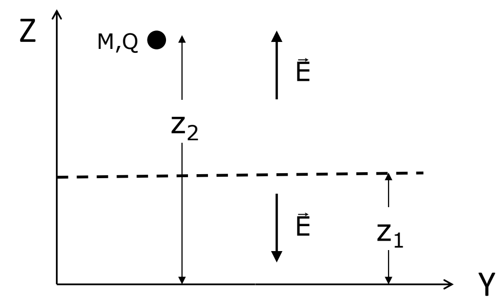
Enero 2014

● En una determinada región del espacio se ha establecido un campo eléctrico que depende de la altura de acuerdo a la siguiente expresión:



$$\vec{E}(z) = \begin{cases} E_0\vec{k}, & z > z_1 \\ -E_0\vec{k}, & z < z_1 \end{cases}$$

Una pequeña bola de radio despreciable, masa M y carga Q, inicialmente en reposo, cae desde una altura z_2,

a) Calcular la energía cinética de la bola cuando impacta con el suelo (plano de altura z=0)

Sol: 0.393 J

b) Calcular el tiempo que tarda la bola en impactar con el suelo.

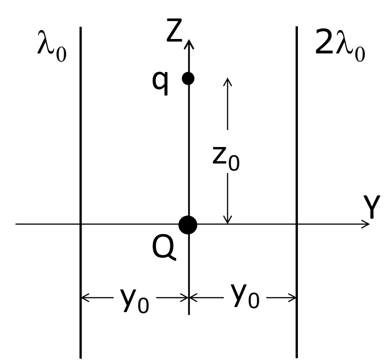
Sol: 1.95 s

c) ¿Cuál sería el mínimo valor del módulo E_0 que impediría a la bola impactar con el suelo?

Sol: 1.23×10^4 N/C

DATOS: M = 5 g; Q = 4 μC, E_0 = 6000 N/C; z_1 = 3 m; z_2 = 10 m

●Se tiene la siguiente distribución de cargas:



- Una línea recta e infinita, cargada uniformemente con densidad lineal de carga λ_0, paralela al eje Z y que pasa por el punto (0, $-y_0$,0)
- Una línea recta e infinita, cargada uniformemente con densidad lineal de carga $2\lambda_0$, paralela al eje Z y que pasa por el punto (0, y_0,0)
- Una carga puntual Q colocada en el origen de coordenadas.

Si una carga puntual de carga q y masa m se coloca en el punto (0,0,z_0) experimenta una aceleración dada por $\vec{a} = -10^{-2}\vec{j} + 6.33\times10^{-3}\vec{k}$ (m/s²).

a) Deducir, utilizando la ley de Gauss, la expresión general del campo eléctrico creado por una línea recta e infinita, cargada uniformemente, con densidad de carga λ_0.

b) Calcular el valor de λ_0.

Sol: 1.48×10^{-7} C/m

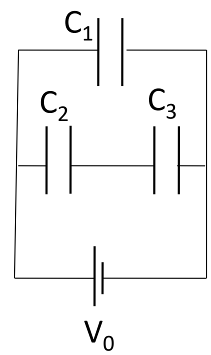
c) Calcular el valor de Q.

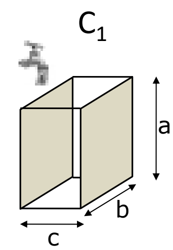
Sol: 2.3×10^{-6} C

DATOS: q= 3 nC; m= 0.2 g; y_0= 4 m; z_0= 7 m

NOTA: Despreciar los efectos de la gravedad.

•El condensador C_1 del circuito de la figura es un pequeño depósito de dimensiones a×b×c, donde las caras rectangulares a×b son las placas del condensador. Este depósito se puede llenar desde arriba con un líquido de constante dieléctrica ε_r. Calcular el volumen del depósito que es necesario llenar para que la carga total acumulada en el circuito sea $q_T = 1.5\times10^{-7}$ C.

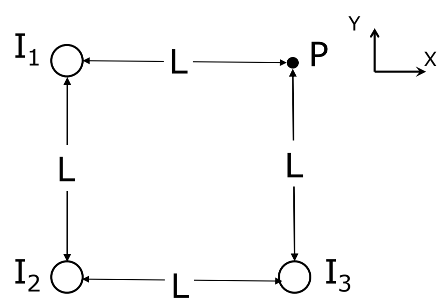




DATOS: $C_2 = 2\times10^{-10}$ F;$C_3 = 3\times10^{-10}$ F; a= 40 cm; b= 20 cm; c= 1 cm; ε_r =8; V_0= 250 V

Sol: 6.6×10^{-4} m^3

•Se tienen tres cables rectos, infinitos, perpendiculares al plano del papel, por los que circulan las corrientes I_1, I_2 e I_3. Las secciones de las corrientes ocupan tres de los cuatro vértices de un cuadrado de lado L, tal y como se indica en la figura.



a) Calcular el vector B (expresado en componentes rectangulares) en el vértice sin ocupar del cuadrado (punto P de la figura) suponiendo que la magnitud de las tres corrientes es la misma $I_1=I_2=I_3=I$ y que las tres corrientes avanzan hacia fuera del papel.

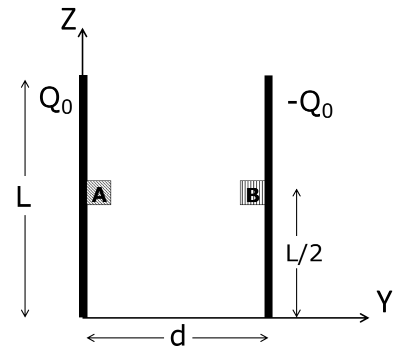
Sol: $\vec{B}(P) = \frac{3\,\mu_0\,I}{4\,\pi\,L}(-\vec{\imath}+\vec{\jmath})$

b) Si mantenemos las corrientes 1 y 3 fijas, calcular el valor de I_2 y obtener su sentido de circulación de manera razonada para que el campo B en el punto P sea nulo.

Sol: $I_2 = 2\ I$ (hacia dentro del papel)

Junio 2014

•Se dispone de un condensador plano-paralelo, de placas cuadradas de lado L y separadas una distancia d. El condensador está cargado con Q_0, tal y como se muestra en la figura. Tenemos un cuerpo A, de masa m_A y carga q_A, y un cuerpo B, de masa m_B y carga q_B, que colocamos en el interior del condensador inicialmente en reposo en las posiciones (0, 0, L/2) y (0, d, L/2) respectivamente. Ambos cuerpos se pueden considerar como puntuales. Si dejamos libres simultáneamente los cuerpos,



a)Calcular a qué distancia de la placa positiva se producirá el impacto entre ambos cuerpos.

Sol: 3.74 cm

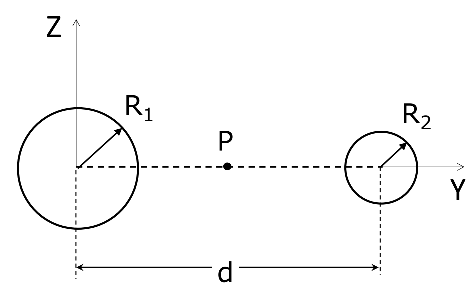
b) Calcular la energía cinética de cada cuerpo en el momento del impacto.

Sol: E_{cA} = 5.63 J; E_{cB} = 1.08 J

NOTA: Despreciad efectos de la gravedad. Como aproximación, para resolver este problema no consideréis la interacción electrostática entre los cuerpos.

DATOS: $Q_0 = 2\times10^{-5}$ C; L= 30 cm; d= 5 cm;
$m_A = 2.5\times10^{-3}$ kg; $q_A = 6\times10^{-6}$ C; $m_B = 4.2\times10^{-3}$ kg; $q_B = -3.4\times10^{-6}$ C

•Se tienen dos esferas metálicas; una esfera de radio R_1 descargada y una esfera de radio R_2 cargada con Q_2. La distancia entre sus centros es d, tal y como indica la figura. Se sabe que en esta situación el campo eléctrico en el punto P (punto medio de la línea que une los centros de las esferas) vale $\vec{E}(P) = -E_0\vec{j}$. A continuación se ponen en contacto eléctrico ambas esferas. Calcular, para esta segunda situación, el valor del campo eléctrico en P (expresado en componentes rectangulares).



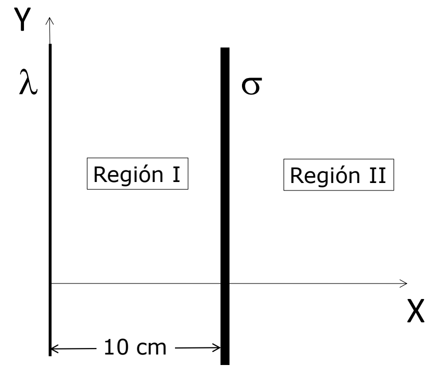
DATOS: R_1= 6 cm; R_2= 2 cm; d= 400 cm; $E_0 = 3.6\times10^4$ N/C

Nota: si las esferas conductoras están lo suficientemente separadas, el potencial de cada una vendrá dado por $V_{esf} = \dfrac{Q_{esf}}{4\pi\varepsilon_0 R_{esf}}$

Sol: $\vec{E'}(P) = 1.8\times10^4\vec{j}$ (N/C)

●Se tienen las siguientes distribuciones de carga:

- Un plano infinito, paralelo al plano YZ, situado a 10 cm del origen del sistema de referencia, y cargado uniformemente con una densidad de carga σ = 2.82×10^{-9} C/m^2.
- Una línea recta e infinita, que coincide con el eje Y, cargada uniformemente con una densidad de carga λ = -4.43×10^{-9} C/m.



a) Deducir, utilizando la ley de Gauss, la expresión general del campo eléctrico creado por un plano infinito cargado uniformemente

b) Calcular el vector campo eléctrico, expresado en componentes rectangulares, en los puntos (3, 0, 0) y (15, 0, 0) (las coordenadas están expresadas en cm)

Sol: $\overrightarrow{E_1} = -2.81 \times 10^3 \vec{\imath}$ (N/C) ; $\overrightarrow{E_2} = -3.72 \times 10^2 \vec{\imath}$ (N/C)

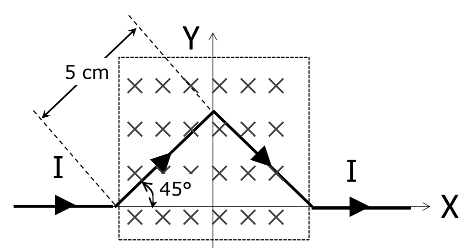
c) Si se tiene una carga puntual q, razonar en qué región de las señaladas en la figura debería de colocar dicha carga para que pudiera estar en equilibrio.

Sol: Región II

d) Calcular a qué distancia del plano de carga se debería de colocar la carga q del apartado anterior para que esté en equilibrio.

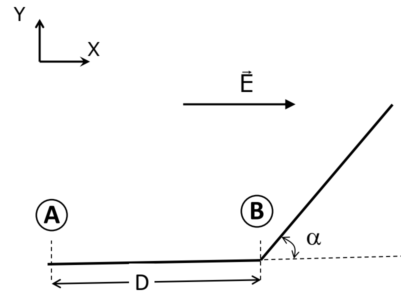
Sol: 0.4 m

●Se tiene un circuito formado por dos tramos rectos a lo largo del eje X y dos tramos rectos que forman un ángulo de 45° con el eje X. La longitud de cada uno de estos dos últimos tramos es de 5 cm. Por estecircuito circula una corriente I= 2 A. Se establece un campo magnético $\vec{B} = -B\,\vec{k}$solamente en la región marcada en la figura. El módulo del campo magnético es B= 0.5T. Calcular el vector fuerza (expresado en componentes rectangulares) que experimenta el circuito.



Sol: $\vec{F} = 0.071\,\vec{\jmath}$ (N)

Enero 2015

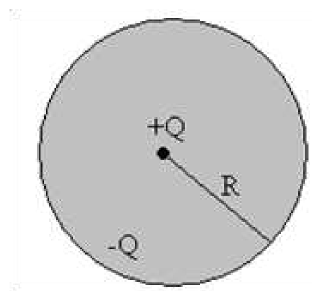


•En una región del espacio, donde hay establecido un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = E_0\vec{\imath}$, se dispone de una superficie horizontal y de un plano inclinado un ángulo α con respecto a la horizontal, tal y como se muestra en la figura. La superficie horizontal es rugosa, mientras que el plano inclinado no tiene rozamiento. Un cuerpo de masa m y carga q, inicialmente en reposo en la posición "A", se mueve por la superficie horizontal una distancia D hasta alcanzar la base del plano inclinado (posición "B"). Durante este trayecto, el cuerpo experimenta una fuerza de rozamiento uniforme F_r. Sabiendo que el cuerpo asciende por el plano inclinado con una velocidad constante v_0,

a) Calcular el módulo del campo eléctrico establecido.
Sol: E_0 = 3289.3 n/c

b) Calcular el valor de la distancia D entre las posiciones "A" y "B".
Sol: D = 1.4 m

c) Calcular el trabajo que realiza la fuerza total que actúa sobre el cuerpo desde la posición "A" hasta la posición "B"
Sol: W = 2.03 J
DATOS: m= 0.2 kg; q= 5×10^{-4} C; α = 40°; v_0= 4.5 m/s ; F_r = 0.2 N



•Un modelo del átomo de Renio (Z=75) consiste en un núcleo positivo representado por una carga puntual Q = *Z e* (siendo *e* el valor absoluto de la carga del electrón) situado en el centro de una esfera de radio R = 1.37×10^{-10} m que tiene uniformemente distribuida una carga -Q en su volumen.

a) Determinar de forma razonada la expresión del campo eléctrico en todas las regiones del espacio
Sol: r>R E=0

r<R $\vec{E} = \frac{Q}{4\,\pi\,\varepsilon_0 r^2}\left(\frac{R^3 - r^3}{R^3}\right)\overrightarrow{u_r}$

b) Calcular el trabajo que realizaría un agente externo para llevar un electrón desde R/2 hasta R/3.
Sol: -1.17×10^{-16} J

NOTA: La expresión del potencial eléctrico creado por una esfera cargada uniformemente en volumen, calculada tomando V(∞)= 0; viene dada por

$$V(r) = \frac{\rho R^2}{2\,\varepsilon_0} - \frac{\rho r^2}{6\,\varepsilon_0}$$

donde ρ es la densidad volumétrica de carga, R el radio de la esfera y r la distancia del punto de cálculo al centro de la esfera. Esta expresión es válida para puntos que verifiquen r<R.

•Se tiene un condensador plano formado por dos placas rectangulares de dimensiones L×H y separadas una distancia d. Se introduce en el mismo una pieza dieléctrica (constante dieléctrica ε_r)de dimensiones L/4×H×d, tal y como se indica en la figura 3.1. Mediante una batería se establece entre las placas una diferencia de potencial V_0.

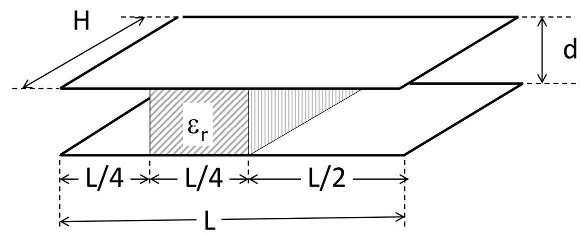


figura 3.1

a) Calcular la carga almacenada en la placa positiva del condensador.

Sol: Q = 3.18×10^{-9} C

A continuación se desconecta el condensador de la batería, se extrae la pieza dieléctrica y se coloca una partícula puntual de masa m y carga q, a la misma distancia de ambas placas, tal y como se indica en la figura 3.2 (los signos "+" y "-" indican la polaridad de las placas)

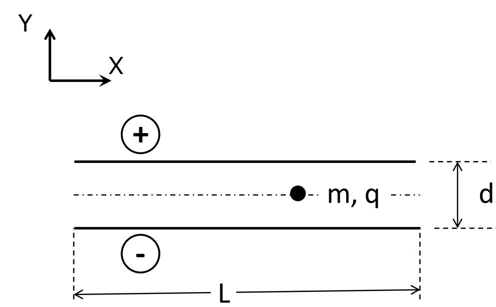


figura 3.2

b) Calcular el vector aceleración (expresado en componentes rectangulares) que experimenta esa partícula.

Sol: $\vec{a} = -15.79\,\vec{j} \quad [\frac{m}{s^2}]$

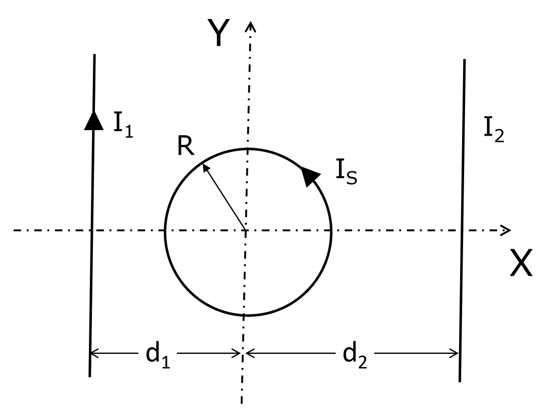
DATOS: g= 9.8 m/s^2; L= 0.5 m, H= 0.2 m; d= 3×10^{-3} m; ε_r= 15; V_0= 240 V; m= 0.03 kg; q= 5×10^{-7} C

•Se tiene la siguiente distribución de corrientes:

- Un solenoide ideal, de radio R, densidad de espiras n_S, cuyo eje coincide con el eje Z y está recorrido por una corriente I_S, tal y como indica la figura.

- Una corriente recta e infinita, paralela al eje Y, recorrida por I_1 en el sentido indicado en la figura, y que pasa por el punto (-d_1,0,0).

- Una corriente recta e infinita, paralela al eje Y, recorrida por I_2 y que pasa por el punto (d_2,0,0).



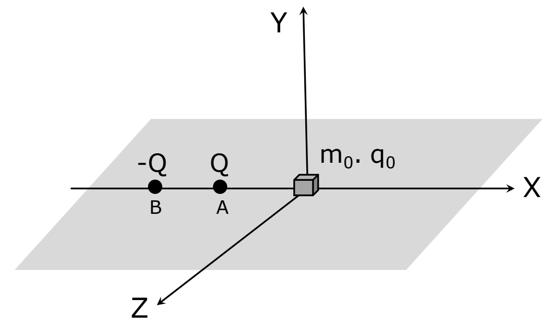
a) Sabiendo que el campo $\vec{B}$ es nulo en el punto (0,0,0), calcular el valor de I_2 y obtener de manera razonada su sentido.
Sol: I_2 = 8 A (sentido positivo del eje Y)

b) Calcular el campo $\vec{B}$ (expresado en componentes rectangulares) en el punto (2R, 0, 0)
Sol: $\vec{B} = 1.46 \times 10^{-5} \vec{k}\ [T]$

DATOS: R= 30 cm ; n_S = 500 espiras/m; $I_S = 4\times10^{-3}$ A; I_1 = 6 A; d_1= 25 cm; d_2= 70 cm

Junio 2015

•En una superficie horizontal que corresponde con el plano XZ se colocan dos cargas puntuales fijas: una carga de valor Q en el punto A (-L,0,0) y una carga de valor –Q en el punto B (-2L,0,0). Se coloca en el origen de coordenadas un cuerpo puntual de masa m_0 y carga q_0. Este cuerpo, inicialmente en reposo, se suelta de tal manera que puede desplazarse sin rozamiento por el plano.



a) Calcular la expresión del vector aceleración (en coordenadas rectangulares) que experimenta dicho cuerpo para cualquier punto del eje X (con x>0). Particularizar la expresión obtenida para el punto C (3L,0,0)

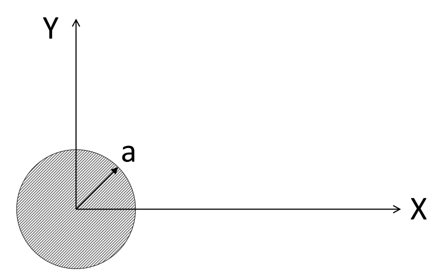
Sol: $\vec{a}(x) = \frac{q_0\, Q}{4\,\pi\,\varepsilon_0 m_0}\left[\frac{1}{(L+x)^2} - \frac{1}{(2L+x)^2}\right]\vec{\imath}$ $\qquad \vec{a}(3L) = 1.57\,\vec{\imath} \quad m/s^2$

b) Calcular el valor de la velocidad del cuerpo cuando pasa por el punto C (3L,0,0).

Sol: $\vec{v}(3L) = 4.35\vec{\imath} \quad m/s$

DATOS: Q = 7 μC; m_0 = 20 g; q_0 = 2 μC; L = 30 cm

•Se distribuye de manera uniforme una carga $Q_1 = 1.152 \times 10^{-9}$ C en el volumen de una esfera centrada en el origen de coordenadas y de radio a= 4 cm.

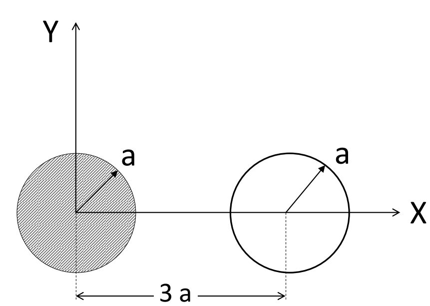


a)Determinar, de manera razonada y utilizando la ley de Gauss, la expresión general del campo eléctrico creado por esta distribución de carga.

b) Calcular el vector campo eléctrico (expresado en componentes rectangulares) en los puntos A (a/2, 0, 0), B (3a/2, 0, 0) y C (7a/2, 0, 0).

Sol: $\overrightarrow{E_1}(A) = 3237\,\vec{\imath}(N/C)\overrightarrow{E_1}(B) = 2877\vec{\imath}(N/C)\overrightarrow{E_1}(C) = 528.5\vec{\imath}(N/C)$

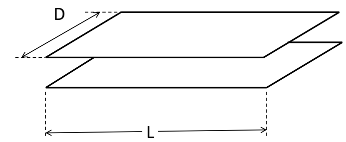
A continuación se añade una segunda distribución de carga, consistente en una carga $Q_2 = -2\times10^{-9}$ C que se distribuye de manera uniforme en la superficie de una esfera de radio a y centrada en el punto (3a, 0, 0).



c) Calcular el vector campo eléctrico total(expresado en componentes rectangulares) en los puntos A, B y C citados en el apartado anterior.

Sol: $\vec{E}(A) = 5035\vec{\imath}(N/C)\vec{E}(B) = 7872\vec{\imath}(N/C)\vec{E}(C) = 528.5\,\vec{\imath}(N/C)$

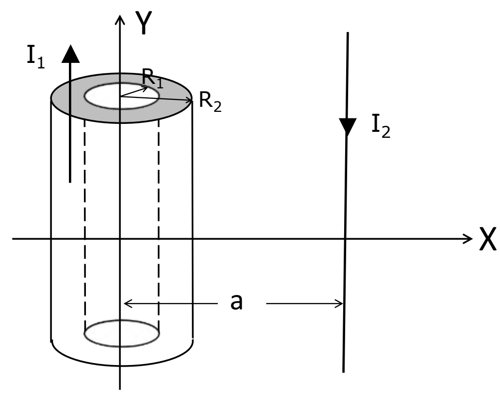
- Un condensador de placas paralelas posee placas rectangulares de longitud *L* y anchura *D*. La región entre las placas se llena con un bloque dieléctrico de constante dieléctrica $\varepsilon_r$que puede deslizarse a lo largo de la longitud del condensador. Inicialmente el bloque llena por completo el espacio entre las placas del condensador. En esta situación, el condensador se conecta a una pila adquiriendo una carga Q. A continuación se desconecta la pila del condensador. ¿Qué distancia debe de extraerse el bloque dieléctrico para que la energía almacenada en el condensador duplique su valor inicial?



DATOS: L= 10 cm, D= 4 cm, ε_r=4, Q=0.2 mC

Sol:x = 6.7 cm

- Un cilindro conductor infinito y hueco, de radio interno R_1 y radio externo R_2, con su eje coincidente con el eje Y, transporta una corriente I_1 uniformemente distribuida en su sección, y que circula con el sentido indicado en la figura. Además se tiene un hilo conductor, recto e infinito, paralelo al eje Y, que pasa por el punto (a,0,0), y que transporta una corriente I_2 que circula en sentido contrario a la anterior.



a) Calcular el vector $\vec{B}$, expresado en componentes rectangulares, en los siguientes puntos:

a1) (0, 0, 0) cm

a2) (3, 0, 0) cm

Sol:$\vec{B}(a1) = -4 \times 10^{-5}\vec{k}(T)\vec{B}(a2) = 1.2 \times 10^{-4}\vec{k}\ (T)$

b) Calcular la fuerza magnética que el cilindro conductor ejerce sobre un tramo del hilo de 2 m de longitud

DATOS: R_1= 2 cm, R_2= 4 cm, a = 6 cm, I_1=15 A, I_2=12 A

Sol:$\vec{F}_m = 1.2 \times 10^{-3}\vec{\imath}\ (N)$

Enero 2016

• Una partícula puntual, de masa m= 50 g y carga q= 5 μC, inicialmente en reposo,se suelta desde el punto A situado una altura h= 3 m. La partícula desliza por una rampa circular hasta llegar al punto C con una velocidad v= 3.5 m/s

a) Discutir de manera razonada si en el tramo de rampa AC hay o no hay rozamiento.

b) Dibujar un esquema, señalando las fuerzas que actían sobre la partícula en los puntos A y B de su trayectoria.

c) Al llegar al punto C, la partícula se desplaza por un tramo horizontal rugoso, en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -E\,\vec{\imath}$ (zona sombreada de la figura). El coeficiente de rozamiento entre la partícula y la superficie horizontal es μ=0.3. Sabiendo que cuando la partícula recorre una distancia de L=2 m en esta superficie se detiene, calular el módulo del campo eléctrico (Nota: el módulo de la fuerza de rozamiento se obtiene como F_r = μ N, siendo N el módulo de la normal).

Sol: E= 1200 N/C

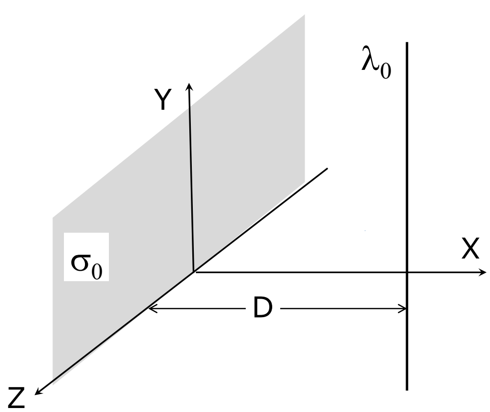
d) Calcular el trabajo realizado por la fuerza eléctrica entre C y D

Sol: W = -0.012 J

• Se tienen las siguientes distribuciones de carga, tal y como se muestra en la figura:

- Un plano infinito cargado de manera uniforme, cuya densidad superficial de carga es $\sigma_0 = 1.4\times10^{-6}$ C/m^2 El plano de carga coincide con el plano YZ.

- Una línea recta e infinita, cargada de manera uniforme, cuya densidad lineal de carga es $\lambda_0 = 4.5\times10^{-6}$ C/m, La línea es paralela al eje Y y pasa por el punto (D, 0, 0)



a) Deducir la expresión general del campo eléctrico creado por una línea recta e infinita, cargada uniformemente, con densidad lineal de carga λ_0

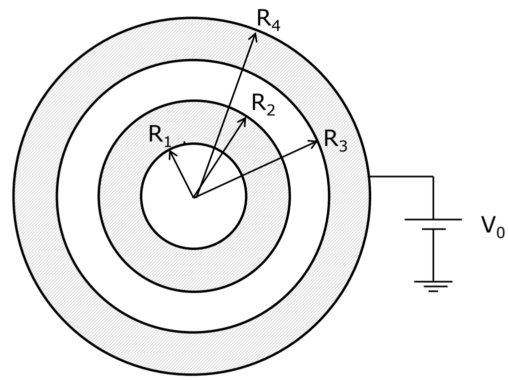
b) Sabiendo que el campo eléctrico en el punto P (D/2, 0, 0) es $\vec{E}(P) = 3.65 \times 10^4 \vec{\imath}$ (N/C), calcular el valor de D.

Sol: D= 3.8 m

c) Si se añadiera una carga puntual $Q = 3\times10^{-5}$ C en el punto (D/2, D/2, 0), calcular el valor del módulo del campo eléctrico en el punto P.

Sol: $E= 8.32\times10^{4}$ N/C

• Se tienen dos esferas conductoras huecas, tal y como se indica en la figura. La esfera de radio interno R_1 y radio externo R_2 tiene una carga Q, mientras que la esfera de radio interno R_3 y radio externo R_4 está conectada a una pila de voltaje V_0.



DATOS: R_1 = 2.5 cm; R_2 = 5 cm; R_3 = 10 cm;R_4 = 15 cm; V_0 = 500 V; Q = 4 nC

NOTA: El potencial electrico de la esfera conductora externa viene dado por $V = \frac{q(R4)}{4\,\pi\,\varepsilon_0 R_4}$, donde q(R4) es la carga que hay en la superficie de radio R_4.

a) Calcular las densidades de carga en todas las superficies conductoras.

Sol:

$\sigma(R_1) = 0$
$\sigma(R_2) = 1.27\times10^{-7}$ C/m^2
$\sigma(R_3) = -3.18\times10^{-8}$ C/m^2
$\sigma(R_4) = 2.95\times10^{-8}$ C/m^2

b) Calcular la expresión general del campo eléctrico en la región entre las dos esferas huecas.

Sol: $\vec{E} = \frac{Q}{4\,\pi\,\varepsilon_0\,r^2}\ \vec{u}_r$

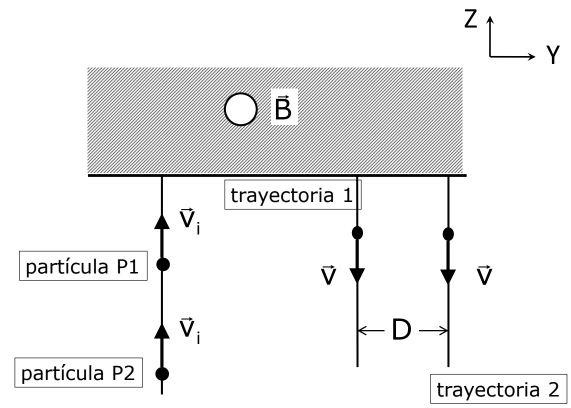
c) Calcular el potencial eléctrico de la esfera hueca interna (Ayuda: obtener el valor a partir del cálculo de la diferencia de potencial entre las dos esferas).

Sol: V= 859.7 V

d) Calcular la energía electrostática almacenada en el sistema

Sol: $U_e = 2.8\times10^{-6}$ J

- Dos partículas viajan con la misma velocidad $\vec{v_i} = v_0\vec{k}$ siguiendo la misma dirección, tal y como se indica en la figura. La partícula P1 es un núcleo formado por un protón y la partícula P2 es un núcleo formado por un protón y dos neutrones. Ambas partículas entran en una región donde está establecido un campo uniforme $\vec{B}$ (región sombreada en la figura), cuya dirección es perpendicular al plano del papel. Al salir de la región de campo magnético, las trayectorias de las partículas se han separado una distancia D.



DATOS: $v_0 = 3.7\times10^5$ m/s; B = 0.85 T

a) Obtener de manera razonada el sentido del vector $\vec{B}$

b) Razonar cuál de las dos trayectorias es la que seguirá la partícula P2 cuando salga de la región de campo $\vec{B}$

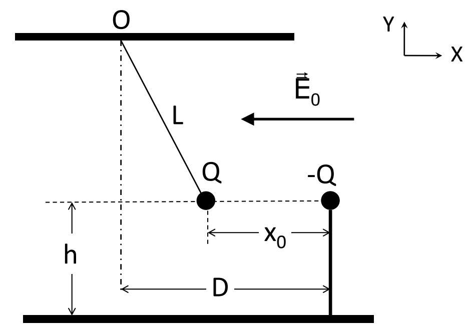
Sol: $R = \frac{m\,v}{q\,B}$; trayectoria 2

c) Calcular el valor de la distancia D de separación entre las dos trayectorias de salida.

Sol: D= 18.2 mm

Junio 2016

• Una partícula de masa m y carga Q se encuentra suspendida del punto O por un hilo de masa despreciable y longitud L. Esta partícula se encuentra en una región del espacio donde hay establecido un campo eléctrico uniforme $\overrightarrow{E_0} = -E_0 \vec{\imath}$. Además, se coloca una carga puntual -Q, que está fija a una altura h del suelo y a una distancia D de la vertical del péndulo. En esta situación el péndulo alcanza una situación de equilibrio, en la que la partícula de carga Q se encuentra a una distancia x_0 de la carga fija –Q, y a una altura h del suelo, tal y como se indica en la figura.



DATOS: m= 150 g; Q= 4×10^{-5} C; L= 2.1 m; h= 3 m; D= 2.8 m; x_0= 1.5 m

a) Calcular el valor de E_0.

Sol: E_0 = 1.309×10^5 N/C

b) Calcular el valor de la tensión del hilo.

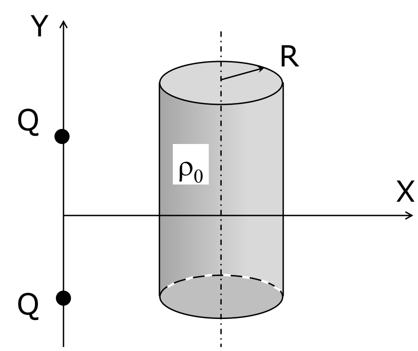
Sol: T = 1.87 N

• Se tienen las siguientes distribuciones de carga, tal y como se indica en la figura

- Una carga puntual Q >0 localizada en (0, 3R, 0).

- Una carga puntual Q (idéntica a la anterior) localizada en (0, -3R, 0)

- Una distribución uniforma de carga en el volumen de un cilindro de radio R, longitud infinita, cuyo eje es paralelo al eje Y y pasa por el punto (7R, 0, 0). La densidad volumétrica de carga de esta distribución es ρ_0.



DATOS: R= 20 cm; ρ_0= 2.8×10^{-6} C/m^3

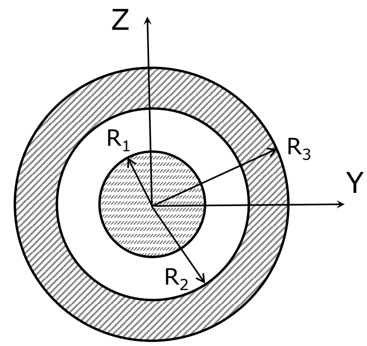
a) Sabiendo que el campo eléctrico en el punto P (4R, 0, 0) es cero, calcular el valor de Q.

Sol: Q = 7.33×10^{-7} C

b) Calcular el campo eléctrico (expresado en coordenadas rectangulares) en el punto (15R/2, 0, 0)

Sol: $\vec{E} = 2.05 \times 10^4\ \vec{\imath}$ (N/C)

● Se distribuye una carga Q_{int} de manera uniforme en el volumen de una esfera de radio R_1. Esta carga varía con el tiempo de acuerdo a la ecuación $Q_{int} = Q_0\,(1+\ \alpha t)$, donde Q_0 y α son constantes, y t es el tiempo de carga expresado en segundos. Esta distribución de carga se introduce en el interior de una esfera metálica hueca, previamente cargada con Q_{esf}, tal y como se indica en la figura. Los radios interno y externo de la esfera metálica son, respectivamente, R_2 y R_3. Sabiendo que en el instante t_0 la densidad de carga en la superficie de radio R_3 es σ_0,



DATOS Q_0= 4×10^{-7} C; α = 0.5 s^{-1}; Q_{esf} = -3×10^{-6} C; R_1= 15 cm; R_2= 20 cm; R_3= 25 cm;
σ_0= -5.1×10^{-7} C/m^2

a) Calcular el valor del tiempo t_0.

Sol: t_0 = 11 s

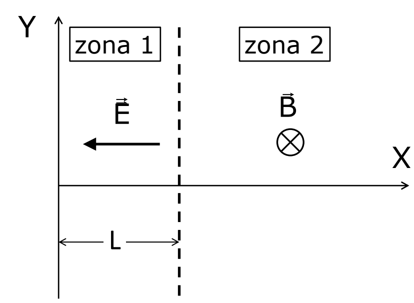
b) Para ese instante t_0 calcular el valor del campo eléctrico (expresado en coordenadas rectangulares) en el punto (0,30,0) (las coordenadas están expresadas en cm).

Sol: $\vec{E} = -4 \times 10^4\,\vec{j}$ (N/C)

c) Para ese instante t_0 calcular el valor del campo eléctrico (expresado en coordenadas rectangulares) en el punto (0,-5,0) (las coordenadas están expresadas en cm).

Sol: $\vec{E} = -3.45 \times 10^5\,\vec{j}$ (N/C)

● Se delimitan en el espacio dos zonas diferenciadas. En la zona 1 (puntos que verifican 0<x<L) hay establecido exclusivamente un campo eléctrico uniforme $\vec{E} =\ -E\,\vec{\imath}$, mientras que en la zona 2 (puntos que verifican x>L) hay establecido exclusivamente un campo magnético uniforme $\vec{B} =\ -B\,\vec{k}$. Se libera un electrón, inicialmente en reposo, en el origen de coordenadas.



DATOS: E= 2.5×10^3 N/C; B= 0.4 T; L= 3 m

a) ¿Cuánto tiempo permanece el electrón en la región 2?

Sol: t = 4.47×10^{-11} s

b) Calcular las coordenadas cartesianas del punto por el que el electrón vuelve a llegar al eje Y

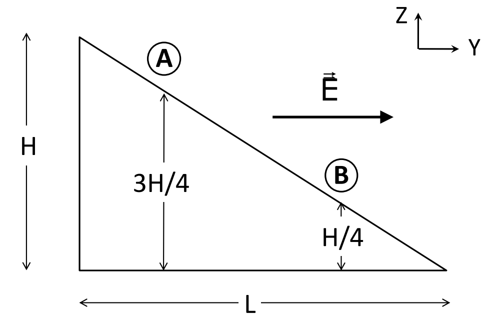
Sol: (0, -1.46, 0) Las coordenadas están expresadas en mm

c) Calcular la energía cinética del electrón (expresada en eV) cuando vuelve a llegar al eje Y

Sol: E_c = 1.5×10^4 eV

Enero 2017

• Se tiene una rampa sin rozamiento de base L y altura H. La rampa se encuentra en una región del espacio donde hay establecido un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = E_0\vec{j}$. En esa rampa se coloca, inicialmente en reposo, un cuerpo puntual de masa m y carga q, en un punto A de altura 3H/4



a) Calcular el tiempo que tarda el cuerpo en alcanzar el punto B situado a una altura H/4.

Sol: t= 1.09 s

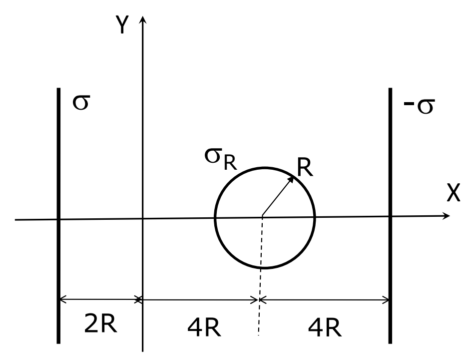
b) Calcular el módulo de la velocidad del cuerpo en el punto B utilizando el teorema del trabajo y la energía cinética.

Sol: 4.34 m/s

DATOS: H= 2.5 m; L=4 m; m= 7.5 g; q= -1.24 μC; E_0= 8500 N/C

• Se tienen las siguientes distribuciones de carga:

- Un plano infinito, paralelo al plano YZ, que pasa por el punto (-2R,0,0), cargado uniformemente con densidad superficial de carga σ.
- Un plano infinito, paralelo al plano YZ, que pasa por el punto (8R,0,0), cargado uniformemente con densidad superficial de carga -σ.
- Una superficie esférica de radio R, centrada en (4R,0,0), cargada uniformemente con densidad superficial de carga σ_R



a) Calcular el vector campo eléctrico (expresado en componentes rectangulares) en los puntos A(-3R,0,0), B(2R,0,0), C(9R/2,0,0) y D(9R, -3R,0).

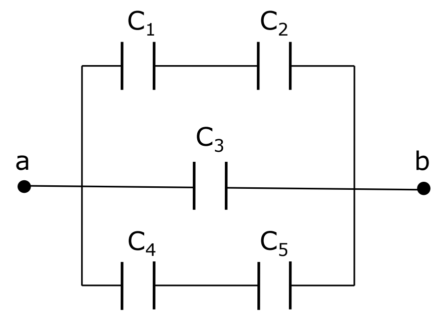
Sol: $\vec{E}(A) = -4.61 \times 10^3\, \vec{\imath}\ \left(\frac{N}{C}\right)$; $\vec{E}(B) = 5.08 \times 10^5\, \vec{\imath}\ \left(\frac{N}{C}\right)$; $\vec{E}(C) = 5.65 \times 10^5\, \vec{\imath}\ \left(\frac{N}{C}\right)$;
$\vec{E}(D) = 5.7 \times 10^3\, \vec{\imath} - 3.4 \times 10^3\, \vec{\jmath}\ \left(\frac{N}{C}\right)$

b) Sabiendo que el potencial eléctrico en el origen de coordenadas es cero, calcular el potencial eléctrico en el punto B y en el punto C

Sol: V(B) = -2.58×10^5 V; V(C) =-5.69×10^5 V

DATOS: σ = 5×10^{-6} C/m^2; σ_R = 2×10^{-6} C/m^2; R= 24 cm

● Se disponen de 5 condensadores ($C_1=C_2=$ 2 nF; $C_3=$ 4 nF; $C_4=C_5=$ 6 nF) conectados tal y como se indica en la figura. Una batería establece entre los puntos a y b del circuito una diferencia de potencial $V_0=$ 489 V.



a) Calcular para cada condensador su carga y su diferencia de potencial entre placas.

Sol: $q_1=q_2=$ 4.89×10^{-7} C; $q_3=$ 1.96×10^{-6} C; $q_4=q_5=$ 1.47×10^{-6} C

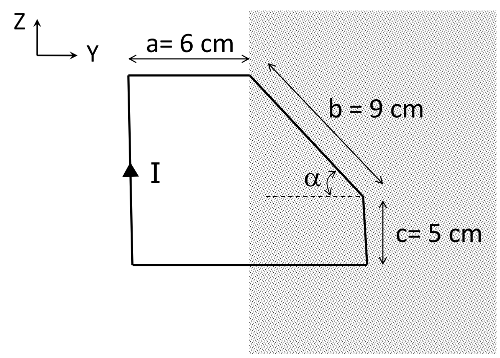
$V_1=V_2=V_4=V_5=$ 244.5 V; V_3 = 489 V

b) Se desconecta la batería y se rellena el condensador C_2 con un dieléctrico de constante dieléctrica $\varepsilon_{r2}=$ 2 y el condensador C_3 con un dieléctrico de constante dieléctrica $\varepsilon_{r3}=$ 3. Calcular en esta nueva situación la carga que almacena cada uno de los condensadores del circuito, y la energía electrostática almacenada en el circuito.

Sol: $q_1=q_2=$ 4.89×10^{-7} C; $q_3=$ 2.88×10^{-6} C; $q_4=q_5=$ 7.2×10^{-7} C

$U_e=$ 4.69×10^{-4} J

● El circuito de la figura, por el que circula una corriente I= 7A se encuentra parcialmente inmerso en una región (zona sombreada de la figura) en la que hay establecido un campo uniforme $\vec{B} = 0.4\,\vec{j}$ (T). Sabiendo que en la situación representada en la figura el circuito experimenta una fuerza magnética $\overrightarrow{F_m} = 0.3\,\vec{i}$ (N)



a) Calcular el valor del ángulo α indicado en la figura

Sol: α = 39.4°

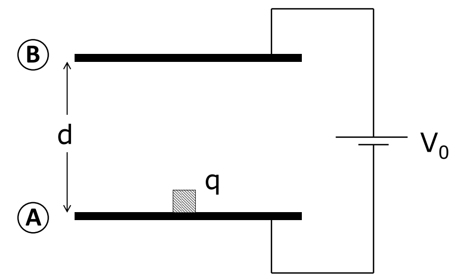
b) Calcular la resistencia eléctrica del circuito y la potencia que disipa por efecto Joule. La resistividad del material con el que está hecho el cable del circuito es ρ = 2.6×10^{-8} Ωm y el radio de la sección del cable es 0.4 mm.

Sol: R= 2.26×10^{-2} Ω

$P_J=$ 1.1 W

Junio 2017

• Se dispone de un condensador plano paralelo, cuyas placas están separadas una distancia d, que se carga conectándolo a una batería de potencial V_0 tal y como se indica en la figura. Se coloca an la placa A, inicialmente en reposo, un cuerpo puntual de masa m y carga q. Este cuerpo impacta en la placa B con una velocidad v_B.



a) Calcular el valor de la carga q.

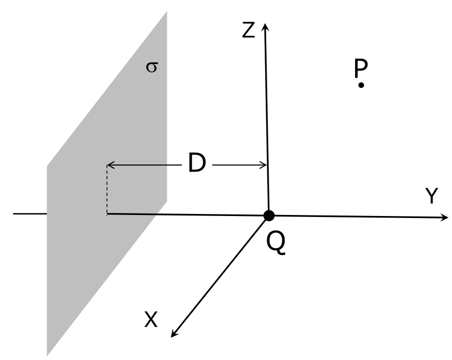
Sol: q= -7.03×10^{-5} C

b) Calcular el trabajo realizado por la fuerza electrostática cuando la partícula se ha desplazado desde A hasta B.

Sol: W= 1.12×10^{-2} J

DATOS: d= 4 cm; V_0= 160 V; m= 4.7 g; v_B= 2 m/s; g= 9.8 m/s^2

• Se tienen las siguientes distribuciones de carga:



- Un plano infinito, paralelo al plano XZ, que pasa por el punto (0,-D,0), cargado uniformemente con densidad superficial de carga σ.

- Una carga puntual Q colocada en el origen de coordenadas.

a) Sabiendo que el campo eléctrico en el punto P de coordenadas (0, a, b) es $\vec{E}(P) = 2.29 \times 10^2\, \vec{j} - 1.12 \times 10^3\, \vec{k}$ (N/C), calcular el valor de σ.

Sol: σ= 1.2×10^{-8} C/m^2

b) Calcular la expresión general del vector campo eléctrico (expresada en componentes rectangulares) para un punto genérico del eje Y, (con y>0).

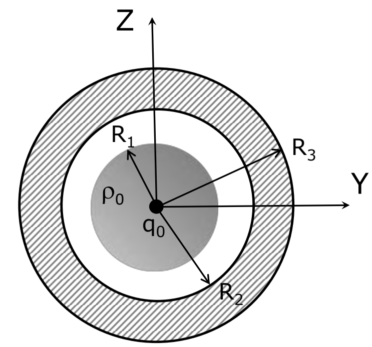
Sol: $\vec{E}\,(y) = \left(678.1 - \frac{350.7}{y^2}\right)\vec{j}$ (N/C) si y se expresa en metros

c) Dados los puntos A (0, 6a, 0) y B (0, 6b, 0), calcular la diferencia de potencial ($V_B - V_A$)

Sol: ($V_B - V_A$)= -1045.2 V

Datos: D= 40 cm; a= 20 cm; b= 50 cm; Q= - 3.9×10^{-8} C

• En el interior de una esfera metálica hueca centrada en el origen de coordenadas, de radios interno R_2 y externo R_3, y con una carga Q_0, se colocan las siguientes distribuciones de carga:



- Una distribución uniforme de carga en el volumen de una esfera centrada en el origen de coordenadas y de radio R_1, caracterizada por una densidad volumétrica de carga ρ_0.
- Una carga puntual de valor q_0 localizada en el origen de coordenadas.

a) Sabiendo que en la situación de equilibrio electrostático la densidad superficial de carga en la superficie externa de la esfera metálica es $\sigma_3 = 8.79\times10^{-10}$ C/m^2 , calcular el valor de q_0

Sol: $q_0 = 2.7\times10^{-9}$ C

b) Calcular la expresión general del campo eléctrico para un punto general del eje Y que verifique y>0

Sol:

$y<R_1$ $\vec{E}(y) = \left(\frac{24.28}{y^2} - 602.64\,y\right)\vec{\jmath}$ (N/C) si *y* se expresa en metros

$R_1<y<R_2$ $\vec{E}(y) = -\frac{14.29}{y^3}\vec{\jmath}$ (N/C) si *y* se expresa en metros

$R_2<y<R_3$ E=0 por tratarse de puntos del interior de un conductor en equilibrio electrostático

$y>R_3$ $\vec{E}(y) = \frac{48.65}{y^3}\vec{\jmath}$ (N/C) si *y* se expresa en metros

c) Repetir el apartado anterior si conectamos la esfera metálica a tierra.

Sol:

$y<R_1$ $\vec{E}(y) = \left(\frac{24.28}{y^2} - 602.64\,y\right)\vec{\jmath}$ (N/C) si *y* se expresa en metros

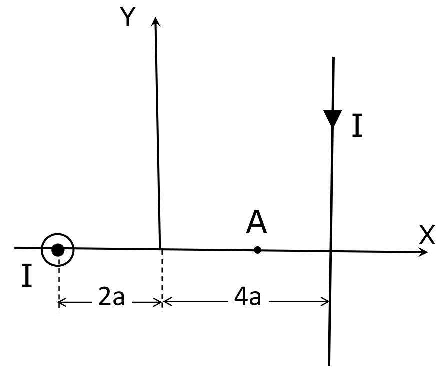
$R_1<y<R_2$ $\vec{E}(y) = -\frac{14.29}{y^3}\vec{\jmath}$ (N/C) si *y* se expresa en metros

$R_2<y<R_3$ E=0 por tratarse de puntos del interior de un conductor en equilibrio electrostático

$y>R_3$ E= 0

DATOS: R_1= 40 cm; R_2= 60 cm; R_3= 70 cm; $\rho_0 = -1.6\times10^{-8}$ C/m^3; $Q_0 = 7\times10^{-9}$ C

• Se tienen dos cables conductores rectos e infinitos. Uno de ellos es paralelo al eje Z y pasa por el punto (-2a, 0,0). El otro es paralelo al eje Y y pasa por el punto (4a, 0,0). Por cada uno de estos conductores circula una corriente I, con los sentidos de circulación indicados en la figura. Sabiendo que en el punto A de coordenadas (3a,0,0) el módulo del campo magnético es B(A) = 4.65 μT



a) Calcular el valor de I

Sol: I= 5.7 A

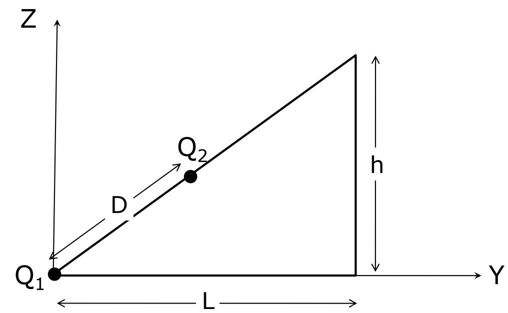
b) Si se coloca en el punto A una partícula de carga q, que se mueve con velocidad $\vec{v} = v_0\,\vec{i}$, calcular el vector fuerza (expresado en componentes rectangulares) que experimenta dicha partícula

Sol: $\vec{F} = 5.47 \times 10^{-9}\,\vec{j} + 1.09 \times 10^{-9}\,\vec{k}\ (N)$

DATOS: a= 25 cm; q= 3×10^{-8} C; v_0= 4×10^{4} m/

Enero 2018

• Se coloca una carga puntual Q_1 en el inicio de una rampa de base L y altura h (punto que coincide con el origen del sistema de referencia). Esta carga puntual está fija en dicho punto. A continuación se coloca en la superficie de la rampa una segunda partículanpuntual, de masa M y carga Q_2, que puede moverse sin rozamiento sobre la misma. En la situación inicial esta segunda partícula se coloca a una distancia D de la primera partícula.



a) Calcular para la situación inicial el vector aceleración que experimenta la segunda partícula.

Sol: $\vec{a} = 9.0\,\vec{j} + 6.3\,\vec{k}$ m/s^2

b) Calcular el vector de posición de la segunda partícula cuando la aceleración que experimenta es nula.

Sol: $\vec{r} = 2.39\,\vec{j} + 1.68\,\vec{k}$ m

c) Calcular para la situación del apartado (b) la energía electrostática almacenada en el sistema de cargas.

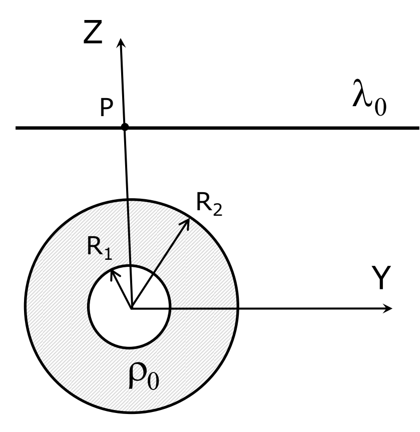
Sol: U_e= 0.025 J

DATOS: h= 28 m; L= 40 m; Q_1= -2 μC; Q_2= -4 μC; M= 1.5 g; D= 1.7 m; g=9.8 m/s^2

• Se tienen las siguientes distribuciones de carga:

- Una distribución uniforme de carga en el volumen de una esfera hueca, centrada en el origen de coordenadas, de radios interno R_1= 2 cm y externo R_2= 4 cm. La densidad volumétrica de carga es ρ_0= 2×10^{-6} C/m^3.

- Una línea recta e infinita, cargada uniformemente con densidad de carga λ_0= 4×10^{-6} C/m. La línea es paralela al eje Y y pasa por el punto P (0,0,7).



a) Calcular el flujo del campo eléctrico a través de la superficie cerrada de un cubo centrado en el origen y de 20 cm de lado.

Sol: $\Phi = 9.04 \times 10^4$ N m^2 C^{-1}

b) Calcular el vector campo eléctrico en los puntos A (0,3,0) y B (0, 5,0)

Sol: $\vec{E}(A) = 1.59 \times 10^3\,\vec{j} - 1.03 \times 10^6\,\vec{k} \quad \frac{N}{C}$

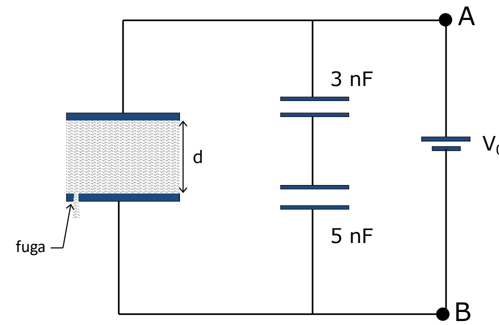
$\vec{E}(B) = 1.69 \times 10^3\,\vec{j} - 1.03 \times 10^6\,\vec{k} \quad N/C$

c) Calcular la diferencia de potencial (V_C – V_B) siendo B (0,5,0) y C (0,8,0)

Sol: V_C – V_B = - 31.64 V

NOTA: Todas las coordenadas están expresadas en cm.

- Un condensador plano, formado por placas de área A y separadas una distancia d, se encuentra completamente lleno de un líquido dieléctrico de constante dieléctrica ε_r. Este condensador-depósito se conecta a un circuito de condensadores, tal y como se indica en la figura. Una vez cargados, se desconecta la pila del circuito. A continuación se abre una pequeña fuga en la placa inferior del condensador, por la que empieza a perderse líquido.



a) Calcular cuánto volumen de líquido dieléctrico queda en el condensador-depósito si la diferencia de potencial entre los puntos A y B es V_{AB}= 8.25×10^3 V

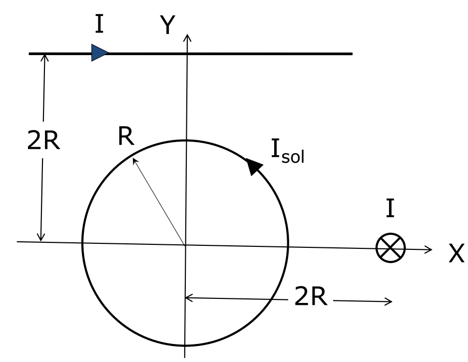
Sol: volumen= 1.87×10^{-2} m^3

b) La energía electrostática almacenada en el circuito para la situación del apartado (a)

Sol: U_e = 7.47×10^{-2} J

DATOS: A= 0.5 m2 ; d= 5 cm; ε_r= 30; V_0= 4×10^3 V

- Se tienen las siguientes corrientes (los sentidos de las corrientes vienen indicados en la figura):



- Un solenoide ideal, coaxial con el eje Z, con una densidad de espiras n, y recorrido por una corriente I_{SOL}.
- Un cable recto e infinito, paralelo al eje Z, que pasa por el punto (2R,0,0) y recorrido por una corriente I.
- Un cable recto e infinito, paralelo al eje X, que pasa por el punto (0, 2R,0) y recorrido por una corriente I.

a) Calcular el vector $\vec{B}$ en el punto A (-R/2,0,0) y en el punto C (3R,0,0)

Sol: $\vec{B}(A) = 4 \times 10^{-6}\,\vec{j} + 7.6 \times 10^{-6}\,\vec{k} \quad T$
$\vec{B}(C) = -10^{-5}\,\vec{j} - 5 \times 10^{-6}\,\vec{k} \quad T$

b) Calcular el vector fuerza que experimentaría un electrón que se colocase en el punto A con una velocidad $\vec{v} = v_0\,\vec{j}$

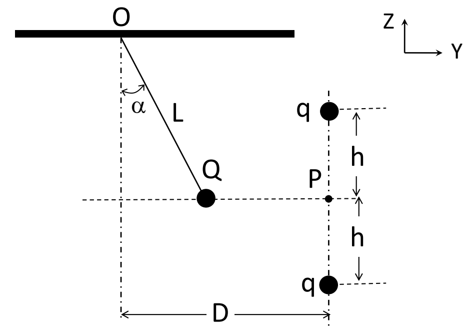
Sol: $\overrightarrow{F_m} = -3.65 \times 10^{-18}\,\vec{i} \quad N$

c) ¿Cuál debería de ser el valor de I para que el electrón experimentara una fuerza nula al colocarlo en el punto A con la velocidad anterior?

Sol: I = 7.54 A

DATOS: I_{SOL}= 0.02 A; n= 500 espiras/m; R= 6 cm; I= 3 A, v_0= 3×10^6 m/s

Junio 2018



● Una partícula de masa M y carga Q se encuentra suspendida del punto O por un hilo de masa despreciable y longitud L. Además se tienen dos partículas puntuales de carga q, que se encuentran fijas en las posiciones indicadas en la figura. Cuando el hilo del péndulo y la vertical forman un ángulo α, la partícula del péndulo está en equilibrio. Sabiendo que en esta situación el módulo de la tensión de la cuerda es T= 0.179 N

a) Calcular el valor de Q

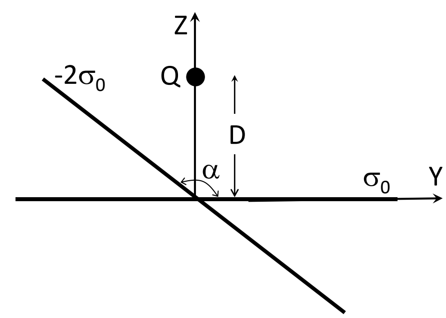
Sol: Q= 4.18×10^{-5} C

b) Calcular el trabajo necesario para traer una partícula de carga q' desde el infinito hasta el punto P indicado en la figura.

Sol: W= 0.996 J

DATOS: q= -1.25 μC; M= 15 g; L= 2.4 m; α= 35°; D= 4 m; h= 1.2 m; q'= 8 μC; g=9.8 m/s^2

● Se tienen las siguientes distribuciones de carga:



- Un plano infinito, que coincide con el plano XY, cargado uniformemente con densidad de carga σ_0
- Un plano infinito, que forma un ángulo α con el plano anterior, tal y como indica la figura, cargado uniformemente con densidad de carga -$2\sigma_0$
- Una carga puntual de valor Q localizada en (0, 0, D)

a) Deducir la expresión general del campo eléctrico creado por un plano infinito cargado uniformemente con densidad de carga σ.

b) Calcular el campo eléctrico $\vec{E}$ en el punto P (0, D/2, D/2)

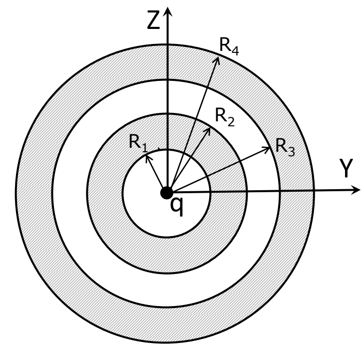
Sol: $\vec{E}(P) = -5.58\times10^4\,\vec{j} - 5.8\times10^4\,\vec{k} \quad \frac{N}{C}$

c) ¿Cuál debería ser el valor de Q para que el campo eléctrico en P fuera un vector $\vec{E} = E\,\vec{k}$?

Sol: Q= 2.89×10^{-4} C

DATOS: σ_0 = 1.4×10^{-6} C/m^2; α= 140°; Q= 4.5×10^{-5} C; D= 6 m

- Se tienen dos esferas conductoras huecas, que se colocan de manera concéntrica tal y como se indica en la figura, con su centro situado en el origen de coordenadas. La esfera de radio interno R_1 y radio externo R_2 tiene una carga Q_1, mientras que la esfera de radio interno R_3 y radio externo R_4 tiene una carga Q_2. Además, se coloca una carga puntual q en el centro de las esferas. Dados los puntos A (0, 0, 2) y B(0, 0, 7), se sabe que la relación de los módulos del campo eléctrico en dichos puntos es $\frac{E(A)}{E(B)} = 37.69$



a) Calcular el valor de Q_1.

Sol: Q_1=- 5.4×10^{-6} C

b) Calcular las densidades de carga en todas las superficies conductoras.

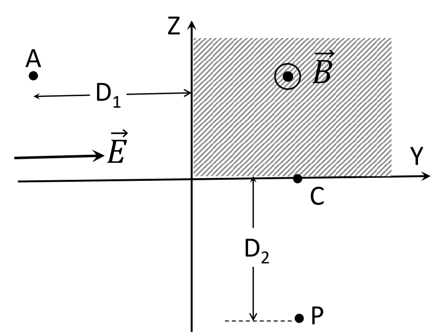
Sol: $\sigma\,(R_1) = -3.98 \times 10^{-4}\ C\,m^{-2}$ $\sigma\,(R_2) = 5.75 \times 10^{-5}\ C\,m^{-2}$
$\sigma\,(R_3) = -3.23 \times 10^{-5}\ C\,m^{-2}$ $\sigma\,(R_4) = 3.09 \times 10^{-5}\ C\,m^{-2}$

c) Dados los puntos P1 (0, 0, 15) y P2 (0, 0, 20) calcular la diferencia de potencial $(V(P2) - V(P1))$

Sol: $V(P_2) - V(P_1)$ =- 8.39×10^{4} V

DATOS: R_1 = 4 cm; R_2 = 6 cm; R_3 = 8 cm; R_4 = 12 cm; q= 8 μC; Q_2= 3 μC
NOTA: Todas las coordenadas están expresadas en cm

- Una partícula α (un núcleo de He, compuesto de 2 protones y 2 neutrones) se coloca, inicialmente en reposo, en el punto A de la figura. En la región del espacio definida por y<0 se ha establecido un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = E_0\,\vec{j}$. Además, en la región del espacio definida por y>0 y z>0 (región sombreada de la figura) se ha establecido un campo magnético uniforme $\vec{B} = B_0\,\vec{i}$. Sabiendo que el tiempo total que tarda la partícula α en ir del punto A al punto P es t_{total} = 0.145 ms



a) Calcular el valor de B_0

Sol: B_0= 1.48×10^{-3} T

b) Calcular las coordenadas cartesianas del punto C de la figura (punto por donde la partícula α atraviesa el eje Y)

Sol: (0, 143.5, 0) m

DATOS: E_0= 2400 N/C; D_1= 450 m; D_2= 350 m

NOTA: despreciar la interacción gravitatoria