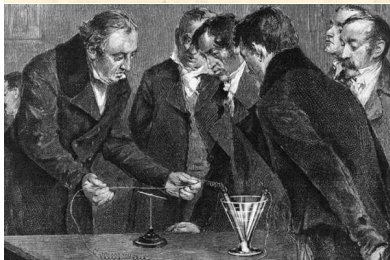


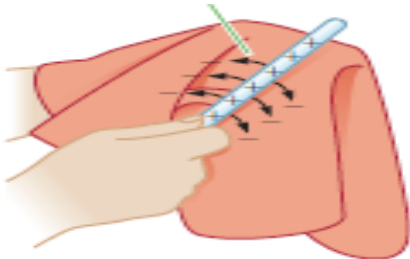
1. Fuerzas y Campos Eléctricos



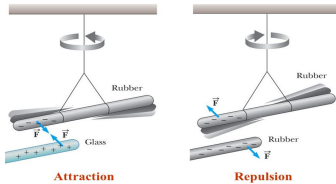
Electricidad (electrón : $\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho\upsilon\nu$)



Cargas



Properties of Electric Charges



Attraction

Repulsion

© 2014, Robert Tipler and Gene Tipler, Ltd et al.

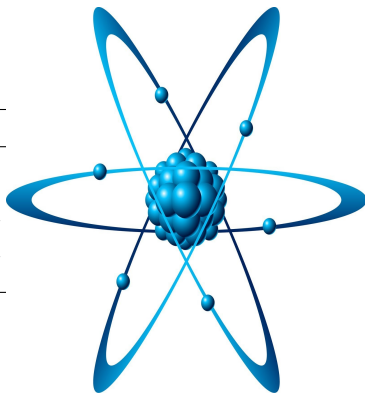


Evidencias Experimentales

- ▶ Hay dos tipos de cargas.
- ▶ Las cargas iguales **se repelen**.
- ▶ Las cargas diferentes **se atraen**.
- ▶ La materia se encuentra generalmente en estado **neutro**.
- ▶ Las cargas están **cuantizadas**.

Átomos

Partícula	Carga (C)	Masa (kg)
Electrón	-1.60×10^{-19}	9.11×10^{-31}
Protón	$+1.60 \times 10^{-19}$	1.67×10^{-27}
Neutrón	0	1.67×10^{-27}



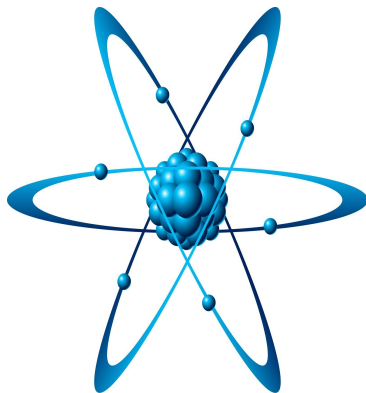
Átomos

Núcleo:

- ▶ $m_p = 1.6726219 \times 10^{-27}$ kg
- ▶ $q_p = 1.60217662 \times 10^{-19}$ C
- ▶ $m_N = 1.6749274 \times 10^{-27}$ kg
- ▶ $r_{\text{nucleo}} = 10^{-15}$ m = 1 fm

Electrones:

- ▶ $m_e = 9.10938291 \times 10^{-31}$ kg
- ▶ $q = -1.60217662 \times 10^{-19}$ C
- ▶ $r_{\text{atomo}} = 10^{-10}$ m = 1 Å



2. Conductores y Aisladores

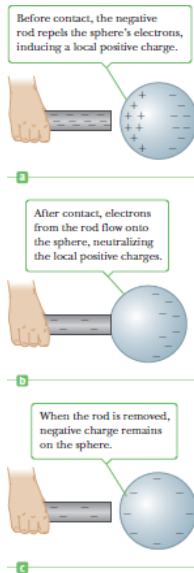


Conductores y Aisladores

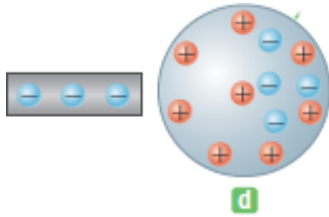
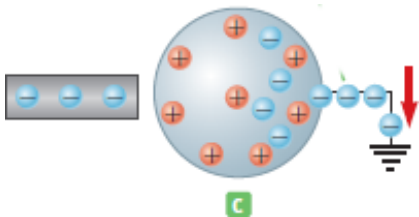
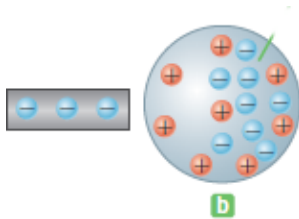
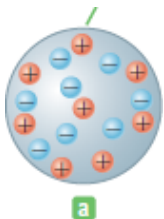
- ▶ El vidrio y la goma son aislantes. Sólo la región frotada permanece cargada.
- ▶ Los metales son conductores. Las cargas se distribuyen rápidamente sobre la superficie del material.

Carga por Conducción

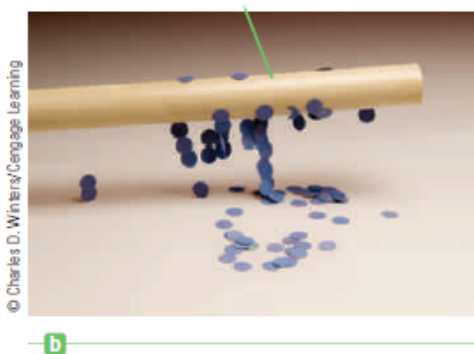
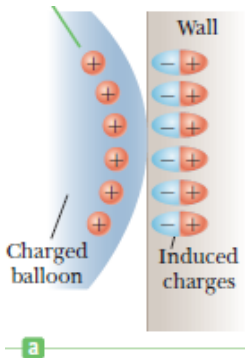
- ▶ Antes del contacto, la vara negativa repele a los electrones de la esfera. Induce una carga positiva en ella.
- ▶ Durante el contacto, los electrones de la vara fluyen sobre la esfera, neutralizando la carga positiva local.
- ▶ Cuando se remueve la vara, las cargas negativas quedan en la esfera.



Carga por Inducción



Polarización



Conductores y Aisladores

Pregunta 2.1

1. Cortamos ciertos papeles en pedazos muy chicos. Sostenemos una vara de cobre con la mano, y la frotamos. ¿Atraerá a los papeles?
2. ¿Y si sostenemos la vara con un aislante?

Conductores y Aisladores

Pregunta 2.2

Un objeto A (suspendido) se atrae a una pared neutral. También se atrae a un objeto B , de carga positiva. Señalar la respuesta correcta, respecto a A :

1. No tiene carga (es neutral).
2. Está cargado con carga negativa.
3. Tiene carga positiva.
4. Puede estar cargado y también puede ser neutral.

Conductores y Aisladores

Pregunta 2.3

(<https://goo.gl/bnm1Nw>)

Se colocan tres objetos, muy cerca uno del otro, dos al mismo tiempo. Cuando se juntan los objetos A y B , se repelen. Cuando se acercan los objetos B y C , se repelen. De los siguientes enunciados, ¿Cuáles son verdaderos?

1. Los objetos A y C tienen cargas del mismo signo.
2. Los objetos A y C tienen cargas de signos opuestos.
3. Los tres objetos tienen cargas del mismo signo.
4. Uno de los objetos es neutro.
5. Es necesario llevar a cabo experimentos adicionales para determinar los signos de las cargas.
6. Ninguna de las anteriores.

3. Ley de Coulomb

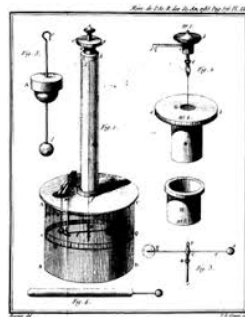
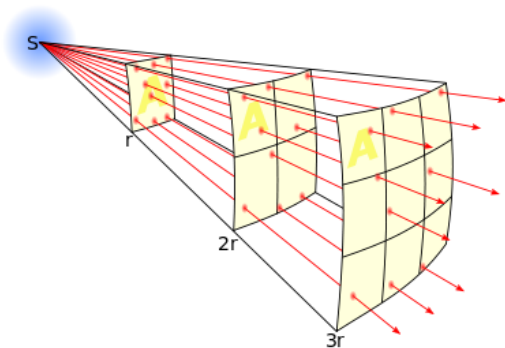
La Fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas:

1. Se direcciona a lo largo de la línea que une a ambas partículas.
2. Es inversamente proporcional al **cuadrado** de las distancias.
3. Es proporcional al producto de las magnitudes de ambas cargas.
4. Si las cargas son de signo contrario es **atractiva**.
5. Si las cargas son del mismo signo es **repulsiva**.



Charles Coulomb
(1736–1806)

Ley de la inversa del cuadrado



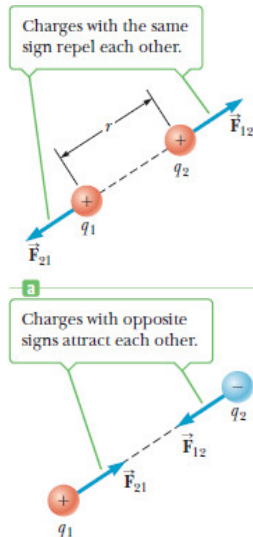
Ley de Coulomb

La Fuerza entre dos cargas es:

$$\vec{F} = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

La constante Coulombiana k_e es:

$$k_e = 8.9875 \times 10^9 \left[\frac{N m^2}{C^2} \right]$$



El Coulomb

Problema 2.1

Si nos paramos arriba de un objeto cargado con una carga de $+1$ C, y en la cabeza nos colocamos una carga de -1 C, ¿Cuánto vale la fuerza que estas cargas ejercen sobre nuestro cuerpo?

Contraste con gravitación

Pregunta 2.4

(<https://goo.gl/bnm1Nw>)

El electrón y el protón de un átomo de hidrógeno están separados (en promedio) por una distancia de 5×10^{-11} m. Llamamos \vec{F}_e a la fuerza eléctrica entre ambas partículas, y \vec{F}_g a la gravitacional. Calcular:

1. Las magnitudes de ambas fuerzas.
2. La aceleración del electrón debido a \vec{F}_e .
3. La aceleración del electrón debido a \vec{F}_g .

Ayuda: $G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N m^2}{kg^2}$

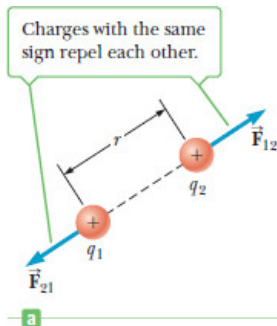
Ley de Coulomb

Pregunta 2.5

(<https://goo.gl/bnm1Nw>)

El Objeto A tiene una carga de $+2\mu C$, y el objeto B tiene una carga de $+6\mu C$. Señalar la respuesta correcta:

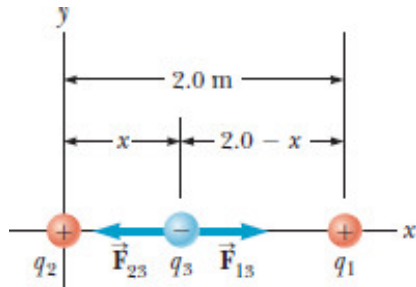
1. $\vec{F}_{AB} = -3\vec{F}_{BA}$
2. $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$
3. $3\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$
4. $\vec{F}_{AB} = 3\vec{F}_{BA}$
5. $\vec{F}_{AB} = \vec{F}_{BA}$
6. $3\vec{F}_{AB} = \vec{F}_{BA}$
7. Ninguna de las anteriores



Superposición

Problema 2.2

Tres cargas se encuentran alineadas sobre el eje x . La carga $q_1 = +15 \mu\text{C}$ está a 2.0 m del origen, mientras que la carga $q_2 = 6.0 \mu\text{C}$ se encuentra en el origen. ¿Dónde debe ubicarse la carga q_3 para que se obtenga equilibrio electrostático?



Superposición

Problema 2.3

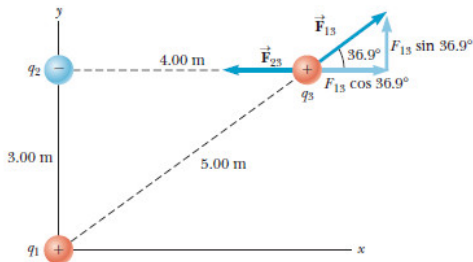
Tres cargas se encuentran en las esquinas de un triángulo rectángulo.

$$q_1 = 6.00 \times 10^{-9} \text{ C},$$

$$q_2 = -2.00 \times 10^{-9} \text{ C}, \text{ y}$$

$$q_3 = 5.99 \times 10^{-9} \text{ C}.$$

1. Calcular \vec{F}_{23} (la fuerza que ejerce 2 sobre 3).
2. Calcular \vec{F}_{13} .
3. Calcular la fuerza resultante en q_3 .



Ley de Coulomb

Pregunta 2.6

(<https://goo.gl/bnm1Nw>)

Considerar el problema de las tres cargas ubicadas en las esquinas de un triángulo rectángulo. ¿Qué pasaría si los signos de las tres cargas cambiaran a los signos opuestos?

1. Cambia el sentido de la fuerza, pero no su magnitud.
2. La fuerza resultante no cambia.
3. Cambia tanto el sentido de la fuerza como su magnitud.
4. Cambia la magnitud de la fuerza, pero el sentido es el mismo.
5. Ninguna de las anteriores

Ley de Coulomb

Pregunta 2.7

(Conceptuales)

1. Un objeto de vidrio recibe carga positiva al ser frotado con un paño de seda. En este proceso, ¿Se adhieren protones al objeto, o se liberan electrones del mismo?
2. ¿Qué cambio importante notarías en el universo, si los electrones fueran positivos y los protones negativos?

Ley de Coulomb

Pregunta 2.8

(Conceptual, para responder la próxima clase)

¿Qué ocurre cuando un objeto aislador cargado se coloca cerca de un objeto metálico neutro?

1. Ambos objetos se repelen.
2. Ambos objetos se atraen.
3. Se pueden atraer o repeler, depende del tipo de carga en el aislante.
4. Los objetos no ejercen fuerza electrostática entre ellos.
5. El objeto aislador siempre se descarga espontáneamente.

Ley de Coulomb

Problema 2.4

(<https://goo.gl/bnm1Nw>)

Dos cargas puntuales se atraen entre sí por una fuerza eléctrica de módulo F . Si una carga se reduce a un tercio de su valor original, y la distancia entre ellas se duplica, la magnitud de la fuerza resultante es:

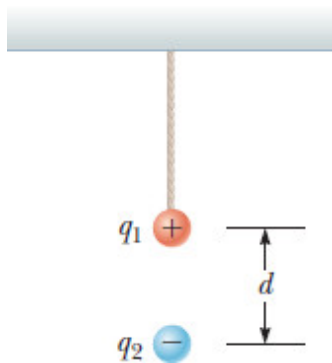
1. $F \frac{1}{12}$.
2. $F \frac{1}{3}$.
3. $F \frac{1}{6}$.
4. $F \frac{3}{4}$.
5. $F \frac{4}{3}$.
6. Ninguna de las anteriores.

Ley de Coulomb

Problema 2.5

Una esfera de masa $m = 7.50$ g y carga $q_1 = 32.0$ nC, está unida al borde de un resorte que cuelga verticalmente. Se coloca una segunda carga $q_2 = -58.0$ nC, debajo de la primer carga, a una distancia $d = 2.00$ cm.

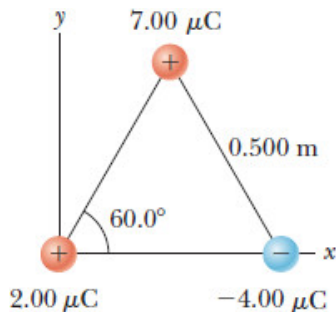
1. Encontrar la tensión en el resorte.
2. Si el resorte puede soportar un máximo de tensión de 0.180 N, ¿Cuál es el mínimo valor que puede tener d , antes de que el resorte se rompa?



Ley de Coulomb

Problema 2.6

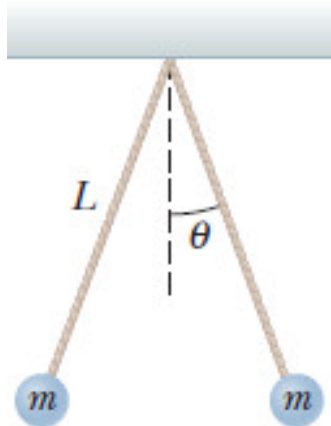
Se colocan tres cargas puntuales en las esquinas de un triángulo equilátero. Encontrar la fuerza que se ejerce sobre la carga de $q = 2.00 \mu\text{C}$.



Ley de Coulomb

Problema 2.7

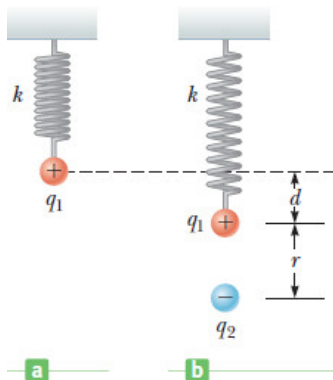
Dos esferas metálicas, ambas de masa $m = 0.20$ g, están suspendidas de dos péndulos iguales, de largo $L = 30.0$ cm. Se cargan ambas esferas, y se encuentra el equilibrio a un ángulo $\theta = 5.0^\circ$ de la vertical. Calcular la carga de cada esfera.



Ley de Coulomb

Problema 2.8

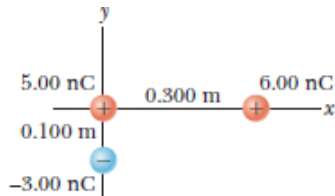
Una esfera de carga $q_1 = 0.800 \mu\text{C}$, cuelga del borde de un resorte. Cuando se le acerca otra esfera con carga $q_2 = -0.600 \mu\text{C}$ por debajo, se adquiere el equilibrio cuando la separación entre ellas es $r = 5.00 \text{ cm}$. En este caso, el resorte tiene un estiramiento $d = 3.50 \text{ cm}$. Calcular la constante elástica del resorte.



Ley de Coulomb

Problema 2.9

Encontrar la magnitud y dirección de la fuerza electrostática en la carga ubicada en el origen.



Ley de Coulomb

Problema 2.10

Una carga $q_1 = 2.70 \mu\text{C}$ está ligada a un resorte, y todo el sistema está montado sobre una superficie sin rozamiento.

Cuando se acerca otra carga $q_2 = -8.60 \mu\text{C}$, a una distancia $d = 9.50 \text{ cm}$ de esta, el resorte se estira una distancia $x = 5.00 \text{ mm}$ (o sea, la distancia entre ambas cargas ahora es 9.00 cm). Calcular la constante elástica del resorte.

