

Objetivos

1. Determinar la relación entre la carga inducida en la jaula de Faraday por un objeto cargado dentro del mismo y la diferencia de potencial.
2. Analizar la naturaleza eléctrica de objetos cargados.
3. Demostrar la conservación de carga.
4. Estudiar la distribución de carga sobre una esfera en diferentes situaciones.

Esquema del laboratorio y Materiales

| Equipo requerido | Cantidad | Observaciones |
|----------------------|----------|---------------|
| Electrómetro | 1 | |
| Jaula de Faraday | 1 | |
| Productores de carga | 3 | |
| Esferas conductoras | 2 | |

Marco teórico

JAULA DE FARADAY

Una jaula de Faraday es una caja metálica que protege de los campos eléctricos estáticos. Debe su nombre al físico Michael Faraday, que construyó una en 1836. Se emplean para proteger de descargas eléctricas, ya que en su interior el campo eléctrico es nulo. El funcionamiento de la jaula de Faraday se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático. Michael Faraday, fue un físico y químico británico que estudió de forma determinante el electromagnetismo y la electroquímica. Su experimento consiste en que en un cubo hueco por dentro con una abertura en la parte superior se introduce una esfera de metal y se conecta a un electroscopio (electrómetro). En ese momento el electroscopio indicará una carga dentro de dicho recipiente que será opuesta a la carga de la esfera. Afuera de la cubeta la carga será igual que en la esfera. Mientras la esfera este dentro, el electrómetro mostrará la misma carga; cuando la esfera se saca de la cubeta, el electrómetro dejara de mostrar la carga. Así en el momento de descargar la esfera, si este objeto con carga negativa hace tierra, los electrones se mueven hacia el suelo y si tiene carga positiva atrae electrones del suelo y se neutraliza.

Cuando la caja metálica se coloca en presencia de un campo eléctrico externo, las cargas positivas se quedan en las posiciones de la red; los electrones, sin embargo, que en un metal son libres, empiezan a moverse puesto que sobre ellos actúa una fuerza dada por:



$$\vec{F} = e\vec{E}_{Ext} \quad (2.1)$$

Donde “e” es la carga del electrón. Como la carga del electrón es negativa, los electrones se mueven en sentido contrario al campo eléctrico y, aunque la carga total del conductor es cero, uno de los lados de la caja (en el que se acumulan los electrones) se queda con un exceso de carga negativa, mientras que el otro lado queda con un defecto de electrones (carga positiva). Este desplazamiento de las cargas hace que en el interior de la caja se cree un campo eléctrico (representado en rojo en la siguiente animación) de sentido contrario al campo externo, representado en azul. **El campo eléctrico resultante en el interior del conductor es por tanto nulo.**

Como en el interior de la caja no hay campo, ninguna carga puede atravesarla; por ello se emplea para proteger dispositivos de cargas eléctricas. El fenómeno se denomina apantallamiento eléctrico. Muchos dispositivos que empleamos en nuestra vida cotidiana están provistos de una jaula de Faraday: los microondas, escáneres, cables, etc. Otros dispositivos, sin estar provistos de una jaula de Faraday actúan como tal: los ascensores, los coches, los aviones, etc. Por esta razón se recomienda permanecer en el interior del coche durante una tormenta eléctrica: su carrocería metálica actúa como una jaula de Faraday.

Cuestionario

Este cuestionario debe desarrollarse antes de la realización de la práctica y debe entregarse en el pre-informe según indicaciones del docente.

1. Defina diferencia de potencial.
2. Defina carga superficial.
3. Explicar cómo funciona el electrómetro.
4. Defina cargas remanentes.
5. Mencione y explique los métodos de cargar eléctricamente los cuerpos.



Procedimiento

Parte 1: Cargado por inducción y cargado por contacto

1. Conecte el Electrómetro al cubo de hielo Faraday. Asegúrese de aterrizar el cubo de hielo. El Electrómetro debe marcar cero cuando está aterrizado, indicando que el cubo de hielo no está cargado. Presione el botón cero y remueva completamente toda la carga del electrómetro y el cubo de hielo, siempre empiece con el rango del voltaje ordenado en la mayor configuración (100 voltios). Los productores de carga serán utilizados como objetos cargados. Siempre que se encuentre dispersada cualquier carga sobre el cuello de los productores toque el cuello y el mango con el enrejado aterrizado. Usted también debe estar aterrizado.
2. Frote la superficie blanca y azul. Mantenga en su mano solo el productor de carga que va a utilizar. Coloque el otro productor de carga retirado, lejos del contacto con cualquiera de las superficies del cubo de hielo. Antes de insertar el disco cargado en el cubo de hielo, asegúrese de que Usted está tocando el sistema de apantallamiento aterrizado, tenga cuidado si tiene saco de lana o chaqueta de plástico, procure quitársela durante el laboratorio.
3. Inserte el disco cargado en el cubo de hielo de la mitad hacia abajo pero sin permitir que toque el fondo de la pila. Tome la lectura del Electrómetro y registre en la **Tabla 1**.
4. Presione el botón cero para remover cualquier carga residual.
5. Repita los pasos 2,3 y 4 tomando 4 lecturas para cada una de las 4 escalas del electrómetro y registre en la **Tabla 1**.
6. Presione el botón cero para remover cualquier carga residual. Frote la superficie blanca y azul e inserte el objeto utilizado en el paso 3 pero permítale que toque el cubo de hielo. Retire el objeto y tome la lectura del Electrómetro. registre en la **Tabla 2**.
7. Repita los pasos 6 tomando 4 lecturas para cada una de las 4 escalas del electrómetro y registre en la **Tabla 2**.



Parte 2: Conservación de la carga

8. Inicie con los productores de carga descargados, friccione los materiales azul y blanco. En este caso deberá conservar los dos productores de carga, sin que toquen nada, después de haber sido cargados. (manténgalos en sus manos, sin permitir que se toquen el uno al otro o al cubo de hielo). Use el cubo de hielo de Faraday para medir la magnitud y la polaridad de cada una de las varitas cargadas, insertado una a la vez dentro del cubo de hielo, y tome la lectura del Electrómetro. Realice esta toma de datos para cada una de las escalas del electrómetro y registre en la **Tabla 3**.
9. Remueva completamente toda la carga de los productores de carga aterrizándolos. Tampoco olvide remover cualquier carga dispersada sobre los cuellos y el mango.
10. Inserte los dos productores de carga dentro del cubo de hielo y frótelos dentro del cubo. Tome la lectura del Electrómetro. No permita que los productores de carga toquen el cubo. Retire un productor de carga y tome la lectura del Electrómetro y registre en la **Tabla 4**. Tenga en cuenta el signo.
11. Reemplace el productor de carga por el otro. Tome la lectura. Registre en la **Tabla 4**.
12. Repita los pasos 9,10 y 11 para las escalas del electrómetro y complete la **Tabla 4**.

Parte 3: Distribución de la carga

13. El propósito es investigar la forma en que la carga es distribuida en una superficie esférica midiendo las variaciones de la densidad de carga. Una superficie esférica cargada será muestreada con un disco plano de prueba metálico. El disco plano de prueba se introducirá en el cubo de hielo de Faraday para medir la carga. La densidad de carga relativa puede observarse muestreando diferentes secciones de la superficie. Por ejemplo: Usted puede encontrar que la cantidad de carga sobre dos regiones de igual tamaño sobre la superficie de un conductor pueden diferir en magnitud o en signo. Esto ocurre para distribuciones de carga no uniformes. Alternativamente también se puede observar que para distribuciones de carga uniformes, en cualquier lugar sobre la superficie la carga tiene la misma magnitud y signo. Un aspecto importante de la medición de la distribución de la carga es la conservación de la carga. El disco plano de prueba toma cierta carga desde la superficie que se muestrea. Antes de comenzar cerciórese de que el cubo



de hielo este apropiadamente puesto a tierra, con el blindaje conectado al cubo y el conductor negro conectado sobre el borde del blindaje y el rojo conectado sobre el borde del cubo de hielo.

14. Coloque las dos esferas de aluminio a 50 cm la una de la otra. La esfera conectada al positivo de la fuente será utilizada como el cuerpo cargado. Momentáneamente conecte a tierra la otra esfera para remover cualquier carga residual de ella.
15. Comience la demostración muestreando y registrando la carga en diferentes puntos sobre la esfera cargada. Elija tres puntos sobre la superficie para obtener una muestra promedio de la carga superficial (para esto toca suavemente en los puntos seleccionados con el productor de carga metálico e introduzca en la Jaula de Faraday hasta la mitad sin tocar el fondo). De cada uno de los puntos seleccionados para la toma de datos se registrará el valor reflejado en el electrómetro para cada una de las escalas. Resgistre en la **tabla 5**.

Análisis de datos

| | | Escalas del Electrómetro | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------|----|----|---|
| | | 100 | 30 | 10 | 3 |
| | TOMA 1 | | | | |
| | TOMA 2 | | | | |
| | TOMA 3 | | | | |
| | TOMA 4 | | | | |
| | PROMEDIO: | | | | |
| DEESCALAMIENTO: | | | | | |
| | | PROMEDIO: | | | |
| %ERROR | | | | | |

Tabla 1. Cargado por inducción



1. Realice un desescalamiento para los valores de los promedios calculados para las 4 tomas de la **Tabla 1**. Calcule el promedio entre los cuatro datos obtenidos con el desescalamiento y obtenga los %error entre ese dato obtenido y cada uno de los cuatro datos del desescalamiento y complete la **Tabla 1**.
2. Realice el inciso anterior para los datos de la **Tabla 2**.

| | Escalas del Electrómetro | | | |
|-----------|--------------------------|----|----|---|
| | 100 | 30 | 10 | 3 |
| TOMA 1 | | | | |
| TOMA 2 | | | | |
| TOMA 3 | | | | |
| TOMA 4 | | | | |
| PROMEDIO: | | | | |

DESESCALAMIENTO:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

PROMEDIO:

| |
|--|
| |
|--|

%ERROR

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Tabla 2. Cargado por contacto.

| Escalas del Electrómetro | Productor de carga | |
|--------------------------|--------------------|--------|
| | Azul | Blanco |
| 100 | | |
| 30 | | |
| 10 | | |
| 3 | | |

Tabla 3. Conservación de la carga identificando la polaridad. Frotando fuera de la Jaula de Faraday.



| Escalas del Electrómetro | Productor de carga | Productor de carga |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | Azul | Blanco |
| 100 | | |
| 30 | | |
| 10 | | |
| 3 | | |

Tabla 4. Conservación de la carga intercambiando productores de carga. Frotando dentro de la Jaula de Faraday.

| Puntos seleccionados de la esfera | Escalas del Electrómetro | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|----|----|---|
| | 100 | 30 | 10 | 3 |
| PUNTO 1 | | | | |
| PUNTO 2 | | | | |
| PUNTO 3 | | | | |

Tabla 5. Distribución de la carga en la esfera conductora.

3. Explique lo sucedido en la toma de datos con el rozamiento de los productores de carga y el caso de la carga con la esfera conductora.
4. Identifique las fuentes de error mas relevantes y explíquelas.

Preguntas de control

1. ¿Qué métodos de cargar eléctricamente los cuerpos son utilizados en la práctica y en que momentos del procedimiento?
2. ¿Se presentaron cargas remanentes en la práctica? ¿En que instante? **Sustente su respuesta**
3. ¿Por qué cree que existe una diferencia de potencial entre el cubo y el blindaje solamente mientras que el objeto cargado está adentro?
4. ¿Por qué hay ahora una diferencia de potenciales permanentes entre el cubo de hielo y el blindaje? ¿De dónde provino la carga en el cubo de hielo?



5. ¿Cuál es la relación entre las magnitudes de la carga? ¿Cuál es la relación entre la polaridad de las cargas? ¿Se conserva la carga en la demostración?
6. ¿Cómo se distribuye la carga en una esfera conductora?
7. ¿Por qué es necesario aterrizar el Electrómetro para la realización de la práctica?
8. ¿Qué comparación se puede establecer entre los datos registrados en la **Tabla 1** y la **Tabla 5**?

Conclusiones y observaciones

Las conclusiones se deben formular de los resultados obtenidos en la practica.

Bibliografía