

Clase 01

Cuba electrostática

Laboratorio de física 2 para químicos

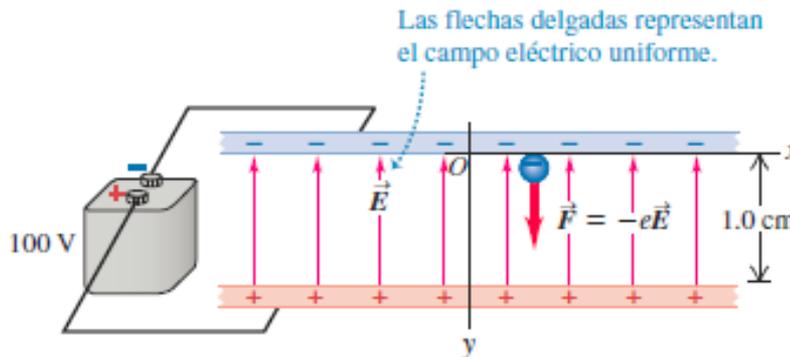
1) Explicación teórica

Campo eléctrico

El campo eléctrico en un dado punto del espacio esta relacionado con la fuerza eléctrica que se ejerce sobre una carga de prueba q_0 colocada en ese punto.

$$\mathbf{F}(x, y) = q_0 \mathbf{E}(x, y).$$

Ej: **21.20** Campo eléctrico uniforme entre dos placas conductoras paralelas conectadas a una batería de 100 volts. (En esta figura, la separación de las placas se exageró en relación con las dimensiones de las placas.)



1) Explicación teórica

Potencial eléctrico

El potencial eléctrico está relacionado con el trabajo que se necesita hacer para llevar una carga de un punto a otro debido al campo eléctrico.

$$dV = -\frac{dW}{q_0} = -\frac{1}{q_0}F(x, y)dl = -Edl, \quad \rightarrow \quad E_x = -\frac{dV}{dx}, \quad E_y = -\frac{dV}{dy} \quad \text{y} \quad E_z = -\frac{dV}{dz}$$

$$\quad \quad \quad \rightarrow \quad E = -\left(\frac{dV}{dl}\right)_{max} = -\nabla V.$$

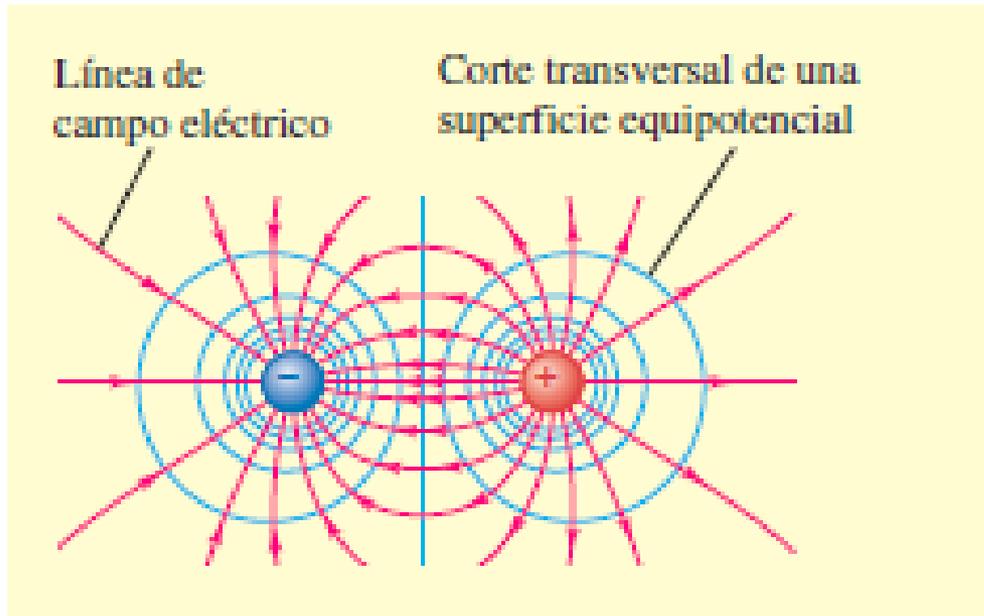
En una región en donde existe un campo eléctrico, el potencial eléctrico puede representarse gráficamente mediante superficies equipotenciales. Una **superficie equipotencial** es una superficie tridimensional sobre la que el potencial eléctrico V es el mismo en todos los puntos.

Si una carga de prueba q_0 se desplaza de un punto a otro sobre esa superficie, la energía potencial eléctrica q_0V permanece constante. Como el movimiento a lo largo de una superficie equipotencial no realiza trabajo, el campo eléctrico siempre es perpendicular a la superficie equipotencial. En dos dimensiones estas superficies se transforman en **líneas equipotenciales**.

Observación importante: *E no necesita ser constante sobre una superficie equipotencial*

1) Explicación teórica

Superficies y líneas equipotenciales



Analogía con mapas topográficos

23.23 Las curvas de nivel en un mapa topográfico son curvas de elevación constante, es decir, de energía potencial gravitacional constante.



1) Explicación teórica

Condiciones de contorno

Existen dos tipos básicos de **condiciones de borde** en el caso que se use un diseño experimental como el propuesto en este experimento

Por un lado, están los valores de potencial determinados por los **electrodos metálicos** (conductores con carga) cuyos valores son constantes, donde se aplica como condición de borde lo que se conoce como condición de Dirichlet. Sólo tengo componente perpendicular del campo (la componente tangencial es nula).

Por otro lado, están las condiciones de borde sobre las **paredes del recipiente**, que son no conductoras, por lo tanto la corriente eléctrica sobre dicha pared sólo puede tener componente paralela a la misma. O sea que sobre estas paredes la componente perpendicular del campo eléctrico es nula, esto es:

$$E_{\perp} = 0 \quad \text{ó} \quad \frac{\partial V}{\partial n} = 0$$

Esta condición de contorno se denomina de Neumann.

2) Objetivos de la práctica

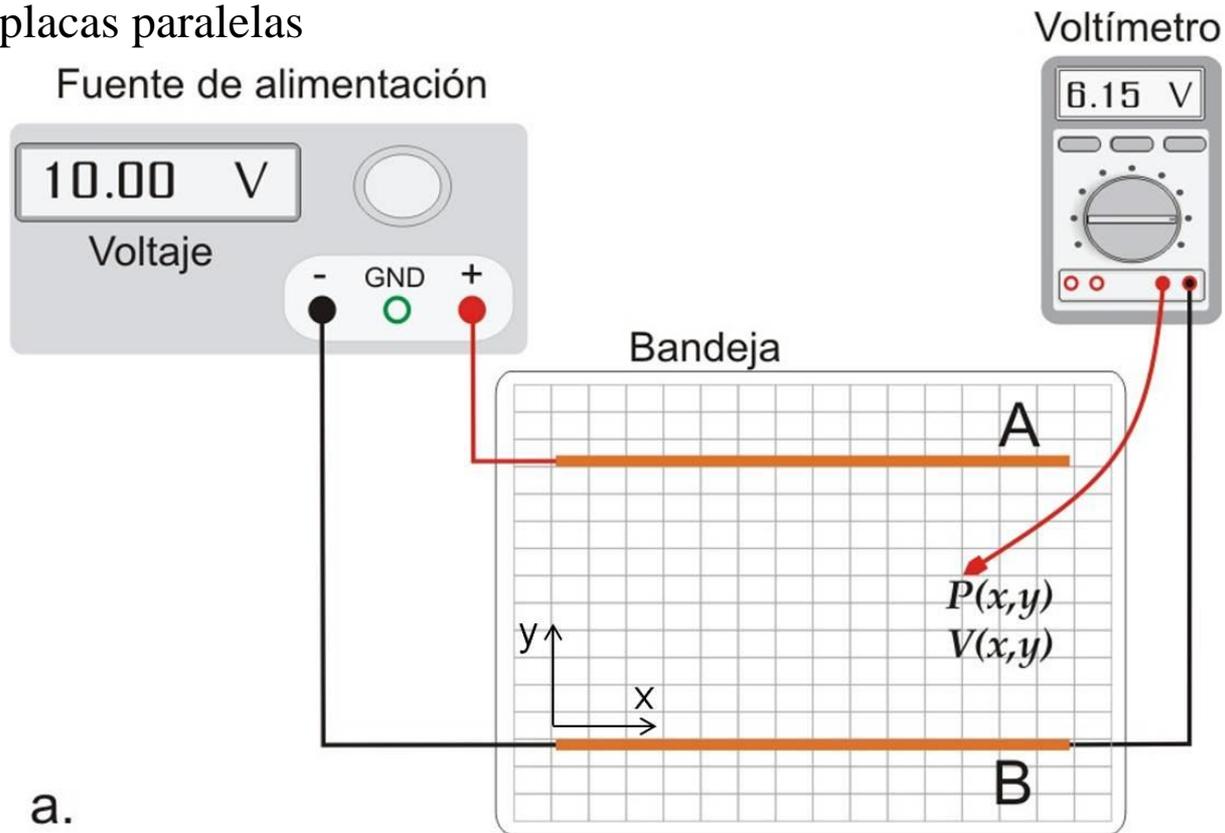
El objetivo de este experimento es determinar las líneas (o superficies) equipotenciales, es decir, el lugar geométrico donde el potencial eléctrico es constante para distintas configuraciones de electrodos situados dentro de un medio líquido poco conductor.

3) Arreglo experimental

- Para crear los potenciales se conectan dos electrodos a una **fuentes de baja tensión**.
- A su vez estos electrodos están sumergidos en un medio poco conductor (líquido).
- Los potenciales se miden con un voltímetro usando cables con puntas.

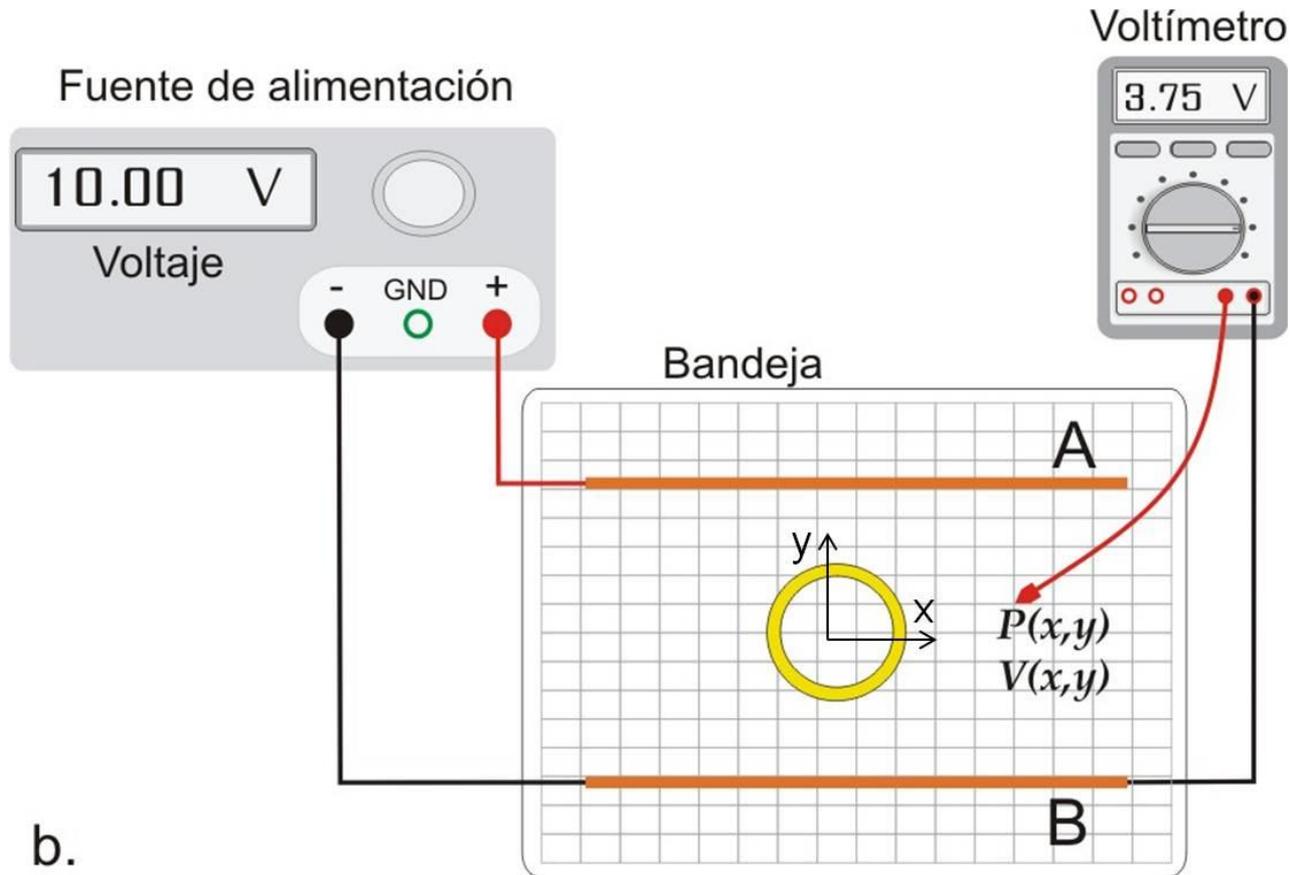
3) Arreglo experimental

Actividad A: placas paralelas



3) Arreglo experimental

Actividad B: placas paralelas con un conductor o aislante en el medio.



3) Arreglo experimental: instrumentos

Multímetro digital



- Uso de multímetro o tester.
- Uso de fuente de alimentación.
- Incertezas de instrumentos de medición.



<https://www.infootec.net/uso-del-multimetro-2/>

Fuente de alimentación (DC power supply)



<https://wanptek.en.made-in-china.com/product/ojUEBTKOEHP/China-30V-60A-Adjustable-High-Power-Switch-DC-Regulated-Power-Supply.html>

3) Arreglo experimental: instrumentos

Multímetro digital

- Los multímetros miden: tensión, corriente, resistencia, temperatura, capacidad, frecuencia, etc.
- Se debe seleccionar la escala adecuada. Valor medido entre el cero y un valor máximo superior al valor que se quiere medir (fondo de escala).
- Por lo que se debe estimar el valor a ser medido o de lo contrario poner el máximo rango de valor posible. (Pero una vez que se sabe el valor aprox. usar rango adecuado)

Ej: **Especificaciones**

Función	Rango	Resolución	Precisión
Voltaje CD	400mV	0.1mV	±(0.3% de lectura + 2 dígitos)
	4V	0.001V	
	40V	0.01V	±(0.5% de lectura + 2 dígitos)
	400V	0.1V	
	1000V	1V	
Corriente CD	400μA	0.1μA	±(1.5% de lectura + 3 dígitos)
	4000μA	1μA	
	40mA	0.01mA	
	400mA	0.1mA	±(2.5% de lectura + 5 dígitos)
	4A	0.001A	
	20A	0.01A	
Resistencia	400Ω	0.1Ω	±(0.8% de lectura + 4 dígitos)
	4kΩ	0.001kΩ	±(0.8% de lectura + 2 dígitos)
	40kΩ	0.01kΩ	±(1.0% de lectura + 2 dígitos)
	400kΩ	0.1kΩ	
	4MΩ	0.001MΩ	
	40MΩ	0.01MΩ	±(3.0% de lectura + 5 dígitos)

*Resolución: menor valor de lectura.

*Precisión: se utiliza para calcular la incertidumbre.



-Incertidumbre de precisión: % de la lectura que se muestra en el display del instrumento.

-Incertidumbre de lectura: unidades en el último dígito significativo de la escala en uso.

3) Arreglo experimental: instrumentos

Multímetro digital

-Ej de cálculo de incertidumbre:

Ejemplo 1: supongamos que medimos una corriente en la escala de 400 μA (CD), con resolución de 0,1 μA . La especificación para la estimación de la incertidumbre correspondiente, de acuerdo a la Figura 1 establece: \pm (1,5% de lectura + 3 dígitos). Entonces:

390 μA
Precisión: 1,5 %
Incertidumbre de precisión: 1,5 % de 390 μA = 5,85 μA
Resolución: 0,1 μA
Incertidumbre de lectura: 3 dígitos = 0,3 μA
Incertidumbre nominal: $\Delta I_{nom} = 5,85 \mu\text{A} + 0,3 \mu\text{A} \cong 6 \mu\text{A}$
$I = (390 \pm 6) \mu\text{A}$

Pausa

Volvemos en 10 min

Tutorial en vivo del uso de Origin

Armado de salas de trabajo con Zoom en grupos de 2/3 personas

Subir figuras a:

https://docs.google.com/document/d/15Lv2chNyONvg4_VmWQSgs8ImgKWItQPAD2PXTmvrw5M/edit?usp=sharing

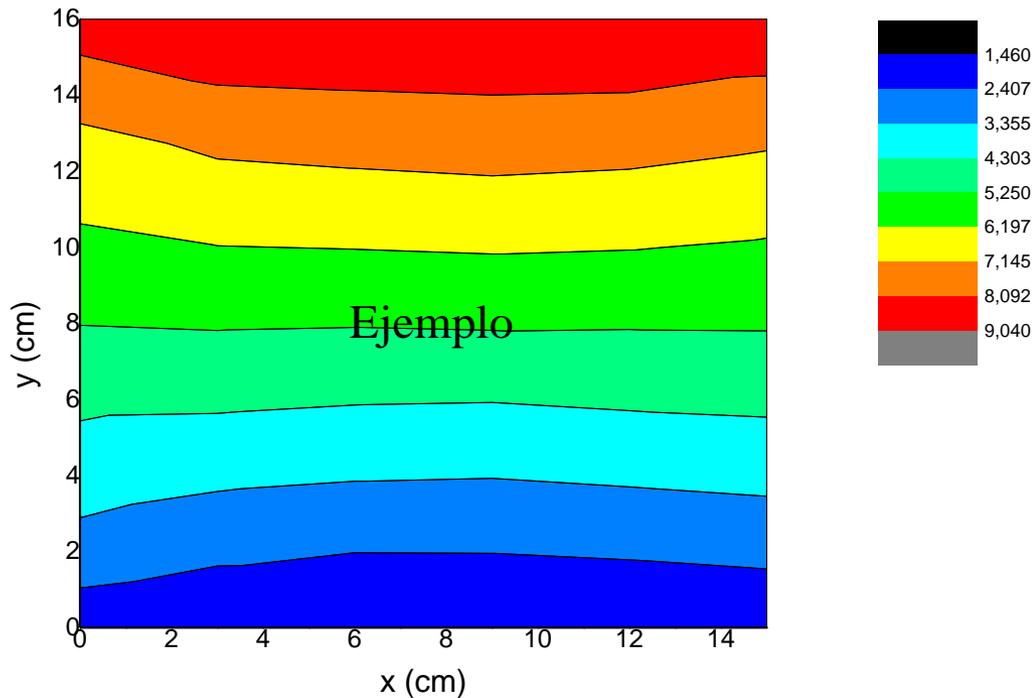
Volvemos en 1 hora

4) Algunos resultados y análisis

Actividad A punto 1

Observación: Nombrar cada variable como x, y, z

En Origin: Plot/Contour/Color fill



En las esquinas del gráfico se puede visualizar además una tendencia a curvarse hacia las placas. Esto se debe a que, hacia los extremos de las placas, ya no vale la aproximación de plano infinito por lo tanto el campo se deforma.

Actividad A punto b

$V(x_0, y)$ vs y :

¿Qué obtengo de la pendiente?

$$dV = -E dl$$

Ver las unidades!

*Ayuda: tomar los valores donde x sea constante pero utilizar los valores donde las líneas sean lo más paralelas posibles.

Observación:

Voltaje aplicado de la fuente dividido distancia de las placas
10V/16 cm



Valor aproximado de la pendiente

4) Algunos resultados y análisis

Actividad B conductor

- Hacer el gráfico de contour plot y analizarlo.
- Graficar V vs x para los distintos valores de Voltaje medidos (líneas equipotenciales) en un gráfico en conjunto.
- ¿Qué gráfico representa mejor el experimento? ¿Por qué?
- Para el conductor y el aislante la representación de V vs x es mejor (origin interpola datos en el contour plot)
- Analice la figura. ¿Qué sucede dentro del conductor?
- $E=0$  líneas equipotenciales constantes.
- Las superficies equipotenciales se deforman rodeando al conductor.
- El conductor incorporado es una superficie equipotencial, entonces en las cercanías de éste el campo eléctrico tiene que ser perpendicular a su superficie por ser equipotencial.

Actividad B aislante

- Repetir el mismo análisis que para el caso del conductor, haciendo el gráfico que más convenga.
- Aislante: se puede analizar que las superficies equipotenciales se deforman hacia adentro del aislante.
- Esto se debe a que el aislante no posee electrones ni iones libres sino moléculas polarizables entonces no será una superficie equipotencial como en el caso del conductor.
- Aunque, se observa una deformación de las superficies equipotenciales debido a que son afectadas por la contribución al campo eléctrico de las moléculas polares.
- Pensar sobre las condiciones de contorno.