

Guía de Campo Eléctrico y Potencial

Cuestiones sobre Campo Eléctrico

1. ¿Qué quiere decir que una cantidad física (a) está cuantizada, (b) se conserva? Dar algunos ejemplos.
2. Se afirma que una varilla aislada tiene carga eléctrica; ¿Cómo podrías verificarlo y determinar el signo de la carga?
3. La fuerza que una carga ejerce sobre otra, ¿cambia si le acercamos otras cargas? ¿Por qué?
4. Una bola cargada positivamente cuelga de un hilo de seda largo. Queremos medir a \mathbf{E} en un punto en el mismo plano horizontal en que está la carga suspendida. Para hacerlo ponemos una carga positiva q_0 en el punto y medimos \mathbf{F}/q_0 . ¿El valor \mathbf{F}/q_0 será menor, igual o mayor que \mathbf{E} en el punto considerado?
5. Discutir a cerca de: $\mathbf{E} = \lim_{q_0 \rightarrow 0} (\mathbf{F}/q_0)$
6. Las “líneas de fuerza eléctrica” nunca se cruzan. ¿Por qué?
7. Dos cargas puntuales de magnitudes y signos desconocidos están separadas una distancia d . La intensidad del campo eléctrico es cero en un punto situado entre ellas, en la línea que las une. ¿Qué puede deducir respecto de las cargas?
8. Una carga puntual se coloca en el centro de una superficie Gaussiana esférica. Indicar si el flujo de campo eléctrico, E , cambia en cada uno de los siguientes casos:
 - Si la superficie se reemplaza por un cubo del mismo volumen.
 - Si la esfera se reemplaza por un cubo de la décima parte del volumen.
 - Si la carga no se encuentra en el centro de la esfera (pero sí dentro).
 - Si la carga se coloca fuera de la esfera original, pero muy cerca.
 - Si se coloca una segunda carga afuera y muy cerca de la esfera original.
 - Si se coloca una segunda carga adentro de la superficie Gaussiana.
 - ¿Y si la carga original no fuera puntual? (Repetir los anteriores incisos)
9. En la ley de Gauss, la intensidad de campo eléctrico \mathbf{E} , ¿es atribuible a la carga Q_{neta} ?
$$\epsilon_0 \int_S (\mathbf{E}, d\mathbf{s}) = Q_{\text{neta}}$$
11. Una superficie encierra un dipolo eléctrico. ¿Qué podés afirmar acerca del flujo de \mathbf{E} para esta superficie?
12. Supóngase que una superficie Gaussiana no encierra ninguna carga neta. ¿La ley de Gauss requiere que \mathbf{E} sea igual a cero para todos los puntos de la superficie? ¿Es cierta la recíproca de esto, es decir, que si \mathbf{E} es igual a cero en todos los puntos de la superficie, la ley de Gauss requiere que no haya carga neta en el interior?
13. ¿Sería válida la ley de Gauss si el exponente de la ley de Coulomb no fuera exactamente dos?
14. El uso de densidades de carga lineal, superficial y volumétrica para calcular la carga en un elemento implica una distribución continua de carga, sin embargo la carga está cuantizada. Luego, ¿Cómo justifica este procedimiento?
15. Discutir lo siguiente:
 - Las siguientes afirmaciones, se contradicen entre sí, ¿o no?
“El campo \mathbf{E} es cero en todas partes dentro de un conductor”.
“Hay campos eléctricos \mathbf{E} muy intensos en puntos cercanos a los electrones o a los núcleos dentro del conductor.”

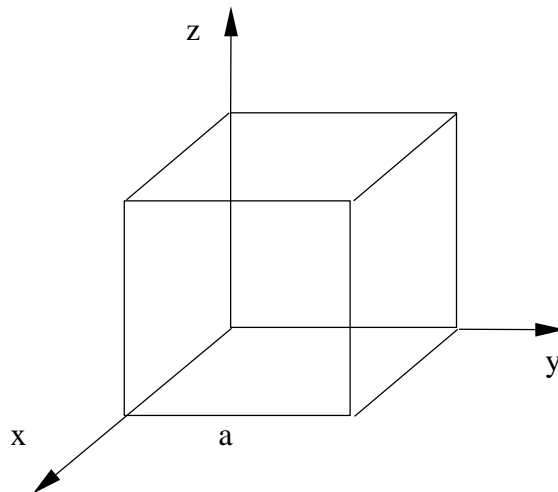
- La siguiente afirmación, ¿es verdad o no?: “La carga excedente en un conductor reside por completo en la superficie exterior porque las cargas iguales se repelen y tienden a alejarse entre sí tanto como es posible”.
16. ¿Es útil la ley de Gauss para calcular el campo debido a tres cargas iguales localizadas en los vértices de un triángulo equilátero? $\mathbf{E}(\mathbf{r})$, Explicarlo.
17. Un globo de goma está cargado eléctricamente, \mathbf{E} dentro del globo, ¿vale necesariamente cero
- Si el globo es esférico, o
 - Si tiene forma de salchicha?
- Para cada una de las dos posibilidades supóngase que la carga está distribuida uniformemente en la superficie.
20. Un globo de goma, esférico, lleva una carga que está distribuida uniformemente en su superficie, ¿Cómo varía \mathbf{E} para puntos: (a) dentro del globo, (b) en la superficie del globo, y (c) fuera del globo, a medida que se va inflando este?
21. Dada una distribución de carga de simetría esférica (no de densidad uniforme de carga), es E necesariamente máximo en la superficie? Comentar diversas posibilidades.
22. Determinar la veracidad o falsedad de las siguientes expresiones. Justificar dada la ley de Gauss $\epsilon_0 \int_S (\mathbf{E}, d\mathbf{s}) = Q_{\text{neta}}$
- Si el primer miembro es igual a cero luego $\mathbf{E} = 0$. (Realizar una gráfica)
 - Si la $Q_{\text{neta}} = 0$ por lo tanto no hay carga en el volumen encerrado por S .
 - Es condición necesaria y suficiente que determinando una superficie cerrada conozcamos la carga que encierra para conocer $\mathbf{E}(\mathbf{r})$.
 - El campo electrostático es conservativo. Dada una trayectoria cerrada se verifica que $\int_C (\mathbf{E}, d\mathbf{l}) = 0$. A su correspondiente escalar $V(\mathbf{r})$, ¿se lo puede ver como láminas que se entrecruzan?

Cuestiones sobre Potencial Eléctrico

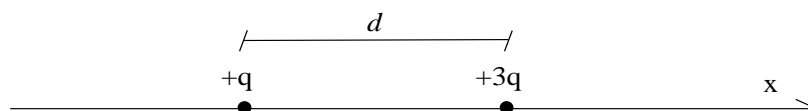
1. ¿Podemos considerar con total libertad que el potencial de la tierra es de 100 voltios en lugar de cero? ¿Qué efecto tendría tal suposición en los valores que se midieran para (a) los potenciales, y (b) las diferencias de potencial?
2. ¿Qué le ocurriría a una persona colocada sobre un taburete aislado si su potencial se elevara hasta 10.000 volts?
3. Los electrones ¿tienden a ir a regiones de elevado potencial o de bajo potencial?
4. Supóngase que la tierra tiene una carga neta que no sea cero: ¿sigue siendo aceptable adoptar a la tierra como un lugar patrón de referencia de potencial y asignarle valor cero?
5. El potencial de un conductor aislado, cargado positivamente, ¿forzosamente tiene que ser positivo? Dar ejemplos.
6. Dos puntos A y B se encuentran al mismo potencial, ¿significa necesariamente esto que no se efectúa trabajo para llevar una carga positiva de prueba de un punto a otro? ¿Significa que no tendrá que ejercerse fuerza para llevar la carga de prueba de un punto a otro?
7. ¿Pueden intersectarse dos superficies equipotenciales diferentes? ¿Porqué?
8. Si \mathbf{E} es cero en un punto dado, ¿ V debe ser igual a cero en ese punto? Dar ejemplos.
9. Si V es cero en un punto dado, ¿ \mathbf{E} debe ser igual a cero en ese punto? Dar ejemplos.
10. Si se conoce el valor de \mathbf{E} en un punto dado, ¿podés calcular V en ese punto? Si no podés hacerlo, ¿qué información te falta?
11. Si V es igual a una constante en toda una región del espacio, ¿que se puede decir con respecto a \mathbf{E} en esa región?
12. ¿Como podés justificar el hecho de $\mathbf{E} = 0$ en el interior de un conductor sin que importe su geometría?
13. Demostrar que \mathbf{E} en la superficie de un conductor siempre es normal a esta.
14. ¿Cómo harías para asegurar que el potencial eléctrico en una región del espacio tenga valor constante?
15. Cuando se define el potencial absoluto para una carga puntual, ¿porqué no tomamos el potencial cero en el centro de la carga? ¿cuál es el potencial absoluto para una carga puntual tendiendo a cero si se toma potencial cero en el infinito?
16. Un cascarón esférico, conductor, aislado, tiene una carga negativa, ¿qué ocurrirá si un objeto metálico cargado positivamente se coloca en contacto con el interior del cascarón? Supongamos que la magnitud de la carga positiva es (a) menor que la carga negativa, (b) igual a ella y (c) mayor que ella.
17. Una esfera metálica descargada se suspende de un hilo de seda y se coloca en un campo eléctrico \mathbf{E} exterior uniforme ¿Cuál es la magnitud del \mathbf{E} en puntos dentro de la esfera? ¿Cambiaría tu respuesta si la esfera está cargada?
18. Se aplica una carga a un conductor aislado que tiene la forma de un cubo perfecto, ¿cuál será la densidad de carga relativa en varios puntos del cubo (superficies, aristas, vértices)? ¿Qué ocurrirá a la carga si el cubo está en el aire?

Problemas de Campo Eléctrico y Potencial Eléctrico

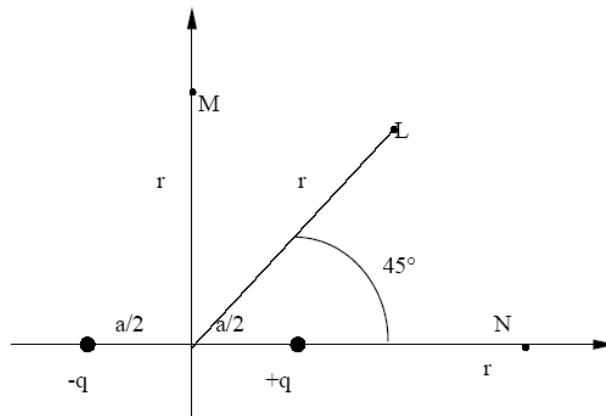
1. El campo eléctrico en la atmósfera, sobre la superficie terrestre tiene una intensidad de aproximadamente 200 [V/m], dirigido verticalmente hacia abajo. A una altura de 1400 [m] sobre la superficie terrestre, la intensidad del campo eléctrico es de 20 [V/m], también dirigido hacia abajo.
 - a. ¿Cuál es la densidad media de carga de la atmósfera, por debajo de los 1400 [m]?
 - b. La densidad de carga calculada en (a), ¿es predominantemente de iones positivos o negativos?
2. La superficie cúbica, de lado “a” que muestra la figura, se encuentra en una región donde existe un campo eléctrico. Para cada caso propuesto, determinar:
 - a) Carga total en el interior del cubo
 - b) Signo de la carga calculada en (a)
 Casos:
 1. $\mathbf{E}_1 = c \mathbf{i}$
 2. $\mathbf{E}_2 = c \cdot x^2 \mathbf{i}$
 3. $\mathbf{E}_3 = c \cdot (1 - z) \mathbf{k}$



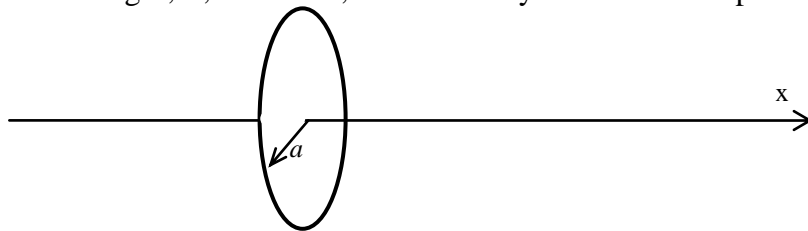
3. Cargas puntuales de valor $3 \cdot 10^{-9}$ [Cb] se sitúan en tres vértices de un cuadrado de lado $a = 15$ [cm]. Hallar la intensidad del campo eléctrico en el vértice restante.
4. Dos cargas puntuales están situadas sobre una eje al cual llamaremos X
 - a. Calcular el campo eléctrico en puntos del eje X y expresarlo en función de la posición. (Considerar el origen en la carga +q).
 - b. Hacer una gráfica cualitativa del campo eléctrico en puntos del eje X, en función de la posición.
 - c. Agregar una tercer carga de valor -q en $x = 2d$ y repetir los dos incisos anteriores.



5. Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas de igual magnitud, y signos contrarios, ubicadas a una distancia “ a ”.
- Calcular el campo eléctrico E en los puntos M y N de la figura, para $r \gg a$.
 - Encontrar una expresión para el campo eléctrico en el punto L. Expresar los resultados en función del momento dipolar definido como: $p = (a \cdot q) i$.

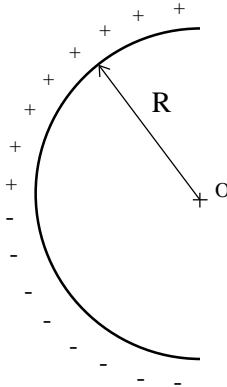


6. Una carga Q se encuentra distribuida sobre un anillo de radio “ a ”.
- Calcular el campo eléctrico E , en puntos del eje del anillo, como función de su distancia al centro del anillo.
 - Hacer una gráfica cualitativa en función de X , de la componente según x del campo eléctrico.
 - Teniendo en cuenta el resultado del primer inciso, calcular el campo eléctrico en puntos del eje de un disco de radio R , con una distribución superficial de cargas constante,.
 - Analizar el comportamiento del campo calculado en el tercer inciso, cuando el radio del disco tiende a infinito.
 - Calcular el campo eléctrico originado por un plano infinito cargado con una densidad superficial de cargas, σ , constante, usando la Ley de Gauss. Comparar con el resultado obtenido en el inciso anterior.

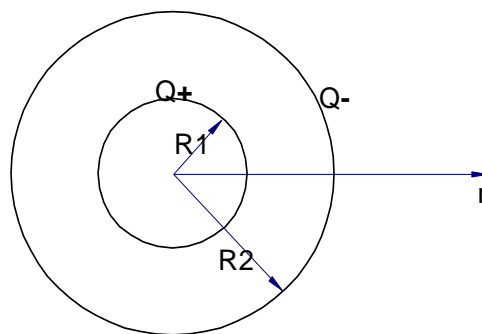


7. Un cilindro recto de radio R y altura L se orienta con su eje paralelo al eje Z . Tiene una densidad de carga espacial no uniforme, dada por: $[\rho = \rho_0 + b \cdot z]$ con referencia a un origen en el centro del cilindro.
- Hallar el campo eléctrico en el centro del cilindro. (Utilizar los resultados del problema anterior)

8. Una varilla de vidrio se dobla en forma de semicírculo de radio R . En la mitad superior se distribuye uniformemente una carga $+Q$ y en la mitad inferior una carga $-Q$.
- a. Calcular E en el centro del semicírculo.

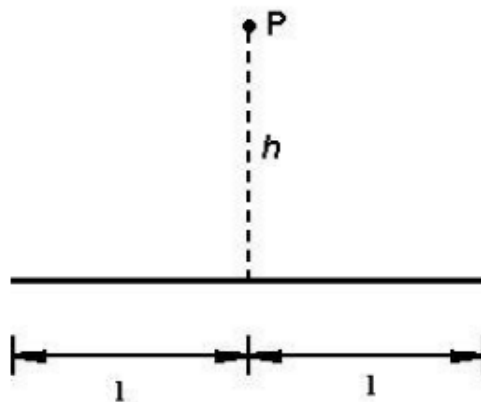


9. Se tienen dos planos infinitos cargados con densidades superficiales de carga constantes e iguales pero de distinto signo. Encontrar el campo eléctrico correspondiente a esta distribución de carga. Graficar.
10. Calcular el campo eléctrico E debido a una línea cargada de longitud infinita, con densidad lineal de carga constante. Aplicar la ley de Gauss, y tener en cuenta las propiedades de simetría de la distribución de carga propuesta.
11. Dos esferas concéntricas de radios R_1 y R_2 , tienen cargas $+Q$ y $-Q$ distribuidas en forma uniforme sobre su superficie.
- a. Calcular el campo eléctrico E debido a esta distribución de cargas en puntos:
- $0 < r < R_1$;
 - $R_1 < r < R_2$;
 - $R_2 < r$
- b. Realizar una gráfica cualitativa del campo eléctrico en función de “ r ”. (donde “ r ” es la distancia medida desde el centro de las esferas).



12. Se tiene una distribución de carga, con una densidad volumétrica constante, en un volumen esférico de radio R .
- a. Calcular el campo eléctrico E para puntos interiores y exteriores a la distribución de carga como función de la distancia al centro de dicha distribución.
- b. Hacer una gráfica cualitativa de E en función de la distancia al centro de la distribución de cargas.
- c. ¿Cómo queda expresado el campo eléctrico para puntos exteriores a la distribución de cargas?

13. Dos esferas similares de masa “ m ”, se cuelgan de hilos de seda, de longitud “ L ”, desde un punto común, y tienen ambas la misma carga eléctrica “ q ”.
- Obtener una expresión para la separación de las esferas, en función de “ L ”, “ m ” y “ q ”.
 - Calcular la carga de las esferas si $L = 120$ [cm], $d = 5$ [cm] (distancia entre las esferas), y $m = 10$ [g].
14. Dos cargas puntuales ($4Q$) y ($-Q$) están separadas una distancia “ d ”.
- Mostrar que las únicas posiciones de equilibrio para una tercera carga Q están a lo largo de la línea que une las cargas iniciales.
 - Encontrar dichas posiciones de equilibrio.
 - Analizar que tipo de equilibrio corresponde a estas.
 - Agregar una tercer carga de valor $-q$ en $x = 2d$ y repetir los dos incisos anteriores.
15. Colocadas en los puntos -10 [cm], 10 [cm] sobre el eje x y en el origen de coordenadas hay tres cargas, $Q_1 = 4/3 \cdot 10^{-8}$ [Cb], $Q_2 = 1/3 \cdot 10^{-8}$ [Cb] y otra $Q_3 = -1/3 \cdot 10^{-8}$ [Cb] respectivamente.
- Construya la curva de variación del potencial a lo largo del eje x , así como a lo largo de una línea perpendicular al eje x que pase por el punto $x = 10$ [cm].
 - ¿En qué puntos del eje x es el potencial de 300 voltios? ¿En estos puntos, la intensidad del campo es la misma?
 - ¿En qué punto podría estar una cuarta carga en equilibrio? ¿Sería un equilibrio estable?
16. Dada la varilla de vidrio del problema N° 8:
- Calcular el potencial en el centro del semicírculo.
17. Una barra de longitud $L = 2l$ tiene una carga distribuida con una densidad lineal λ (lambda) constante. En la bisectriz de la barra y a una distancia “ h ” se determina un punto “ P ”.
- Hallar la fuerza sobre una carga Q colocada en el punto P
 - Verificar el resultado haciendo que L tienda a cero y comprobando como se comporta la barra.



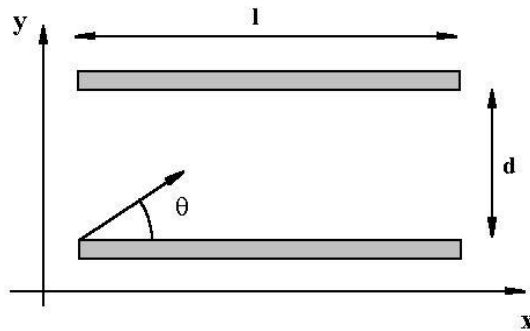
18. Dos cargas Q positivas iguales se encuentran a una distancia $2a$. Imaginemos una carga de prueba colocada a mitad de la distancia entre las cargas.
- ¿Cuál es la magnitud de la fuerza ejercida sobre la carga de prueba “ q ”?

- b. Determinar la fuerza que actuará sobre la carga de prueba si se la desplaza una pequeña distancia hacia cualquiera de las cargas, o perpendicularmente a la línea que las une.

19. Un electrón se dispara como indica la figura, con una velocidad de módulo $v = 6.10^6$ [m/s], en una región donde hay un campo eléctrico uniforme de valor: $E = (2.10^3)$ [N/Cb] j. Si $\theta = 45^\circ$, $L = 10$ [cm], y $d = 2$ [cm],

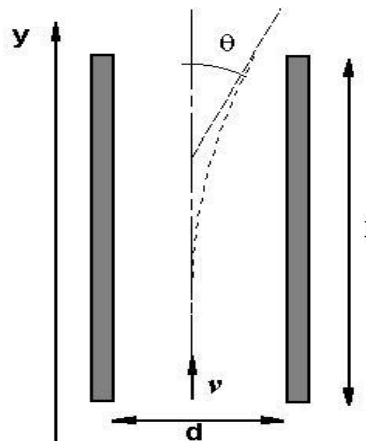
- a. ¿Chocará el electrón con alguna de las placas?
b. Si lo hace, ¿Cuál es el punto de impacto?

Datos auxiliares: masa del electrón $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ Kg;
carga del electrón $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Cb.



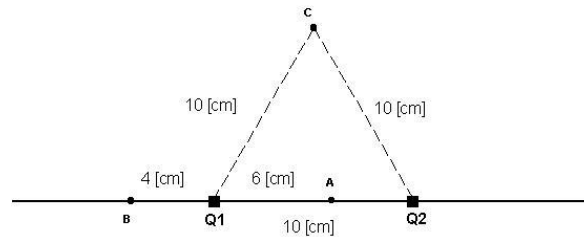
20. Un haz de electrones, cada uno con velocidad “v”, carga “e” y masa “m”, se proyecta perpendicularmente al campo eléctrico uniforme existente entre las placas de la figura.

- a. $\mathbf{E} = -E \mathbf{i}$; $\mathbf{v} = v \mathbf{j}$
b. Encontrar, en función de los datos, el ángulo θ con que el haz de electrones deja la región del campo. θ es el ángulo formado entre la dirección del haz incidente y la dirección del haz emergente.

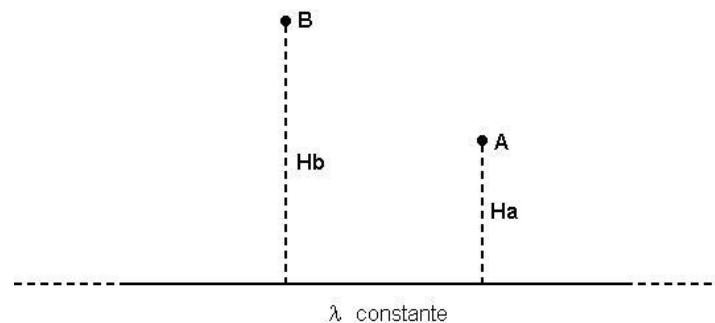


21. Dos cargas puntuales, $Q_1 = 12 \cdot 10^{-9}$ [Cb] y $Q_2 = -12 \cdot 10^{-9}$ [Cb] están separadas 10 [cm].

- a. Encontrar el potencial eléctrico en los puntos A, B, y C.
b. Calcular la diferencia de potencial entre A y B.
c. Calcular que trabajo mecánico es necesario realizar para llevar una carga de $4 \cdot 10^{-9}$ [Cb] desde el punto A hasta el punto B.

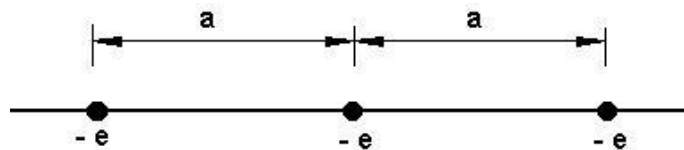


22. Dos cargas puntuales $-q$ y $q/2$ se colocan en el origen y en el punto de coordenadas $(a, 0, 0)$.
- Encontrar una expresión para el potencial electrostático generado por esta distribución de cargas, en función de X, Y, Z .
 - Encontrar expresiones en función de X, Y, Z para las componentes cartesianas del vector campo eléctrico.
 - Encontrar en que punto del eje X se anula la componente E_x del vector campo eléctrico.
 - Si querés profundizar: Demostrar que la superficie equipotencial $V = 0$ es una superficie esférica de radio $R = 2a/3$. Determinar la posición del centro de esta superficie.
23. Para un dipolo de momento $\mathbf{p} = (q \cdot a) \mathbf{i}$:
- Encontrar el potencial eléctrico para un punto a una distancia r del centro del dipolo.
 - Encontrar la expresión de V cuando $r \gg a$.
 - Hallar las componentes polares del vector campo eléctrico en el punto P .
 - Considerar los valores que toman las componentes calculadas en (c) cuando se toman puntos sobre el eje del dipolo o sobre su plano bisector.
24. Hallar una expresión para la diferencia de potencial entre los puntos A y B , en el campo eléctrico generado por una línea infinita con densidad lineal de carga λ (lambda) constante.



25. Para un anillo de radio “ a ” con carga total Q coulombs uniformemente distribuida:
- Encontrar una expresión para el potencial electrostático en puntos del eje del anillo. Realizar una gráfica de V en función de x (Distancia del punto al centro del anillo a lo largo del eje).
 - Obtener una expresión para el campo eléctrico en puntos del eje del anillo (comparar con el resultado obtenido en el problema N° 6).
26. Se tiene una carga distribuida sobre un volumen esférico de radio R de forma que su densidad volumétrica ρ (rho) es igual a K/r . (r es la distancia del punto al centro de la distribución esférica).
- Calcular el campo eléctrico en puntos interiores y exteriores a la distribución de carga.

- b. Calcular el potencial electrostático en puntos interiores y exteriores a la distribución.
- c. Realizar gráficas del campo eléctrico y potencial en función de la distancia al centro de la distribución.
27. Se tiene una carga distribuida en un volumen cilíndrico de radio R y longitud infinita, con ρ (rho) = constante.
- a. Hallar expresiones para el campo eléctrico en puntos interiores y exteriores a la distribución.
- b. Idem para el potencial electrostático.
28. Tres cargas están localizadas como muestra la figura. Calcular la energía de configuración de este sistema.



29. Hallar la energía de configuración de cuatro electrones en los vértices de un cuadrado de 1 [Armstrong] de lado, en cuyo centro se encuentra un protón.
30. Un dipolo de momento dipolar " p " se coloca en un campo eléctrico uniforme.
- a. Calcular la fuerza y el momento resultantes si el dipolo se coloca paralelo al campo eléctrico.
- b. Determinar la posición de equilibrio estable del dipolo dentro del campo eléctrico mencionado.
- c. Si el dipolo se coloca formando un ángulo con la dirección del campo eléctrico, obtener una expresión para el momento resultante en función del momento dipolar.
- d. Determinar la energía de configuración del dipolo.
- e. ¿Cuál es el trabajo mecánico necesario para hacer rotar el dipolo desde una posición paralela al campo a una posición donde forma un ángulo θ ?
31. Un volumen esférico de radio R tiene una carga eléctrica uniformemente distribuida en todo su volumen. Calcular la energía de configuración de esta distribución de carga. Sugerencia: suponer que la esfera se ha construido lámina por lámina hasta alcanzar el radio R .
32. Se tienen dos planos conductores infinitos distanciados en " a ". A dichos planos se les suministra carga de signos opuestos con densidades $\pm\sigma$ constantes.
- a. Encontrar las distribuciones de campo eléctrico y potencial.
- b. Realizar gráficas de campo eléctrico y potencial en función de la posición.
33. Se tienen dos planos conductores a una distancia " a ", mantenidos a potenciales constantes V_1 y V_2 . Encontrar la distribución de campo eléctrico y potencial del sistema, si la región comprendida entre ambos planos está distribuida uniformemente una carga, con densidad volumétrica ρ (rho) constante.
34. Considerar un sistema de cilindros conductores formado por dos cilindros coaxiales, de radios R_1 y R_2 , existiendo vacío entre ambos. El cilindro interior se mantiene a un potencial V_0 y el cilindro exterior a un potencial nulo.
- a. Hallar la distribución de campo eléctrico y potencial entre ambos cilindros.
- b. Hallar la carga por unidad de longitud de los cilindros. Sugerencia: tener en cuenta las características de simetría del problema.
- c. Determinar la capacidad por unidad de longitud de los cilindros.

35. A una esfera de radio R_1 , se le da una carga inicial Q . A una distancia r de dicha esfera se lleva otra de radio R_2 y se conectan mediante un hilo fino. Suponiendo que la separación entre las esferas sea lo suficientemente grande como para suponer que las cargas se distribuyen en forma uniforme:
- ¿Cómo se distribuye la carga inicial Q entre las dos esferas?
 - Demostrar que la relación entre las densidades de carga y los radios de la esferas es: $\sigma_1.R_1 = \sigma_2.R_2$ (Analizar este resultado: relacionarlo con lo visto en Laboratorio).
 - ¿Qué distribución se obtiene de las cargas, si una de las esferas se conecta a tierra?
36. Una esfera de radio " r_a " se coloca en el interior de un cascarón esférico de radio interior " r_b " y radio exterior " r_c ". Determinar como se distribuye una carga " Q " dada a la esfera exterior si la interior se conecta a tierra.
37. Una esfera hueca de radio interior " a " y radio exterior " b " se encuentra inicialmente descargada. En el centro del cascarón se coloca una carga " Q ".
- Explique como se distribuirán las cargas sobre el cascarón.
 - Realizar gráficas cualitativas de los campos eléctricos inducidos, aplicados y total en función de la distancia al centro del cascarón.
 - Qué ocurre si se unen con hilo conductor la superficie interna del cascarón y la carga Q .
 - Realice una gráfica que muestre la variación del potencial en función de la distancia al centro del cascarón.
38. Un condensador de placas paralelas, en vacío, tiene un área " A " y una separación entre placas " d ". El condensador se carga a una diferencia de potencial de " ΔV_c ". Determinar:
- Capacidad.
 - Carga sobre cada placa.
 - Energía almacenada.
 - Campo eléctrico entre las placas.
 - Calcular los resultados de los incisos anteriores si " A " = 40 [cm²], " d " = 1 [mm], " ΔV_c " = 600 [mV].