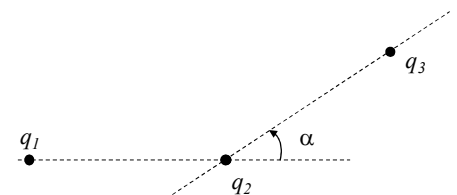


Guía 1: Electrostática en el vacío

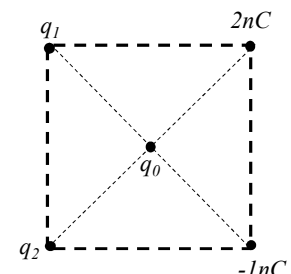
Ley de Coulomb

- Hallar la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales $q_1 = +1.5 \mu\text{C}$ y $q_2 = +4 \mu\text{C}$ que están separadas 10 cm.
 - Determinar la o las posiciones donde se debería colocar una carga q_0 para que la fuerza eléctrica de interacción neta con q_1 y q_2 sea nula. Discutir si dichas posiciones dependen del signo y/o valor de q_0 .
 - ¿Son posiciones de equilibrio? ¿De qué tipo de equilibrio se trata? Justifique.
- Calcular las fuerzas entre dos electrones estáticos separados 1 cm. Discuta la relación entre la fuerza gravitatoria y la eléctrica. ¿Cómo variaría la relación entre ellas si los electrones estuvieran a una distancia de 1 m? (Buscar la constante de gravitación G y la masa de los electrones en internet)
- Dos pequeñas esferas de igual masa $m = 0.5 \text{ g}$ y de igual carga eléctrica están suspendidas del mismo punto por sendos hilos de 15 cm de longitud. Las esferas se hallan en equilibrio separadas 10 cm. Calcule la carga de cada esfera considerando sólo fuerzas eléctricas. Estime el error que se comete al no considerar la fuerza gravitatoria entre ambas ¿Cuánto varía el ángulo entre los hilos si la carga de las esferas se triplica?

- ¿Qué fuerza se debe ejercer sobre cada una de las tres cargas puntuales de la figura ($q_1=1 \mu\text{C}$, $q_2=-2 \mu\text{C}$ y $q_3=0,5 \mu\text{C}$) para que el sistema esté en equilibrio? La distancia entre q_1 y q_2 es igual a la distancia entre q_3 y q_2 y vale 30 cm. Analizar los resultados cuando el ángulo $\alpha=0^\circ$, 30° y 90° . Discuta por qué podría despreciar la fuerza gravitatoria.



- Cuatro cargas puntuales se encuentran ubicadas sobre los vértices de un cuadrado. Determinar los valores de las cargas q_1 y q_2 para que la fuerza eléctrica sobre la carga puntual q_0 sea nula. ¿Dependen del valor y/o signo de la carga q_0 ? ¿Dependen del valor del lado del cuadrado? ¿Cuántas soluciones existen?



- Calcular la fuerza eléctrica ejercida por una distribución de carga lineal de largo L y de densidad lineal uniforme λ sobre una carga puntual de prueba q_0 ubicada en un lugar arbitrario del espacio.
 - Analizar y comparar las fuerzas cuando la carga de prueba se encuentra situada sobre el plano mediatriz de la distribución a 5 cm, 10 cm y 2 m de ella. Considerar $L = 50 \text{ cm}$ y $\lambda = 15 \mu\text{C/m}$.
 - Idem b) si la longitud de la distribución se hace infinita.
 - Comparar las tres fuerzas calculadas en b) con las calculadas en c). Estimar las diferencias porcentuales.

Campo electrostático

- Una distribución de carga en forma de anillo de radio R tiene una densidad de carga lineal λ .
 - Hallar la expresión del campo eléctrico sobre puntos del eje del anillo si la densidad lineal es uniforme.
 - Graficar la componente del vector campo eléctrico sobre el eje si $R = 5 \text{ cm}$ y $\lambda = +0.1 \mu\text{C/m}$.

- c) ¿Cuál es la dependencia funcional con la distancia al centro del anillo? Analice también su dependencia cuando la distancia es mucho mayor que el radio R .
- d) ¿Cómo cambiaría su planteo y resolución si la densidad λ no fuera uniforme?
8. a) Hallar el campo eléctrico en un punto situado sobre el eje de una distribución de carga en forma de corona de radios R_i y R_e y con una densidad de carga superficial uniforme σ .
- b) Tomando el límite adecuado, calcule el campo generado por una distribución en forma de disco de radio R_e en puntos sobre el eje del disco.
- c) Calcular el valor del campo en un punto ubicado sobre el eje del disco a una distancia $d=10$ cm del disco cuando $R = 5$ cm y $\sigma = 0.5 \mu\text{C}/\text{m}^2$.
- d) Repetir (b) si R_e tiende a infinito
- e) A partir del resultado de b), encuentre una expresión para el caso particular de un punto ubicado muy próximo al disco, es decir, para $d \ll R$. Comparar este resultado con el de (d). Discutir los alcances de la aproximación.
9. Plantear la expresión para el cálculo del campo eléctrico en todo punto del espacio producido por una distribución esférica de carga de radio R y de densidad volumétrica $\rho = \rho_0 \cos \varphi$.

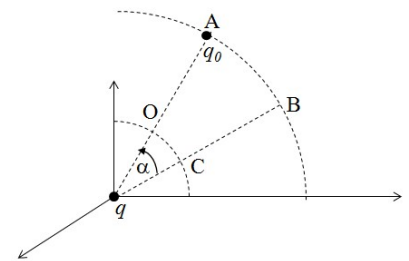
Ley de Gauss

10. Una carga puntual $q=1 \mu\text{C}$ se encuentra en el centro de una superficie cúbica de 0.5 cm de arista. ¿Cuánto vale el flujo ϕ_E del campo eléctrico a través de esta superficie? ¿Cómo cambia esta cantidad si se considera una superficie elipsoidal de semiejes a y b estando la carga en uno de sus focos?
11. Un cubo de lado a tiene sus aristas paralelas a los ejes cartesianos y uno de sus vértices se encuentra en el origen de coordenadas. Hallar el flujo del campo eléctrico a través de su superficie, la densidad de carga y la carga total encerrada si:
- a) $\vec{E} = E_0 \vec{x}$; b) $\vec{E} = E_0 x \vec{x}$; c) $\vec{E} = E_0 x^2 \vec{x}$; d) $\vec{E} = E_0 (y \vec{x} + x \vec{y})$
12. Determinar el flujo ϕ_E del campo eléctrico que atraviesa un hemisferio de radio R inmerso en un campo eléctrico uniforme y paralelo al eje del hemisferio.
13. Hallar el campo eléctrico en todo el espacio a partir de la Ley de Gauss de las siguientes distribuciones de carga. Dibuje algunas líneas de campo representativas para cada distribución. **Primero** determine por consideraciones geométricas cómo son las líneas de campo que generan (dirección y dependencia con las coordenadas). **Luego** elija, justificando, una superficie gaussiana adecuada para cada distribución. **Discuta** si es necesario o no exigir uniformidad en las densidades de carga.
- a. distribución lineal infinita de carga con densidad lineal uniforme λ
- b. distribución plana infinita de carga con densidad superficial uniforme σ
- c. distribución esférica de carga con densidad volumétrica de carga uniforme ρ
- d. distribución cilíndrica infinita de carga con densidad superficial de carga uniforme σ .

14. Se tienen tres distribuciones esféricas de carga (todas de radio R) con las siguientes características: A) $\rho = 2 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^3}$; B) $\rho = 2 r^3 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^3}$ (si r está medido desde el centro de la esfera); C) $\rho = 2 \cos\varphi \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^3}$ (siendo φ el ángulo acimutal, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$). Para las tres distribuciones:
- Calcular, si es posible, el campo eléctrico que genera en todo el espacio a partir de la Ley de Gauss.
 - Establecer si es válida la Ley de Gauss
 - Si es posible, calcular el flujo del campo eléctrico a través de un cubo centrado en el centro de la distribución de lado $3R$. Ídem a través de una esfera de radio $1.5R$.
 - Si es posible, calcular el flujo del campo eléctrico a través de esferas centradas respecto a la distribución de radios R y $2R$, respectivamente.

Trabajo electrostático - Diferencia de Potencial

15. Una carga puntual q está ubicada en el origen de coordenadas. Calcular el trabajo que se debe realizar para llevar cuasiestáticamente otra carga puntual q_0 desde el punto A al punto O. Para ello utilice los dos caminos indicados en la figura: 1) AO y 2) ABCO. ¿Cuál es el resultado? ¿Es el resultado esperado? Justifique.



16. Una carga q se halla en el origen de coordenadas. Hallar el trabajo que es necesario realizar para traer otra carga q_0 en forma cuasiestacionaria desde un punto muy alejado hasta una posición ubicada a una distancia d de la carga. ¿Depende este trabajo del camino que se tome? Justifique.
17. Dos cargas puntuales q_1 y q_2 están separadas una distancia d .
- Hallar el trabajo que es necesario realizar para traer en forma cuasiestacionaria otra carga q desde un punto muy alejado hasta el punto central del segmento que separa a q_1 y q_2 .
 - Analice el resultado si las cargas son de igual valor absoluto y de signo diferente. Discuta la relación de los resultados con la dirección del campo eléctrico (Ayuda: considere la mediatriz del segmento que une ambas cargas y la irrotacionalidad del campo electrostático).
 - Ídem b) si las cargas son iguales.
18. Dos protones están restringidos en una línea recta. Uno de ellos está fijo en el origen de coordenadas y el segundo se mueve hacia el primero. Inicialmente se encuentran separados 1 m y la velocidad del segundo respecto del primero es $v_0 = 10$ m/s. Determinar la mínima distancia entre los protones.
19. Hallar las componentes del campo eléctrico de un dipolo en todo el espacio, usando el principio de superposición.
- Determinar la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos arbitrarios del espacio.
 - Repetir considerando que uno de los puntos está muy lejos del dipolo.
 - Repetir a) considerando que uno de los puntos es el punto medio del segmento que une ambas cargas.
 - Dibujar algunas líneas representativas de campo eléctrico.
 - Dibujar algunas equipotenciales.

f) ¿Cuál es el trabajo para llevar una carga puntual desde un punto A ubicado sobre la recta que une ambas cargas a otro punto B ubicado sobre el plano mediatriz al segmento que une a ambas cargas?

20. Idem el Problema 20 si las dos cargas puntuales tiene el mismo signo. Discutir en los casos a) ambas son positivas y b) ambas son negativas.

21. Determine la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos genéricos A y B para todas las distribuciones de carga del Problema 13. Graficar para todo el espacio. Discuta, en cada caso, si se puede tomar el valor de referencia del potencial en el infinito (punto B).

22. Dos distribuciones planas paralelas de carga están separados una distancia $d = 0.1$ cm. Hallar el campo y la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos pertenecientes a un eje perpendicular a los planos cuando:

a) Ambos planos tienen la misma densidad de carga superficial uniforme $\sigma = 50$ nC/m².

b) Un plano tiene $-\sigma$ y el otro $+\sigma$.

Dibujar líneas de campo representativas en cada caso y graficar la diferencia de potencial en función a la distancia perpendicular a los planos respecto de un punto arbitrario ¿Puede ser cualquier punto del espacio? Discutir.

23. a) Un “anillo” (distribución de cargas en forma de anillo) de radio R tiene una densidad de carga lineal uniforme λ . Hallar la expresión de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos del eje del anillo a partir del campo hallado en el Problema 7). Graficar.

b) ¿Es necesario establecer la posición de la referencia y su valor si se quiere determinar la diferencia de potencial entre dos puntos ubicados sobre el eje del anillo? Relacione el resultado con el trabajo.