

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"



FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS

SECCIÓN DE FÍSICA

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE FISICA III



AUTOR:
M.Sc. Optaciano L. Vásquez García
HUARAZ - PERÚ
2010

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
SECCIÓN DE FÍSICA

CURSO: FÍSICA III
PRACTICA DE LABORATORIO N° 1.

APELLIDOS Y NOMBRES.....	CODIGO.....	FECHA.....
FACULTAD.....	ESCUELA PROFESIONAL.....	GRUPO.....
AÑO LECTIVO:SEMESTRE ACADÉMICO.....NOTA.....		
DOCENTE.....	FIRMA.....	

KIT PARA EXPERIMENTOS ELECTROSTÁTICOS

EXPERIMENTO 1. Producción de carga eléctrica por contacto

I. OBJETIVO(S)

- 1.1. Producir cargas eléctricas sobre materiales (varillas) por frotamiento
- 1.2. Estudiar y mostrar los efectos que producen los cuerpos cargados eléctricamente

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Consideremos un experimento simple en el que interviene la atracción eléctrica. Una barra de plástico se frota con un trozo de piel y se suspende de una cuerda que puede girar libremente. Si aproximamos a esta barra, una segunda barra de plástico, frotada también con piel, observamos que las barras se repelen entre sí tal como se muestra en la Fig. 01. El mismo resultado se obtiene si repetimos el mismo experimento con dos barras de vidrio que han sido frotadas con seda. Sin embargo si utilizamos una barra de plástico frotada con piel y una varilla de vidrio frotada con seda, observamos que las barras se atraen entre sí.

Al frotar el plástico con piel o el vidrio con seda, estas sustancias se "electrizan" o "cargan". Repitiendo este mismo experimento con diversos tipos de materiales encontramos que todos los objetos cargados pueden clasificarse en dos grupos: aquellos que se cargan como la barra de plástico frotada con piel y los que se cargan como la varilla de vidrio cuando se frota con seda. Benjamín Franklin (1706-1790) sugirió que todo cuerpo posee una cantidad "normal" de electricidad y cuando dos objetos se frotran entre sí parte de la electricidad se transfiere de un cuerpo hacia otro; así pues, uno tiene un exceso y el otro un déficit de carga de valor igual. Al tipo de carga adquirida por una barra de vidrio frotada con un paño de seda le llamó *carga positiva*, lo cual significaba que el paño de seda adquiriría una *carga negativa* de igual magnitud. Por otro lado al tipo de carga que aparecía en el plástico al ser frotado con piel se le llamó *carga negativa* y la piel adquiriría una carga positiva. Como vimos en nuestro experimento, dos objetos que poseen el mismo tipo de carga, es decir, dos cuerpos ambos positivos o ambos negativos se *repelen* entre sí, mientras que si transportan cargas opuestas se *atraen entre sí*.

Se sabe ahora que cuando el vidrio se frota con un paño de seda se transfieren electrones del vidrio a la seda y por tanto, ésta adquiere un número en exceso de electrones y el vidrio queda con un déficit de electrones, Según la clasificación de Franklin, que todavía tiene vigencia, la seda se carga negativamente, y el vidrio positivamente.

Ahora sabemos que la materia está formada por átomos eléctricamente neutros. Cada átomo posee un pequeño núcleo que contiene protones cargados positivamente y neutrones sin carga y rodeando al núcleo existe un número igual de electrones cargados negativamente. El protón y el electrón son partículas muy distintas. Así la masa del protón es aproximadamente 2000 veces mayor que la del electrón. Sin embargo, sus cargas son exactamente iguales pero de signos opuestos. La carga del protón es e y la del electrón es $-e$, siendo e la **unidad fundamental de la carga**. Todas las demás cargas se presentan en cantidades enteras de la del electrón. Es decir, la **carga está cuantizada**. Toda carga Q presente en la naturaleza puede escribirse en la forma

$$Q = \pm N.e \quad (1)$$

Donde N es un número entero y e es la carga del electrón.

Cuando dos cuerpos están en íntimo contacto, como ocurre al frotarlos entre sí, los electrones se transfieren de un cuerpo a otro. Un objeto queda con un número en exceso de electrones y se carga por tanto, negativamente y el otro queda con un déficit de electrones quedando cargado positivamente. Durante este proceso la carga no se crea sino se transfiere de un cuerpo a otro. La carga neta del sistema es cero. Es decir la **carga se conserva**.

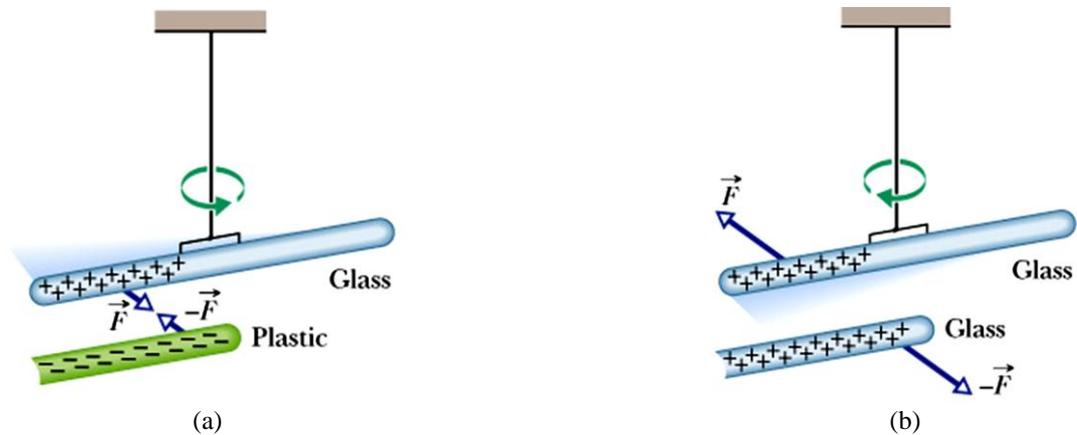


Fig. 1. a) Dos objetos con cargas de signo opuesto se atraen; b) Dos cuerpos con cargas del mismo signo se repelen

III. MATERIALES Y EQUIPOS.

- 2.1. Una varilla de vidrio
- 2.2. Dos varillas de plástico
- 2.3. Un trozo de seda
- 2.4. Una plataforma con soporte

IV. METODOLOGÍA.

A. PRODUCCIÓN DE CARGA POSITIVA Y NEGATIVA

- a) Limpiar las superficies de la varilla de vidrio y el electroscopio.
- b) Disponga el equipo tal como se muestra en la Fig. 2.



Fig. 2 Equipo utilizado en la experiencia: (a) Electroscopio, (b) varilla de vidrio o plástico (c) electrización por frotamiento

- c) Acerque la varilla de vidrio sin frotar al electrodo central del electroscopio. ¿Observe que le sucede a las laminillas del electroscopio?. Registre sus observaciones
- d) Ahora proceda a frotar vigorosamente la varilla de vidrio con la tela de seda y nuevamente acerque la varilla de vidrio al electrodo central del electroscopio como se muestra en la figura 3 ¿Qué le sucede a las laminillas del electroscopio?. Registre lo observado.
- e) Toque el electrodo central del electroscopio con la varilla de vidrio previamente frotada con seda para transferir la carga. Registre sus observaciones

- f) Para obtener más cargas sobre el electroscopio habrá que repetir varias veces el proceso de frotación y transferencia. Registre sus observaciones.



Fig. 03. Varilla cargada acercándose al electroscopio

- g) Para descargar el electroscopio toque con un dedo el electrodo central.
 h) Repita los pasos anteriores para los casos en que la varilla es de plástico (negro) y se frota con seda
 i) Repita el proceso para el caso en que la varilla es de acrílico y se frota con seda.

B. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CARGA QUE TIENE UN CUERPO

- a) Frote vigorosamente la varilla de plástico con la lana y acerque el extremo frotado al electrodo central del electroscopio sin tocarlo. ¿Qué le sucede a las laminillas del electroscopio?.
 b) En presencia de la varilla frotada coloque su dedo en el lado opuesto del electrodo central.
 c) Después de cierto tiempo y en presencia de la varilla cargada retire el dedo del electrodo central. ¿Se cargado las laminillas?.



Fig. 4 Cuerpo cargado positivamente

- d) Se frota vigorosamente la varilla de vidrio con la tela de seda gruesa (o con lanilla) y se le acerca sin tocar la esfera del electrodo del electroscopio. En caso de que las laminillas del electroscopio se abriesen más, la varilla de vidrio tendrá carga del mismo signo que la del electroscopio. En caso contrario la varilla tendrá signo opuesto.
 e) Repita el paso anterior para el caso en que la varilla que se frota es la varilla de acrílico con lanilla.

C. ATRACCIÓN Y /O REPULSIÓN ELÉCTRICA

- a) Friccionar fuertemente la varilla de plástico de color negro A con la tela de seda y luego colocarlo en la plataforma giratoria con soporte, como se muestra en la Fig. 4. Ubicar su centro de gravedad y permitir que gire libremente

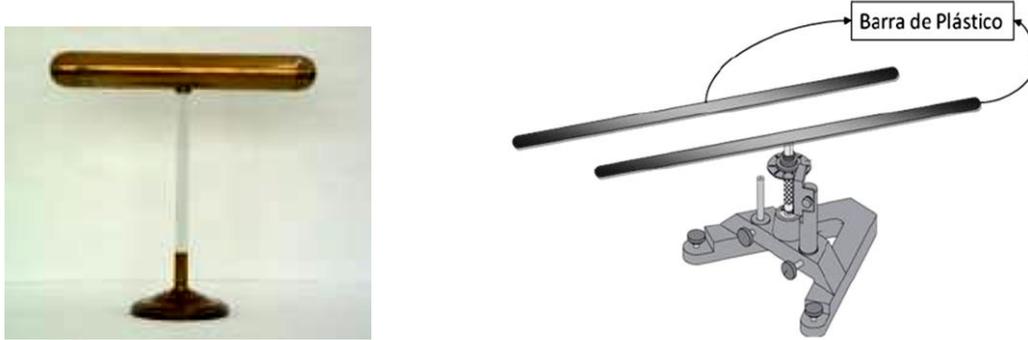


Fig. 5. Equipo utilizado para mostrar la interacción eléctrica.

- b) Friccionar la varilla de plástico negro B con la tela de seda y luego acercarlo a la varilla de plástico colocada en la plataforma giratoria. Hacer girar la varilla A en varias vueltas,
- c) Friccionar la varilla de vidrio C con la tela de seda y luego acercarlo a la varilla A haciéndolo girar varias vueltas. Evite tocar la varilla de vidrio con la de plástico mientras gira; ésta debe ser guiada por la varilla de vidrio.
- d) Friccionar la varilla de acrílico D con la tela de seda y luego acérquelo a la varilla A haciéndolo girar varias vueltas, evitando tocarla. Registre sus observaciones.
- e) Repita el experimento para varias combinaciones de las varillas.

V. CALCULOS Y RESULTADOS

A. Producción de carga.

5.1. Al acercar la varilla de vidrio sin frotar al electroscopio. ¿Qué ocurre con las laminillas del electroscopio? ¿Qué implica esto?.

.....

5.2. Al acercar la varilla de vidrio previamente frotada con seda al electroscopio sin tocarlo. ¿Qué ocurre con las laminillas del electroscopio? ¿Ha adquirido alguna propiedad la varilla de vidrio?.

.....

5.3. ¿Qué sucede con las laminillas del electroscopio cuando Ud. toca la esfera central?. Explique

.....

5.4. Si Ud. reemplazó la varilla de vidrio por una de plástico o una de acrílico previamente frotada. ¿Cuáles fueron sus observaciones?. Explique

.....

B. Tipo de carga que tiene un cuerpo

5.1. Tomando como referencia la carga del vidrio cuando se frota con seda. ¿Qué tipo de carga adquiere la varilla de vidrio cuando se frota con seda?

.....

5.2. ¿Qué tipo de carga tiene la varilla de acrílico?

.....

5.3. Describa brevemente el proceso de la figura 03 y la figura 04

.....
.....
.....

C. Atracción y o repulsión de cargas.

5.1. Al acercar la varilla B a la varilla A, ¿Existe atracción o repulsión?. ¿Porqué gira la varilla A?

.....
.....
.....

5.2. ¿Girará la varilla A descargada al acercársele la varilla B cargada?. ¿Porqué?

.....
.....
.....

5.3. ¿Qué sucede si se toca la varilla A cargada con la varilla B también cargada?. ¿Explique el fenómeno?.

.....
.....

5.4. Responda a las preguntas anteriores si se usa las varillas A; C y D.

.....
.....
.....

5.5. ¿Qué sucede cuando toca con la mano la región cargada de la varilla?. Explique

.....
.....

5.5. Describa dos ejemplos de cada una de las formas en que se puede cargar eléctricamente un cuerpo (diferentes de los realizados en el laboratorio).

.....
.....
.....

5.6. Explique por qué algunas de las combinaciones barra-tela utilizadas en la práctica producen interacciones más intensas que otras. Idea use la teoría atómica.

.....
.....
.....

5.7. ¿Explique por qué el chorro de agua es atraído por la barra cargada?.



VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

6.1 CONCLUSIONES

- a)
- b)
- c)

6.2 SUGERENCIAS

- a)
- b)

EXPERIMENTO 2: Inducción Electrostática.

I. OBJETIVO(S)

- 1.1. Verificar el fenómeno de inducción electrostática
- 1.2. Estudiar el fenómeno de inducción electrostática mediante la conexión a tierra

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Existe un método simple y práctico de cargar un conductor aprovechando el movimiento de los electrones libres en un metal. Como se indica en la Fig.01 tenemos dos esferas metálicas sin cargar en contacto. Al acercarse a una de las esferas una barra cargada, los electrones libres de una esfera fluyen de una esfera a la otra. Si la barra está cargada positivamente, atrae a los electrones cargados negativamente y la esfera más próxima a la barra adquiere electrones de la otra. La esfera más próxima adquiere carga negativa y la más alejada carga positiva (Fig. 1a). Si las esferas se separan antes de retirar la varilla (Fig. 1b), quedarán con cargas iguales y opuestas (Fig. 1c). Un resultado semejante se obtiene con una barra cargada negativamente, la cual hace que los electrones pasen de la esfera más próxima a la que está más alejada. Este proceso se llama **inducción electrostática** o **carga por inducción**. Si un conductor esférico cargado se pone en contacto con una esfera idéntica sin carga, la carga de la primera esfera se distribuye por igual en ambos conductores. Si ahora se separa las esferas entonces, cada una de ellas quedará con la mitad del exceso de carga originalmente en la primera esfera.

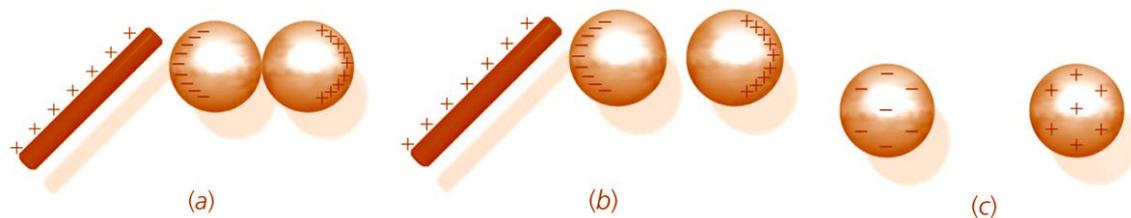


Fig.01. Carga por inducción. a) Esferas en contacto cerca de una barra cargada positivamente. b) esferas separadas en presencia de la varilla cargada. c) Al quitar la barra las esferas quedan cargadas con cargas iguales y opuestas

La propia tierra constituye un conductor que para muchos propósitos puede considerarse como infinitamente grande. Cuando un conductor se pone en contacto con la tierra se dice que está **conectado a tierra**. Esto se representa esquemáticamente mediante un cable de conducción que termina en unas pequeñas líneas horizontales como se indica en la Fig.02. Es posible usar tierra para cargar un conductor por inducción. En la Fig.1a se muestra una esfera conductora descargada, en la fig. 2b se acerca una barra cargada negativamente a una esfera conductora sin carga. Los electrones son repelidos ubicándose en el extremo derecho de la esfera, dejando el extremo cercano con carga positiva. Si se conecta a tierra la esfera con la barra cargada presente, aquella adquiere una carga opuesta a la de la barra, ya que los electrones se desplazan a través de hilo conductor hacia la tierra como se muestra en la Fig. 2c. La conexión a tierra se interrumpe antes de retirar la barra para completar la carga por inducción (Fig. 2d). Retirando entonces la barra, la esfera queda cargada positivamente (Fig. 2d).

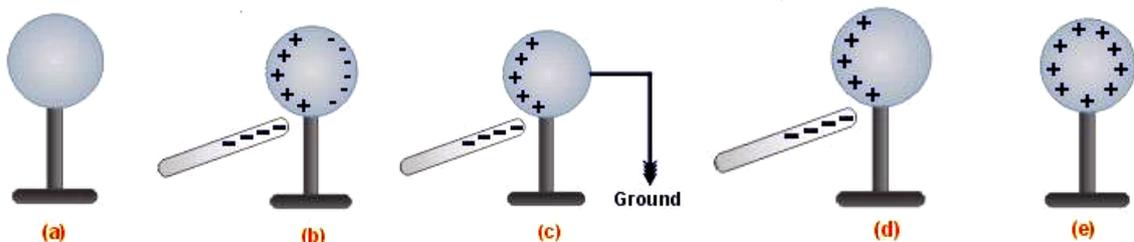


Fig. 02 Electrización por inducción utilizando conexión a tierra. (a) Esfera metálica inicialmente descargada; (b) acercamiento de la barra inductora hacia la esfera para producir la polarización; (c) Conexión de la esfera con la tierra mediante un hilo conductor (los electrones viajan a tierra); (d) retiro de la conexión a tierra en presencia del inductor, (e) Esfera conductora cargada positivamente.

III. MATERIALES Y EQUIPOS

- 2.1. Una placa cuadrada de vidrio orgánico
- 2.2. Un tubo pequeño de neón
- 2.3. Una placa circular de aluminio con tornillo
- 2.4. Una barra cilíndrica de plástico negro con tuerca
- 2.5. Tela de seda, lana y otros

IV. METODOLOGÍA

- a) Entornillar el manubrio plástico a la placa circular de aluminio.
- b) En primer lugar, frotar la superficie superior de la torta de resina o de la lámina de aislante (acrílico) con una piel de gato o conejo o con un tejido de lana, a fin de que la superficie quede cargada negativamente por fricción (figura 03a). Evite el contacto físico de la zona frotada.
- c) Una vez que el aislante está cargado, acerque el disco de aluminio sosteniéndolo por el mango aislante (figura 03b) hacia la placa aislante (se recomienda hacer contacto para que la electrización en la placa circular por inducción sea más efectiva). Puede colocarse firmemente el disco de metal sobre la lámina aislante frotada
- d) Sostener con la otra mano, el tubo de neón y ponerlo en contacto con la placa de aluminio (en caso no disponga del tubo de neón, toque con el dedo la parte superior del disco de aluminio). Se notará que el tubo de neón relampaguea instantáneamente debido al flujo de carga eléctrica; ver Fig. 03c.
- e) Separar el tubo de neón y posteriormente la placa de aluminio, quedando está cargada positivamente como se muestra en la Fig. 03d.
- f) Una vez separada la placa de aluminio, conecte con el tubo de neón, ahora nuevamente el tubo de neón relampagueará, indicando que existe nuevamente flujo de carga tal como se muestra en la Fig. 03e.
- g) Repetir el experimento (cuantas veces sea necesaria) para verificar el proceso de inducción.

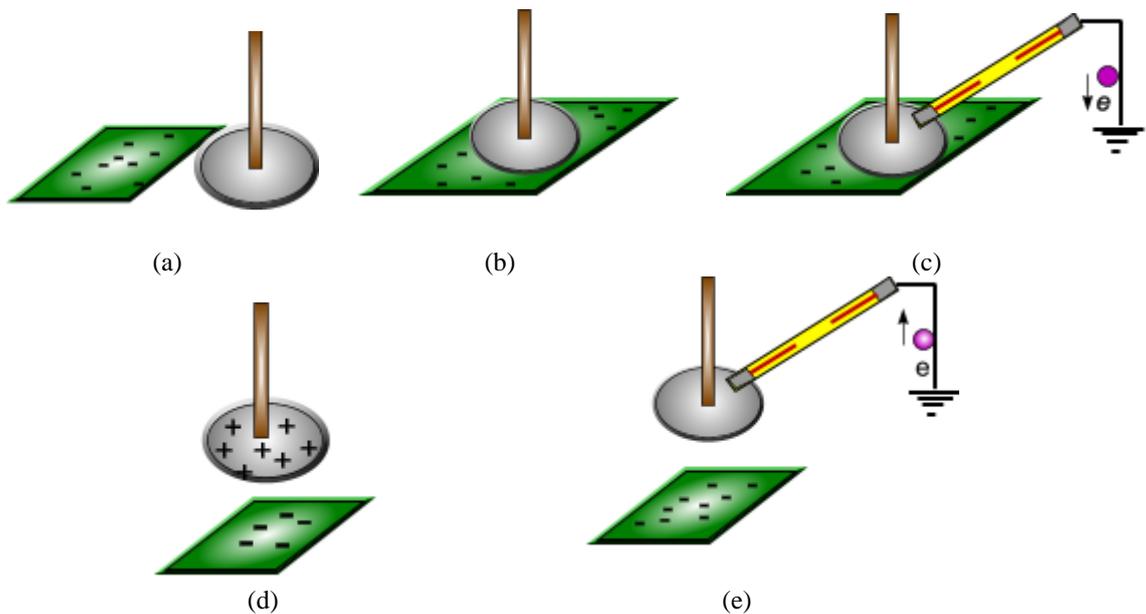


Fig. 03. Esquema de electrización por inducción

- h) Existe otra forma como demostrar que la lámina de aluminio se carga. Al colocar la placa metálica sobre la superficie cargada se induce carga de signo contrario en la parte de la placa más próxima a la superficie, con carga del mismo signo en la parte superior. Si con la ayuda de un conductor, la parte superior de la placa se descarga, queda una carga neta sobre la placa de signo contrario al de la superficie. Esta carga se puede transportar si la placa está dotada de un mango aislante (véase la figura 04)

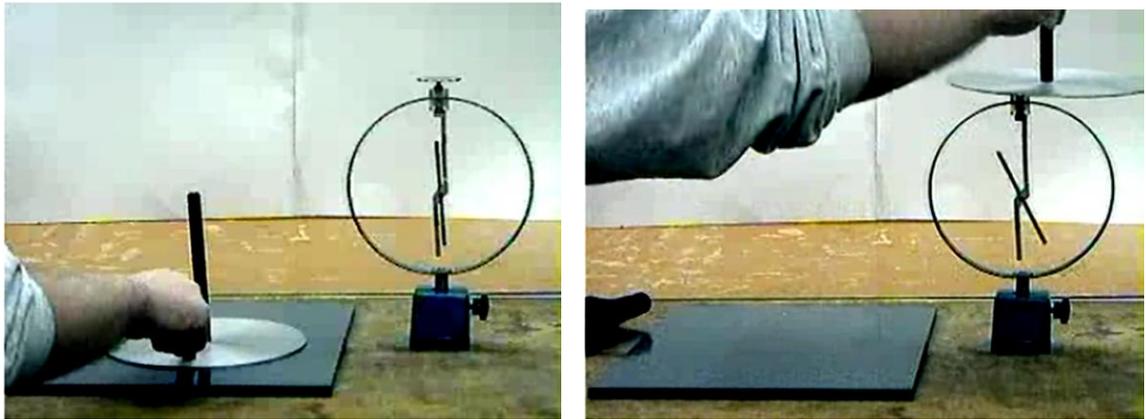


Fig. 04. (a) Cargando el electróforo de Volta (b) Mostrando que la placa metálica está cargada

V. CALCULOS Y RESULTADOS

5.1. Explique el proceso físico por el cual se carga la placa metálica circular de aluminio.

.....
.....
.....
.....

5.2. Indique el tipo de carga que se induce en la placa metálica en ambas caras y donde se ubica dicha carga. ¿Qué sucedería si toca Ud. la placa con su mano?. Explique

.....
.....
.....
.....

5.3. Explique por qué relampaguea el tubo de neón al ponerlo en contacto con la superficie de la placa metálica.

.....
.....
.....
.....

5.4. ¿Cómo debe ser la distribución de carga en un conductor aislado puntiagudo?.

.....
.....
.....
.....

5.4. ¿Describa el funcionamiento del electróforo de Volta.

.....
.....

5.5. Utilizando materiales caseros podría construir un electróforo de Volta?. Explique detenidamente.

.....
.....
.....
.....
.....

VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

6.1 CONCLUSIONES

- 1.
- 2.
- 3.

6.2. SUGERENCIAS

- 1.
- 2.

EXPERIMENTO 3: Líneas De Campo Eléctrico.

I. OBJETIVO(S)

- 1.1. Mostrar experimentalmente las líneas de campo eléctrico.
- 1.2. Describir cualitativamente las líneas de campo eléctrico

II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Una ayuda conveniente para observar la forma de los campos eléctricos producidos por distribuciones de carga discreta o continua es trazar las líneas en la misma dirección que el vector intensidad de campo eléctrico en varios puntos. Estas líneas se denominan **líneas de campo eléctrico** y están relacionadas con el campo eléctrico de la siguiente manera.

1. El vector campo eléctrico \mathbf{E} es tangente a la línea de campo eléctrico en cada punto.
2. El número de líneas por unidad de área que pasan por una superficie perpendicular a las líneas de campo es proporcional a la magnitud del campo eléctrico en esa región.

En las Fig. 01a y 01b se muestran las líneas de campo eléctrico de una carga puntual positiva y de una carga puntual negativa, obsérvese que las líneas de campo están dirigidas radialmente hacia fuera en las cargas positivas y dirigidas radialmente hacia adentro en las cargas negativas. Debe observarse además que las líneas están más juntas en la cercanía a las cargas lo cual indica que el campo es más intenso en regiones cercanas a las cargas y disminuye a medida que se aleja de las cargas

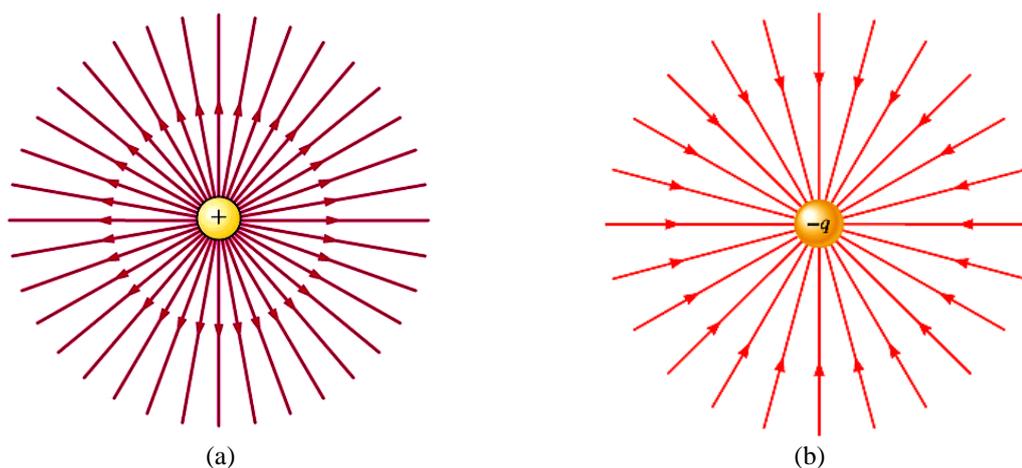


Fig 01. Líneas de campo eléctrico: a) para una carga puntual positiva y b) para una carga puntual negativa.

Las reglas que se siguen para trazar líneas de campo eléctrico para cualquier distribución de carga son:

1. Las líneas de campo eléctrico comienzan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas.
2. Las líneas se dibujan simétricamente saliendo o entrando en la carga.
3. El número de líneas que salen de una carga positiva o entran en una carga negativa, es proporcional a la carga.
4. No pueden cruzarse nunca dos líneas de campo eléctrico.

Las líneas de campo para dos partículas cargadas de igual magnitud pero de signo opuesto (dipolo eléctrico), se muestra en la Fig. 02a. Muy cerca de las cargas las líneas son radiales hacia fuera si la carga es positiva y hacia adentro si la carga es negativa. Puesto que las cargas son de igual módulo, el número de líneas que empiezan en la carga positiva es igual al número de las que entran en la carga negativa.

La Fig. 02b muestra las líneas de campo en la vecindad de dos cargas positivas iguales. Nuevamente se observa que las líneas son casi radiales en la vecindad de dichas cargas. Además emerge el mismo número de líneas de cada carga.

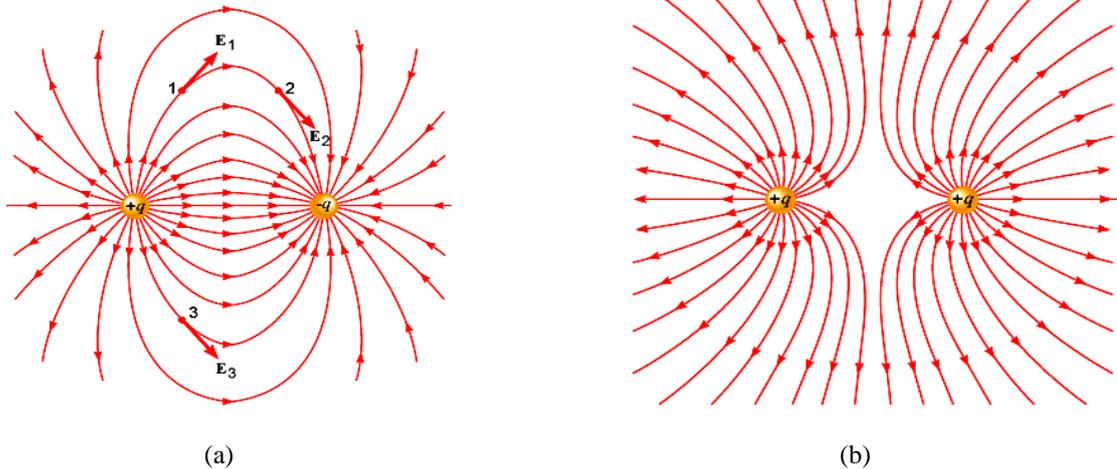


Fig.02. Líneas de campo: a) para un dipolo eléctrico y b) para dos cargas positivas iguales.

III. MATERIALES Y EQUIPOS

Dos varillas de vidrio y un trozo de seda
 Dos plumeros electrostáticos
 Una máquina de Winshurt
 Un acelerador de Van de Graaff
 Cables de conexión

IV. METODOLOGÍA

- Cargar la varilla de vidrio frotándolo con el paño de seda y luego tocar la barra metálica del plumero electrostático. Realizar este procedimiento varias veces hasta que los hilos se abran como se muestra en la Fig. 03b. Registre sus observaciones.
- Descargue el plumero tocando el metal con las manos.
- Cargar dos varillas, una de vidrio y otra de plástico, y luego cargar a los plumeros con distintas cargas, acercarlos posteriormente hasta obtener la configuración mostrada en la Fig.03c.
- Repetir el proceso anterior cargando a los plumeros con cargas del mismo signo hasta obtener la configuración mostrada en la Fig. 03d.

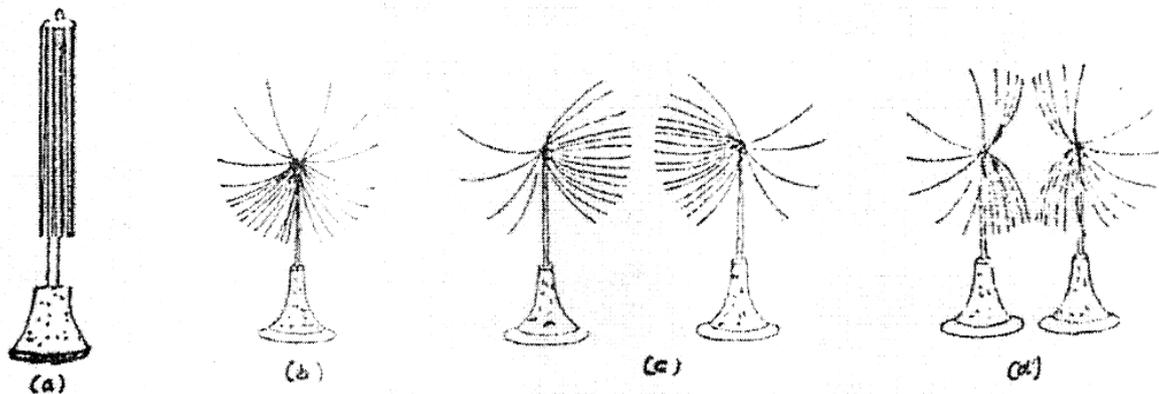


Fig. 03. Imagen tridimensional de las líneas de campo eléctrico de cuerpos cargados.

- Usando la máquina de Winshurt se puede obtener un mejor resultado. En este caso, con un alambre se conecta un electrodo de esta máquina al soporte metálico del plumero; luego se procede a cargar el plumero haciendo girar el manubrio de la máquina. Notará que los hilos se rechazan entre sí y se separan tal como se muestra en la Fig. 03b.
- Coloque dos plumeros a una distancia de 10 cm y conecte mediante alambres a los dos electrodos de la máquina de Wimshurt. Proceda a cargar los plumeros haciendo girar la máquina de Wimshurt. Notará que los hilos electrificados se atraen tal como se muestra en la figura 03c.

- g) Coloque dos plumeros a una distancia de 10 cm y conecte mediante alambres a un mismo electrodo de la máquina de Wimshurt. Proceda a cargar los plumeros haciendo girar la máquina de Wimshurt. Notará que los hilos electrizados se atraen tal como se muestra en la figura 03c.
- h) Usando el acelerador de Van de Graaff intente obtener las configuraciones antes mencionadas.

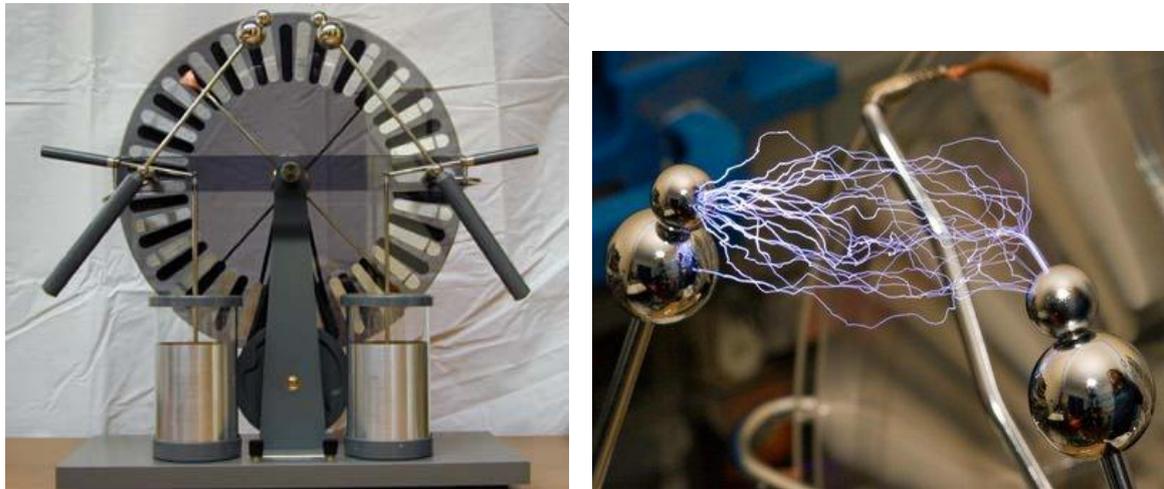


Fig. 04. (a) *Máquina de Wimshurst* (b) *Descarga corona entre los electrodos de la máquina*

PRECAUSIONES.

1. Al hacer contacto la varilla cargada con el plumero, la varilla debe moverse hacia delante y hacia atrás para permitir transferir la carga por completo
2. Cuando use la máquina de Wimshurt evite hacer contacto directo con las manos a los electrodos cuando esta está cargada. Para hacer la conexión primero junte los dos electrodos produciéndose de esta forma la descarga.
3. Cuando use el acelerador de Van de Graaff, consulte al profesor antes de poner en marcha el dispositivo ¡los voltajes en el acelerador son muy elevados!

V. CALCULOS Y RESULTADOS

5.1 Explique lo que sucede cuando la varilla de vidrio es puesta en contacto con la barra metálica del plumero.

.....

.....

.....

.....

5.2. ¿Por qué toman la forma que Ud. ve los hilos del plumero al ser tocada la varilla metálica del plumero con la varilla cargada? .Explique.

.....

.....

.....

.....

5.3. ¿Qué relación cree Ud. que guarda el ángulo de abertura de los hilos de seda de la pluma con la cantidad de electricidad?.

.....
.....

5.4. Detalle lo que observó cuando en el experimento utilizó la máquina de Winshurt, sustentando correctamente el análisis.

.....
.....
.....
.....

5.5. Describa sus observaciones experimentales al hacer uso del acelerador de Van de Graaff.

.....
.....
.....

5.6 Describa el funcionamiento de la Máquina de Winshurt,

.....
.....
.....
.....
.....
.....

VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

6.1. CONCLUSIONES

- 1.
- 2.

6.2. SUGERENCIAS

- 1.
- 2.

EXPERIMENTO 4: El generador de Van de Graaff

I. OBJETIVO(S)

- 1.1. Utilizar el acelerador de Van de Graaff para producir cargas eléctricas
- 1.2. Conocer las partes y el funcionamiento de este generador de cargas eléctricas.

II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Cuando un conductor cargado se coloca en contacto con el interior de un conductor hueco, toda la carga del primer conductor se transfiere al conductor hueco. En principio, es posible incrementar la carga en el conductor hueco y su potencial, sin límite, repitiendo el proceso.

En 1929 Robert J. Van de Graff aplicó este principio para diseñar y construir un generador electrostático tal como se muestra en la Fig. 01a, el cual se utiliza en las investigaciones de física nuclear. La idea básica del generador se describe en la Fig. 01b. Se entrega continuamente carga a un electrodo de alto voltaje sobre una banda móvil de material aislante. El conductor de alto voltaje es un conductor hueco montado sobre una columna aislante. La banda recoge carga por medio de una descarga corona entre el peine ionizador de agujas metálicas y una rejilla conectada a tierra en la base del generador. Las agujas normalmente se mantienen a un potencial positivo de 10^4 voltios. La carga positiva se transfiere al electrodo de alto voltaje por medio de un segundo peine colector de agujas que se encuentra en la parte superior del generador. Como el campo eléctrico en el interior del conductor hueco es despreciable, la carga positiva de la banda se transfiere con facilidad hacia el electrodo de alto voltaje, sin importar su potencial. En la práctica, es posible incrementar su potencial del electrodo de alto voltaje hasta que se presenta una descarga eléctrica a través del aire. Dato que la tensión de ruptura dieléctrica del aire es del orden de $3 \cdot 10^6$ V/m, una esfera de 1 m de radio puede alcanzar un potencial de $3 \cdot 10^6$ V. Puede aumentarse aun más el potencial aumentando el radio del casco del generador.

Los generadores Van de Graaff pueden producir diferencias de potencial tan altas como 20 millones de voltios. Los protones acelerados a través de diferencias de potencial de este orden reciben energía suficiente como para iniciar reacciones nucleares entre ellos y diversos núcleos que sirven de blanco.

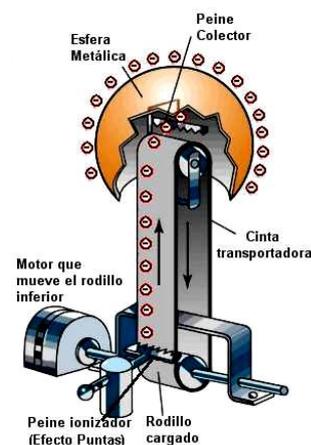


Fig 01. Diagrama esquemático de un generador de Van de Graff.

III. MATERIALES Y EQUIPOS

- 3.1. Un generador de Van de Graff
- 3.2. Una esfera de descarga
- 3.3. Un plumero electrostático
- 3.4. Un electroscopio
- 3.5. Cables de conexión

IV. METODOLOGÍA

- a) Antes de la operación, hay que limpiar, con tela suave y limpia, las dos esferas, las ruedas, la correa y el tubo de poliglás.

- b) Se abre la mitad superior del casco y se ajusta el tornillo para que la correa quede adecuada y las ruedas superior e inferior paralelas.
- c) Se ajusta el colector superior para que se acerque al máximo a la correa, sin tocarla.
- d) Se conecta el colector con la bola de la descarga eléctrica. Se conecta el interruptor de colector con el colector debajo, al mismo tiempo, coloque la tabla de alambre de tierra en el suelo.
- e) Se conecta el interruptor de fuente eléctrica del motor para arrancarlo. Si la humedad del ambiente es alta, se enciende la lámpara secadora, Cuando el aire húmedo es expelido del aparato, se apaga el motor y se cierra la mitad superior de casco. Ahora el generador está listo para la demostración.
- f) Se conecta el circuito de tierra del motor para arrancarlo y proteger contra la fuga de carga.
- g) En aquellos lugares donde no existe corriente eléctrica y la humedad relativa es menor al 80%, se puede recurrir a la operación manual, es decir hacer girar la manivela en el sentido del reloj.
- h) Cuando comienza a funcionar el generador, no debe tocar con las manos las bolas ni las partes metálicas expuestas. Cuando deje de usar el generador, debe hacer contacto las dos bolas para que se descarguen la electricidad remanente, con la finalidad de que pase corriente a través del cuerpo humano (no hay peligro para la vida, porque la corriente es muy pequeña).
- i) Proceda a realizar las siguientes experiencias

4.1. Electrización por contacto.

- ❖ Acerque la bola de descarga al casco del acelerador de Van de Graaff, como se muestra en la figura 2a
- ❖ Al tocar la esfera de descarga al acelerador habrá sacado un poco de carga
- ❖ Acerque ahora la esfera de descarga hacia el electroscopio.
- ❖ Toque la cabeza del electroscopio con la esfera de descarga tal como se muestra en la Fig. 2b.
- ❖ Registre sus observaciones

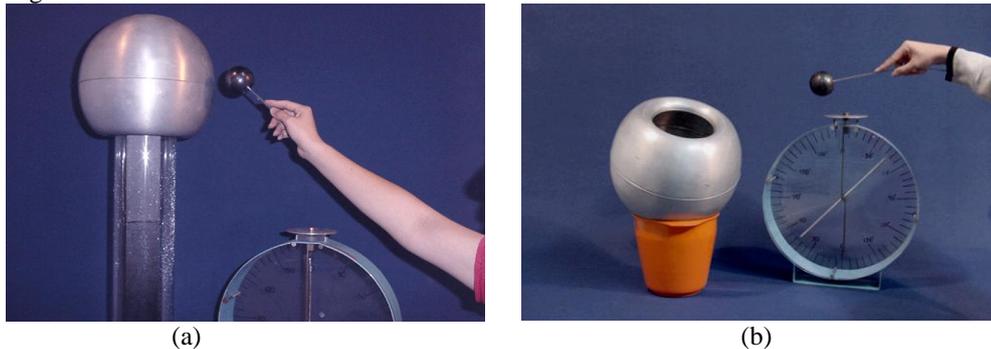


Fig. 2. Transferencia de carga del acelerador hacia el electroscopio: (a) Contacto de la esfera de prueba con el acelerador, (b) transferencia de carga al electrodo central del electroscopio

4.2. Descarga corona

- Con el generador apagado instale la bola de prueba mediante un alambre conductor al polo negativo del acelerador como se muestra en la figura 03a.
- Ponga en funcionamiento el generador y espere unos minutos hasta que este se cargue
- Acerque con cuidado la esfera de prueba hacia la cabeza del generador. ¿Observa el arco voltaico?. Explique este fenómeno.
- Compare lo observado con lo que muestra la figura 03b.

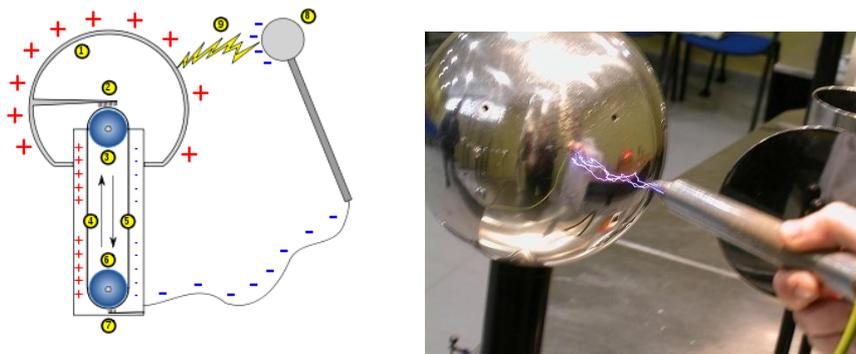


Fig. 03 (a) Instalación del equipo para visualizar la descarga corona; (b) descarga corona

4.3. Campo eléctrico de un conductor cargado.

- ❖ Tome por la base aislante el plumero electrostático.
- ❖ Acerque los hilos del plumero al casco, como se muestra en a Fig. 3.
- ❖ Tome un solo hilo del plumero y desplácelo alrededor del casco siguiendo circuitos paralelos al ecuador o meridiano como se muestra en la Fig. 3-b, pero sin intentar disminuir la distancia al casco, el hilo se mantiene a una distancia constante. Registre sus observaciones.
- ❖ Acerque la esfera del péndulo eléctrico hacia el generador y observe la interacción entre ambos.
- ❖ Repita este paso para diferentes posiciones de la esfera

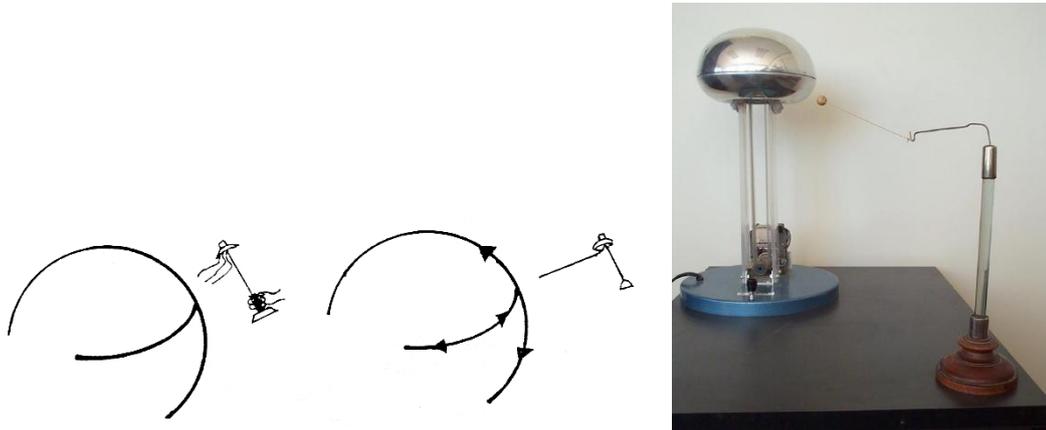


Fig. 3. Diagrama para mostrar la simetría del campo eléctrico.

- ❖ Con el generador de Van de Graaff apagado y previamente descargado, disponga de una placa de madera seca forrada en la parte superior con cualquier plástico grueso y haga pasar a un compañero suyo sobre ella, haciendo que coloque sus manos sobre el casco.
- ❖ Encienda el motor del generador, luego de cierto tiempo los cabellos del alumno se levantarán como se muestra en la Fig. 4. (Los cabellos del alumno deben estar recién lavados y secos). Luego de esta experiencia retire las manos del casco.
- ❖ Acerque la lámpara de neón al cuerpo del alumno sin tocarlo
- ❖ Deje pasar cierto tiempo hasta que el cabello baje indicando que ya se ha descargado, entonces recién hágalo bajar de la tabla. ¡Proceda con cuidado y con calma!



Fig. 3. (a) La alumna ha sido cargada a un potencial muy elevado por contacto con un generador de Van de Graaff. (b) La profesora y su hija cogen el generador

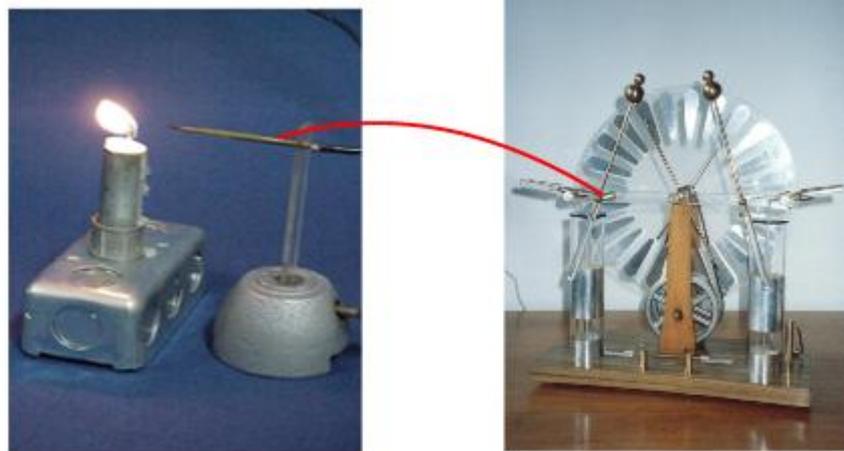
- ❖ Acerque la lámpara de neón al cuerpo del alumno sin tocarlo
- ❖ Deje pasar cierto tiempo hasta que el cabello baje indicando que ya se ha descargado, entonces recién hágalo bajar de la tabla. ¡Proceda con cuidado y con calma!

4.4. Viento eléctrico

- Manteniendo el generador de Van de Graaff , instale un objeto puntiagudo a la cabeza del acelerado con un alambre largo tal como se muestra en la figura



- Coloque una vela encendida cerca de la punta del objeto puntiagudo
- Encienda el generador de van de Graff y deje que se carga
- Moviendo la vela encendida alrededor de la punta del objeto, sin tocarlo busque el lugar en donde se produce el viento eléctrico.
- ¿Obtendría la misma experiencia si reemplaza al generador d Van de Graff por la máquina de Wimshurst, conectándolo un polo de dicha máquina al objeto puntiagudo?.



V. CALCULOS Y RESULTADOS

5.1 Explique lo que sucede cuando la esfera de prueba es puesta en contacto con el electrodo central del electroscopio.

.....

.....

.....

.....

5.2. Al acercar el plumero electrostático al generador de Van de Graaff. ¿ Qué sucede con los hilos de seda?. Explique.

.....
.....
.....

5.3. ¿ Qué tipo de simetría tiene el campo eléctrico producido por el casco del generador?. Explique

.....
.....

5.6. ¿Cuál es la dirección de la fuerza sobre la esfera del péndulo eléctrico?. Explique

.....
.....

5.5 ¿Por qué los cabellos del alumno se levantan?.

.....
.....
.....

5.8. Cuando Ud. acerca el tubo de neón al alumno ¿Qué observó?. Explique su respuesta.

.....
.....
.....

5.9. El radio del casco esférico es de 20 cm, determine. ¿Cuánta carga puede producir sin provocar la ruptura eléctrica en el aire?.

.....
.....
.....

5.10. El electrodo conductor esférico de un generador de Van de Graaff está cargado hasta un potencial de $0,18 \cdot 10^6$ V. Halle el radio mínimo que debe tener el cascarón esférico para que no ocurra la ruptura dieléctrica del aire.

.....
.....
.....

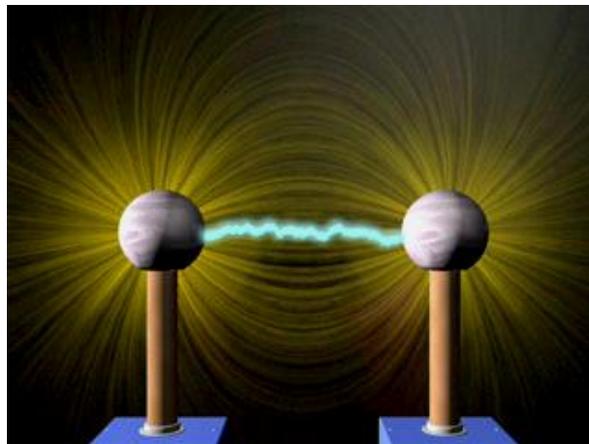
1.10 Explique el poder de las puntas y porqué no debemos colocarnos bajo un árbol grande si estamos en medio de una tormenta eléctrica. Pista leer sobre los experimentos de Benjamín Franklin

.....
.....
.....

5.11. Describa detalladamente del “viento eléctrico”, use ideas físicas para desarrollar el tema

.....
.....
.....
.....

5.12. Describa lo que sucede en la figura



.....
.....
.....

VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

6.1. CONCLUSIONES

- 1.
- 2.
- 3.

6.2. SUGERENCIAS

- 2.
- 3.

EXPERIMENTO 5: La Jaula de Faraday

I. OBJETIVO(S)

- 1.1. Mostrar el blindaje electrostático.
- 1.2. Determinar en donde reside la carga eléctrica en un conductor

II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Cuando se coloca una carga neta en un conductor, la carga se distribuye sobre la superficie de manera que el campo eléctrico en el interior es cero. Para mostrar lo mencionado puede realizarse el siguiente experimento. Introduzca. Una pequeña bola metálica cargada positivamente, la cual cuelga de un hilo de seda dentro de un conductor hueco sin carga a través de un pequeño orificio como se ve en la Fig.1a,. El conductor hueco está aislado de la tierra. La bola cargada induce una carga negativa en la pared interna del conductor, dejando una carga igual pero positiva en la superficie exterior (Fig. 1b). La presencia de las cargas positivas en la pared exterior se indican por la deflexión del electrómetro. La deflexión del electrómetro no cambia cuando la bola toca la superficie interior del conductor hueco (Fig. 1c). Cuando la bola se extrae la lectura del electrómetro no cambia y la bola se encuentra descargada (Fig.1d). Esto muestra que la carga transferida al conductor hueco se encuentra sobre la superficie exterior. Si ahora se introduce una pequeña bola metálica cargada en el centro del conductor hueco cargado, la bola metálica no será atraída por el conductor hueco. Finalmente si la bola pequeña cargada se coloca fuera de la superficie exterior del cascarón, la bola será repelida por el conductor indicando que el campo fuera del conductor hueco es diferente de cero. A este experimento se denomina blindaje electrostático.

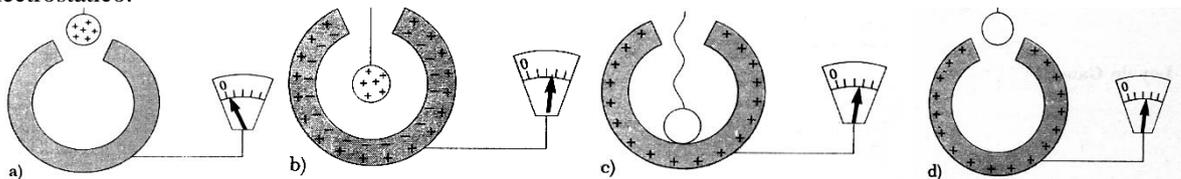


Fig. 1. Demostración experimental que muestra que cualquier carga transferida a un conductor reside en su superficie en equilibrio electrostático.

En nuestro experimento para demostrar lo antes mencionado se utilizará la Jaula e Faraday

III. MATERIALES Y EQUIPOS

- 3.1. Dos plumeros electrostáticos.
- 3.2. Una jaula de Faraday
- 3.3. Una base con soporte para colocar la jaula de Faraday
- 3.4. Una máquina de Wimshurst o un generador de Van de Graaff
- 3.5. Un electroscopio
- 3.6. Cables de conexión

IV. METODOLOGÍA

- a) Instale el equipo como se muestra en la Fig.2.

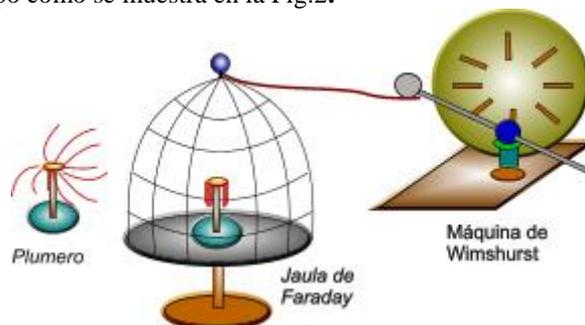


Fig. 2. Instalación del equipo para mostrar el blindaje electrostático

- b) Con un alambre de conexión de cobre conecte la jaula de Faraday con un electrodo de la máquina de Wimshurst.
- c) Haga girar la manivela para producir carga eléctrica en la jaula
- f) Observe lo que le sucede a los plumeros exterior e interior a la jaula. Anote sus observaciones.
- g) Remplace la máquina de Wimshurst por el acelerador de Van de Graaff y con un alambre conductor conecte la cabeza del acelerador con la Jaula de Faraday.
- h) Haga funcionar el acelerador y observe lo que sucede con el plumero.
- i) Desconecte el acelerador de la jaula, el plumero exterior retírelo de su lugar.
- j) Acerque la jaula hacia el acelerador a una distancia pequeña como se muestra en la Fig. 3.
- k) Encienda el acelerador y observe la descarga corona que aparece.

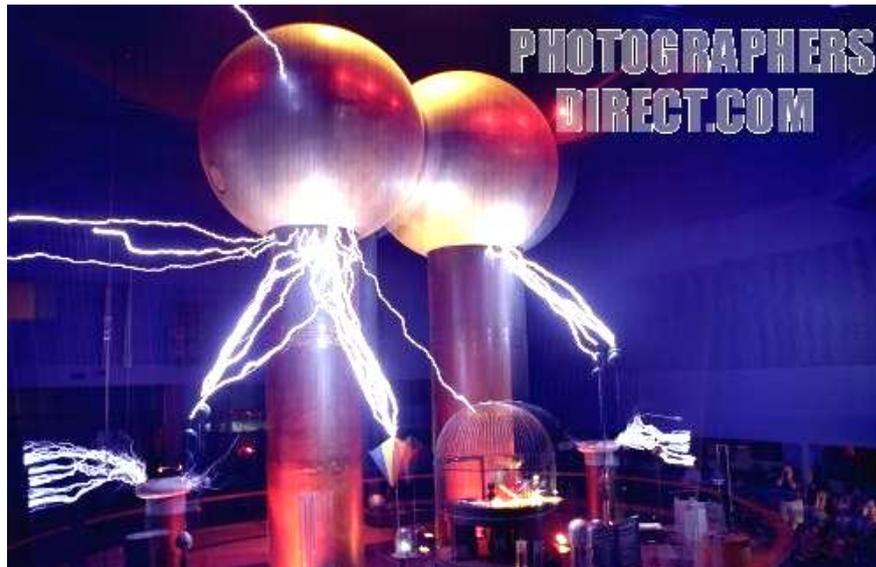


Fig. 3. El generador de Van de Graaff produce descargas espectaculares sobre la jaula de alambre conectada a tierra.

V. CALCULOS Y RESULTADOS

5.1 Explique lo que le sucede a los plumeros cuando la jaula de Faraday está conectado con la máquina de Wimshurst en funcionamiento.

.....

.....

.....

5.2.. Explique lo que le sucede a los plumeros cuando la jaula de Faraday está conectado con el generador de Van de Graaff.

.....

.....

.....

5.3. Según sus observaciones ¿existe campo eléctrico en el interior de la jaula?. ¿Existe campo eléctrico en el exterior de la jaula de Faraday?. Justifique sus respuestas.

.....

.....

5.4. ¿En donde reside la carga en la Jaula de Faraday?

.....
.....

5.5. Reemplaza el plumero exterior por un electrómetro ¿Qué observaciones obtiene)

.....
.....
.....

5.6. Explique el comportamiento del péndulo eléctrico en el interior de la jaula mostrado en la figura, cuando se acerca al generador de Van de Graaff.



VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

6.1. CONCLUSIONES

- b)
- c)
- 3.

6.2. SUGERENCIAS

- 1.
- 2.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

7.1. GOLDEMBERG, J. Física General y Experimental. Vol II. Edit. Interamericana. México 1972.
7.2. MEINERS, H. W, EPPENSTEIN. Experimentos de Física. Edit. Limusa. México 1980
7.3. SERWAY, R. Física. Vol. II Edit Reverte. España 1992,
7.4. TIPLER, p. Física Vol II. Edit Reverte. España 2000.