



Universidad Nacional Autónoma de
Honduras
Facultad de Ciencias
Escuela de Física



FS-200 FÍSICA GENERAL II

LABORATORIO #5
CONCEPTOS DE ELECTROSTÁTICA

Instructor (a): _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Fecha: _____ Sección: _____

1. Introducción

Denominamos un sistema electrostático como aquel en el cual se analiza los efectos producidos por cuerpos que se encuentran cargados y la interacción entre los mismos. La electrostática se enfoca en el estudio de estas interacciones con cargas en equilibrio en el cual tenemos interacciones de repulsión, en el marco en el que se tienen dos cargas de igual signo (ambas cargas negativas o ambas positivas), e interacciones de atracción, en el marco en el que se tienen dos cargas de diferente signo (una carga negativa y otra positiva). Se analizará los fenómenos electrostáticos a través de experimentos que involucren el frotamiento de dos varillas para generar estática, así mismo como visualizar la distribución de la carga sobre superficies de diferente forma, con el fin de verificar los fenómenos electrostáticos de carga, voltaje.

2. Objetivos

1. Estudiar cómo transferir carga eléctrica entre materiales conductores.
2. Verificar que la carga en un sistema cargado se encuentra en la superficie de los materiales conductores y depende de la forma del objeto.
3. Estudiar el funcionamiento de la máquina de Wimshurst.

3. Material y Equipo

1. Electrómetro.
2. Cubeta de Faraday.
3. Esferas uniforme.
4. Esfera hueca y esfera oboide.
5. Paletas de prueba.
6. Máquina de Wimshurst.
7. Varillas.

4. Marco Teórico

La electricidad estudiada desde la perspectiva estática es un fenómeno que ocurre a causa de la presencia o ausencia de portadores de carga en la materia (electrones). Podemos entender las cargas eléctricas a través del modelo atómico sencillo de protones, neutrones y electrones. Los electrones presentan carga eléctrica negativa, los protones carga eléctrica positiva, y los neutrones no presentan valor de carga eléctrica, es decir, son neutros. Por lo general, los electrones son los que fluyen en los materiales para la producción de electricidad. Para que exista una transferencia de carga eléctrica es necesario que los materiales sean buenos conductores de electricidad o que bajo ciertas condiciones, presenten alta conductividad eléctrica .

En base a la descripción anterior y la presentación de su instructor, describa los siguientes conceptos sobre materiales:

- Conductores
- Semiconductores
- Aislantes

La acumulación de carga eléctrica en un objeto puede ocasionar una descarga eléctrica por la presencia (cercanía o contacto) con otro material que presente una menor cantidad de carga. Es posible realizar una acumulación de cargas eléctricas por medio de diferentes configuraciones, ya sea frotando diferentes objetos (efecto triboeléctrico), poniendo en contacto un objeto cargado con uno que no se encuentra cargado o acercando un objeto cargado pero sin que este entre en contacto con otro objeto que no está cargado. Es necesario realizar la distinción entre las diferentes configuraciones para conocer qué fenómeno de carga electrostática se está estudiando, por lo que podemos decir:

- **Carga por fricción:** Se genera una transferencia de carga debido al contacto entre dos materiales que no están cargados inicialmente. La cantidad de carga transferida depende de la secuencia triboeléctrica en donde se ordenan materiales que se cargan negativamente o positivamente.
- **Carga por conducción:** Se genera una transferencia de carga de un material cargado eléctricamente a uno que originalmente no se encuentra cargado. La conducción se refiere al flujo de carga durante un corto periodo de tiempo en que los electrones son transferidos.
- **Carga por inducción:** Se refiere a la transferencia de carga contraria de un objeto a otro, por medio de la cercanía de un material que esté cargado. Por ejemplo: un varilla de plástico

cargada negativamente puede ocasionar que una esfera metálica se cargue positivamente al repeler las cargas negativas y removerlas de la esfera.

En electrostática también es de interés saber cuánta carga eléctrica se puede almacenar en un determinado material. Para conocer la carga eléctrica de un material en el ámbito del laboratorio es más sencillo trabajar con los conceptos de voltaje y capacitancia.

En base al párrafo anterior, describa los siguientes conceptos básicos sobre electrostática con sus respectivas unidades en el Sistema Internacional.

- Voltaje
- Carga Eléctrica
- Capacitancia

Por medio de un objeto cargado es posible transferir carga eléctrica y almacenarla en un determinado material, siempre y cuando este sea un buen conductor eléctrico. Cabe destacar que la carga depende de la forma del objeto y esta únicamente reside en la superficie de los materiales. Puede definirse un concepto importante como densidad de carga por unidad de longitud, superficie o volumen, el cuál nos indica qué tanto un objeto está cargado ya sea en una determinada longitud, en una determinada área o en un determinado volumen. Este concepto permite predecir qué regiones contendrán más carga con respecto a otras regiones de un objeto determinado.

Basándose en lo que establece el párrafo anterior con respecto a la densidad de carga conteste:

- Escriba la expresión matemática para la densidad de carga lineal, superficial y volumétrica y describa cualitativamente su relación

Los métodos de análisis de cargas en sus inicios tenían la complicación de que no podía medirse del todo correctamente la carga y su distribución a lo largo de un objeto cargado. Michael Faraday en 1832 por medio de sus experimentos logró brindar la identidad de que la electricidad proveniente de una batería, de cargas electrostáticas y la del movimiento de un imán eran de la misma naturaleza y para poder estudiar la relación de carga y su distribución construyó lo que al día de hoy conocemos como una cubeta de Faraday. La cubeta de Faraday cuyo funcionamiento sigue el principio de que: *“toda carga situada en una superficie conductora interior producirá una carga igual en la superficie conductora exterior”*. Esto quiere decir que al momento de introducir un objeto cargado en la superficie interior, una carga de la misma magnitud se generará en la superficie exterior. Un ejemplo de la cubeta de Faraday es posible visualizar en la figura 1.

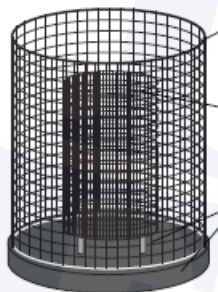


Figura 1: Esquema de una cubeta de Faraday

En sus inicios se intentaba tratar de realizar la manipulación de cargas eléctricas y el principal problema existente era que al cargar un objeto rápidamente este se descarga, liberando la carga a su alrededor. Para solventar este problema se desarrolló por el inventor británico James Wimshurst entre 1880 y 1883 una máquina capaz de generar una separación de cargas por movimiento mecánico, la cual se denomina máquina de Wimshurst en honor a su inventor (Figura 2). La carga se produce mediante una combinación de fricción e inducción.

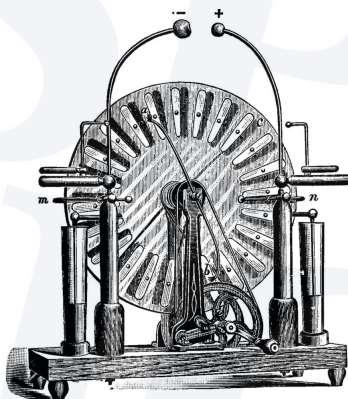


Figura 2: Máquina de Wimshurst

Por otra parte, en Inglaterra nació James Wimshurst (13 de abril de 1833), falleciendo el 03 de enero de 1903. Fue un inventor, ingeniero y carpintero de barcos inglés. A través de sus trabajos experimentales surgieron en un orden cronológico los siguientes inventos por medio de impulsos eléctricos que generaba ciertas máquinas con propósitos lúdicos y científicos a partir del año 1878.

Partiendo de 1880, Wimshurst se interesó en la máquinas electrostáticas de inducción. Como resultado de su interés fabricó generadores electrostáticos, como los ideados por W. Nicholson, F.P. Carré y W.T.P. Holtz. Wimshurst realizó algunas modificaciones a los de los mencionados anteriormente, dando como resultado lo que se le conoce como la Máquina de Holtz-Wimshurst.

Luego, desarrolló la máquina de una "máquina dúplex". El diseño consta de dos discos rotando en sentidos opuestos, con sectores metálicos de conducción en cada una de sus superficies. Comparando con las de sus predecesores, esta máquina era menos sensible a las condiciones atmosféricas y no requería ser alimentada con otro tipo de corriente. Este tipo de máquina fue, además, mejorada por otros diseñadores (W.R. Pidgeon). Luego, Wimshurst desarrolló la "máquina Cilíndrica". Para 1883, sus mejoras en el generador electrostático permitieron al aparato ser conocido como la **máquina de Wimshurst**.

la máquina de Wimshurst posee dos colectores que van recogiendo cargas de signo contrario mediante la fricción e inducción generada por el movimiento de las placas provocado por el movimiento de la manivela que se van almacenando respectivamente en las bases de los conductores, cuando la diferencia de potencial creada por esta acumulación de carga es suficiente provocara una descarga a través del aire. Se puede regular la distancia entre los dos conductores entre los cuales se produce la descarga.

Una máquina de Wimshurst típica puede producir chispas de longitud aproximadamente un tercio del diámetro del disco y varias decenas de microamperios.

El aislamiento y el tamaño de la máquina determina la tensión de salida máxima que puede alcanzarse.

De acuerdo a lo anterior, describa que tipo de partículas prevalecen en los polos o electrodos de una máquina de Wimshurst, y qué entiende por un método de transferencia de carga por inducción

5. Procedimiento Experimental

5.1. Generación de cargas por frotamiento

- Realice las conexiones respectivas del montaje en base a la figura 3.
- Conecte los caimanes a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.

- Conecte una banana de la terminal del electrómetro al polo tierra del toma corriente de la mesa del laboratorio.
- Encienda el electrómetro y sitúe la escala en un rango de 10 V.
- Descargue la paleta de prueba (blanca y azul) sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y las paletas de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos las paletas dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Con las paletas de prueba comience a frotarlas, dentro de la cubeta interior, una después de otra generando fricción. Observe el electrómetro mientras frota las paletas.
- Posteriormente retire la paleta blanca y deje la paleta azul en el interior. Anote sus observaciones.
- Luego introduzca nuevamente la paleta blanca y retire ahora la paleta azul de la jaula. Anote sus observaciones.

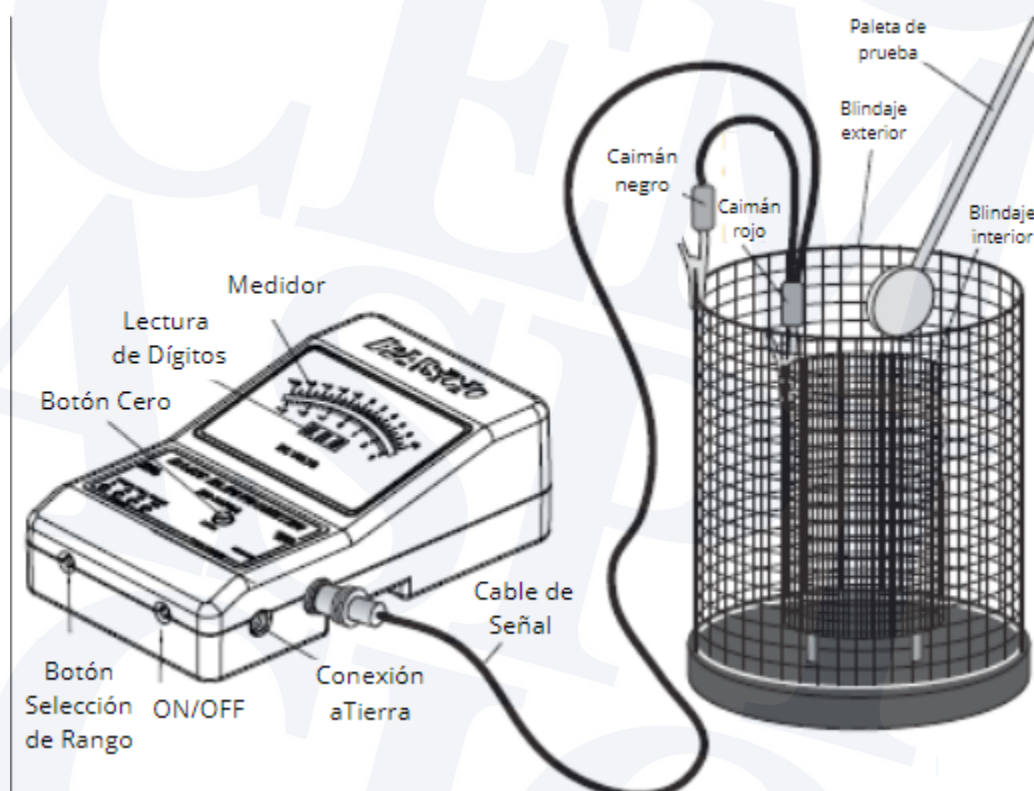


Figura 3: Montaje para cargas por frotamiento

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿por qué existe un voltaje entre la cubeta interior y la cubeta exterior solo cuando el objeto cargado se encuentra en el interior?

- Al remover una de las paletas ¿por qué hay un voltaje permanente en la lectura del electrómetro?

- Al remover la paleta blanca ¿por qué hay un voltaje permanente en la lectura del electrómetro?

- Al remover la paleta azul ¿qué sucede con la lectura del voltaje del electrómetro? ¿Por qué existe un cambio?

5.2. Distribución de cargas en esferas

- Realice las conexiones respectivas del montaje según la figura 4.
- Conecte los caimanes a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.
- Conecte la terminal de una banana del electrómetro a la terminal del polo tierra del toma corriente.
- Coloque uno de los conductores de la máquina de Wimshurst sobre la esfera (directamente) en estudio.
- El electrómetro sitúelo en una escala de 30 V. Con manivela de la máquina de Wimshurst rotaremos las placas produciendo energía electrostática que será descargada en la superficie de la figura cónica.
- Descargue la paleta de prueba con superficie brillante sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y la paleta de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos la paleta dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Rote en unas 7 - 10 vueltas la manivela de la máquina de Wimshurst para realizar una descarga en la esfera que se está analizando en ese momento.
- Utilizando la paleta de prueba con superficie brillante descargada sitúe la superficie metálica sobre la esfera por unos segundos.
- Posteriormente introduzca la paleta de prueba en la cubeta interior y observe la lectura del electrómetro.
- Descargue nuevamente la paleta de prueba y repita el procedimiento tomando diferentes puntos de la esfera. Anote sus observaciones.

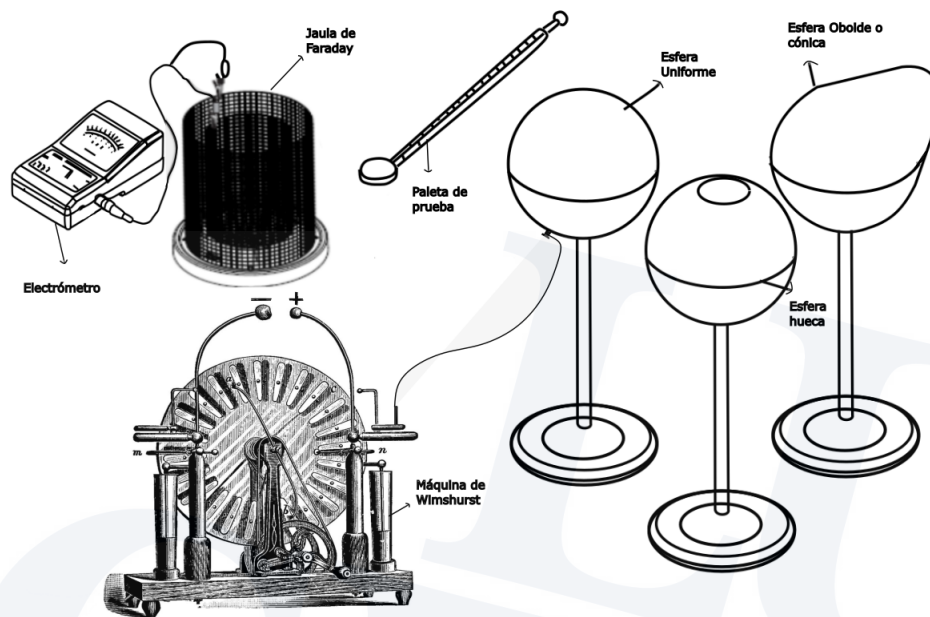


Figura 4: Montaje para esferas cargadas y objetos no uniformes

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿cómo se comporta la densidad de carga en una esfera? ¿Es igual o diferente en diferentes puntos?
- ¿Qué sucede con la paleta de prueba al situarla en la superficie de la esfera? ¿Puede existir algún error al momento de situar la paleta sobre la superficie?
- ¿Qué sucedería con la densidad de carga si no se tuviera una distribución uniforme? Explique.

5.3. Distribución de carga en objetos no uniformes

- Realice las conexiones respectivas del montaje según la figura 4.
- Conecte los caimanos a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.
- Conecte la terminal del electrómetro al polo tierra del toma corriente.
- Coloque uno de los conductores de la máquina de Wimshurst sobre la esfera (directamente) en estudio.
- El electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V. Con manivela de la máquina de Wimshurst rotaremos las placas produciendo energía electrostática que será descargada en la superficie de la figura cónica.
- Descargue la paleta de prueba sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y la paleta de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos la paleta dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Con la paleta de prueba descargada sitúe la superficie metálica sobre la forma cónica por unos segundos.
- Posteriormente introduzca la paleta de prueba en la cubeta interior y observe la lectura del electrómetro.
- Descargue nuevamente la paleta de prueba y repita el procedimiento tomando diferentes puntos de la figura cónica. Anote sus observaciones.
- Desconecte la banana de la figura cónica y conecte la esfera hueca.
- Con manivela de la máquina de Wimshurst rotaremos las placas produciendo energía electrostática que será descargada en la superficie de la figura cónica y repita el procedimiento en diferentes puntos en la superficie de la esfera y en la parte interior de la esfera sin tocar las paredes. Anote sus observaciones.

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿cómo se comporta la distribución de carga a lo largo de la figura cónica? ¿Es uniforme?
- ¿Cuál región de la figura cónica tiene una mayor densidad de carga? Explique
- ¿Cómo se comporta la distribución de carga a lo largo de la esfera hueca? ¿En su superficie? ¿En el interior?
- ¿Existirá alguna diferencia si se introduce la paleta y se toca la superficie interna de la esfera hueca? Comente.

6. Conclusiones

Con base a los objetivos y las observaciones visualizadas, redacte al menos tres conclusiones.

- Conclusión 1

- Conclusión 2

- Conclusión 3

7. Referencias

- Física Universitaria, Vol. I y II, Sears, Zemansky, Young, Friedman. 13a. ed.
- Física. Vol. I y II, Resnick, Halliday, Krane. 5ta. ed.
- Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I y II, Serway R., Jewett J. 10a. ed.
- Máquina de Wimshurst. Física Universitaria con Física Moderna, Vol II, Sears, Zemansky, 13a, Ed.
- Análisis del Almacenamiento de Cargas Electroestáticas y Perfeccionamiento Dieléctrico de la Máquina de Wimshurst, Rico D., Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Zaragoza, Campos, Momoria, Septiembre.
- Aparatos del Antiguo gabinete de Física. Patrimonio histórico del I.E.S. "San Isídoro". Sevilla.