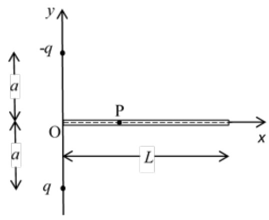
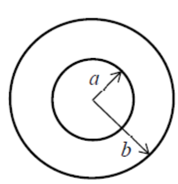
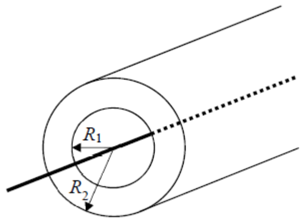
1. Un dipolo eléctrico se encuentra a lo largo del eje y, estando la carga negativa $-q$ en la posición (0, a) y la carga positiva q en la posición (0, -a), como indica la figura. A lo largo del eje x hay una distribución lineal de longitud L y densidad lineal de carga dependiente de la posición $\lambda(x) = \lambda_0 x$, donde λ_0 es una constante positiva.
a) Calcular el campo eléctrico creado por el dipolo en un punto cualquiera P del eje x de coordenadas (x, 0), siendo $x > 0$.
b) Calcular la fuerza que el dipolo ejerce sobre la distribución lineal.



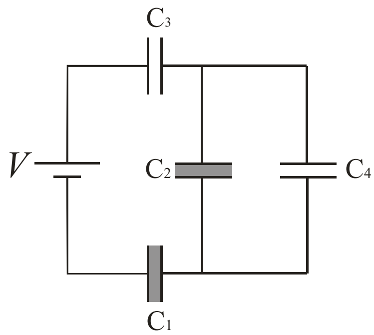
2. Disponemos de dos cortezas esféricas de espesor despreciable, concéntricas y metálicas de radios a y b. La corteza interior de radio a tiene carga Q y la corteza exterior de radio b está descargada. Mediante un hilo conductor se unen ambas cortezas. Determinar cómo se distribuyen las cargas, cuánto vale el campo eléctrico en cada región y cuanto varía la energía potencial almacenada por el hecho de poner el hilo conductor. ¿Se conserva la energía potencial? Explicar. Suponer V(∞)=0.



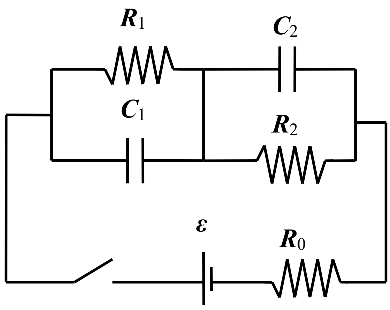
3. Una línea infinita de carga con densidad lineal de carga λ uniforme se encuentra en el eje de un conductor cilíndrico hueco descargado de radio interior R_1 y radio exterior R_2, también de longitud infinita.
a) Calcular el campo eléctrico en todas las regiones del espacio. Representar gráficamente el módulo del campo eléctrico en función de la coordenada radial r.
b) Calcular las densidades superficiales de carga σ_1 y σ_2 sobre las superficies interior y exterior del conductor.
c) Calcular y representar gráficamente en función de r el potencial eléctrico en todas las regiones del espacio si el potencial en la superficie exterior del conductor es $V(R_2) = 0$.



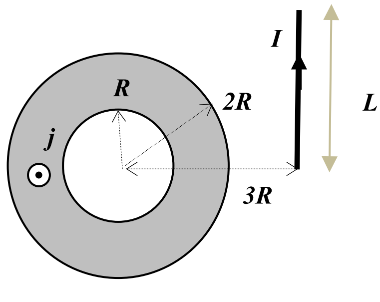
4. Cuatro condensadores plano-paralelos iguales, cuyas placas tienen área A y están separadas una distancia d, se conectan a una fuente de potencial V según el circuito de la figura. C_1 y C_2 tienen alojado su interior sendos dieléctricos de espesor d y permitividades $\varepsilon_1=2\varepsilon_0$ y $\varepsilon_2=3\varepsilon_0$, mientras que C_3 y C_4 tienen aire como dieléctrico. Calcular:
a) Carga de cada condensador
b) Energía total almacenada
c) Densidad de carga ligada en los dieléctricos



5. El circuito de la figura se encuentra inicialmente con el interruptor abierto y los condensadores descargados.
a) Determinar el valor de la intensidad de corriente eléctrica en todos los elementos del circuito en el instante en que se cierra el interruptor y también cuando, transcurrido un tiempo largo, se llega a una situación de equilibrio. Determinar la carga de los condensadores en dicha situación de equilibrio.
b) Posteriormente, se vuelve a abrir el interruptor. Determinar la evolución temporal de la carga de los condensadores y de la intensidad de corriente que circula por todos los elementos del circuito, desde la apertura del interruptor.

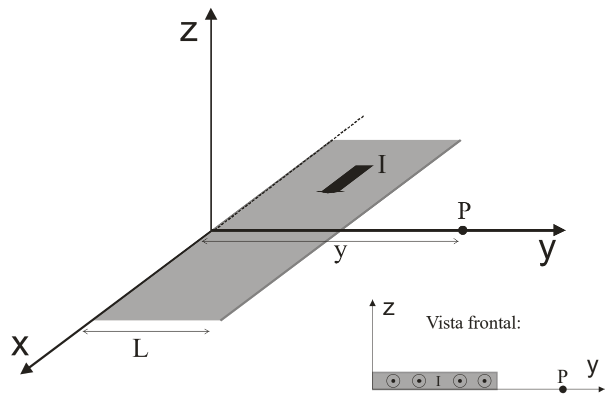


6. Por un cilindro hueco infinito, de radios interno y externo R y $2R$ respectivamente, circula una corriente eléctrica de densidad homogénea j. Determinar:
a) Campo magnético en función de la distancia radial r.
b) La fuerza que ejerce dicho conductor sobre otro conductor rectilíneo de longitud L, por el que circula una intensidad I, situado tal y como muestra el dibujo.

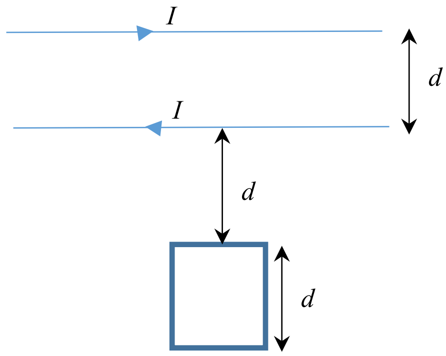


7. La figura muestra una lámina delgada de anchura L y longitud infinita contenida en el plano XY por la que circula una corriente por unidad de longitud $\lambda = \frac{dI}{dy} = \frac{I}{L}$ (constante) en dirección paralela al eje X.

a) Determinar el campo magnético que crea la lámina infinita en un punto P de coordenadas $(0, y, 0)$ para $y > L$.
b) Demostrar que el campo a una distancia mucho mayor que L ($y >> L$) es aproximadamente igual al campo que crea un hilo infinito situado a lo largo del eje X.



8. Dos cables paralelos infinitos separados por una distancia d llevan la misma corriente I en direcciones opuestas. La intensidad en ambos conductores aumenta según la expresión $I=b\bullet t$ (b: constante positiva). Una espira cuadrada (lado d y resistencia R) se encuentra en el plano de los hilos a una distancia d de uno de los hilos paralelos (ver figura). Determinar:
(a) La fuerza electromotriz inducida (ε) en la espira cuadrada.
(b) La potencia disipada en la espira cuadrada.



Soluciones:

1. a) $\vec{E} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{qa}{(x^2+a^2)^{3/2}}\vec{j}$ b) $\vec{F} = \frac{\lambda_0 qa}{2\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{(L^2+a^2)^{1/2}}\right]\vec{j}$

2. $Q_a = 0,$ $Q_b = Q$ $E_r = 0\ (0 < r < b),$ $E_r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\ (r > b),$ $\Delta U = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)$

3. a) $E_r = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}\ \ (r < R_1),$ $E_r = 0\ \ (R_1 < r < R_2),$ $E_r = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}\ \ (r > R_2)$

b) $\sigma_1 = -\frac{\lambda}{2\pi R_1},\ \ \sigma_2 = \frac{\lambda}{2\pi R_2}$
c) $V = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} ln\frac{r}{R_1}\ \ (r \le R_1),$ $V = 0\ \ (R_1 r \le R_2),$ $V = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} ln\frac{r}{R_2}\ \ (r \ge R_2)$

4. a) $Q_1 = Q_3 = \frac{4}{7}\frac{\varepsilon_0 A}{d}V,$ $Q_3 = \frac{3}{7}\frac{\varepsilon_0 A}{d}V,$ $Q_4 = \frac{1}{7}\frac{\varepsilon_0 A}{d}V$ b) $U = \frac{2}{7}\frac{\varepsilon_0 A}{d}V^2$

c) $\sigma_{b1} = \sigma_{b2} = \frac{2}{7}\frac{\varepsilon_0 V}{d}$

5. a) $Q_1 = \frac{R_1 C_1 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2}$ $Q_2 = \frac{R_2 C_2 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2}$

b) $Q_1(t) = \frac{R_1 C_1 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2} e^{-\frac{t}{R_1 C_1}}$ $Q_2(t) = \frac{R_2 C_2 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2} e^{-\frac{t}{R_2 C_2}}$

$I_1(t) = \frac{R_1 C_1 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2} e^{-\frac{t}{R_1 C_1}}$ $I_2(t) = \frac{R_1 C_1 \varepsilon}{R_0+R_1+R_2} e^{-\frac{t}{R_2 C_1}}$

6. a) $B = 0\ \ (r < R),$ $B = \frac{\mu_0 j}{2}\left(r - \frac{R^2}{r}\right)\ \ (R < r < 2R),$ $B = \frac{3\mu_0 j\, R^2}{2}\ \ (R < r < 2R)$
b) $F = \frac{3\mu_0 j\, I\, R^2}{4}\ln\left(1 + \frac{L^2}{9R^2}\right)$

7. a) $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi L}\ln\left(\frac{y}{y-L}\right)\vec{k}$
8. $\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 d}{2\pi}\left(\ln\frac{4}{3}\right)b$ $P = \left[\frac{\mu_0 d}{2\pi}\left(\ln\frac{4}{3}\right)b\right]^2\frac{1}{R}$