

Carga Eléctrica.

Los antiguos griegos descubrieron que cuando frotaban ámbar con lana, el ámbar atraía a otros objetos. Hoy decimos que el ámbar ha adquirido **carga eléctrica** neta, esto es, que se ha cargado. Este es un fenómeno de **electrostática**, esto es, las interacciones entre cargas eléctricas que están en reposo (o casi).

Si frotamos dos *barras de plástico* y un *trozo de piel*, encontramos que las barras se **repelen** mutuamente. Al frotar *barras de vidrio* con *seda*, las barras de vidrio también adquieren carga eléctrica y se **repelen** mutuamente. Pero una *barra de plástico* con carga **atrae** a una *barra de vidrio* con carga. Más aún, la barra de plástico y la piel se atraen mutuamente, al igual que la barra de vidrio y la seda.

Estos experimentos, han mostrado que hay exactamente dos tipos de carga eléctrica: la de la barra de plástico frotada con la piel y la de la barra de vidrio que se frotó con la seda. B. Franklin (1706-1790) sugirió llamar a estas dos clases de carga **negativa** y **positiva**, respectivamente. *La barra de plástico y la seda tienen carga negativa; la barra de vidrio y la piel tienen carga positiva. Dos cargas positivas o dos cargas negativas se repelen mutuamente. Una carga positiva y una carga negativa se atraen una a la otra.* La carga eléctrica es una cantidad escalar.

Carga Eléctrica y estructura de la materia.

La estructura de los átomos se puede describir en términos de tres partículas: el **electrón**, con carga negativa, el **protón**, con carga positiva, y el **neutrón** que no tiene carga. Los *protones* y *neutrones* de un átomo constituyen un centro pequeño y muy denso llamado **núcleo**, con dimensiones del orden de 10-15m. Alrededor del núcleo están los electrones, que se despliegan hasta distancias del orden de 10-10m. Los electrones con carga negativa son retenidos dentro del átomo por fuerzas eléctricas de atracción que ejerce sobre ellos el núcleo con carga positiva. (Lo que mantiene a los protones y neutrones dentro de los núcleos atómicos estables es una interacción de atracción, denominada **fuerza nuclear fuerte**, que vence la repulsión eléctrica de los protones.)

Las masas respectivas de las partículas individuales, con la exactitud con la que se conocen hoy en día, son

Masa del electrón = $m_e = 9,10938188(72) \times 10^{-31}$ kg

Masa del protón = $m_p = 1,67262158(13) \times 10^{-27}$ kg

Masa del neutrón = $m_n = 1,67492716(13) \times 10^{-27}$ kg

Nótese que la masa del protón y el neutrón son casi iguales y equivalentes a alrededor de 2000 veces la masa del electrón. Más de 99,9% de la masa de cualquier átomo se encuentra en el núcleo.

En un átomo neutro el número de electrones y protones es igual. El **número de electrones o de protones** de un átomo neutro es el **número atómico** del elemento. Si se separa uno o más electrones, la estructura resultante con carga positiva es un **ion positivo**. Un **ion negativo** es un átomo que ha ganado uno o más electrones. Esta ganancia o pérdida de electrones se conoce como **ionización**.

Existen dos principios muy importantes. El primero es el **principio de conservación de la carga**: **La suma algebraica de todas las cargas eléctricas de cualquier sistema cerrado es constante**. Si se frota una barra de plástico y un pedazo de piel, ambos inicialmente sin carga, la barra adquiere una carga negativa (puesto

que toma electrones de la piel) y ésta adquiere una carga positiva de la misma magnitud (puesto que ha perdido tantos electrones como ha ganado la barra). Por consiguiente, no cambia la carga eléctrica total de los dos cuerpos juntos. En todo proceso de carga, ésta no se crea ni se destruye; simplemente se transfiere de un cuerpo a otro.

El segundo principio importante es que **la magnitud de la carga del electrón o del protón es una unidad natural de carga**. Toda cantidad observable de carga eléctrica es siempre un múltiplo entero de esta unidad básica y se dice que la carga está *cuantizada*. Como mencionamos, la unidad de carga más fundamental es la magnitud de la carga de un electrón o de un protón, que se denota como $= 1,602176462(63) \times 10^{-19} \text{ C}$.

En el SI, la unidad de carga es el coulomb, y se denota por la letra C. El *coulomb* es la cantidad de electricidad transportada en 1 segundo por una corriente de un ampere. Otra unidad de carga, es la unidad electrostática (u.e.e. o U.E.E.), la equivalencia entre ambas es:

$$1 \text{ C} = 3 \times 10^9 \text{ U.E.E.}$$

Los enlaces químicos que mantiene unidos los átomos para formar moléculas se deben a interacciones eléctricas entre los átomos. Entre ellos se cuentan los fuertes enlaces iónicos que conservan unidos átomos de sodio y de cloro para formar la sal, y los enlaces relativamente débiles entre las trenzas de ADN que contiene el código genético de nuestro organismo.

Ley de Coulomb.

La ley de Coulomb establece:

La magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que los separan.

(Ley de Coulomb: fuerza entre dos cargas puntuales)

$$\text{donde: } k = 8,988 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 \text{ y } k = 8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$$

En el SI, la unidad de fuerza es el Newton, y lo denotamos con N. El *newton* es la fuerza que da a una masa de 1 kg una aceleración de 1 metro por segundo cuadrado.

La fuerza es una magnitud vectorial, por tanto para determinarla es necesario conocer además de su módulo, su dirección y su sentido.

Nota: a fines prácticos utilizamos $k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

Campo Eléctrico.

Un cuerpo con carga produce un ***campo eléctrico*** en el espacio circundante (todos los puntos de las cercanías), pero no puede ejercer una fuerza neta sobre sí mismo. De donde podemos concluir que ***la fuerza eléctrica sobre un cuerpo con carga es ejercida por el campo eléctrico creado por otros cuerpos con carga.***

El campo eléctrico en un punto determinado es igual a la *fuerza eléctrica en cada unidad de carga* que experimenta una carga en ese punto:

(definición de campo eléctrico como fuerza eléctrica en cada unidad de carga)

En el SI, en que la unidad de fuerza es 1N, y la unidad de carga, 1C, luego, la unidad de la magnitud de campo eléctrico es 1 newton por coulomb (1N/C).

Líneas de Campo Eléctrico.

Una línea de campo eléctrico es una recta o una curva imaginaria trazada a través de una región del espacio, de modo tal que su tangente en cualquier punto tenga la dirección del vector de campo eléctrico en ese punto.

Ley de Gauss.

La Ley de Gauss es una alternativa de la Ley de Coulomb; la Ley de Gauss establece:

El flujo eléctrico total a través de una superficie cerrada es igual a la carga eléctrica total (neta) presente en el interior de la superficie, dividida entre ϵ_0 .

La superficie cerrada de la ley de Gauss, es cualquier superficie que encierre un volumen. Esta superficie puede ser imaginaria, no es necesario que haya objeto material alguno en la posición de la superficie.

Ley de Ohm.

La llamada “ley” de Ohm establece la relación entre el campo eléctrico (E) y la densidad de corriente (J).

(ley de Ohm)

También puede expresarse en función de la diferencia de potencial (V) y la intensidad de corriente (I):

(ley de Ohm)

Importante:

- El verdadero contenido de la ley de Ohm es la proporcionalidad directa de E con respecto a J o de V con respecto a I .
- El hecho de poner la palabra “ley” entre comillas es debido a que ***no es una descripción general de toda la materia***, sólo es un modelo idealizado que describe bastante bien el comportamiento de ciertos materiales.

Efecto Joule.

El paso de corriente a través de un conductor produce calor. Teniendo en cuenta que $1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$, el calor Q desarrollado por una corriente de intensidad I al pasar por una resistencia R , durante un tiempo t , será:

(ley de Joule)

+

P

-

P

Campo Eléctrico establecido en el punto P por una carga puntual aislada: (a) negativa y (b) positiva.

(a)

(b)