



## Experimento 1: Potencial y Campo Eléctrico

### Objetivo:

Medir distribuciones de diferencia de potencial eléctrico en diferentes configuraciones espaciales, comparando las mediciones con las que predice la teoría. Adicionalmente, medir distribución de campo eléctrico comparando con lo que determina la Ley de Gauss.

### Materiales:

- Bandeja de plástico
- Fuente de voltaje (DC)
- Masa conductora
- Lámina de cobre
- Multi-tester
- Conectores
- Regla

### Introducción:

Todo cuerpo cargado eléctricamente genera un campo eléctrico en el espacio, si una carga se ubica en este campo experimentará una fuerza en la misma dirección de las líneas de campo asociadas. Por convención las líneas de campo eléctrico en un punto apuntan en la misma dirección que la fuerza que ejercen sobre una carga positiva. Como el campo eléctrico es un campo



Figura 1: Líneas de campo eléctrico asociado a cargas eléctricas puntuales

conservativo existe un potencial asociado a este, que se define a partir del trabajo necesario para mover una carga desde un punto de referencia a un punto dado, y está dado por

$$V = \frac{W}{q} \quad (1)$$

En general, en problemas de electroestática se suele utilizar el infinito como punto de referencia. De esta forma resulta útil medir la Diferencia de Potencial eléctrico, esto es, determinar el trabajo necesario para mover una unidad de carga desde un punto a otro en un campo eléctrico.

Cuando una carga se encuentra en presencia de un campo eléctrico experimenta una fuerza dada por la siguiente expresión:

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad (2)$$

Por lo anterior es que el campo eléctrico se define como la fuerza por unidad de carga que experimenta una carga de prueba. De esta forma, las líneas de campo eléctrico se pueden entender como la trayectoria que seguiría una carga de prueba si es liberada en un campo eléctrico. Además se puede encontrar una relación entre el campo eléctrico y el potencial eléctrico, como:

$$W = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad (3)$$

Entonces la diferencia de potencial estará dada por:

$$\Delta V = - \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (4)$$

O equivalentemente como

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V \quad (5)$$

Por lo tanto, se puede ver que el campo eléctrico será perpendicular a las zonas del espacio que tengan el mismo potencial eléctrico, es decir, es perpendicular a las líneas equipotenciales. De esta forma la mayoría de los problemas en electro estática se reducen a encontrar el campo eléctrico o el potencial eléctrico. Esta tarea no es un problema sencillo y muchas veces debe ser resuelto a través de métodos computacionales. Sin embargo, cuando hay altos grados de simetría en el problema, se puede usar la ley de Coulomb o la ley de Gauss para obtener expresiones para el campo eléctrico.

El campo eléctrico en el punto  $\vec{r}$  debido a cargas eléctricas  $q_i$  ubicadas en puntos  $\vec{r}_i$  está dado por la Ley de Coulomb:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i q_i \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} \quad (6)$$

donde  $1/4\pi\epsilon_0 = 8.99 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$  es la constante de Coulomb.

Adicionalmente la Ley de Gauss establece que

$$\int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q \quad (7)$$

donde  $S$  es una superficie cerrada y  $\sum q$  es la carga eléctrica total encerrada por la superficie.

En este experimento, se insertarán las láminas de cobre en la masa conductora actuando como electrodos. La alta resistencia de la masa, permitirá determinar la diferencia de potencial en el espacio con facilidad usando un voltímetro. Y así de esta manera poder determinar el campo eléctrico de las diferentes configuraciones.

## Procedimiento Experimental

1. Distribuir la masa conductora de forma homogénea sobre la bandeja.
2. Usando láminas de cobre, construya electrodos para las distintas configuraciones propuestas y luego presiónelos dentro de la masa. Asegúrese de que la unión entre el electrodo y la masa sea buena.
3. Conecte los electrodos a la fuente de voltaje DC proporcionada y ajuste el voltaje a 12 V.
4. Luego de definir una grilla de coordenadas sobre la masa, en el plano perpendicular a los electrodos, utilizando el voltímetro mida la distribución de voltaje en la configuración usada.

• **Placas Paralelas:**

Construya electrodos que simulen placas paralelas, como se muestra en la figura. Mida la distribución espacial del potencial y dibuje las líneas equipotenciales entre las placas y fuera de estas. ¿Qué ocurre en los extremos? Dibuje líneas asociadas al campo eléctrico.

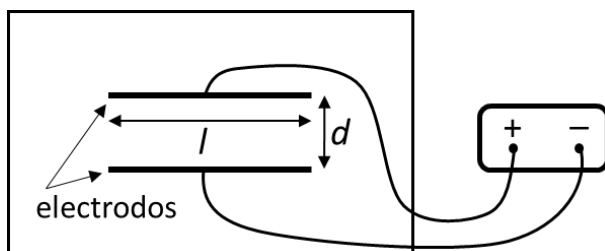


Figura 2: Placas paralelas

• **Conductores Coaxiales:**

Construya un conductor coaxial, utilizando dos círculos concéntricos de radios  $a = 1$  cm y  $b = 8$  cm. Esto será el equivalente a dos conductores coaxiales infinitos perpendiculares a la superficie de la masa. Mida la distribución radial del campo eléctrico para  $a < r < b$  y compare su resultado con el que entrega la Ley de Gauss para esta configuración. ¿Cómo debería variar el potencial entre los electrodos como función de  $r$ ? Dibuje las líneas equipotenciales obtenidas y confírmelas con sus cálculos.

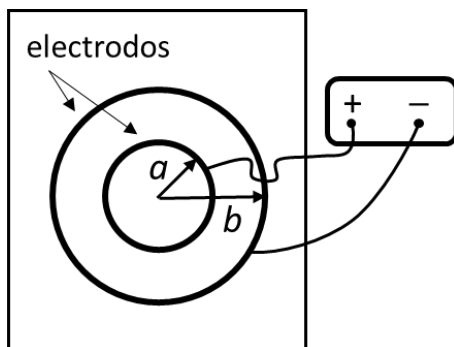


Figura 3: Electrodos co-axiales

• Punto-plano:

Ubique un plano conductor en frente de una fuente puntual  $a$ . Determine las líneas equipotenciales de esta configuración. Luego agregue un electrodo circular  $b$  y nuevamente mapee las curvas equipotenciales. Finalmente repita el procedimiento con un tercer electrodo  $c$ , de radio mayor que  $a$ .

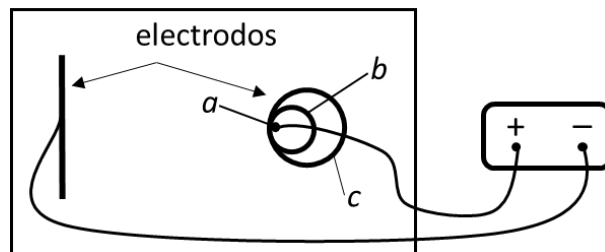


Figura 4: Electrodo puntual o circular de radio pequeño

• Configuraciones Adicionales:

Usando materiales asociados a los montajes previos, usted podría estudiar:

1. La distribución de potencial entre dos electrodos perpendiculares o en ángulo menor que  $90^\circ$ , como muestra la figura 5.

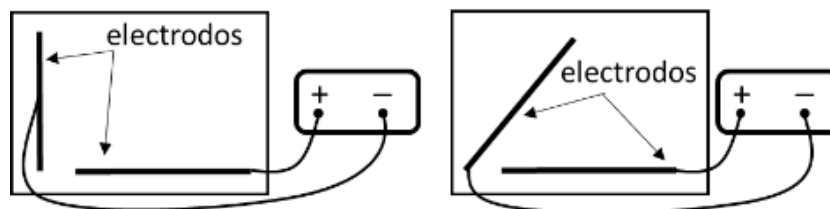


Figura 5: Electrodos perpendiculares o en ángulo

2. La distribución de potencial en la configuración que muestra la figura 6, conocida como de "cátodo hueco".

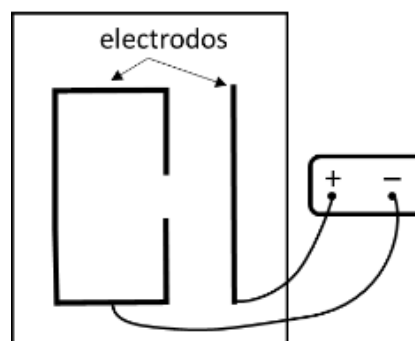


Figura 6: Configuración tipo cátodo hueco

### 3. Alguna otra configuración de su interés.

En esta sección, usted debe elegir al menos una de estas configuraciones para estudiar. Debe registrar en su bitácora lo que está analizando, cómo lo hace, los inconvenientes y resultados obtenidos, etc.