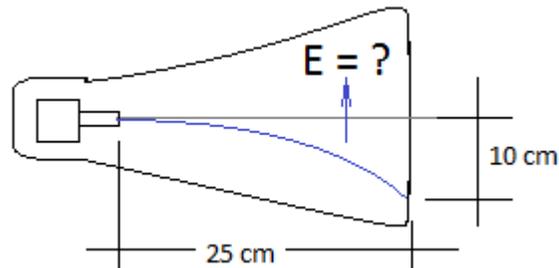


Física II

Más problemas de fuerza eléctrica

Problema 1.- En un osciloscopio analógico la pantalla mide 20 cm verticalmente y el cañón electrónico emite electrones que con 15,000eV de energía cinética hacia la pantalla que está a 25 cm del cañón.

Para barrer la pantalla se aplica un campo eléctrico verticalmente como se muestra en la figura. Calcular el valor de este campo para desviar la trayectoria del electrón 10cm como se muestra en la figura.



Solución:

Primero calculamos la velocidad de los electrones al salir del cañón:

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.6 \times 10^{-19})(15,000)}{9.1 \times 10^{-31}}} = 7.26 \times 10^7 \text{ m/s}$$

Luego el tiempo necesario para llegar a la pantalla será:

$$t = \frac{0.25 \text{ m}}{7.26 \times 10^7 \text{ m/s}} = 3.44 \times 10^{-9} \text{ s}$$

Con el valor del tiempo y el desplazamiento vertical podemos hallar la aceleración:

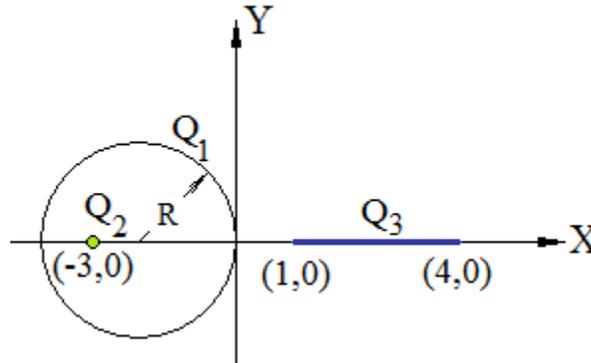
$$a = \frac{2 \times d}{t^2} = \frac{2 \times 0.1 \text{ m}}{(3.44 \times 10^{-9} \text{ s})^2} = 1.69 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

Finalmente, la fuerza entre la carga nos da el campo eléctrico:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{ma}{q} = \frac{(9.1 \times 10^{-31})(1.69 \times 10^{16})}{1.6 \times 10^{-19}} = 96,000 \text{ V/m}$$

Problema 2.- En la figura se muestra: Una esfera de radio $R=2\text{m}$ cargada uniformemente en todo su volumen con $Q_1 = -30\mu\text{C}$, una carga puntual de valor $Q_2= 10\mu\text{C}$ dentro de la esfera en la posición $(-3,0)$ y un hilo de 3m de largo ubicado en el eje X con carga total $Q_3 = -20\mu\text{C}$ distribuida uniformemente en su longitud. Calcular

- La fuerza eléctrica sobre la carga puntual Q_2 debida a la esfera Q_1 .
- La fuerza eléctrica sobre la carga puntual Q_2 debida al hilo Q_3 .
- La fuerza eléctrica sobre la esfera Q_1 debida al hilo Q_3 .



Solución:

a) Debido a la geometría del problema, la carga de la esfera que está más allá 1m del centro no ejerce fuerza sobre la carga Q_2 debido a su simetría. Por lo tanto, solo la carga dentro de un radio de 1m ejerce fuerza. Esta carga es $1/8$ de la carga total, es decir $-30/8\mu\text{C}$ y la podemos considerar como si estuviera toda ella en el centro de la esfera. La fuerza sobre Q_2 será entonces

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{(30/8 \times 10^{-6})(10 \times 10^{-6})}{1^2} = \mathbf{0.338 \text{ N}}$$

Debido a que las cargas son de distinto signo la fuerza es atractiva, es decir hacia la derecha en este caso.

b) Para calcular la fuerza debido al hilo podemos dividirlo en diferenciales de carga y luego integrar

$$F = \int k \frac{Q_2}{d^2} dQ_3 = k Q_2 \frac{Q_3}{3} \int_4^7 \frac{dx}{x^2} = k \frac{Q_2 Q_3}{4 \times 7} = 9 \times 10^9 \frac{(10 \times 10^{-6})(20 \times 10^{-6})}{4 \times 7} = \mathbf{0.064 \text{ N}}$$

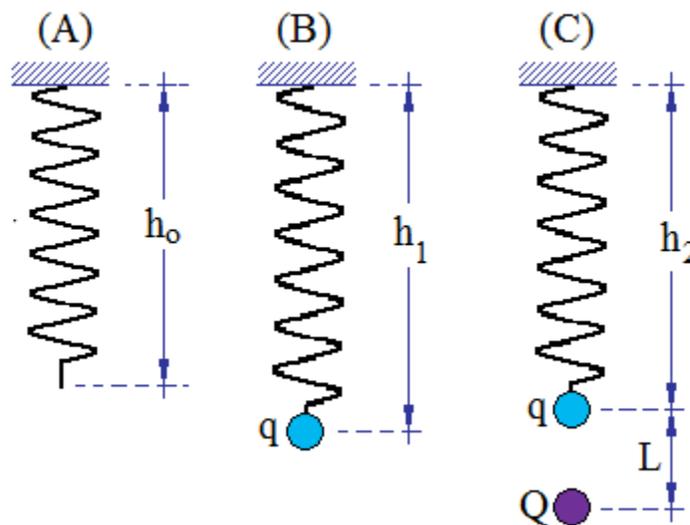
Debido a que las cargas son de distinto signo la fuerza es atractiva, es decir hacia la derecha en este caso.

c) Notamos que la carga de la esfera es equivalente a que estuviese toda ella en su centro, por lo tanto, es similar al caso anterior:

$$F = \int k \frac{Q_1}{d^2} dQ_3 = k Q_1 \frac{Q_3}{3} \int_3^6 \frac{dx}{x^2} = k \frac{Q_1 Q_3}{3 \times 6} = 9 \times 10^9 \frac{(30 \times 10^{-6})(20 \times 10^{-6})}{3 \times 6} = \mathbf{0.3 \text{ N}}$$

Problema 3.- En la figura (A) se muestra un resorte de longitud $h_0 = 0.12\text{m}$ inicialmente sin estirar. Luego se cuelga una masa $m = 0.002\text{ kg}$ con carga $q = 1\mu\text{C}$ con lo que el resorte se estira como se muestra en la figura (B) quedando en equilibrio con una longitud $h_1 = 0.14\text{m}$. Finalmente se coloca una carga Q debajo de q como se muestra en la figura (C) con lo que el resorte queda en equilibrio con una longitud $h_2 = 0.13\text{m}$ y las cargas separadas una distancia $L = 0.045\text{m}$. Calcular:

- La constante del resorte k_r
- La fuerza que la carga Q ejerce sobre q en la figura (C)
- La carga Q



Solución:

- El resorte se estira 0.02m y el peso es de 0.02N , la constante del resorte es $k_r = 1\text{N/m}$.
- La carga q está en equilibrio. Su peso es 0.02N y la fuerza del resorte es solo 0.01N , por lo que la fuerza eléctrica debe ser **0.01N hacia arriba**.
- Ya que la fuerza entre las cargas es de repulsión deben tener el mismo signo, es decir positivo. Para hallar el valor de Q usamos la ley de fuerza de Coulomb:

$$F = k \frac{Qq}{L^2}$$

$$Q = \frac{FL^2}{kq} = \frac{0.01 \times 0.045^2}{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}} = 2.25\text{nC}$$

Problema 4.- En un experimento se acerca una esfera cargada conductora a otra descargada también conductora que cuelga de un hilo. Inicialmente se observa una atracción entre ellas, pero luego de hacer contacto, estas se repelen. Explicar lo que ocurre en cada caso.

Solución: Entender por qué se repelen las esferas después del contacto es una aplicación directa del concepto de fuerza eléctrica: En el contacto la carga se reparte entre las esferas hasta que el potencial sea el mismo en ambas. Como las cargas en cada esfera tendrán el mismo signo, la fuerza electrostática será repulsiva (Ley de Coulomb).

En cambio, la razón de que se atraigan inicialmente es más sutil. Si no hay carga en la primera esfera ¿por qué se atraen? Aquí una forma de razonar este fenómeno:

La carga de la segunda esfera polariza a la esfera neutra. Los electrones se acercan a la carga positiva dejando ausencia de electrones en el lado opuesto. La carga neta sigue siendo cero, pero como la carga negativa está más cerca habrá una fuerza neta atractiva.



Hay otras formas de explicar el fenómeno, por ejemplo, con cargas imágenes en la esfera descargada, o la atracción entre un dipolo y una carga.