

Carga Eléctrica, Ley de Coulomb y Principio de Superposición

Material de Apoyo para el Curso de Física II (ICF-190)

PROBLEMA RESUELTO 1

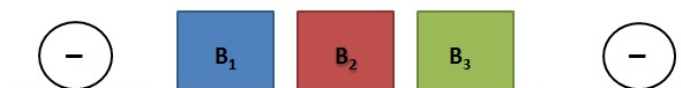
Tres bloques metálicos, neutros descansan en una superficie horizontal aislante.

a)



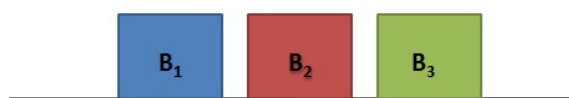
En presencia de las esferas cargadas los bloques se separan

b)



luego, se retiran las esferas

c)



- a) ¿ Cuánta es la carga neta del sistema de bloques al final del proceso?
- b) Al final del proceso, ¿cuál es la relación entre las cargas $\frac{q_1}{q_3}$ y $\frac{q_2}{q_1}$?
- c) Explique las consideraciones usadas para responder las preguntas anteriores.



Solución

a) Cuando las esferas cargadas negativas se acercan a los bloques, se produce en ellos una movilidad de carga. La carga que se mueve son electrones, quedando el bloque central cargado negativamente. Inicialmente la carga neta de los bloques es cero, una vez que se alcanza el equilibrio, la carga neta de los bloques también es cero.

b) Al separar los bloques bajo la presencia de las esferas, los bloques B_1 y B_3 quedan cargados positivamente con igual cantidad de carga: $q_1 = q_2$ y el bloque B_2 , queda cargado negativamente con una carga igual a $q_2 = -2q_1$. Por lo tanto, al final de proceso la relación entre las cargas es $\frac{q_1}{q_3} = 1$ y $\frac{q_2}{q_1} = -2$.

c) El método usado para cargar los bloques corresponde al de inducción, siendo las esferas con cargas negativas los inductores. Además, se ha usado el principio de conservación de la carga eléctrica.

PROBLEMA SEMI-RESUELTO 1

En muchas ocasiones, cuando al bajarnos abrimos la puerta de un automóvil, en el momento de tocar la carrocería recibimos una descarga eléctrica, incluso, algunas veces, vemos una chispa que salta entre la mano y el auto.

¿Cómo se explica este fenómeno?

Solución

El auto se carga eléctricamente por fricción con el aire. Como sus ruedas son de goma, el auto permanece cargado. Cuando bajamos y pisamos el suelo, tocamos la carrocería. Entonces, la carga del auto circula a tierra a través de nuestro cuerpo, produciendo un chispazo, ya que, el auto está muy cargado.

¿Cómo puede minimizarse?

PROBLEMA DESAFIO 1.1

Si una esfera de metal descargada se acerca a una carga puntual. ¿Ambos cuerpos experimentan una fuerza eléctrica? Fundamente su respuesta

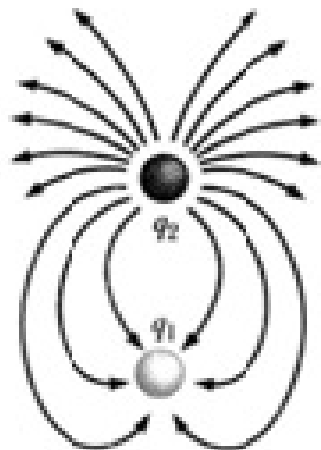
PROBLEMA DESAFIO 1.2

El artículo de un diario informa la noticia que se ha descubierto una nueva partícula elemental cuya carga es $9.00 \times 10^{-19}C$. ¿Qué opinas de esto?

PROBLEMA DESAFIO 1.3

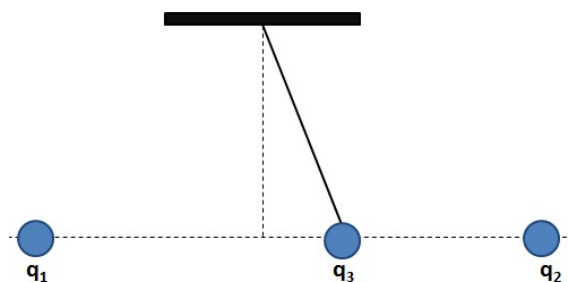
Imagina dos cargas puntuales y el mapa de líneas de fuerzas como el representado en la figura, ¿cuál de las dos cargas es mayor en magnitud? e identifica cuál es la positiva y cuál

es la negativa.



PROBLEMA RESUELTO 2

Dos esferas pequeñas conductoras con cargas q iguales, están localizadas fijas sobre el eje X en $x_1 = -10\text{cm}$ y $x_2 = 10\text{cm}$, respectivamente. Una tercera esfera de 2.0g de masa y 3.0nC de carga, cuelga de un hilo de 100cm longitud fijo en su extremo superior formando un péndulo. El péndulo se encuentra en equilibrio estático en $x = 2.0\text{cm}$



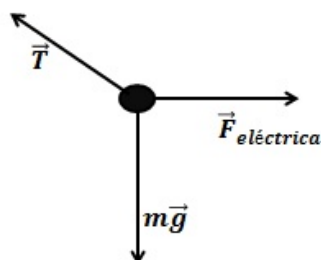
- ¿Cuántos electrones le faltan a q_3 ?
- ¿Cuál es el signo de q para que el sistema se encuentre en equilibrio estático?
- ¿Cuánto vale la fuerza eléctrica sobre q_3 ?

Solución

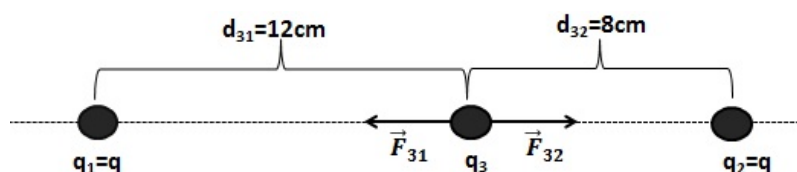
a) Como la esfera de carga q_3 es positiva, significa que tiene un déficit de electrones que se calcula usando la cuantización de la carga. Entonces, el número de electrones N será :

$$N = \frac{q_3}{|e|} = 1.875 \times 10^{10} \text{ electrones}$$

b) La condición de equilibrio estático, requiere que la fuerza eléctrica neta sobre q_3 esté dirigida hacia la derecha, ya que, debe equilibrar a la componente de la tensión dirigida hacia la izquierda. Esto es posible, solo si las cargas extremas tengan signos negativos.



c) En consecuencia, la fuerza eléctrica sobre la carga q_3 , se obtiene aplicando el principio de superposición



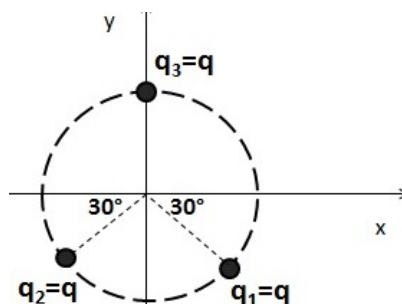
$$\vec{F}_{31} = -\frac{kq_3q_1}{d_{31}^2}\hat{i} = -1875q_1\hat{i}N$$

$$\vec{F}_{32} = \frac{kq_3q_2}{d_{32}^2}\hat{i} = 4218.75q_2\hat{i}N$$

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = 2343.75 |q| \hat{i}N$$

PROBLEMA SEMI-RESUELTO 2

Se tienen tres cargas eléctricas puntuales idénticas de carga q , localizadas en una circunferencia de radio R , en el plano XY , como se muestra en la figura: Un electrón se localiza en su





centro. Calcule la fuerza neta sobre el electrón.

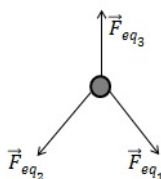
Solución

Ubicando el origen de coordenadas en el centro del círculo, se tiene que las posiciones de las cargas son:

$$\begin{aligned}\vec{r}_1 &= R \cos 30^\circ \hat{i} - R \sin 30^\circ \hat{j} \\ \vec{r}_2 &= -R \cos 30^\circ \hat{i} - R \sin 30^\circ \hat{j} \\ \vec{r}_3 &= R \hat{j}\end{aligned}$$

La fuerza neta sobre el electrón es:

$$\vec{F}_e = \vec{F}_{eq_1} + \vec{F}_{eq_2} + \vec{F}_{eq_3}$$



entonces,

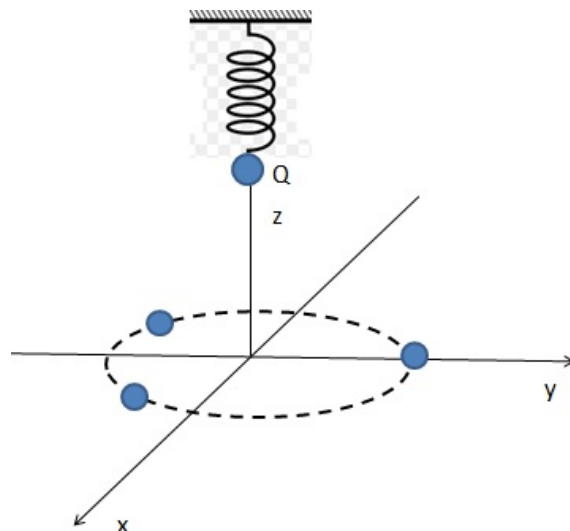
$$\vec{F}_{eq_1} = -\frac{kq|q_e|}{R^3} (-R \cos 30^\circ \hat{i} + R \sin 30^\circ \hat{j}) = \frac{kq|q_e|}{R^2} (\cos 30^\circ \hat{i} - \sin 30^\circ \hat{j})$$

$$\vec{F}_{eq_2} = -\frac{kq|q_e|}{R^3} (R \cos 30^\circ \hat{i} + R \sin 30^\circ \hat{j}) = \frac{kq|q_e|}{R^2} (-\cos 30^\circ \hat{i} - \sin 30^\circ \hat{j})$$

$$\vec{F}_{eq_3} = -\frac{kq|q_e|}{R^3} (-R \hat{j}) = \frac{kq|q_e|}{R^2} \hat{j}$$

$$\vec{F}_e = \vec{0}$$

Ahora, imagina que a una altura $3R$, se suspende una carga positiva Q , de un resorte. En estas condiciones la carga Q interactúa con la distribución de 3 cargas. El resorte se comprime una longitud R de su largo natural, quedando nuevamente en equilibrio. Obtenga la constante elástica del resorte. Desprecie el efecto gravitatorio sobre la carga Q

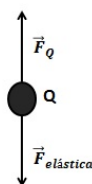


Solución

La posición de Q cuando está en equilibrio es $\vec{r}_Q = 4R\hat{j}$. La fuerza neta sobre Q , se calcula siguiendo el mismo procedimiento anterior. Muestre que dicha fuerza es:

$$\vec{F}_Q = \frac{12}{(\sqrt{17})^3} \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{k}.$$

Del análisis de las fuerzas sobre Q ,

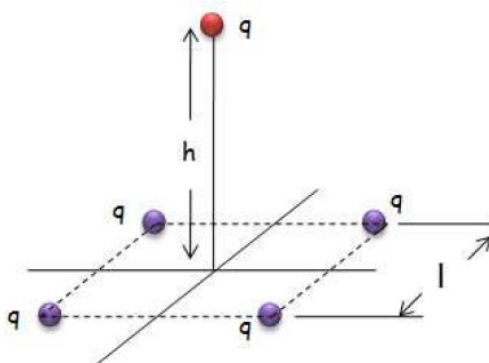


donde $\vec{F}_{elastica} = -kR\hat{k}$, obtenemos de la condición de equilibrio la constante elástica

$$k = \frac{12qQ}{4\pi\epsilon_0 (\sqrt{17})^3 R^3}$$

PROBLEMA DESAFIO 2.1

En los vértices de una pirámide, cuya base cuadrada es de lado $l = 30cm$, y altura $h = 50cm$, se colocan cinco cargas eléctricas de igual valor. Si dicha base se encuentra en el plano XY, y cada carga es de valor $q = 8.5\mu C$, ¿cuál es el valor de la fuerza que se ejerce sobre la carga del vértice superior?



PROBLEMA DESAFIO 2.2

Una partícula q , está libre de moverse en un riel circular de radio R sin fricción. En los extremos de uno de sus diámetros como indica en la figura, están fijas dos cargas Q y $2Q$. Determine el ángulo de orientación θ para la posición de equilibrio de la partícula.

