12 \cdot 10^{-9} \text{coul}}{0,03^2 \text{m}^2} \Rightarrow \boxed{F = 3,6 \cdot 10^{-4}\text{N}}$$

b)

$$q_1 = q_2 = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-9} - 12 \cdot 10^{-9}}{2} = -4,5 \cdot 10^{-9}$$

$$F = K \cdot \frac{q^2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{(4,5 \cdot 10^{-9})^2 \text{coul}^2}{0,03^2 \text{m}^2} \Rightarrow \boxed{F = 2,025 \cdot 10^{-4}\text{N}}$$

PROBLEMA N°15: Tres cargas puntuales están sobre el eje x . $q_1 = -6\mu\text{C}$ está en $x = -3\text{m}$, $q_2 = 4\mu\text{C}$ está en el origen y $q_3 = -6\mu\text{C}$ está en $x = 3\text{m}$. Determinar la fuerza (magnitud dirección y sentido) sobre q_1 .

Rta.: $F_1 = 0,015\text{N}$ sentido $x(+)$

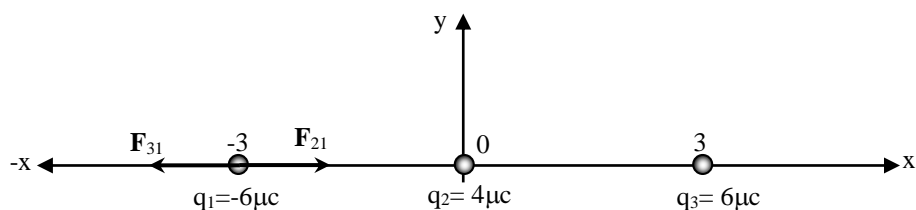
PROBLEMA N° 15

Datos:

$q_1 = -6\mu\text{coul} ; x_1 = -3\text{m}$

$q_2 = 4\mu\text{coul} ; x_2 = 0$

$q_3 = -6\mu\text{coul} ; x_3 = 3\text{m}$



$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$$

$$F_{21} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d_{12}^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6} \text{coul} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{coul}}{3^2 \text{m}^2} = 0,024\text{N} \quad \text{Sentido } x(+)$$

$$F_{31} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{d_{13}^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6} \text{coul} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{coul}}{6^2 \text{m}^2} = 9 \cdot 10^{-3}\text{N} \quad \text{Sentido } x(-)$$

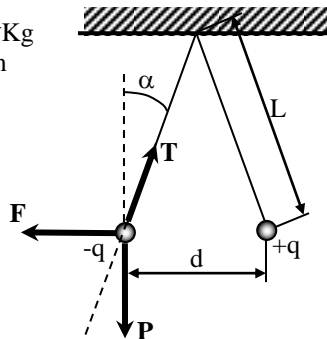
$$F_1 = F_{21} - F_{31} = (0,024 - 9 \cdot 10^{-3})\text{N} \Rightarrow \boxed{F_1 = 0,015\text{N} \text{ sentido } x(+)}$$

PROBLEMA N°16: Dos esferas iguales e igualmente cargadas, tiene una masa de 0,1gr cada una. Se suspenden del mismo punto mediante hilos de 13cm de longitud. Debido a la repulsión entre ambas, las esferas se separan 10cm. Determinar la carga de cada una de ellas.

Rta.: $q = 2,13 \cdot 10^{-8} \text{C}$

PROBLEMA N° 16

Datos:
 $m=0,1\text{gr} = 1.10^{-4}\text{Kg}$
 $L=13\text{cm} = 0,13\text{m}$
 $d=10\text{cm} = 0,1\text{m}$



$$\alpha = \arcsin \frac{5}{13} = 22,61^\circ$$

$$T \cdot \sin \alpha = F$$

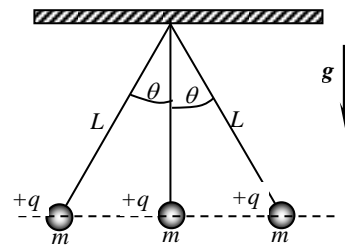
$$T \cdot \cos \alpha = P$$

Dividiendo las dos ecuaciones

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} = K \cdot \frac{q^2}{d^2 P} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{\tan \alpha \cdot d^2 \cdot m \cdot g}{K}}$$

$$q = \sqrt{\frac{\tan 22,61^\circ \cdot 0,1^2 \text{m}^2 \cdot 1.10^{-4} \text{Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{coul}^2}} \Rightarrow q = 2,13 \cdot 10^{-8} \text{coul}$$

PROBLEMA N°17: En la figura se muestran tres cargas puntuales idénticas, cada una de masa $m = 0,1\text{Kg}$ y carga q , colgadas en tres cuerdas. Si las longitudes de las cuerdas izquierda y derecha son $L=30\text{cm}$ y el ángulo $\theta=45^\circ$, determinar el valor de q



Rta.: $q = 1,96 \mu\text{C}$

PROBLEMA N°17:

Datos: $d = L \cdot \cos 45^\circ = 30\text{cm} \cdot \cos 45^\circ = 21,21\text{cm}$

$$m = 0,1\text{Kg} \quad -T \cdot \cos 45^\circ + F_e = 0 \Rightarrow T \cos 45^\circ = F_e$$

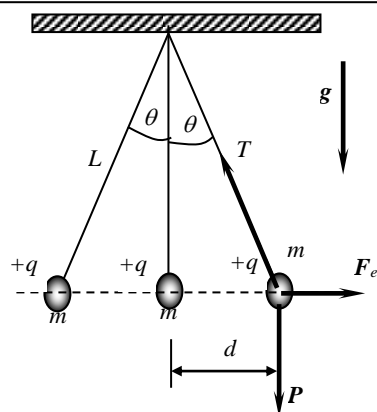
$$L = 30\text{cm} \quad T \cdot \sin 45^\circ - m \cdot g = 0 \Rightarrow T \cdot \sin 45^\circ = m \cdot g$$

$\theta = 45^\circ$

$$\tan 45^\circ = \frac{m \cdot g}{F_e} \Rightarrow F_e = \frac{m \cdot g}{\tan 45^\circ} = \frac{0,1\text{Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\tan 45^\circ} = 0,98\text{N}$$

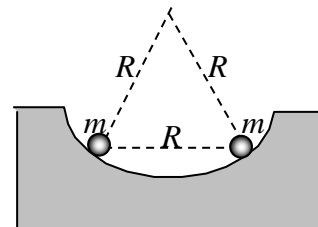
$$F_e = k \cdot \frac{q^2}{d^2} + k \cdot \frac{q^2}{(2d)^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{4 F_e \cdot d^2}{5 k}}$$

$$q = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,98\text{N} \cdot (0,21)^2 \text{m}^2}{5 \cdot 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2}} \Rightarrow q = 1,96 \mu\text{C}$$



PROBLEMA N° 18: Dos pequeñas bolas idénticas tienen cada una una masa $m=0,3\text{Kg}$ y carga q . Cuando se ponen en un tazón esférico con paredes no conductoras sin fricción, las bolas se mueven hasta que en la posición de equilibrio están separadas una distancia $R=0,75\text{m}$. Si el radio del tazón también es $0,75\text{m}$, determinar el valor de la carga común que tiene cada bola.

Rta.: $q = 10,3 \mu\text{C}$



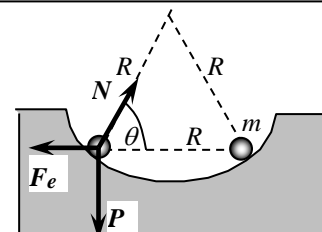
PROBLEMA N° 18:

Datos:
 $m=0,3\text{Kg}$
 $R=0,75\text{m}$

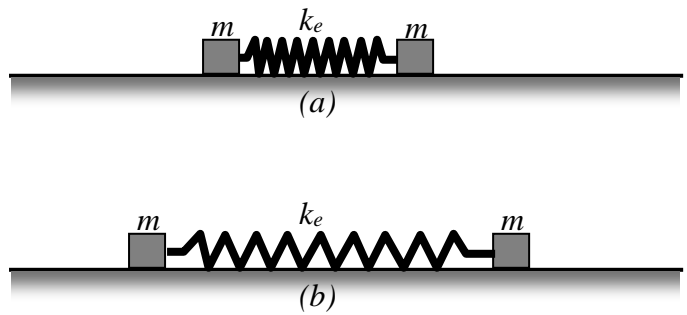
$$N \cdot \sin \theta - P = 0 \Rightarrow N = \frac{P}{\sin \theta} = \frac{0,3\text{Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\sin 60^\circ} = 3,4\text{N}$$

$$N \cdot \cos \theta - F_e = 0 \Rightarrow F_e = N \cdot \cos \theta = 3,4\text{N} \cdot \cos 60^\circ = 1,7\text{N}$$

$$F_e = k \cdot \frac{q^2}{d^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{F_e \cdot d^2}{k}} = \sqrt{\frac{1,7\text{N} \cdot (0,75)^2 \text{m}^2}{9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2}} \Rightarrow q = 10,3 \mu\text{C}$$



PROBLEMA N° 19 Dos bloques metálicos idénticos se encuentran sobre una superficie horizontal sin rozamiento, y están conectados a un resorte metálico de constante de restitución de 100 N/m y $0,3\text{m}$ de longitud estando el resorte en equilibrio elástico como se ve en la figura (a). Se añade lentamente al sistema una carga Q que hace que el resorte se alargue hasta alcanzar el equilibrio con una longitud de $0,4\text{m}$, como se ve en la figura (b). Calcular el valor de Q suponiendo que toda la carga se encuentra contenida en los bloques y que estos se comportan como cargas puntuales.



PROBLEMA N°19

Datos:

$$k = 100 \text{ N/m}$$

$$L_0 = 0,3\text{m}$$

$$L_f = 0,4\text{m}$$

$$\vec{F} = k \cdot x = k_e \cdot (L_f - L_0) = K \cdot \frac{Q/2 \cdot Q/2}{L_f^2} = K \cdot \frac{Q^2}{4L_f^2} \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{k_e \cdot (L_f - L_0) \cdot 4L_f^2}{K}}$$

$$\Rightarrow Q = 2 \cdot L_f \cdot \sqrt{\frac{k_e \cdot (L_f - L_0)}{K}} = 2 \cdot 0,4\text{m} \cdot \sqrt{\frac{100 \text{ N/m} \cdot 0,1\text{m}}{9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}} = 26,6 \mu\text{C}$$

PROBLEMA N°20: Dos pequeñas esferas conductoras idénticas se sitúan con sus centros separados por una distancia de $0,3\text{m}$. A una de ellas se le proporciona una carga de 12nC y a la otra una carga de -18nC .

- Calcular la fuerza ejercida por una esfera sobre la otra.
- Las esferas se conectan mediante un cable conductor. Calcular la fuerza eléctrica entre ellas una vez que han alcanzado el equilibrio.

PROBLEMA N°

Datos:

$$r = 0,3\text{m}$$

$$q_1 = 12\text{nC}$$

$$q_2 = -18\text{nC}$$

a)

$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-9} \cdot (-18 \cdot 10^{-9}) \text{coul}^2}{(0,3)^2 \text{m}^2} \Rightarrow \vec{F} = 2,16 \cdot 10^{-5} \text{N} \text{ de atracción}$$

b)

Al ponerlas en contacto con un conductor, la carga total de cada esfera será la suma de las cargas repartida en partes iguales para cada esfera por ser idénticas

$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{(-3) \cdot 10^{-9} \cdot (-3 \cdot 10^{-9}) \text{coul}^2}{(0,3)^2 \text{m}^2} \Rightarrow \vec{F} = 9 \cdot 10^{-7} \text{N} \text{ de repulsión}$$

PROBLEMA N°21: En un núcleo atómico, la distancia entre dos protones es de aproximadamente $2 \cdot 10^{-15}\text{m}$. La fuerza de repulsión entre los protones es enorme, pero la fuerza nuclear de atracción entre ellos es aún mayor y evita que el núcleo se desintegre. Determinar la magnitud de la fuerza eléctrica de repulsión entre dos protones separados $2 \cdot 10^{-15}\text{m}$.

PROBLEMA N°

Datos:

$$r = 2 \cdot 10^{-15}\text{m}$$

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

$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{coul}^2} \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2 \text{coul}^2}{(2 \cdot 10^{-15})^2 \text{m}^2} \Rightarrow \vec{F} = 57,5\text{N} \text{ de repulsión}$$