

- El campo eléctrico
- Campo eléctrico de una carga puntual
- Energía potencial eléctrica
- Diferencia de potencial
- Diferencia de potencial entre dos placas paralelas
- La corriente eléctrica
- Intensidad de la corriente eléctrica
- Resistencia eléctrica
- Ley de Ohm
- Potencia eléctrica
- Leyes de Kirchhoff.

B. Magnetismo

- El campo magnético
- Las propiedades generales de los imanes
- Los campos magnéticos que están alrededor de los imanes permanentes
- Electromagnetismo
- El campo magnético que está alrededor de una bobina
- Los materiales magnéticos
- La fuerza producida por un campo magnético
- La medición de la fuerza sobre un alambre
- El galvanómetro
- El motor eléctrico
- La fuerza sobre una partícula cargada
- La inducción electromagnética
- El descubrimiento de Faraday
- La fuerza electromotriz inducida
- Los generadores de electricidad
- El generador de corriente alterna
- Los generadores y los motores
- Los transformadores
- Los campos eléctricos y los magnéticos en el espacio.

ELECTRICIDAD

1. INTRODUCCIÓN

Es innegable la importancia que ha tenido la electricidad en el desarrollo de la humanidad, ya que la electrificación de los pueblos y ciudades ha traído consigo un considerable aumento en la producción y bienestar de la población. En la actualidad nos encontramos rodeados de aparatos eléctricos de todas clases, desde lámparas, motores, relojes, aparatos de sonido estereofónico, computadoras y muchos más, de ahí la necesidad de comprender la electricidad y sus aplicaciones. En este siglo se ha estudiado intensamente la electricidad, ya que se ha comprobado sus ventajas sobre otras clases de energía, por ejemplo: puede transformarse con facilidad en otras formas de energía (luz, calor, sonido), se transporta de manera sencilla y a grandes distancias a través de líneas aéreas no contaminantes. En los países desarrollados, la energía eléctrica se produce por diferentes medios: centrales hidroeléctricas, termoeléctricas y nucleoelectricas. En la naturaleza, la electricidad se pone de manifiesto al caer un rayo. Para comprender mejor la electricidad, se analizará primero la electrostática, la cual estudia la carga eléctrica en reposo (aunque intervienen fuerzas). La electrostática constituye el punto de partida indispensable para el conocimiento de la corriente eléctrica y de los fenómenos que se relacionan con ella.

Las interacciones eléctricas de la materia se deben a la carga eléctrica, que al igual que la masa es una cantidad fundamental, la cual no puede describirse en función de conceptos más básicos y simples. La carga eléctrica la conocemos más por lo que hace que por lo que es. Para formalizar el estudio de la electricidad, utilizaremos algunos de los conceptos empleados en Mecánica, como por ejemplo, los conceptos de fuerza, campo, trabajo y energía.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ELECTRICIDAD

Los primeros fenómenos eléctricos fueron descritos por el filósofo griego Tales de Mileto (640-547 a.c.). Él observó que al frotar el ámbar (resina fósil transparente de color amarillo) con una tela de lana, aquél podía atraer algunos cuerpos ligeros como cabellos, paja o pedacitos de papel. Sir William Gilbert (1544-1603) encontró que la propiedad de adquirir cargas por frotamiento no era exclusiva del ámbar, sino que muchas otras sustancias la tenían. Decir que los cuerpos se electrizan es debido a que la palabra griega elektron significa ámbar. El estadounidense Benjamín Franklin (1706-1790) descubrió la existencia de cargas eléctricas en las nubes de una tormenta. Dedujo que el rayo era una chispa que salta entre las nubes y el suelo. Descubrió que cuando un conductor eléctrico termina en punta, las cargas eléctricas se acumulan en esa punta. Aplicando esta propiedad, construyó el pararrayos, el cual consiste en una larga barra metálica terminada en punta, que se coloca en la parte más alta de las construcciones y por medio de un cable de cobre se conecta a una placa metálica enterrada en el suelo húmedo.

Charles Coulomb (1736-1806) científico francés estudió las leyes de atracción y repulsión eléctrica, midiendo las fuerzas de interacción entre las cargas puntuales.

El físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) construyó la primera pila eléctrica del mundo, combinando dos metales distintos, con un líquido que servía de conductor.

George Ohm (1789-1854) físico alemán, descubrió la resistencia eléctrica de un conductor, y en 1827 enunció, la Ley Fundamental de las Corrientes Eléctricas, que lleva su nombre, la cual establece la relación entre la resistencia de un conductor, la diferencia de potencial y la intensidad de la corriente eléctrica.

Por su parte, Michael Faraday (1791-1867), físico y químico inglés, inventó el generador eléctrico al descubrir cómo podía usarse un imán para generar una corriente eléctrica en una espira de hierro.

El físico inglés James Joule (1818-1889) estudió la relación que existe entre la corriente eléctrica y el calor desprendido en los circuitos eléctricos.

Como se podrá observar, el desarrollo de la electricidad ha sido la contribución de éstos y otros investigadores quienes vieron en su aplicación un beneficio para la humanidad.

3. LA CARGA ELÉCTRICA

Toda la materia se compone de átomos y éstos de partículas elementales como los electrones, protones y neutrones. Los electrones y protones poseen una propiedad llamada carga eléctrica. Los neutrones son eléctricamente neutros porque carecen de carga eléctrica. A los electrones se les asigna una carga negativa, mientras que los protones una carga positiva.

La carga eléctrica de un electrón es igual que la del protón, pero de signo contrario. El átomo está constituido por un núcleo en el cual se encuentran los protones y los neutrones, y a su alrededor giran los electrones. Un átomo normal es neutro, ya que posee el mismo número de electrones o carga negativa que de protones o carga positiva. Sin embargo, un átomo puede perder electrones y quedar con carga positiva, ya que posee más protones que electrones o ganar electrones y quedar con carga negativa. La carga de un electrón neutraliza la carga de un protón. En la electrización de un cuerpo, el electrón es el que se desplaza, ya que su masa es mucho más pequeña que la del protón (la masa del protón es 1840 veces la masa del electrón) y además, los electrones se encuentran en la periferia del átomo, facilitándose su desprendimiento, en cambio, el protón se encuentra en el núcleo, requiriéndose procesos más complicados para removerlo. El frotamiento es una forma sencilla de cargar un cuerpo eléctricamente. Por ejemplo: cuando el cabello seco y limpio se peina con vigor pierde algunos electrones, adquiriendo carga positiva y el peine gana electrones, quedando con carga negativa, ver figura 1. Por otra parte, al frotar una barra de vidrio con una tela de seda, el vidrio pierde electrones, quedando con carga positiva, los cuales gana la seda, adquiriendo carga negativa.

Benjamín Franklin pensó que todos los cuerpos poseían un fluido eléctrico, de tal forma que cuando dos cuerpos se frotan entre sí, uno acumulaba el exceso de fluido y se cargaba positivamente en tanto que el otro perdía fluido y se cargaba negativamente. En la actualidad se sabe que lo que las sustancias transfieren son electrones.

Al frotar un cuerpo con otro, uno gana y el otro pierde electrones, de tal forma que la carga eléctrica que adquiere uno de ellos la pierde el otro. Esto nos conduce a que la carga eléctrica ni se crea ni se destruye, solamente se transfiere de un cuerpo a otro. En general, éste es el Principio Fundamental de la Conservación de la Carga Eléctrica, el cual establece que en un sistema aislado se conserva constante la cantidad de carga eléctrica.

Hasta ahora, se ha encontrado que la carga eléctrica sólo existe en múltiplos enteros de una cantidad básica, la carga del electrón, tanto si es positiva como negativa, la carga está cuantizada, siendo ésta un múltiplo de la carga del electrón.

Si se frotan dos trozos de vidrio con seda, se observa que se repelen entre sí, ver figura 2a.



Fig. No. 1.

Los electrones que gana el peine, los pierde el cabello.

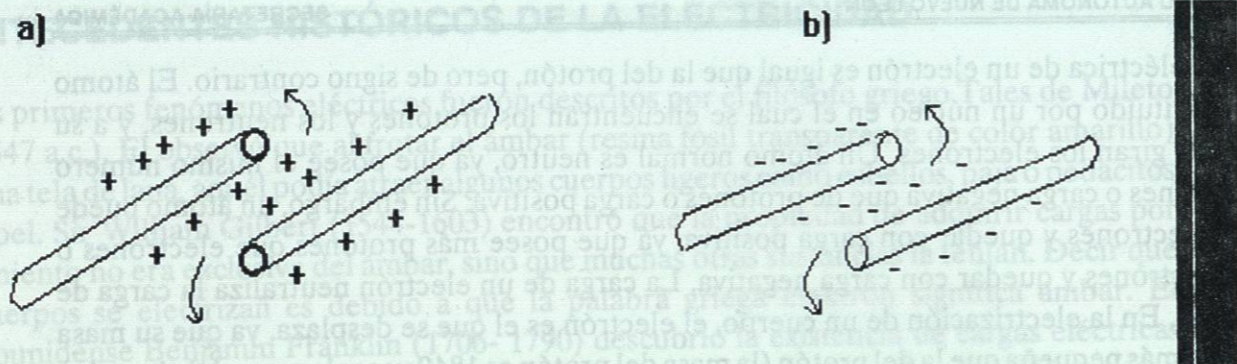


Fig. No. 2

FIGURA 2. Interacción entre cuerpos cargados. Cargas iguales se rechazan.

Si se frota con piel de conejo, también se repelen, ver figura 2b. Por otro lado, (ver figura 3) si se frota uno con piel y el otro con la seda, entonces se atraen mutuamente. Como ya lo hemos visto, al frotar los trozos de vidrio con la seda pierden electrones, quedando con carga positiva. Al acercarse se repelen entre sí. Si una barra se frota con seda y otra con piel de conejo, una adquiere carga positiva y la otra carga negativa, al acercarse se observa que se atraen entre sí (ver figura 3).

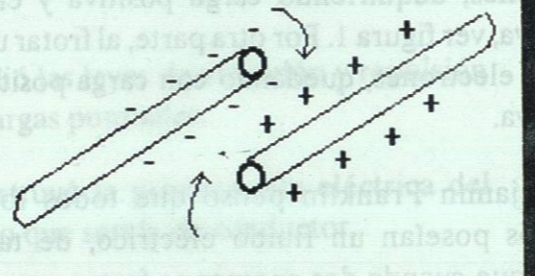


Fig. No. 3.

FIGURA 3. Interacción entre cuerpos cargados. Cargas opuestas se atraen. Mediante este experimento y muchos otros se ha demostrado lo que con frecuencia se acostumbra denotar como la Ley General de las Cargas: las cargas iguales se repelen y las cargas opuestas se atraen.

Un péndulo eléctrico consiste en una pequeña esfera ligera revestida de pintura metálica o recubierta de papel de estaño, la cual se suspende de un soporte mediante un hilo delgado de seda. Al acercarse un cuerpo cargado se observa que la esferita es atraída, ver figura 4.

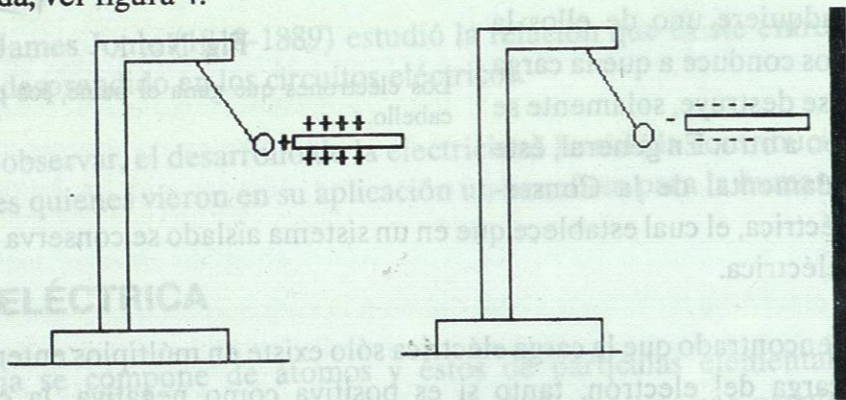


Fig. No. 4.

FIGURA 4. El péndulo eléctrico es atraído por un cuerpo cargado.

Si se toca con el cuerpo cargado la esfera, al acercarse nuevamente el cuerpo la esfera se aleja, ver figura 5.

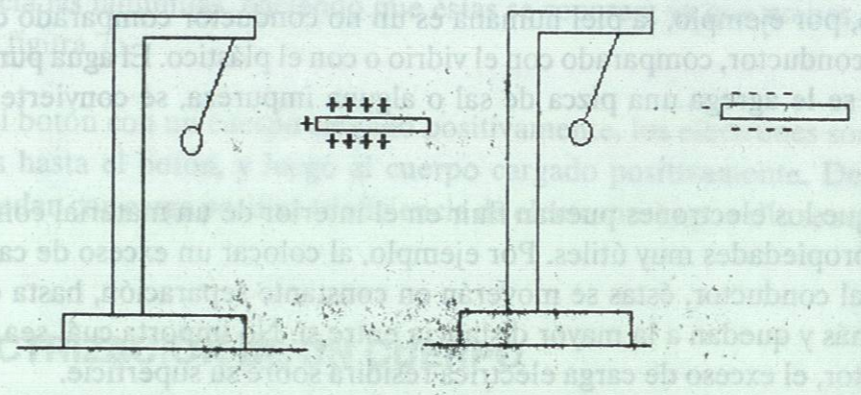


Fig. No. 5.

Después de tocar la esferita, el cuerpo cargado la rechaza.

Esto se debe a que al tocar la esfera, si la barra de vidrio tenía cargas negativas, le cede parte del exceso de electrones, quedando la esfera con carga negativa y al acercarse nuevamente la barra de vidrio, éstas (esfera y barra de vidrio) se repelen entre sí, puesto que tienen la misma carga eléctrica. Si la barra tiene carga positiva, es decir, deficiencia de electrones, entonces al tocar la esferita le extrae electrones, quedando la esferita con carga positiva. Al acercarse nuevamente la barra a la esferita, se observa que se rechazan entre sí. En este experimento se verifica la Ley General de las Cargas y se observa que un cuerpo neutro se puede cargar al ponerlo en contacto con un cuerpo cargado.

4. MATERIALES CONDUCTORES, AISLANTES Y SEMICONDUCTORES

Los materiales se dividen en aislantes, conductores y semiconductores, según sea el movimiento de la carga eléctrica en ellos. Un material es aislante si al colocar en él una carga eléctrica, ésta permanece en el lugar en el que se colocó. Por ejemplo, si frotamos el extremo de un peine de plástico con una tela de algodón, únicamente se carga este extremo, ya que si acercamos su otro extremo al péndulo eléctrico no se aprecia ninguna interacción eléctrica. Otros materiales aislantes, en los cuales la carga eléctrica no se mueve son: la madera, las telas, el vidrio, el papel, la mica, el cuero y el aire. Los conductores son aquellos materiales en los cuales sí se añaden electrones, éstos se distribuyen a través del material. Los metales son materiales en los cuales los electrones pueden moverse a través de ellos con facilidad. Los electrones llevan o conducen carga eléctrica a través del material. Los metales como el oro, la plata, el cobre, el acero, el estaño y el bronce están entre los mejores conductores de electricidad.

En cuanto a su estructura, la diferencia entre un material conductor y un aislante es que en los conductores hay electrones móviles en su interior. Por ejemplo, los metales tienen una gran cantidad de electrones libres. En cambio, en los materiales no conductores o aislantes no hay electrones que se puedan mover libremente en el interior del material. En realidad no hay un aislante perfecto, por ejemplo, la piel humana es un no conductor comparado con el cobre, pero es un buen conductor, comparado con el vidrio o con el plástico. El agua pura es un buen aislante, pero si se le agrega una pizca de sal o alguna impureza, se convierte en un buen conductor.

El hecho de que los electrones puedan fluir en el interior de un material conductor, es la causa de varias propiedades muy útiles. Por ejemplo, al colocar un exceso de carga eléctrica sobre un material conductor, éstas se moverán en constante separación, hasta que ya no se pueden mover más y quedan a la mayor distancia entre sí. No importa cuál sea la forma del material conductor, el exceso de carga eléctrica residirá sobre su superficie.

Los semiconductores son materiales que como el silicio y el germanio, cuya capacidad para conducir electricidad es intermedia entre los conductores y los aislantes. En estos materiales hay sólo una cantidad pequeña de electrones con libertad para moverse. El número de electrones libres en un semiconductor puede aumentarse grandemente añadiendo cantidades pequeñas de otros elementos. De esta forma, se puede crear un semiconductor con una conductividad deseada.

Para determinar si un material está cargado y de qué tipo es la carga que posee, se utiliza el electroscopio (ver figura 6), el cual está formado por un par de laminillas de oro o estaño unidas a una barra conductora. Tanto la barra como las laminillas están protegidas de las corrientes de aire.

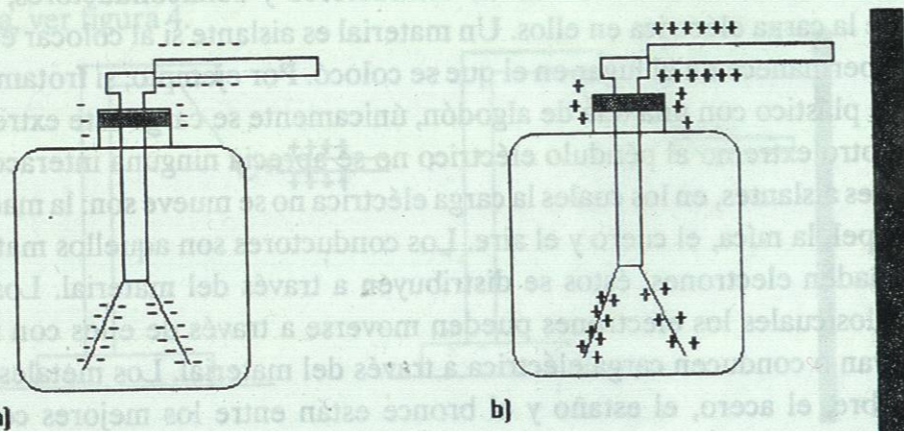


Fig. No. 7. Funcionamiento de un electroscopio.

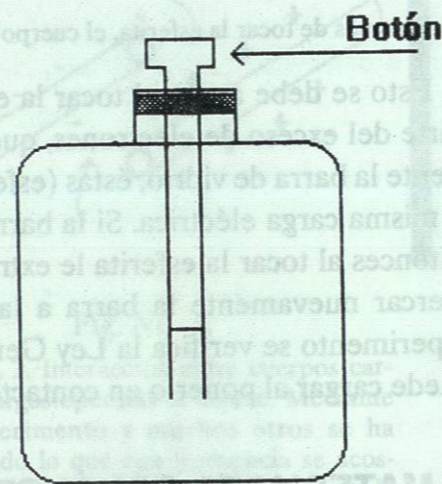


Fig. No. 6. Electroscopio.

Cuando se toca el botón con un cuerpo cargado negativamente, los electrones fluyen por la barra y hacia las laminillas, haciendo que éstas se separen, ya que ambas adquieren carga negativa, ver figura 7a.

Al tocar el botón con un cuerpo cargado positivamente, los electrones son atraídos desde las laminillas hasta el botón, y luego al cuerpo cargado positivamente. De esta forma, las laminillas quedan con carga positiva (deficiencia de electrones) y por ello se separan, ver figura 7b.

5. LA ELECTRIZACIÓN DE UN CUERPO

Como ya lo hemos dicho, un cuerpo se electriza al perder o ganar electrones. Los cuerpos se electrizan por fricción, por contacto o por inducción.

Un cuerpo se electriza por fricción con otro cuerpo. La energía que se produce de la fricción de un objeto con otro, puede ser suficiente como para remover electrones de un átomo. Al remover un electrón de un átomo neutro, éste queda con mayor carga positiva que negativa. A un átomo también se le puede añadir electrones. En la fricción entre dos materiales, los electrones que pierde uno los gana el otro cuerpo. Para tener una idea más clara acerca de la electrización de dos cuerpos por fricción, consideremos la lista que aparece en seguida. En ella, al seleccionar dos materiales, el que se encuentre por encima es el que pierde electrones, por ello queda con carga positiva, mientras que el que se encuentra por debajo gana electrones, de tal forma que su carga es negativa. Por ejemplo, si frotamos cuarzo con una tela de algodón, el cuarzo pierde electrones, quedando con una carga neta positiva, en tanto, la tela de algodón los gana, quedando con una carga neta negativa.

El frotamiento entre cualesquiera dos sustancias de la columna hace que la que aparece por encima quede con carga positiva, y con carga negativa la que esté por debajo.

Un cuerpo se electriza por contacto, al tocarlo con otro cuerpo cargado. Si un cuerpo con deficiencia de electrones, es decir con carga positiva, se pone en contacto con un material conductor, atraerá parte de los electrones de dicho cuerpo. Los electrones del material conductor son atraídos por el cuerpo cargado, como se muestra en la figura 8. Después de separarlos, la esfera metálica queda con carga positiva.

Asbesto
Piel (conejo)
Vidrio
Mica
Lana
Cuarzo
Piel (gato)
Plomo
Seda
Piel (Humana)
Aluminio
Algodón
Madera
Ambar
Cobre, bronce
Caucho
Azufre
Celuloide
Goma