

Carga eléctrica Un atributo tan fundamental como la masa

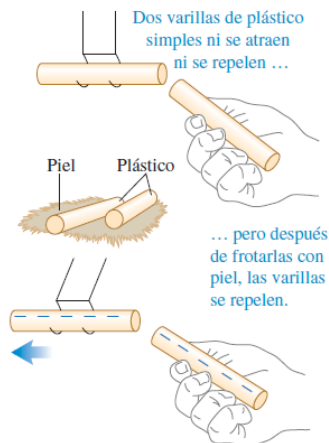
En el 600 A.C. los griegos descubrieron que al frotar ámbar con lana, el ámbar atraía a otros objetos. Hoy sabemos que adquiere carga eléctrica neta.

Hay dos tipos de carga eléctrica: *positiva* y *negativa*.

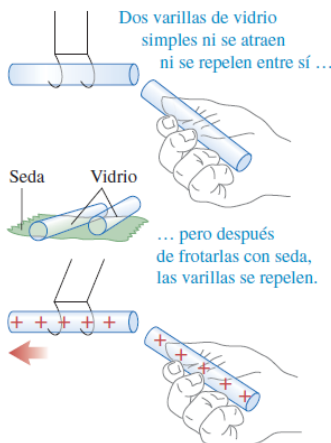
Cargas del mismo signo se repelen.

Cargas de signo contrario se atraen.

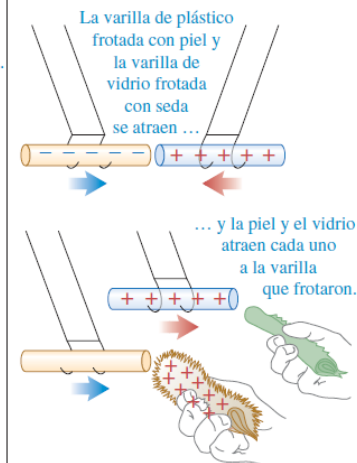
a) Interacción entre varillas de plástico cuando se frotan con piel



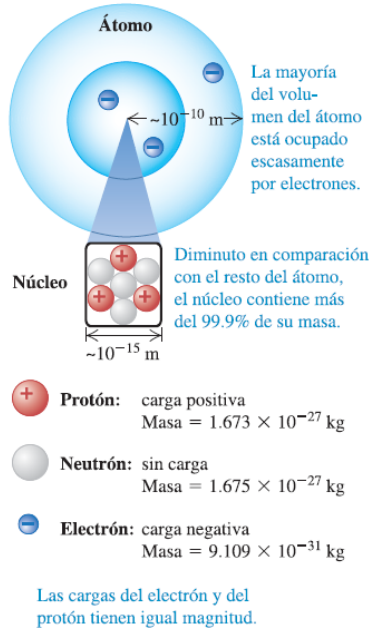
b) Interacción entre varillas de vidrio cuando se frotan con seda



c) Interacción entre objetos con cargas opuestas



La estructura de la materia



La carga detectable está cuantizada en múltiplos enteros de la carga del electrón, e^- , o del protón, e^+ , ambas de la misma magnitud pero de signo contrario, $\pm 1,602E^{-19}$ Coulombs. El neutrón no tiene carga. Las masas del protón y el neutrón son casi iguales y 2000 veces mayor a la del electrón.

Un átomo neutro tiene tantos electrones como protones en el núcleo. Esa cantidad se llama **Número atómico** y define al elemento.

Si un átomo pierde electrones, queda un ion positivo. Mientras que si gana electrones le llamamos ion negativo.

Principio de conservación de la carga:

La suma algebraica de todas las cargas eléctricas de un sistema cerrado es constante

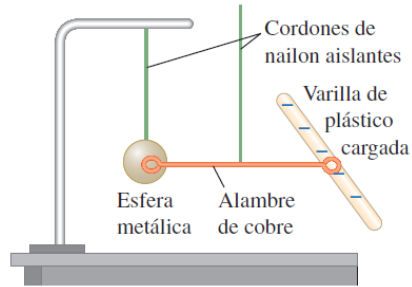
Conductores y aislantes

Un conductor permite la movilidad de las cargas eléctricas de una región a otra con facilidad, mientras que un aislante NO.

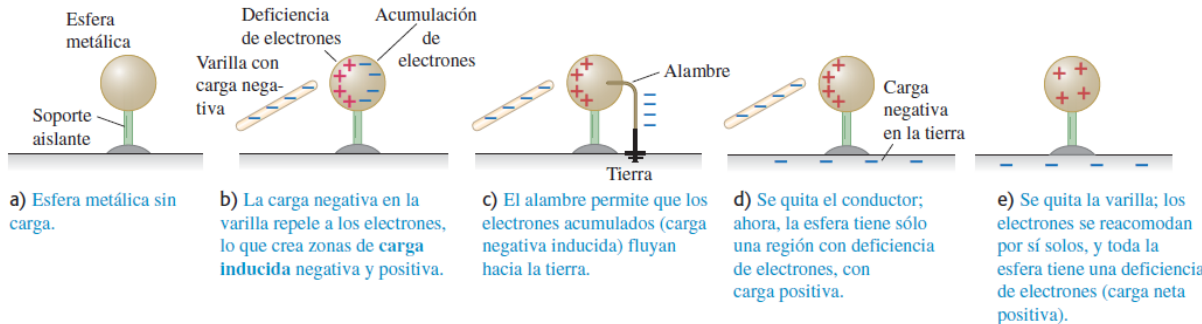
Los metales son buenos conductores. El nailon es ejemplo de buen aislante.

Los semiconductores presentan propiedades intermedias entre los buenos conductores y los buenos aislantes.

Carga por inducción

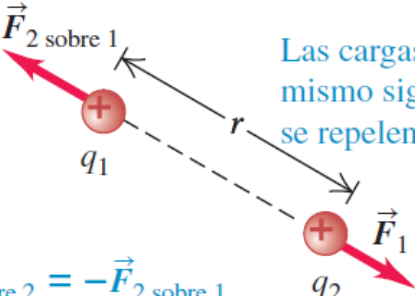


El alambre conduce carga de la varilla de plástico cargada negativamente a la esfera de metal.



Ley de Coulomb

La magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

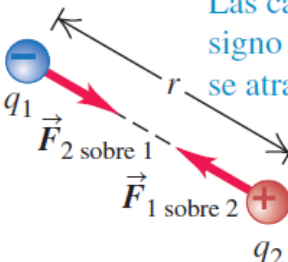


Las cargas del mismo signo se repelen.

$\vec{F}_1 \text{ sobre } 2 = -\vec{F}_2 \text{ sobre } 1$

$$F_1 \text{ sobre } 2 = F_2 \text{ sobre } 1 = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

The diagram shows two red spheres representing positive charges, labeled q_1 and q_2 . A dashed line connects them, with a double-headed arrow labeled r indicating the distance. A red arrow labeled $\vec{F}_2 \text{ sobre } 1$ points away from q_2 towards q_1 . Another red arrow labeled $\vec{F}_1 \text{ sobre } 2$ points away from q_1 towards q_2 .



Las cargas de signo contrario se atraen.

$\vec{F}_1 \text{ sobre } 2 = -\vec{F}_2 \text{ sobre } 1$

The diagram shows a blue sphere representing a negative charge labeled q_1 and a red sphere representing a positive charge labeled q_2 . A dashed line connects them, with a double-headed arrow labeled r indicating the distance. A red arrow labeled $\vec{F}_2 \text{ sobre } 1$ points from q_1 towards q_2 . Another red arrow labeled $\vec{F}_1 \text{ sobre } 2$ points from q_2 towards q_1 .

Ley de Coulomb

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

donde k , es una constante de proporcionalidad que depende del sistema de unidades que se emplee. En SI: $k = 8,988 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 = (10^{-7} \text{ N.s}^2/\text{C}^2)c^2$ donde c es la velocidad de la luz en el vacío.

Usualmente expresaremos este valor de k como:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

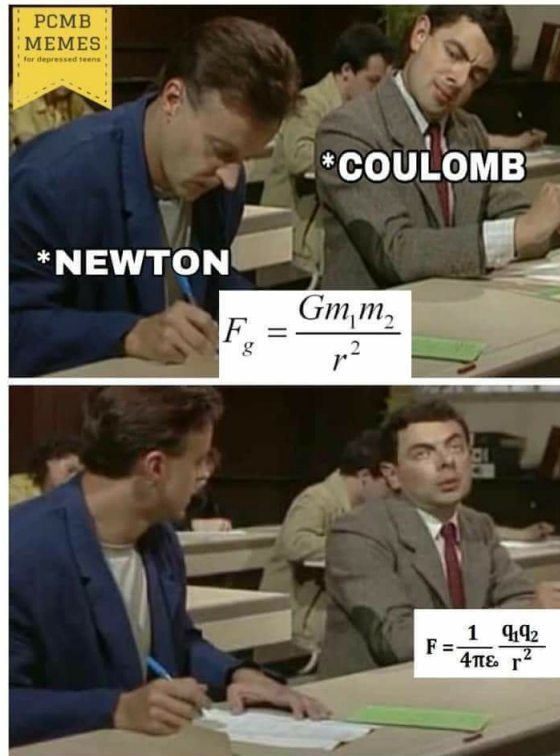
ϵ_0 es otra constante de valor $8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ Encontraremos entonces en adelante:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

La unidad fundamental de carga es la del electrón (negativa) o del protón (positiva) y vale:

$$e = 1,602217653 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Ley de Coulomb

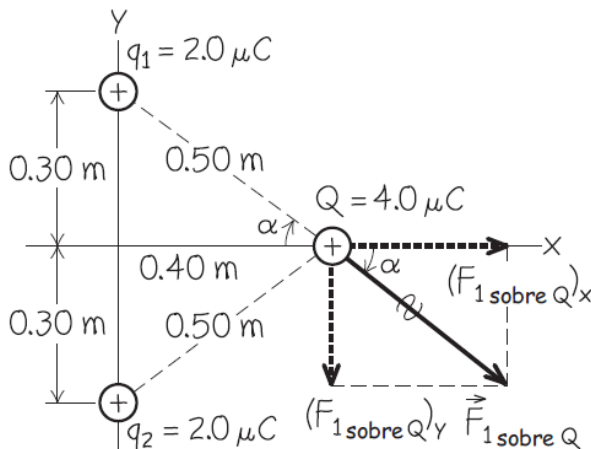


Principio de Superposición de Fuerzas

Cuando dos o más cargas ejercen fuerzas simultaneas sobre una tercera carga, la fuerza total es la suma **vectorial** de las fuerzas individuales.

Suma vectorial en un plano

Dos cargas puntuales iguales y positivas, $q_1 = q_2 = 2,0 \mu\text{C}$ se localizan en los puntos $(0; 0,3)$ m y $(0; -0,3)$ m, respectivamente. ¿Cuál es la fuerza neta sobre una tercera carga puntual $Q = 4 \mu\text{C}$ en $(0,4; 0)$?



Principio de Superposición de Fuerzas

La magnitud de la fuerza de q_1 sobre Q es: $F_{1 \text{ sobre } Q} = 0,29\text{N}$. El ángulo α sale de las ubicaciones de las cargas.

Las componentes en x e y son:

$$(F_{1 \text{ sobre } Q})_x = F_{1 \text{ sobre } Q} \cos \alpha = 0,23\text{N} \quad (1)$$

$$(F_{1 \text{ sobre } Q})_y = F_{1 \text{ sobre } Q} \sin \alpha = -0,17\text{N} \quad (2)$$

La carga inferior q_2 ejerce la misma intensidad de fuerza, la misma componente x pero componente y cambiada de signo. Resulta la suma vectorial entonces:

$$F_x = 2 \times 0,23\text{N} = 0,46\text{N} \quad (3)$$

$$F_y = -0,17\text{N} + 0,17\text{N} = 0 \quad (4)$$

Por lo tanto la Fuerza neta que se ejerce sobre Q es: $\vec{F} = 0,46\hat{i}\text{N}$

Campo Eléctrico

Se define al campo eléctrico \vec{E} en un punto, como la fuerza eléctrica \vec{F}_0 que experimenta una carga de prueba puntual q_0 en dicho punto, dividida por la carga q_0 . Es decir, el campo eléctrico en un punto es la *fuerza por unidad de carga* que se experimenta en ese punto:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad \text{unidades}[E] = \frac{N}{C}$$

Si se conoce el campo eléctrico en un punto, podemos calcular la fuerza que experimentará una carga eléctrica puntual q en ese punto como $\vec{F} = q\vec{E}$. Como la carga q puede ser positiva o negativa, la fuerza experimentada tendrá la misma dirección del campo y el mismo sentido o sentido contrario.

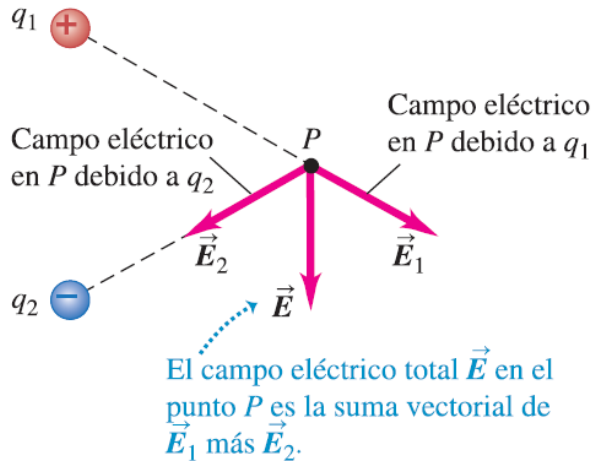
El campo \vec{E} de una carga puntual [simulador para mostrar líneas de campo](#)

El campo eléctrico de una carga puntual siempre tiene dirección que se aleja de la carga que lo genera si es positiva o se acerca hacia ella si es negativa. Simetría esférica.

$$F_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|qq_0|}{r^2} \Rightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}$$

Principio de superposición

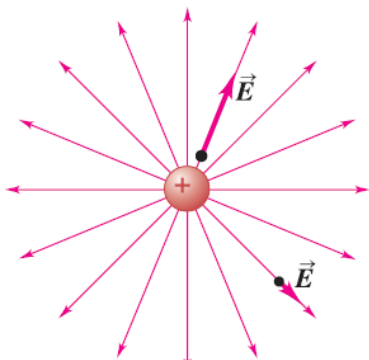
El campo eléctrico total en un punto P debido a una distribución de cargas, es igual a la suma vectorial de los campos en P debidos a cada carga puntual de la distribución.



Líneas de campo

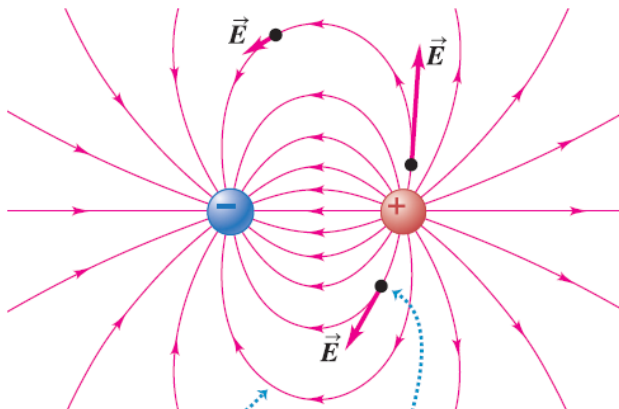
Visualizamos un campo eléctrico representando líneas trazadas en una región del espacio de modo que en cada punto la línea es tangente a la dirección del campo. Muestran la dirección del campo y su espaciamiento da una idea general de la magnitud de \vec{E} en cada punto.

a) Una sola carga positiva



Las líneas de campo siempre apuntan *alejándose* de las cargas (+) y *hacia* las cargas (-).

b) Dos cargas iguales y opuestas (un dipolo)



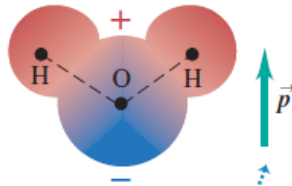
En cada punto en el espacio, el vector de campo eléctrico es *tangente* a la línea de campo que pasa a través de ese punto.

Las líneas de campo no se cruzan. La magnitud del campo en general, es diferente a lo largo de una misma línea de campo. Intensidad campo grande se representa con mayor densidad de líneas. Las flechas se alejan de las cargas positivas y van hacia las cargas negativas.

Dipolos Eléctricos

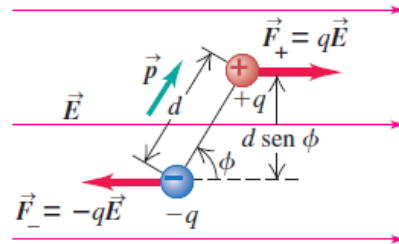
Un dipolo eléctrico es un par de cargas puntuales de igual magnitud y signos opuestos, $\pm q$, separadas por una distancia d . Llamamos momento dipolar eléctrico al producto, $p = qd$. La molécula de agua es neutra. Los enlaces químicos dentro de la molécula ocasionan un desplazamiento de la carga.

a) Una molécula de agua, con la carga positiva en color rojo, y la carga negativa en azul



El momento dipolar eléctrico \vec{p} está dirigido del extremo negativo al extremo positivo de la molécula.

21.32 La fuerza neta sobre este dipolo eléctrico es cero, pero hay un par de torsión dirigido hacia la parte interna de la página, que tiende a hacer girar el dipolo en el sentido horario.



Si colocamos un dipolo en un campo externo uniforme \vec{E} , la fuerza neta sobre el dipolo es cero, sin embargo el momento de fuerzas calculado desde el centro del dipolo es $\tau = 2(qE)\frac{d \sin(\phi)}{2}$ tiende a hacer girar al dipolo y orientarse con el campo. $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$