

Fuerza Eléctrica y Ley de Coulomb

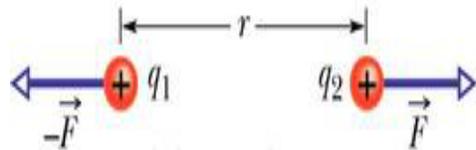
- Junto con fuerza magnética (a la cuál está íntimamente relacionada) es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza y la única que actúa en nuestra vida diaria aparte del rol conocido de la gravedad.
Todos los procesos en nuestras vidas son electromagnéticos.

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

- Notar semejanzas con la ley de gravedad universal especialmente que disminuye con el cuadrado de la distancia y que es proporcional a una propiedad de cada uno de los objetos (en este caso la propiedad que llamamos carga eléctrica). Depende de las cargas de ambos objetos, o sea, es una **interacción** entre ellos.
- Esta fórmula nos da la **magnitud** de la fuerza (cantidad positiva). Fíjese que se usa **el valor absoluto** de las cargas (sin signo).
- Para saber la **dirección** de la fuerza, se mira a ver si las cargas tienen signos iguales (repulsión) o diferentes (atracción).
- Para no confundirse, los cálculos de la magnitud y la dirección se deben hacer por separado. Para la dirección se usan los signos de las cargas. Para la magnitud, **no** se usan los signos.
- Préstele especial atención a tener claro cuál es la carga que está **sintiendo** la fuerza que Usted quiere calcular. No se confunda con la fuerza que está sintiendo la otra carga que es de igual magnitud pero de dirección opuesta (tercera ley de Newton).

Características de la Carga

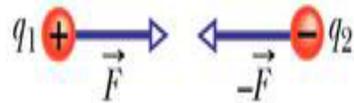
- El hecho de que la fuerza eléctrica puede ser de atracción o repulsión se trabaja poniéndole signos a las cargas.
- La carga se conserva.
- Hay un montón de carga por todas partes.
 - Debido a esto, pueden inducirse excesos de carga locales en un material neutral.
 - La carga de un objeto es típicamente la carga neta, o sea, el exceso de carga positiva sobre la negativa o viceversa. Este exceso es mucho menor a la totalidad de carga en el material pero es suficiente para causar fuerzas apreciables.



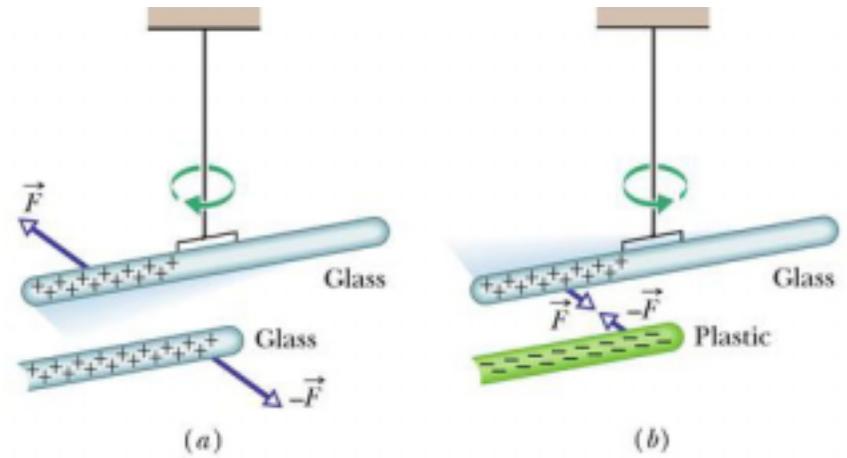
(a) Repulsion



(b) Repulsion



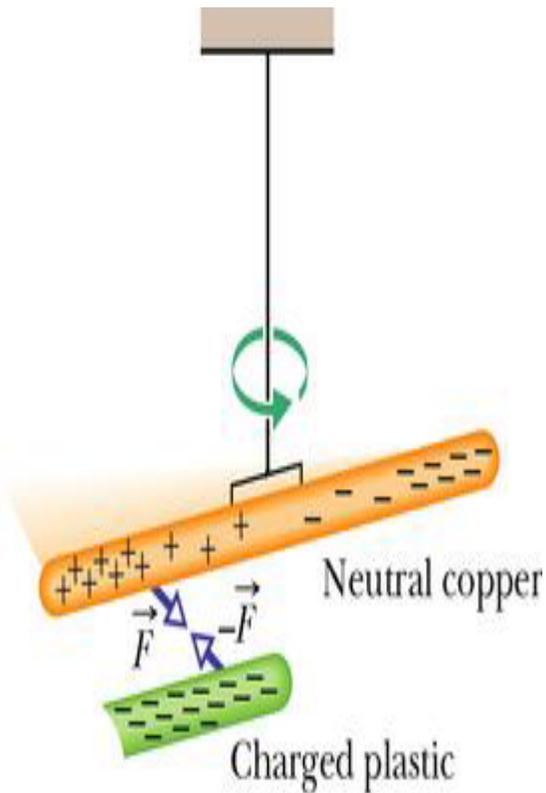
(c) Attraction



Atracción y repulsión entre objetos de tamaño.

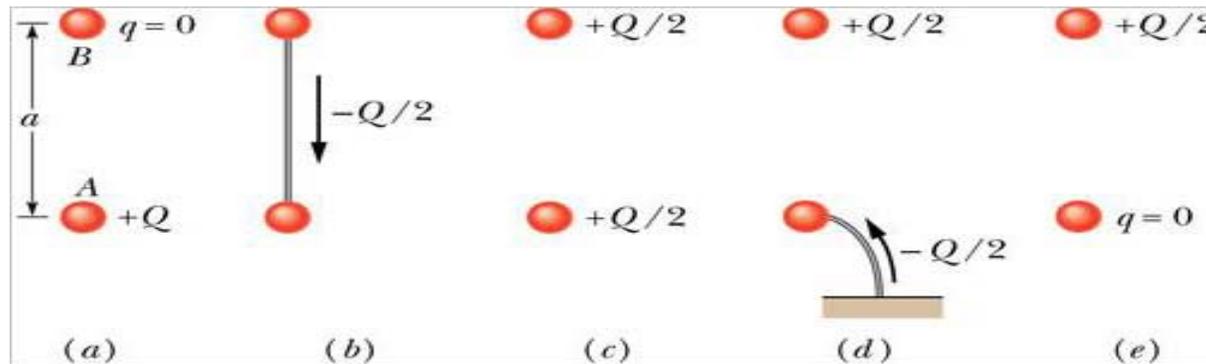
Atracción y repulsión entre cargas puntiformes.

Inducción de Carga



Un objeto **con** carga puede atraer a un objeto metálico **sin** carga (carga neta = cero). **No** es que el objeto metálico **no** tenga carga. Tiene **mucho** carga. Lo que pasa es que tiene igual cantidad de carga negativa que positiva. En un conductor la carga negativa se puede mover fácilmente alejándose de la carga negativa del otro objeto. Eso deja un exceso de carga positiva en el extremo cercano al otro objeto. A este efecto se le llama “inducción de carga”. (Se indujo carga donde “no había”.) Como la distancia entre las cargas positivas del cobre y negativa del plástico es menor que entre las cargas negativas, la fuerza de atracción es mayor que la fuerza de repulsión y el efecto neto es atracción. Si el plástico estuviese cargado positivamente, el extremo cercano se cargaría negativamente pero todavía habría atracción entre este extremo y el plástico y el efecto neto todavía sería atracción. Este fenómeno también ocurre con materiales que no son metálicos pero que tienen alguna conductividad como, por ejemplo, pedacitos de papel neutrales que son atraídos por una peinilla cargada.

Movimiento de Carga (Qué es tierra?)



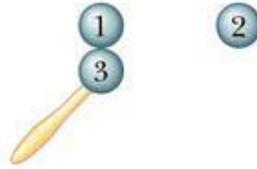
- Como las cargas de signos iguales se repelen, la carga en un material (que en realidad está en las partículas del material) se distribuye uniformemente en el volumen maximizando así la distancia entre las cargas que la constituyen. Podemos usar este principio y el principio de la conservación de la carga para entender el siguiente proceso.
- Al conectar una esfera cargada a una sin carga usando un alambre conductor, le proveemos una vía de conducción a la carga y ésta se distribuye uniformemente terminando con la mitad en cada esfera. En realidad son los electrones negativos los que se mueven como se indica en la figura. La esfera sin carga pierde carga negativa y la esfera positiva gana carga negativa. Fíjate que $0 - (-Q/2) = +Q/2$ mientras que $Q + (-Q/2) = +Q/2$ también.
- En el proceso (d) una de las esferas es conectada a “tierra”. “Tierra” es el término que se usa para una fuente infinita de carga. Esa esfera recibirá suficiente carga como para neutralizarla completamente de tal manera que ya no ejerza fuerza sobre la carga en la “tierra”.

Cómo se distribuye la carga?

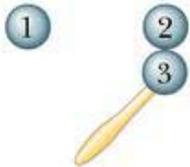
Como las cargas de signos iguales se repelen, la carga en un material (que en realidad está en las partículas del material) se distribuye uniformemente en el volumen maximizando así la distancia entre las cargas que la constituyen. Podemos usar este principio y el principio de la conservación de la carga para resolver el siguiente problema. Dado cargas iguales 1 y 2, cómo compara la fuerza entre ellas (F') al final del proceso indicado aquí versus la fuerza inicial (F)?



(a)



(b)



(c)



(d)

Solución: Al tocar 1 con un objeto neutral 3, la carga de 1 se distribuirá uniformemente entre 1 y 3. Después de (b), 1 quedará con la mitad de su carga original y 3 tendrá la otra mitad. En el proceso (c) la carga total de 2 y 3 es 1.5 (la original de 2 mas la mitad de 1). Esta se distribuye con 0.75 para cada uno. En la posición (d), el producto de las cargas es $0.5 \times 0.75 = 0.375$ de tal manera que

$$F' = 0.375 F.$$

Fuerza Eléctrica

- La ley fundamental (ley de Coulomb) es como la ley de gravedad (el inverso de la distancia al cuadrado) pero puede haber repulsión además de atracción.
- Un cascarón esférico de carga se comporta de una manera muy especial.
 - Para cargas que están fuera del cascarón, el cascarón se comporta como si fuera una carga puntiforme localizada en el centro de la esfera.
 - Para cargas que están dentro del cascarón, la fuerza que hace el cascarón es nula.
- Sumar fuerzas vectorialmente.