

Física II

Guía de estudio

1er. Cuatrimestre 2020

Observaciones

Esta es una guía de referencia. Recuerda complementar estos materiales con la lectura de los temas en alguno de los libros citados en la bibliografía, que te ayudaran a comprender mejor los contenidos de esta unidad.

Cuando hayas entendido los conceptos trata de resolver los ejercicios propuestos, de no poder hacerlo consulta el solucionario.

Los ejercicios marcados revisten mayor dificultad. Si no puedes resolverlos consúltalo en la plataforma virtual con algún docente.

También tienes para resolver las guías teóricas y prácticas.

Bibliografía

“Física para Universitarios”. Vol. 2. Douglas C. Giancoli. Ed. Prentice Hall. México (2002)

“Física para la ciencia y la tecnología”. Vol. 2. P.A. Tipler y G. Mosca. Ed.: Reverté, Barcelona (2005).

“Física Universitaria”. Vol. 2. F.W. Sears, M.W. Zemanski, H.D. Young, R.A. Freedman. Ed: Pearson Educación, México (2005).

“Física para Ciencias e Ingenierías”. R.A: Serway y J.W. Jewett, Jr. Ed: Cengage, México (2015).

Carga eléctrica

Un número de experimentos simples demuestra la existencia de cargas y fuerzas entre ellas.

Se ha encontrado que hay dos tipos de carga eléctrica, denominadas positiva y negativa. Identificamos a la carga negativa como la carga que poseen los electrones y positiva la carga que poseen los protones..

LA CARGA ESTÁ CUANTIZADA: La magnitud de la carga más pequeña en el universo se denota por e (llamada **cuanto de carga**), donde $e = 1.60218 \times 10^{-19}$ C. Todas las cargas libres, aquellas que se pueden aislar y medir, son múltiplos enteros de e . El electrón tiene una carga de $-e$, mientras que la del protón es $+e$. Aunque existen buenas razones para creer que los quarks portan cargas con magnitudes de $e/3$ y $2e/3$, sólo existen en sistemas ligados que tienen una carga neta igual a un múltiplo entero de e .

CONSERVACIÓN DE LA CARGA: La suma algebraica de las cargas en el universo es constante. Cuando se crea una partícula con carga e , en la vecindad inmediata se crea simultáneamente una partícula con carga e . Cuando una partícula con carga e desaparece, una partícula con carga e también desaparece en la vecindad inmediata. Por tanto, la carga neta del universo permanece constante.

ÁTOMO: En un átomo neutro hay el mismo número de electrones que de protones, así que la **carga neta** es cero.

CONCEPTO DE IÓN: Si quitamos un electrón a un átomo, éste deja de ser neutro. El átomo tiene una carga positiva de más (un protón) respecto a la carga negativa (los electrones) y decimos que está cargado positivamente.

Un átomo con carga recibe el nombre de **ión**. Un ión positivo tiene carga neta positiva, pues ha perdido uno o más electrones. Un ión negativo tiene carga neta negativa, pues ha ganado uno o más electrones adicionales

Fuerza eléctrica

En 1785, Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), físico e ingeniero francés que también enunció las leyes sobre el rozamiento, presentó en la Academia de Ciencias de París, una memoria en la que se recogían sus experimentos realizados sobre cuerpos cargados, y cuyas conclusiones se pueden resumir en los siguientes puntos:

Los cuerpos cargados sufren una *fuerza de atracción o repulsión* al aproximarse.

El valor de dicha *fuerza es proporcional al producto del valor de sus cargas*.

La fuerza es de *atracción* si las cargas son de *signo opuesto* y de *repulsión* si son del *mismo signo*.

La fuerza es *inversamente proporcional* al cuadrado de la distancia que los separa.

Estas conclusiones constituyen lo que se conoce hoy en día como la *ley de Coulomb*

Ley de Coulomb

Suponga que dos cargas puntuales, q_1 y q_2 , están separadas una distancia r en el vacío.

La fuerza que experimenta una carga debido a la otra se conoce como ***fuerza de Coulomb*** o ***eléctrica*** y está dada por la ***ley de Coulomb***.

El módulo de la fuerza eléctrica entre 2 cargas es entonces (en el vacío):

$$F_E = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Como siempre en el SI, las distancias se miden en metros y las fuerzas en *newtons*. En el SI, la unidad de carga es el *Coulomb* (C).

La constante k de la ley de Coulomb tiene el valor

$$k = 8.988 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Para el vacío, $k = 1$; para el aire, $k = 1.0006$.

La constante k de la ley de Coulomb suele aproximarse a $9.0 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

A menudo k se reemplaza por $1/4\pi\epsilon_0$

Donde ϵ_0 es se llama la **permitividad del vacío** y es igual a $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

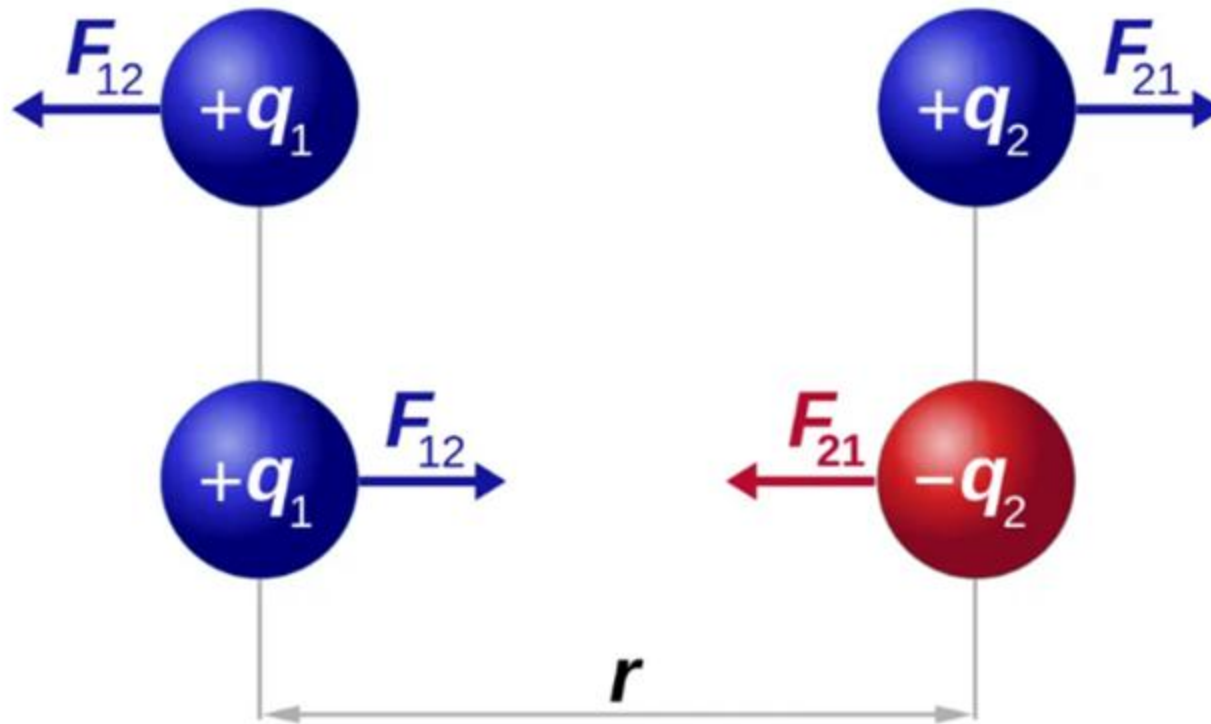
Entonces la ley de Coulomb se convierte en:

$$F_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Cuando el medio circundante no es el vacío, las fuerzas generadas por las cargas inducidas en el material reducen la fuerza entre las cargas puntuales. Si el material tiene una **constante dieléctrica κ** , la fuerza de Coulomb se convierte en (en el vacío):

$$F_E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{k}{K} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Donde $\epsilon = \kappa \epsilon_0$



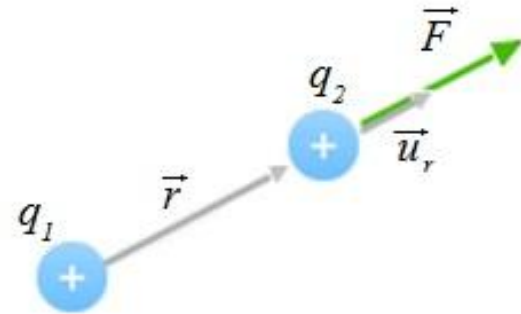
¿qué puedes observar acerca de las fuerzas F_{12} y F_{21} ?

Expresión vectorial de la Fuerza eléctrica

La fuerza eléctrica descrita en la ley de Coulomb no deja de ser una fuerza y como tal, es una **magnitud vectorial** que en el Sistema Internacional de Unidades se mide en newtons (N). La expresión en forma vectorial de la fuerza que Q ejerce sobre q es la siguiente:

$$\vec{F}_E = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_r$$

$\vec{u}_r$ es el vector unitario en dirección de q_1 a q_2



Simulación de fuerzas entre cargas.



(Hacer click en el logo)

Preguntas y problemas

P1) Carga de una moneda: Una moneda de cobre tiene una masa de 3 g. ¿Cuál es la carga total de los electrones en la moneda?

Respuesta: $-1.32 \times 10^5 \text{ C}$



Ver solución



P2) Fuerza entre dos cargas iguales: Dos esferas pequeñas tienen una separación centro a centro de 1.5 m. Tienen cargas idénticas. ¿Aproximadamente cuán grande es la carga sobre cada una si cada esfera experimenta una fuerza de 2 N?

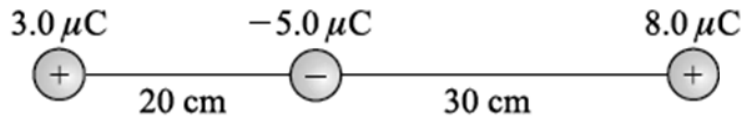
Respuesta: $2 \times 10^5 \text{ C}$

Ver solución 

P3) Si las esferas se sumergieran dentro de una gran tina de agua manteniendo la separación. ¿Cuál sería la fuerza de repulsión sobre cada esfera? La constante dieléctrica del agua es de aproximadamente 80

Respuesta: 0.025 N

P4) Fuerzas entre múltiples cargas: Tres cargas puntuales se colocan sobre el eje x como se muestra en la figura. Determine la fuerza neta sobre la carga de 5 C debida a las otras dos cargas.

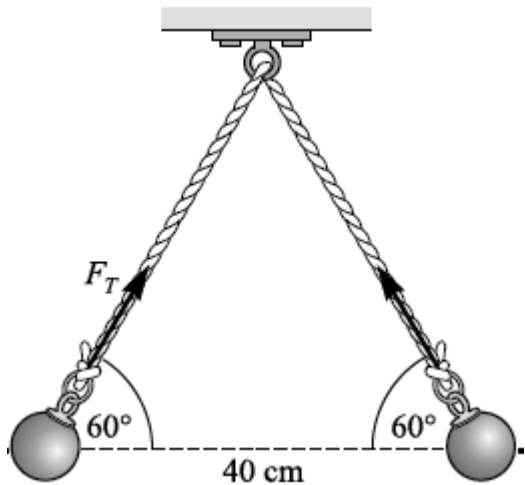


Respuesta: 0.6 N en dirección del eje x .

Ver solución



P5) Como se muestra en la figura, dos bolas idénticas, cada una de 0.10 g de masa, portan cargas idénticas y están suspendidas por dos hilos de igual longitud. En el equilibrio, se colocan ellas mismas como se muestra. Encuentre la carga sobre cada bola



Respuesta: $0.1\mu\text{C}$

Ver solución



Solución

P1)

Datos: Masa: 5 g ; número atómico del cobre $Z = 29$; masa atómica del cobre = 63.5 g/mol

Determinamos en primer lugar el número de átomos en 3 g de cobre. Como un mol de cobre contiene un número de Avogadro y su masa es de 63.5 g, el número de átomos en 3 g de cobre es:

$$N = (3\text{ g}) \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ átomos / mol}}{63.5 \text{ átomos / mol}} = 2.84 \times 10^{22} \text{ átomos}$$

Cada átomo contiene $Z = 29$ electrones y la carga de cada electrón es $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, entonces la carga total es:

$$Q = (2.84 \times 10^{22} \text{ átomos}) (29 \text{ electrones / átomos}) (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$Q = -1.32 \times 10^5 \text{ C}$$



Volver

Solución

P2)

Los diámetros de las esferas son pequeños comparados con la separación de 1.5 m. Por tanto, se puede suponer que las esferas son cargas puntuales.

La ley de Coulomb:

$$F_E = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Por lo tanto:

$$q_1 \cdot q_2 = q^2 = \frac{F_E r^2}{k} = \frac{(2 \text{ N})(1.5 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2} = 5 \times 10^{-10} \text{ C}^2$$

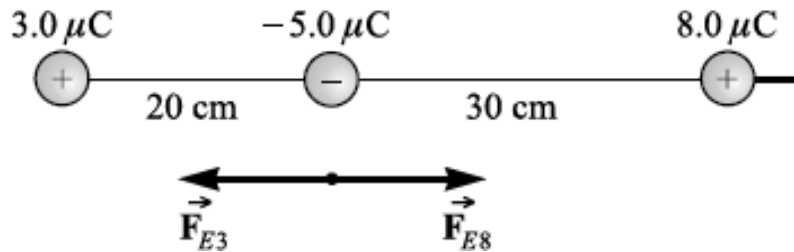


Volver

Solución

P4)

Ya que cargas diferentes se atraen, las fuerzas sobre la carga de $-5 \mu\text{C}$ son como se muestra. Las magnitudes de $\vec{F}_{E3}$ y de $\vec{F}_{E8}$ están dadas por la ley de Coulomb:

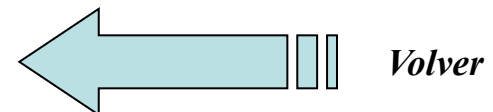


$$F_{E3} = (9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(5.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.20 \text{ m})^2} = 3.4 \text{ N}$$

$$F_{E8} = (9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(8.0 \times 10^{-6} \text{ C})(5.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.30 \text{ m})^2} = 4.0 \text{ N}$$

Del diagrama, la fuerza resultante sobre la carga del centro es $F_E = F_{E8} - F_{E3} = 4.0 \text{ N} - 3.4 \text{ N} = 0.6 \text{ N}$

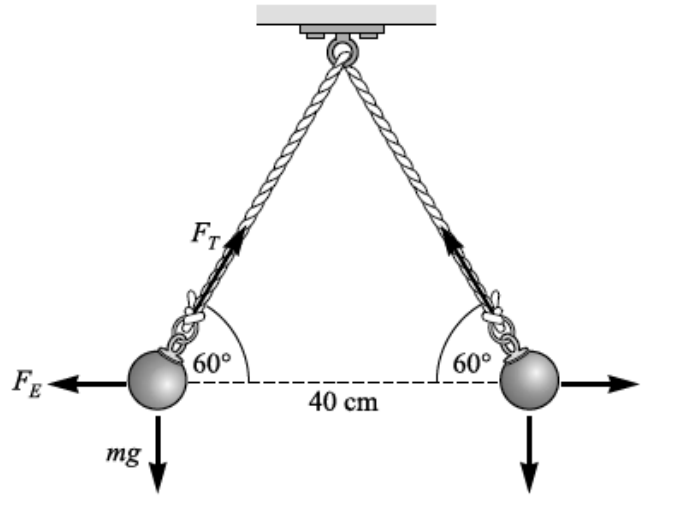
y está en la dirección x .



Solución

P5)

Considere la bola de la izquierda. Está en equilibrio bajo la acción de tres fuerzas: 1) la tensión $\vec{F}_T$ de la cuerda; 2) la fuerza de gravedad y 3) la fuerza de repulsión de Coulomb $\vec{F}_E$



$$mg = (1.0 \times 10^{-4} \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) = 9.8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

Al escribir $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$

Para la bola izquierda, se obtiene:

$$F_T \cos 60^\circ - F_E = 0 \text{ y } F_T \sin 60^\circ - mg = 0$$

De la segunda ecuación, despejamos

$$F_T = \frac{mg}{\sin 60^\circ} = \frac{9.8 \times 10^{-4} \text{ N}}{0.866} = 1.13 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Al sustituir en la primera ecuación, se obtiene: $F_E = F_T \cos 60^\circ = (1.13 \times 10^{-3} \text{ N})(0.50) = 5.7 \times 10^{-4} \text{ N}$

Pero ésta es la fuerza de Coulomb: $F_E = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$

$$\text{Por lo tanto } q_1 \cdot q_2 = q^2 = \frac{F_E r^2}{k} = \frac{(5.7 \times 10^{-4} \text{ N})(0.40 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2} = 0.1 \mu\text{C}$$



Volver