



LABORATORIO 3: CAMPO ELÉCTRICO Y POTENCIAL ELÉCTRICO

I. OBJETIVOS

Determinar la relación entre la intensidad del campo eléctrico **E** en un punto fijo con respecto a la diferencia de potencial, manteniendo una distancia *r* fija medida desde el centro de una esfera conductora.

Determinar la relación entre la intensidad de campo eléctrico **E** y la distancia *r*, medida desde el centro de una esfera conductora, cuyo potencial eléctrico se mantendrá constante.

II. INTRODUCCIÓN

El campo eléctrico **E**, en un punto del espacio se define como la fuerza eléctrica **F** que actúan sobre una carga de prueba positiva q_0 colocada en ese punto, dividida entre la magnitud de la carga de prueba:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}; \text{ Ecuación 1}$$

Si una carga de prueba q_0 , se coloca a una distancia *r* de una carga puntual *q*, la magnitud de la fuerza que actúa sobre aquella está dada por la ley de Coulomb:

$$F = \frac{Kq_0|q|}{r^2}; \text{ Ecuación 2}$$

La magnitud del campo eléctrico en el punto donde se localiza la carga de prueba debe ser:

$$E = \frac{kq_0|q|}{r^2 q_0}; \quad E = \frac{K|q|}{r^2}; \text{ Ecuación 3}$$

La dirección **E** es la misma que la de **F**; en la línea que une a *q* y q_0 , y señala hacia *q*, si ésta es negativa y en dirección contraria si ésta es positiva.

POTENCIAL ELECTRICO

La fuerza electrostática es conservativa, por lo que se puede calcular el cambio de energía potencial cuando la carga q_0 pasa de un punto "a" a otro "b" de un campo eléctrico. El cambio de energía potencial es igual al trabajo en contra del campo eléctrico producido por q cuando q_0 se mueve de "a" a "b".

$$\Delta U = - \int_a^b F \cdot dS = - \int_a^b F \cdot dr \quad ; \text{Ecuación 4}$$

$$\Delta U = - \int_a^b \frac{Kq q_0}{r^2} \cdot dr \quad ; \text{Ecuación 5}$$

$$\Delta U = U_b - U_a = Kq q_0 \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right) \quad ; \text{Ecuación 6}$$

Si el punto "a" se ubica en el infinito, (a una distancia tal que el campo producido por q no es perceptible) entonces se define el potencial eléctrico en el punto "b" como:

Por definición la diferencia de potencial entre los puntos "a" y "b" es:

$$V_b - V_a = \frac{\Delta U}{q_0} = kq \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right) \quad ; \text{Ecuación 7}$$

El potencial eléctrico en un punto cualquiera situado a una distancia r de una carga puntual q es:

$$V = \frac{kq}{r} \quad ; \text{Ecuación 8}$$

POTENCIAL ELECTRICO DE UNA ESFERA CONDUCTORA

En todo conductor eléctrico la carga eléctrica se distribuye sobre su superficie; el campo eléctrico en su interior es cero y el trabajo neto efectuado sobre una carga de prueba por la superficie para cualquier trayectoria interior será cero.

Esto significa que en el interior de la esfera el potencial eléctrico es constante e igual al de su superficie. Para una esfera conductora de radio R , con carga distribuida Q , el potencial eléctrico en su superficie (y en su interior) se puede determinar mediante la expresión:

$$V = \frac{kQ}{R} \quad ; \text{Ecuación 9}$$

Para distancias mayores que R, ($r > R$) la esfera se comporta como una carga puntual y el potencial eléctrico resulta ser:

$$V = \frac{KQ}{r} \quad ; \text{Ecuación 10}$$

RELACION (V, y E)

La magnitud **E** del campo eléctrico se relaciona con el potencial eléctrico así:

$$E = -\text{grad}V_r = -\frac{d}{dr}[V(r)] = \frac{kQ}{r^2} \quad ; \text{Ecuación 11}$$

Obsérvese que para un punto a una distancia r del centro de una esfera conductora de radio R , donde $r > R$, se tendrá que:

$$V = \frac{kQ}{r} \quad ; \text{Ecuación 12} \quad E = \frac{kQ}{r^2} \quad , \text{Ecuación 13}$$

CARGA EN UNA ESFERA CONDUCTORA

La carga en una esfera conductora se determina a partir de su capacitancia. La capacitancia se define como la razón entre la magnitud de la carga y la magnitud de la diferencia de Potencia aplicada.

$$C = \frac{Q}{V} \quad ; \text{Ecuación 14}$$

La capacitancia de un dispositivo es una medida de su capacidad para almacenar carga y energía potencial eléctrica. Para una esfera la capacitancia viene dada por:

$$C = 4\pi\epsilon R \quad ; \text{Ecuación 15}$$

Donde $\epsilon = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

Relacionando la ecuación 14 con 15 se puede obtener una nueva relación para determinar la carga en la esfera. Donde V representa la diferencia de potencial que se le aplica a la esfera.

$$Q = 4\pi\epsilon RV \quad ; \text{Ecuación 16}$$

III. TAREA PREVIA

1. Defina y explique los siguientes conceptos:

- a) Carga puntual.
- b) Gradiente de potencial
- c) Campo eléctrico
- d) Carga de prueba.
- e) Líneas de campo eléctrico
- f) Vector de campo eléctrico.
- g) Potencial eléctrico.
- h) Superficies equipotenciales.

2. Mencione 3 propiedades características de las líneas de campo eléctrico.

Dibuje el bosquejo de las configuraciones de líneas de campo eléctrico para los siguientes casos:

- a) Una carga puntual positiva.
- b) Una carga puntual negativa.
- c) Un dipolo eléctrico.
- d) La región entre dos placas de cargas iguales y signos opuestos.

3. Una carga de $-8\mu\text{C}$ colocada en un punto P, en un campo eléctrico, experimenta una fuerza hacia abajo de $6 \times 10^{-3}\text{N}$. ¿Cuál será la magnitud y dirección del campo en dicho punto?

IV. EQUIPO Y MATERIAL

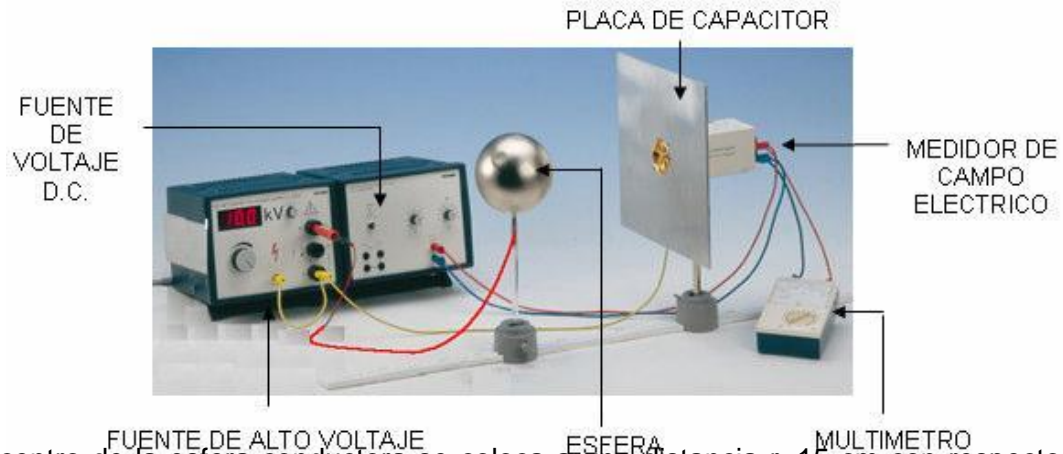
1	Medidor de campo eléctrico
1	Placa de capacitor
1	Fuente de alto voltaje 0-25KV
1	Esfera conductora de 4 cm de diámetro
1	Varilla aislante
1	Multímetro
-	Cables de conexión
1	Fuente de voltaje CD 0-15V

V. PROCEDIMIENTO

PARTE A: RELACION $V_{(R)}$ y E .

Intensidad de campo eléctrico E y potencial eléctrico aplicado a una esfera conductora

1. El equipo experimental se dispone tal como se muestra en la siguiente figura.



2. El centro de la esfera conductora se coloca a una distancia $r=15$ cm con respecto a la placa de capacitor del medidor de campo eléctrico.
3. Verifique que la fuente de alimentación del medidor de campo eléctrico se encuentre en su posición MINIMA, luego poco a poco aumente el voltaje hasta alcanzar aproximadamente 15 voltios (voltaje de trabajo del medidor de campo).
4. Verifique que los led ubicados en la parte trasera del medidor de campo eléctrico se estabilicen, quedando únicamente uno encendido. De no lograr que el medidor se estabilice, consulte con su docente.
5. Seleccione la escala de 10kV/m en el medidor de campo eléctrico (para ello presione el botón blanco "RANGE" ubicado en la parte trasera del medidor, presiónelo hasta posicionarse de la escala deseada).
6. Ajustar el medidor de campo eléctrico, manipulando la perilla plateada que se encuentra situado en la parte superior derecha del aparato hasta que el voltímetro llegue a cero.
7. Utilizando la fuente de alto voltaje proporcionar a la esfera un potencial eléctrico de $V_{(R)} = 0.2$ kV y leer el potencial eléctrico (V_r) censado por el voltímetro.
8. Manteniendo constante el valor de r , repetir el paso anterior para $V_{(R)} = 0.3, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$ Kv, y obtener los valores respectivos de V_r en el voltímetro.
9. Con los datos obtenidos para cada medición, y los cálculos que considere necesarios, complete la tabla 1 de la sección *hoja de datos y análisis de resultados*.

PARTE B: RELACION $E_{(r)}$ y r .

1. Realice los pasos del 3 al 6 de la parte A.
2. Coloque la esfera a una distancia de $r=14$ cm de la placa del capacitor que contiene el medidor de campo eléctrico (medida desde el centro de la esfera).
3. Proporcione a la esfera conductora un potencial $V_{(R)}=0.3\text{kV}$ y lea el potencial eléctrico V_r en el voltímetro.
4. Sin variar $V_{(R)}$, aleje la esfera 2 cm más, de la placa del capacitor del medidor de campo eléctrico. Es decir $r=16$ cm. Lea el potencial eléctrico V_r en el voltímetro y anote el resultado en la tabla 2.
5. Repita el paso 4 para valores de $r=(18, 20, 22, 24, \text{ y } 26)$ cm.
6. Con la información obtenida determine la magnitud del campo eléctrico para cada una de las mediciones realizadas. Complete la tabla 2.

VI. HOJA DE DATOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

$V_{(R)}$ (kV)	V_r (Voltios)	E (kV/m)
0.2		
0.3		
0.4		
0.6		
0.8		
1.0		

Tabla 1

r (m)	V_r (Voltios)	E (kV/m)
---------	-----------------	----------

0.14		
0.16		
0.18		
0.20		
0.22		
0.24		
0.26		

Tabla 2

PARTE A:

1. Construya la gráfica de V_R vs E (papel milimetrado) trazando la gráfica que mejor describa la tendencia que sugieren los puntos de los datos experimentales.
2. ¿Qué tipo de relación existe entre V_R y E (proporcional directa, proporcional inversa, exponencial, logarítmica, etc.)? ¿Es la gráfica que esperaba? Justifique su respuesta.
3. ¿El gráfico anterior pasa por el origen? Explique y justifique su respuesta.
4. Determine la pendiente del gráfico con sus respectivas unidades.
5. Determine la ecuación experimental que relaciona las variables.
6. A partir de las expresiones $E = KQ/r^2$ y $V_R = KQ/R$, demuestre que $E = (R/r^2)V_R$.

PARTE B:

1. Construya la gráfica de E vs. r (papel logarítmico) con escalas de ciclos de igual tamaño. En este caso trace una línea recta que mejor describa la tendencia de los puntos.
2. Haciendo uso directo de la gráfica determine la ecuación experimental que relaciona las variables. ¿Cuáles son las unidades de la pendiente de dicha ecuación?
3. Si $E = KQ / r^2$, esto es $E = KQ r^{-2}$, haciendo $KQ = C$ (constante) se puede expresar

$E = Cr^{-2}$, al transformar logarítmicamente esta última expresión se obtenía $\log E = \log C - 2 \log r$. Esto último significa que al graficar en escalas logarítmicas E vs r , debe obtenerse una recta con pendiente igual a -2 . ¿Es este el valor obtenido en el numeral 2?

4. Asumiendo que el valor teórico de la pendiente es -2 , determine el % de error en relación al valor de la pendiente que determino en el numeral 2.
5. Cuáles considera usted, en base el equipo y los procedimientos empleados en el experimento, que fueron los factores que contribuyeron a la obtención de ese porcentaje de error. Explique y justifique su respuesta.

PARTE C:

Investigue y explique en base al fenómeno físico analizado:

¿Qué es el rayo? ¿Qué función desempeña un pararrayos?

Electricidad y Magnetismo. Laboratorio N° 3. Hoja de criterios de evaluación de los resultados experimentales

Departamento: Ciencias Básicas
 Laboratorio: Física
 Asignatura: EMA

NOTA

Campo Eléctrico y Potencial Eléctrico.

Nº	Apellidos	Nombres	Carné	Firma	G.T
1					
2					
3					
4					
5					

Docente de laboratorio:

Mesa:

GL:

Fecha:

Nº	Criterios a evaluar	% asignado	% obtenido	Observaciones
1	Presentación	5		
2	Cálculos de campo eléctrico para cada medición.	5		
3	Gráfica V_R vrs. E	5		
4	Tipo de gráfico y relación V_R vrs E	5		
5	¿La grafica pasa por el origen? Explique.	5		
6	Pendiente del gráfico y unidades	10		
7	Ecuación experimental y unidades.	10		
8	Demostrar que $E=R/r^2*V_R$	5		
10	¿Qué representa la pendiente?	10		
11	Gráfico E vrs. r	5		
12	Ecuación experimental que relaciona E y r	5		
13	Pendiente del gráfico y porcentaje de error	10		
14	Posibles causas de error	5		
15	Aplicación de conceptos.	15		
	Total de puntos	100		