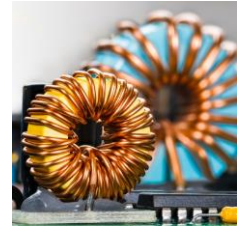




## INTRODUCCION AL ELECTROMAGNETISMO

Sentarse frente a una computadora, mirar la tele, escuchar música en la radio, encender la luz del cuarto... se nos hace muy difícil imaginarnos nuestra vida sin realizar estas actividades cotidianas que están directamente vinculadas con el tema que nos convoca.



Sin duda que la vida sería posible sin esas actividades, pero sería imposible si no existieran las interacciones electromagnéticas que gobiernan el mundo subatómico, atómico y molecular.

Es curioso que unas simples reglas y unas pocas constantes sean suficientes para poner en marcha algo tan complejo y sofisticado como lo es todo el universo. Entender estas leyes, no es tarea sencilla, pero es apasionante...

### RESEÑA HISTORICA

En la antigüedad, Tales de Mileto, entre otros observaron que, al frotar ámbar con piel de animal, este podía atraer objetos ligeros. Este fue uno de los primeros registros de fenómenos eléctricos.



La palabra ámbar en griego se pronuncia "elektrón" y es gracias a esa designación que hoy empleamos todos los derivados de esa palabra como Electricidad, Eléctrico o Electromagnetismo.

Curiosamente fue también en Grecia, más precisamente en la ciudad de Magnesia donde se observaron sistemáticamente los fenómenos relacionados al magnetismo. La ciudad era rica en yacimientos de Magnetita, un mineral que tenía la enigmática propiedad de atraer el hierro y que presentaba dos polos, los cuales fueron denominado Norte y Sur. Se piensa que, durante los viajes de los vikingos y los chinos, alrededor del siglo VI D.C. se utilizaban brújulas para navegar.



En el siglo XVII, William Gilbert publicó en 1600 "De Magnete", donde estudió el magnetismo y la electricidad estática, diferenciando entre ambos fenómenos.

Las experiencias de Gilbert mostraron que no solo el ámbar se electriza por frotamiento, sino también otras sustancias, como el vidrio. Así, por ejemplo, la lapicera de plástico,



previamente frotada con un paño de lana atrae pequeños trocitos de papel. En muchos casos, la electrización se produce espontáneamente.

La electricidad que se produce en estos casos no circula por todo el cuerpo, sino que queda retenida y en reposo en la zona frotada, por lo cual se denomina *electricidad estática o electrostática*.

En el siglo XVII, Benjamin Franklin (1752) Realizó su famoso experimento con la cometa, demostrando que los rayos son una forma de electricidad. Introdujo la idea de la carga positiva y negativa. Y Charles-Augustin de Coulomb (1785) formuló la ley de Coulomb, que describe la fuerza entre cargas eléctricas, estableciendo una base matemática para la electrostática.



Ya a principios del siglo XIX, Hans Christian Ørsted (1820) descubrió que una corriente eléctrica puede generar un campo magnético, uniendo por primera vez la electricidad y el magnetismo. Y en 1831, Michael Faraday descubrió la inducción electromagnética, mostrando que un campo magnético variable puede generar electricidad.

En 1860, James Clerk Maxwell formuló un conjunto de ecuaciones que describen cómo interactúan los campos eléctricos y magnéticos. Estas ecuaciones unificaron la electricidad y el magnetismo en una sola teoría, el electromagnetismo.



Aplicaciones tecnológicas: A finales del siglo XIX y principios del XX, el electromagnetismo se aplicó en tecnologías como la telegrafía, la radio y la electricidad, revolucionando la comunicación y la industria.

## ELECTRICIDAD

La electricidad, en física, refiere a un conjunto de fenómenos relacionados con la presencia y el movimiento de cargas eléctricas. Estas cargas pueden ser positivas o

---

### *ELECTROSTÁTICA:*

*Parte de la electricidad que estudia las cargas en reposo y los campos que produce.*

---

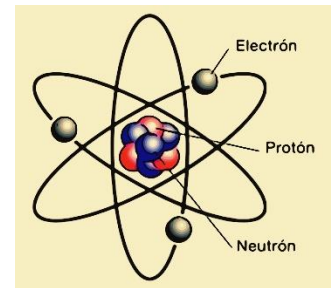


negativas, y su interacción da lugar a fuerzas eléctricas, campos eléctricos y corrientes eléctricas.

### Naturaleza atómica de la carga eléctrica

Para entender por qué los cuerpos pueden cargarse eléctricamente y poder explicar fenómenos como los que describía Thales de Mileto con el trozo de ámbar, debemos entender primero de qué está hecha la materia que participa en dichos fenómenos. Es así que llegamos al concepto de átomo.

Un átomo, unidad básica de la materia, está compuesto por un núcleo central, que contiene protones  $p^+$  (con carga positiva) y neutrones  $n^0$  (sin carga), rodeado por una nube de electrones  $e^-$  (con carga negativa) que orbitan alrededor del núcleo.



Sabemos muy bien, que cargas opuestas se atraen y cargas iguales se repelen. Por lo tanto, ahora entendemos que la estabilidad del átomo se debe en gran parte a la interacción electrostática entre el núcleo con carga positiva y la periferia con carga negativa. También que en condiciones normales los átomos son eléctricamente neutros, es decir, tienen la misma cantidad de protones que electrones, por eso hoy sabemos que estas partículas tienen cargas de igual valor, pero opuestas.

Los protones están firmemente “amarrados” al núcleo y en general no participan en los procesos de electrización de los cuerpos, es decir, no pasan de un núcleo a otro al frotar dos cuerpos, por ejemplo. Esto provocaría constantes desintegraciones de núcleos atómicos, lo que derivaría en reacciones nucleares, las cuales liberan peligrosas cantidades de energía. Sin embargo, los electrones que se encuentran en la periferia y que tienen una gran libertad de movimiento, pueden fácilmente pasar de un átomo a otro permitiendo la electrización.

## CARGA ELÉCTRICA

Decimos que un cuerpo está cargado negativamente, cuando tiene un exceso de electrones (respecto a la cantidad normal). Análogamente, decimos que un cuerpo tiene carga positiva cuando tiene defecto de electrones, esto es, menos electrones que los necesarios para ser un cuerpo neutro.

Se ha demostrado que, si se cargan dos cuerpos por frotamiento, la carga eléctrica ganada es igual a la perdida por el otro. Este hecho también se ha comprobado en fenómenos a gran escala como las reacciones nucleares. Entonces se ha llegado a la



conclusión de que la cantidad total de carga en un proceso no se modifica, por lo cual la *conservación de la carga* es una ley de la electricidad.

Además de la ya vista de atracción entre cargas de distinto signo y repulsión entre cargas de igual signo, existen dos propiedades muy importantes en la carga eléctrica, como se dijo la carga eléctrica se conserva, y esto quiere decir que no existe ningún fenómeno físico donde se crea o se destruya la carga. Además, la carga eléctrica está *cuantizada*. Esto quiere decir que existe un valor mínimo de la carga eléctrica que no puede dividirse. Este valor coincide con la carga del electrón.

---

### *CARGA ELECTRICA: Propiedad fundamental de la materia.*

---

#### Unidad de carga eléctrica

Como en cada proceso de electrización pasan tantos millones y millones de electrones, se designó una unidad más conveniente para trabajar con cargas eléctricas. Definimos pues, en el sistema internacional (S.I) el Coulomb (C):

$$1 \text{ Coulomb} \text{ _____ } 6,25 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Eso quiere decir que las cargas de un protón y un electrón son:

$$q_{p+} = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_{e-} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

el valor  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  se conoce como carga fundamental y se suele designar con la letra **e** sin el signo de menos.

$$\textbf{Carga fundamental: } e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Las cargas eléctricas con la letra **q** minúscula. Las cargas del protón y del electrón son constantes.

Lamentablemente, el Coulomb es una unidad muy grande y difícilmente un cuerpo puede almacenar una carga tan inmensa. Imagine que quisiéramos medir con un metro sin divisiones, el tamaño de una goma o el grosor de un cabello, resultaría muy difícil. Precisamos entonces recurrir a los submúltiplos, en el caso de medir el tamaño de una goma, el centímetro (centésima parte de un metro) ya es una unidad conveniente. Para las cargas eléctricas utilizaremos los siguientes submúltiplos:



**1mC (mili Coulomb)** \_\_\_\_\_ **1x10<sup>-3</sup> C**

**1μC (micro Coulomb)** \_\_\_\_\_ **1x10<sup>-6</sup> C**

**1nC (nano Coulomb)** \_\_\_\_\_ **1x10<sup>-9</sup> C**

**1pC (pico Coulomb)** \_\_\_\_\_ **1x10<sup>-12</sup> C**

### Cuantización de carga eléctrica

Una de las propiedades más notables que posee la carga eléctrica es la cuantización. La palabra cuantización deriva del latín “quantum” que se interpreta como “paquete” o mínima unidad. Antes mencionábamos que al ser el electrón una partícula indivisible, no es posible intercambiar fracciones de él entre dos cuerpos. Es decir, en un proceso de electrización pueden pasar 10, 1000 o 45679 electrones de un cuerpo a otro, y quedar cargado positiva o negativamente.

Matemáticamente podemos formalizar este concepto, recordando qué campo numérico corresponde, este es el campo de los números enteros (2, 30000, -37).

El principio de cuantización, implica que el valor que adquiere una carga eléctrica solo puede ser un múltiplo entero de la carga fundamental. Y lo expresamos con la simbología matemática de la siguiente manera:

$$q = N \cdot e$$

Donde **N** pertenece a los números naturales.

¿Cómo verificar entonces si una carga **q** existe o no?

Muy fácil, despejando el valor de **N** de la ecuación y verificando si pertenece o no a los enteros. Sí **N** pertenece a los enteros, entonces existe la carga, sino eso quiere decir que la carga no puede existir, pues estaríamos admitiendo la posibilidad de que pasen fracciones de electrones de un cuerpo a otro lo cual hasta ahora no ha sido observado...

Ejemplo: ¿Puede existir una carga  $q=2,3 \times 10^{-18}$  C? ¿Y una carga  $q=-4,5 \times 10^{-12}$  C?

Resolver en clase.



## Materiales aisladores, conductores y semiconductores

En el plástico, el vidrio, la loza, la porcelana, el caucho, la madera seca, la lana, etc. La electricidad se manifiesta solo en los puntos frotados, porque los electrones no pueden desplazarse a través de esos materiales. Estos cuerpos reciben el nombre de *aisladores*.

Otros materiales, tales como los metales (hierro, cobre, aluminio), el agua salada, el aire húmedo, el grafito, las soluciones de ácidos y bases, los seres vivos, etcétera, permiten que los electrones se muevan con facilidad, casi sin encontrar resistencia por todo el cuerpo y, por ello, se denomina *conductores*.

*No existen aisladores absolutos, aunque algunos materiales, como el cuarzo fundido, se comportan como tales en ciertas aplicaciones.*

Entre los aisladores existe un grupo de materiales que son empleados con algunas transformaciones en aplicaciones eléctricas y fundamentalmente electrónicas y que se denomina semiconductores. Son sustancias no metálicas, tales como el silicio y el germanio, que conducen en forma imperfecta la corriente eléctrica y cuya conductividad aumenta rápidamente al incrementarse la temperatura o por el agregado de pequeñas cantidades de ciertas sustancias, llamadas impurezas.

## ¿Cómo se electriza un cuerpo?

Un cuerpo puede adquirir electricidad estática por frotamiento, por contacto o por inducción.

### POR FROTAMIENTO

Además de las formas anteriormente indicadas para obtener electricidad por frotamiento, existen máquinas electrostáticas que permiten cargar los cuerpos con una importante cantidad de electricidad, como en la denominada máquina de Van de Graaff.

### POR CONTACTO

Se da al entrar en contacto las superficies de los cuerpos cargados. Cuando se electriza un cuerpo por contacto adquiere cargas del mismo signo que las del cuerpo que se las proporciona.



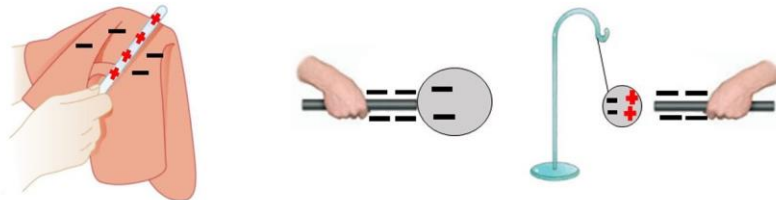
### POR INDUCCION

Un cuerpo puede electrizarse sin entrar en contacto directo con otro cuerpo cargado de electricidad utilizando la inducción electrostática.



# Electrización

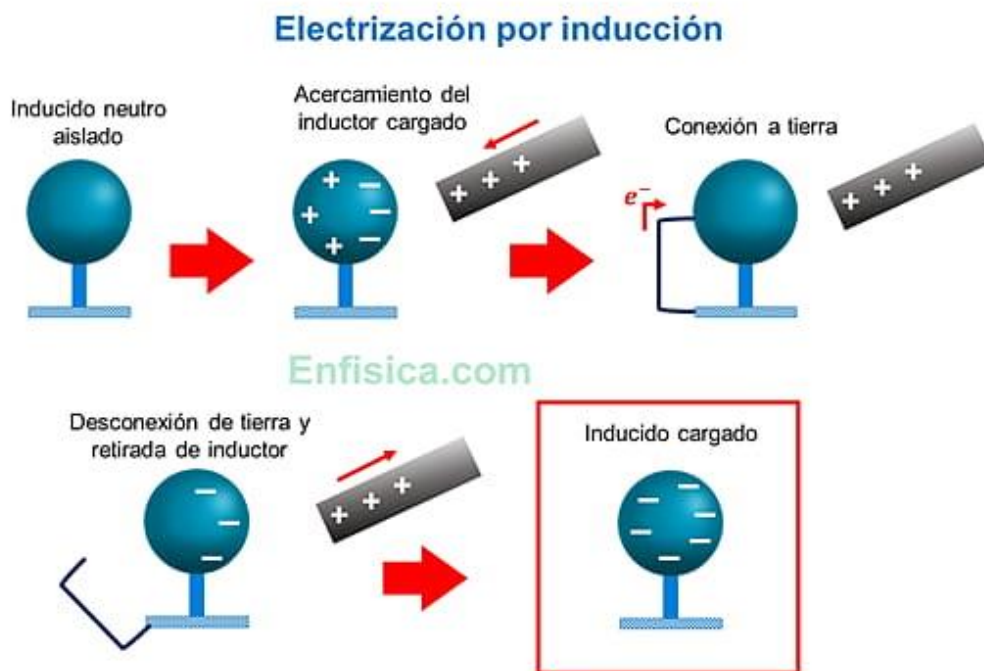
Frotamiento    Contacto    Inducción



## INDUCCION ELECTROSTÁTICA

Es el fenómeno por el cual, en un cuerpo conductor aislado, se separan cargas eléctricas negativas de las positivas al acercarle un cuerpo eléctricamente cargado.

En la figura se ilustra el procedimiento básico para cargar un cuerpo por inducción.



Primero debemos conseguir un cuerpo cargado eléctricamente que actúe como inductor, por ejemplo una barra de vidrio cargada positivamente por frotación. Al acercar la barra al metal, los electrones libres migrarán hacia el lado más cercano a la barra, ya



que la carga positiva atrae a los electrones negativos. Luego debemos realizar lo que se denomina “conexión a tierra” del lado opuesto que se encuentra cargado positivamente, es decir donde faltan electrones. La conexión a tierra permite que el metal obtenga los electrones que precisa desde otro cuerpo. Finalmente, cortamos la conexión a tierra y nuestro cuerpo metálico queda cargado negativamente, es decir con la carga opuesta al inductor.

Un fenómeno similar sucede en el caso del péndulo eléctrico cuando es atraído por una lapicera de plástico o tubo de ensayo.

## PÉNDULO ELÉCTRICO

Al acercar un cuerpo cargado eléctricamente a un péndulo cuyo estado de carga es neutro, el cuerpo polariza al péndulo, produciendo atracción entre ambos cuerpos. Si la varilla toca la esfera observarás en seguida una repulsión. Instrumentos tales como el péndulo eléctrico, que permiten acusar el estado eléctrico de los cuerpos se llaman *Electroscopios*.

