Trabajo Práctico N° 01 - Campo Eléctrico y Potencial Electrostático

Información sobre las Guías: Las guías se confeccionan a fin de que los alumnos puedan ejercitar los conceptos teóricos descriptos en el curso. En general, cada ejercicio propuesto les permitirá afianzar algún concepto que la cátedra considera importante, por lo que se les aconseja que se resuelvan todos los problemas. Asimismo, también se les recomienda fuertemente que discutan la resolución en grupos de trabajo y disipen las dudas con la ayuda de los docentes de la cátedra. Algunos problemas están marcados con el símbolo "⦿", éstos se consideran prioritarios, "deben resolverlos". Los que están marcados con una cruz, en general son los que se explicarán en el pizarrón.

No hay una única forma de resolver un problema, ya que en física no existen las recetas. Algunos caminos pueden ser más directos que otros, sin embargo, sea cual sea el método de resolución, el resultado final es único.

Problema 1 ⦿ Explique, considerando al átomo como constituyente fundamental de la materia, porqué la carga usualmente es transferida de un medio a otro por el intercambio de electrones.

Problema 2 ⦿ Calcule la cantidad de electrones en un alfiler de plata (Ag) eléctricamente neutro, cuya masa es $10{,}0[g]$ (la plata tiene 47 electrones por átomo y su masa molar es $107{,}87\ [g/mol]$.

a) Se carga el alfiler agregándole electrones hasta que su carga neta negativa es $1{,}00\ [mC]$ ¿cuántos electrones son agregados por cada 10^9 electrones ya presentes?

X **Problema 3** ⦿ Dos cargas iguales positivas, +Q, se mantiene separadas una distancia $2a$ (suponga que las cargas están fijas en esa posición, no se pueden desplazar) Una carga de prueba Q_p se coloca a mitad de distancia entre éstas.

a) ¿Cuál es la fuerza ejercida (magnitud, dirección y sentido) sobre la carga de prueba "Q_p"?

b) Determinar la fuerza que actuará sobre la carga de prueba si se la desplaza una pequeña distancia hacia cualquiera de las otras cargas ¿qué puede decir acerca de la dinámica del sistema en el caso planteado?

c) ¿cómo sería la situación si Q_p se desplazara una pequeña distancia perpendicularmente a la línea que las une a las cargas fijas?

d) Repita todos los incisos si una de las carga Q es negativa. Explique cómo cambia la situación.

Problema 4 ⦿ El electrón y el protón de un átomo de hidrógeno están separados (en promedio) por una distancia aproximada de $5{,}3 \times 10^{-11}[m]$.

a) Halle la magnitud de la fuerza eléctrica y de la fuerza gravitacional entre las dos partículas. *Constantes:* $e = 1{,}60 \times 10^{-19}[C]$, $K = 8.99 \times 10^{9}[Nm^2/C^2]$, $G = 6.67 \times 10^{-11}[Nm^2/Kg^2]$, $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}Kg$, $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}Kg$

b) Como puede observar la fuerza de coulomb y la gravitatoria tiene formas muy similares, sin embargo, ¿qué puede decir acerca de la magnitud de estas fuerzas?, además de la diferencia en magnitud, ¿en qué otro aspecto se diferencian la fuerza eléctrica de la gravitatoria?

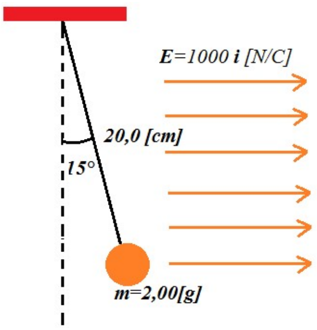
X **Problema 5** ⦿ Una esfera metálica liviana, descargada (es decir neutra) suspendida de un hilo es atraída hacia una varilla de vidrio hasta que se tocan, después de lo cual la esfera es repelida por la varilla. Explique el fenómeno.

X **Problema 6** ⦿ Dos esferas idénticas, de masas "m" cuelgan, desde un punto común de hilos de seda de longitud "ℓ". Ambas esferas tienen la misma carga eléctrica "q".

a) Obtener una expresión para el ángulo de separación de las esferas en función de "ℓ", "m" y "q".

b) Calcular la carga de las esferas si $\ell = 120$ [cm], la distancia entre ellas es d = 5 [cm], y m = 10 [g].

Problema 7 ⦿ Una pequeña pelota de plástico de $2{,}00[g]$ de masa se suspende de un hilo de $20{,}0[cm]$ de longitud en una región de campo eléctrico uniforme, como se muestra en la figura. Si está en equilibrio cuando el hilo forma un ángulo de 15,0° con la vertical, ¿cuál es la carga neta de la pelotita?



Problema 8 Dos cargas puntuales $-q$ y $+q$ se colocan en los puntos $(-a/2, 0{,}0)$ y $(+a/2, 0{,}0)$ de un sistema coordenado (x, y, z).

a) Encontrar las expresiones para las componentes cartesianas del campo electrostático generado por esta distribución de cargas en función de (x, y, z).

b) Represente las características del campo eléctrico graficando algunas (digamos 10) líneas de campo.

c) Determine la magnitud, dirección y sentido del campo electrostático en el plano $x = 0$. Grafíquelo

X **Problema 9** ⦿ Dos cargas puntuales (4Q) y (-Q) están separadas una distancia "d" (fijas en dicha posición).

a) Mostrar que las únicas posiciones de equilibrio para una tercera carga Q_p (carga de prueba) están a lo largo de la línea que une las cargas iniciales. Explique sus respuestas adecuadamente.

b) Encontrar dichas posiciones de equilibrio.

c) Analizar qué tipo de equilibrio presenta esta configuración de cargas (estable o inestable).

d) Agregar una tercera carga de valor $-q$ en $x = 2d$ y repetir los dos incisos anteriores.

Problema 10 ⊙ Una carga Q se encuentra uniformemente distribuida sobre un círculo de radio "a" (a esta configuración la llamaremos anillo de carga).

a) Calcular el vector campo eléctrico, $\vec{E}(\vec{r})$, (magnitud, dirección y sentido) en función de la distancia en puntos del eje que pasa por el centro del anillo, en este caso $\vec{r} = z\hat{k}$

b) Hacer una gráfica cualitativa de cada componente del vector campo eléctrico, en función de la posición a lo largo del eje z, ¿en qué puntos del eje la amplitud del campo es máxima?

c) Explique por qué el campo toma su valor máximo en dicha posición

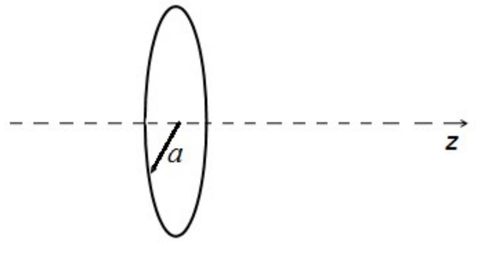


Fig. Problema 10

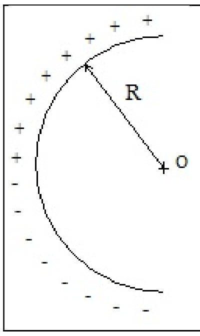


Fig. del Problema 12

X **Problema 11** ⊙ Considere un disco de radio R uniformemente cargado con una densidad de carga superficial σ.

a) Teniendo en cuenta el resultado obtenido para el anillo uniformemente cargado, calcule el campo eléctrico (magnitud, dirección y sentido) en puntos a lo largo del eje del disco.

b) Analizar el Campo eléctrico (magnitud, dirección y sentido) cuando el radio del disco tiende a infinito. El resultado que obtiene es el campo de un plano infinito ¿tiene lógica el resultado? Explique

c) Graficar las curvas de variación de campo en cada caso planteado

Problema 12 Considere una varilla de vidrio semicircular de radio R la cual tiene una mitad cargada positivamente con $+Q$ y la otra negativamente con $-Q$. Suponga el caso ideal en el que la carga en cada mitad está uniformemente distribuida.

a) Analizando el problema cualitativamente, ¿puede predecir la dirección del campo eléctrico?

b) Calcular $\vec{E}$ (magnitud, dirección y sentido) en el centro del semicírculo.

c) Calcule $\vec{E}$ si la varilla tiene una longitud $14{,}0[cm]$, y $Q = 7{,}5[\mu C]$

Problema 13 ⊙ Una barra de longitud $\mathscr{L} = 2\ell$ está cargada con una densidad de carga lineal λ (lambda) uniformemente distribuida. La barra coincide con el $eje\ x$.

a) Calcule el campo electrostático en función de s (distancia a la línea) y x, para un punto arbitrario del espacio. (NO tome como punto a uno contenido en el plano que divide a la línea por la mitad, elija cualquier otro!!!)

b) Hallar la fuerza (magnitud, dirección y sentido) sobre una carga de prueba Q_p colocada en el punto P a una distancia h de la barra. donde P está: i) sobre una línea perpendicular a la barra que pasa por los extremos de la misma, ii) sobre el plano perpendicular que pasa por el medio de la barra, iii) sobre el eje

c) Analice el valor del campo electrostático cuando $\mathscr{L} \to \infty$ (esto es, cuando $s \ll \mathscr{L}$). Bajo esta condición, grafique la componente radial del campo electrostático en función de la posición.

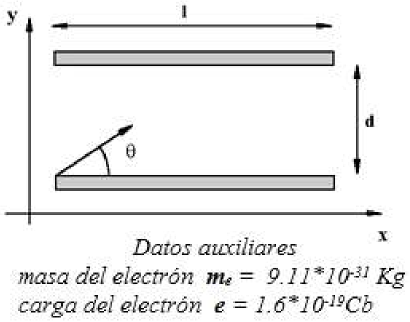


Fig. Problema 14

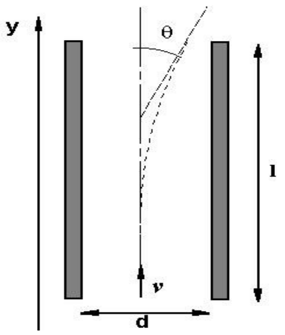


Fig. Problema 15

Problema 14 Un electrón se dispara como indica la figura, con una velocidad de módulo $\mathrm{v} = 6 \times 10^6$ [m/s], en una región donde hay un campo eléctrico uniforme de valor: $\vec{\mathrm{E}} = 2 \times 10^3\, \hat{\jmath}\, [^{\mathrm{N}}/_{\mathrm{C}}]$. Si θ = 45º, l = 10 [cm], y d = 2 [cm],

a) Calcule la aceleración (magnitud, dirección y sentido) y la energía cinética del electrón en el campo ¿chocará éste con alguna de las placas?

b) Calcule el valor máximo de campo eléctrico $\mathrm{E}_{\max}$ que permite a los e- escapar de las placas ¿qué velocidad tienen estos e- una vez libres del campo.

X **Problema 15** ⊙ Un haz de electrones, cada uno con velocidad "v", carga "$-$e" y masa "m_e", se dispara perpendicularmente al campo eléctrico uniforme existente entre las placas de la figura. Sea $\vec{\mathrm{E}} = -\mathrm{E}_0 \hat{\imath}$; $\vec{\mathrm{v}} = v \cdot \hat{\jmath}$. Encontrar, en función de los datos, el ángulo θ con que el haz de electrones deja la región del campo. Tenga en cuenta que θ es el ángulo entre la dirección del haz incidente y la dirección del haz emergente.

X **Problema 16** Dos cargas puntuales $-q$ y $+q$ se colocan en los puntos $(-a/2, 0{,}0)$ y $(+a/2, 0{,}0)$ de un sistema coordenado (x, y, z). (Comparar con Problema 8)

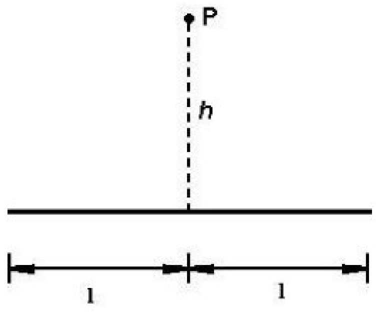
a) Encontrar una expresión para el potencial electrostático generado por esta distribución de cargas en función de (x, y, z). Realice un gráfico representativo de las líneas equipotenciales.

b) Encontrar expresiones, en función de (x, y, z), para las componentes cartesianas del vector campo eléctrico aplicando la relación $\vec{E}(x, y, z) = -\vec{\nabla}\emptyset$. Realice un gráfico representativo de las líneas de campo eléctrico, indicando la dirección. *Compare con el resultado del Problema 8.*

c) Determine la magnitud, dirección y sentido del campo y potencial electrostático en el plano $x = 0$. Grafíquelo

Problema 17 ⊙ Considere la configuración de cargas planteadas en el Problema 12. Calcule el potencial electrostático en el centro del semicírculo. ¿Le resulta lógico que el potencial se anule en dicho punto siendo que el campo eléctrico, calculado anteriormente, es claramente No Nulo en dicho punto. Explique.

Problema 18 ⊙ Una barra de longitud $\mathcal{L} = 2\ell$ está cargada con una densidad de carga lineal λ (lambda) uniformemente distribuida. A una distancia h sobre el plano que divide a la barra por la mitad se establece un punto P arbitrario (observe que P puede ser un punto cualquiera sobre un círculo de radio h centrado en el eje de la barra) *obs.: Puede tomar como referencia el resultado obtenido en el inciso a) del Problema 13.*



a) Calcular el potencial electrostático en P y graficar en función de la altura h.

b) ¿qué puede decir acerca del comportamiento asintótico de las funciones que describen al potencial y al campo electrostático cuando $h \gg \mathcal{L}$?

c) Grafique las superficies equipotenciales y las líneas del campo eléctrico de la barra en forma aproximada, ¿cómo es el comportamiento cerca de los extremos? ¿Qué cree que sucedería si la longitud de la línea tiende a infinito?

X **Problema 19** ⊙ Dos cargas puntuales (ver figura de abajo), $Q_1 = 12 \cdot 10^{-9}$ [C] y $Q_2 = -12 \cdot 10^{-9}$[C] están separadas entre sí 10 [cm]. Use el resultado obtenido en el Problema 16.

a) Encontrar el potencial eléctrico $\emptyset(x, y)$ en los puntos A, B, y C.

b) Calcular la diferencia de potencial entre los puntos A y C, $\Delta\emptyset_{AC}$ y entre C y B, $\Delta\emptyset_{CB}$. Demuestre que la diferencia de potencial entre A y B es igual a $\Delta\emptyset_{AB} = \Delta\emptyset_{AC} + \Delta\emptyset_{CB}$

c) Calcular qué trabajo habría que realizar en contra del campo eléctrico para llevar una carga de 4×10^{-9} $[C]$ desde el punto B hasta el punto C ¿Es importante definir el camino que recorre la carga de un punto a otro? Explique

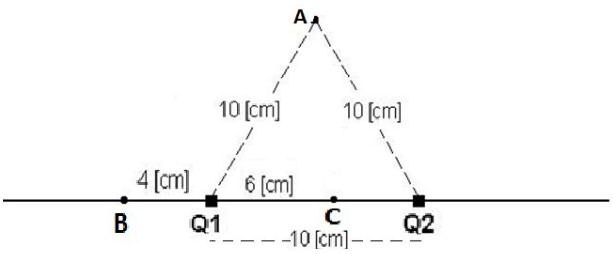


Fig. del Problema 19

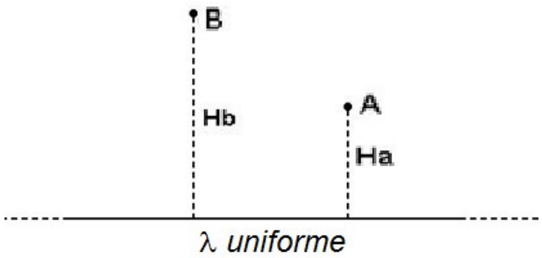


Fig. del Problema 20

Problema 20 ⊙ Hallar una expresión para la diferencia de potencial entre los puntos A y B, en el campo eléctrico generado por una línea de carga de longitud infinita que porta una densidad de carga lineal λ (lambda) uniforme (*use la expresión obtenida para el campo eléctrico en el Problema 13 y aplique la expresión $\emptyset(r) = -\int_{\mathcal{R}}^{r} \vec{E} \cdot \overrightarrow{d\ell}$) para calcular el potencial en cada punto*)

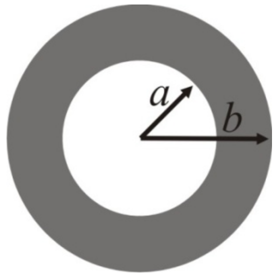
Problema 21 ⊙ Considere un aro de radio "a" de ancho despreciable, con una carga neta Q uniformemente distribuida en su longitud:

a) Encontrar una expresión para el potencial electrostático en puntos del eje del aro.

b) Realizar una gráfica del potencial $\emptyset(z)$ en puntos lo largo del eje z, para z>0 y z<0.

c) Aplicar la relación $\vec{\mathrm{E}} = -\vec{\nabla}\emptyset$, para obtener la expresión del vector campo eléctrico $\vec{E}$ (magnitud, dirección y sentido) en puntos del eje del anillo (*comparar con el resultado obtenido en el Problema 10*). Grafique $\vec{E}$ a lo largo del eje, en función de la posición.

d) A partir de los resultados de los incisos a) y c) obtener una expresión para el potencial y el vector campo eléctrico en puntos del eje de una corona de radio interno "a" y externo "b" uniformemente cargada con una carga neta "Q".



e) Realizar la gráfica de la curva de variación del potencial $\emptyset(z)$ en puntos lo largo del eje z, en el límite de $a \to 0$

Problema 22 ⦿El potencial eléctrico de alguna configuración de cargas está dado por la expresión $V(\vec{r}) = A\frac{e^{-\lambda r}}{r}$ donde A y λ son parámetros del sistema y r es el módulo del vector posición en coordenadas esféricas.

a) De acuerdo a la expresión de $V(\vec{r})$ ¿qué tipo de simetría presenta el problema?

b) Hallar el vector campo eléctrico $\vec{\mathrm{E}}(\vec{\mathrm{r}})$ en el espacio

c) Hallar la densidad de carga $\rho(\vec{r})$ y la carga total

Problema 23 Considere 3 cargas, $Q_1 = 4/3 \times 10^{-8}[Cb\, 1/3 \times 10^{-8}]$, $Q_2 = 1/3 \times 10^{-8}[Cb]$ y $Q_3 = -1/3 \times 10^{-8}[Cb]$ ubicadas en los puntos $(-10, 0, 0)$[cm], $(10, 0, 0)$ [cm] y en el origen de coordenadas, respectivamente.

a) Grafique la curva de variación del potencial electrostático a lo largo del eje x. ¿Cómo podría representar gráficamente el potencial en el plano perpendicular al $eje\ x$ que pasa por el punto $x\ = 10[cm]$?.

b) ¿En qué puntos del $eje\ x$ el potencial tiene un valor de $300[V]$? ¿En estos puntos, la intensidad del campo, cambia, es la misma? Explique

c) ¿En qué punto, una cuarta carga, podría estar en equilibrio? ¿Sería un equilibrio estable? Discuta si es posible el equilibrio estable en una distribución de cargas.

X **Problema 24** ⦿ 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)

c) Casos:

i) $\vec{E}_1 = c\,\hat{\imath}$

ii) $\vec{E}_2 = cx^2\,\hat{\imath}$

iii) $\vec{E}_1 = c(1-z)\,\hat{k}$

Problema 25 ⦿ Una esfera de radio R rodea a una carga puntual Q, localizada en su centro. ***a)*** Demuestre que el flujo de campo eléctrico a través de una capa circular que subtiende un semiángulo θ es: $\Phi_{\mathrm{E}} = {}^{\mathrm{Q}}/_{2\epsilon_0}\left(1 - \cos(\theta)\right)$.

b) Cuál es el flujo para: ***i)*** $\theta = 90°$; ***ii)*** $\theta = 180°$

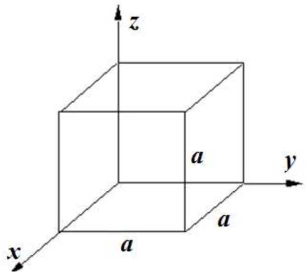


Fig. del Problema 24

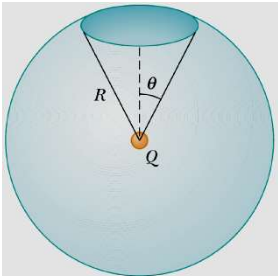


Fig. del Problema 25

Problema 26 ⊙ 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?

Problema 27 ⊙ Considere una distribución de carga "dipolar" conformada por dos cargas $+Q$ y $-Q$, de magnitudes iguales y signos contrarios, separadas por una distancia d.

a) ¿Cuánto vale el flujo del campo eléctrico dipolar a través de una esfera que encierre ambas cargas? ¿Esto implica que el campo eléctrico dipolar es nulo en todas partes? explique

Problema 28 ⊙ Considere una línea cargada de longitud infinita, con densidad de carga lineal uniforme, λ, coincidente con el eje x.

a) Considerando las propiedades de simetría de la distribución de carga aplique la ley de Gauss cómo método de resolución, para hallar el vector el campo eléctrico $\vec{E}$ en una región entorno a la línea de carga.

b) Calcule el potencial electrostático en función de la distancia a la línea.

c) Explique claramente los siguientes casos:

i) Una línea de carga de longitud L finita ¿puede aplicar Gauss para hallar una expresión del campo eléctrico en todo el espacio en este caso?

ii) bajo las condiciones del inciso anterior, ¿puede aplicar Gauss si desea hallar una expresión del campo a una distancia s de la línea, siendo s ≪ L?

X **Problema 29** ⊙ Un cilindro recto de radio R y altura L se orienta con su eje paralelo al $eje\ z$ Tiene una densidad de carga volumétrica no uniforme, dada por: $\rho = \rho_o + b\,z$ con referencia a un origen en el centro del cilindro.

a) Hallar el campo eléctrico (magnitud, dirección y sentido) en el centro del cilindro utilizando los resultados del Problema 11

b) ¿Se puede determinar el campo eléctrico en todos los puntos del espacio aplicando la ley de Gauss? Justifique adecuadamente la aplicabilidad o no de la ley de Gauss en este caso.

Problema 30 Calcular el campo eléctrico de un plano infinito, cargado con una densidad de carga superficial uniforme, σ, usando la Ley de Gauss. *Comparar con el resultado obtenido en el inciso b) del Problema 11*.

a) Grafique las líneas de campo eléctrico del plano para $\sigma > 0$ positivo y para $\sigma < 0$ negativo

b) Suponiendo que el plano es en realidad una lámina metálica de lados w (de dimensiones finitas) ¿en qué regiones entorno a la lámina es válido el resultado obtenido anteriormente? ¿qué puede decir del campo en la cercanía de los bordes de la lámina?

X **Problema 31** ⦿ Considere una esfera de radio R con una carga neta Q uniformemente distribuida en todo su volumen:

a) Aplicando la ley de Gauss demuestre que el campo eléctrico en la región externa a la esfera, es, para todo punto $r > R$, igual al campo eléctrico que produce una partícula puntual con carga igual a la carga de toda la esfera (Q) ubicada en el centro de la misma.

b) Demuestre que en puntos interiores a la esfera el campo eléctrico varía linealmente con la distancia y está dirigido en la dirección radial, tomando como origen el centro de la esfera.

c) Compare este resultado con el conocido para el campo gravitatorio en puntos interiores y exteriores a la superficie terrestre.

d) Grafique las curvas de variación de la componente radial de $\vec{E}$ con la posición (para $r < R \; y \; r > R$)

e) Calcule y grafique la curva de variación del potencial con la posición en todo el espacio

f) ¿El resultado sería el mismo si la carga Q estuviera distribuida en un volumen que no tuviera simetría esférica, por ejemplo en un cubo? Explique

Problema 32 ⦿ Un volumen cilíndrico, de radio R, contiene una carga distribuida uniformemente ρ (rho). Si el radio del cilindro es mucho menor que su longitud, R<<L y si consideramos solamente puntos en una región alejada de los bordes del cilindro, a los efectos resolutivos, éste se puede suponer infinito.

a) Hallar expresiones para el campo eléctrico en puntos interiores y exteriores a la distribución suponiendo que el cilindro es infinito. Grafíquelos

b) Idem para el potencial electrostático.

c) Calcule la carga por unidad de longitud.

Problema 33 ⦿ Se tienen dos planos infinitos cargados con densidades de cargas superficiales uniformes e iguales y de signos contrarios. Suponer que los planos se disponen paralelamente separados por una distancia d

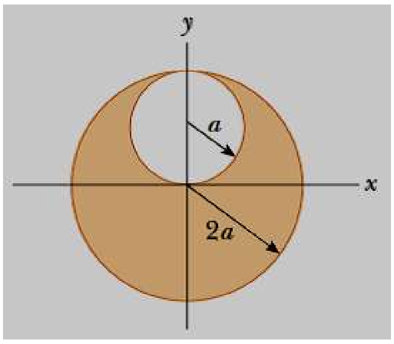
a) Encontrar las expresiones de campo y potencial eléctrico en todo el espacio.

i) Aplicando la ley de Gauss

ii) Aplicando el principio de superposición y el resultado obtenido en el Problema 30.

b) Grafique las curva de variación del Campo E y de $\emptyset$, con la distancia.

X **Problema 34** ⊙ Una esfera de radio $2a$ está formada de un material no conductor que tiene una densidad de carga en volumen ρ uniforme (suponga que el material no afecta al campo eléctrico). Una porción esférica de radio a es removida de la esfera, quedando una cavidad como la que muestra la figura. Muestre que el campo eléctrico dentro de la cavidad es uniforme y está dado por $\mathrm{E_x} = 0$ y $\mathrm{E_y} = \rho\, a/3\epsilon_0$.



a) Sugerencia, puede aplicar el principio de superposición, suponiendo a la configuración de cargas dadas como la suma de una distribución de carga esférica de radio $2a$ $+\rho$ más otra de radio a y densidad $-\rho$.

Problema 35 ⊙ Una esfera sólida conductora de radio $R_1 = 2{,}00[cm]$ tiene una carga neta $Q_1 = 8{,}00[\mu C]$. Otra esfera conductora hueca, de radio interno $R_2 = 4{,}00[cm]$ y espesor $e = 1{,}00[cm]$ es concéntrica con la primera y tiene una carga neta de $Q_2 = -4{,}00[\mu C]$.

a) Calcular el campo eléctrico $\vec{E}$ debido a esta distribución de cargas en todo el espacio.

* Dividir en regiones tales que $0 < r < \mathrm{R_1}$, $\mathrm{R_1} < r < (\mathrm{R_1} + \mathrm{e})$ y $(\mathrm{R_1} + \mathrm{e}) < r$

* Expresar las unidades y en los valores numéricos conservar solo los decimales correctos (aplicar adecuadamente la propagación de errores)

b) Calcular el campo eléctrico en:

i) $r = 1{,}00[cm]$ *iii)* $r = 4{,}50[cm]$

ii) $r = 3{,}00[cm]$ *iv)* $r = 7{,}00[cm]$

c) Calcular la diferencia de potencial entre los conductores.

d) Graficar la curva de variación de la componente $E_r(r)$ del campo eléctrico y el potencial $\phi(r)$ con la distancia al centro de la distribución, (variable r).

X **Problema 36** ⊙ Un cascarón esférico conductor tiene radio interno *"a"* y externo *"b"*. Inicialmente se encuentra descargado. En el centro del cascarón se coloca una carga $Q = 60.0[nC]$ ($[nC]$: nanoCoulomb; "$nano$" $= 10^{-9}$) (Q está en el hueco)

a) Explique cómo se distribuirán las cargas sobre el cascarón conductor.

b) Realizar gráficas de los campos eléctricos inducidos, aplicados y total en función de la distancia al centro del cascarón.

c) Realice una gráfica que represente la variación del potencial en función de la distancia al centro del cascarón. $a = 20[cm]\ y\ b = 25[cm]$.

d) Qué ocurre si se unen con hilo conductor la superficie interna del cascarón y la carga Q. Describa cómo se distribuye la carga. Grafique el Campo eléctrico y el potencial electrostático con esta nueva configuración de cargas.

Problema 37 ⊙ A una esfera conductora de radio R_1 se le da una carga inicial Q. A una distancia d de dicha esfera se lleva otra esfera conductora, de radio R_2, inicialmente descargada. En un instante dado ambas esferas se conectan mediante un hilo conductor fino. Suponiendo que la separación entre las esferas es lo suficientemente grande como para suponer que la distribución de carga de una no induce distribución en la otra.

a) Explique cómo se distribuye la carga inicial Q entre las dos esferas

b) Demuestre que la relación entre las densidades de carga y los radios de las esferas es: $\sigma_1 \cdot R_1 = \sigma_2 \cdot R_2$ (Analizando este resultado, describa cómo puede relacionarlo con el llamado efecto punta).

c) ¿Qué distribución de cargas se obtiene, si una de las esferas se conecta a tierra?

Problema 38 Una esfera conductora de radio R_A se centra en el interior de un cascarón esférico de radio interior R_By exterior R_C, $(R_A < R_C)$.

a) Determinar cómo es la distribución de carga en los conductores, si se deposita una carga neta $+\boldsymbol{Q}$ sobre la **esfera exterior** y a la **interior se conecta a tierra**. Represente la distribución de carga sobre los conductores en un gráfico.

b) Calcule la densidad de carga en cada superficie de los conductores.

c) Considere que el conductor interno ahora está conectado a un potencial V_0 y que el cascarón mantiene su carga neta $+Q$. Calcule la diferencia de potencial entre los conductores.

d) Grafique la curva de variación del potencial electrostático con la distancia al centro, en todo el espacio $(r \leq R_A\,;\; R_A \leq r \leq R_B\,;\; R_B \leq r \leq R_C\,;\; r \geq R_C\,)$.

X **Problema 39** ⊙⊙ Se tiene una carga Q distribuida en un volumen esférico de radio R de forma tal que la densidad de carga volumétrica, ρ (rho), <u>no es uniforme</u> sino que varía con r (distancia al centro de la distribución): $\rho(r) = {}^{K}\!/_{r}$., donde K es un parámetro constante

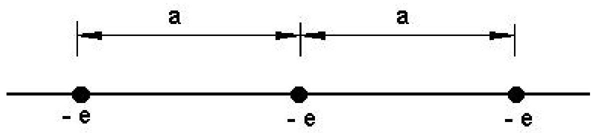
a) Calcule la carga neta Q de la esfera.

b) Calcule el campo eléctrico en puntos interiores y exteriores a la distribución de carga.

c) Calcule el potencial electrostático en puntos interiores y exteriores a la distribución

d) Grafique las curvas de variación del campo eléctrico y el potencial electrostático en función de la distancia al centro de la distribución (en todo el espacio).

Problema 40 ⊙ Tres cargas están localizadas como muestra la figura. Calcular la energía de configuración de este sistema.



Problema 41 Hallar la energía de configuración de cuatro electrones en los vértices de un tetraedro de $1[\text{Å}]$ $[1\text{Å}(\text{Ångström})\text{: } 10^{-1}\ [m]]$ de lado, en cuyo centro se encuentra un protón.

Problema 42 ⊙ 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.