

Electricidad y Magnetismo

Sesión 1

1.1 Carga eléctrica

1.2 Ley de Coulomb

1.2.1 Ley de Coulomb para cargas continuas

1.3 Campo Eléctrico

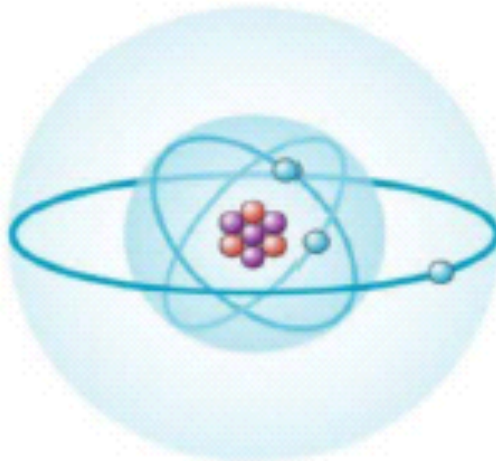
1.4 Campo Electromagnético

Objetivo: Comprender los conceptos de carga y campo. Introducir al estudiante en la relación existente entre electricidad y magnetismo

Existen 4 fuerzas en el Universo que se constituyen como pilares de todas las demás y sustentan la mayoría de las teorías. Aún se busca la fuerza que sea capaz de unificarlas a todas

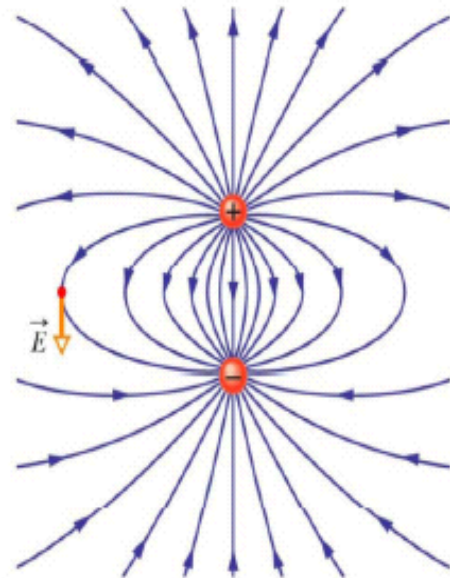


La fuerza nuclear. La más fuerte. Limitada al núcleo de los átomos.



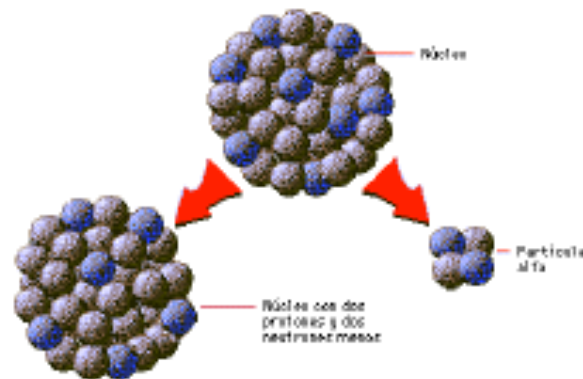
2

La **fuerza electromagnética** (eléctrica + magnética). 100 veces más débil que la nuclear. Dominante en sistemas microscópicos como **átomos** y **moléculas**.



3

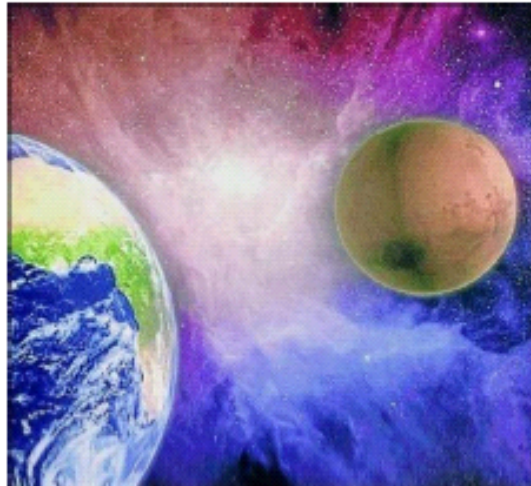
La **fuerza de interacción débil**. Millones de veces más débil que la nuclear. Es la interacción responsable de la desintegración de **partículas radiactivas**.



© 2008 Pearson Education, Inc. Todos los derechos reservados.

4

La **fuerza gravitacional**. Es la más débil de todas. Es la dominante en sistemas macroscópicos como el **sistema solar**.



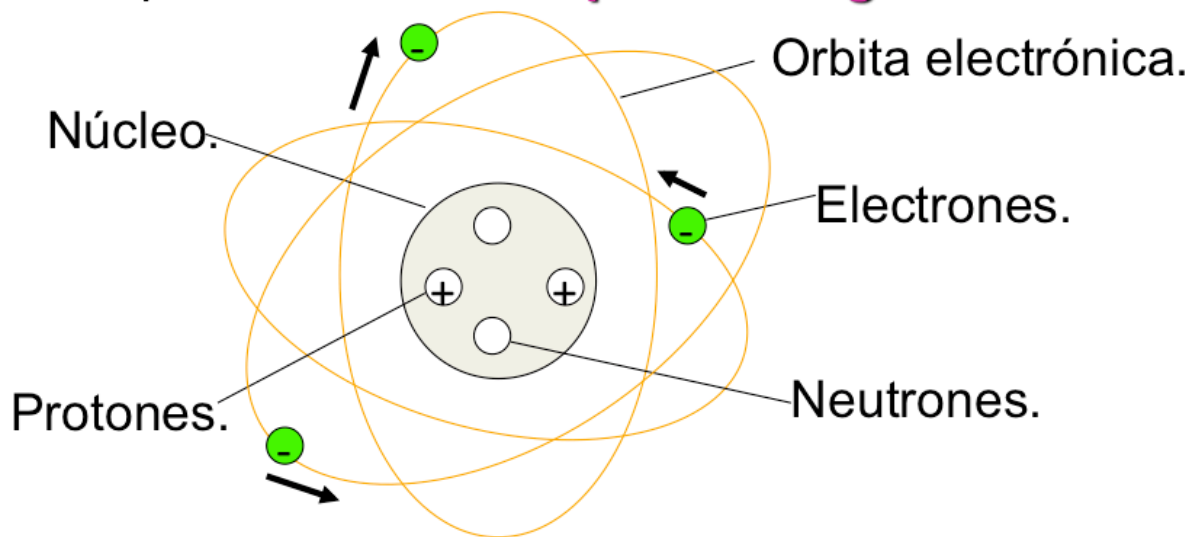
En esta materia vamos a abordar la forma en que estos tipos de fuerzas están relacionados con la energía y de manera más particular con la energía en su forma eléctrica.

Analizaremos lo que sucede en la materia a nivel atómico para poder comprender lo que sucede con los cuerpos y su relación con la electricidad y el magnetismo

Si el número de electrones de un átomo es igual al número de protones podemos decir que el átomo está eléctricamente neutro.

Si en el átomo hay un mayor número de protones en el núcleo que electrones describiendo órbitas alrededor de este se dice que dicho átomo posee carga eléctrica positiva.

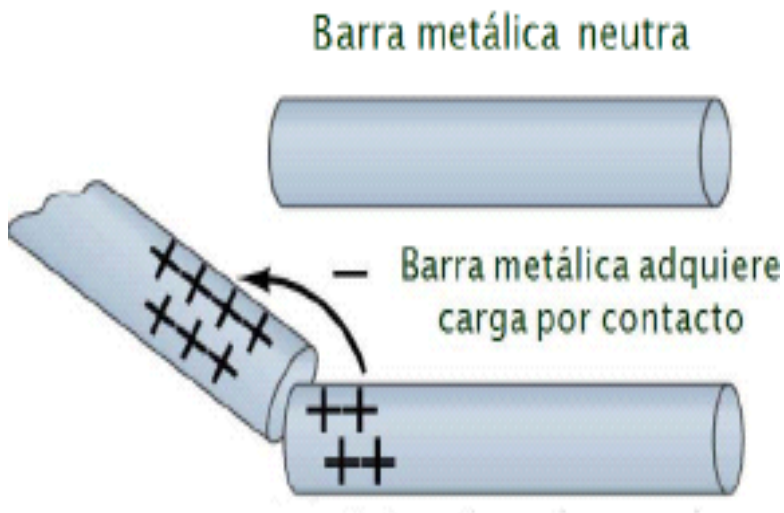
Si en el átomo hay un menor número de protones en el núcleo que electrones describiendo órbitas alrededor de este se dice que dicho átomo posee carga eléctrica negativa.



Existen 3 formas de electrizar un cuerpo

Electrización es el efecto de ganar o perder cargas eléctricas que tiene un conductor eléctricamente neutro.

Electrización por contacto: Se puede cargar un conductor con sólo tocarlo con otro previamente cargado.



En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga. Esto se debe a que habrá transferencia de electrones libres

Electrización por frotación: Al frotar 2 cuerpos eléctricamente neutros, ambos se cargan, uno con carga positiva y el otro con carga negativa.



Electrización por Inducción: La barra electrizada (inductora) atrae electrones libres de la conductora (inducida). Estos electrones dejan a sus átomos con carga positiva en el otro extremo de la barra. La carga neta de la barra sigue siendo neutra.



Electricidad por frotamiento

Los antiguos griegos ya sabían que el ámbar frotado con lana adquiría la propiedad de atraer cuerpos ligeros.

Todos estamos familiarizados con los efectos de la electricidad estática, incluso algunas personas son más susceptibles que otras a su influencia. Ciertos usuarios de automóviles

sienten sus efectos al cerrar con la llave (un objeto metálico puntiagudo) o al tocar la chapa del coche.

Creamos electricidad estática, cuando frotamos un bolígrafo con nuestra ropa. A continuación, comprobamos que el bolígrafo atrae pequeños trozos de papel. Lo mismo podemos decir cuando frotamos vidrio con seda o ámbar con lana.

Para explicar como se origina la electricidad estática, hemos de considerar que la materia está hecha de átomos, y los átomos de partículas cargadas, un núcleo rodeado de una nube de electrones. Normalmente, la materia es neutra, tiene el mismo número de cargas positivas y negativas.

Algunos átomos tienen más facilidad para perder sus electrones que otros. Si un material tiende a perder algunos de sus electrones cuando entra en contacto con otro, se dice que es más positivo en la serie Triboeléctrica. Si un material tiende a capturar electrones cuando entra en contacto con otro material, dicho material es más negativo en la serie triboeléctrica.

Un ejemplo de materiales ordenados de más positivo a más negativa es el siguiente:

Piel de conejo, vidrio, pelo humano, nylon, lana, seda, papel, algodón, madera, ámbar, poliéster, poliuretano, vinilo (PVC), teflón.

El vidrio frotado con seda provoca una separación de las cargas por que ambos materiales ocupan posiciones distintas en la serie triboeléctrica, lo mismo se puede decir del ámbar y del vidrio.

Cuando dos materiales no conductores entran en contacto uno de los materiales puede capturar electrones del otro material. La cantidad de carga depende de la naturaleza de los materiales (de su separación en la serie triboeléctrica), y del área de la superficie que entra en contacto. Otro de los factores que intervienen es el estado de las superficies, si son lisas o rugosas (entonces, la superficie de contacto es pequeña). La humedad o impurezas que contengan las superficies proporcionan un camino para que se recombinen las cargas. La presencia de impurezas en el aire tiene el mismo efecto que la humedad.

En la escuela hemos frotado el bolígrafo con nuestra ropa y hemos visto como atrae a trocitos de papeles. En las experiencias de aula, se frota diversos materiales, vidrio con

seda, cuero, etc.. Se emplean bolitas de sauco electrizadas para mostrar las dos clases de cargas y sus interacciones.

De estos experimentos se concluye que:

La materia contiene dos tipos de cargas eléctricas denominadas positivas y negativas. Los objetos no cargados poseen cantidades iguales de cada tipo de carga.

Cuando un cuerpo se frota la carga se transfiere de un cuerpo al otro, uno de los cuerpos adquiere un exceso de carga positiva y el otro un exceso de carga negativa.

En cualquier proceso que ocurra en un sistema aislado la carga total o neta no cambia.

Los objetos cargados con carga del mismo signo, se repelen.

Los objetos cargados con cargas de distinto signo, se atraen.

Medida de la carga eléctrica

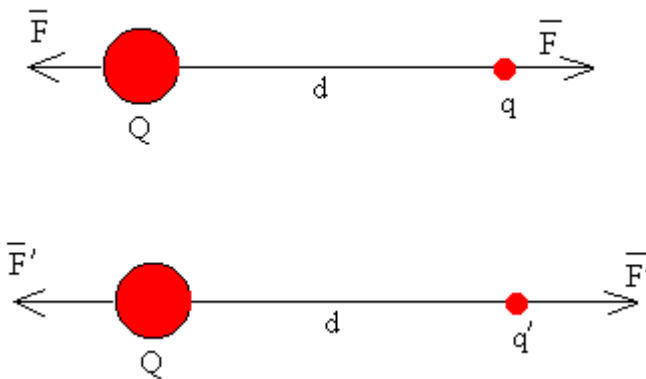
Tomamos un cuerpo con carga arbitraria Q y a una distancia d colocamos una carga q . Medimos la fuerza F ejercida sobre q . Seguidamente colocamos una carga q' a la misma distancia d de Q , y medimos la fuerza F' ejercida sobre q' .

Definimos los valores de las cargas q y q' como proporcionales a las fuerzas F y F' .

$$\frac{q}{q'} = \frac{F}{F'}$$

Si arbitrariamente asignamos un valor unitario a la carga q' , tenemos un medio de obtener la carga q .

En el Sistema Internacional de Unidades de Medida, la magnitud fundamental es la intensidad cuya unidad es el ampère o amperio, A, siendo la carga una magnitud derivada cuya unidad es el coulomb o culombio C.



En 1785, Coulomb estableció la ley fundamental de la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas estacionarias. Los experimentos muestran que la fuerza eléctrica tiene las siguientes propiedades :

La fuerza es inversamente proporcional al inverso del cuadrado de la distancia de separación r entre las dos partículas, medida a lo largo de la línea recta que las une.

La fuerza es proporcional al producto de las cargas q_1 y q_2 de las dos partículas.

La fuerza es atractiva si las cargas son de signos opuestos, y repulsiva si las cargas son del mismo signo. A partir de estas observaciones podemos expresar la fuerza eléctrica entre las dos cargas como:

Aunque la ley de Coulomb se satisface para determinar la fuerza entre esferas cargadas o cargas puntuales, también podemos determinar como es el comportamiento entre la fuerza de entre las partículas mas elementales como son los electrones o los Quartz.

Dentro de la mecánica:

Ley de Coulomb. La fuerza entre dos cuerpos cargados es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ambos cuerpos, de esta forma:

$$\vec{F}_E = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{R}$$

donde K es una constante que tiene que ver con la permeabilidad del medio entre los dos cuerpos cargados, q_1 y q_2 son las cargas de los cuerpos, la separación entre los cuerpos también es indicado por r .

La constante k es igual a

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

a su vez la constante $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ donde ϵ_r es la permeabilidad relativa, $\epsilon_r > 1$,

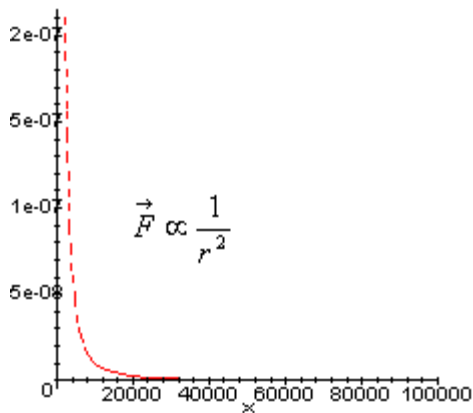
y $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ es la permeabilidad del medio en el vacío.

Algunos de los valores mas típicos son:

$$\begin{cases} \epsilon_r = 2.7 & \text{permeabilidad relativa del poliestireno} \\ \epsilon_r = 1.0006 & \text{permeabilidad relativa para el aire a presión atmosférica} \\ \epsilon_r = 1 & \text{permeabilidad relativa para el vacío} \end{cases}$$

considerando que la permeabilidad en el vacío es igual a uno entonces la ecuación de la ley de Coulomb se puede restringir a:

$$\vec{F}_E = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \vec{R}$$



Podemos considerar ambas ecuaciones para determinar tanto la fuerza de gravedad, como la fuerza eléctrica para dos cuerpos, tanto masivos como cargados. En tal caso la distancia r a considerar es la misma.

Una diferencia sustancial entre la ecuación que describe la ley de la gravitación universal y la ley de Coulomb es que en el caso de la primera no se puede observar masas de diferente signo, como en el caso del electromagnetismo en el que se observa cargas tanto positivas como negativas, y por tanto siempre es atractiva.

Como ya se dijo, k es una constante conocida como constante de Coulomb. En sus experimentos, Coulomb, pudo demostrar que el exponente de r era 2, con sólo un pequeño porcentaje de incertidumbre. Los experimentos modernos han demostrado que el exponente es 2 con un precisión de algunas partes en 10⁹.

La constante de coulomb k en el SI de unidades tiene un valor de :

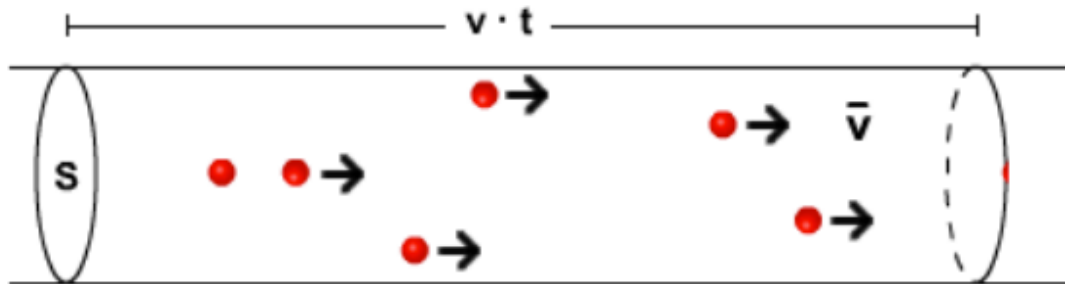
$$k = 8.9875 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

La ley de Newton predice la fuerza mutua que existe entre dos masas separadas por una distancia r ; la ley de Coulomb trata con la fuerza electrostática. Al aplicar estas leyes se encuentra que es útil desarrollar ciertas propiedades del espacio que rodea a las masas o a las cargas.

Campo eléctrico y magnético

En este tema revisarás uno de los conceptos que dan forma a la teoría electromagnética: el campo electromagnético.

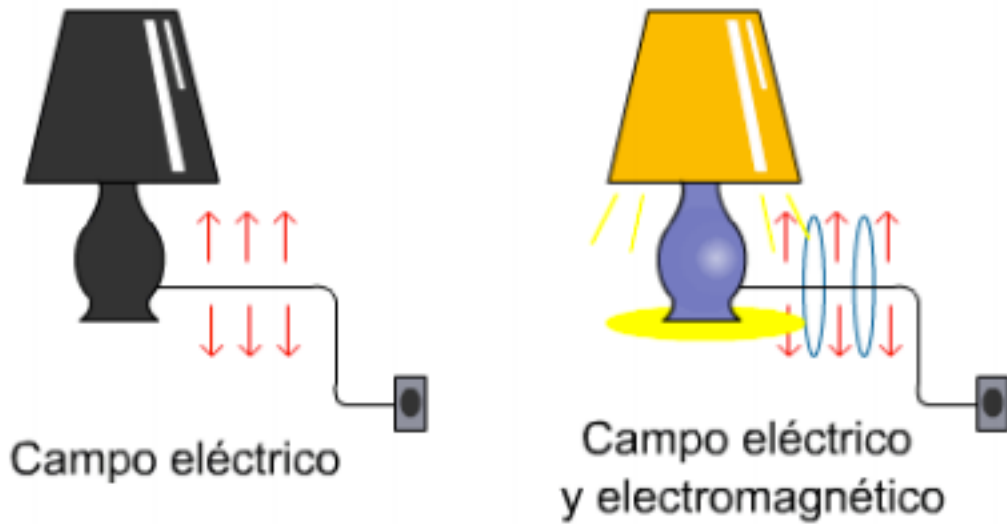
Campo



El concepto de campo, como una acción a distancia, y que se produce alrededor de una partícula cargada, en movimiento rectilíneo uniforme o acelerado, se asocia a una magnitud medible, en este caso la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada de prueba.

Campo Eléctrico

Puede dividirse en campo eléctrico y magnético. En nuestro estudio se caracterizarán ambos campos de manera separada y estudiarás los modelos que explican fenómenos eléctricos y magnéticos.

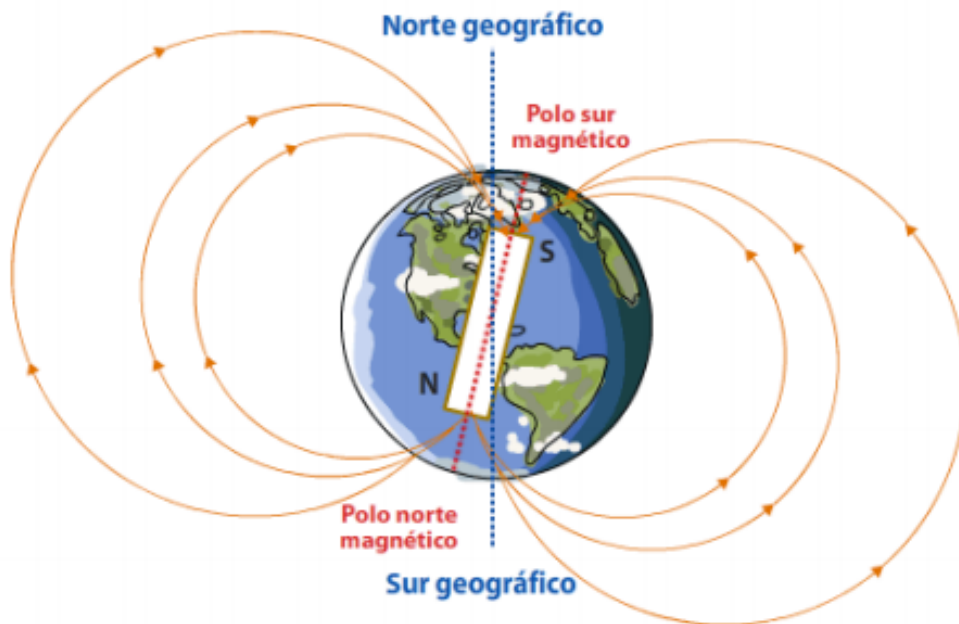


Los campos electromagnéticos son una combinación de campos de fuerza eléctricos y magnéticos invisibles.

Tienen lugar tanto de forma natural como debido a la actividad humana.²

Campos electromagnéticos naturales

Son, por ejemplo, el campo magnético estático de la tierra al que estamos continuamente expuestos, los campos



eléctricos causados por cargas eléctricas presentes en las nubes, la electricidad estática que se produce cuando dos objetos se frotan entre sí o los campos eléctricos y magnéticos súbitos resultantes de los rayos.

Campos electromagnéticos de origen humano

Son, por ejemplo, generados por fuentes de frecuencia extremadamente baja (FEB) tales como las líneas eléctricas, el cableado y los electrodomésticos, así como por fuentes de frecuencia más elevada, como las ondas de radio y de televisión o, más recientemente, de teléfonos móviles y de sus antenas.

