



ELECTRICIDAD I

Los primeros descubrimientos de los cuales se tiene noticia en relación con los fenómenos eléctricos, fueron realizados por los griegos en la antigüedad. El filósofo y matemático Tales, que vivió en la ciudad de Mileto en el siglo V a.C., observó que un trozo de ámbar, después de ser frotado con una piel de animal, adquiría la propiedad de atraer los cuerpos ligeros (como trozos de paja y pequeñas semillas).

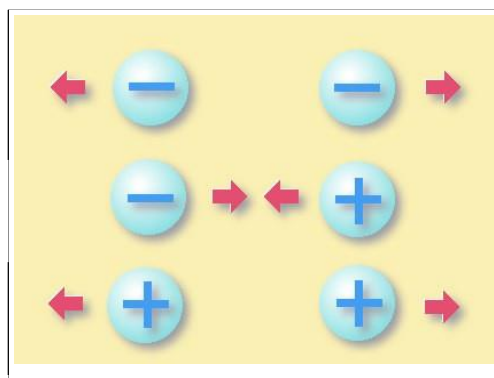
Casi 2000 años después el médico inglés William Gilbert observó que otros materiales se comportan como el ámbar al frotarlos y que la atracción que ejercen se manifiesta sobre cualquier otro cuerpo, aún cuando no sea ligero. Como la designación griega correspondiente al ámbar es elektron, Gilbert comenzó a utilizar el término "eléctrico" para referirse a todo material que se comportaba como aquél, lo que derivó en los términos electricidad y carga eléctrica.

Sin embargo, fue sólo hacia mediados del siglo XIX que estas observaciones fueron planteadas formalmente, gracias a los experimentos sobre la electrólisis que realizó Faraday, hacia 1833 y que le permitieron descubrir la relación entre la electricidad y la materia.

Es posible observar el fenómeno descrito al frotar un lápiz con la ropa (atrae pequeños trozos de papel), al frotar vidrio con seda, o ebonita con una piel.

Cargas positivas y negativas

Si se toma una varilla de vidrio y se frota con seda colgándola de un hilo largo (también de seda), se observa que al aproximar una segunda varilla (frotada con seda) se produce una repulsión mutua. Sin embargo, si se aproxima una varilla de ebonita, previamente frotada con una piel, se observa que atrae la varilla de vidrio colgada. También se verifica que dos varillas de ebonita frotadas con piel se repelen entre sí. Estos hechos se explican diciendo que al frotar una varilla se le comunica carga eléctrica y que las cargas en las dos varillas ejercen fuerzas entre sí. La conclusión de tales experiencias es que sólo hay dos tipos de carga y que cargas similares se repelen y cargas diferentes se atraen. Benjamín Franklin denominó positivas a las que aparecen en el vidrio y negativas a las que aparecen en la ebonita.





Principio de conservación de la carga

En concordancia con los resultados experimentales, el principio de conservación de la carga establece que no hay destrucción ni creación neta de carga eléctrica, y afirma que en todo proceso electromagnético la carga total de un sistema aislado se conserva, tal como pensó Franklin.

Cuantización de la carga

La experiencia ha demostrado que la carga eléctrica no es continua, o sea, no es posible que tome valores arbitrarios, sino que los valores que puede adquirir son múltiplos enteros de una cierta carga eléctrica mínima. Esta propiedad se conoce como cuantización de la carga y el valor fundamental corresponde al valor de carga eléctrica que posee el electrón y al cual se lo representa como e . Cualquier carga q que exista físicamente, puede escribirse como $N \cdot e$, siendo N un número entero, positivo o negativo. Vale la pena destacar que para el electrón la carga es $-e$, para el protón vale $+e$ y para el neutrón, 0 .

Medición de la carga eléctrica

El valor de la carga eléctrica de un cuerpo, representada como q o Q , se mide según el número de electrones que posea en exceso o en defecto. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de carga eléctrica se denomina culombio (símbolo C) y se define como la cantidad de carga que a la distancia de 1 metro ejerce sobre otra cantidad de carga igual, la fuerza de $9 \times 10^9 \text{ N}$. Un culombio corresponde a $6,24 \times 10^{18}$ electrones. En consecuencia, la carga del electrón es $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Distribución de las cargas eléctricas en los conductores

Cualquiera sea el signo de las cargas en un conductor, éstas siempre estarán situadas en su superficie externa.

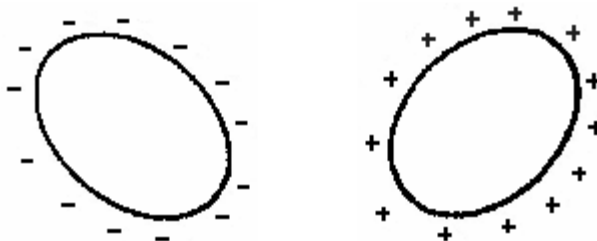


Fig. 2

Esto tiene su justificación en el principio de repulsión de las cargas eléctricas del mismo signo.



Aislantes y conductores

Una varilla metálica sostenida con la mano y frotada con una piel no resulta cargada. Sin embargo, es posible cargarla si se la provee de un mango de vidrio o de ebonita y el metal no se toca con las manos al frotarlo. La explicación es que las cargas se pueden mover libremente en los metales y el cuerpo humano, mientras que en el vidrio y la ebonita no pueden hacerlo. Esto se debe a que en ciertos materiales, típicamente en los metales, los electrones más alejados de los núcleos respectivos adquieren libertad de movimiento en el interior del sólido. Estas partículas se denominan electrones libres y son el vehículo mediante el cual se transporta la carga eléctrica. Estas sustancias se denominan conductores.

En contrapartida a los conductores eléctricos, existen materiales en los cuales los electrones están firmemente unidos a sus respectivos átomos. En consecuencia, estas sustancias no poseen electrones libres y no será posible el desplazamiento de carga a través de ellos. Estas sustancias son denominadas aislantes o dieléctricos. El vidrio, la ebonita o el plástico son ejemplos típicos.

En consecuencia, esta diferencia de comportamiento de las sustancias respecto del desplazamiento de las cargas en su seno depende de la naturaleza de los átomos que las componen.

Entre los buenos conductores y los dieléctricos existen múltiples situaciones intermedias. Entre ellas destacan los materiales semiconductores por su importancia en la fabricación de dispositivos electrónicos que son la base de la actual revolución tecnológica. En condiciones ordinarias se comportan como dieléctricos, pero sus propiedades conductoras pueden ser alteradas con cierta facilidad mejorando su conductividad en forma prodigiosa ya sea mediante pequeños cambios en su composición, sometiéndolos a temperaturas elevadas o a intensa iluminación.

A temperaturas cercanas al cero absoluto, ciertos metales adquieren una conductividad infinita, es decir, la resistencia al flujo de cargas se hace cero. Se trata de los superconductores. Una vez que se establece una corriente eléctrica en un superconductor, los electrones fluyen por tiempo indefinido.

Nota: Es de relevancia tener en cuenta, y puede verificarse experimentalmente, que solamente la carga negativa se puede mover. La carga positiva es inmóvil y únicamente los electrones libres son los responsables del transporte de carga.

Formas para cambiar la carga eléctrica de los cuerpos

Se denomina electrización al efecto de ganar o perder cargas eléctricas, normalmente electrones, producido en un cuerpo eléctricamente neutro.

I) Electrización por contacto

Se puede cargar un cuerpo con sólo tocarlo con otro previamente cargado. En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga, es decir, si se toca un cuerpo neutro con otro con carga positiva, el primero también queda con carga positiva. Esto se debe a que habrá transferencia de electrones libres desde el cuerpo que los posea en mayor cantidad hacia el que los contenga en



menor proporción y manteniéndose este flujo hasta que la magnitud de la carga sea la misma en ambos cuerpos.

II) Electrización por frotamiento

Al frotar dos cuerpos eléctricamente neutros (número de electrones = número de protones), ambos se cargan, uno con carga positiva y el otro con carga negativa. Si se frota una barra de vidrio con un paño de seda, hay un traspaso de electrones del vidrio a la seda. Si se frota un lápiz de pasta con un paño de lana, hay un traspaso de electrones del paño al lápiz.

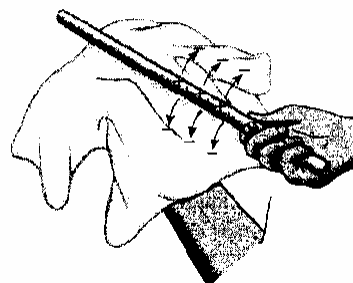


Fig. 3

III) Electrización por inducción

La inducción es un proceso de carga de un objeto sin contacto directo. Un cuerpo cargado eléctricamente puede atraer a otro cuerpo que está neutro. Cuando se acerca un cuerpo electrizado a un cuerpo neutro, se establece una interacción eléctrica entre las cargas del primero y las del cuerpo neutro. Como resultado de esta interacción, la distribución inicial se altera: el cuerpo electrizado provoca el desplazamiento de los electrones libres del cuerpo neutro. En este proceso de redistribución de cargas, la carga neta inicial no ha variado en el cuerpo neutro, pero en algunas zonas se carga positivamente y en otras negativamente.

Se dice que aparecen cargas eléctricas inducidas. Entonces el cuerpo electrizado, denominado inductor, induce una carga con signo contrario en el cuerpo neutro y por lo tanto lo atrae.

La figura 4 muestra el procedimiento para electrificar un cuerpo por inducción. Es importante tener en cuenta que la carga obtenida por este método es de signo opuesto a la carga del inductor.

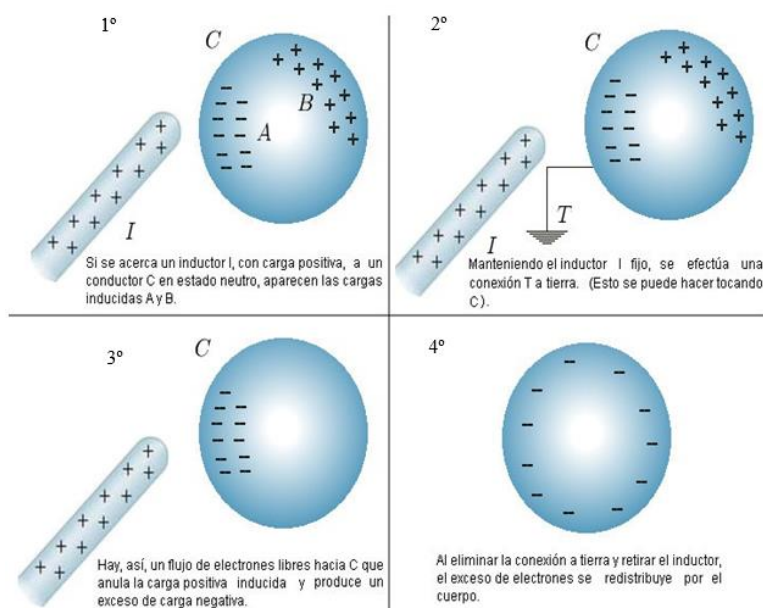


Fig. 4



Ley de Coulomb

En 1785 Charles Coulomb (1736-1806) estableció la ley fundamental de la fuerza eléctrica entre dos partículas estacionarias con carga. Los experimentos muestran que:

Una fuerza eléctrica tiene las siguientes propiedades:

1. Es inversamente proporcional al cuadrado de la separación, r , entre las dos partículas y se ejerce a lo largo de la línea que las une.
2. Es proporcional al producto de las magnitudes de las cargas q_1 y q_2 , de las dos partículas.
3. Es de atracción si las cargas son de signos opuestos y de repulsión si las cargas tienen el mismo signo.

Dos cargas puntuales Q_1 y Q_2 separadas a una distancia " r " y situadas en el vacío, se atraen o repelen con una fuerza de intensidad F , la cual está dada por:

$$F = k * \frac{|Q_1| * |Q_2|}{r^2}; \text{ donde } k = 9 * 10^9 \left[\frac{N * C^2}{m^2} \right]$$

La figura 7 muestra como varía la fuerza eléctrica entre dos cargas separadas a una distancia r .

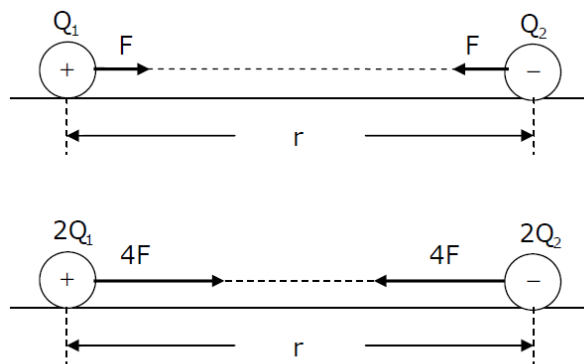


Fig. 7

Nota: La tabla siguiente muestra la masa y la carga de algunas partículas elementales:

PARTICULA	MASA (kg)	CARGA ELECTRICA
ELECTRÓN	$m = 9,1 \times 10^{-31}$	- e
PROTÓN	1836 m	+ e
NEUTRÓN	1839 m	0