


TEST

- 1.- Entre cargas de electricidad estática.
- Los negativos atraen a los positivos.
 - Los negativos atraen a los negativos.
 - Los negativos repelen a los positivos.
 - Los positivos atraen a los positivos.
 - Los negativos a veces repelen a los positivos.
- 2.- Si un objeto tiene 3 cargas negativas y 2 cargas positivas, está:
- Cargado negativamente.
 - Cargado positivamente.
 - Cargado positiva y negativamente.
 - No tiene carga.
 - Faltan datos.
- 3.- Un objeto tendrá una carga eléctrica si:
- Gana electrones.
 - Pierde electrones.
 - Ni a ni b.
 - Ya sea a ó b.
 - Cumple la ley de la inercia.
- 4.- Se cree que una corriente eléctrica es un movimiento de:
- Protones.
 - Electrones.
 - Electrones libres.
 - Protones libres.
 - Neutrones.
- 5.- Al acercar un cuerpo electrizado negativamente a una esferita de un péndulo eléctrico, dicha esferita es repelida. Entonces la esferita sólo podría:
- Estar cargada positivamente.
 - Estar cargada negativamente.
 - Estar electrizada o neutra.
 - Estar neutra.
 - Ninguna de las anteriores.
- 6.- Si un cuerpo se carga positivamente:
- Ganó protones.
 - Perdió peso.
 - Aumentó de peso.
 - No contiene iones positivos.
 - Ninguna de las anteriores.
- 7.- Considere dos cargas ($Q_1 > Q_2$) como se indica: ¿Dónde se debe colocar una tercera carga "q" para que quede en equilibrio sobre la línea que une las cargas.
- 
- $\text{---} \oplus \text{---} \text{---} \oplus \text{---}$
 $Q_1 \qquad \qquad \qquad Q_2$
- En el punto medio de la distancia que las separa.
 - Más cerca de Q_1 entre ambas cargas.
 - Más cerca de Q_2 entre ambas cargas.
 - A la izquierda de Q_1 .
 - A la derecha de Q_2 .
- 8.- Un cuerpo "A" rechaza a un grupo de sustancias, otro cuerpo "B" rechaza a otro grupo de sustancias, pero las sustancias de ambos grupos se atraen entre sí; entonces señale lo incorrecto.
- A y B están cargados positivamente.
 - A y B están cargados negativamente.
 - A está cargado positivamente y B negativamente o viceversa.
 - A está neutro y B está cargado positivamente o viceversa.
 - A y B están polarizados o descargados.
- 9.- indicar lo incorrecto:
- En electricidad: "Tierra", actúa como un inmenso manantial de electrones.
 - Si un cuerpo cargado positivamente se pone a Tierra aumenta su peso y queda neutro.
 - El aire se convierte en semi-conductor con la humedad.
 - En las fábricas de papel se acostumbra humedecer el ambiente, para evitar los incendios.
 - Con una varilla cargada positivamente se toca a un cuerpo pequeño aislado y descargado, dejándolo luego con carga positiva, finalmente la varilla queda necesariamente con carga negativa.
- 10.- Un electroscopio está cargado positivamente, si se le acerca un cuerpo, las hojas disminuyen su abertura ¿Qué carga cree que existe en el cuerpo?
- Positiva solamente.
 - Negativa solamente.
 - Negativa o neutra.
 - Positiva o negativa.
 - No se puede saber.

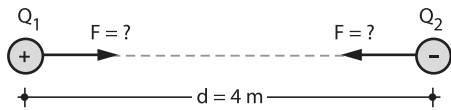
PROBLEMAS RESUELTOS

▲ PROBLEMAS DE APLICACIÓN

1.- Dos cargas puntuales $Q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $Q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$, están separadas 4 metros. ¿Con qué fuerza se atraen?

Solución:

- Datos: $Q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$, $d = 4 \text{ m}$
 $Q_2 = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$, $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \times \text{m}^2 / \text{C}^2$



□ Luego:

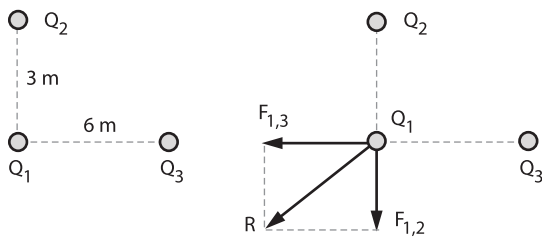
$$F = \frac{KQ_1Q_2}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 (8 \times 10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{(4)^2}$$

$$F = 18 \times 10^{-3} \text{ Newton}$$

NOTA

El signo de la carga eléctrica sólo se usa para determinar si las fuerzas "F" son de atracción o repulsión.

2.- Se tienen 3 cargas como muestra la figura: $Q_1 = 10^{-3} \text{ C}$; $Q_2 = 3 \times 10^{-4} \text{ C}$ y $Q_3 = 16 \times 10^{-4} \text{ C}$. Calcular la fuerza resultante en Q_1 .



Solución:

$$F_{1,2} = \frac{KQ_1Q_2}{3^2} = \frac{9 \times 10^9 (10^{-3})(3 \times 10^{-4})}{9}$$

$$F_{1,2} = 300 \text{ N}$$

$$F_{1,3} = \frac{KQ_1Q_3}{6^2} = \frac{9 \times 10^9 (10^{-3})(16 \times 10^{-4})}{36}$$

$$F_{1,3} = 400 \text{ N}$$

□ Por el teorema de Pitágoras:

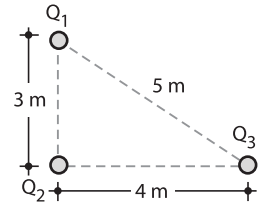
$$R = \sqrt{(300)^2 + (400)^2} \Rightarrow R = 500 \text{ N}$$

3.- Se tienen tres cargas puntuales como se muestra en la figura:

$$Q_1 = (25/36) \times 10^{-4} \text{ C}$$

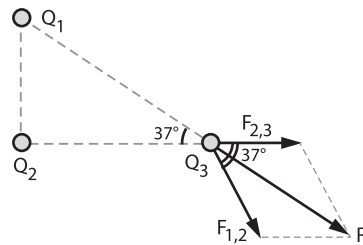
$$Q_2 = 4 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$Q_3 = 4 \times 10^{-4} \text{ C}$$



Calcular la fuerza resultante que actúa sobre Q_3 .

Solución:



$$F_{1,3} = \frac{KQ_1Q_3}{(5)^2} = \frac{9 \times 10^9 \left(\frac{25}{36} \times 10^{-4}\right) (4 \times 10^{-4})}{25}$$

$$F_{1,3} = 10 \text{ N}$$

$$F_{2,3} = \frac{KQ_2Q_3}{(4)^2} = \frac{9 \times 10^9 (4 \times 10^{-5})(4 \times 10^{-4})}{16}$$

$$F_{2,3} = 9 \text{ N}$$

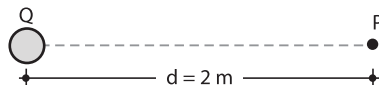
□ Aplicando el método del paralelogramo:

$$R = \sqrt{(F_{1,3})^2 + (F_{2,3})^2} + 2(F_{1,3})(F_{2,3}) \cos 37^\circ$$

$$R = \sqrt{(10)^2 + (9)^2} + 2(10)(9) \left(\frac{4}{5}\right)$$

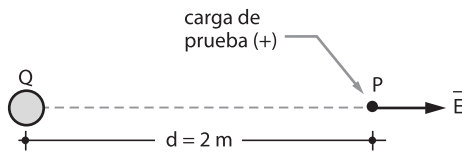
$$R = \sqrt{235} \text{ N}$$

4.- Se tiene una carga puntual: $Q = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$. Calcular la intensidad de campo eléctrico a 2 m de distancia como muestra la figura.



Solución:

- Datos: $Q = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$; $d = 2 \text{ m}$; $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \times \text{m}^2 / \text{C}^2$

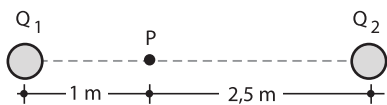


Luego: $E = \frac{KQ}{d^2}$

$$E = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-8}}{(2)^2}$$

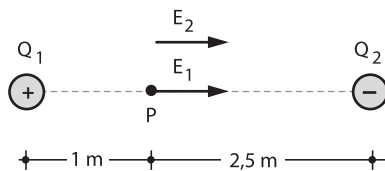
$E = 90 \text{ N/C}$

- 5.- Se tienen dos cargas: $Q_1 = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $Q_2 = -2,5 \times 10^{-6} \text{ C}$ como se muestra en la figura; calcular la intensidad de campo eléctrico en el punto "P".



Solución:

- Para determinar el sentido de E_2 y E_1 , se toma una carga de prueba (+) y se analiza si hay atracción o repulsión en este punto con respecto a las otras cargas, el sentido de "E" coincidirá con el de la fuerza eléctrica.



$$E_T = E_1 + E_2$$

Siendo: $E = \frac{KQ}{d^2}$

$$E_T = \frac{KQ_1}{(1)^2} + \frac{KQ_2}{(2,5)^2}$$

$$E_T = \frac{9 \times 10^9 (5 \times 10^{-6})}{(1)^2} + \frac{9 \times 10^9 (2,5 \times 10^{-6})}{(2,5)^2}$$

$$E_T = 45 \times 10^3 + 3,6 \times 10^3$$

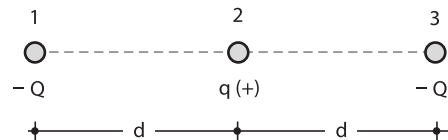
$E_T = 48 600 \text{ N/C}$

B PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS

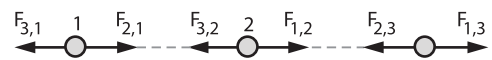
- 1.- En una recta se encuentran tres cargas: una positiva y dos negativas: $-Q$. ¿Para que relación de valores de las cargas, estas últimas estarán en equilibrio?

Solución:

- Para el equilibrio "q" deberá estar entre ambas cargas negativas.



- Analizando las fuerzas electrostáticas



- En la partícula (1):

$$F_{3,1} = F_{2,1} = \frac{KQ^2}{(2d)^2} \dots\dots (\alpha)$$

- En la partícula (2):

$$F_{3,2} = F_{1,2} = \frac{KqQ}{d^2} \dots\dots (\beta)$$

- $(\alpha) = (\beta)$

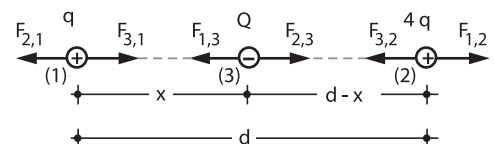
$$\frac{KQ^2}{(2d)^2} = \frac{KqQ}{d^2}$$

$\frac{q}{Q} = \frac{1}{4}$

- 2.- Se tienen dos cargas "+q" y "+4q" separadas una distancia "d"; en la recta que las une se ubica una tercera carga, de tal manera que en dicha condición el sistema esté en equilibrio. Calcular el signo, la magnitud y la posición de esta tercera carga. Inicialmente el sistema está en equilibrio.

Solución:

- Analizando las diversas posiciones de "Q", ésta deberá situarse entre q y 4q siendo su signo negativo, para de este modo conseguir el equilibrio del sistema.



- Analizando las fuerzas electrostáticas en la carga "3":

$$F_{1,3} = F_{2,3}$$

$$\frac{KqQ}{x^2} = \frac{K(4q)Q}{(d-x)^2} \Rightarrow (d-x)^2 = 4x^2$$

$$(d-x)^2 = (2x)^2 \Rightarrow d = 3x$$

ó $d = -x$ (no cumple)

$$x = \frac{d}{3}$$

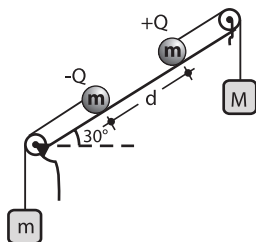
- Analizando las fuerzas electrostáticas en la carga "1":

$$F_{2,1} = F_{3,1}$$

$$\frac{Kq(4q)}{d^2} = \frac{KqQ}{\left(\frac{d}{3}\right)^2} \Rightarrow Q = \frac{4}{9}q$$

$$Q = \frac{4}{9}q \quad \text{Signo negativo}$$

- 3.- Si no existe rozamiento y el sistema está en equilibrio, determinar la relación de "Q" con "M" y con "d".



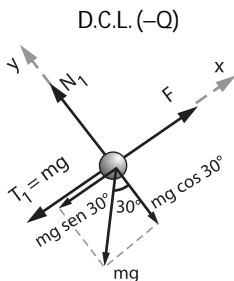
Solución:

- Analizando (-Q)

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F = mg + mg \sin 30^\circ$$

$$\frac{KQ^2}{d^2} = \frac{3}{2}mg \quad \dots (1)$$



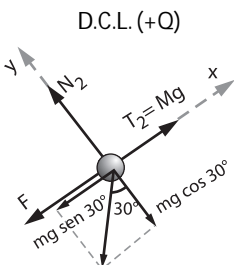
- Analizando (+Q)

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F + mg \sin 30^\circ = Mg$$

$$F = Mg - \frac{mg}{2}$$

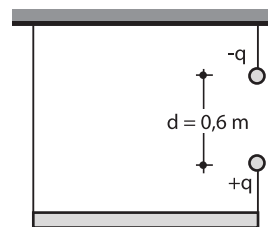
$$\frac{KQ^2}{d^2} = Mg - \frac{mg}{2} \quad \dots (2)$$



- Despejando mg de (1) y reemplazando en (2):

$$\frac{KQ^2}{d^2} = Mg - \frac{KQ^2}{3d^2} \Rightarrow Q = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{3Mg}{K}}$$

- 4.- Para mantener el equilibrio de la barra, determinar la magnitud de la carga "q"; si: $d = 0,6 \text{ m}$ y $W = 160 \text{ N}$



Solución:

- Analizando la fuerza electrostática entre (-q) y (+q):

$$F = \frac{Kq^2}{(0,6)^2} = \frac{9 \times 10^9 q^2}{(0,6)^2}$$

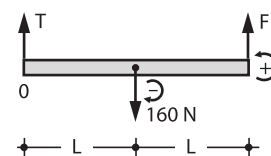
$$F = 25 \times 10^9 q^2 \quad \dots (1)$$

- Analizando el equilibrio de la barra:

$$\Sigma M_o = 0$$

$$F(2L) - 160(L) = 0$$

$$F = 80 \text{ N}$$



- Reemplazando en (1):

$$80 = 25 \times 10^9 q^2 \Rightarrow q = 0,565 \times 10^{-4} \text{ C}$$

- 5.- Tres esferas conductoras del mismo radio poseen cargas: $+90 \text{ C}$, -20 C , $+20 \text{ C}$, luego de juntarlas y separarlas, hallar la carga de la tercera esfera.

Solución:

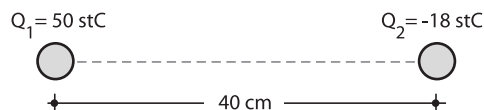
- Por el principio de la conservación de la carga, se establece un flujo de electrones hasta que se alcanza el equilibrio eléctrico; las cargas se distribuyen proporcionalmente al radio y como estos son iguales, las nuevas cargas serán también iguales.



- $\Sigma Q_{\text{inicial}} = \Sigma Q_{\text{final}}$

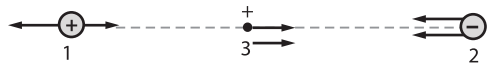
$$90 - 20 + 20 = q + q + q \Rightarrow q = 30 \text{ C}$$

- 6.- Determinar la posición de una carga situada en la línea recta que une dos cargas concentradas de $+50 \text{ stC}$ y -18 stC separadas 40 cm de tal manera que todo el sistema se encuentra en equilibrio horizontal.



Solución:

☐ Analizando las posibles alternativas:



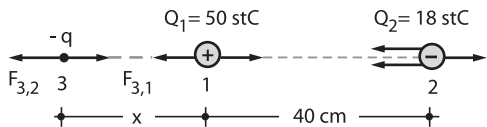
No existe equilibrio



No existe equilibrio



No existe equilibrio



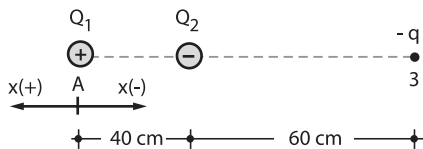
Posible equilibrio

☐ En el punto (3): $F_{3,1} = F_{3,2}$

$$\frac{KqQ_1}{x^2} = \frac{KqQ_2}{(x+40)^2}$$

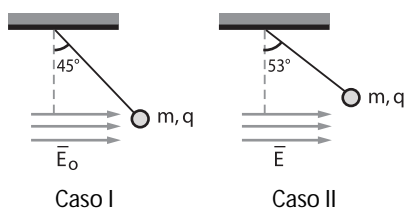
$$\frac{50}{x^2} = \frac{18}{(x+40)^2} \Rightarrow x = -100 \text{ cm}$$

☐ Interpretando la respuesta:



60 cm a la derecha de (2)

7.- Una esfera conductora muy pequeña suspendida de un hilo aislante es usada para medir la intensidad de un campo eléctrico, cuando se le coloca en un campo cuya intensidad es $E_0 = 120 \text{ N/C}$, se observa que el hilo forma un ángulo de 45° con la vertical. Calcular la intensidad del campo \vec{E} si el sistema (hilo + esfera) se desvía un ángulo de 53° respecto a la vertical.



Solución:

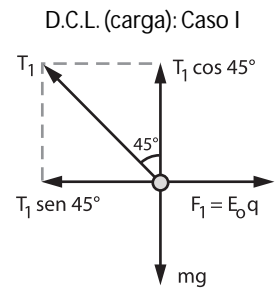
☐ **Caso I**

$$T_1 \sin 45^\circ = E_0 q \dots (1)$$

$$T_1 \cos 45^\circ = mg \dots (2)$$

$$(1) : (2)$$

$$\tan 45^\circ = \frac{E_0 q}{mg} \dots (\alpha)$$



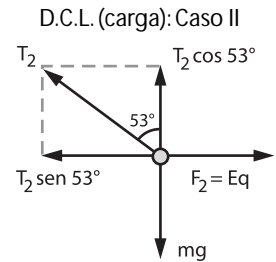
☐ **Caso II**

$$T_2 \sin 53^\circ = Eq \dots (3)$$

$$T_2 \cos 53^\circ = mg \dots (4)$$

$$(3) : (4)$$

$$\tan 53^\circ = \frac{Eq}{mg} \dots (\beta)$$

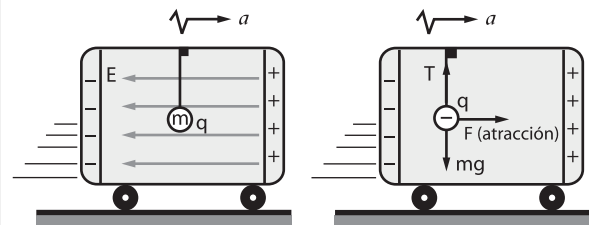


☐ $(\alpha) : (\beta)$

$$\frac{\tan 45^\circ}{\tan 53^\circ} = \frac{E_0 q}{Eq} \Rightarrow E = E_0 \frac{\tan 53^\circ}{\tan 45^\circ}$$

$$E = 120 \left(\frac{4}{3} \right) \Rightarrow \boxed{E = 160 \text{ N/C}}$$

8.- En la figura mostrada, el carro acelera a 4 m/s^2 (constante). Calcular la intensidad del campo eléctrico para que la masa de $2,5 \text{ kg}$ se mantenga en la posición indicada ($q = -5 \text{ Coulomb}$).



Solución:

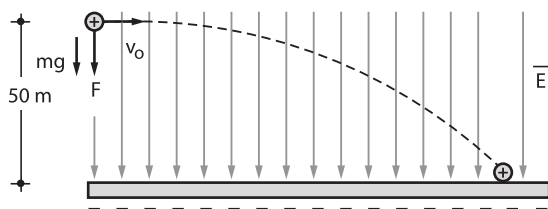
☐ Si no existiese "F" la masa "m" se desplazaría hacia atrás.

☐ Horizontalmente (en la masa "m"): $F_R = ma$

$$F = ma \Rightarrow Eq = ma$$

$$E(5) = (2,5)(4) \Rightarrow \boxed{E = 2 \text{ N/C}}$$

9.- Se tiene un campo eléctrico uniforme vertical hacia abajo cuya intensidad es igual a 5 N/C . Si se lanza horizontalmente una carga eléctrica de $2 \times 10^{-7} \text{ C}$, con una velocidad igual a 100 m/s . Hallar después de qué tiempo llega a la placa inferior que se muestra, si inicialmente estaba a una altura de 50 m . Masa de la carga = $0,50 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$



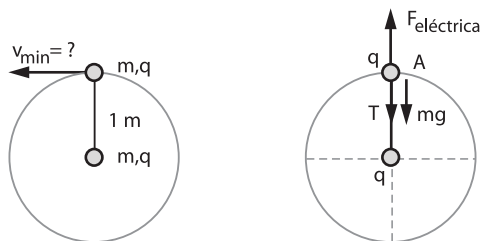
Solución:

☐ Verticalmente: 2^{da} ley de Newton.
 $\Sigma F = ma$
 $mg + F = ma \Rightarrow mg + Eq = ma$
 $(0,5)(10) + (5)(2 \times 10^{-7}) = (0,5)a$
 $a = 10,000\,002 \text{ m/s}^2$

☐ Verticalmente: M.R.U.V.
 $h = 50 \text{ m}$, $a = 10,000\,002 \text{ m/s}^2$
 $v_o = 0$, $t = ? (\text{s})$
 $h = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$
 $50 = \frac{1}{2} (10,000\,002) t^2$
 $t = 3,16 \times 10^{-3} \text{ s}$

10.- Una esferita de 0,5 kg de masa y carga $0,5 \times 10^{-5} \text{ C}$, puede girar en un plano vertical suspendida de un hilo de 1 metro de longitud. En el centro del círculo se encuentra una segunda esferita, cuya carga es igual en valor y en signo a la esferita que gira. ¿Qué velocidad horizontal mínima hay que darle a la esferita en su posición más alta para que pueda realizar una vuelta completa? ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

Solución:



☐ En "A": $F_{\text{centrípeta}} = \frac{mv_A^2}{R}$
 $mg + T - F = \frac{mv_A^2}{(1)}$
 ☐ Ahora, para que v_A sea mínima "T" deberá ser cero.
 $mg - \frac{Kq^2}{(1)^2} = mv_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{g - \frac{Kq^2}{m}}$
 $v_A = \sqrt{10 - \frac{9 \times 10^9 (10^{-5})^2}{0,5}} \Rightarrow v_A = 2,86 \text{ m/s}$

PROBLEMAS PROPUESTOS

▲ PROBLEMAS DE APLICACIÓN

1.- Determine que carga poseen los siguientes cuerpos según el número de electrones en defecto o exceso.

- 10^{30} electrones (defecto) \Rightarrow
- 4×10^{23} electrones (defecto) \Rightarrow
- 15×10^{20} electrones (exceso) \Rightarrow
- 20×10^{15} electrones (defecto) \Rightarrow

Rpta. $16 \times 10^{10} \text{ C}$
 $64 \times 10^3 \text{ C}$
 -240 C
 $32 \times 10^{-4} \text{ C}$

2.- Exprese cada una de las siguientes cargas como un número de electrones en exceso o defecto:

- $Q_1 = -24 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow$
- $Q_2 = 64 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow$
- $Q_3 = 19,6 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow$

Rpta. 15 electrones (exceso)
 40 electrones (defecto)
 No puede ser carga

3.- Se tienen dos cargas de $2 \mu\text{C}$ y $3 \mu\text{C}$ respectivamente que están separadas 3 mm . ¿Cuánto vale la fuerza de interacción electrostática?

Rpta. $6 \times 10^3 \text{ N}$

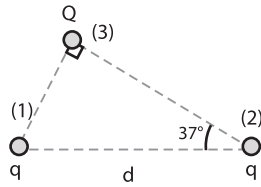
4.- Una barra de cierto material descargada pierde 50 electrones, determinar la carga que adquiere.

Rpta. $8 \times 10^{-18} \text{ C}$

5.- Un trozo de plástico gana 200 electrones, determinar la carga que adquiere:

Rpta. $q = -32 \times 10^{-18} \text{ C}$

6.- En la figura se observa tres cargas en los vértices de un triángulo rectángulo. Determinar la fuerza resultante en la carga ubicada en el vértice del ángulo recto. $Q = q/4$

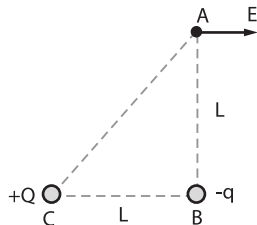


Rpta. $\frac{25\sqrt{337}}{576} \frac{Kq^2}{d^2}$

7.- ¿Cuál debe ser la intensidad de un campo eléctrico capaz de sostener una carga de 5 g que posee una carga de $(-5/3) \times 10^{-4} \text{ C}$

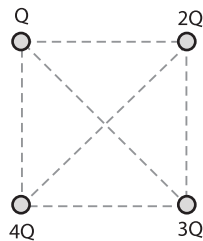
Rpta. 300 N/C

8.- En la figura mostrada, determinar la intensidad de campo "E" en el vértice (A), si $Q = 32 \mu\text{C}$, hallar la magnitud de "-q" para que el campo sea horizontal.



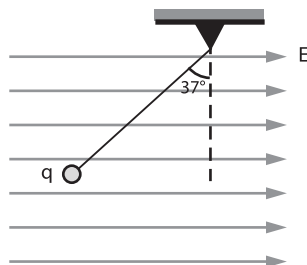
Rpta. $E = \frac{KQ\sqrt{2}}{4L^2}$
 $q = 8\sqrt{2} \mu\text{C}$

9.- Si, la figura muestra la carga "Q" que genera en el centro del cuadrado un campo cuya intensidad es $25\sqrt{2} \text{ N/C}$, determinar la intensidad de campo resultante en el centro del cuadrado.



Rpta. 100 N/C

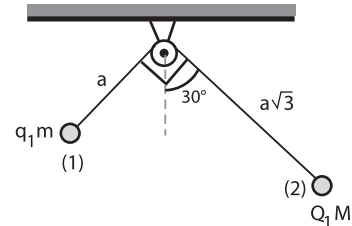
10.- Una esferita de peso $4 \times 10^{-4} \text{ N}$, de carga $q = -10^{-6} \text{ C}$, unida a un hilo de seda se encuentra suspendido de un punto fijo, dentro de un campo homogéneo de intensidad "E". Sabiendo que la esferita se encuentra en equilibrio, determinar "E".



Rpta. 300 N/C

B PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS

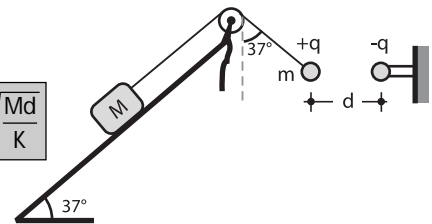
1.- La figura muestra dos cargas "Q" y "q" de masas "M" y "m" en equilibrio, determinar la tensión en la cuerda que las une. Hallar "q" en términos de "Q".



Rpta.

$T = mg$
 $q = \frac{mga^2}{KQ}$

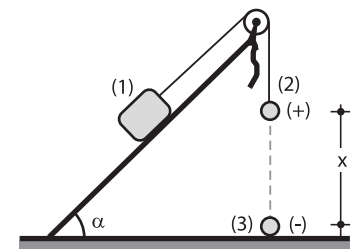
2.- No existiendo rozamiento y estando el sistema en equilibrio, hallar "q" para que se cumpla dicho estado. (en términos de M y d).



Rpta.

$q = \frac{3d}{5} \sqrt{\frac{Md}{K}}$

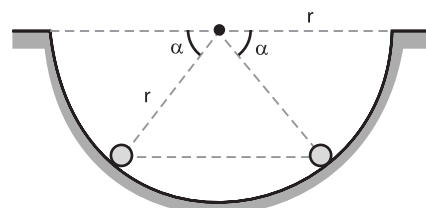
3.- En la figura mostrada, hallar la inclinación "α" del plano inclinado, para que el sistema se encuentre en equilibrio, si se sabe: $W_1 = 4W_2 = 10^{12} \text{ N}$, $q_2 = q_3 = 1 \text{ C}$, $q_1 = 0$; $x = 0,2 \text{ m}$ y no hay rozamiento.



Rpta.

$\text{sen } \alpha = 0,475$

4.- Se muestran dos esferas pequeñas de masas y cargas iguales, si el peso de las esferas es de 7 N, calcúlese la carga para el equilibrio: $r = 5 \text{ cm}$; $\text{sen } \alpha = 7/25$

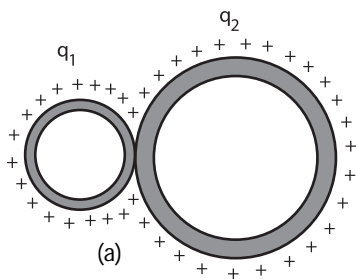


Rpta. $4,96 \times 10^{-6} \text{ C}$

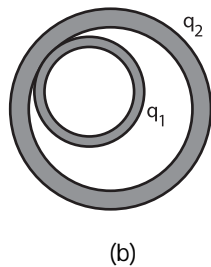
5.- Dos esferas conductoras eléctricas idénticas tienen cargas de signos contrarios y se atraen con una fuerza de 0,108 N; cuando se encuentran separadas una distancia de 0,5 m. Las esferas se ponen en contacto y luego se separan y se encuentra que a la misma distancia se separan con una fuerza de 0,036 N. ¿Cuáles eran las cargas iniciales?

Rpta. $Q_1 \cong -3 \times 10^{-6} \text{ C}; Q_2 = 1 \times 10^{-6} \text{ C}$

6.- Dos cascarones esféricos conductores, de cargas +28 C y -8 C, con radios "r" y "2r", deben hacer contacto según los casos (a) externamente, (b) internamente. ¿Qué cargas tendrán los cascarones después del contacto, según sea el caso?



Rpta. (a) $q_1 = 4 \text{ C}$
 $q_2 = 16 \text{ C}$
 (b) $q_1 = 0$
 $q_2 = 20 \text{ C}$

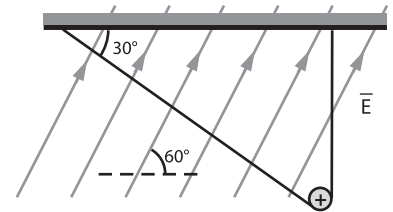


7.- Dos cargas puntuales de 4 C y 9 C se repelen con una fuerza de 0,0125 N. Hallar la intensidad de campo eléctrico en el punto medio de la distancia que las separa.

Rpta. $6,94 \times 10^{-3} \text{ N/C}$

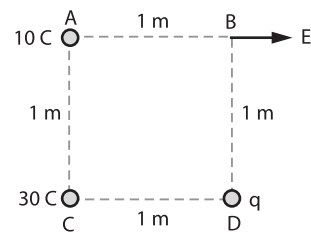
8.- En la figura, hallar la intensidad del campo uniforme, para que la esfera de carga "Q" (+) y masa "m", se encuentre en equilibrio.

Rpta.
 $E = \frac{mg\sqrt{3}}{3Q}$



9.- Tres cargas son colocadas como se muestra en la figura en los vértices A, C y D. Calcule q si el campo eléctrico en B sigue la dirección mostrada.

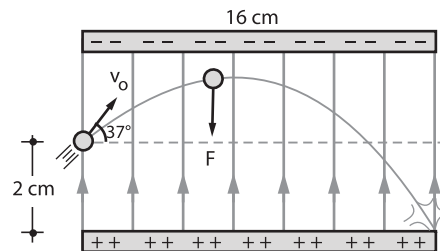
Rpta.
 $q = 7,5\sqrt{2} \text{ C}$



10.- El electrón entra a una región entre dos placas cargadas con un ángulo de 37°. Su velocidad inicial es $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ y está a 2 cm de la placa positiva, determinar:

- a) Intensidad de campo eléctrico.
- b) El tiempo en que tarda en golpear la placa.

Considerar despreciable la acción de la gravedad.



Rpta. (a) $710,9 \text{ N/C}$ (b) $4 \times 10^{-8} \text{ s}$