

ELECTROESTÁTICA

En este capítulo se dará inicio al estudio de la Electricidad, es decir, vamos a tratar de entender una gran variedad de efectos, muy ligados a nuestra vida diaria, denominados fenómenos eléctricos.

El estudio de la Electricidad se divide en tres partes:

- Electrostática; se encarga de estudiar las cargas eléctricas en reposo.
- Electrodinámica; estudia las cargas en movimiento, es decir las corrientes eléctricas que circulan a través de un conductor.
- Electromagnetismo; se preocupa de estudiar las relaciones entre las cargas eléctricas en movimiento y la generación de fenómenos magnéticos.

INTRODUCCIÓN

En lo referente a la naturaleza de la electricidad, mucho se ha especulado a través del tiempo pero, a pesar de todos los esfuerzos y descubrimientos, solo una afirmación categórica se puede hacer al respecto:

LA ELECTRICIDAD ES UNA FORMA DE ENERGIA

Esta forma de energía puede decirse que ya fue observada en sus manifestaciones atmosféricas por el hombre primitivo, el rayo fue un fenómeno al cual se le intentó dar explicaciones sobrenaturales. El estudio de la electrostática en forma formal tiene su inicio con los griegos, siendo Tales de Mileto (año 600 a.c.) filósofo griego considerado uno de los sabios de la antigüedad y el primero que se dedica al estudio de los fenómenos eléctricos básicos.

Los Griegos observaron que el ámbar al ser frotado adquiría la propiedad de atraer objetos livianos, como por ejemplo, pelo, semillas pequeñas, etc. Los griegos, admirados, ante esta capacidad de actuar a distancia, trataron de explicarla por medio de algún mecanismo. Unos le atribuyeron origen divino, otros creían que los cuerpos eran atraídos para servir de alimento al ámbar, otros suponían la existencia de una simpatía entre los cuerpos que atraían y los atraídos.

Casi 2500 años más tarde, en el siglo XVI, el Inglés W. GILBERT (1544-1603) inspirándose en el nombre griego de ámbar (elektrón) comenzó a usar palabras como electrizar, electricidad etc.

Al referirse a los cuerpos que se comportaban como el ámbar descubrió después de realizar experimentos muy cuidadosos que cierta categoría de cuerpos, al frotarse pueden atraer a cualquier otro cuerpo aunque estos no sean livianos.



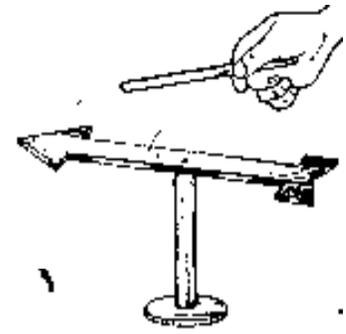
Tales de Mileto (580-546 a.C.). Filósofo griego, conocido por sus teorías cosmológicas basadas en la hipótesis de que el agua era el constituyente de toda la materia que existe en el universo. No existen escritos acerca de la vida de Tales, por lo cual es difícil el conocimiento de su obra. El his-



William Gilbert (1544-1603). Nació en Essex, y se convirtió en el científico de mayor renombre en Inglaterra durante el reinado de Isabel I. Aun cuando estudió medicina y se convirtió en un médico de prestigio, su trabajo más importante se transcribe en la obra publicada en 1600: *De Magnete, Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure*; es decir, "Sobre los imanes, los cuerpos magnéticos y el gran imán terrestre".

Gilbert apoyó una flecha de un material cualquiera sobre una base y aproximó una barra de ámbar frotada con lana y observó que la flecha era atraída por la barra.

Repitiendo muchas veces los experimentos de Gilbert y otros semejantes, sus sucesores observaron que, podrían aparecer entre dos cuerpos electrizados **fuerzas de atracción o también fuerzas de repulsión.**



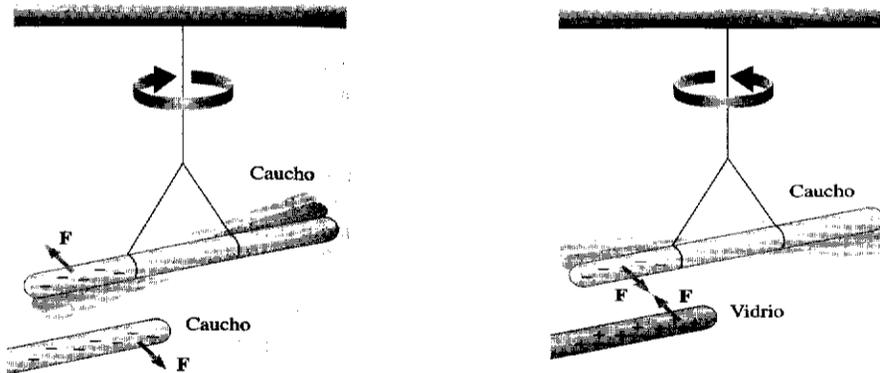
Carga positiva y carga negativa:

Si una barra de vidrio se frota con seda, se dice que el vidrio queda con carga vítrea o positiva, en tanto que la seda queda con carga negativa. Por lo que todo cuerpo que se encuentre electrizado al acercarlo a la barra de vidrio sea repelido, diremos que esta electrizados positivamente.

Existe un segundo grupo de cuerpos que se comportan como una barra de resina (ámbar) frotada con lana, que al acercarse entre sí estos cuerpos también se repelen, pero al acercarlos a los cuerpos de grupo anterior (vítrea), se atraen. Los cuerpos que pertenecen a este segundo grupo se les dice que se encuentran electrizados negativamente.

Por lo que podemos concluir que:

Existen dos tipos de carga eléctrica: positivas o vítrea y negativa o resinosa. Las cargas de igual tipo (mismo signo) se repelen y de distinto tipo (signo contrario) se atraen.



Negativa con positiva se atraen

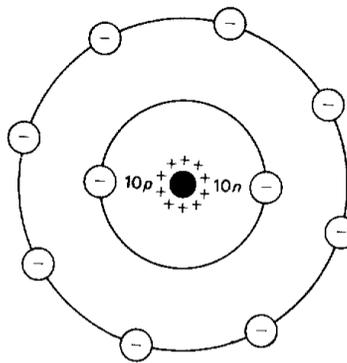


Negativa con negativa se repelen



¿Por qué se electriza un cuerpo?

Con los descubrimientos realizados en este siglo, se sabe que en realidad **el proceso de electrización consiste en la transferencia de electrones de un cuerpo a otro**. La teoría atómica moderna enseña que la materia está constituida, básicamente, por protones (poseen carga positiva), electrones (poseen carga negativa) y neutrones (no poseen carga) (Modelo de Rutherford - Bohr)



Un cuerpo en su estado normal, no electrizado, posee igual número de protones como de electrones, si el cuerpo pierde electrones, tendrá un exceso de protones, por lo que se encuentra electrizado positivamente. Si recibe electrones, tendrá un exceso de estas partículas y estará electrizado negativamente.

Carga y masa del electrón, protón y neutrón

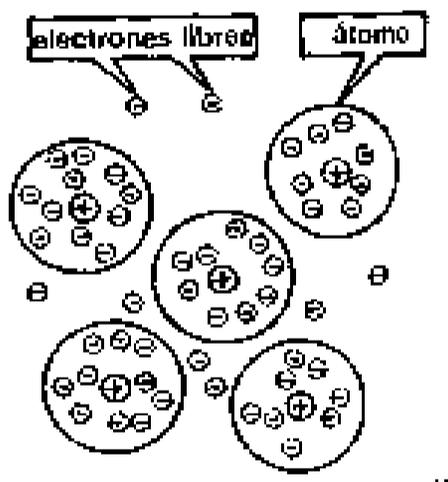
Partícula	Carga (C)	Masa (kg)
Electrón(e)	-1.602×10^{-19}	9.1×10^{-31}
Protón (p)	$+1.602 \times 10^{-19}$	1.67×10^{-27}
Neutrón (n)	0	1.67×10^{-27}

Cuerpos Conductores y Aisladores:

Todos los cuerpos pueden ser electrizados por cualquier procedimiento. Aquellos cuerpos en los cuales la electrización se transmite en toda su extensión y no queda limitada solo en la zona en que se produce, reciben el nombre de **Conductores**.

Entre los mejores conductores debemos destacar a los metales y a las soluciones salinas. Entre los metales los más sobresalientes son: la plata, el oro y el cobre, este último es el de mayor uso práctico por ser más económico.

En un conductor metálico los electrones de las órbitas más lejanas no permanecen unidos a sus respectivos átomos y adquieren libertad de movimiento en el interior del sólido. Estas partículas reciben el nombre de "electrones libres", por lo tanto es posible que la carga eléctrica sea transportada por todo el sólido.

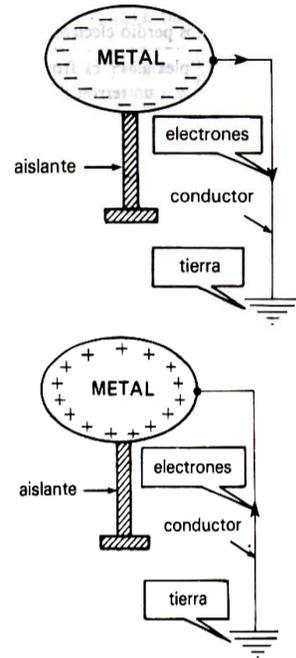


Aquellos cuerpos en que la electrización no se extiende, si no que se localiza en la zona en que se produce, reciben el nombre de **Aisladores**. Los aisladores más conocidos son: la ebonita (pasta dura de corcho), el azufre, el vidrio, la parafina, la seda, la cerámica, la madera, el aire, etc.

Al contrario de los conductores estos materiales tienen sus electrones firmemente unidos a sus respectivos átomos, es decir, estas sustancias no poseen electrones libres o son muy pocos, por lo tanto no es posible el movimiento de carga eléctrica a través de estos cuerpos.

Comentarios:

- Si se tiene un cuerpo conductor cargado negativamente, el cual se encuentra apoyado en un soporte aislante, según figura, si la esfera la conectamos a tierra mediante un alambre de cobre. En estas condiciones, los electrones que están en exceso en el cuerpo metálico, escaparán hacia tierra a través del conductor, haciendo que dicho cuerpo pierda su carga negativa pasando al estado neutro.
- Si el cuerpo estuviese cargada positivamente, electrones de la tierra subirían a través del conductor hasta el cuerpo, neutralizándolo. Por lo tanto, vemos que en ambos casos el cuerpo metálico electrizado, al conectarse a tierra mediante un conductor, pierde su exceso de carga y se vuelve neutro.
- Si en lugar del hilo conductor se usara un hilo aislante (de plástico, por ejemplo) al efectuar la conexión a tierra, no habrá, movimiento de electrones a través de dicho elemento,; por lo que la esfera no se descargará.
- De manera general, en los climas húmedos los cuerpos metálicos electrizado, aunque estén apoyados sobre un soporte aislante igual terminan por descargarse, a pesar que el aire es aislante, la presencia de humedad hace que se convierta en conductor, así que el cuerpo electrizado “cederá” su carga a tierra mediante el aire.



Métodos de Electrización

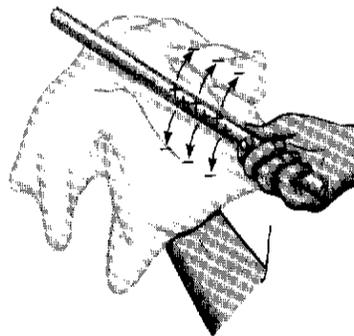
Un cuerpo se puede electrizar de tres formas: por frotación, por contacto y por inducción.

a) **POR FROTAMIENTO**

En este método se frota dos cuerpos de diferente naturaleza, al término del proceso se tendrá que ambos cuerpos tienen carga eléctrica de diferente tipo, uno queda cargado positivamente y el otro queda cargado negativamente. Esto se debe a que el cuerpo que ha perdido carga negativa (electrones) se la ha entregado al otro cuerpo, por lo tanto el cuerpo que entrega electrones queda con carga positiva y el cuerpo que recibe electrones, queda con carga negativa.

“Son solo los electrones los que se pueden trasladar de un cuerpo a otro”

Cuando se frota una barra de vidrio con seda, los electrones se transfieren del vidrio a la seda. En virtud de la conservación de la carga, cada electrón aporta carga negativa a la seda y deja atrás una carga positiva igual en la barra. Asimismo, debido a que las cargas se transfieren en paquetes discretos, las cargas de los dos objetos son $\pm e$, o $\pm 2e$, o $\pm 3e$, y así sucesivamente.



Comentario: Por este método los cuerpos, tanto el frotado como el frotante quedan con carga de distinto tipo y con igual cantidad de carga.

Si bien existe una transferencia de electrones, **la carga total en el sistema permanece constante** (Principio de Conservación de la carga).

En 1909 R. Millikan demostró que la carga eléctrica siempre se presenta como algún múltiplo entero de la carga del electrón (Cuantización de la carga).

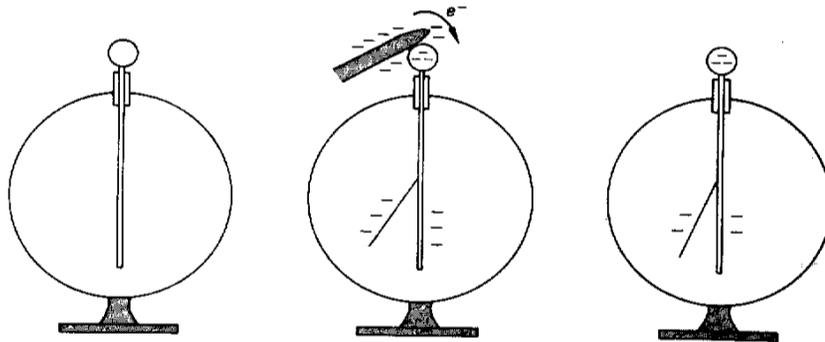
La siguiente tabla ordena diferentes sustancias las cuales al ser frotadas con la siguiente, la superior siempre adquiere carga positiva y la inferior carga de tipo negativa.

tabla
Plexiglas
vidrio
Marfil
Lana
Madera
Papel
Seda
Azufre

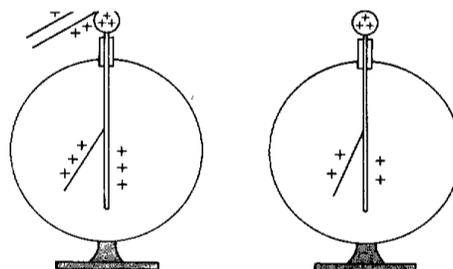
b) POR CONTACTO

Un cuerpo eléctricamente neutro aislado, se pone en contacto con otro cuerpo electrizado o cargado, este le transferirá carga al cuerpo neutro, ya sea entregándole o quitándole electrones.

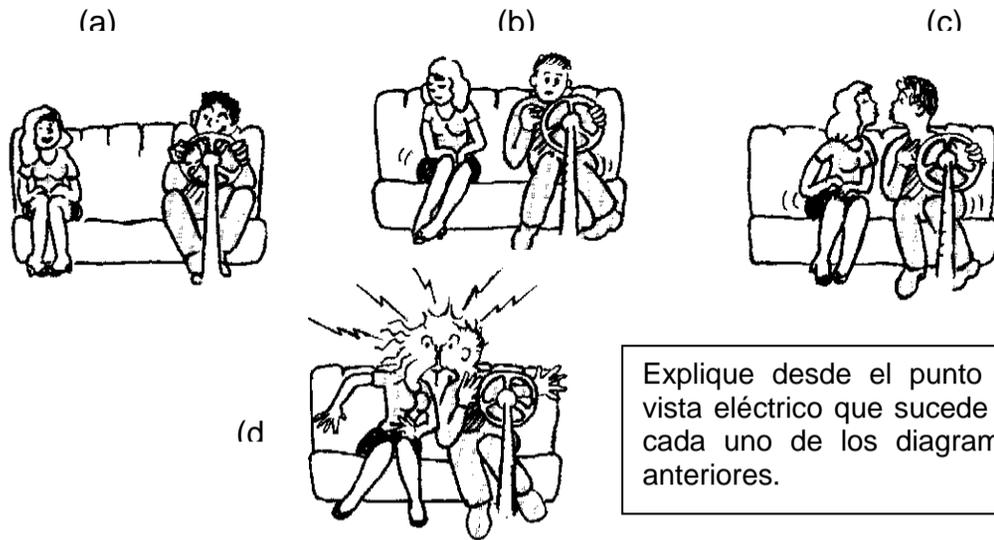
Por este procedimiento los dos cuerpos quedan con cargas del mismo signo (igual nombre). La figura muestra la carga que adquiere un electroscopio por contacto, cuando es tocado con un cuerpo que tiene carga negativa, en este caso los electrones van desde la barra hasta el electroscopio.



En la figura adjunta se muestra un electroscopio que es cargado por contacto con carga positiva, en este caso los electrones del electroscopio suben a neutralizar la barra.



Comentario: En este caso, igual que en el anterior, la carga total no ha variado, es decir, permanece constante.

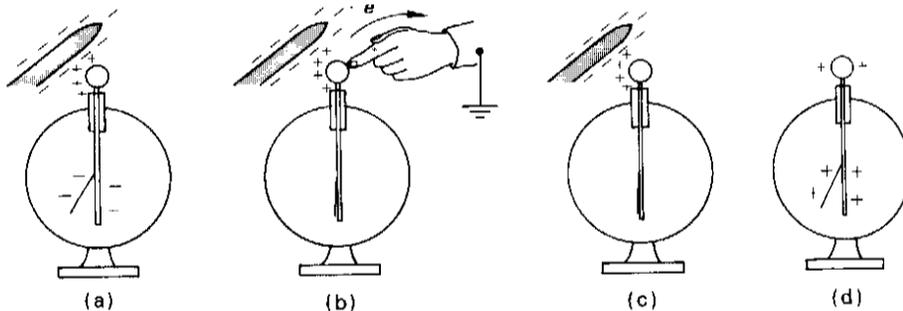


Explique desde el punto de vista eléctrico que sucede en cada uno de los diagramas anteriores.

c) POR INDUCCIÓN

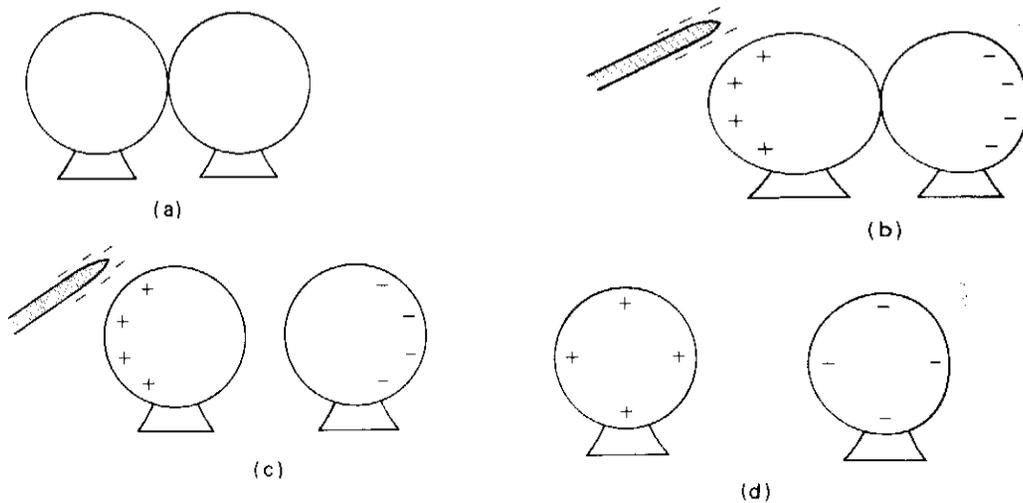
Al acercar, sin tocar una varilla cargada negativamente a un electroscopio, los electrones de este bajan hasta las laminas, produciéndose de esta manera la separación de ellas.

Al alejar la varilla cargada del electroscopio se produce una redistribución de los electrones de manera que las laminillas se juntan nuevamente. Pero sí, manteniendo la varilla inductora sin tocar el electroscopio tocamos la esfera con un dedo (contacto con tierra), los electrones son empujados hacia la tierra a través de nuestro cuerpo. Si finalmente retiramos primero nuestro dedo y después la varilla inductora el electroscopio quedará cargado positivamente por haber entregado electrones. El método anteriormente descrito recibe el nombre de inducción con contacto a tierra



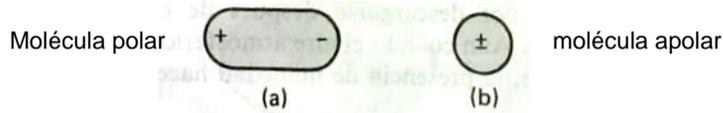
Comentario: Por este método, ambos cuerpos quedan cargados con carga de distinto tipo

También se puede inducir carga eléctrica en un sistema conformado por dos cuerpos conductores aislados, sin contacto a tierra mediante la polarización del sistema y su posterior separación. En los siguientes cuatro diagramas se ejemplifica este método.



Polarización de un aislante o dieléctrico.

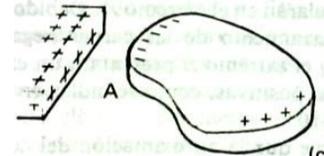
Las moléculas de algunos elementos, como por ejemplo el agua, poseen una distribución de las cargas eléctricas en forma asimétrica, es decir el centro de las cargas de tipo positivo no coincide con el centro de las cargas de tipo negativa, a este tipo de moléculas se les da el nombre de *moléculas polares*, figura (a) en cambio las sustancias cuyas moléculas poseen cargas eléctricas distribuidas en forma simétrica, reciben el nombre de *molécula apolares*, figura (b).



Si se tiene un aislante no electrizado, el cual tiene moléculas polares y se encuentra en estado neutro o natural, sus moléculas se encuentran ubicadas al azar, al acercarle un cuerpo cargado positivamente (cuerpo inductor), el déficit de cargas negativas del cuerpo electrizado provocarán un ordenamiento en las moléculas del cuerpo aislador alineándose como lo muestra la figura, cuando esto sucede, se dice que el *cuerpo está polarizado*.



El efecto de polarización consiste en que el estado final de un dieléctrico que al estar cerca de un cuerpo electrizado, es hacer que en un extremo de él se encuentren cargas negativas y en el otro extremo cargas positivas, en presencia del cuerpo inductor.



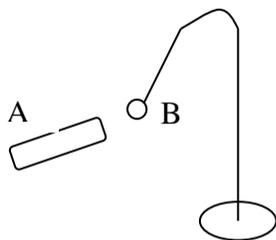
Si el dieléctrico fuera apolar, en presencia de un cuerpo inductor el efecto será igual que en la situación descrita para una sustancia de moléculas polares.

APLICACIONES

- 1) Explica lo que sucede al frotar una varilla de vidrio con seda.
- 2) Dos barras de vidrio son frotadas entre sí ¿Crees que quedarán electrizadas? y si se frota dos barras de plástico, ¿estas se electrizarán?. Explica.
- 3) Se aproxima un cuerpo cargado a una esferita de un péndulo eléctrico:
 - a) Si la esferita es atraída, ¿podemos concluir que está electrizada?
 - b) ¿Y si la esferita fuera repelida?
- 4) Se encuentra que un objeto A repele a B, al mismo tiempo el objeto A atrae a C y este último repele a D. Si se sabe que D está cargado positivamente, ¿qué tipo de carga tiene B?
- 5) ¿Por qué no se puede electrizar una varilla metálica frotándola mientras se le mantiene en la mano?. ¿Qué se tendría que hacer para electrizar una varilla de metal?.
- 6) Un electroscopio está cargado negativamente, con el se efectúan los siguientes experimentos:
 - a) Se aproxima un cuerpo electrizado y se observa que las hojas del electroscopio divergen aún más. ¿Cuál debe ser el signo de la carga del cuerpo? Explique.
 - b) Si se aproxima un cuerpo electrizado y se observa que las hojas del electroscopio disminuyen su abertura, ¿Qué se puede concluir sobre la carga del cuerpo? Explique.

7) Una varilla(A) cargada negativamente se aproxima a un pequeño péndulo eléctrico conductor (B) descargado.

- ¿Habrá movimiento de carga en B?
- ¿Cuál será la situación final en B?
- ¿Por qué B será atraído por la varilla?
- Después que B toca a A, se observa que es repelido inmediatamente. Explique.



8) ¿Qué sucedería si se tocasen las dos esferas de dos electros copios idénticos e igual cantidad de carga, en los siguientes casos?

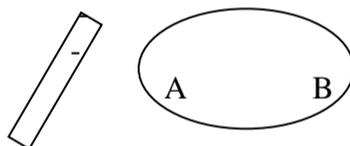
- Si las dos tienen carga de tipo positiva.
- Si las dos tienen carga de tipo negativa.
- Si una tiene carga de tipo negativo y la otra de tipo positivo.

9) Una varilla de vidrio cargada positivamente atrae un objeto suspendido, ¿podemos concluir que el objeto está cargado negativamente?

10) Una barra de vidrio cargada positivamente repele un objeto cargado, ¿podemos deducir que el objeto está cargado positivamente?

11) Una barra electrizada negativamente se coloca cerca de un cuerpo metálico en estado neutro(no electrizado), como muestra la figura.

- ¿Hacia donde se desplazarán los electrones libres del cuerpo metálico?
- ¿cuál es el signo de la carga que aparece en el extremo A y en el extremo B del cuerpo metálico?



12) Si el cuerpo del ejercicio anterior es un dieléctrico.

- ¿Habrá movimiento de electrones libres en el cuerpo?
- Describa lo que sucede con las moléculas de este dieléctrico (haga un dibujo que ilustre su respuesta).
- ¿Cuál es el signo de la carga eléctrica que aparece en el extremo A del aislante y en el extremo B?
- ¿Cómo se denomina este fenómeno que se produjo en el dieléctrico?

13) Si se tiene un cuerpo conductor neutro y aislado como se muestra en la figura del ejercicio. Si por el extremo A se le acerca un cuerpo electrizado con carga de tipo positivo y el extremo B del se conecta a tierra mediante un hilo conductor.

- Describa el movimiento de cargas que se produce debido a esta conexión.
- Al eliminar el contacto del cuerpo conductor con tierra y alejar el inductor, ¿el cuerpo metálico quedará electrizado?
- Si la respuesta de la pregunta © es afirmativa, ¿con que tipo de carga queda el cuerpo conductor?

