

FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS

Objetivos

1. Observar algunos fenómenos de la electricidad estática
2. Deducir la existencia de dos tipos de cargas eléctricas.
3. Conocer el proceso de carga por inducción de un cuerpo conductor.
4. Conocer el electroscopeo y el electróforo y aprender a usarlos.

Marco teórico

La materia está formada por átomos. Un átomo consiste de un núcleo en el cual se encuentran unas partículas denominadas protones, que tienen carga eléctrica positiva y otras partículas llamadas neutrones, que no poseen carga eléctrica neta. Alrededor del núcleo se encuentran otras partículas llamadas electrones que tienen carga eléctrica negativa. El valor de la carga eléctrica de un protón es igual al valor de la carga eléctrica de un electrón. En su estado natural un átomo posee el mismo número de electrones que de protones y, por tanto, es eléctricamente neutro. Si un átomo pierde electrones queda cargado positivamente y si gana electrones queda cargado negativamente. Cuando materiales diferentes se ponen en contacto íntimo ocurre una transferencia de carga de un material al otro de manera que al separar los objetos uno adquiere carga de un signo y el otro de signo contrario. Por ejemplo, cuando una cinta adhesiva se pega sobre una superficie aislante y luego se retira, tanto la cinta como la superficie se cargan con cargas opuestas, o cuando una rueda plástica gira sobre una banda de caucho tanto la superficie como la rueda quedan electrificadas.

Sin embargo, cuando uno de los materiales es rugoso o fibroso, el área de contacto es insuficiente, en este caso el proceso de frotamiento de un material con el otro la aumenta considerablemente permitiendo el contacto íntimo. *El frotamiento o fricción no es la causa de la electrificación.* En particular, *la ebonita* frotada con paño o lana gana electrones y por tanto *queda cargada negativamente* mientras que *el vidrio* frotado con seda pierde electrones y *queda cargado positivamente*. Desde la antigüedad se observó este fenómeno al frotar el ámbar, de donde nació el término electricidad (elektro = ámbar en griego)

Una sustancia que puede arrebatarse electrones de un material puede servir como donante frente a un receptor más potente. El vidrio frotado con asbesto tomará electrones de tan fibroso material y se hace negativo, pero si se frota con seda o franela, al perder electrones, quedará con carga positiva.

El contacto entre cualquier par de sustancias de las columnas de la siguiente tabla hace que la que aparece por encima quede con carga positiva y con carga negativa la que esté por debajo¹.

¹ Hecht, E. Física en Perspectiva, Addison Wesley Iberoamericana, Cap. 17, pp 460.

Asbestos
Piel (conejo)
Vidrio
Mica
Lana
Cuarzo
Piel (gato)
Plomo
Seda, cobre, bronce
Piel humana, aluminio, caucho
Algodón, azufre
Madera, celuloide
Ambar, goma

Una carga eléctrica negativa ejerce una fuerza de repulsión sobre otra carga negativa y una fuerza de atracción sobre una carga positiva. *Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.*

Los materiales, debido a sus propiedades eléctricas, se pueden dividir en: conductores, aisladores o dieléctricos, semiconductores. Un material conductor es aquel en el cual la carga eléctrica se puede mover con gran facilidad a través de él. En un conductor sólido sólo se pueden mover los electrones, pero si el conductor es líquido o es un gas, se pueden mover tanto las cargas positivas como las negativas. Un material aislador o dieléctrico es aquel en el cual la carga eléctrica se mueve con gran dificultad a través de él. Algunos materiales, como el germanio y el silicio son buenos aislantes cuando se encuentran en estado cristalino puro pero su conductividad aumenta considerablemente cuando se sustituye un solo átomo en 10 millones por una impureza que añade o extrae un electrón de la estructura cristalina. Estos materiales se comportan a veces como aislantes y a veces como conductores, se los denomina semiconductores. A temperaturas cercanas al cero absoluto la conductividad de ciertos metales se hace infinita (es decir, la resistencia al flujo de cargas se hace cero). Se trata de los superconductores. Desde 1987 se han descubiertos ciertos compuestos no metálicos que presentan superconductividad a altas temperaturas ($T > 100 \text{ K}$)

El electróforo

El electróforo es un disco metálico que se puede manipular mediante un mango o soporte aislante (Figura 1) y cuya cara inferior está recubierta con pintura. Esta lámina se puede cargar mediante un proceso de inducción que se explica a continuación:

- Se frota una lámina de plexiglass con un paño, por lo tanto hay una transferencia de carga de un material al otro permitiendo que el plexiglass quede cargado (suponemos que la carga es positiva). Después se coloca el electróforo sobre el plexiglass; debido al recubrimiento de pintura de la cara inferior del electróforo, no hay contacto eléctrico entre el disco metálico y el plexiglass. En el conductor algunos electrones se pueden mover libremente y por lo tanto la superficie del conductor que está más cerca a éste, adquiere una carga negativa y la otra superficie carga positiva. Este proceso de distribución de carga se denomina inducción (ver Fig. 1)

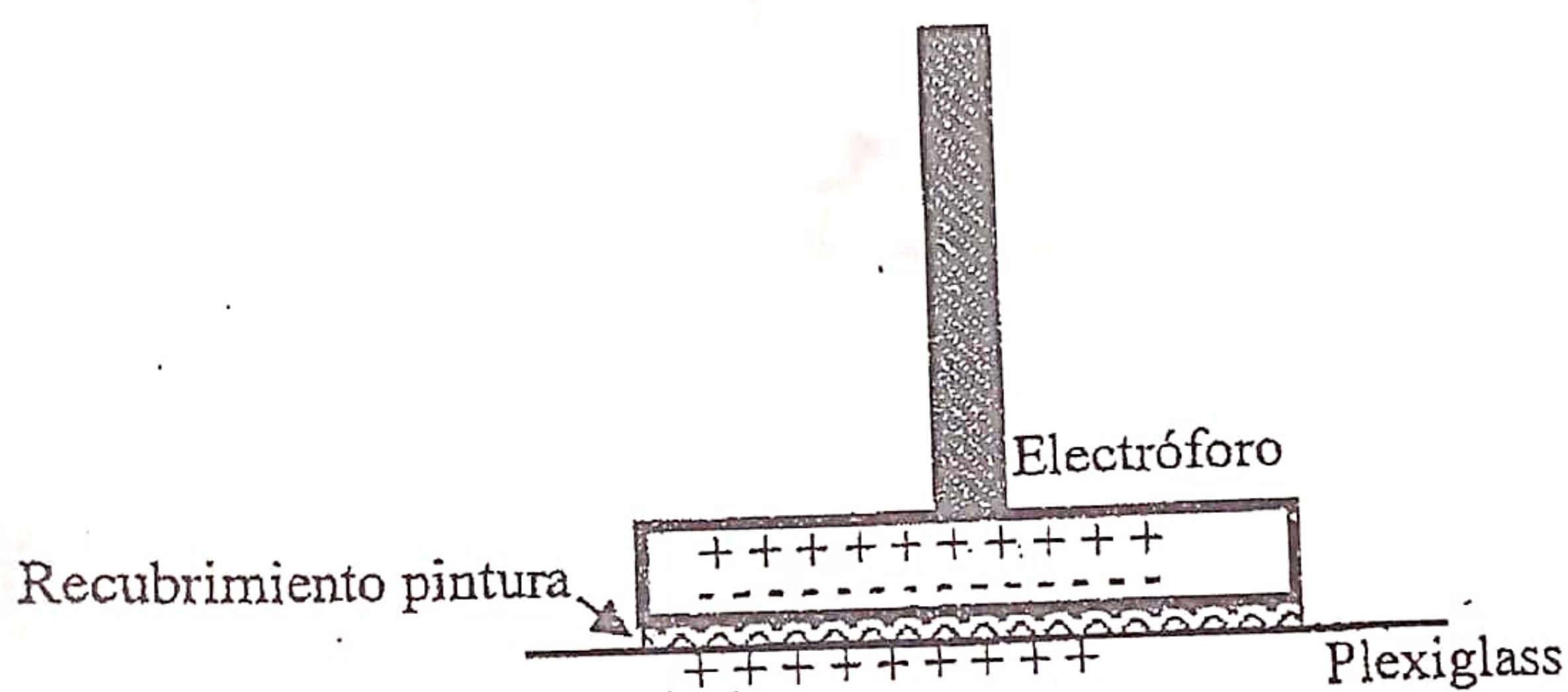


Figura 1. Distribución de la carga en el electróforo inducida por el plexiglass cargado.

Ahora se pone en contacto el disco del electróforo con "tierra" mediante un alambre conductor (Se entiende por "tierra" un objeto conductor muy grande capaz de dar o recibir una gran cantidad de carga, por ejemplo las tuberías metálicas que conducen agua se pueden usar como una buena "tierra"). Carga eléctrica negativa fluye desde tierra, atraída por la carga positiva del plexiglass, quedando el disco del electróforo cargado negativamente, aún después de retirar la conexión a tierra (cuando se quita el contacto a tierra esta carga permanece en el electróforo). Se puede comprobar esto acercando el electróforo a una superficie conductora conectada con tierra y observando una chispa que pasa entre el electróforo y la superficie. El hecho de que el procedimiento anterior se pueda repetir varias veces sin frotar la lámina de plexiglass de nuevo, muestra que el proceso principal responsable de la carga del electróforo no es la transferencia de carga desde el plexiglass sino un proceso de inducción. Si el electróforo se coloca sobre una superficie cargada negativamente, por ejemplo sobre un acetato previamente frotado con un paño, la carga inducida será positiva y el electróforo quedará cargado positivamente después de hacer un corto contacto a tierra.

El Electroscopio.

El electroscopio es un instrumento que sirve para detectar la carga eléctrica y observar algunas de sus propiedades. El tipo más común de electroscopio consta de dos pequeñas láminas muy delgadas y livianas, las cuales están unidas a una esfera (E) por medio de una barra metálica como se indica en la Figura 2. La barra está aislada de la caja que la contiene para evitar que la carga eléctrica pase a ella.

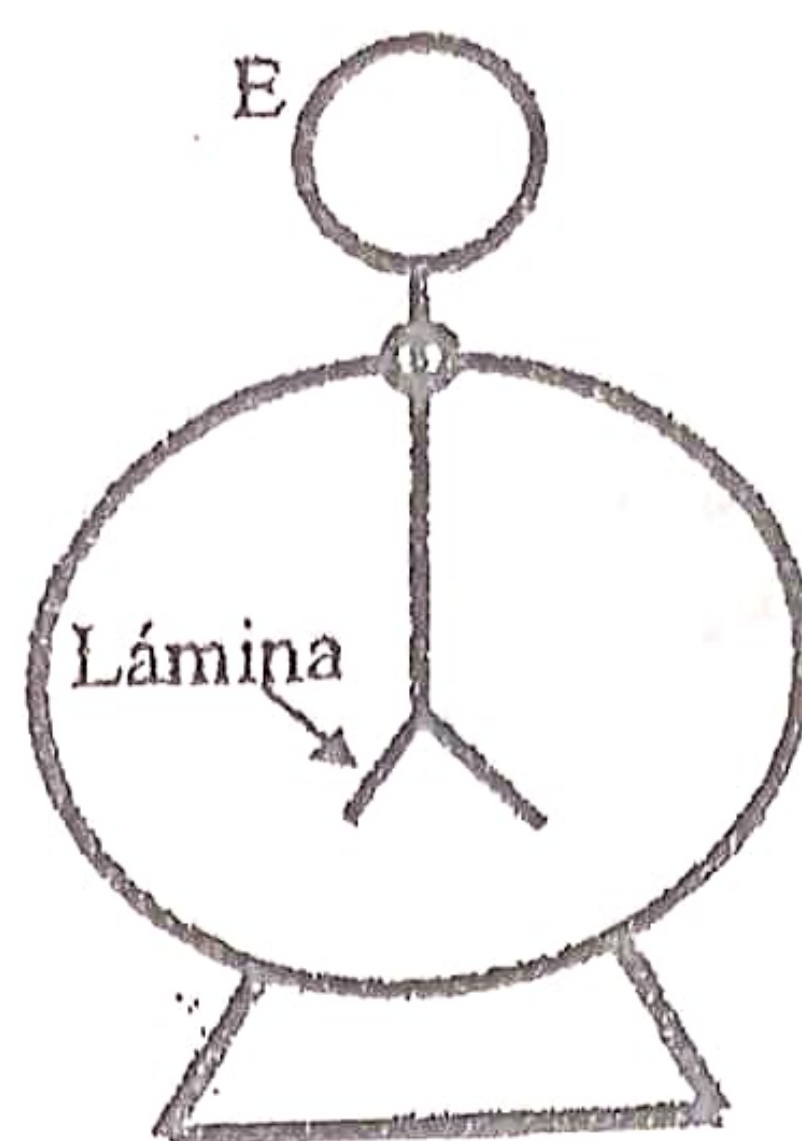


Figura 2. El electroscopio

Cuando el electroscopio se encuentra descargado (electricamente neutro) y no hay ningún objeto cargado cerca, las láminas permanecen unidas. Al acercar un objeto cargado, por ejemplo negativamente a la esfera E, los electrones se desplazan hacia el extremo opuesto, es decir hacia las láminas y ambas adquirirán carga negativa. Al tener carga del mismo signo habrá entre ellas una fuerza de repulsión, esta fuerza es suficientemente grande para producir una separación entre ellas. Al alejar el objeto cargado las láminas del electroscopio se vuelven a unir.

Un electroscopio también puede tener una forma como la mostrada en la figura 3. Si el electróforo cargado se acerca suficientemente al electroscopio saltará una chispa entre los dos y se transferirá carga a este último. La deflexión del electroscopio persiste aunque se aleje el electróforo.

Procedimiento

1. Cuando se frota una hoja de acetato con un paño, ésta queda con carga de signo contrario a aquella que adquiere una lámina de plexiglass sometida al mismo procedimiento. Para comprobar esto se hace lo siguiente:
 - a) Frote la lámina de plexiglass con un paño, ponga sobre ella el electróforo, conecte a tierra por un instante el disco metálico del electróforo. ¿Qué tipo de carga adquirió el electróforo?
 - b) Acerque el electróforo al electroscopio hasta que salte una chispa. ¿Cómo queda cargado el electroscopio?
 - c) Descargue el electróforo conectándolo momentáneamente a tierra, y cárguelo por el procedimiento ya descrito con una hoja de acetato frotada con el mismo paño. Acerque el electróforo al electroscopio previamente cargado. Explique lo que observa.
 - d) Si en vez de cargar el electróforo con la hoja de acetato, se carga nuevamente con la lámina de plexiglass y se acerca al electroscopio cargado inicialmente, ¿qué observa?. ¿Por qué?

En resumen, tenemos un método para distinguir el signo de la carga eléctrica. Si al acercar un objeto a un electroscopio cargado la deflexión disminuye, su carga es de signo contrario a la del electroscopio. Si aumenta (mientras el objeto se acerca), es del mismo signo. Use este método para comparar las cargas eléctricas que adquieren otros materiales al ser frotados.

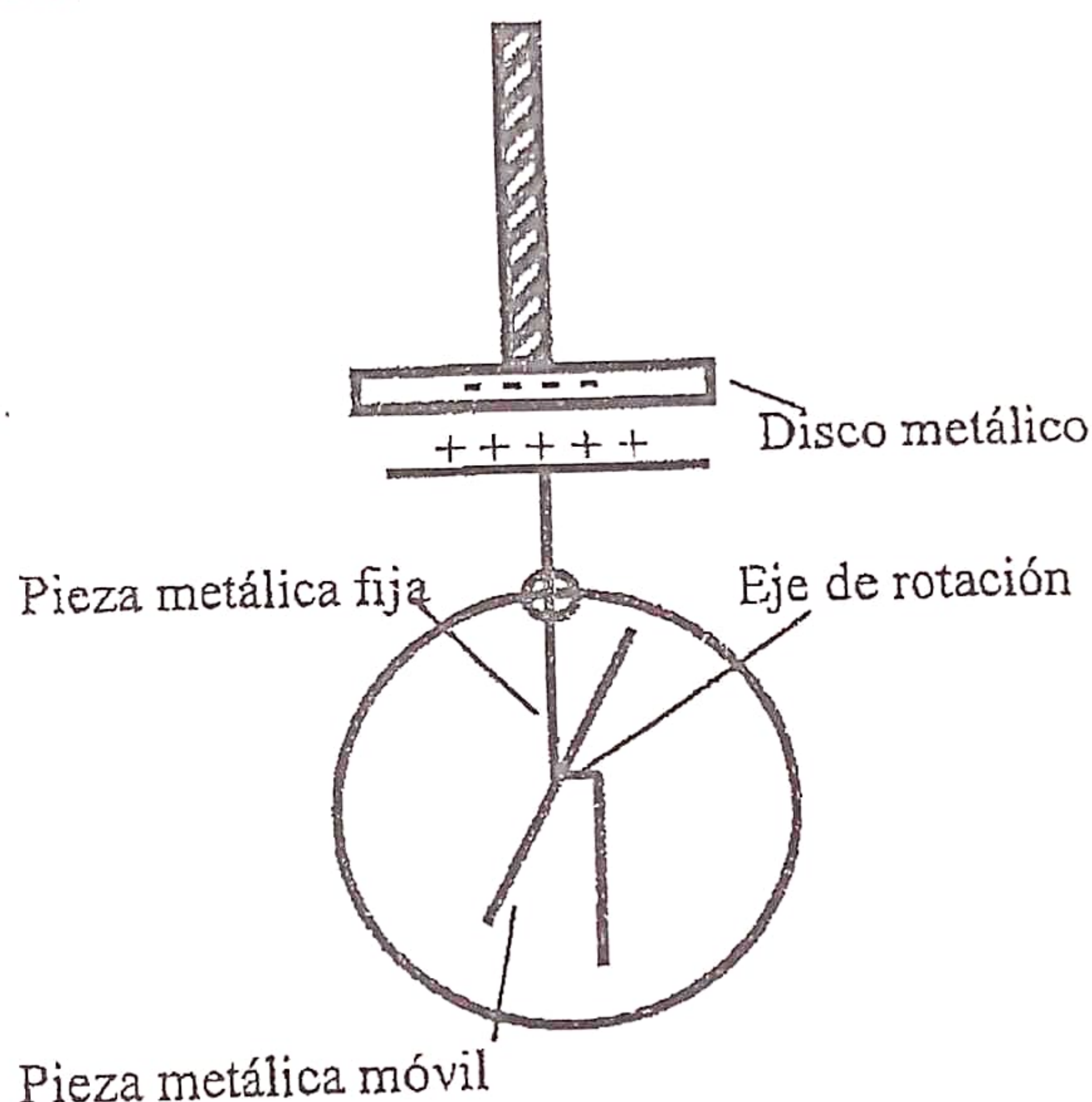


Figura 3. Electroscopio y electróforo

2. Existe otra forma de cargar el electroscopio, que es por inducción y el procedimiento es similar al usado para cargar el electróforo. El procedimiento es el siguiente:
 - a) Acérquele un objeto cargado y conecte el electroscopio a tierra. Quite el contacto a tierra y finalmente retire el objeto cargado.
 - b) Verifique si la carga del electroscopio es del mismo signo (u opuesto) al del objeto cargado. Explique lo observado.

Usted tiene a su disposición un instrumento para detectar la clase de carga y su cantidad y un dispositivo que se puede cargar fácilmente con la clase de carga que desee. Mediante estos dispositivos usted puede investigar cómo se cargan algunos cuerpos cuando son frotados con otros.

3. Coloque dos tiras de acetato, una sobre la otra, y frótelas con un paño. Investigue cómo se cargan las dos tiras.
4. Observe con qué rapidez se descarga el electroscopio. Luego coloque un puente entre el electroscopio y tierra con una cinta aislante y observe qué pasa. Cómo influye la humedad del ambiente en la descarga del electroscopio?
5. Cargue el electroscopio y luego acérquele una llama. Explique. Depende este fenómeno de la clase de carga del electroscopio?