

PRÁCTICA 3

EL POTENCIAL Y EL CAMPO ELÉCTRICO

Prof. Fís. Maris Sofía Flores-Cruz, Ayudante: Miguel Angel Amaya Reyes.
Tomado del manual del Dr. Omar Guillermo Morales Saavedra.

1. OBJETIVOS

- 1.1. Encontrar el valor del campo eléctrico (**E**) a partir del potencial (**V**) en diferentes configuraciones de cargas, así como trazar las líneas equipotenciales de las distintas distribuciones de cargas, y a partir de ellas encontrar las líneas de fuerza del campo **E**.
- 1.2. Visualizar gráficamente el campo eléctrico y las líneas de campo mediante las líneas que indican los niveles equipotenciales (líneas que son perpendiculares a las "líneas de fuerza").

2. MATERIAL

- Fuente de voltaje
- Multímetro digital
- Cables conductores y caimanes
- Hojas con figuras conductoras
- Soporte de las hojas

3. INTRODUCCIÓN

Por el curso de mecánica sabemos que los cuerpos que interaccionan mediante las fuerzas gravitatorias poseen energía potencial. La ley de Coulomb para la interacción de los cuerpos eléctricamente cargados tiene la misma forma matemática que la ley de atracción universal. De aquí se puede concluir que un sistema de cuerpos eléctricamente cargados también posee energía potencial. Esto significa que **el sistema es capaz de realizar un trabajo determinado**. Supongamos un sistema de muchos cuerpos cargados eléctricamente; ahora si nos fijamos en uno solo de ellos, sobre él actúan directamente no las otras cargas, sino el campo eléctrico neto que éstas generan. Cuando una carga se desplaza, es debido a la fuerza que el campo eléctrico neto ejerce sobre ella, realizando un trabajo; si suponemos un campo homogéneo (producido por dos placas metálicas grandes con cargas opuestas cada una) este campo actúa sobre la carga q con una fuerza constante $\vec{F} = q\vec{E}$. Por eso se puede hablar no sólo de energía de un sistema de partículas cargadas, sino también de la energía potencial de un cuerpo individual cargado dentro de este campo eléctrico neto.

ENERGIA POTENCIAL (U): Si el trabajo no depende de la forma de la trayectoria del movimiento del cuerpo, dicho trabajo es igual a la variación de la energía potencial del cuerpo (con signo contrario):

$$W = -(U_f - U_i) \quad (1)$$

Se puede demostrar que el trabajo de un campo electrostático cualquiera al trasladar un cuerpo cargado de un punto A a otro B no depende de la trayectoria. En una trayectoria cerrada el trabajo del campo electrostático siempre es nulo. Los campos que poseen esta propiedad reciben el nombre de **campos de potencial**. La **energía potencial de una carga dentro de un campo** electrostático **es proporcional a la carga** y se define al **potencial de un campo** electrostático como:

$$\varphi = \frac{U}{q} \quad (2)$$

El potencial es un escalar que sirve de característica energética del campo; esta característica **determina la energía potencial de la carga q en un punto dado del campo.** De un modo semejante a la energía potencial, el valor del potencial en un punto dado depende del nivel cero que se elija como referencia del potencial. Como la energía potencial es $U = q\varphi$, el trabajo realizado será:

$$W = -(U_f - U_i) = -q(\varphi_f - \varphi_i) = -q\Delta\varphi \quad (3)$$

Se entiende por **diferencia de potencial V** a la diferencia entre los valores del potencial en los puntos inicial y final de la trayectoria, y por tanto se deduce que es el trabajo necesario para trasladar una pequeña carga de prueba q de un punto A a otro B dentro de un campo eléctrico:

$$V = (\varphi_i - \varphi_f) = \frac{W}{q} \quad (4)$$

Cuando una carga se desplaza formando un ángulo de 90° con las líneas de fuerza, el campo no realiza trabajo sobre ella. Esto a su vez significa que todos los puntos de una superficie/línea perpendicular a las líneas de fuerza (o campo eléctrico) tienen el mismo potencial y se conocen como **superficies equipotenciales**. Las superficies/líneas equipotenciales son perpendiculares a las líneas de fuerza, y por tanto a las de campo eléctrico (y viceversa). Las superficies/líneas equipotenciales de un campo homogéneo son planos, y las del campo de una carga puntual son esferas concéntricas (ver **Figura 1**).

En efecto, los conceptos de campo y potencial eléctrico están estrechamente relacionados, el conocer uno de ellos implica conocer al otro, como lo demuestran las ecuaciones de Maxwell:

$$E = -\frac{\partial V}{\partial l}, \quad V = -\int E \cdot dl \quad (5)$$

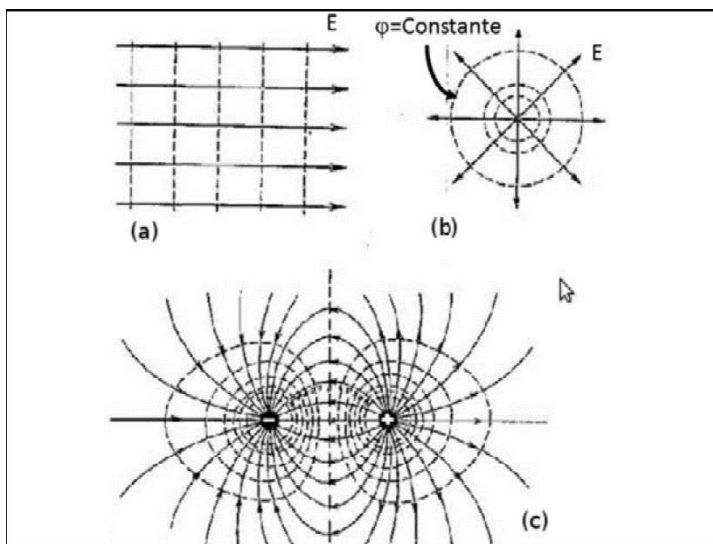


FIGURA 1. Esquematización de diversas líneas equipotenciales en: **a)** un campo eléctrico homogéneo; **b)** campo eléctrico producido por una carga puntual y **c)** campo eléctrico producido por un dipolo.

4. ACTIVIDADES A REALIZAR

- Colocar las hojas con figuras conductoras (usar al menos dos hojas con figuras conductoras diferentes para sus experimentos) sobre su soporte. Estas hojas tienen un cuadrículado como guía para realizar el mapeo del potencial eléctrico (V).
- Conectar la fuente de voltaje (entre 6-8 V) a las terminales de la figura conductora (ver **Figura 2**), con una de ellas conectada a tierra (referencia 0V).

- c) Conectar, en forma fija, una de las terminales del multímetro (puesto en operación de voltímetro), en el polo positivo de la figura conductora.
- d) Con la otra terminal del voltímetro, mediante su punta de prueba medir el potencial en cada punto de la cuadrícula de la hoja (realizar el mapeo completo de los voltajes en toda la cuadrícula de referencia).
NOTA 1: Es recomendable hacer una tabla de valores en forma matricial (con coordenadas X-Y, dando pares de datos (x,y)) para identificar cada uno de los puntos medidos y poder así realizar el análisis respectivo.
- e) Una vez mapeada toda el área, para cada figura de la hoja, se procederá a realizar un esquema matricial a color de los valores del potencial hallado en cada punto. Con esto se hallaran las líneas equipotenciales.
NOTA 2: Este esquema matricial a color no es más que una matriz/cuadrícula coloreada donde se identificarán, con el mismo color, los cuadros o coordenadas (x,y) que tengan el mismo/similar valor de voltaje mapeado.
- f) Realice un esquema gráfico (dibujo) de la figura conductora en cuestión, con su cuadrícula y los trazos de las líneas equipotenciales, de acuerdo con la tabla de valores obtenida y los colores guía empleados en el esquema matricial.
- g) Realice punto a punto (para cada coordenada (x,y)) el cálculo del campo eléctrico respectivo por medio de la relación $E=V/d$, con d la distancia más próxima del punto (x,y) en cuestión al polo positivo (+) de la figura conductora (recuerde que se está trabajando con una hoja cuadrículada con escala de 1cm^2). Muestre una nueva tabla de valores (x,y) para E y encuentre las líneas de campo eléctrico de acuerdo a las líneas equipotenciales halladas en el punto (f).
NOTA 3: Agregar el trazo de las líneas de campo al dibujo realizada en el punto (f).

NOTA: Todos los fenómenos, datos y figuras deberán ser analizados y discutidos a fondo.

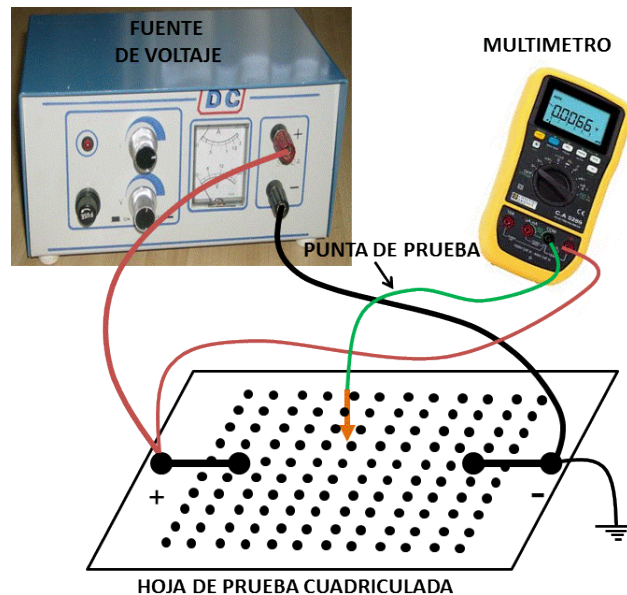


FIGURA 2. Diagrama representativo del dispositivo experimental a usar para el mapeo de las curvas equipotenciales y las líneas de campo eléctrico.

5. REFERENCIAS

- [1] Robert Resnick - Física, Volumen 2.
- [2] Bertha Oda, Introducción al análisis gráfico de datos experimentales.