

# ELECTRICIDAD

**HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD:** El hombre primitivo hubo ya de asombrarse de la fuerza eléctrica del rayo, atribuido más tarde por los antiguos griegos, con tanta ingenuidad como sentido poético, a las iras de Júpiter. Pero en aquellos mismos remotos del alumbramiento de las ciencias especulativas y naturales fueron catalogadas, también en Grecia, dos nuevos fenómenos "eléctricos", mucho menos espectaculares, desde luego, pero en alto grado intrigante: la propiedad del ámbar de atraer objetos livianos una vez frotado con un paño de lana, y el insólito comportamiento de cierta piedra magnesia, lugar muy famoso de la antigua tesalia, cuya atracción ejercida permanentemente sobre el hierro no dejaba de admirar a Platón.



Tuvieron que transcurrir más de mil años hasta que el italiano Galvani pudiese añadir casualmente a la modestísima serie de conocimientos eléctricos fundamentales acumulados por el hombre, el de un fenómeno de nueva índole: la generación de una corriente eléctrica, provocada poniendo simplemente en contacto la pata de una rana recién muerta y desollada con unos objetos metálicos. A partir de entonces la electrología inicia una deslumbrante y acelerada carrera de descubrimientos y sistematización, hasta llegar en nuestros días a constituir una de las ramas de las ciencias más densas de contenido especulativo y de mayor trascendencia para la sociedad humana por sus casi ilimitadas aplicaciones prácticas.



Se atribuye al griego Thales DE Mileto (640-546 A. C) el haber descubierto que una varilla de ámbar frotada con un trozo de piel tiene la propiedad de atraer cuerpos livianos. Fueron éstas las primeras experiencias en las que se tuvo contacto con fenómenos de naturaleza eléctrica. Debieron pasar más de 2.000 años para que se comprobara que esta propiedad descubiertas por Thales de Mileto, no solo se presentaba el ámbar sino muchos otros materiales, como el vidrio, el plástico,

la resina, el azufre, etc. La palabra electricidad proviene del término elektron (en griego electrón) que significa ámbar.

En 1551 CARDAN, observó las diferencias existentes entre las propiedades magnéticas de la magnetita y las propiedades eléctricas del ámbar.

En 1747 FRANKLIN, distinguió entre electrización positiva y negativa.

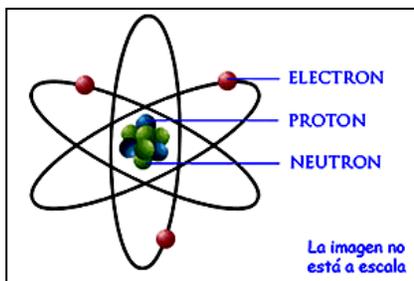
Los primeros estudios cuantitativos de la electrización se deben a Priestley y Coulomb, quienes independientemente descubrieron la **ley de la atracción y repulsión** de cargas eléctricas.

VOLTA resolvió el problema del almacenamiento de la energía construyendo la primera pila eléctrica.

En 1819, el científico danés Hans Oersted notó que una corriente eléctrica crea un campo magnético tal y como ocurre en un imán. Este descubrimiento sirvió para la invención de los generadores y los motores eléctricos. El electromagnetismo no es solo una de las cuatro fuerzas básicas que mantienen unido el universo sino también es toda clase de radiación conocida, incluyendo las ondas de televisión, las ondas de radio, la luz visible, los rayos-X, la gama y los rayos cósmicos.

En 1831, Faraday consiguió la producción de corrientes eléctricas inducidas mediante un campo magnético variable. Las ecuaciones del campo electromagnético de Maxwell, en 1865, supusieron el establecimiento del electromagnetismo clásico que, salvo algunas restricciones, está todavía vigente, a pesar de la teoría Cuántica y de la Relatividad.

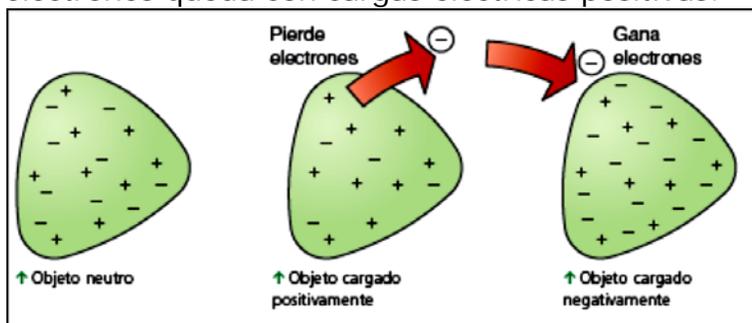
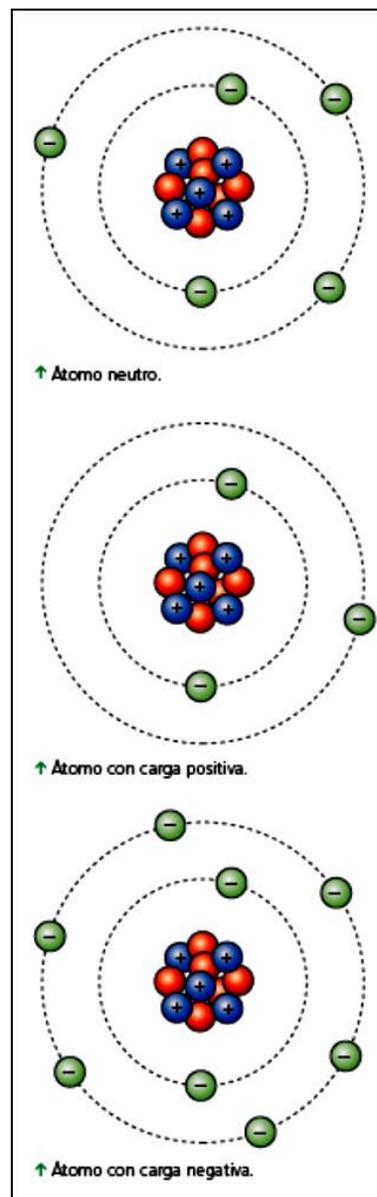
## CARGA ELÉCTRICA



La **carga eléctrica** es una propiedad fundamental del cuerpo, la cual **mide el exceso o defecto de electrones**.

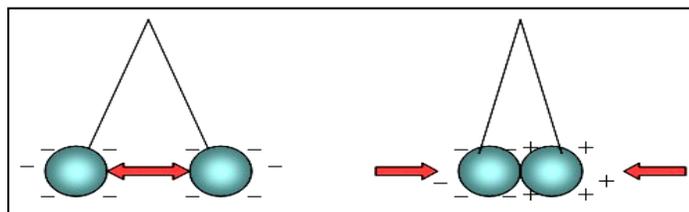
La materia está formada por átomos que, en estado normal, son eléctricamente neutros. Cada átomo tiene en su interior una determinada cantidad de

protones (con carga positiva) y la misma cantidad de electrones (con carga negativa) girando alrededor del núcleo. Sin embargo es frecuente que los átomos ganen o pierdan uno o varios electrones. En el primero de los casos el átomo se carga negativamente (electricidad negativa), mientras que en el segundo se carga positivamente (electricidad positiva). Por lo tanto existen dos tipos de cargas eléctricas: **positivas y negativas**. Cuando los átomos de un cuerpo reciben electrones provenientes de los átomos de otro cuerpo, el que recibe electrones adquiere carga eléctrica negativa ya que ahora tiene electrones de más. El cuerpo que ha perdido electrones queda con cargas eléctricas positivas.

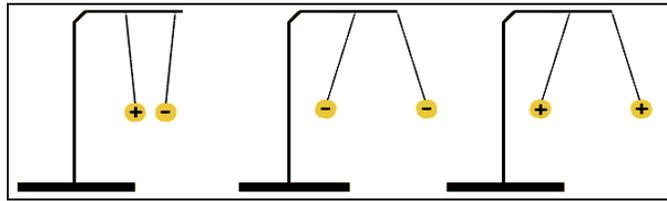
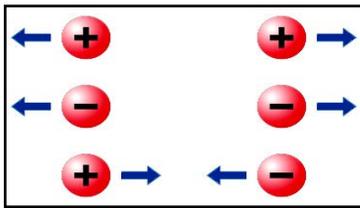


Como consecuencia de la existencia de dos tipos de cargas eléctricas puede ocurrir:

- **Que dos cuerpos se atraigan:** Esto se produce cuando uno de los cuerpos tiene carga positiva y el otro, negativa.

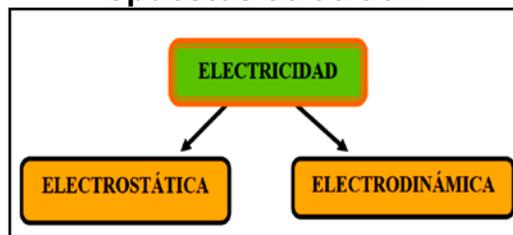


- **Que dos cuerpos se rechazan:** Esto ocurre cuando ambos cuerpos tienen cargas de igual signo.



### LEY DE LAS CARGAS:

**Cargas eléctricas de iguales signos se repelen y cargas eléctricas de signos opuestas se atraen.**



Los fenómenos eléctricos pueden deberse a electricidad estática (Electrostática) o pueden ser debidos a la circulación de una corriente eléctrica (Electrodinámica).

## ELECTROSTÁTICA

La **electroestática** estudia el comportamiento de la **corriente estática**. La **corriente estática** la corriente que **no fluye**, este efecto se da cuando hay **contacto entre dos cuerpos** causa que **uno gane electrones y otro pierda electrones**. Como no hay forma que los electrones regresen al cuerpo original el desbalance se mantiene, si no se mantiene el rozamiento la electricidad estática desaparece. Si un objeto recibe un exceso de electrones adquiere carga positiva, y si le faltan electrones adquiere carga negativa. Todo cuerpo cargado se encuentra rodeado por un campo eléctrico que actúa sobre los cuerpos cercanos a él. Este fenómeno se conocía ya en la antigua Grecia, donde se había observado que al frotar un trozo de ámbar con una tela, aquel era capaz de atraer pequeños objetos tales como trozos de papel. En el griego, el ámbar recibe el nombre de electrón, y de este vocablo se deriva el término electricidad.



## El Ámbar

El ámbar amarillo o succino es una especie de resina fósil que se encontraba en abundancia en las costas del mar Báltico. A causa de su belleza, de su color y de su transparencia, se le usó por espacio de mucho tiempo como objeto de ornamento en los prendidos y en las joyas de lujo de la época. Este material al ser frotado suavemente con un paño o tela atrae cuerpos livianos, como briznas de paja, barbas de pluma, fragmentos de corcho, papel, etc., al realizar esta experiencia, se observa cómo estos cuerpos son atraídos misteriosamente por el ámbar frotado.



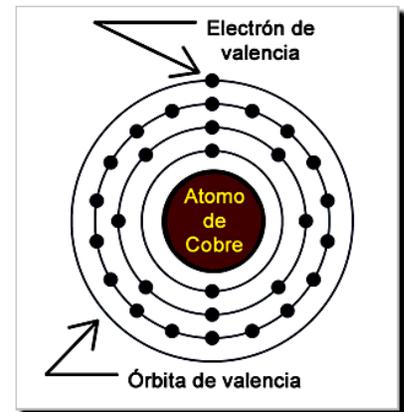
Este fenómeno, mencionado por el filósofo Tales de la ciudad de Mileto, capital de Jonia, la mayor ciudad de Grecia en el siglo VII antes de Cristo, se considera, según la mayoría de los historiadores de la Ciencia, el origen de un vasto conocimiento sobre la estructura y comportamiento de la materia. Hoy en día, parte de este conocimiento es designado con el nombre de Electricidad, palabra derivada de *h l e k t r o n* (elektron), justamente el nombre griego del ámbar amarillo.



Hormiga primitiva en un trozo de ámbar de un millón de años de antigüedad.

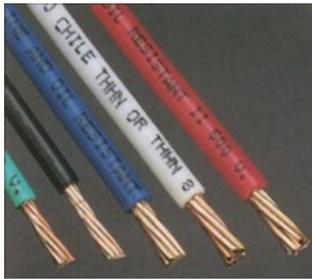
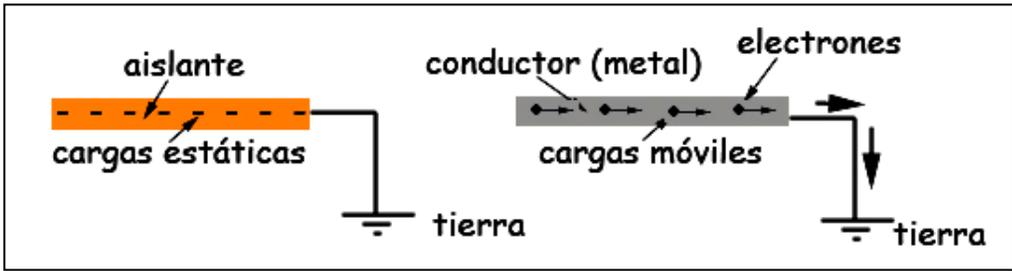
**CUERPOS CONDUCTORES:** Son cuerpos conductores de la electricidad aquellos que dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica. Para que un cuerpo sea conductor necesita tener átomos con muchos electrones libres, que se puedan mover con facilidad de un átomo a otro.

Vistos desde el punto de vista eléctrico, los materiales que son buenos conductores de la electricidad son aquellos cuyos átomos se desprenden con facilidad de los electrones de su última órbita. Estos electrones, los de la última capa del átomo, reciben el nombre de "electrones de valencia" y la última capa en la que orbita "órbita de valencia". Estos electrones son los responsables de que el material del que forman parte sea o no buen conductor



**CUERPOS AISLANTES:** Se llama así a aquellos cuerpos que no permiten el paso de la corriente eléctrica. Una diferencia de potencial establecida en un material aislante no consigue movilizar a los electrones de dicho material. El diamante, el plástico y la madera son materiales aislantes.

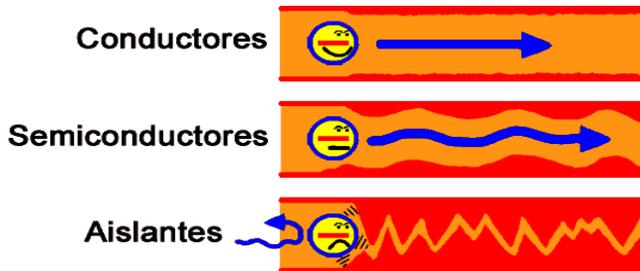
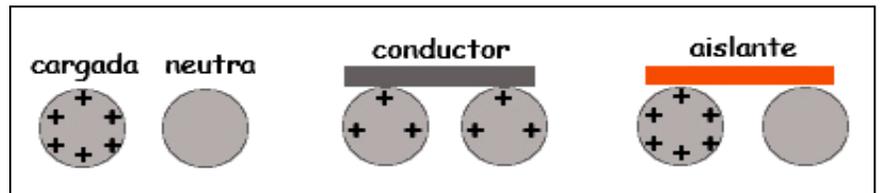
El que un cuerpo se comporte como un conductor o como un aislante depende de su naturaleza. Así los materiales conductores poseen electrones que pueden moverse fácilmente a lo largo del material, mientras que los aislantes tienen los electrones fuertemente ligados.



Son ejemplo de materiales aislantes la madera, los plásticos, el caucho y el vidrio. Los metales son conductores y algunas disoluciones también (por ejemplo la sal común disuelta en agua).

El cable para el paso de la corriente está compuesto por filamentos de cobre (conductor) envuelto de un aislante.

La distinción entre conductores y aislantes no es absoluta. Existen muchas situaciones intermedias muy interesantes, como la de los materiales **semiconductores** (por ejemplo, el silicio), debido a su gran importancia en la fabricación de componentes electrónicos.

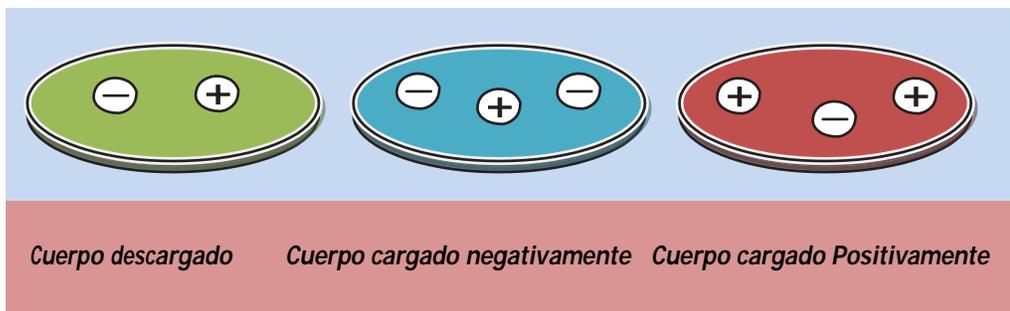


Un cuerpo en su estado natural tiene el mismo número de electrones que protones en el núcleo.

Si un electrón recibe un exceso de energía, debido a un fenómeno externo, el electrón puede escaparse del átomo, entonces se habrá electrizado el cuerpo. El átomo tendrá mayor cantidad de protones que electrones, se habrá cargado entonces positivamente.

## ESTADOS ELÉCTRICOS DE UN CUERPO

Cuando cargamos eléctricamente un cuerpo, no estamos creando cargas en el material. La carga eléctrica no se crea ni se destruye; solo se transfiere. Lo anterior es conocido como **conservación de la carga**.



## UNIDADES DE CARGA ELECTRICA

En el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) la carga eléctrica se mide en coulomb. Ejemplo la carga del electrón es: 1 electrón =  $-1,6 \times 10^{-19}$  Coulomb

	MASA	CARGA
Electrón	$9,02 \cdot 10^{-31}$ kg	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Protón	$1,66 \cdot 10^{-27}$ kg	$1,6 \cdot 10^{-19}$ C

**Sistema Adicional:** statCoulomb (stC)

**Equivalencia:**  $1 \text{ C} = 3 \cdot 10^9 \text{ stC}$

## MÉTODOS PARA ELECTRIZAR UN CUERPO

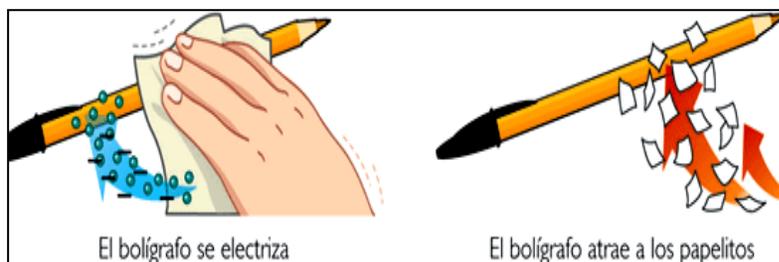
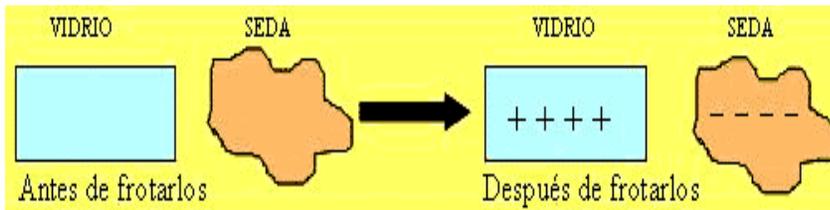
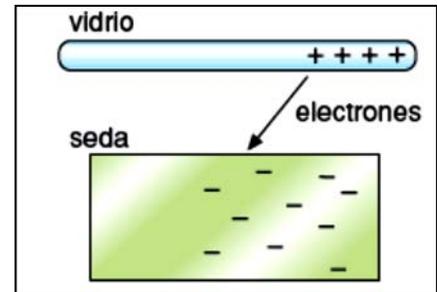
- 1) Frotamiento (fricción)
- 2) Contacto
- 3) Inducción



## 1.- ELECTRIZACION POR FROTAMIENTO

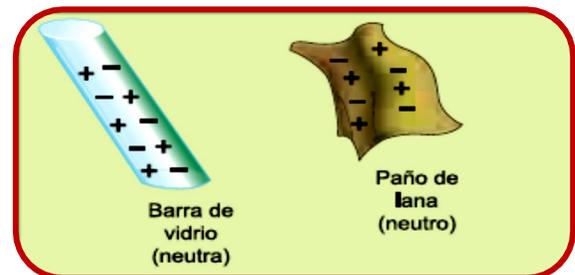
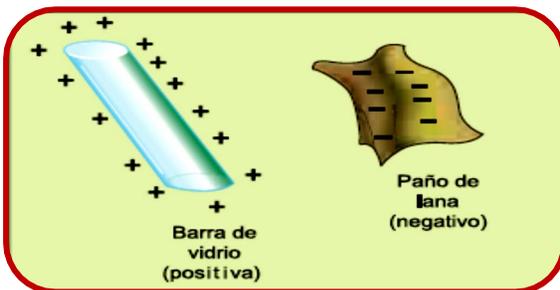
Al frotar dos cuerpos eléctricamente neutros (número de electrones = número de protones), ambos se cargan, uno con carga positiva y el otro con carga negativa.

Al frotar 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 a al lápiz.



El bolígrafo se electriza

El bolígrafo atrae a los papelitos



## SERIE TRIBOELECTRICA

Es una lista de materiales dispuestos en un orden determinado, de tal manera que en un extremo se encuentran los más positivos y en el otro los más negativos eléctricamente.

Frotando dos materiales de la secuencia (ej. cabello humano y poliuretano), el que esté en la posición más alta HACIA EL LADO POSITIVO (cabello) se cargará positivamente, mientras que el que se sitúe más abajo HACIA EL LADO NEGATIVO (poliuretano) se carga negativamente.

Además cuanto más separados estén los materiales en la tabla, más intensa es su electrización, mayor es la carga transferida.

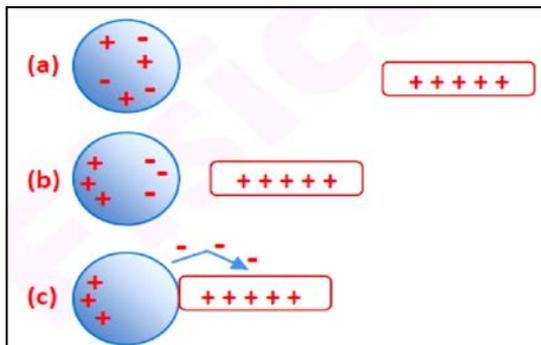
### Tabla triboeléctrica

Manos humanas (Muy positivo)
Piel de Conejo
Vidrio
Cabello humano
Nílon
Lana
Piel
Plomo
Seda
Aluminio (Neutro)
Papel
Algodón
Acero (neutro)
Madera
Ámbar
Caucho duro
Níquel, cobre
Latón, plata
Oro, platino
Poliéster
Estireno (Styrofoam)
Abrigo De Saram
Poliuretano
Polietileno (como la cinta Scotch)
Polipropileno
Vinilo
Silicio
Teflón (Muy negativo)

## 2.- ELECTRIZACIÓN POR CONTACTO

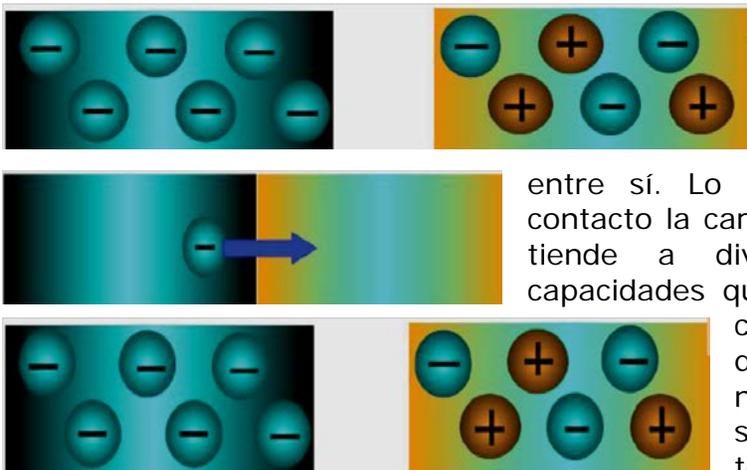
Se puede cargar un cuerpo con sólo tocarlo con otro previamente cargado. En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga, es decir, si se toca un cuerpo neutro con otro con carga positiva, el primero también queda con carga positiva.

### - Electrización por contacto con cargador positivo



Al acercar una barra cargada positivamente (inductor) a una esfera eléctricamente neutra, en ella se produce la polarización eléctrica (b) y cuando se les pone en contacto, los electrones de la esfera se trasladan a la barra inductora (c). Finalmente la esfera quedará cargada positivamente por el defecto de electrones.

### - Electrización por contacto con cargador negativo

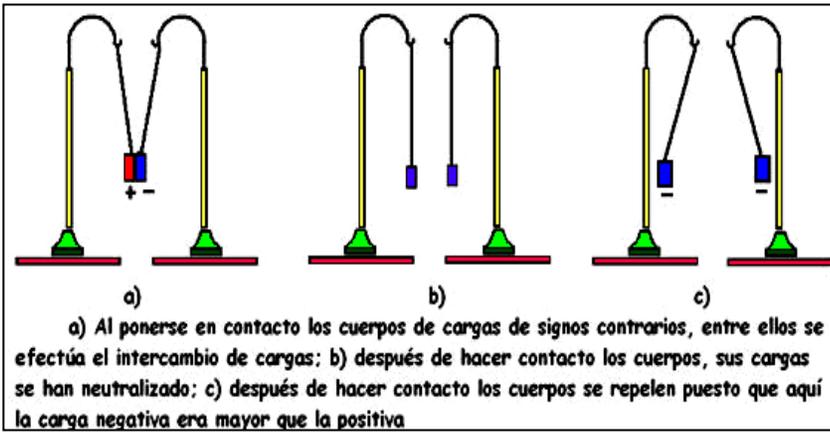


Aquí se necesita un cuerpo previamente cargado, por ejemplo negativamente, y otro neutro.

El procedimiento es muy simple: basta ponerlos en contacto, que se toquen entre sí. Lo que sucede es que mientras dure el contacto la carga total que existe entre ambos cuerpos tiende a dividirse proporcionalmente según las capacidades que tiene cada uno de ellos para poseer carga eléctrica, consecuencia de esto es que el cuerpo que está cargado negativamente le traspasa, a nivel superficial, parte de sus electrones que tenía en exceso al que estaba neutro.

De esta forma el que estaba neutro quedará cargado negativamente y el que estaba cargado previamente seguirá cargado, pero con menor carga que la que tenía.

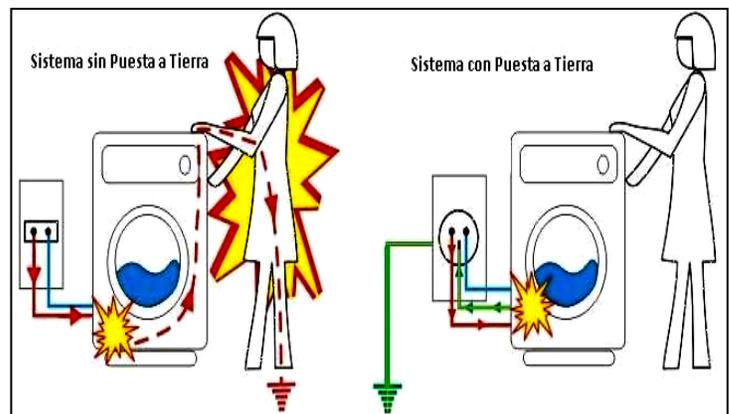
Al final del proceso ambos cuerpos quedan cargados negativamente y, nuevamente, se tiene que la carga total del conjunto de los dos cuerpos se mantiene constante.



### CONEXIÓN A TIERRA:

En muchas ocasiones se necesita que un cuerpo esté neutro eléctricamente. El procedimiento que se emplea es el que se conoce como conexión a tierra. Se trata de que el cuerpo, que se supone está cargado, se conecte a la tierra mediante un conductor.

La tierra tiene la propiedad de atraer los electrones que están en exceso en un cuerpo cargado negativamente o de proveerle de electrones si está cargado positivamente.



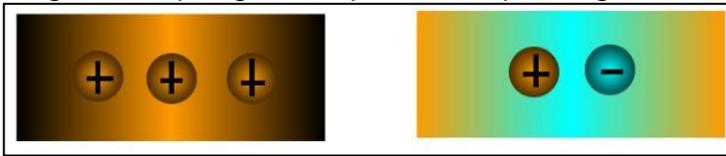
### NOTA

La Tierra es considerada como un gran manantial de electrones, por tener una inmensa cantidad de electrones.

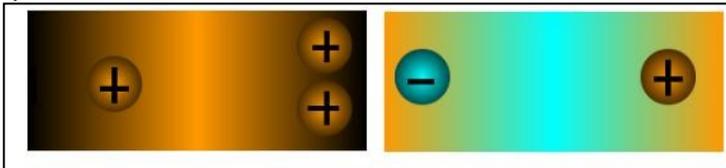
### 3.- ELECTRIZACION POR INDUCCION O INFLUENCIA

#### - Cuerpo cargador Positivo

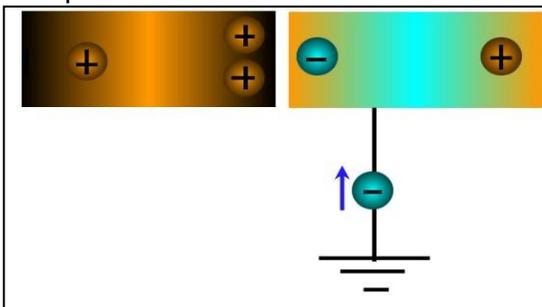
- Igual que el método anterior, necesitamos un cuerpo neutro eléctricamente y otro cargado. Supongamos que el cuerpo cargador tiene carga positiva.



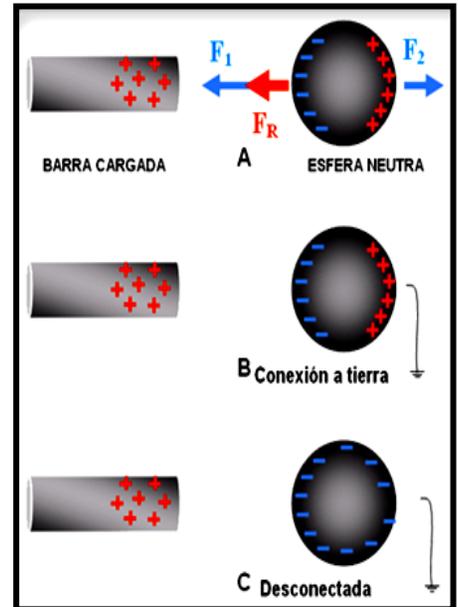
- Acercamos los cuerpos sin que haya contacto.
- Veremos que en el cuerpo neutro se produce una polarización, donde el cuerpo cargado positivamente atrae a la carga negativa del que está neutro



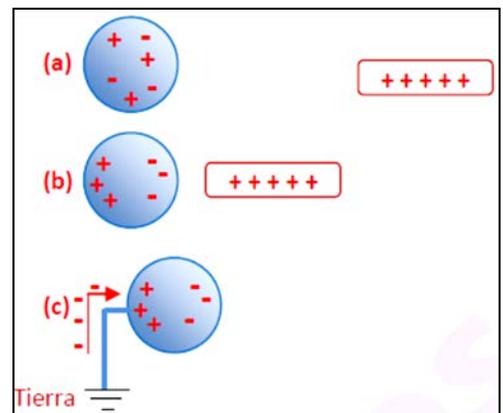
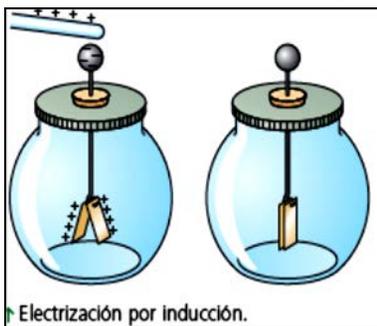
- Posteriormente hacemos contacto a tierra en el cuerpo neutro



- Para que se produzca un equilibrio entre los extremos cercanos y polarizados, suben electrones de tierra hacia el cuerpo neutro a través de la conexión a tierra.
- Luego se desconecta la conexión a tierra y se separan los cuerpos.
- Se observará que el cuerpo neutro quedará **cargado negativamente** y el que estaba

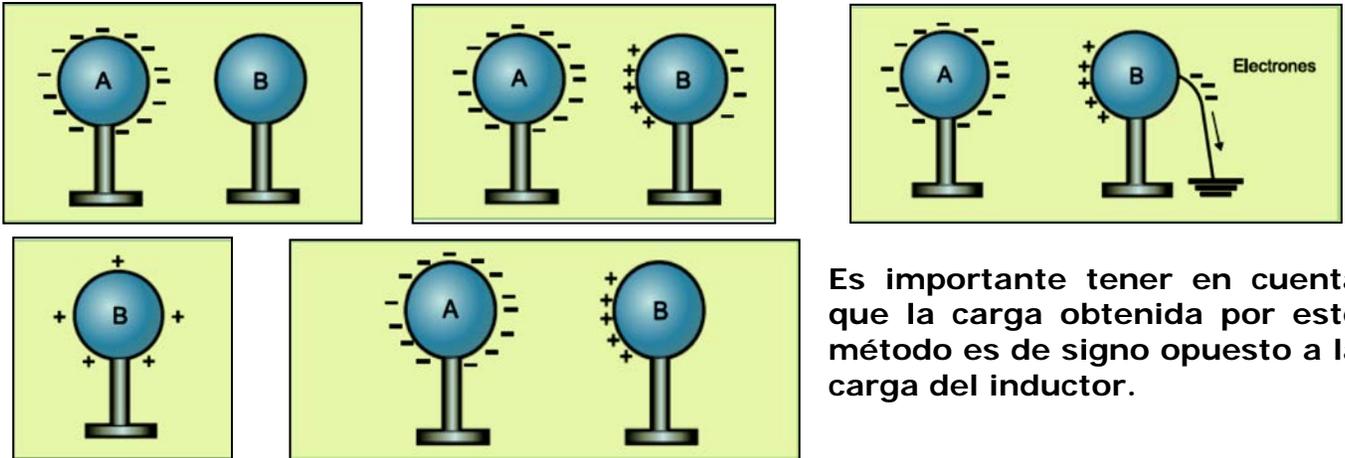


Quando la esfera eléctricamente neutra y la barra inductora se encuentran cerca la una a la otra (b), a la esfera se le conecta mediante un hilo conductor a Tierra (c), se produce un flujo de electrones desde la Tierra a la esfera neutralizando a las cargas positivas y por ende la esfera quedará cargada negativamente.



### - Cuerpo cargador Negativo

Una de ellas (A) deberá estar electrizada (cuerpo inductor) y la otra (B) neutra (cuerpo inducido). Supongamos, por ejemplo, que el cuerpo (A) este electrizado negativamente y se aproxima al conductor (B)



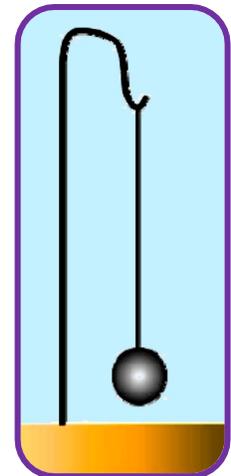
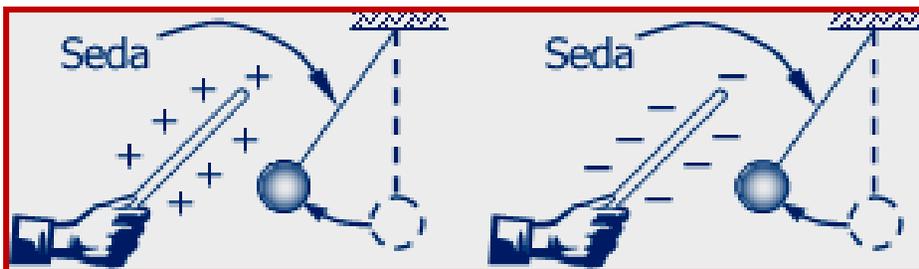
Es importante tener en cuenta que la carga obtenida por este método es de signo opuesto a la carga del inductor.

### DETECCIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS

#### - PÉNDULO ELÉCTRICO

Un electroscopio muy simple puede formarse por una pequeña esfera de plumavit o papel metálico (no electrizada) suspendida por un hilo, a este electroscopio se le suele llamar "péndulo eléctrico".

*Siempre se produce una atracción, luego se neutralizan y finalmente se repelen.*



En la imagen se muestra que, al acercar un cuerpo electrizado (positivo o negativo) a la esfera, ésta es atraída; por otro lado cuando se tiene cualquier cuerpo electrizado, éste atrae a esferas sin saber si esta electrizado positivamente o negativamente. En caso que se quiera saber cómo está electrizado el cuerpo es necesario electrizar a la esfera (por ejemplo negativamente), si el cuerpo repele a la esfera éste estará electrizado negativamente, en caso contrario, si lo atrae estaría electrizado positivamente.

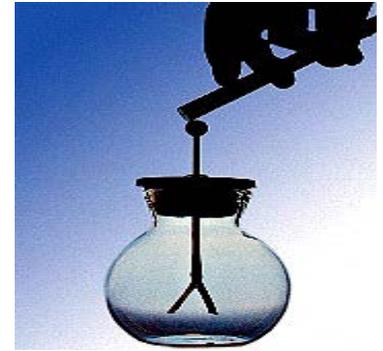
## - EL ELECTROSCOPIO

El electroscopio es un instrumento cualitativo, empleado por primera vez por el físico y químico británico Michael Faraday, que demuestra la presencia de cargas eléctricas.

El electroscopio compuesto por dos láminas de metal muy finas colgadas de un soporte metálico en el interior de un recipiente de vidrio u otro material no conductor. Una esfera que recoge las cargas eléctricas del cuerpo cargado que se quiere observar; las cargas, positivas o negativas, pasan a través del soporte metálico y llegan a ambas láminas. Al ser iguales, las cargas se repelen y las láminas se separan. La distancia entre éstas depende de la cantidad de carga.

Es un instrumento que sirve para determinar la presencia o ausencia de cargas eléctricas de un cuerpo.

Para esto, el cuerpo cargado se acerca o se pone en contacto a la esferita metálica, en esta situación las hojas metálicas se abrirán.



### ¿Cómo funciona el electroscopio?

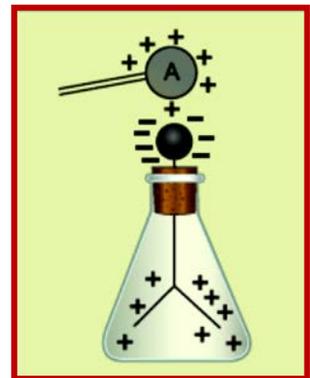
El electroscopio funciona cumpliendo la cualidad de fuerzas de atracción y repulsión entre cuerpos cargados eléctricamente así como la conductividad en los metales.

En el ejemplo se tomará una barra cargada positivamente, para hacer funcionar un electroscopio se puede ejecutarlo por "contacto" o "inducción"

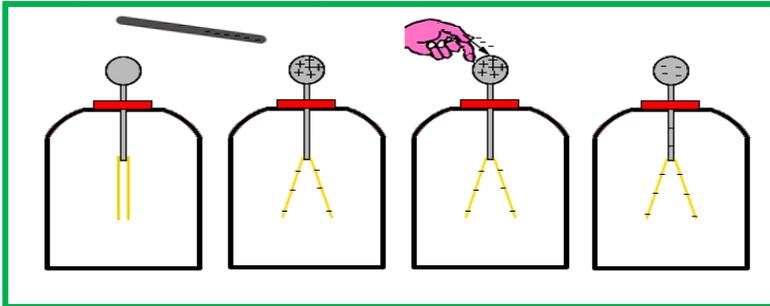
**A) Por inducción:** Cuando la barra cargada positivamente se acerca a la bola de metal (sin tocarla), se producirá una inducción electrostática en el electroscopio.

Los electrones serán atraídos por la barra trasladándose éstas a la bola de metal quedando las cargas positivas en las hojas, rechazándose entre si, por lo cual éstas se abrirán.

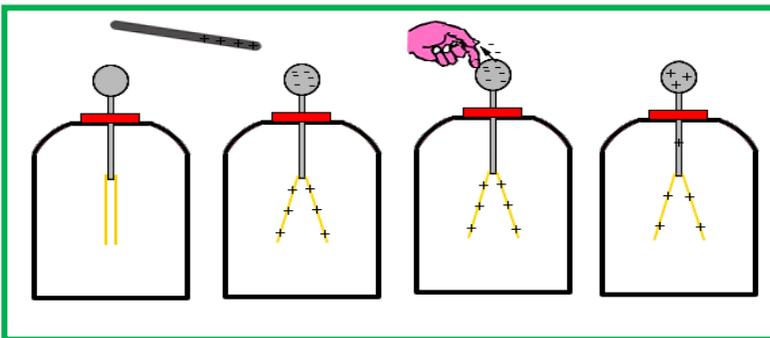
Al alejar la barra del electroscopio, los electrones ubicados en la bola se trasladarán a las hojas quedando neutro dichas hojas, motivo por el cual éstas se cerrarán. Lo mismo ocurrirá, en forma análoga si se carga con cargas negativas.



### - Cargando con cargas negativas

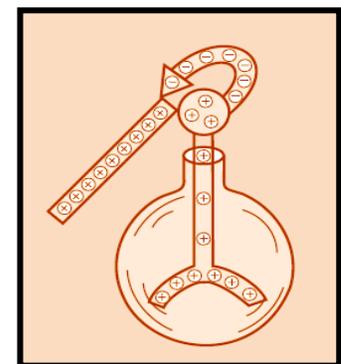


### - Cargando con cargas positivas



**B) Por contacto:** Cuando la barra cargada positivamente toca a la bola de metal, los electrones del electroscopio pasan a la barra creando en él una deficiencia de electrones quedando cargado positivamente; como quiera que ahora las láminas tienen cargas del mismo signo, se rechazarán y por lo tanto se abrirán.

Al alejar la barra del electroscopio, éste quedará cargado positivamente (signo de la barra) y por lo tanto las hojas permanecerán abiertas (debido a la repulsión electrostática).



### ¿DÓNDE SE ACUMULA LA CARGA ELÉCTRICA QUE ADQUIERE UN CUERPO?



En un material mal conductor de la electricidad la carga que adquiere se distribuye uniformemente en todo el cuerpo. En su superficie y en su interior.

En un buen conductor la carga que adquiere se distribuye en toda su superficie, y el cómo se distribuye depende de la forma de la superficie del cuerpo.

Si el cuerpo conductor que se carga es una esfera, entonces la carga se distribuye uniformemente en su superficie, en cambio si su

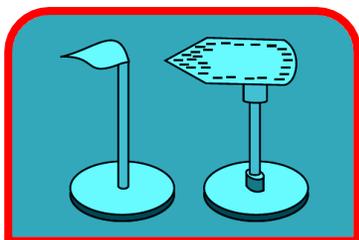
superficie es irregular, la carga tiene mayor densidad en la parte de la superficie con mayor curvatura.



Esto último que se menciona da origen a la creación de la llamada **jaula de Faraday**. Se trata de cualquier cuerpo que tenga una estructura exterior metálica. Si adquiere carga eléctrica, por cualquier medio, su interior no se ve afectado.

Una aplicación, que no deja de ser curiosa, de la jaula de Faraday es la siguiente: Si vas en un automóvil en un día con tormentas eléctricas y cae un rayo al vehículo. Debido a que la carrocería es metálica tú, al ir en su interior, no recibirás la descarga aunque es altamente probable que la jaula, que viene a ser el automóvil, se recaliente mucho y por ello tengas algún problema serio.

### PODER DE LAS PUNTAS



Una superficie puntual tiene área muy pequeña y si está cargada, la densidad de carga eléctrica se hace máxima en dicha punta, tanto así que las cargas ahí acumuladas tienden a escaparse más o menos con gran fuerza, generando el llamado "viento eléctrico" capaz de apagar una vela. Una aplicación directa de este fenómeno es el pararrayos.

### ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

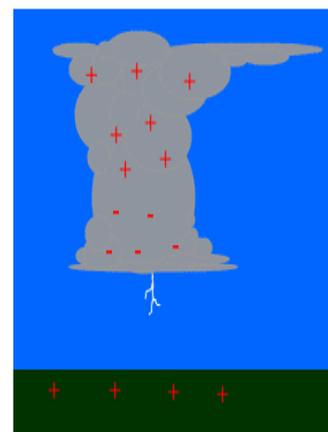
Si dos cuerpos están cargados con una gran cantidad de carga eléctrica de signo contrario y están separados por un aislante (un gas), puede producirse una descarga entre los dos cuerpos y se observa una chispa al paso de los electrones a través del gas.

Esto sucede cuando se forma una tormenta. Al calentarse la superficie de la tierra, aparece una corriente de convección en el aire, que se va enfriando hasta condensar el agua que contiene y formar una nube (cúmulo). Por el frotamiento, la parte superior queda cargada positivamente y la inferior negativamente. La superficie de la tierra se carga positivamente por inducción.

Tal y como la carga eléctrica acumulada aumenta, aparecen fuertes descargas entre distintos puntos de una misma nube, entre nubes distintas o entre la nube y la tierra. Esta descarga eléctrica entre la nube y la Tierra recibe el nombre de rayo.

El relámpago es el fenómeno luminoso asociado a un rayo, aunque también suele darse este nombre a las descargas eléctricas producidas entre las nubes.

El calor producido por la descarga eléctrica calienta el aire y lo expande bruscamente dando lugar a un sonido, el trueno.



El rayo es la unión violenta de las cargas positivas y negativas, constituyendo una descarga eléctrica a través de gases de baja conductividad.

Las descargas pueden ocurrir de nube a nube o de nube a tierra. Estas últimas son a las que nos referiremos, por ser las que provocan daños tanto en tierra, como en el agua.

Usualmente las nubes están cargadas negativamente en su base y positivamente en su parte superior. Por inducción electrostática la tierra resultará positiva inmediatamente debajo de tal nube. Se establece así una diferencia de potencial enorme, produciéndose el rayo cuando se vence la rigidez dieléctrica del medio (aire o vapor de agua). Simultáneamente con el rayo se produce la luz (relámpago) y sonido (trueno).

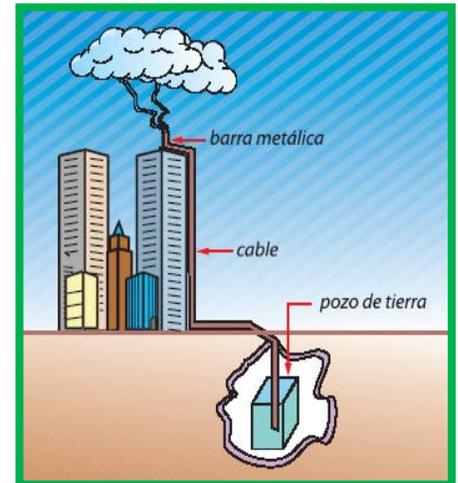
Aproximadamente la mitad de los rayos constituyen descargas simples y la otra mitad corresponde a rayos compuestos por descargas múltiples de rápida sucesión.

Así como en la nube se forman centros de carga, algo similar ocurre en la tierra, pues hay suelos más conductores que otros, teniéndose en cuenta que las cargas en la tierra se mueven según la inducción que impone la nube.

Dado que la nube puede cubrir grandes superficies terrestres, su influencia electrostática será importante. Puede haber de este modo muchos centros de carga.

El rayo incidirá sobre el elemento que le signifique mayor conductividad y sea capaz de aportar más cargas al fenómeno. También pueden producirse descargas superficiales entre ellos al desaparecer la carga inductora como consecuencia de rayos de nube a nube.

El inicio de la descarga en una primera instancia es invisible, en la cual varios pilotos se acercan a tierra, a modo de ramificaciones. Cuando el camino trazado por los pilotos queda ionizado, se inicia la descarga de retorno principal, originando las descargas visibles.



## EL PARARRAYOS



El pararrayos, es un instrumento que sirve para evitar que un rayo caiga sobre una vivienda, edificio, puente, etc. y que lo destruya.

Consiste en una barra metálica con el extremo superior en punta. Este debe estar comunicado a Tierra por un cable de cobre que llegará al pozo de Tierra, su explicación es la siguiente.

- **Caso a:** la nube cargada, carga por inducción la superficie de la Tierra y las partes metálicas del pararrayos, especialmente las puntas para finalmente escapar por estos.

- **Caso b:** si ya se produjo el relámpago, será más probable que el rayo caiga en las puntas del pararrayos que en otra zona próxima; las cargas pasarán a la Tierra.