

PRÁCTICAS SIMPLES SOBRE ELECTROSTÁTICA.

Práctica N° 7 de 3° de la ESO.

Objetivos:

- A).- Construcción y/o manejo de los detectores de efectos (péndulo, electroscopio, y “bombilla piloto de neón”).
- B).- Asimilar y entender los aspectos mas elementales de la Electrostática
(esto es sobre: conductores y aislantes; electrización por contacto e inducción y carga positiva y negativa).
- C).- Poner de manifiesto los procesos de: generación (por frotamiento), caracterización y manejo de carga eléctrica (transporte y almacenamiento).

Materiales .- (Preferentemente reciclados, en lo posible): botellas de agua mineral de 1.5 L transparentes, casquillos de bolígrafo, bolsas de plástico de diversos tipos, trozos de tela de lana, guantes de latex, varilla de vidrio, tubo de ensayo, trozos pequeños de papel de aluminio, hilo de coser, bolas de corcho o “porespan”, tapas de botes metálicas y “bombilla piloto de neón”, tabla de madera, y el material de siempre: cartón, tijeras, alambre, alicates, lápiz, goma de borrar, etc.

Introducción.- Para el desarrollo de estas prácticas es conveniente hacerlas en un ambiente lo mas seco posible.

Se empieza haciendo una prueba fundamental y simple: frotar un casquillo de bolígrafo sobre distintas telas y acercar trozos muy pequeños de papel; debe verse que el casquillo recién frotado atrae a diversos papelillos. (Adelantando detalles: el casquillo de bolígrafo dispondrá de carga eléctrica negativa sobre su superficie frotada, que se manifestará atrayendo los trocitos de papel).

Si esto dejara de ser así, entonces es que el ambiente no esta suficientemente seco o bien la tela no presenta las propiedades esperadas.

Como en esta unidad didáctica se presentan numerosos experimentos y razonamientos, se presenta la necesidad de dividirla en dos partes:

Parte I.- Asociada a los distintos péndulos y electroscopio.

Parte II.- Asociada al electróforo, bombilla de neón y condensador.

Podría emerger una parte III dedicada a la Ley de Coulomb, pero los resultados obtenidos son bastante mediocres - con materiales reciclados - y de momento no se va a recomendar.

Observaciones:

1.- Los materiales comunes que son aislantes son: el corcho, la lana, la madera seca, el plástico, el vidrio, el nylon, el azufre y el ámbar.

Y los conductores mas comunes son: los metales u otro material cualquiera que este húmedo.

2.- Entre los aislantes (o dieléctricos) mas comunes, se distinguen:

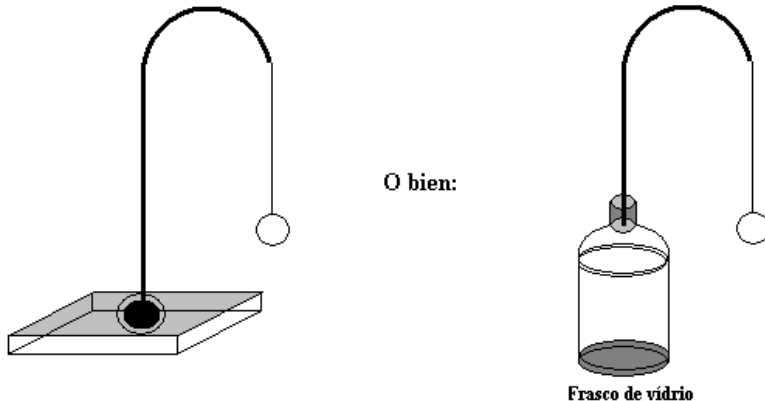
Los que se cargan positivamente: lana, vidrio y el nylon .

Los que se cargan negativamente: ámbar, azufre y el plástico.

Procedimiento:

A).- Preparación de los detectores (de efecto):

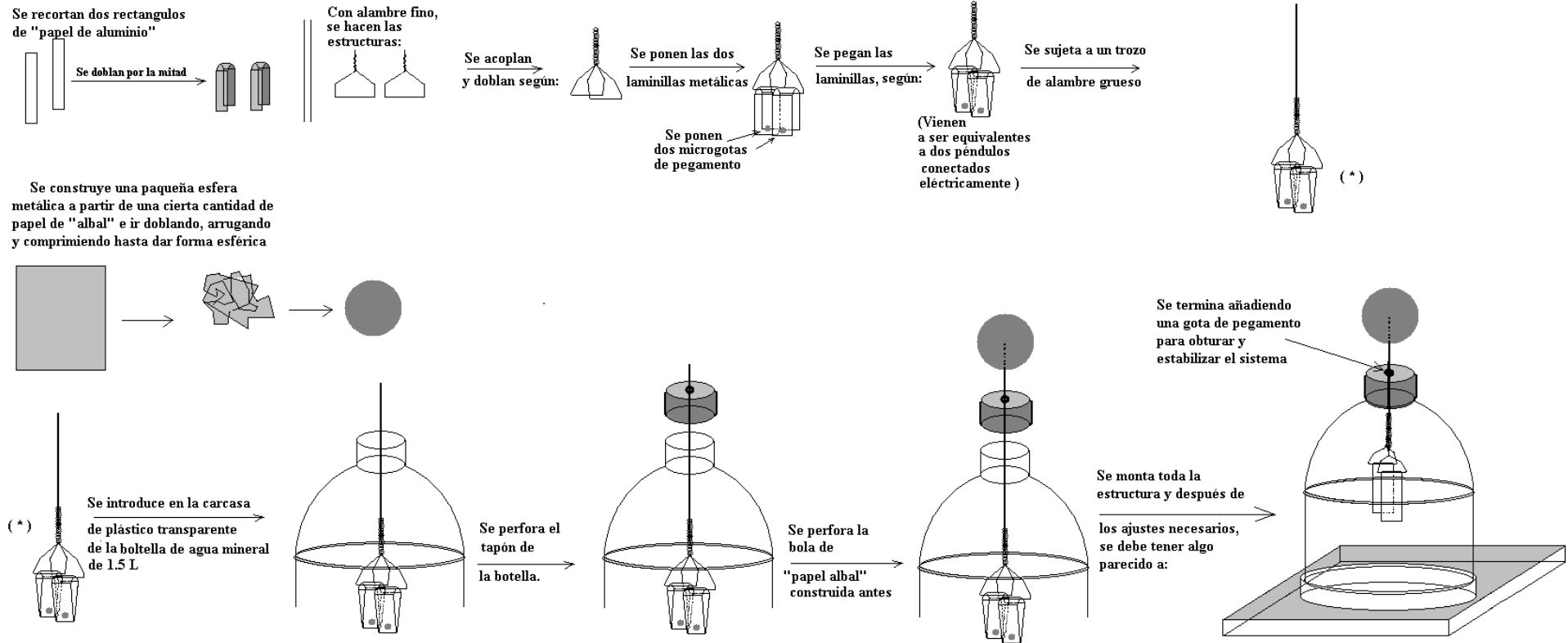
1.- Se realiza un péndulo con una pequeña esfera de corcho o “porespan” ; también valdría corcho, o como dicen los libros antiguos: “medula de sauco”. Se pega a un hilo de coser y se sujeta a un soporte que consiste en un alambre doblado según la figura:



Observación: se puede hacer una variante muy útil de este sistema, y es que la bola se recubrirá con papel de “albal”, pero haciendo lo mas ligera posible (cuanto mas ligera sea, mas sensible será nuestro dispositivo)

2.- Se realiza un electroscopio, haciendo un péndulo doble conectado, pero en vez de bolas, se sustituyen por dos láminas metálicas (de aluminio) muy pequeñas (por tanto muy ligeras), y que debido a esto se tiene una gran sensibilidad; a este dispositivo le llamaremos “electroscopio”, que podemos asimilarlo a un detector de carga muy sensible mediante la observación de las fuerzas a las que estarán sometidas las laminillas metálicas.

Todo este sistema debe estar dentro de un recinto transparente para evitar efectos parásitos de las corrientes de aire. Todo es según la figura:



Observaciones:

1.- El doble péndulo formado por las dos laminillas metálicas se introduce en el interior de un recipiente transparente para:

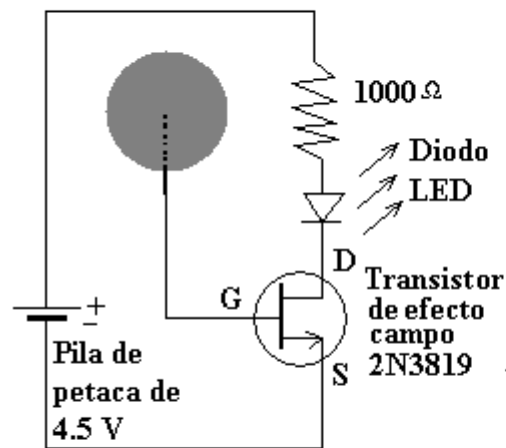
- sostener las laminillas;
- para evitar corrientes parásitas de aire.

2.- Los libros recomiendan hacer estas experiencias con péndulos esféricos (dieléctricos o no), estos aunque pesen poco, no son lo suficientemente ligeros para poder observar con claridad las interacciones entre cargas. Aquí se optado por la solución mencionada antes para aumentar lo mas posible su sensibilidad, haciendo de este sistema prácticamente fiable para cualquier condición.

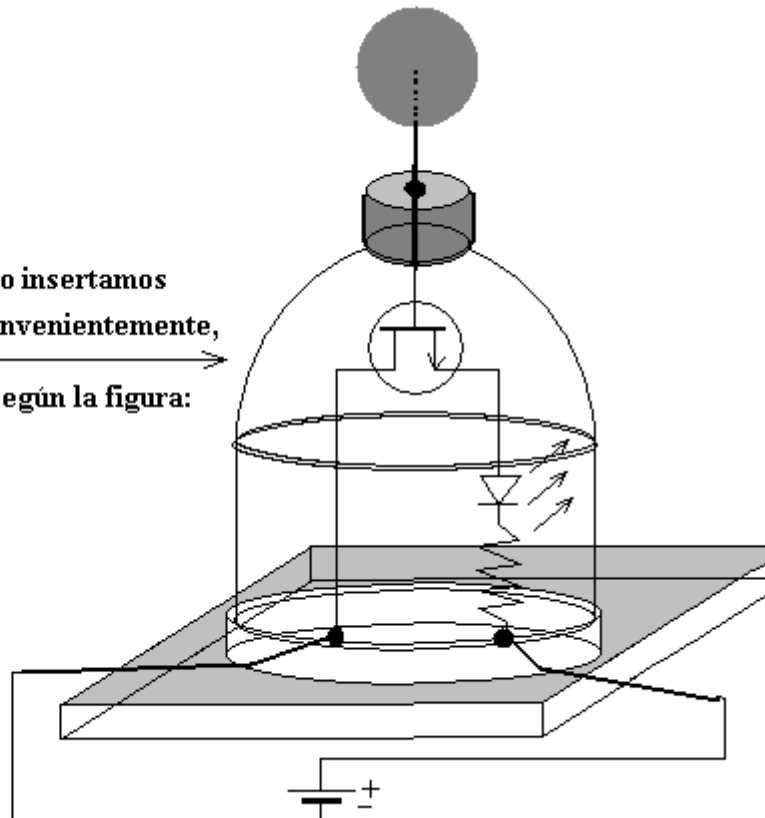
3.- Se puede construir un sencillo electroscopio electrónico (opcional), según se muestra en la figura:

ELECTROSCOPIO ELECTRÓNICO:

Construimos el circuito



Lo insertamos convenientemente,
según la figura:

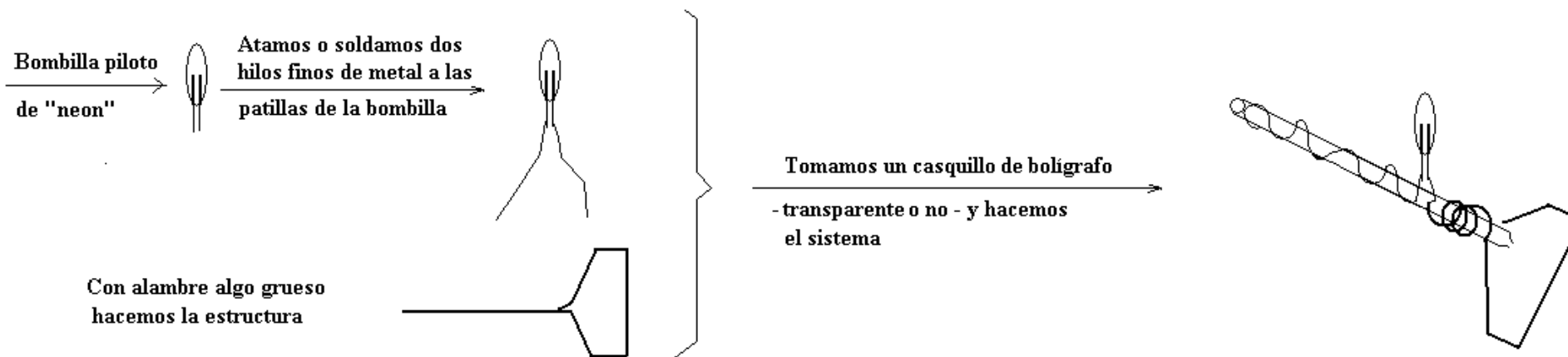


Se maneja de forma parecida al clásico, pero no se debe preocuparse por la iluminación del diodo LED cuando se acercan cuerpos cargados, este se enciende y apaga compulsivamente, pero nosotros solo llegamos a la conclusión SOLO cuando el cuerpo TOCA al electroscopio en la esfera metálica preparada a tal fin. En este caso si el diodo se ilumina, la carga del cuerpo es positiva, si no se ilumina o bien es negativa o no está cargado.

Si se sustituye el transistor de canal N (2N3819) por otro de canal P, se concluye de manera análoga al caso anterior, pero en este caso nos referimos a carga negativa.

3.- “Bombilla de neón”.- Se adapta la “bombilla de neón”, según las figura:

Con el fin de que sea cómodo el manejo dela "bombilla de neón", se recomienda hacer lo siguiente:



Observaciones:

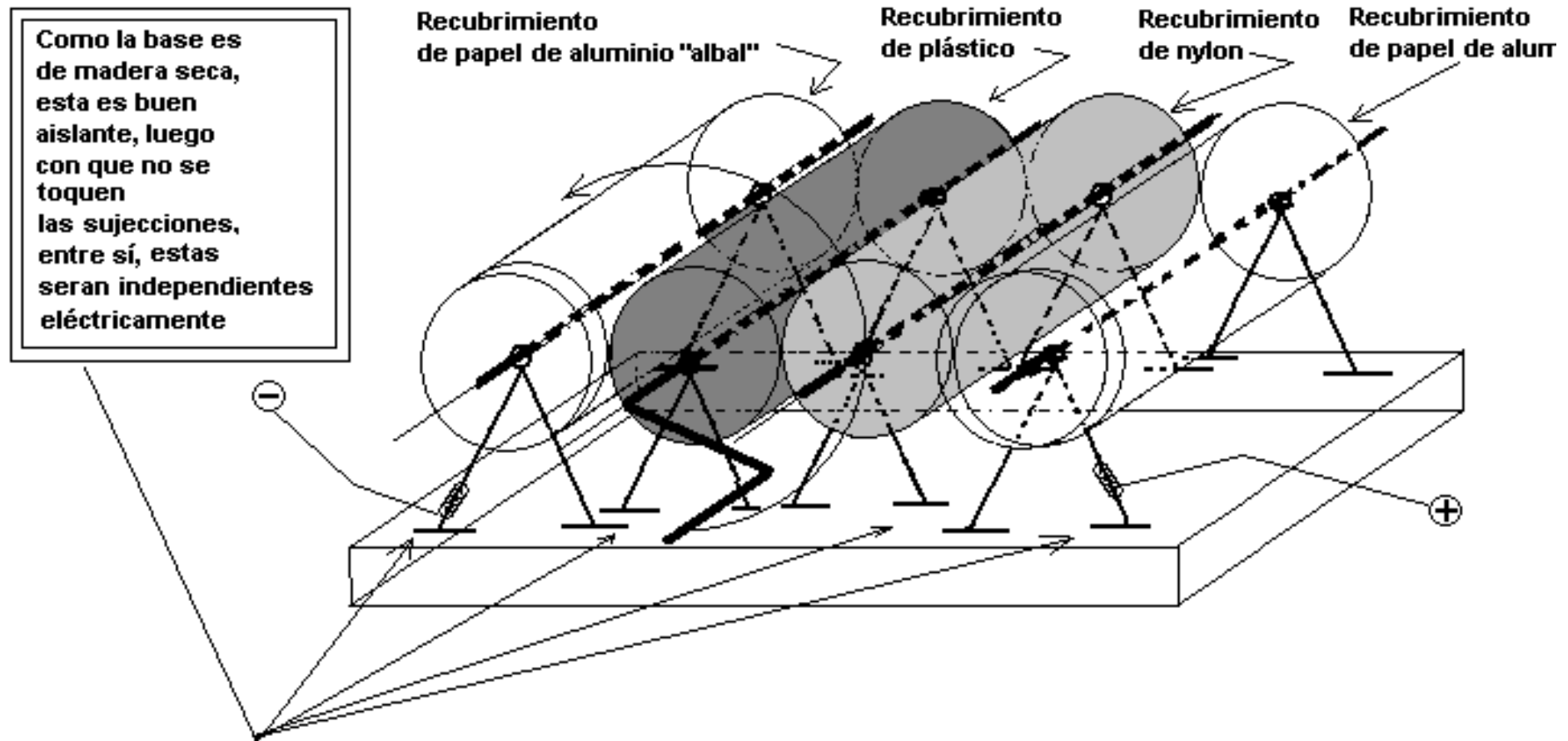
1.- Generación de carga eléctrica.- la manera mas fácil de generar carga eléctrica es mediante frotamiento entre dos materiales (aislantes) distintos. Posteriormente se puede automatizar este proceso, tendiéndose los generadores electrostáticos, mencionándose dos de los mas representativos: el de los 4 rodillos (el mas simple) y el de Van der Graaf (el mas espectacular).

Ambos se pueden hacer con materiales reciclados. Pero se tiene que el primero es mas fiable que el segundo y por lo tanto pasaremos a describirlo.

En el primer caso se han de disponer dos cilindros cuya superficie lateral este recubierta de dos láminas de dieléctricos de materiales distintos. Por ejemplo y uno recubierto de plástico (PVC) y el otro de nylon.

Dichos cilindros deben mantenerse en contacto y rodar uno sobre otro sin deslizarse, a través de una manivela (o motor eléctrico). Al moverse uno sobre otro se generan cargas sobre su superficie y estas deben ser recogidas por otros cilindros – esta vez metálicos que deben poder girar pero con los soportes de sus ejes de giro aislados eléctricamente del resto de la máquina. Uno recoge (o barre) la carga positiva generada sobre la superficie de nylon y el otro hace lo mismo con la carga negativa generada en la superficie del plástico. Estos dos cilindros con área lateral metálica (por ejemplo recubiertos con papel “albal”). Desde los apoyos de sus ejes de giro se conectan sendos cables que constituirán los terminales del generador.

Esto es según la figura:



2.- Para el manejo de la carga eléctrica debemos construir los sistemas:

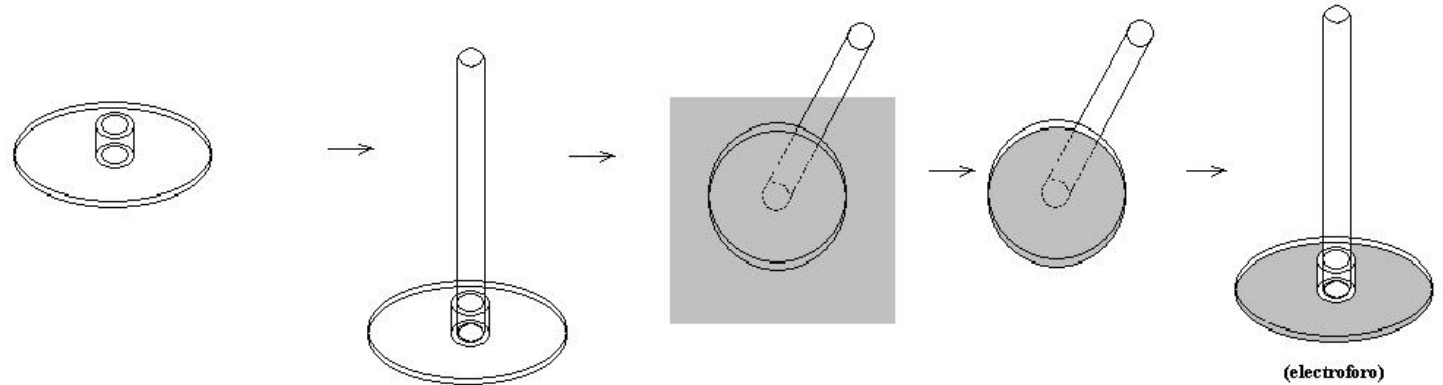
- Electróforo (para transportarla; se podría asumir que sería transporte de carga tipo convección).
- Condensador (para almacenarla).

Se desarrollan según las figuras:

Electroforo:

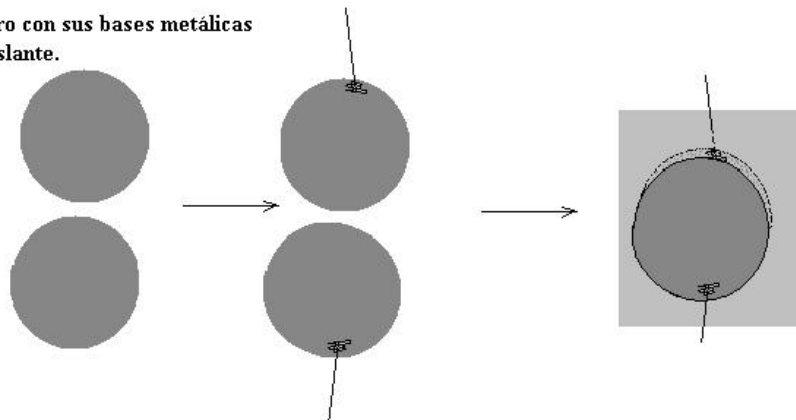
Se recorta un círculo de cartón rígido y se sujeta a un tubo de plástico (por ejemplo un casquillo de bolígrafo).

En la parte posterior se pega una lámina de papel de aluminio "albal".



Condensador: (es como si fueran dos electroforos separados, pero con sus bases metálicas próximas y paralelas, separados por una lámina aislante).

Se toman dos círculos de papel de aluminio, se unen sendos cables finos y luego se pegan a un rectángulo de material aislante (plástico), de tal forma que los círculos queden totalmente contenidos en él.



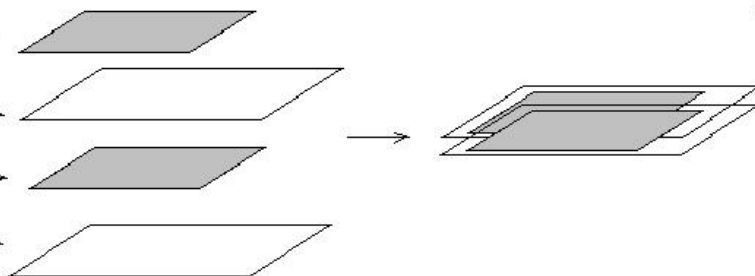
Otra manera:

Lámina de papel de aluminio

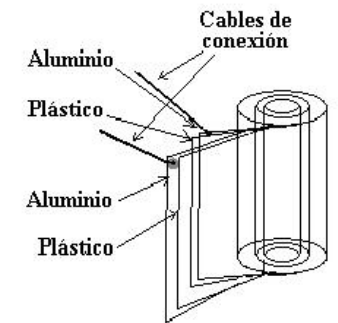
Lámina de plástico

Lámina de papel de aluminio

Lámina de plástico

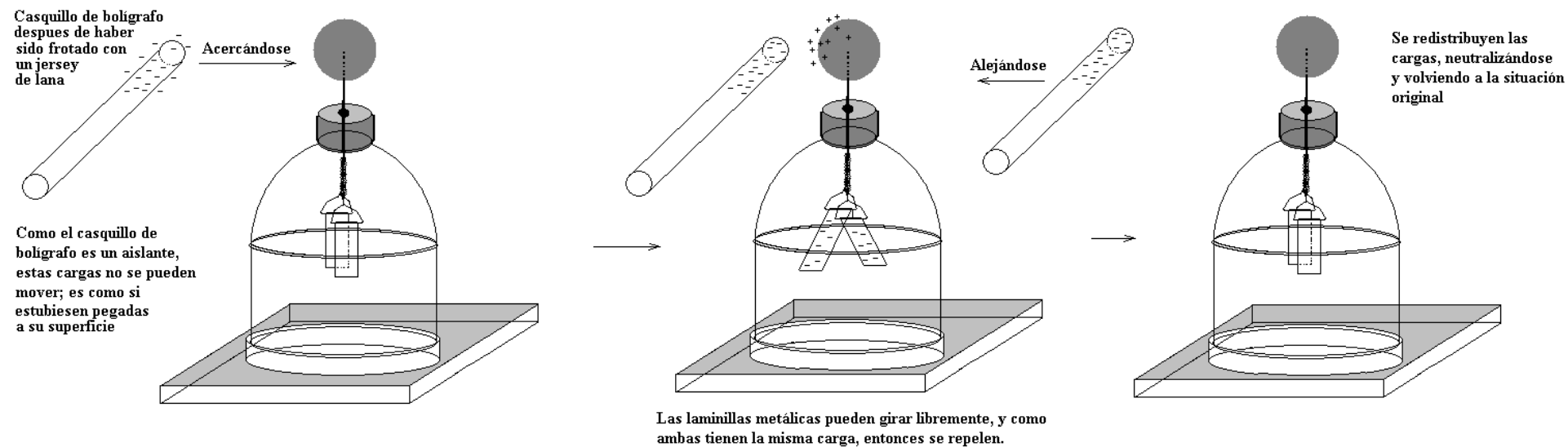


Se conectan las láminas de papel de aluminio en sendos cables finos y después se enrolla el conjunto, teniendo cuidado de que las láminas de aluminio nunca se toquen.

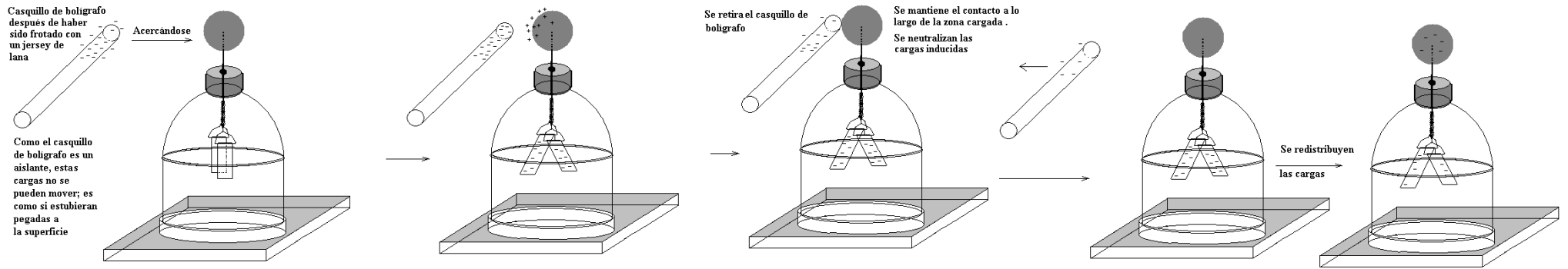


B).- Tipos de electrización:

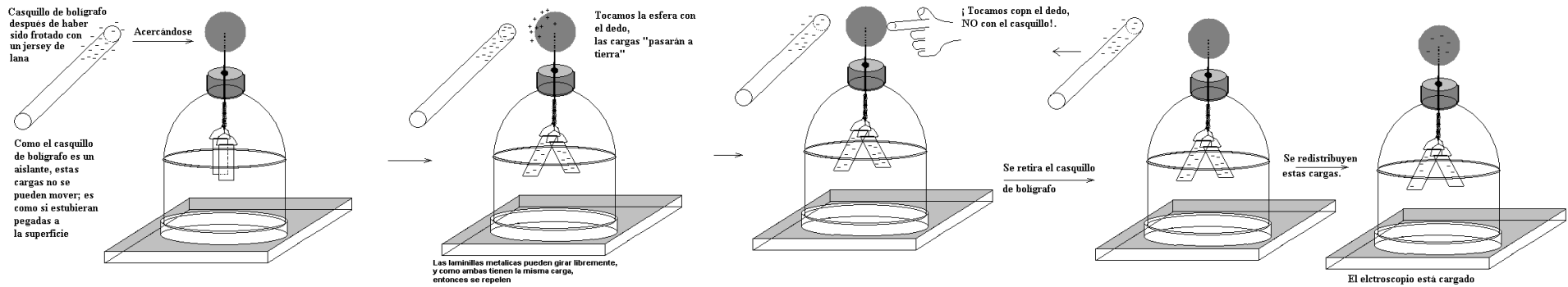
-- Visualización de un cuerpo cargado sobre el electroscopio:



-- Electrización por **contacto**, es según la figura:



-- Electrización por **inducción**: es según la figura:

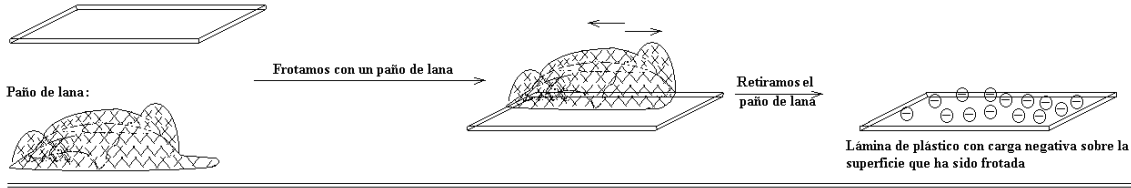


-- **Transporte de carga.**- La carga se puede transportar por conducción, a través de un conductor o bien por convección, asociado con el transporte de masa.

El caso que se va a tener se podría considerar un caso especial transporte por convección.

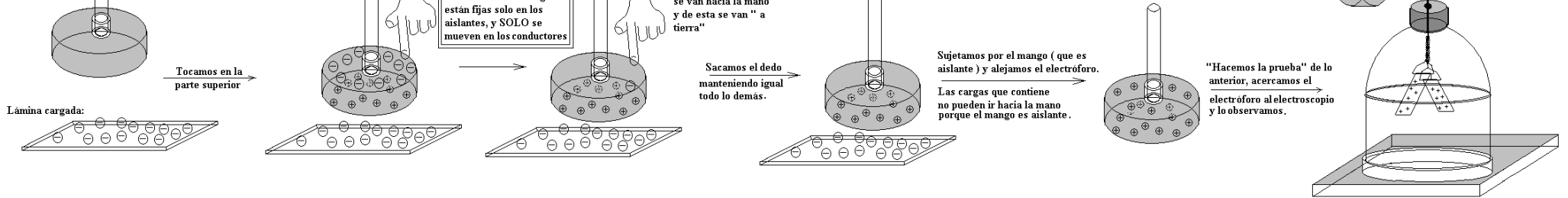
Manejo del electróforo (de Volta).- Es según la figura:

Lámina de plástico:



Tener en cuenta que al ser la lámina de plástico, esta es un aislante, por lo tanto las cargas eléctricas generadas en su superficie NO pueden salir (por sí mismas) de donde están.

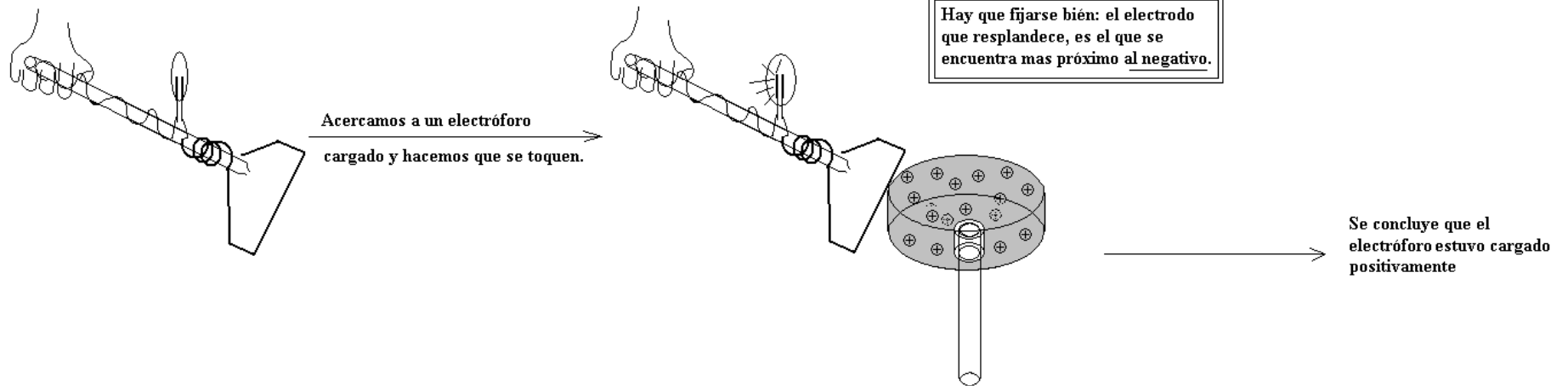
Electróforo:



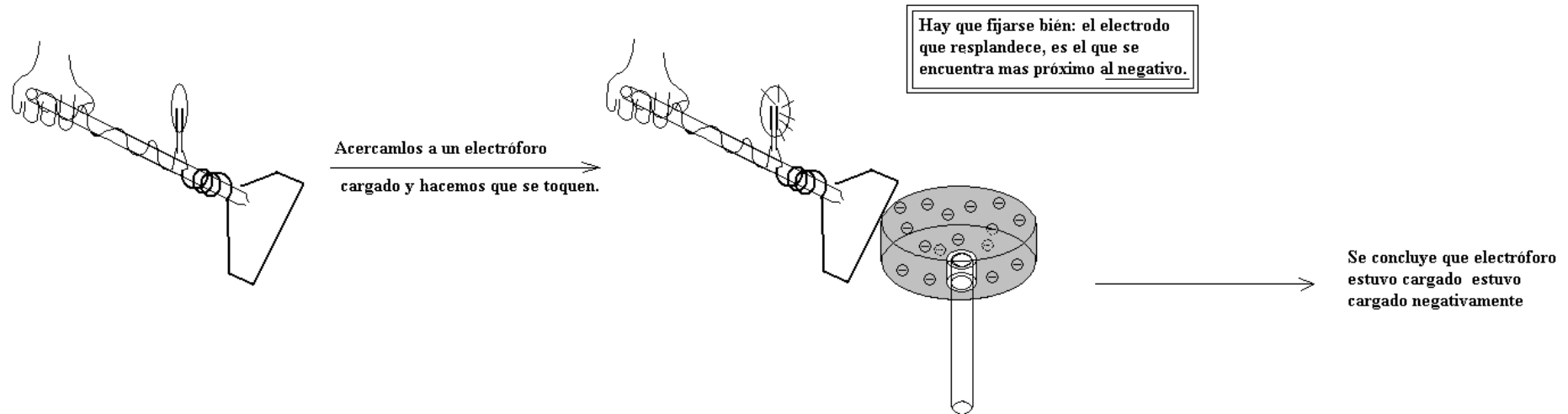
C).- Asociación de los tipos de carga.

El signo de las cargas puede ser observado viendo que el electrodo que se ilumina en la "bombilla de neón". Se tiene:

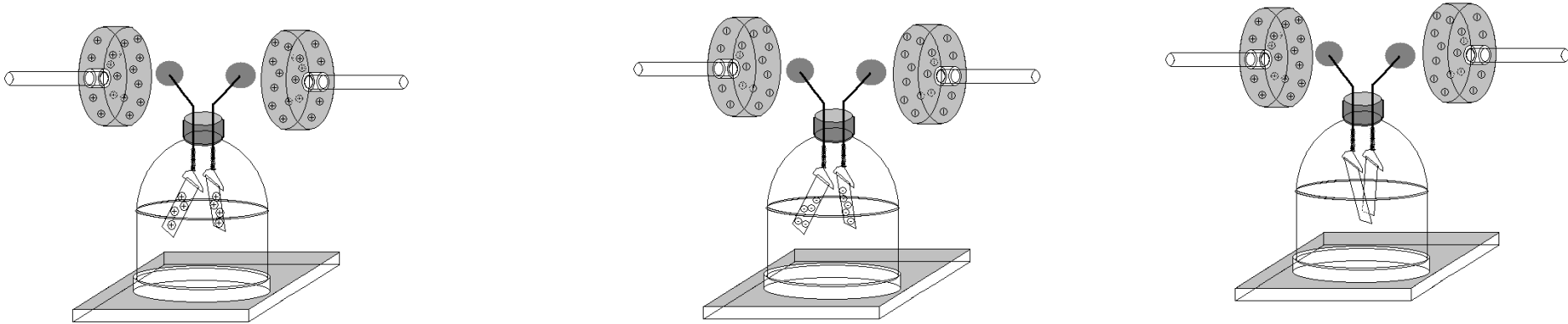
A).



B).



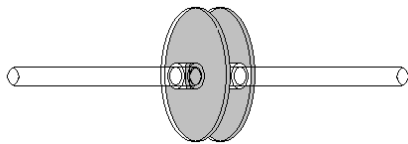
D).- **Interacción entre cargas** (atracción – repulsión). Esto se puede realizar con dos péndulos, preferentemente metálicos. Es según la figura:



E) .- **Almacenamiento de carga.**- Se ha visto que carga eléctrica se puede almacenar en pequeña cantidad y por poco tiempo en un electróforo; pero si se quiere almacenar mucha carga y durante mucho mas tiempo hay que utilizar un condensador.

En principio, este se puede imaginar como dos electróforos cuyas armaduras metálicas paralelas y en oposición (pero sin tocarse); el dieléctrico que las separa es el aire. Este ya podría ser un condensador de pequeña capacidad, del orden de unos 10 microfaradios.

Es según la figura:



Para aumentar la cantidad de carga que se puede almacenar – a esta propiedad se llama capacidad – hay que tener dos grandes superficies metálicas y estar lo mas próximas posible y separadas por una lámina de material dieléctrico. Esto se realiza envolviendo capas alternada de laminas de dieléctrico y plástico en espiral generándose así el clásico cilindro, del que salen sendos contactos.

Observaciones:

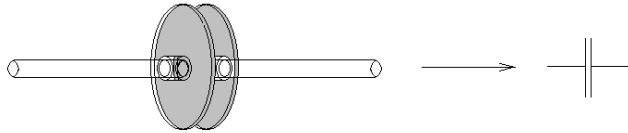
Observaciones:

1.- La capacidad de un condensador es el cociente entre la carga y la tensión o potencial.

2.- El condensador mas simple es el que mencionamos al principio (el de los dos electróforos enfrentados), en general los libros suelen referirse a ellos como el condensador de dos láminas metálicas paralelas separadas por un dieléctrico. Para este caso la capacidad es directamente proporcional a la superficie de las láminas paralelas e inversamente proporcional a la distancia que las separa. La constante de proporcionalidad es lo que se llama constante dieléctrica. Es decir:

$$C = Q / V = \epsilon_0 \cdot S / d.$$

3.- Según lo anterior, el símbolo es el esperado, según:



4.- Descarga a través de un condensador.-

Vamos a conectar un condensador con un terminal a “tierra” y el otro se alimenta de un “recolector de carga” insertando entre ambos una “bombilla de Neón”, que indicara el paso de carga eléctrica (del orden los nanocoulombios).

Vamos a considerar.

A) .- Proceso de carga:

Al introducir carga eléctrica esta pasará a la correspondiente placa del condensador; como la otra esta a tierra, desde esta, puede llegar carga de signo contrario a dicha placa (es decir: la carga introducida en un placa, reclama la presencia de una carga igual y opuesta a la de la otra placa procedente esta de la “tierra”).

Cuando se introduce cara la “bombilla de neon” emite un destello, siendo este el acusador de que el condensador esta cargado.

B).- Proceso de descarga, se tiene:

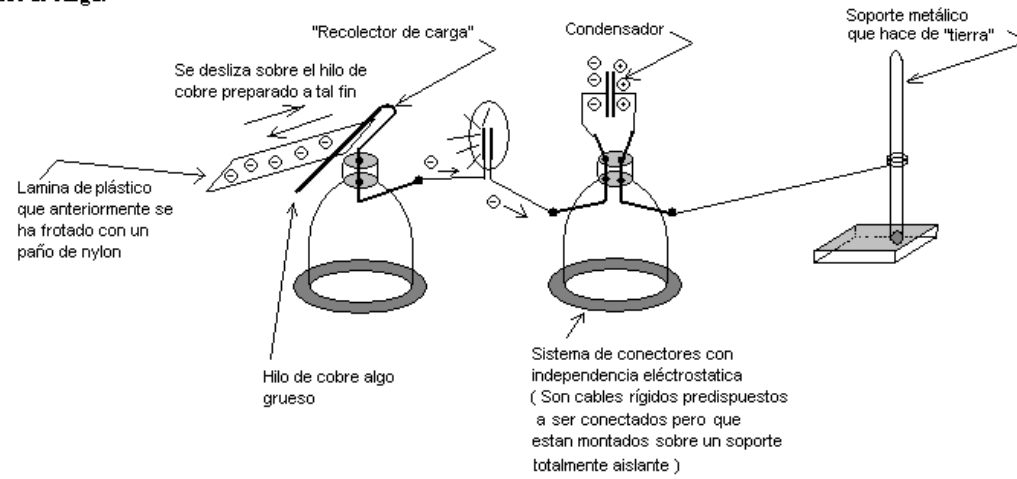
Si en la situación anterior dejamos así el sistema, el condensador retendrá la característica distribución de carga sobre sus placas. Esta solo se neutralizará cuando a través de una resistencia exterior se conecte las placas.

Es mas: si la resistencia es pequeña el tiempo necesario para el fenómeno anterior es muy pequeño (un destello); pero si la resistencia es muy alta del orden de gigaohmios, el tiempo puede ser alto, minutos, pero en este caso al repartirse el transito de la carga a lo largo de tanto tiempo, esta casi no se verá (porque esta es muy, muy pequeña).

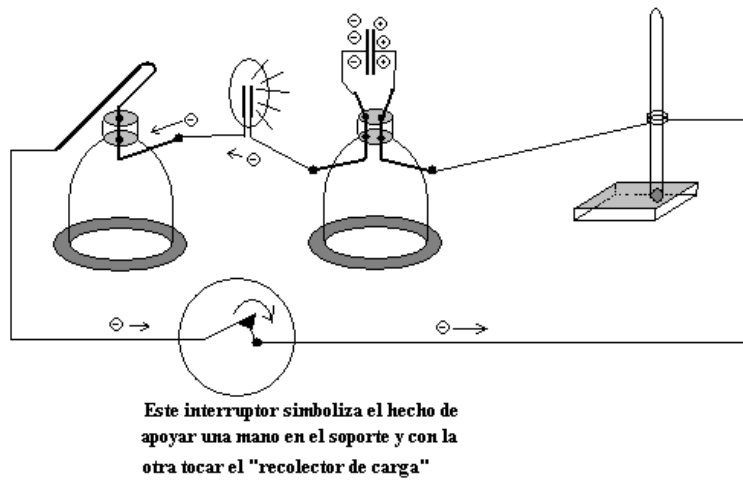
Se puede demostrar que el periodo (parecido al de semidesintegración, pero en este caso el de semiextinción de la intensidad), es directamente proporcional al producto $R \times C$.

Todo ello es según la figura:

A).- Proceso de carga:



B).- Proceso de descarga:

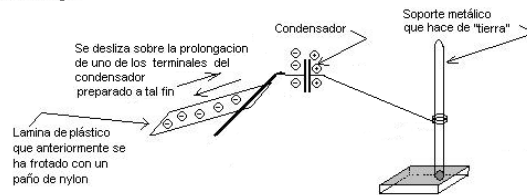


5.- Durante los dos procesos anteriores (carga y descarga) se ha producido un cambio de sentido en la corriente que esta asociada a este fenómeno sobre el Terminal del condensador apoyado sobre el "recolector" de carga.

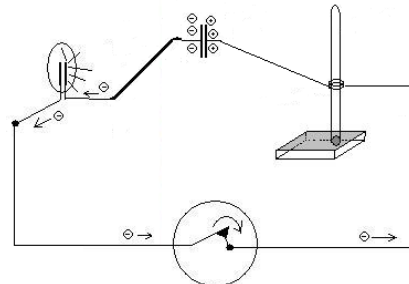
6.- Si repitiéramos este ciclo indefinidamente e insertamos un transformador, tendríamos una incipiente corriente alterna (variable y con cambio de sentido, al menos y que podría manifestarse colocando un altavoz en el secundario del transformador .

7.- También se podría observar la descarga de un condensador directamente por medio del destello de la “bombilla de neon”, sin mas que teniendo un terminal a tierra, e introduciendo carga por el otro, y una vez terminado el proceso de carga, este (el condensador) se descarga poniendo la mano a tierra con la otra se toma una “bombilla de neon” y tocamos el terminal por que antes ha entrado la carga; es según la figura:

A).- Proceso de carga:



B).- Proceso de descarga:



Este interruptor simboliza el hecho de apoyar una mano en el soporte y con la otra tocar el "recolector de carga"

8.- Para observar visualmente la distinta capacidad de un condensador u otro, se conectan a los extremos de un generador electrostático, y en paralelo con una bombilla de neón.

Al accionar con la manivela el generador de una manera ,mas o menos constante, se observa que la bombilla de neón emite destellos cada vez que la tensión supera un determinado valor.

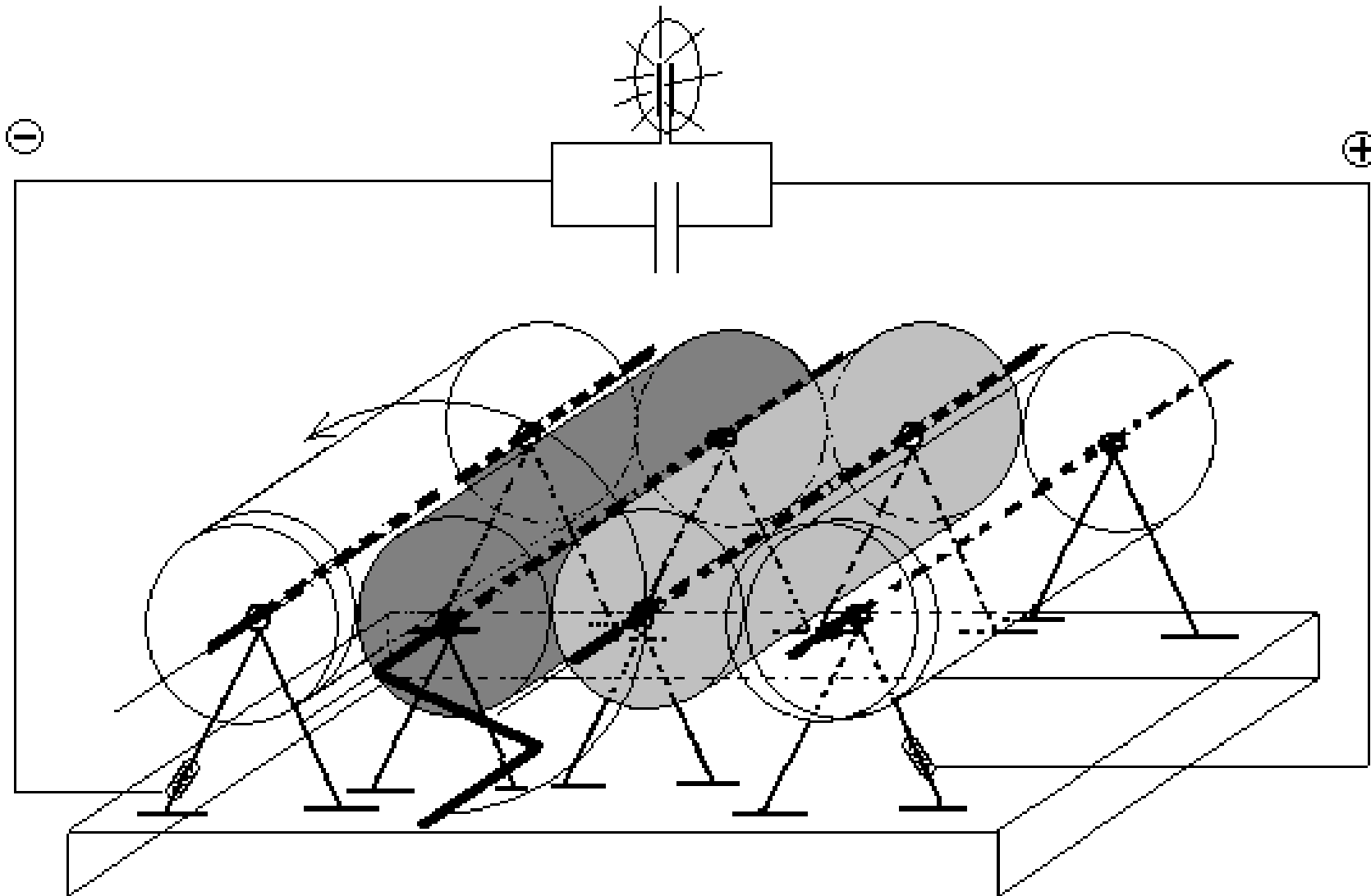
Cuando esto ocurre toda la carga almacenada pasa a su través y se emite el destello. Podemos imaginar que un condensador es como un vaso de agua bajo un grifo:

Si su base tiene un área pequeña tardará poco tiempo en llenarse; pero si su base tiene un área grande, dicho condensador tardará mas en llenarse.

Teniendo esto en cuenta, se entiende que si el condensador tiene poca capacidad los destellos son débiles y muy frecuentes; pero si el condensador es de gran capacidad los destellos son intensos y poco frecuentes.

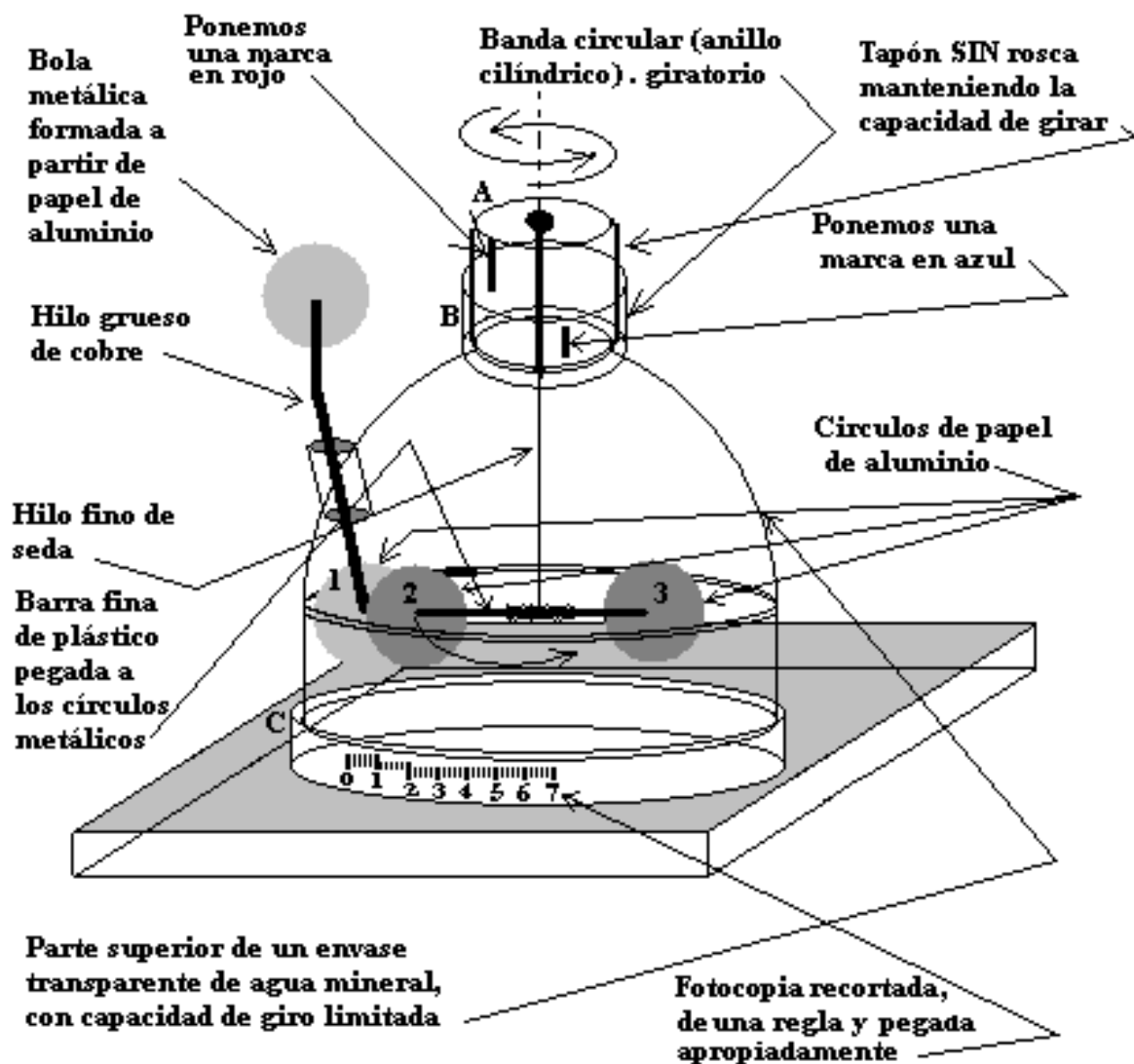
9.- Si no ponemos el condensador, la bombilla se ilumina débilmente al ritmo del movimiento de la manivela.

10.- El montaje descrito antes, se muestra en la figura:



F).- (OPCIONAL).- **Interacciones de cargas eléctricas en función de la distancia** (Ley de Coulomb).- Esta ley es una de las leyes fundamentales de la Naturaleza, para ver como las cargas se repelen o se atraen con una intensidad inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, a semejanza del dispositivo de Coulomb – una mezcla de balanza y electroscopio – , realizamos un electroscopio lo suficientemente modificado para que se parezca algo dicho dispositivo (balanza de Coulomb).

El esquema es el siguiente:



Se ha de asumir lo siguiente:

- 1.- El círculo 1 está fijo y el 2 se mueve, suponemos que se alejan en línea recta (esto es aproximadamente cierto si los ángulos son pequeños).
 - 2.- Se hace girar la cúpula del envase transparente (C) hasta que el cero de la escala coincida aproximadamente con el círculo metálico (1) .
 - 3.- El círculo metálico 3 es igual al 2, ambos están desconectados eléctricamente; el 3 está para mantener el equilibrio gravitacional entre ambos.
 - 4.- El hilo de seda al girar debe presentar una fuerza (recuperadora) resistente a su torsión (deberá ser muy pequeña).
 - 5.- Se hace girar A hasta que los círculos 1 y 2 se junten.
 - 6.- Se hacen coincidir las marcas roja y azul marcadas sobre las superficies cilíndricas A y B (solo haciendo girar B).
 - 7.- Al acercar un cuerpo cargado a la esfera metálica exterior, esta traspasa cierta cantidad de carga al círculo 2.
 - 8.- Cuando esto ocurre, entonces se observa que los círculos 1 y 2 se repelen y se separan hasta una cierta distancia . El 2 se proyecta sobre un lugar de la escala graduada (la del fondo del sistema) .
 - 9.- Se gira A lo suficiente para que se acerque 2 hasta un punto a distancia razonable del punto inicial; (lo de razonable quiere decir que hay que repartir entre un cierto número la distancia determinada el apartado 8, el apartado 2; este número puede ser alrededor de 5).
- Se cuenta el número de vuelta (de A) necesarias para hacer esto; se asocia este valor a la distancia que queda hasta el cero de la escala (la de “abajo”).
- 10.- Se vuelve a mover A hasta un nuevo punto, hacia 1 (razonable según el criterio del apartado anterior), y se repite lo mismo que antes.
 - 11.- Se debe observar que cada vez que se repite sucesivamente lo anterior se necesitan cada vez mas vueltas de A.
 - 12.- Se representa el número de vueltas (que es proporcional a la fuerza de repulsión entre los círculos metálicos cargados) frente a las distancias a las que estén asociadas, debiera aparecer una hipérbola.

Observaciones:

1.- Aunque no se requiere una gran prisa, conviene hacerlo lo mas antes posible, ya que los círculos metálicos se van descargando con el tiempo; 30 segundos en dada etapa puede ser razonable.

2.- En todas las experiencias elementales de Física y Química que se están llevando a cabo, está implícito el reclamar “ una cierta clemencia” en los resultados numéricos, debido a que a cambio de utilizar en casi todos los montajes, materiales reciclados y muy baratos – todo ello sin perder, en lo posible, coherencia y rigurosidad - .

Este último punto recobra aquí su total importancia. Se han realizado experimentos y lo que se observa es que sí, las cargas se atraen o se repelen tanto mas cuanto mas cerca estén, pero la dificultad de esta experiencia esta en que da resultados bastante mediocres al mencionar el “cuadrado” de la distancia de separación.

Es por este motivo el que esta experiencia se menciona aquí como curiosidad y pensando en sustanciales mejoras en un futuro. Por lo tanto, no vamos a considerar “obligatoria” su realización.

Las imágenes reales de esta práctica son las siguientes:



