Electricidad y Magnetismo

Problemas de selección múltiple

Sebastián Urrutia Quiroga
sgurruti@uc.cl
www.sgurruti.cl

Primera Edición – Julio de 2015

Disponible en línea: http://www.sgurruti.cl/

Sebastián Urrutia Quiroga
Contacto: sgurruti at uc.cl

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

Prohibida su Comercialización

Índice general

1. Fuerzas y campos electrostáticos 2

2. Condensadores, dieléctricos y corriente eléctrica 28

3. Circuitos eléctricos 45

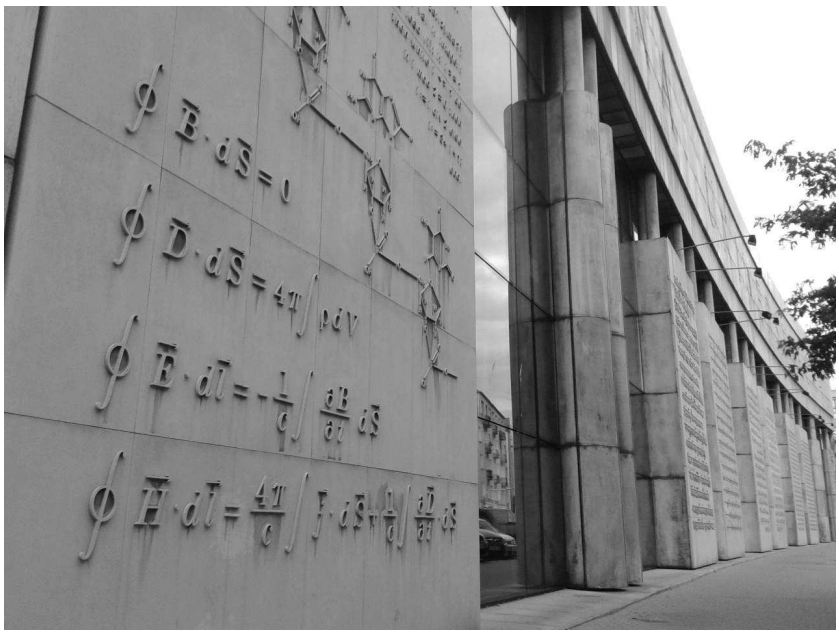
4. Magnetostática 56

5. Inductancias y flujo magnético 73

6. Circuitos de corriente alterna y campos variables en el tiempo 83

1

Fuerzas y campos electrostáticos



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 1.1.
Se tienen dos alambres muy largos (que se pueden asumir infinitos) cada uno uniformemente cargado con densidades lineales de carga λ y $\lambda/2$ respectivamente. Los alambres están situados paralelamente a una distancia ℓ entre ellos. La magnitud de la fuerza por unidad de largo entre los alambres es:

a) $\dfrac{\lambda^2}{4\pi\ell\varepsilon_0}$

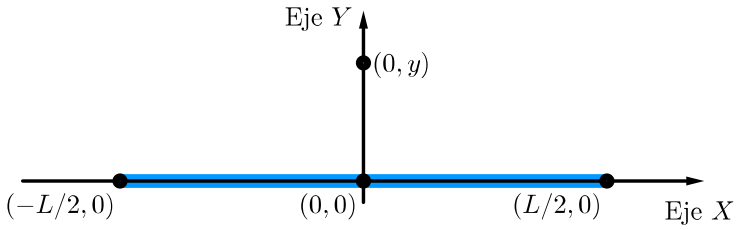
b) $\dfrac{\lambda^2}{2\pi\ell\varepsilon_0}$

c) $\dfrac{\lambda^2}{\pi\ell\varepsilon_0}$

d) $\dfrac{2\lambda^2}{\pi\ell\varepsilon_0}$

e) Ninguna de las anteriores.

Problema 1.2.
Considere un cable aislante de largo L en el eje X, donde su densidad lineal de carga es $\lambda(x) = \lambda_0\dfrac{|x|}{L}$ con respecto al sistema de referencia indicado en la figura. ¿Cuál de las siguientes expresiones expresa correctamente la magnitud del campo eléctrico $\vec{E}(0, y)$, con $y > 0$ arbitrario, producido por el cable?



a) $\dfrac{\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0 L}\dfrac{y^2}{(y^2 + L^2/4)}$

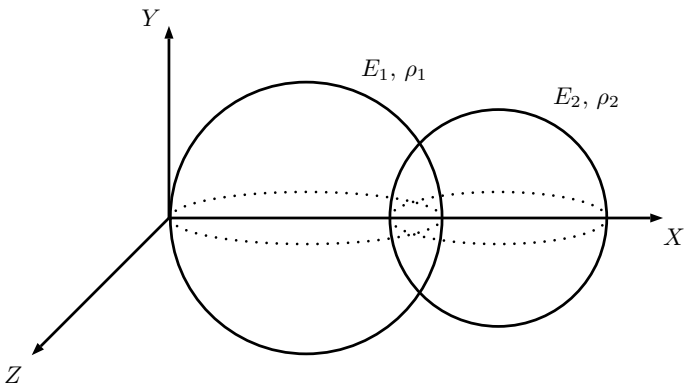
b) $\dfrac{\lambda_0}{2\pi\varepsilon_0 L}\dfrac{y^2}{(y^2 + L^2/4)}$

c) $\dfrac{\lambda_0}{2\pi\varepsilon_0 L}\dfrac{y}{\sqrt{y^2 + L^2/4}}$

d) $\dfrac{\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0 L}\left(1 - \dfrac{y}{\sqrt{y^2 + L^2}}\right)$

e) $\dfrac{\lambda_0}{2\pi\varepsilon_0 L}\left(1 - \dfrac{y}{\sqrt{y^2 + L^2/4}}\right)$

Problema 1.3.
Se intersecan dos esferas sólidas cargadas, E_1 y E_2, con densidades de carga uniforme ρ_1 y ρ_2 respectivamente. Los radios de ambas esferas son $4R$ y $3R$, y sus centros se ubican en los puntos $(4R, 0, 0)$ y $(8R, 0, 0)$, respectivamente como indica la figura (notar que en la intersección la densidad es $\rho_1 + \rho_2$). Suponiendo que las densidades de carga satisfacen la relación $\rho_1 = \rho_2 \equiv \rho$, ¿cuál de las siguientes expresiones corresponde a la magnitud del campo eléctrico en el punto $(12R, 0, 0)$?



a) $\dfrac{18\rho R}{27\varepsilon_0}$

b) $\dfrac{3\rho R}{8\varepsilon_0}$

c) $\dfrac{\rho R}{4\varepsilon_0}$

d) $\dfrac{43\rho R}{48\varepsilon_0}$

e) $\dfrac{47\rho R}{36\varepsilon_0}$

Problema 1.4.
Considere nuevamente las esferas de la figura anterior. Suponiendo que ambas esferas tienen carga positiva, ¿cuál debe ser la razón ρ_1/ρ_2 entre las densidades para que el campo eléctrico en el punto $(6R, 0, 0)$ sea nulo?

a) $\dfrac{1}{2}$

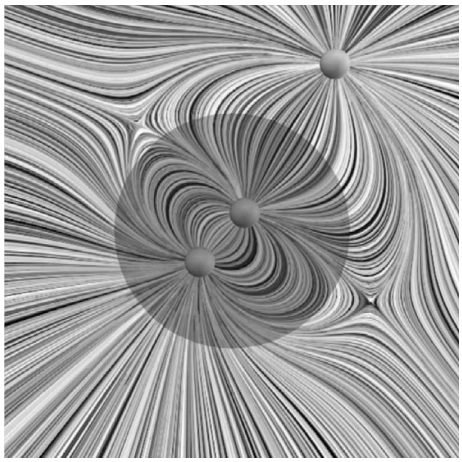
b) $\dfrac{1}{3}$

c) 1

d) $\dfrac{4}{3}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.5.
La siguiente figura muestra las líneas de campo producidas por tres cargas con magnitud $+1\,\mathrm{C}$, $+1\,\mathrm{C}$ y $-1\,\mathrm{C}$, aunque no necesariamente en este orden. La superficie gaussiana que se muestra en la figura es una esfera que contiene dos de las cargas. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta para el flujo eléctrico a través de esta superficie?



a) Es $-\dfrac{2\,\mathrm{C}}{\varepsilon_0}$

b) Es $\dfrac{2\,\mathrm{C}}{\varepsilon_0}$

c) Es cero

d) Dependerá de la distancia a la que se encuentren las cargas que están adentro

e) Dependerá de la distancia a la que se encuentre la carga que está afuera

Problema 1.6.
Una esfera conductora masiva con radio r_1 se encuentra dentro de un cascarón esférico conductor de radio interior r_2 y radio exterior r_3, el cual se encuentra dentro de otro cascarón esférico conductor con radio interior r_4 y radio exterior r_5. Los radios cumplen con $r_1 < r_2 < r_3 < r_4 < r_5$. Los tres conductores están ubicados en forma concéntrica unos con otros. La esfera y el cascarón exterior están eléctricamente cargados con carga positiva $+2q$ y carga negativa $-q$, respectivamente. Por otro lado, el cascarón del medio se encuentra eléctricamente neutro. La densidad superficial de carga eléctrica en la superficie exterior del cascarón del medio es:

a) $\sigma = -\dfrac{q}{2\pi r_2^2}$

b) $\sigma = \dfrac{q}{2\pi r_3^2}$

c) $\sigma = \dfrac{q}{4\pi r_2 r_3}$

d) $\sigma = \dfrac{q}{4\pi r_1^2}$

e) $\sigma = \dfrac{q}{4\pi r_5^2}$

Problema 1.7.
Para la configuración del Problema 1.6, la magnitud del campo eléctrico como función del radio r en el espacio $r_3 < r < r_4$ es:

a) $E(r) = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

b) $E(r) = \dfrac{q}{\pi\varepsilon_0 r^2}$

c) $E(r) = \dfrac{q r_3^2}{\varepsilon_0 r^4}$

d) $E(r) = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 r^2}$

e) $E(r) = \dfrac{q}{\frac{3\pi}{4}\varepsilon_0 r^2}$

Problema 1.8.
Para la configuración del Problema 1.6, la diferencia de potencial entre la esfera y el cascarón exterior es:

a) $\Delta V = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{r_4 - r_1}{r_1 r_4} - \dfrac{r_3 - r_2}{r_2 r_3}\right)$

b) $\Delta V = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_1} - \dfrac{1}{r_4}\right)$

c) $\Delta V = 0\,\mathrm{V}$

d) $\Delta V = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_2} - \dfrac{1}{r_3}\right)$

e) $\Delta V = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{r_1 r_4}}$

Problema 1.9.
Un cable coaxial consiste de un alambre metálico con radio $r_0 = 1\,\mathrm{mm}$ y un cascaron cilíndrico metálico con radio interior $r_i = 6\,\mathrm{mm}$ y radio exterior $r_e = 6.2\,\mathrm{mm}$ que se encuentra en forma concéntrica alrededor del alambre. El alambre tiene una densidad superficial de carga $\sigma = 3.6\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$ y el cascarón está conectado a tierra. El largo del cable es tal que se pueden despreciar los efectos en los extremos del cable. Sabiendo que,

- $\varepsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12}\,\mathrm{C\,V^{-1}\,m^{-1}}$
- Un objeto conectado a tierra significa que, vía un cable conductor, el objeto se conecta a un conductor infinitamente grande

el valor máximo de la magnitud del campo eléctrico en el espacio entre el alambre y el cascarón es:

a) $E_{\max} = 4\,\mathrm{kV\,m^{-1}}$

b) $E_{\max} = 20\,\mathrm{kV\,m^{-1}}$

c) $E_{\max} = 40\,\mathrm{kV\,m^{-1}}$

d) $E_{\max} = 80\,\mathrm{kV\,m^{-1}}$

e) $E_{\max} = 400\,\mathrm{kV\,m^{-1}}$

Problema 1.10.
Para el cable coaxial del Problema 1.9, la densidad superficial de carga en la superficie interior del cascarón es:

a) $\sigma_i = -3.0\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$

b) $\sigma_i = -0.6\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$

c) $\sigma_i = -1.2\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$

d) $\sigma_i = -0.3\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$

e) $\sigma_i = -2.0\,\mu\mathrm{C\,m^{-2}}$

Problema 1.11.
Para el cable coaxial del Problema 1.9, la magnitud del campo eléctrico al exterior del cascaron ($r > r_e$) es:

a) $E(r) = \dfrac{2\pi r_0 L\sigma}{r^2}$

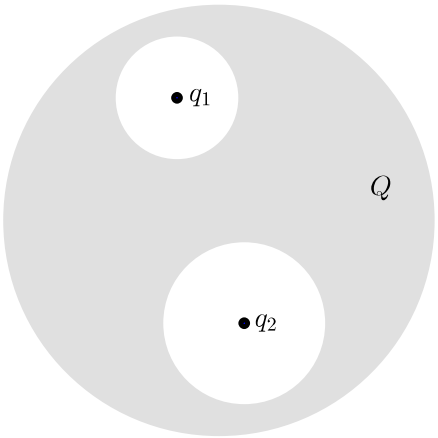
b) $E(r) = \dfrac{2\pi r_0^2\sigma}{r^2}$

c) $E(r) = \dfrac{\pi r_0 L\sigma}{r^2}$

d) $E(r) = 0\,\mathrm{V\,m^{-1}}$

e) $E(r) = \dfrac{L^2\sigma}{r^2}$

Problema 1.12.
Una esfera conductora de radio a tiene dos cavidades también esféricas de radios R_1 y R_2. Llamemos S a la superficie exterior y S_i a la superficie en torno a la cavidad $i-$ésima ($i = 1, 2$) como se muestra en la figura. En el centro de la cavidad de radio R_1 hay una carga puntual q_1 y en el centro de la cavidad de radio R_2 hay una carga puntual q_2, mientras que la separación entre las ambas cargas es d. Por otra parte, la esfera conductora tiene carga total Q.



El módulo de la fuerza sobre la carga q_1 es:

a) $F = \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

b) $F = \dfrac{Q q_1}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

c) $F = 0\,\mathrm{N}$

d) $F = \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_1^2}$

e) $F = \dfrac{q_1^2}{4\pi\varepsilon_0 R_1^2}$

Problema 1.13.
Considere nuevamente la configuración descrita en el Problema 1.12. Tomando como referencia el potencial en infinito igual a cero, la superficie S_1 está a potencial eléctrico igual a:

a) $V = \dfrac{Q + q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 a}$

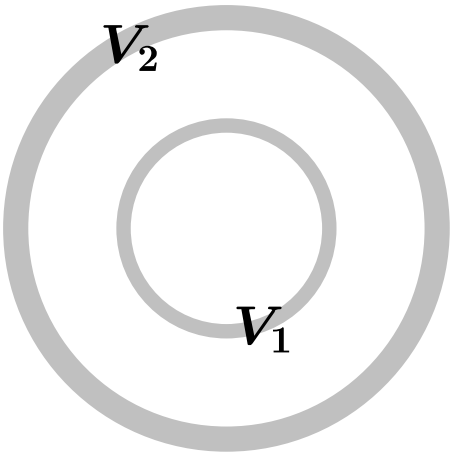
b) $V = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a} + \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

c) $V = \dfrac{Q - q_1 - q_2}{4\pi\varepsilon_0 a}$

d) $V = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$

e) $V = \dfrac{Q + q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 (a - R_1 - R_2)}$

Problema 1.14.
Dos cascarones esféricos concéntricos están a potenciales eléctricos V_1 y V_2 (tomamos como referencia que el potencial en infinito es cero). El radio del cascarón interior es a y el radio del cascarón exterior es $2a$. Ambos cascarones poseen un grosor despreciable.



La carga en el cascarón interior es:

a) No se puede calcular con los datos dados

b) $Q_1 = 4\pi\varepsilon_0 a V_1$

c) $Q_1 = 2\pi\varepsilon_0(aV_1 + bV_2)$

d) $Q_1 = 0\,\mathrm{C}$

e) $Q_1 = 8\pi\varepsilon_0 a(V_1 - V_2)$

Problema 1.15.
Considere la situación expuesta el Problema 1.14. La carga en el cascarón exterior es:

a) No se puede calcular con los datos dados

b) $Q_2 = 8\pi\varepsilon_0 a(2V_2 - V_1)$

c) $Q_2 = 8\pi\varepsilon_0 a V_2$

d) $Q_2 = Q_1 \dfrac{V_2}{V_1}$

e) $Q_2 = Q_1 \dfrac{V_1}{V_2}$

Problema 1.16.
Nuevamente considere la situación expuesta en el Problema 1.14. El trabajo necesario para llevar una carga q desde infinito hasta el centro de las esferas es:

a) $W = q(V_1 + V_2)$

b) $W = q(V_2 - V_1)$

c) $W = -q(V_2 - V_1)$

d) $W = qV_1$

e) $W = 0\,\mathrm{J}$

Problema 1.17.
Nuevamente considere la situación expuesta en el Problema 1.14. El trabajo necesario para llevar una carga q desde la esfera interna de radio a hasta una posición fuera de las esferas $r = 3a$ es:

a) $W = \dfrac{q}{3}(2V_2 - 3V_1)$

b) $W = \dfrac{q}{3}(V_2 + 2V_1)$

c) $W = \dfrac{q}{6}(2V_2 - V_1)$

d) $W = -\dfrac{q}{2}(3V_2 - 2V_1)$

e) $W = -q(3V_2 + V_1)$

Problema 1.18.
Considere la siguiente distribución de carga: un plano infinito con densidad uniforme σ ubicado en el plano XY y un alambre delgado de largo infinito con densidad uniforme de carga λ perpendicular al plano (que atraviesa el plano por un orificio de tamaño despreciable). Elija el eje Z de modo que coincida con el alambre. El trabajo necesario para llevar una carga q desde el punto $(1, 0, 1)$ hasta el punto $(2, 0, 2)$ es:

a) $W = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}(\lambda \ln 2 + \pi\sigma)$

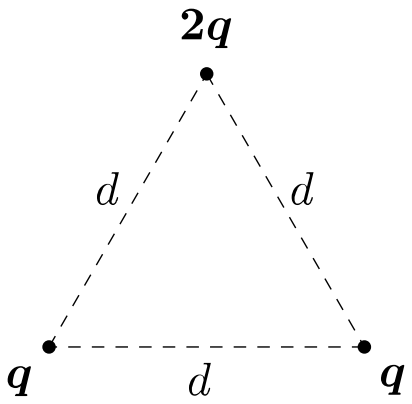
b) $W = -\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}(\lambda \ln 2 + \pi\sigma)$

c) $W = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}(\lambda \ln 2 - \pi\sigma)$

d) $W = -\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}(\lambda \ln 2 - \pi\sigma)$

e) $W = \dfrac{q}{\pi\varepsilon_0}(\lambda \ln 2 - 2\pi\sigma)$

Problema 1.19.
Considere la configuración de cargas de la figura. Cada una de las cargas están separadas por una distancia d de las otras. El trabajo necesario para lograr esta configuración, si inicialmente las cargas estaban infinitamente separadas las unas de las otras, es:



a) $W = \dfrac{5q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}$

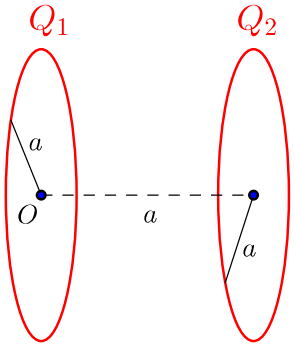
b) $W = \dfrac{5q^2}{2\pi\varepsilon_0 d}$

c) $W = \dfrac{5q^2}{8\pi\varepsilon_0 d}$

d) $W = \dfrac{5q^2}{16\pi\varepsilon_0 d}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.20.
Dos anillos idénticos (muy delgados) de radio a, cargados uniformemente con cargas Q_1 y Q_2, se colocan coaxialmente a una distancia a de separación, como se muestra en la figura. Calcule el trabajo hecho por un agente externo para mover una carga q desde el centro del anillo con Q_1 al centro del anillo con Q_2.



a) $\dfrac{q(Q_1+Q_2)}{4\pi\varepsilon_0 a}\left(\dfrac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)$

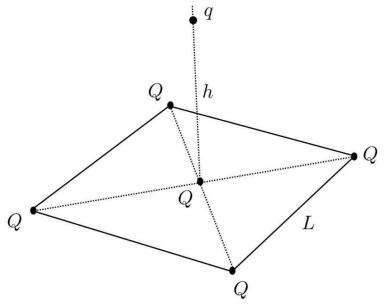
b) $\dfrac{q(Q_1-Q_2)}{4\pi\varepsilon_0 a}\left(\dfrac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)$

c) $\dfrac{q(Q_1 - Q_2)}{4\pi\varepsilon_0 a}\left(\dfrac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)$

d) $\dfrac{q(Q_1 + Q_2)}{4\pi\varepsilon_0 a}\left(\dfrac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)$

e) No se puede determinar con estos datos

Problema 1.21.
La figura muestra un cuadrado de largo L, formado por cinco cargas positivas iguales de magnitud Q en un plano horizontal (cuatro en los vértices y una quinta en el centro del cuadrado). Una carga positiva, de magnitud q y masa m se introduce a una altura h por encima del centro del cuadrado. Suponga que $L = \sqrt{6}h$. ¿Cuál de las siguientes relaciones es correcta cuando la carga q está en equilibrio? Considere a la aceleración de la gravedad simplemente como g.



a) $Q = \dfrac{2\pi\varepsilon_0 h^2 mg}{3q}$

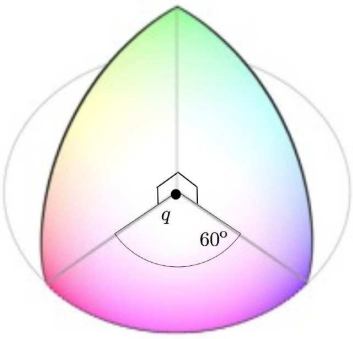
b) $Q = \dfrac{4\pi\varepsilon_0 h^2 mg}{3q}$

c) $Q = \dfrac{6\pi\varepsilon_0 h^2 mg}{3q}$

d) $Q = \dfrac{8\pi\varepsilon_0 h^2 mg}{3q}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.22.
Una carga puntual positiva de magnitud q se encuentra en el vértice de una sección esférica, como se muestra en la figura. Los planos verticales de la sección esférica forman un ángulo de 60°. ¿Cuál es el flujo eléctrico que atraviesa la sección esférica?



a) $\dfrac{q}{4\varepsilon_0}$

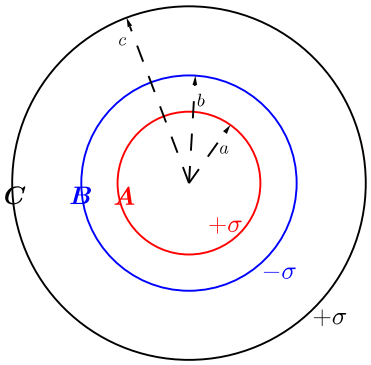
b) $\dfrac{q}{8\varepsilon_0}$

c) $\dfrac{q}{16\varepsilon_0}$

d) $\dfrac{q}{32\varepsilon_0}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.23.
Tres cascarones esféricos concéntricos A, B y C, de espesores despreciables, poseen radios a, b y c y densidades de carga $+\sigma$, $-\sigma$, y $+\sigma$, respectivamente, como muestra la figura. Si los cascarones A y C están al mismo potencial, ¿cuál es la relación entre a, b y c?



a) $a = b + c$

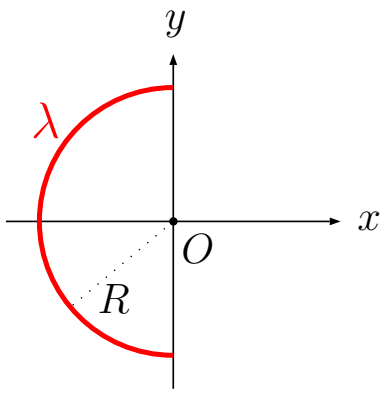
b) $a = b - c$

c) $a = -b + c$

d) $a = -b - c$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.24.
Se tiene un medio anillo de radio R con densidad lineal de carga λ constante. Determine la magnitud del campo eléctrico en el punto O de la figura:



a) $E = \dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R}$

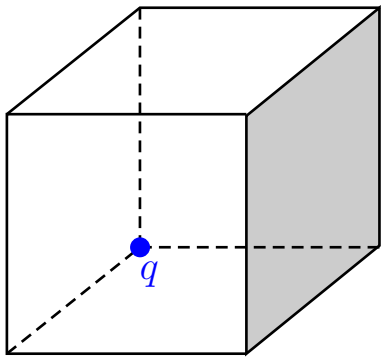
b) $E = \dfrac{\lambda}{8\pi\varepsilon_0 R}$

c) $E = \dfrac{\lambda}{6\pi\varepsilon_0 R}$

d) $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.25.
Una carga se encuentra en una esquina de un cubo de arista L, como indica la figura. ¿Cuál es el flujo eléctrico que pasa por la cara gris de este cubo?



a) $\Phi_e = \dfrac{q}{16\varepsilon_0}$

b) $\Phi_e = \dfrac{q}{8\varepsilon_0}$

c) $\Phi_e = \dfrac{q}{4\varepsilon_0}$

d) $\Phi_e = \dfrac{q}{32\varepsilon_0}$

e) $\Phi_e = \dfrac{q}{24\varepsilon_0}$

Problema 1.26.
Considere la siguiente densidad de carga expresada en coordenadas cartesianas:

$$\rho(x, y, z) = \rho_0 \left(\frac{x^2 + y^2 + z^2}{a^2} \right)$$

¿Cuánto vale el módulo E del campo eléctrico en todo el espacio?

a) $E = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0} \left(\dfrac{[x^2 + y^2 + z^2]^{3/2}}{5a^2} \right)$

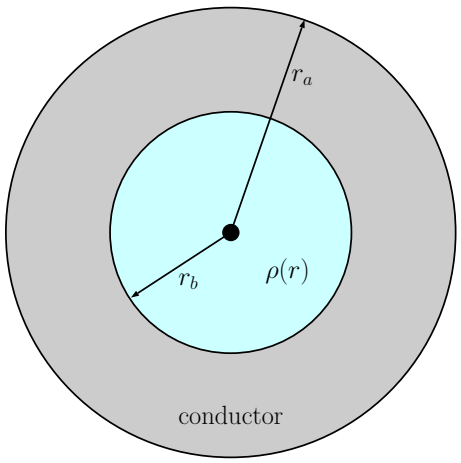
b) $E = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0} \left(\dfrac{[x^2 + y^2 + z^2]^{3/2}}{4a^2} \right)$

c) $E = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0} \left(\dfrac{[x^2 + y^2 + z^2]^{3/2}}{3a^2} \right)$

d) $E = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0} \left(\dfrac{[x^2 + y^2 + z^2]^{3/2}}{2a^2} \right)$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.27.
Se tiene un conductor cilíndrico neutro de radio exterior r_a y radio interior r_b. La cavidad interior ($r < r_b$) está llena con un material no conductor con densidad de carga $\rho(r) = \mu/r$, donde r es la distancia al eje de simetría del cilindro (ver figura). En la aproximación en que el cilindro es infinito, determine el potencial eléctrico en las regiones $r < r_b$ y $r > r_a$. Asuma que $V(0) = 0$.



a) $V(r < r_b) = -\dfrac{\mu r}{\varepsilon_0}$ y $V(r > r_a) = \dfrac{\mu r_b}{\varepsilon_0} \ln\left(\dfrac{r_b}{r}\right)$

b) $V(r < r_b) = \dfrac{\mu r_b}{\varepsilon_0} \ln\left(\dfrac{r_b}{r}\right)$ y $V(r > r_a) = \dfrac{\mu r_a}{\varepsilon_0} \ln\left(\dfrac{r_a}{r}\right)$

c) $V(r < r_b) = -\dfrac{\mu r}{\varepsilon_0}$ y $V(r > r_a) = \dfrac{\mu r_b}{\varepsilon_0} \left[\ln\left(\dfrac{r_a}{r}\right) - 1\right]$

d) $V(r < r_b) = \dfrac{\mu r_b}{\varepsilon_0} \left[\ln\left(\dfrac{r_b}{r}\right) - 1\right]$ y $V(r > r_a) = \dfrac{\mu r_a}{\varepsilon_0} \left[\ln\left(\dfrac{r_a}{r}\right) - 1\right]$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.28.
En el problema anterior, ¿cuál es la densidad de carga en la superficie interior del conductor?

a) $\sigma = \mu$

b) $\sigma = 2\mu$

c) $\sigma = -\mu$

d) $\sigma = \dfrac{\mu}{2}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.29.
Entre dos planos geométricos infinitos y paralelos ubicados en $x = \pm a$ se encuentra una distribución de carga homogénea con densidad ρ. El campo eléctrico en la región $|x| > a$ es:

a) $\vec{E} = \text{signo}(x)\dfrac{\rho a}{2\varepsilon_0}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

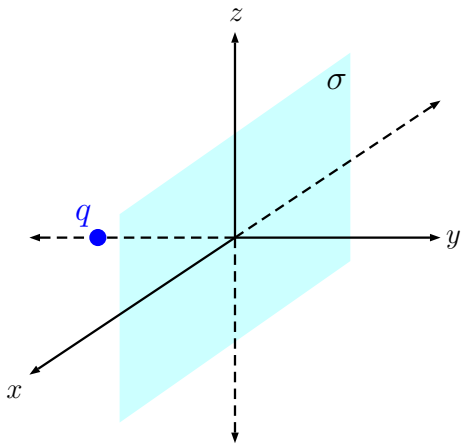
b) $\vec{E} = -\text{signo}(x)\dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

c) $\vec{E} = -\text{signo}(x)\dfrac{\rho a}{2\varepsilon_0}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

d) $\vec{E} = \text{signo}(x)\dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.30.
En la figura se muestra un plano infinito (MUY grande) localizado en $y = 0$ (i.e. el plano XZ) con densidad superficial de carga $\sigma = q/(25\pi d^2)$, con d una constante positiva. Además, se tiene una carga puntual q en el punto $(x, y, z) = (0, -d, 0)$. Entonces, el campo eléctrico producido por el sistema en el punto $(0, 2d, 4d)$ es:



a) $\vec{E} = \dfrac{q}{500\pi\varepsilon_0 d^2}\left(13\,\hat{\boldsymbol{j}} + 4\,\hat{\boldsymbol{k}}\right)$

b) $\vec{E} = \dfrac{q}{500\pi\varepsilon_0 d^2}\left(11\,\hat{\boldsymbol{j}} + 3\,\hat{\boldsymbol{k}}\right)$

c) $\vec{E} = \dfrac{q}{500\pi\varepsilon_0 d^2}\left(17\,\hat{\boldsymbol{j}} + 4\,\hat{\boldsymbol{k}}\right)$

d) $\vec{E} = \dfrac{q}{500\pi\varepsilon_0 d^2}\left(9\,\hat{\boldsymbol{j}} + 3\,\hat{\boldsymbol{k}}\right)$

e) $\vec{E} = \dfrac{q}{500\pi\varepsilon_0 d^2}\left(15\,\hat{\boldsymbol{j}} + 4\,\hat{\boldsymbol{k}}\right)$

Problema 1.31.
Considere la situación expuesta el Problema 1.30. El trabajo mínimo que debe realizar un agente externo para transportar una carga de prueba Q desde el punto $(0, d, d)$ hasta el punto $(0, d, -d)$ es:

a) $W = +\dfrac{5qQ}{8\pi\varepsilon_0 d}$

b) $W = -\dfrac{13qQ}{25\pi\varepsilon_0 d}$

c) $W = +\dfrac{13qQ}{50\pi\varepsilon_0 d}$

d) $W = -\dfrac{5qQ}{8\pi\varepsilon_0 d}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.32.
Considere la situación expuesta el Problema 1.30. Asuma que Q y q son de igual signo. Suponga que ponemos una carga de prueba Q en reposo en el punto $(0, d, 0)$. Entonces, la energía cinética K de Q en el punto $(0, 2d, 0)$ es:

a) $K = \dfrac{47}{300}\dfrac{qQ}{\pi\varepsilon_0 d}$

b) $K = \dfrac{37}{600}\dfrac{qQ}{\pi\varepsilon_0 d}$

c) $K = \dfrac{41}{400}\dfrac{qQ}{\pi\varepsilon_0 d}$

d) $K = \dfrac{17}{500}\dfrac{qQ}{\pi\varepsilon_0 d}$

e) $K = \dfrac{21}{200}\dfrac{qQ}{\pi\varepsilon_0 d}$

Problema 1.33.
En $t = 0$, una carga $Q > 0$ se encuentra en el centro de una esfera conductora de radio $R = 1\,\mathrm{m}$. Si la carga se mueve con una velocidad constante de $2\,\mathrm{m/s}$ en dirección radial, ¿cuánto vale el flujo eléctrico a través de la esfera en $t = 0.3\,\mathrm{s}$?

a) $\Phi_e = 0$

b) $\Phi_e = 0.3Q/\varepsilon_0$

c) $\Phi_e = Q/\varepsilon_0$

d) $\Phi_e = 2Q/\varepsilon_0$

e) $\Phi_e = 3Q/\varepsilon_0$

Problema 1.34.
Considere una línea semicircular cargada en el plano YZ con ecuaciones $y^2 + z^2 = R^2$, $z \geq 0$. El semicírculo posee una densidad de carga no uniforme $\lambda(\theta) = Q\theta/(\pi R)$, donde Q tiene dimensiones de carga y θ es el ángulo de cada punto del semicírculo medido desde el eje Y. Determine el potencial eléctrico (con $V = 0$ en el infinito) en un punto x del eje X.

a) $V(x) = \dfrac{1}{8\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

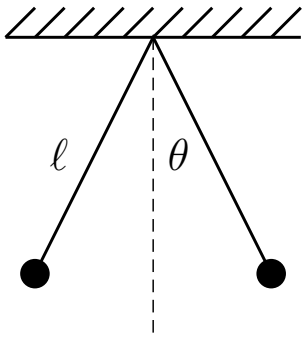
b) $V(x) = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

c) $V(x) = \dfrac{1}{8\varepsilon_0}\dfrac{QR}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

d) $V(x) = \dfrac{1}{4\varepsilon_0}\dfrac{QR}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

e) $V(x) = \dfrac{1}{8\varepsilon_0}\dfrac{Q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

Problema 1.35.
Dos esferas metálicas idénticas de masa m y carga q están suspendidas por una cuerda de largo ℓ como muestra la figura. Despreciando las masas de las cuerdas, encuentre $|q|$ si el ángulo de equilibrio es θ. Considere g como la aceleración de gravedad.



a) $|q| = 4\ell \sin\theta \sqrt{\pi m g \varepsilon_0 \tan\theta}$

b) $|q| = 4\ell \sin\theta \sqrt{\pi m g \varepsilon_0}$

c) $|q| = 4\ell \sqrt{\pi m g \varepsilon_0 \tan\theta}$

d) $|q| = 4\ell \sqrt{\pi m g \varepsilon_0}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.36.
La molécula de agua tiene un momento dipolar de $p = 6.3 \times 10^{-30}\,\mathrm{C\,m}$. Una muestra contiene 10^{21} moléculas, todas con su momento dipolar alineado en la dirección de un campo eléctrico externo de magnitud $E = 2.5 \times 10^5\,\mathrm{N/C}$. El trabajo necesario para rotar todas las moléculas hasta una orientación perpendicular al campo es:

a) $0\,\mathrm{J}$

b) $2.5 \times 10^{-26}\,\mathrm{J}$

c) $2.5 \times 10^{-9}\,\mathrm{J}$

d) $1.6 \times 10^{-24}\,\mathrm{J}$

e) $1.6 \times 10^{-3}\,\mathrm{J}$

Problema 1.37.
Una carga puntual $q > 0$ se ubica a una distancia r de un dipolo eléctrico $\vec{p}$, como muestra la figura. Asuma que el dipolo es muy pequeño, i.e. que la separación d entre las cargas del dipolo satisface $d \ll r$. La fuerza que experimenta la carga es:



a) $F = \dfrac{qp}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$ hacia la derecha

b) $F = \dfrac{qp}{2\pi\varepsilon_0 r^3}$ hacia la izquierda

c) $F = \dfrac{qp}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$ hacia la izquierda

d) $F = \dfrac{qp}{2\pi\varepsilon_0 r^3}$ hacia la derecha

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.38.
¿Cuánta energía es necesaria para cargar una esfera conductora de radio R desde una carga Q hasta una carga $Q' > Q$ (diferencia de energía acumulada con Q y Q')?

a) $\dfrac{(Q'+Q)(Q'-Q)}{4\pi\varepsilon_0 R}$

b) $\dfrac{(Q'+Q)^2}{4\pi\varepsilon_0 R}$

c) $\dfrac{(Q'-Q)^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$

d) $\dfrac{Q'^2 - Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.39.
Sobre un disco plano de radio R se distribuye una carga superficial que varía radialmente de la forma:

$$\sigma(r) = \begin{cases} \sigma_0 \left(\dfrac{r}{R}\right)^2 & (r < R) \\ \\ 0 & (r > R) \end{cases}$$

siendo r la distancia al centro del disco y $\sigma_0 > 0$. Calcule el potencial eléctrico V en el eje Z perpendicular al disco y que tiene su origen en el centro del mismo. Asuma que $V(\infty) = 0$. La siguiente integral puede resultar de utilidad:

$$\int \frac{t}{\sqrt{t+z^2}}\, dt = \frac{2}{3}(t - 2z^2)\sqrt{t+z^2}$$

a) $V(0,0,z) = -\dfrac{\sigma_0}{6\varepsilon_0 R^2}\left[2z^2(|z| - \sqrt{z^2+R^2}) + R^2\sqrt{z^2+R^2}\right]$

b) $V(0,0,z) = +\dfrac{\sigma_0}{6\varepsilon_0 R^2}\left[2z^2(|z| + \sqrt{z^2+R^2}) + R^2\sqrt{z^2+R^2}\right]$

c) $V(0,0,z) = +\dfrac{\sigma_0}{6\varepsilon_0 R^2}\left[2z^2(|z| - \sqrt{z^2+R^2}) + R^2\sqrt{z^2+R^2}\right]$

d) $V(0,0,z) = +\dfrac{\sigma_0}{6\varepsilon_0 R^2}\left[2z^2(|z| - \sqrt{z^2+R^2}) - R^2\sqrt{z^2+R^2}\right]$

e) $V(0,0,z) = -\dfrac{\sigma_0}{6\varepsilon_0 R^2}\left[2z^2(|z| + \sqrt{z^2+R^2}) + R^2\sqrt{z^2+R^2}\right]$

Problema 1.40.
Considere una esfera conductora con carga Q y radio R_1, rodeada por un cascarón esférico conductor concéntrico. Dicho cascarón es neutro y posee un radio interno R_2 y un radio externo R_3 ($R_1 < R_2 < R_3$). ¿Cuál es la energía almacenada en el sistema?

a) $\left(-\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}\right)\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0}$

b) $\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}\right)\dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}$

c) $\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} - \dfrac{1}{R_3}\right)\dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}$

d) $\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}\right)\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.41.
Dos cilindros concéntricos de radios a y b ($a < b$) y largo $L \gg b$ están cargados con cargas $-Q$ en el cilindro interior y $+Q$ en el exterior. ¿Cuál es la capacitancia del sistema?

a) $\dfrac{4\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$

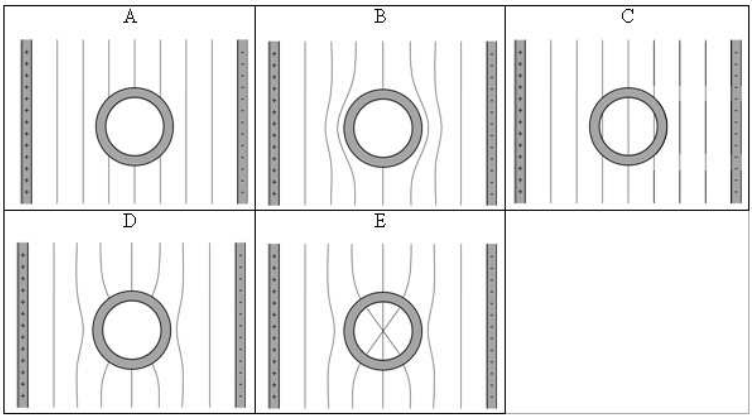
b) $4\pi\varepsilon_0 L \ln(b/a)$

c) $2\pi\varepsilon_0 L \ln(b/a)$

d) $\dfrac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.42.
Un cilindro conductor hueco es colocado entre dos grandes placas paralelas de carga opuesta. ¿Qué figura representa mejor las líneas equipotenciales ara esta situación?



a) Figura A

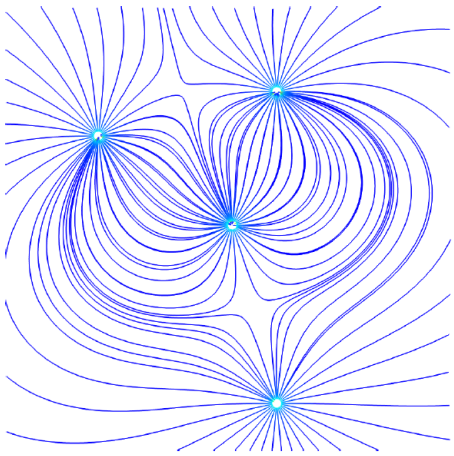
b) Figura B

c) Figura C

d) Figura D

e) Figura E

Problema 1.43.
La figura muestra las líneas de campo producidas por 4 cargas puntuales. Determine si:



a) 2 cargas son positivas y 2 son negativas

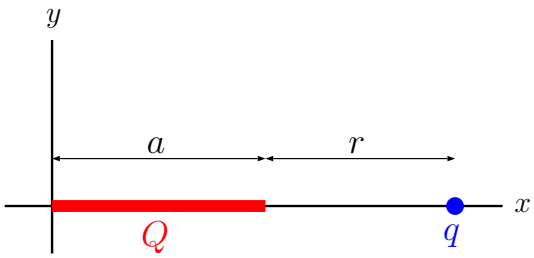
b) 3 cargas son positivas y 1 es negativa

c) 1 carga es positiva y 3 son negativas

d) Todas las cargas son del mismo signo

e) No hay suficiente información para saber

Problema 1.44.
Se tiene una barra de longitud a en la posición que se muestra en la figura abajo. La barra tiene una carga positiva Q uniformemente distribuida sobre ella. Una carga puntual positiva q se encuentra a una distancia $a + r$ del origen sobre el eje X, como muestra la figura. La fuerza que siente la carga q es:



a) $\vec{F} = \dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{(r+a/2)^2}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

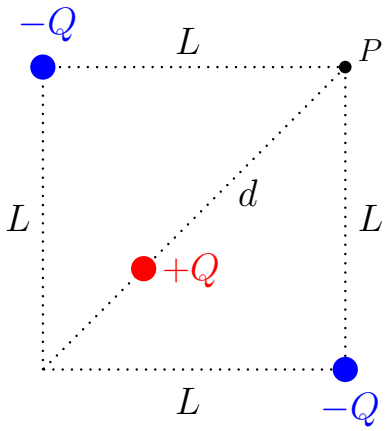
b) $\vec{F} = -\dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{(r+a/2)^2}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

c) $\vec{F} = -\dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{(r-a/2)^2}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

d) $\vec{F} = \dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{r(a+r)}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

e) $\vec{F} = \dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{r(a-r)}\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

Problema 1.45.
Se tienen dos cargas negativas $-Q$ fijas en dos vértices de un cuadrado de lado L, como se muestra en la figura. También se tiene una carga positiva $+Q$ que se puede mover sobre la diagonal del cuadrado, a una distancia d del punto P. Determine el valor de d para que el campo eléctrico en el punto P sea cero:



a) $d = L(2)^{1/4}$

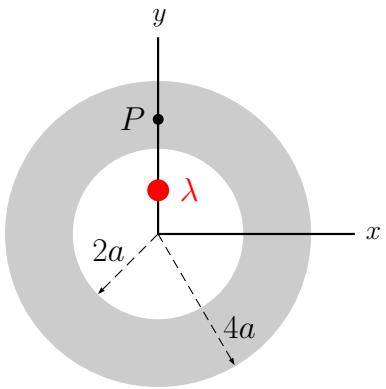
b) $d = L\sqrt{2}$

c) $d = \dfrac{L}{\sqrt{2}}$

d) $d = L\left(\dfrac{1}{2}\right)^{1/4}$

e) $d = L\dfrac{2}{\sqrt{3}}$

Problema 1.46.
Un cascarón cilíndrico de largo infinito, con densidad volumétrica de carga homogénea ρ, radio interior $2a$ y radio exterior $4a$ es ubicado en el origen del plano XY con su eje a lo largo del eje Z. Además, por el punto $(0, a, 0)$ pasa un alambre infinito perpendicular al plano XY (paralelo al eje Z) con densidad de carga lineal λ como es mostrado en la figura. ¿Cuál debiese ser la relación entre λ y ρ para que el campo eléctrico en el punto $P = (0, 3a, 0)$ sea cero?



a) $\dfrac{\lambda}{\rho} = -\dfrac{5}{4}\pi a^2$

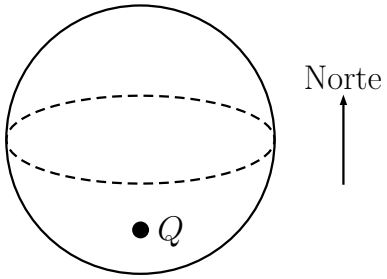
b) $\dfrac{\lambda}{\rho} = -\dfrac{4}{3}\pi a^2$

c) $\dfrac{\lambda}{\rho} = \pi a^2$

d) $\dfrac{\lambda}{\rho} = 10\pi a^2$

e) $\dfrac{\lambda}{\rho} = -\dfrac{10}{3}\pi a^2$

Problema 1.47.
Una carga Q positiva se encuentra dentro de una esfera como en la figura. ¿Qué se puede decir acerca del flujo del campo eléctrico en los hemisferios norte y sur? No considere las tapas de los hemisferios.



a) El flujo es mayor en el hemisferio norte que en el hemisferio sur

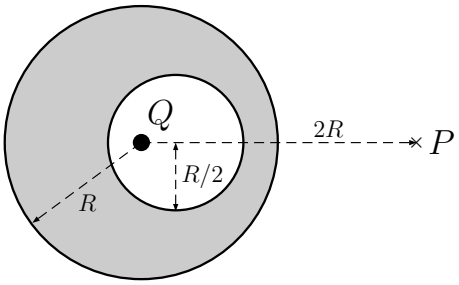
b) El flujo es mayor en el hemisferio sur que en el hemisferio norte

c) El flujo es el mismo en ambos hemisferios

d) El flujo en el hemisferio norte es $\dfrac{Q}{2\varepsilon_0}$

e) El flujo en el hemisferio sur es $\dfrac{Q}{\varepsilon_0}$

Problema 1.48.
Un conductor esférico relleno y neutral de radio R tiene una cavidad vacía esférica de radio $R/2$. El centro de la cavidad está desplazado del centro del conductor por $R/4$ en dirección positiva del eje X. Se coloca una carga Q en el centro del conductor, como muestra la figura. ¿Cuanto vale la magnitud del campo eléctrico a una distancia $2R$ en dirección positiva del eje X (punto P)?



a) $\|\vec{E}(P)\| = \dfrac{Q}{\pi\varepsilon_0 R^2}$

b) $\|\vec{E}(P)\| = \dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 R^2}$

c) $\|\vec{E}(P)\| = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$

d) $\|\vec{E}(P)\| = \dfrac{Q}{16\pi\varepsilon_0 R^2}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 1.49.
Un cascarón esférico tiene un radio interior $R_1 = 1\,\text{m}$ y un radio exterior $R_2 = 3\,\text{m}$. El cascaron es un aislante con una densidad de carga neta positiva $\rho = 108{\times}10^{-10}\,\text{C/m}^3$. Aproximando $\varepsilon_0 = 9{\times}10^{-12}\,\text{C/V}$, calcule la magnitud del campo eléctrico en el punto $R_b = 2\,\text{m}$.

a) $\|\vec{E}(R_b)\| = 0\,\text{V/m}$

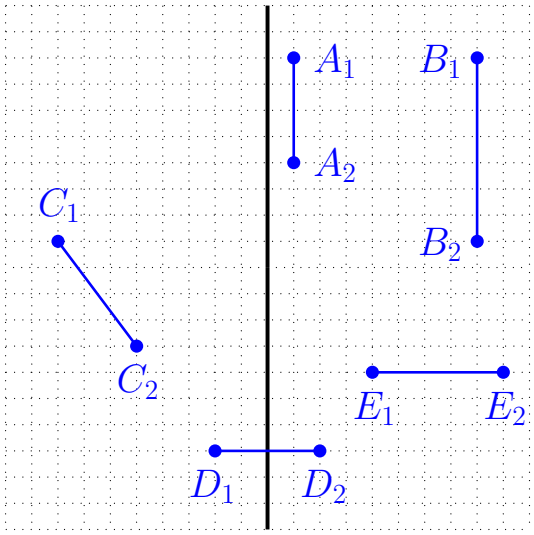
b) $\|\vec{E}(R_b)\| = 700\,\text{V/m}$

c) $\|\vec{E}(R_b)\| = 10\,\text{V/m}$

d) $\|\vec{E}(R_b)\| = 900\,\text{V/m}$

e) $\|\vec{E}(R_b)\| = 50\,\text{V/m}$

Problema 1.50.
Un plano infinito y aislante está cargado con densidad de carga $\sigma > 0$. ¿Entre cuáles puntos el valor absoluto del voltaje (diferencia de potencial) es máximo?



a) Entre A_1 y A_2

b) Entre B_1 y B_2

c) Entre C_1 y C_2

d) Entre D_1 y D_2

e) Entre E_1 y E_2

Problema 1.51.
Una esfera maciza conductora de radio R está cargada con una carga $q > 0\,\text{C}$. Calcule el potencial eléctrico ϕ a una distancia de $R/2$ del centro de esta esfera asumiendo que el potencial eléctrico es V_0 en el infinito.

a) $\phi = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R}$

b) $\phi = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

c) $\phi = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R} + V_0$

d) $\phi = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R} + V_0$

e) $\phi = 0$

Problema 1.52.
Una carga $q_0 = 100\,\mu\text{C}$ se encuentra fija en el centro del sistema de coordenadas cartesianas, mientras que una segunda carga $q = -1\,\mu\text{C}$ pasa volando. En el tiempo t_1 la carga q tiene la posición $\vec{r}_1 = (-45, 0, 0)\,\text{cm}$ y rapidez v_1. Un tiempo t_2 más tarde ($t_2 > t_1$) se ubica en $\vec{r}_2 = (0, 20, 0)\,\text{cm}$ con rapidez v_2. ¿Cuánta energía cinética gano la carga q? Usar $(4\pi\varepsilon_0)^{-1} \approx 9 \times 10^9\,\text{V m/C}$.

a) $\Delta E_{cin} = 2.5\,\text{J}$

b) $\Delta E_{cin} = 2.0\,\text{J}$

c) $\Delta E_{cin} = 1.5\,\text{J}$

d) $\Delta E_{cin} = 1.0\,\text{J}$

e) $\Delta E_{cin} = 0.5\,\text{J}$

Problema 1.53.
Dos cargas $q_1 = q$ y $q_2 = 2q$ están ubicados en las posiciones $\vec{r}_1 = (-d, 0, 0)$ y $\vec{r}_2 = (d, 0, 0)$, respectivamente, en un sistema de coordenadas cartesianas. Una superficie equipotencial con potencial eléctrico ϕ_0 pasa por el punto $(0, y, 0)$. ¿Cuáles son los valores correctos para la coordenada y, suponiendo que $\phi(\infty) = 0\,\text{V}$?

a) $y = \pm\left(\dfrac{3q}{4\pi\varepsilon_0\phi_0}^{\,2} - d\right)$

b) $y = \pm\sqrt{\left(\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0\phi_0}\right)^2 - d^2}$

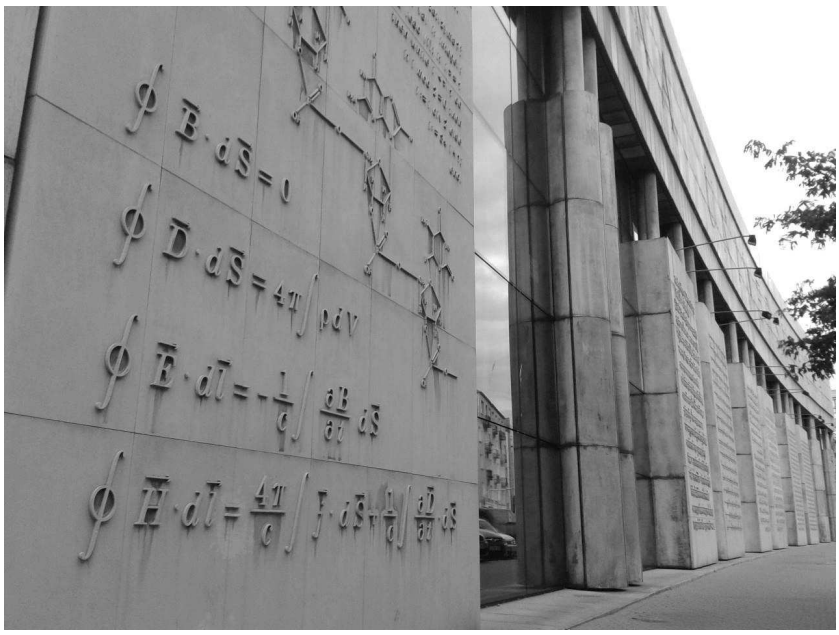
c) $y = \pm\sqrt{\left(\dfrac{3q}{4\pi\varepsilon_0\phi_0}\right)^2 + d^2}$

d) $y = \pm\sqrt{\left(\dfrac{3q}{4\pi\varepsilon_0\phi_0}\right)^2 - d^2}$

e) $y = \dfrac{3q}{4\pi\varepsilon_0\phi_0}^{\,2} \pm d$

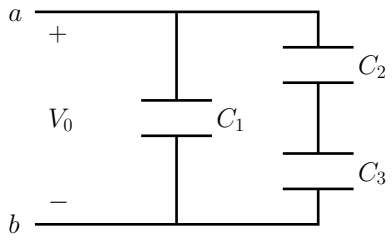
2

Condensadores, dieléctricos y corriente eléctrica



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 2.1.
Considere el sistema de condensadores (C_1, C_2 y C_3) conectados por conductores perfectos, tal como se muestra en la figura. Los extremos a y b están a una diferencia de potencial $V_0 = V_a - V_b > 0$. Si asumimos que $C_1 = C$, $C_2 = 2C$ y $C_3 = 3C$, tenemos que la suma de la magnitud de la carga que tienen los condensadores C_1 y C_2 ($Q = Q_1 + Q_2$) está dada por:



a) $Q = \frac{11}{6}CV_0$

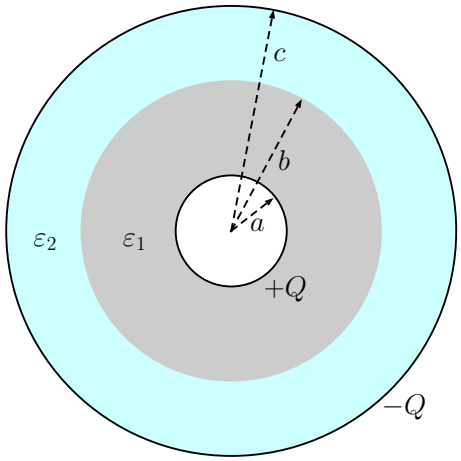
b) $Q = \frac{11}{5}CV_0$

c) $Q = \frac{6}{5}CV_0$

d) $Q = \frac{5}{6}CV_0$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.2.
En la figura se muestra un condensador de dos cilindros conductores coaxiales de radios a y c cargados con cargas $Q > 0$ y $-Q$, respectivamente. Los cilindros tienen un largo $L >\!\!> c$. En el espacio entre los cilindros hay dos materiales dieléctricos. Uno de ellos es de permitividad $\varepsilon_1 = (3/2)\varepsilon_0$ y está en el espacio $r \in (a, b)$, siendo r la distancia al eje de simetría. El segundo se encuentra en el espacio $r \in (b, c)$ y tiene permitividad $\varepsilon_0 = (5/4)\varepsilon_0$. ¿Cuál de las siguientes expresiones es correcta para la magnitud del campo eléctrico $E(r)$ en la región $r \in (b, c)$?



a) $E(r) = \frac{3Q}{5\pi\varepsilon_0 r L}$

b) $E(r) = \dfrac{2Q}{5\pi\varepsilon_0 r L}$

c) $E(r) = \dfrac{Q}{3\pi\varepsilon_0 r L}$

d) $E(r) = \dfrac{2Q}{3\pi\varepsilon_0 r L}$

e) $E(r) = \dfrac{Q}{5\pi\varepsilon_0 r L}$

Problema 2.3.
Considere el sistema del Problema 2.2. La carga inducida (o de polarización) en la superficie interior del dieléctrico ε_1 (i.e. $r = a$) es:

a) $-Q/4$

b) $-Q/2$

c) $-Q/3$

d) $-2Q/3$

e) $-Q$

Problema 2.4.
Considere el sistema del Problema 2.2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**?

a) La diferencia de potencial entre los puntos $r = a$ y $r = c$ es menor con los dieléctricos que en ausencia de ellos, i.e. cuando hay vacío en la región $r \in (a, c)$

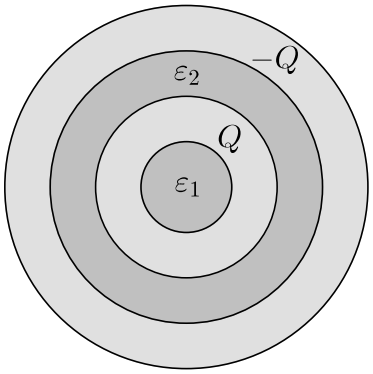
b) El campo eléctrico en la región $r \in (b, c)$ disminuye si ε_2 aumenta

c) La magnitud del campo eléctrico $E(r)$ es discontinuo en $r = b$

d) La magnitud de la carga inducida (o de polarización) en la superficie exterior del dieléctrico ε_2 (i.e. $r = c$) es igual a Q

e) El vector de polarización $\vec{P}(r)$ es discontinuo en $r = b$

Problema 2.5.
Se tiene una esfera de material dieléctrico de permitividad $\varepsilon_1 = 5\varepsilon_0$. La esfera está rodeada de un conductor ideal cargado con carga Q, que a su vez está rodeado por un segundo material dieléctrico de permitividad $\varepsilon_2 = 10\varepsilon_0$. Finalmente, en la última capa, hay segundo un conductor con carga $-Q$ (como indica la figura). Los radios de cada una de las capas esféricas son $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$ y $R_4 = 4R$, respectivamente.



La magnitud de los campos eléctricos, E_1 y E_2 en los dieléctricos ε_1 y ε_2 son, respectivamente,

a) $E_1 = \dfrac{Q}{20\pi\varepsilon_0 r^2}$ y $E_2 = 0$

b) $E_1 = \dfrac{Q}{20\pi\varepsilon_0 r^2}$ y $E_2 = \dfrac{Q}{40\pi\varepsilon_0 r^2}$

c) $E_1 = 0$ y $E_2 = \dfrac{Q}{40\pi\varepsilon_0 r^2}$

d) $E_1 = \dfrac{Q}{40\pi\varepsilon_0 r^2}$ y $E_2 = \dfrac{Q}{20\pi\varepsilon_0 r^2}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.6.
Considere el sistema del Problema 2.5. La capacitancia del sistema es:

a) $480\varepsilon_0\pi R$

b) $120\varepsilon_0\pi R$

c) $140\varepsilon_0\pi R$

d) $240\varepsilon_0\pi R$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.7.
Considere el sistema del Problema 2.5. ¿Cuál es la carga inducida en la superficie del dieléctrico interno ε_1?

a) $-\dfrac{9}{20}Q$

b) $0\,\mathrm{C}$

c) $-\dfrac{4}{5}Q$

d) $-\frac{2}{5}Q$

e) $-\frac{9}{10}Q$

Problema 2.8.
Considere el sistema del Problema 2.5. ¿Cuál es la carga inducida en la superficie externa del dieléctrico ε_2?

a) $\frac{9}{20}Q$

b) $0\,\mathrm{C}$

c) $\frac{4}{5}Q$

d) $\frac{2}{5}Q$

e) $\frac{9}{10}Q$

Problema 2.9.
Se tiene un alambre de un material desconocido de $2\,\mathrm{m}$ de largo y con una sección transversal de $1\,\mathrm{mm}^2$. Los extremos del alambre se someten a una diferencia de potencial de $3\,\mathrm{V}$ y se mide una corriente circulante de $2\,\mathrm{A}$. Entonces, la conductividad σ del material es:

a) $\frac{3}{2} \times 10^{-6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$

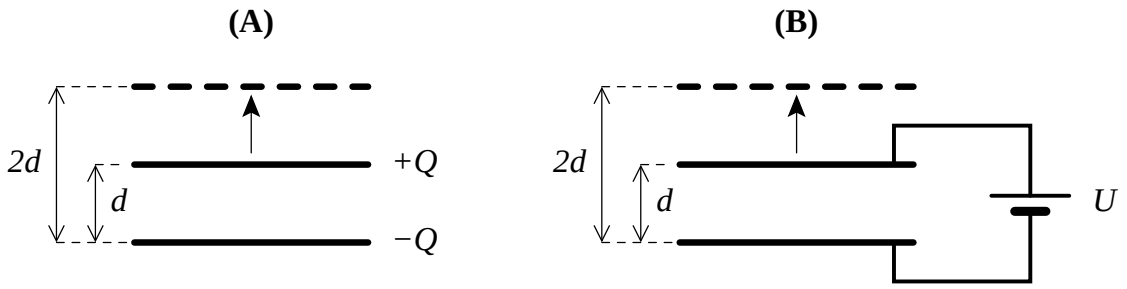
b) $\frac{3}{4} \times 10^{-6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$

c) $\frac{2}{3} \times 10^{6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$

d) $\frac{4}{3} \times 10^{6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$

e) $\frac{1}{3} \times 10^{6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$

Problema 2.10.
Se tienen dos placas planas conductoras con áreas A y distancia entre ellas igual a d, como en la figura. En caso (A), las placas están cargadas con cargas $\pm Q$; en el caso (B), las placas están conectadas con una pila de voltaje U.



Si un agente externo duplica la distancia entre las placas de d a $2d$, las energías almacenadas en los condensadores:

a) Se duplica en ambos casos

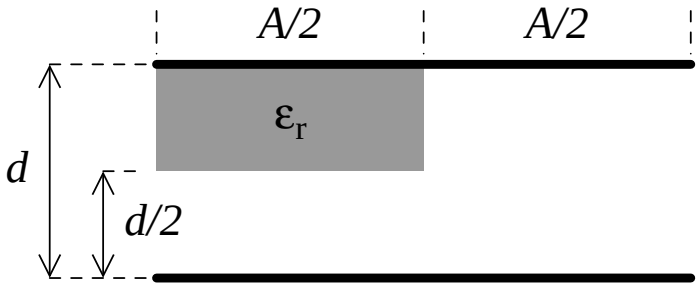
b) Disminuye a la mitad en ambos casos

c) Se duplica en caso (A) y disminuye a la mitad en caso (B)

d) Disminuye a la mitad en caso (A) y se duplica en caso (B)

e) No cambia en ningún caso

Problema 2.11.
Entre dos placas planas conductoras con áreas A y distancia d se inserta un dieléctrico con permitividad $\varepsilon = \varepsilon_r\,\varepsilon_0$ como se indica en la figura.



Si la capacidad del sistema sin dieléctrico es C_0, ¿cuál es la capacidad del sistema con el dieléctrico?

a) $C = \left(\dfrac{\varepsilon_r + 4}{4}\right) C_0$

b) $C = \left(\dfrac{\varepsilon_r}{4}\right) C_0$

c) $C = \left(\dfrac{3}{\varepsilon_r}\right) C_0$

d) $C = \left(\dfrac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r + 1} + \dfrac{1}{2}\right) C_0$

e) $C = \left(\dfrac{\varepsilon_r + 1}{\varepsilon_r} + \dfrac{1}{2}\right) C_0$

Problema 2.12.
Para la configuración del problema 2.11, suponiendo cargas iniciales $\pm Q$ en las placas y una energía potencial inicial E_0, ¿cuál es el trabajo que un agente externo hace para insertar el dieléctrico?

a) $W = -\dfrac{\varepsilon_r}{4} E_0$

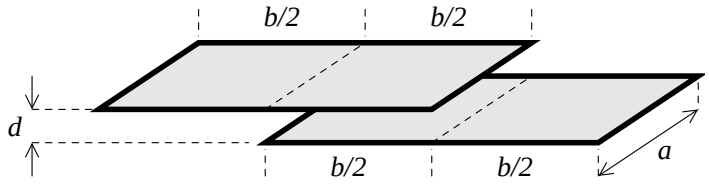
b) $W = -\dfrac{\varepsilon_r - 1}{3\varepsilon_r + 1} E_0$

c) $W = -\dfrac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r + 1} E_0$

d) $W = -\dfrac{\varepsilon_r + 1}{\varepsilon_r} E_0$

e) $W = -E_0$

Problema 2.13.
Dos placas planas conductores con áreas $A = ab$ y con cargas $\pm Q$ están ubicadas como indica la figura. La placa de abajo puede moverse horizontalmente.



¿Cuál es la magnitud de la fuerza horizontal que ejerce la place de arriba sobre la placa de abajo?

a) $F = \dfrac{2Q^2}{\varepsilon_0 b^2}$

b) $F = \dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

c) $F = \dfrac{Q^2 b}{\varepsilon_0 d a^2}$

d) $F = \dfrac{2Q^2 d}{\varepsilon_0 a b^2}$

e) $F = 0\,\mathrm{N}$

Problema 2.14.
Sobre la capacidad eléctrica, es correcto afirmar que:

a) Depende de la geometría de los conductores

b) Depende del voltaje aplicado

c) Depende de las cargas en las placas

d) Es diferente de cero solamente con dieléctrico

e) Depende de donde se conectan eléctricamente los dos conductores

Problema 2.15.
Un Farad equivale a:

a) $1\,\mathrm{F} = 1\,\mathrm{V\,A}$

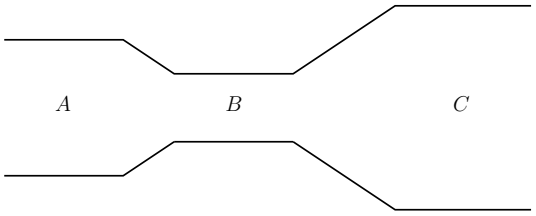
b) $1\,\mathrm{F} = 1\,\mathrm{A\,V^{-1}}$

c) $1\,\mathrm{F} = 1\,\mathrm{J\,A^{-1}}$

d) $1\,\mathrm{F} = 1\,\mathrm{W\,C^{-1}}$

e) $1\,\mathrm{F} = 1\,\mathrm{C\,V^{-1}}$

Problema 2.16.
Una pieza de cobre (con simetría cilíndrica) tiene la forma de que se muestra en la figura. Los extremos están conectados a una batería de modo que en la pieza fluye corriente. ¿En qué región A, B o C es mayor la densidad de corriente?



a) Región A

b) Región B

c) Región C

d) Es igual en todas las regiones

e) Depende de la diferencia de potencial que se aplique

Problema 2.17.
En el Problema 2.16, ¿en qué región es mayor el campo eléctrico?

a) Región A

b) Región B

c) Región C

d) Es igual en todas las regiones

e) Depende de la diferencia de potencial que se aplique

Problema 2.18.
En el Problema 2.16, la razón entre los diámetros es $A : B : C = 3 : 1 : 5$. Entonces, la velocidad de deriva de los electrones:

a) Tiene la misma magnitud en la región B que en la región C

b) Es cinco veces mayor en la región B que en la región C

c) Es veinticinco veces mayor en la región B que en la región C

d) Es cinco veces menor en la región B que en la región C

e) No tenemos suficientes datos para decidir

Problema 2.19.
Considere un conductor cuya forma geométrica es semejante a la del Problema 2.16 pero hecho de materiales de distinta conductividad. La conductividades σ de los tramos A, B y C están en la razón $\sigma_A : \sigma_B : \sigma_C = 2 : 1 : 5$, y la razón entre los diámetros es $A : B : C = 2 : 1 : 3$. Entonces, una vez establecido el régimen estacionario ($\nabla \cdot \vec{J} = 0$), podemos afirmar que la densidad de corriente es menor en:

a) Región A

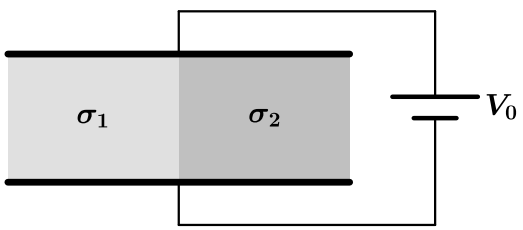
b) Región B

c) Región C

d) Es igual en todas las regiones

e) Depende de la diferencia de potencial que se aplique

Problema 2.20.
El espacio entre dos placas conductoras de áreas A, separadas una distancia d, está lleno en partes iguales con materiales de distintas conductividades: $\sigma_1 = 2\sigma_0$ y $\sigma_2 = \sigma_0$ (ver figura). Las placas están conectadas a una batería que provee una diferencia de potencial constante V_0. Entonces, la carga que pasa por un área $A/4$ en la región con σ_1, en un intervalo de 8 segundos, es:



a) $Q = \dfrac{8\sigma_0 V_0 A}{d}\,\mathrm{C}$

b) $Q = \dfrac{2\sigma_0 V_0 A}{d}\,\mathrm{C}$

c) $Q = \dfrac{4\sigma_0 V_0 A}{d}\,\mathrm{C}$

d) $Q = \dfrac{\sigma_0 V_0 A}{d}\,\mathrm{C}$

e) $Q = \dfrac{\sigma_0 V_0 A}{2d}\,\mathrm{C}$

Problema 2.21.
Un cilindro de radio a y largo L tiene una conductividad variable $\sigma(z) = \sigma_0(z - 2L)^2$, donde el eje Z está dirigido a lo largo del eje de simetría del cilindro. Entonces, si suponemos que la corriente circula en la dirección $\hat{\boldsymbol{k}}$, la resistencia del cilindro es:

a) $R = \dfrac{1}{\pi a^2 L \sigma_0}$

b) $R = \dfrac{L}{2\pi a^2 \sigma_0}$

c) $R = \dfrac{1}{2\pi a^2 L \sigma_0}$

d) $R = \dfrac{2L}{\pi a^2 \sigma_0}$

e) $R = \dfrac{2}{\pi a^2 L \sigma_0}$

Problema 2.22.
Se carga un condensador de $4\,\mu\mathrm{F}$ con una fuente de $200\,\mathrm{V}$. Después de cargarlo completamente, se desconecta el condensador y se conecta en paralelo a otro condensador, de $2\,\mu\mathrm{F}$ inicialmente descargado. ¿Cuanta energía electrostática se libera al ambiente en el proceso?

a) $8.00 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$

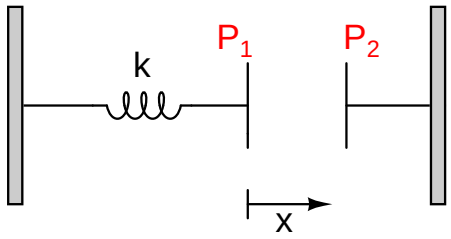
b) $5.33 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$

c) $2.67 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$

d) $1.00 \times 10^{-4}\,\mathrm{J}$

e) $6.25 \times 10^{-4}\,\mathrm{J}$

Problema 2.23.
La placa P_1 de un condensador de placas planas y paralelas, lleno de aire y de área A, está conectada a un resorte que tiene constante elástica k, mientras que la segunda placa P_2 está fija. El aparato está sobre una mesa sin fricción, como se muestra en la figura. Si una carga $+q$ se coloca en la placa P_1 y una carga $-q$ en la placa P_2, ¿cuánto es la máxima expansión del resorte?



a) $\dfrac{q^2}{2\varepsilon_0 Ak}$

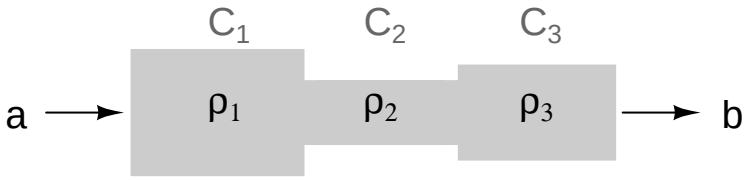
b) $\dfrac{q^2}{4\varepsilon_0 Ak}$

c) $\dfrac{q^2k}{4\varepsilon_0 A}$

d) $\dfrac{q^2k}{2\varepsilon_0 A}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.24.
Se tienen tres cilindros C_1, C_2 y C_3 óhmicos con resistividades ρ_j, largos L_j y áreas transversales A_j, con $j = 1, 2, 3$ respectivamente. Suponga que $\rho_1 = \rho_3 = \rho$ y $\rho_2 = 2\rho$, $L_1 = L_3 = L$ y $L_2 = L/2$ y las áreas son $A_1 = A_3 = A$ y $A_2 = A/2$. Entonces, la resistencia del sistema entre las tapas a y b es:



a) $\dfrac{2\rho L}{A}$

b) $\dfrac{4\rho L}{A}$

c) $\dfrac{\rho L}{2A}$

d) $\dfrac{\rho L}{4A}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.25.
Se tienen dos esferas conductoras, S_a y S_b, concéntricas de radios a y b con $a < b$. Entre las esferas hay un material óhmico que tiene una resistividad $\rho = \rho(r)$, dependiente de la distancia al centro de ambas esferas, que se puede controlar a voluntad. Asuma que fluye una corriente estacionaria I, radial, desde a hasta b. ¿Con cuál de las siguientes resistividades resulta un campo eléctrico E independiente de r?

a) $\rho(r) = \rho_0 \dfrac{r^2}{a^2}$

b) $\rho(r) = \rho_0 \dfrac{r}{a}$

c) $\rho(r) = \rho_0 \dfrac{r}{b}$

d) $\rho(r) = \rho_0 \Big(\ln(a/r) - \ln(b/r) \Big)$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.26.
Se tiene un cilindro MUY largo de material dieléctrico con permitividad relativa $\epsilon_r = 10$. En el eje del cilindro se encuentra un cable con una densidad de carga lineal de carga λ constante. Suponga que r es la distancia al eje del cilindro. Entonces, el módulo del campo eléctrico, $E(r)$, dentro del material dieléctrico es:

a) $E(r) = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

b) $E(r) = \dfrac{\lambda}{10\pi\varepsilon_0 r}$

c) $E(r) = \dfrac{\lambda}{20\pi\varepsilon_0 r}$

d) $E(r) = \dfrac{\lambda}{\pi\varepsilon_0 r}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.27.
Un alambre uniforme de largo ℓ y sección transversal A tiene una resistencia de $16\,\Omega$. Se corta el alambre en cuatro pedazos iguales de sección transversal A. Luego, cada uno de los cuatro alambres se estira, manteniendo su densidad volumétrica, hasta alcanzar un largo ℓ cada uno. Si los cuatro alambres se conectan en paralelo, ¿cuál es la resistencia equivalente de esta combinación?

a) $64\,\Omega$

b) $4\,\Omega$

c) $16\,\Omega$

d) $1\,\Omega$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 2.28.
Un condensador de dos placas planas y paralelas se carga a una diferencia de potencial de 20 V. Una vez cargado, se desconecta de la fuente de voltaje y se dobla la distancia entre las dos placas. Es correcto afirmar que la diferencia de potencial o la carga cambian en la siguiente manera:

a) La carga y el voltaje se mantienen

b) El voltaje aumenta a 40 V

c) El voltaje disminuye a 5 V

d) La carga se duplica

e) La carga se reduce a la mitad

Problema 2.29.
Considere dos cascarones esféricos metálicos concéntricos de radios a y b, ambos con un espesor despreciable. El espacio entre los dos cascarones ($a < r < b$) se llena con agua de mar de conductividad $\sigma = 4.8\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$ y permitividad dieléctrica $\varepsilon = 8.5 \times 10^{-10}\,\mathrm{A\,s\,V^{-1}\,m^{-1}}$. Con una fuente de poder se mantiene una carga constante $Q = 10^9\,\mathrm{C}$ en el cascaron interno y $-Q$ en el cascaron externo. Entonces, la corriente eléctrica que circula entre los cascarones es:

a) $I = 11.2\,\mathrm{A}$

b) $I = 4.8\,\mathrm{A}$

c) $I = 56\,\mathrm{A}$

d) $I = 0.48\,\mathrm{A}$

e) $I = 5.6\,\mathrm{A}$

Problema 2.30.
Considere dos placas paralelas de área A y separadas por una distancia $d \ll \sqrt{A}$. El espacio entre las placas está lleno con un material de conductividad σ. Calcule la resistencia del sistema, ignorando los efectos de borde.

a) $R = \dfrac{2d}{\sigma A}$

b) $R = \dfrac{d}{\sigma A}$

c) $R = \dfrac{d}{4\sigma A}$

d) $R = \dfrac{d}{2\sigma A}$

e) $R = \dfrac{d}{6\sigma A}$

Problema 2.31.
Considere una esfera conductora perfecta de radio $R = 0.2\,\mathrm{m}$, inicialmente con carga $Q_0 = 10\,\mathrm{C}$ y completamente rodeada por un medio uniforme de conductividad $\sigma = 2 \times 10^{-11}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$ y constante dieléctrica $\kappa = \varepsilon/\varepsilon_0 = 50$ (el valor de la permitividad del vacío es $\varepsilon_0 \simeq 9 \times 10^{-12}\,\mathrm{C}^2\,\mathrm{N}^{-1}\,\mathrm{m}^{-2}$). Para que la carga inicial se reduzca por un factor de $e^{-1} \simeq 0.37$, es necesario esperar un tiempo de:

a) $222.5\,\mathrm{s}$

b) $0.1\,\mathrm{s}$

c) $22.5\,\mathrm{s}$

d) $112.4\,\mathrm{s}$

e) $11.2\,\mathrm{s}$

Problema 2.32.
Una esfera de radio $R = 0.2\,\mathrm{m}$ con carga libre $Q_{lib} = -20\,\mathrm{C}$ está sumergida en un medio dieléctrico lineal homogéneo de constante dieléctrica $\kappa = 3.5$ y de extensión infinita. El valor absoluto de la densidad superficial de carga de polarización en la esfera se aproxima mejor a:

a) $95\,\mathrm{Cm}^{-2}$

b) $142\,\mathrm{Cm}^{-2}$

c) $178\,\mathrm{Cm}^{-2}$

d) $0\,\mathrm{Cm}^{-2}$

e) $28\,\mathrm{Cm}^{-2}$

Problema 2.33.
Se tiene una esfera maciza sin carga libre de radio R hecha de un material dieléctrico no lineal. La esfera está polarizada, y el campo eléctrico en su interior es $\vec{E} = -\dfrac{kr}{\varepsilon_0}\,\hat{\boldsymbol{\rho}}$. La carga total de polarización en la superficie de la esfera es:

a) $Q_p = -\dfrac{kR^2}{2}$

b) $Q_p = \dfrac{kR^2}{2}$

c) $Q_p = -4\pi R^3 k$

d) $Q_p = 4\pi R^3 k$

e) $Q_p = 0$

Problema 2.34.
Se tiene un cascarón esférico metálico de radio R con carga positiva Q, rodeado por un material dielétrico con permitividad relativa κ hasta $r = 3R/2$. Todo lo anterior se rodea con otro cascarón esférico metálico de radio $r = 2R$ y carga $-Q$, quedando el espacio $3R/2 < r < 2R$ vacío. La capacitancia entre los dos conductores de este sistema es:

a) $C = 4\pi\varepsilon_0 R(\kappa + 1)$

b) $C = \dfrac{2}{3}\pi\varepsilon_0 R(\kappa + 1)$

c) $C = 2\pi\varepsilon_0 R(\kappa + 1)$

d) $C = 4\pi\varepsilon_0 R\left(\dfrac{6\kappa}{2 + \kappa}\right)$

e) $C = 4\pi\varepsilon_0 R\left(\dfrac{6 + \kappa}{3\kappa}\right)$

Problema 2.35.
Se tiene un capacitor de placas paralelas con separación entre las placas muy pequeña comparada a sus dimensiones. Este capacitor se carga con una batería hasta que su carga y voltaje iniciales son Q_0 y V_0, respectivamente. Luego, se desconecta el capacitor de la batería, mientras que la distancia entre las placas se incrementa un factor de 4. Al mismo tiempo, se introduce un dieléctrico con permitividad relativa $\kappa = 3$ en todo el espacio entre las placas. Los nuevos valores de la carga y el voltaje en el capacitor son:

a) $Q_0,\ \dfrac{3}{4}V_0$

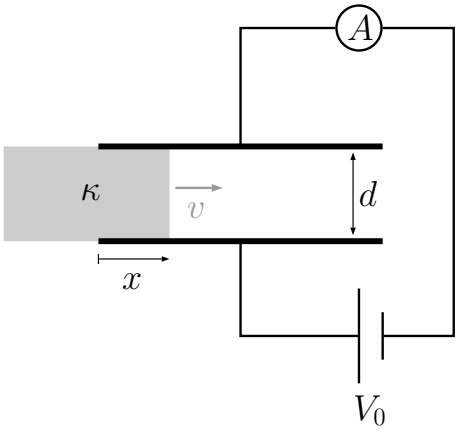
b) $3Q_0,\ \dfrac{3}{4}V_0$

c) $\dfrac{4}{3}Q_0,\ 3V_0$

d) $\dfrac{3}{4}Q_0,\ \dfrac{4}{3}V_0$

e) $Q_0,\ \dfrac{4}{3}V_0$

Problema 2.36.
Un capacitor de placas cuadradas planas y paralelas tiene lado L y separación entre las placas d. El espacio entre las placas está inicialmente vacío. El capacitor esta conectado a una fuente de voltaje ideal con voltaje V_0 y un amperímetro que puede medir corriente, como indica la figura. Al introducir un dieléctrico de permitividad relativa κ en el capacitor, se puede generar una corriente. ¿Con qué velocidad v hay que introducir el dieléctrico para que la corriente generada tenga magnitud I?



a) $v = \dfrac{Id}{V_0 L(\kappa - 1)\varepsilon_0}$

b) $v = \dfrac{Id^2}{V_0 L^2(\kappa - 1)\varepsilon_0}$

c) $v = \dfrac{Id}{2V_0 L(\kappa - 1)\varepsilon_0}$

d) $v = \dfrac{2Id}{V_0 L(\kappa - 1)\varepsilon_0}$

e) $v = \dfrac{2Id^2}{V_0 L^2(\kappa - 1)\varepsilon_0}$

Problema 2.37.
Tres cascarones conductores cilíndricos concéntricos de largo L, con cargas $(-Q, +Q, 0)$ y radios $(R, 2R, 3R)$ forman tres espacios separados, identificados con las letras (a, b, c). En cada espacio se puede poner un dieléctrico lineal y homogéneo con constantes dieléctricas relativas (permitividades relativas) $(\kappa_a, \kappa_b, \kappa_c)$. ¿Cuál de las siguientes configuraciones tiene la mayor cantidad de energía almacenada?

a) $\kappa_a = 1$, $\kappa_b = 1$, $\kappa_c = 4$

b) $\kappa_a = 1$, $\kappa_b = 4$, $\kappa_c = 1$

c) $\kappa_a = 2$, $\kappa_b = 2$, $\kappa_c = 1$

d) $\kappa_a = 1$, $\kappa_b = 2$, $\kappa_c = 2$

e) $\kappa_a = 3$, $\kappa_b = 3$, $\kappa_c = 3$

Problema 2.38.
El Cobre tiene una conductividad $\sigma \approx 6 \times 10^7\,\Omega^{-1}\,\mathrm{m}^{-1}$ a temperatura ambiente. En los metales, los portadores de carga son los electrones ($e \approx 1.6{\times}10^{-19}\,\mathrm{C}$, $m_e \approx 9{\times}10^{-31}\,\mathrm{kg}$) que se mueven a temperatura ambiente con una velocidad de deriva $v \approx 10^6\,\mathrm{m/s}$. El Cobre tiene una densidad de electrones libres $n = 9 \times 10^{28}\,\mathrm{m}^{-3}$. ¿Cuál es el tiempo promedio τ entre dos colisiones consecutivas de electrones en el Cobre?

a) $\tau \approx 24\,\text{ps}$

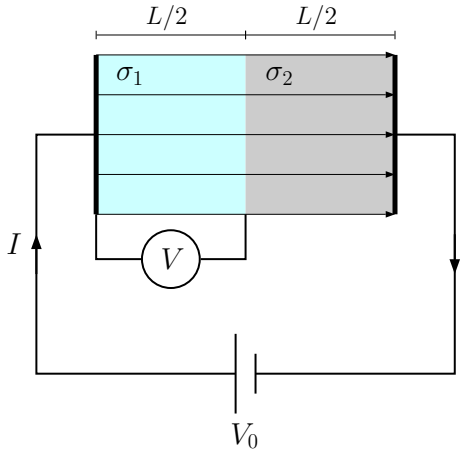
b) $\tau \approx 18\,\text{ns}$

c) $\tau \approx 24\,\text{fs}$

d) $\tau \approx 1.8\,\text{ps}$

e) $\tau \approx 0.24\,\text{ps}$

Problema 2.39.
Dos conductores con conductividades σ_1 y $\sigma_2 = 2\sigma_1$ están conectados. A través de ellos circula una corriente I producto de una diferencia de potencial V_0, como muestra la figura. ¿Qué voltaje V_1 marca el voltímetro V?



a) $V_1 = \dfrac{1}{3}V_0$

b) $V_1 = \dfrac{2}{3}V_0$

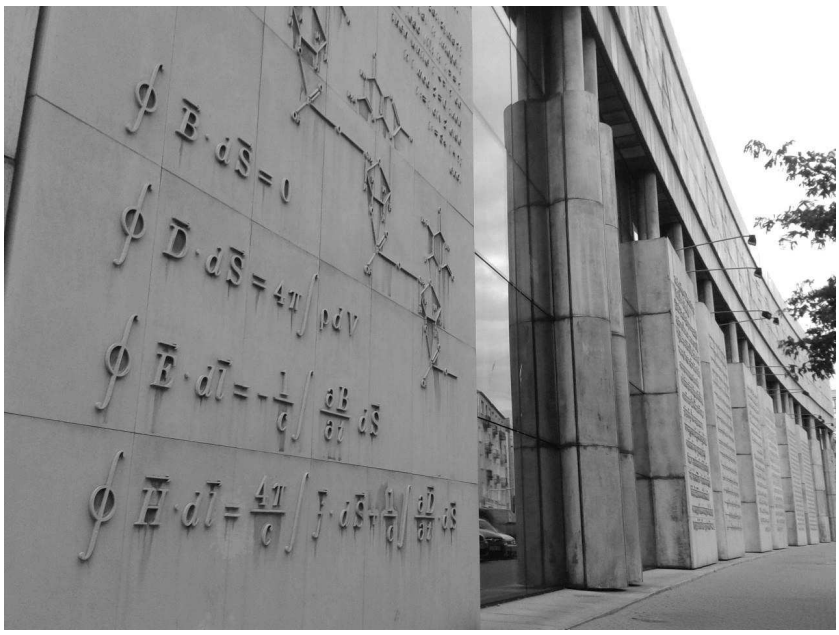
c) $V_1 = \dfrac{1}{2}V_0$

d) $V_1 = \dfrac{3}{4}V_0$

e) $V_1 = \dfrac{1}{4}V_0$

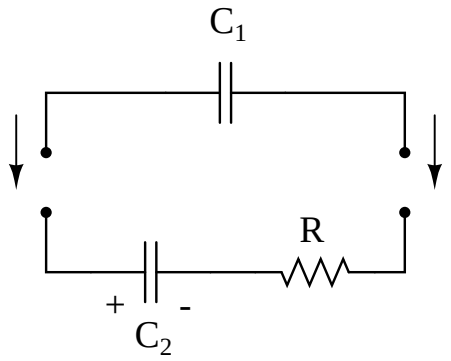
3

Circuitos eléctricos



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 3.1.
Se tienen dos condensadores C_1 y C_2 con cargas iniciales $Q_1(0) = 0$ y $Q_2(0) = Q_0$ respectivamente. El condensador C_2 está inicialmente conectado a una resistencia R. En el instante $t = 0$ se conecta el condensador C_1 al arreglo formado por la resistencia y el segundo condensador, como se aprecia en la figura. La intensidad de la corriente eléctrica para la situación $t > 0$ es proporcional a:



a) $\exp\left(-\left[\dfrac{1/C_1 + 1/C_2}{2R}\right]t\right)$

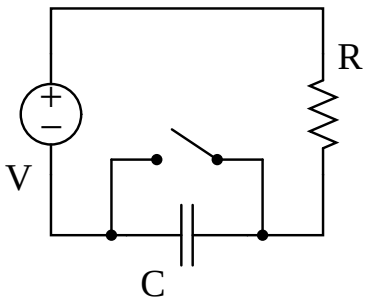
b) $\exp\left(-\left[\dfrac{1/C_1 + 1/C_2}{R}\right]t\right)$

c) $\exp\left(-\left[\dfrac{1/C_1 - 1/C_2}{R}\right]t\right)$

d) $\exp\left(-\dfrac{t}{RC_1}\right)$

e) $\exp\left(-\dfrac{t}{R(C_1 + C_2)}\right)$

Problema 3.2.
En el siguiente circuito, el interruptor ha estado cerrado por un largo tiempo. En $t = 0$, este se abre. ¿Cuál debiese ser el valor de la resistencia R, en términos de C y T para que en $t = T$ la caída de voltaje en la resistencia sea $V/2$?



a) $R = \dfrac{T}{2C}$

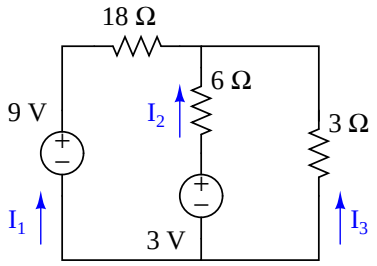
b) $R = \dfrac{2T}{C}$

c) $R = \dfrac{T}{C\ln(2)}$

d) $R = \dfrac{T\ln(2)}{2C}$

e) No se puede determinar

Problema 3.3.
Considere el circuito de la figura. La corriente I_1 está dada por:



a) $I_1 = 0.2\,\text{A}$

b) $I_1 = 0.3\,\text{A}$

c) $I_1 = 0.5\,\text{A}$

d) $I_1 = 0.6\,\text{A}$

e) $I_1 = 0.4\,\text{A}$

Problema 3.4.
Considere el sistema del Problema 3.3. La corriente I_2 está dada por:

a) $I_2 = 0.2\,\text{A}$

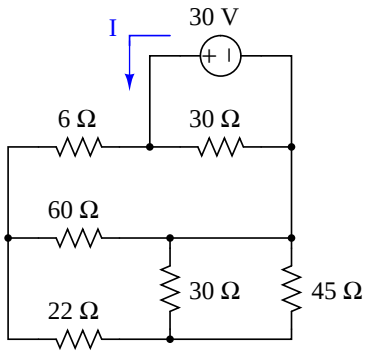
b) $I_2 = 0.3\,\text{A}$

c) $I_2 = 0.5\,\text{A}$

d) $I_2 = 0.6\,\text{A}$

e) $I_2 = 0.4\,\text{A}$

Problema 3.5.
Determine el valor de la corriente I del circuito de la figura:



a) $I = 4\,\text{A}$

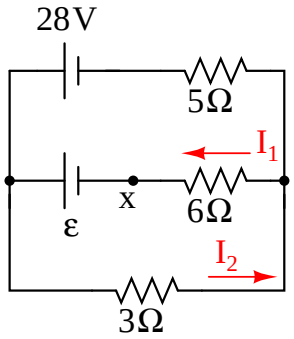
b) $I = -3\,\text{A}$

c) $I = 2\,\text{A}$

d) $I = 1\,\text{A}$

e) $I = 0.5\,\text{A}$

Problema 3.6.
En el circuito de la figura, $I_1 = 4\,\text{A}$. Entonces:



a) La corriente que circula por la resistencia de $5\,\Omega$ es de $2\,\text{A}$ hacia la derecha

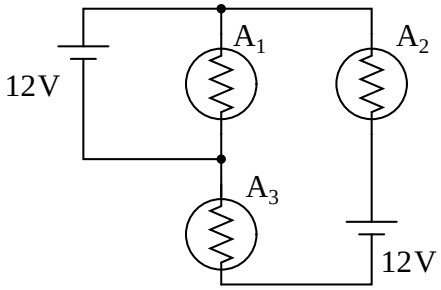
b) La corriente I_2 es $5\,\text{A}$

c) ε vale $42\,\text{V}$

d) Si el circuito se interrumpe (abre) en el punto x, la corriente que circula por la resistencia de $5\,\Omega$ es $6\,\text{A}$ hacia la derecha

e) Ninguna de las anteriores

Problema 3.7.
Tres ampolletas iguales de $36\,\text{W}$ y $12\,\text{V}$, se encuentran conectadas a dos baterías de $12\,\text{V}$ según muestra la figura. La potencia total disipada por las TRES ampolletas es:



a) 36 W

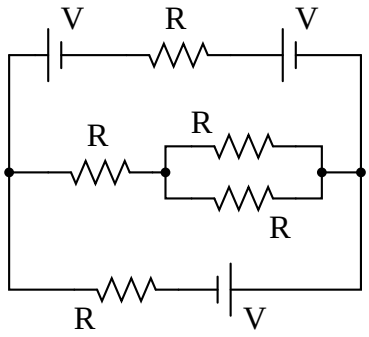
b) 54 W

c) 108 W

d) 12 W

e) 24 W

Problema 3.8.
En el circuito de la figura, la corriente I que circula por la rama del medio está dada por:



a) $I = \dfrac{V}{2R}$

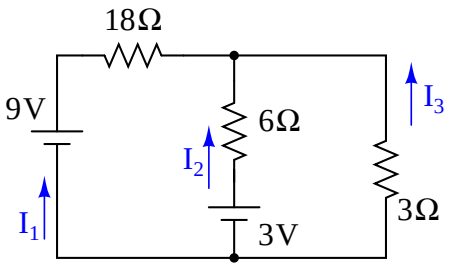
b) $I = \dfrac{V}{4R}$

c) $I = \dfrac{3V}{2R}$

d) $I = \dfrac{2V}{3R}$

e) $I = \dfrac{V}{R}$

Problema 3.9.
Considere el circuito de la figura,



La corriente I_1 está dada por:

a) $I_1 = 0.2\,\text{A}$

b) $I_1 = 0.6\,\text{A}$

c) $I_1 = 0.4\,\text{A}$

d) $I_1 = 0.3\,\text{A}$

e) $I_1 = 0.5\,\text{A}$

Problema 3.10.
Para el circuito del Problema 3.9, el valor de I_2 es:

a) $I_2 = 0.2\,\text{A}$

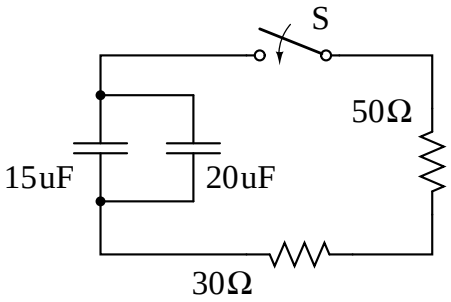
b) $I_2 = 0.6\,\text{A}$

c) $I_2 = 0.4\,\text{A}$

d) $I_2 = 0.3\,\text{A}$

e) $I_2 = 0.5\,\text{A}$

Problema 3.11.
En el circuito de la figura, los dos condensadores se cargan inicialmente con 45 V. Después de cerrar el interruptor S, el tiempo que tarda en reducirse el potencial en ambos condensadores a 10 V es:



a) 5.3 ms

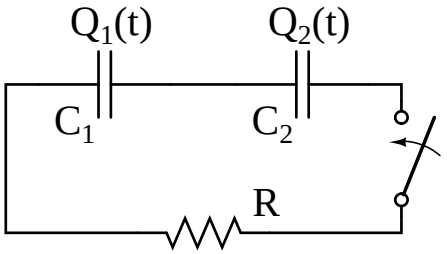
b) 4.2 ms

c) 7.1 ms

d) 2.3 ms

e) Ninguna de las anteriores

Problema 3.12.
Se tienen dos condensadores C_1 y C_2 con cargas iniciales $Q_1(0) = Q$ y $Q_2(0) = 0$. Los condensadores están conectados a una resistencia R como indica la figura. En el instante $t = 0$ se cierra el circuito. Suponga que $C_1 = C_2 = C$. La carga de C_2, $Q_2(t)$, satisface la ecuación diferencial:



a) $\dfrac{dQ_2}{dt} = \dfrac{Q - Q_2}{RC}$

b) $\dfrac{dQ_2}{dt} = \dfrac{Q + 2Q_2}{RC}$

c) $\dfrac{dQ_2}{dt} = \dfrac{Q + Q_2}{RC}$

d) $\dfrac{dQ_2}{dt} = \dfrac{Q - 2Q_2}{RC}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 3.13.
Para la configuración del Problema 3.12, la carga $Q_2(t)$ en función del tiempo es:

a) $Q_2(t) = Q\Big(1 - e^{-t/RC}\Big)$

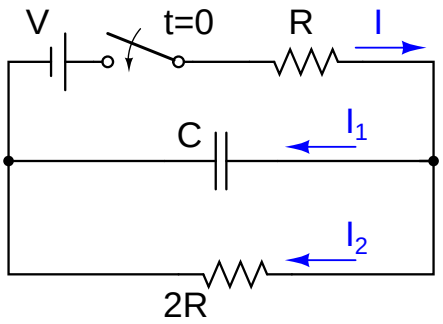
b) $Q_2(t) = Q\Big(1 - e^{-2t/RC}\Big)$

c) $Q_2(t) = \dfrac{Q}{2}\Big(1 - e^{-2t/RC}\Big)$

d) $Q_2(t) = \dfrac{Q}{2}\Big(1 - e^{-t/RC}\Big)$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 3.14.
Considere el circuito de la figura, el cual cuenta con dos resistencias (R y $2R$) y un condensador de capacitancia C inicialmente descargado.



La corriente a través de la batería inmediatamente después de cerrar el interruptor, I_0, es:

a) $I_0 = \dfrac{V}{R}$

b) $I_0 = \dfrac{V}{3R}$

c) $I_0 = \dfrac{3V}{2R}$

d) $I_0 = \dfrac{2V}{3R}$

e) Ninguna de las otras alternativas

Problema 3.15.
Considere el circuito del Problema 3.14. La corriente a través de la batería después de un tiempo MUY largo, I_∞, es:

a) $I_\infty = \dfrac{V}{R}$

b) $I_\infty = \dfrac{3V}{2R}$

c) $I_\infty = \dfrac{3V}{R}$

d) $I_\infty = \dfrac{2V}{3R}$

e) Ninguna de las otras alternativas

Problema 3.16.
Considere el circuito del Problema 3.14. La corriente en función del tiempo que pasa por el condensador, $I_C(t)$, es:

a) $I_C(t) = \dfrac{V}{2R}\, e^{-3t/(4RC)}$

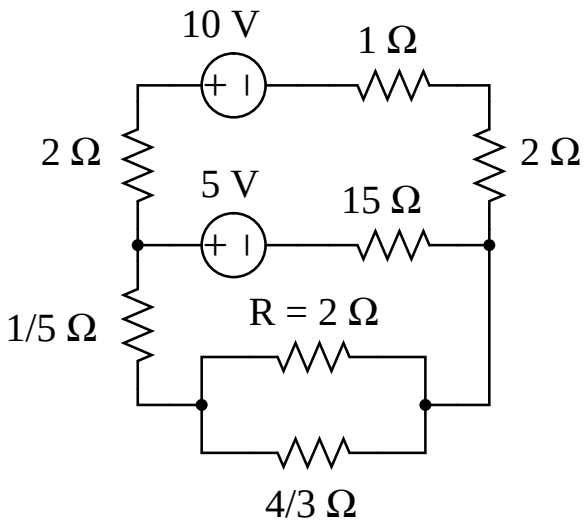
b) $I_C(t) = \dfrac{V}{R}\, e^{-3t/(4RC)}$

c) $I_C(t) = \dfrac{V}{R}\, e^{-3t/(2RC)}$

d) $I_C(t) = \dfrac{2V}{3R}\, e^{-2t/(3RC)}$

e) $I_C(t) = \dfrac{V}{2R}\, e^{-4t/(3RC)}$

Problema 3.17.
Para el siguiente circuito, calcule la potencia disipada en la resistencia R:



a) $P = 0.957\,\mathrm{W}$

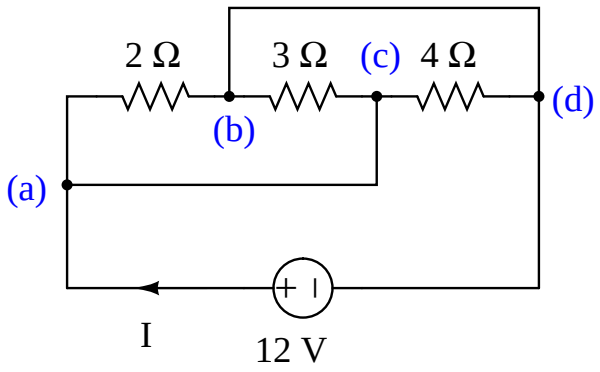
b) $P = 1.500\,\mathrm{W}$

c) $P = 2.000\,\mathrm{W}$

d) $P = 1.086\,\mathrm{W}$

e) $P = 0.840\,\mathrm{W}$

Problema 3.18.
Determine la corriente I del siguiente circuito:



a) $I = 0.9\,\text{A}$

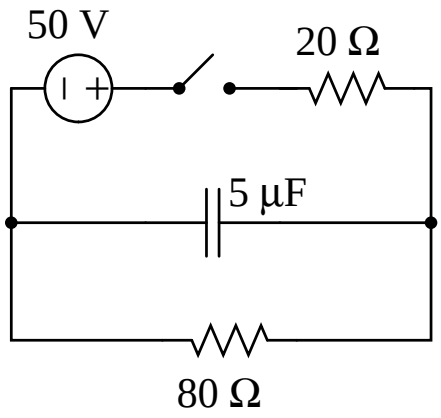
b) $I = 12\,\text{A}$

c) $I = 13\,\text{A}$

d) $I = 1.1\,\text{A}$

e) $I = 1.0\,\text{A}$

Problema 3.19.
El siguiente circuito tiene el capacitor inicialmente descargado. En $t = 0$, el interruptor se cierra. ¿Cuál es la corriente que atraviesa la batería inmediatamente después de cerrar el interruptor (I_0) y después de que el interruptor ha estado cerrado un largo tiempo (I_∞)?



a) $I_0 = 2.5\,\text{A},\ I_\infty = 0.5\,\text{A}$

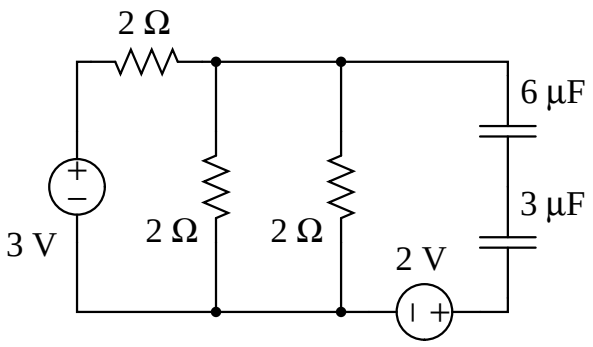
b) $I_0 = 0.5\,\text{A},\ I_\infty = 0.625\,\text{A}$

c) $I_0 = 0\,\text{A},\ I_\infty = 0.5\,\text{A}$

d) $I_0 = 0.5\,\text{A},\ I_\infty = 2.5\,\text{A}$

e) $I_0 = 2.5\,\text{A},\ I_\infty = 0\,\text{A}$

Problema 3.20.
Considere el siguiente circuito, donde los capacitores están totalmente cargados. ¿Cuál es la energía almacenada en el capacitor de 3 μF?



a) 0.52×10^{-6} J

b) 0.67×10^{-6} J

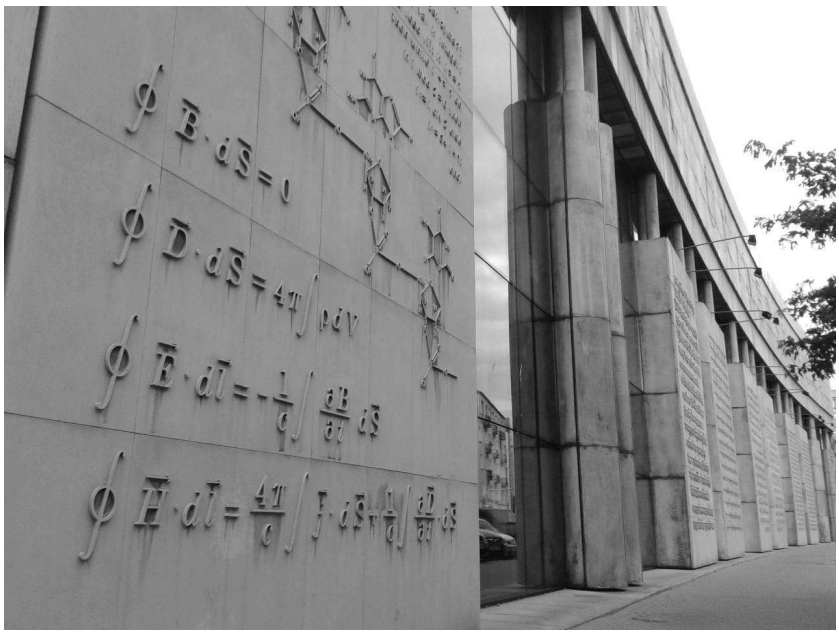
c) 0.55×10^{-3} J

d) 0.65×10^{-3} J

e) 0.61×10^{-3} J

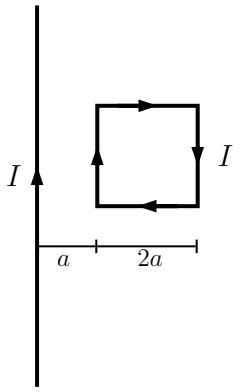
4

Magnetostática



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 4.1.
Se tiene una espira cuadrada, de lado $2a$, por la cual fluye una corriente I. A una distancia a de la espira se encuentra un alambre MUY largo por el que fluye también una corriente I (ver figura). Entonces, la magnitud de la fuerza que la espira ejerce sobre el alambre es:



a) $\dfrac{\mu_0 I^2}{3\pi}$

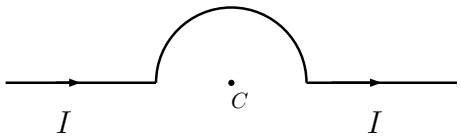
b) $\dfrac{2\mu_0 I^2}{3\pi}$

c) $\dfrac{\mu_0 I^2}{2\pi}$

d) $\dfrac{3\mu_0 I^2}{2\pi}$

e) Ninguna de las otras alternativas

Problema 4.2.
En el alambre de la figura, el radio de la semi circunferencia es r, y las dos ramas rectas se extienden hasta el infinito. Por el alambre circula una corriente I. En tal caso, el módulo y dirección del campo magnético en el centro C es:



a) $\dfrac{\mu_0 I}{4r}$ entrando en el papel

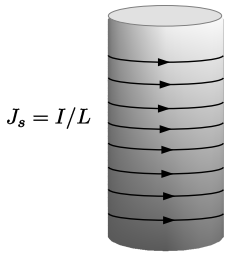
b) $\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}$ entrando en el papel

c) $\dfrac{\mu_0 I}{2r}$ entrando en el papel

d) $\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}$ saliendo del papel

e) $\dfrac{\mu_0 I}{2r}$ saliendo del papel

Problema 4.3.
Por la superficie de un cascarón cilíndrico de largo L y radio $R \ll L$ circula una corriente de densidad lineal J_s, como se muestra en la figura. El campo magnético en el eje del cilindro es:



a) $\mu_0 J_s/L$

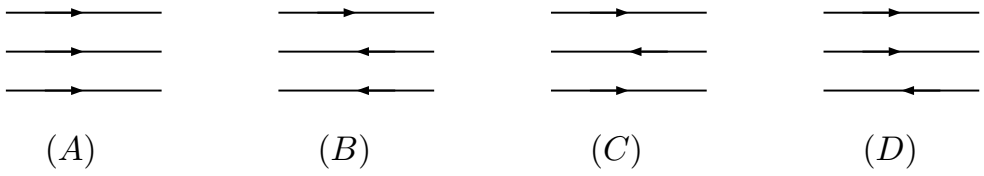
b) $\mu_0 J_s/2$

c) $\mu_0 J_s L$

d) $\mu_0 J_s$

e) $\pi R^2 \mu_0 J_s/L$

Problema 4.4.
Tres alambres rectos están dispuestos en forma paralela como se muestra en la figura. Los alambres están separados una distancia d uno de otro, y por los tres circula la misma corriente I. Los alambres están limitados a moverse en el plano. El del centro se encuentra en equilibrio estable si las corrientes tienen el siguiente sentido:



a) Caso (A)

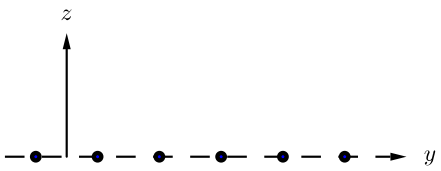
b) Caso (B)

c) Caso (C)

d) Caso (D)

e) Nunca se encuentra en equilibrio

Problema 4.5.
Considere un conductor plano, de espesor despreciable, ubicado en el plano XY. Por este plano circula una densidad de corriente lineal $J_0\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$ como se muestra en la figura. El campo magnético en la región $z > 0$ es:



Eje X sale del plano

a) $-(\mu_0 J_0/2)\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$

b) $+(\mu_0 J_0/2)\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$

c) $-\mu_0 J_0\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

d) $+\mu_0 J_0\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

e) $-2\mu_0 J_0\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$

Problema 4.6.
Considere un cilindro sólido, de radio a y MUY largo, por el cual circula una densidad de corriente con simetría cilíndrica $\vec{J}(r) = (1 - r^2/a^2)J_0\,\hat{\boldsymbol{k}}$ paralela al eje Z. El módulo del campo magnético en $r > a$ es:

a) $\dfrac{\mu_0 a^2 J_0}{2r}$

b) $\dfrac{\mu_0 a^2 J_0}{4r}$

c) $0\,\mathrm{T}$

d) $\dfrac{\mu_0 a^2 J_0}{2}$

e) $\dfrac{\mu_0 r^2 J_0}{4a}$

Problema 4.7.
En la misma situación del Problema 4.6, el campo magnético en $r < a$ tiene magnitud:

a) $\dfrac{\mu_0 J_0 r}{2}\left(1 - \dfrac{r^2}{a^2}\right)$

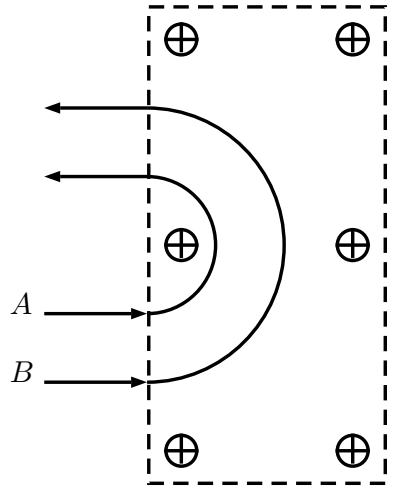
b) $\dfrac{\mu_0 J_0 r}{2}$

c) $\frac{\mu_0 J_0 r}{2}\left(1+\frac{r^2}{a^2}\right)$

d) $\frac{\mu_0 J_0 r}{2}\left(1+\frac{r^2}{2a^2}\right)$

e) $\frac{\mu_0 J_0 r}{2}\left(1-\frac{r^2}{2a^2}\right)$

Problema 4.8.
Dos protones entran con velocidades de distinta magnitud a una zona con campo magnético uniforme, como muestra la figura.



¿Qué protón es el más veloz?

a) A es más veloz que B

b) B es más veloz que A

c) A y B son igualmente veloces

d) No se puede decidir porque A y B cambian su rapidez en el campo magnético

e) No se puede decidir porque lo observado no tiene que ver con rapidez

Problema 4.9.
En el experimento de Problema 4.8, si ambos protones entran a la zona con campo magnético al mismo tiempo, ¿cuál va a salir de esta zona primero?

a) A sale primero

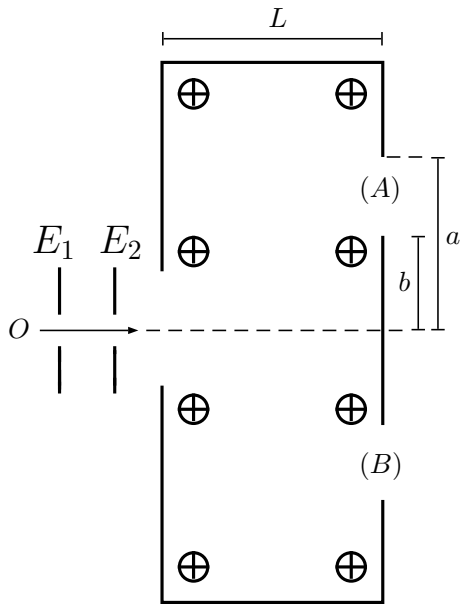
b) B sale primero

c) Ni A ni B salen porque hacen vueltas circulares

d) A y B salen al mismo tiempo

e) No se puede decidir

Problema 4.10.
Un portador de carga está siendo acelerado desde el reposo, en la posición O, por dos electrodos E_1 y E_2 con un voltaje (diferencia de potencial) U. Después, entra a una zona con campo magnético uniforme $\vec{B}$ (ver figura). Hay dos aperturas simétricas A y B.



Si el portador de carga es un electrón, ¿qué polaridad deben tener los electrodos? ¿por cuál apertura puede salir el electrón?

a) E_1 negativo, E_2 positivo, salida por apertura B

b) E_1 positivo, E_2 negativo, salida por apertura B

c) E_1 positivo, E_2 negativo, salida por apertura A

d) E_1 negativo, E_2 positivo, salida por apertura A

e) No puede salir

Problema 4.11.
Considerando la configuración del Problema 4.10, si el portador de carga es un protón, ¿en qué rango de voltaje U el protón pasa por una de las aperturas, A o B?

a) $\dfrac{B^2qb^2}{8m} < U < \dfrac{B^2qa^2}{8m}$

b) $\dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{L^2}{2a}\right)^2 < U < \dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{L^2}{2b}\right)^2$

c) $\dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{b^2+L^2}{2L}\right)^2 < U < \dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{a^2+L^2}{2L}\right)^2$

d) $\dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{a^2+L^2}{2a}\right)^2 < U < \dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{b^2+L^2}{2b}\right)^2$

e) $\dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{ab+L^2}{2a}\right)^2 < U < \dfrac{B^2q}{2m}\left(\dfrac{ab+L^2}{2b}\right)^2$

Problema 4.12.
Un electrón (carga $q = -e$) pasa dentro de una zona con campo magnético uniforme $\vec{B}$, describiendo una trayectoria en forma de arco y con distancia recorrida L. ¿Cuánto aumenta su energía cinética?

a) 0 J

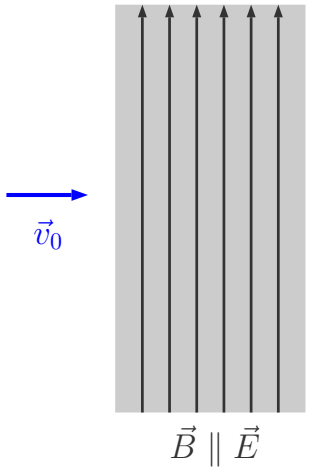
b) $+eBL$

c) $-eBL$

d) $+eBL/2$

e) $-\dfrac{eBL}{\sqrt{2}}$

Problema 4.13.
Un portador de carga q y masa m entra a una zona con campo magnético B y campo eléctrico E paralelos e uniformes, y después sale de ella (ver figura). La velocidad inicial es ortogonal a los campos. ¿Cuánto cambia la energía cinética del electrón en este recorrido?



a) 0 J

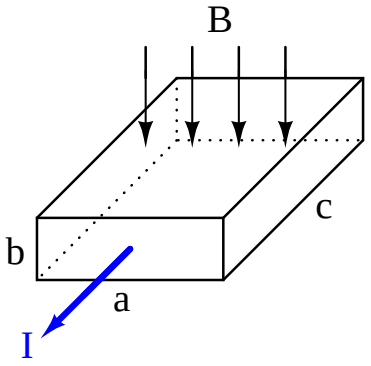
b) $-\dfrac{m}{2}\left(\pi\dfrac{E}{B}\right)^2$

c) $+\frac{m}{2}\left(\pi\frac{E}{B}\right)^2$

d) $+2m\left(\pi\frac{E}{B}\right)^2$

e) $-2m\left(\pi\frac{E}{B}\right)^2$

Problema 4.14.
El Sodio, en particular, es un conductor donde la teoría clásica del efecto Hall nos da resultados aproximadamente correctos. Considere un segmento conductor de sodio de espesor $b = 1\,\text{mm}$ y anchura $a = 2\,\text{mm}$, como se muestra en la figura. El conductor porta una corriente constante de $I = -1\,\text{A}$ y está colocado en un campo magnético uniforme de $B = 1\,\text{T}$ perpendicular al plano $a - c$. En consecuencia, se produce un voltaje Hall de $-0.25\,\mu\text{V}$. Determine la concentración de los electrones libres en el sodio, recordando que $e = -1.6 \times 10^{-19}\,\text{C}$.



a) $n = 2.00 \times 10^{28}\,\text{m}^{-3}$

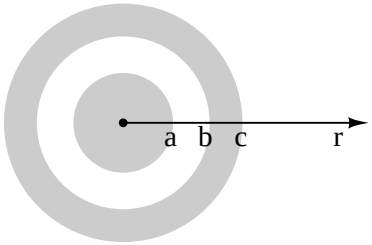
b) $n = 2.00 \times 10^{-28}\,\text{m}^{-3}$

c) $n = 1.25 \times 10^{28}\,\text{m}^{-3}$

d) $n = 2.50 \times 10^{28}\,\text{m}^{-3}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.15.
Por un cable coaxial MUY largo circula una corriente I con densidad constante en cada conductor. La corriente entra por el conductor interno y regresa por el externo. Ambos cables están separados por un material aislante de permeabilidad μ_0. Determine el campo magnético en un punto $b < r < c$ del eje $\hat{\boldsymbol{\rho}}$ según indica la figura.



a) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(-1+\dfrac{r^2-b^2}{c^2-b^2}\right)$

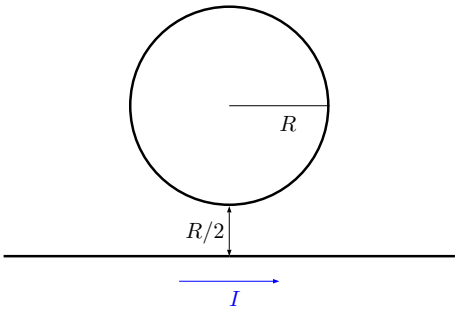
b) $0\,\mathrm{T}$

c) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

d) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(-1+\dfrac{r^2+b^2}{c^2+b^2}\right)$

e) $\dfrac{\mu_0 I(b-a)}{2\pi r}$

Problema 4.16.
Una espira circular de radio $R = 0.5\,\mathrm{cm}$ es colocada cerca a un alambre recto y MUY largo, según indica la figura. Una corriente estacionaria $I = 2\,\mathrm{A}$ va de izquierda a derecha por el alambre recto. Si en la espira circular también hay una corriente estacionaria I_{esp}, ¿cuál debe ser su magnitud para que el campo magnético neto sea cero en el centro de la espira?



a) $0.42\,\mathrm{A}$

b) $0.15\,\mathrm{A}$

c) $2.00\,\mathrm{A}$

d) $2.54\,\mathrm{A}$

e) $0.31\,\mathrm{A}$

Problema 4.17.
Una esfera de radio R está cargada uniformemente con una densidad volumétrica de carga ρ constante. La esfera rota en torno a uno de sus diámetros con velocidad constante $\vec{\omega} = \omega\,\hat{\boldsymbol{k}}$. Encuentre el campo magnético en el centro de la esfera.

a) $\vec{B}(0) = -\dfrac{\mu_0 \rho R^2}{3}\vec{\omega}$

b) $\vec{B}(0) = -\dfrac{2\mu_0 \rho R^2}{3}\vec{\omega}$

c) $\vec{B}(0) = \dfrac{\mu_0 \rho R^2}{3}\vec{\omega}$

d) $\vec{B}(0) = \dfrac{2\mu_0 \rho R^2}{3}\vec{\omega}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.18.
Un cable recto MUY largo, colocado a lo largo del eje Z, lleva una corriente I en la dirección positiva de z. Se coloca un dipolo magnético $\vec{m} = m_0\,\hat{\boldsymbol{j}}$ en el eje X, a una distancia x_p del alambre. El torque sobre $\vec{m}$ es:

a) $\vec{\tau} = \vec{0}$

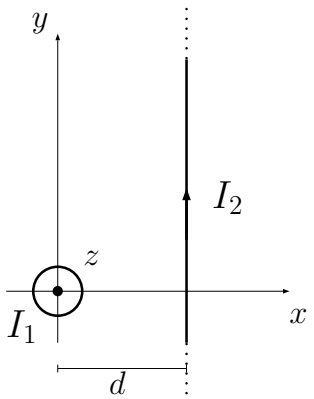
b) $\vec{\tau} = \dfrac{m_0 I}{2\pi x_p}\,\hat{\boldsymbol{k}}$

c) $\vec{\tau} = \dfrac{m_0 I}{2\pi x_p}\,\hat{\boldsymbol{i}}$

d) $\vec{\tau} = \dfrac{m_0 I}{2\pi x_p}\,\hat{\boldsymbol{j}}$

e) $\vec{\tau} = -\dfrac{m_0 I}{2\pi x_p}\,\hat{\boldsymbol{i}}$

Problema 4.19.
Un alambre infinito con corriente I_1, en el sentido del eje Z, coincide con dicho eje. Otro alambre infinito, con corriente I_2, se encuentra en el plano XY a una distancia d constante del eje Y, como indica la figura. Entonces, la fuerza por unidad de largo de I_1 sobre I_2 es:



a) $\dfrac{d\vec{F}}{dy} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi} \dfrac{y}{d^2+y^2}\,\hat{\boldsymbol{k}}$

b) $\dfrac{d\vec{F}}{dy} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi} \dfrac{d}{d^2+y^2}\,\hat{\boldsymbol{k}}$

c) $\dfrac{d\vec{F}}{dy} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \dfrac{d}{d^2+y^2}\,\hat{\boldsymbol{k}}$

d) $\dfrac{d\vec{F}}{dy} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \dfrac{y}{d^2+y^2}\,\hat{\boldsymbol{k}}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.20.
Se tiene un cascarón semi-esférico (sin tapa) de radio R a través del cual fluye un campo magnético $\vec{B} = B_0\left(\hat{\boldsymbol{\imath}} + \dfrac{1}{2}\hat{\boldsymbol{\jmath}}\right)$. Entonces, el flujo magnético a través del cascarón es:

a) $\Phi_B = \dfrac{2\pi R^2}{3} B_0$

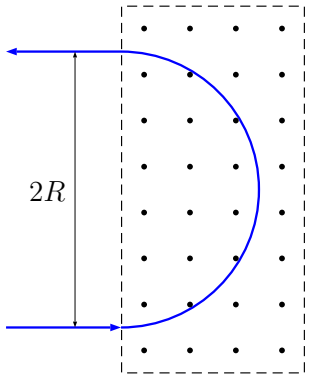
b) $\Phi_B = 2\pi R^2 B_0$

c) $\Phi_B = 0$

d) $\Phi_B = \dfrac{\pi R^2}{2} B_0$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.21.
Se realiza un experimento con rayos de partículas cargadas que inciden en un campo magnético uniforme de magnitud $B = 0.5\,\mathrm{T}$ (ver figura). Se sabe que las partículas inciden con una velocidad de $v = 0.5 \times 10^6\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Suponga que, al entrar a la zona de campo magnético no nulo, las partículas describen una órbita semi-circular de radio $R = 1.5\,\mathrm{m}$. Despreciando efectos de la gravedad, podemos deducir que la razón carga/masa es:



a) $q/m = 2/3 \times 10^6\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$

b) $q/m = 3/4 \times 10^6\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$

c) $q/m = -2/3 \times 10^6\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$

d) $q/m = -3/4 \times 10^6\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.22.
Un anillo de radio R y carga Q está rotando con velocidad angular ω en torno al eje Z. La magnitud del campo magnético en el eje Z, en un punto MUY lejano del anillo ($z \ll R$), puede ser aproximado por:

a) $\dfrac{\mu_0 Q\omega R^2}{4\pi z^3}$

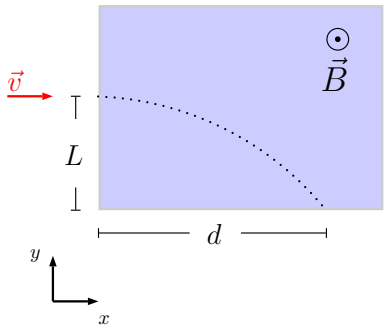
b) $\dfrac{\mu_0 Q\omega R}{4\pi z^2}$

c) $\dfrac{\mu_0 Q\omega R^2}{8\pi z^3}$

d) $\dfrac{\mu_0 Q\omega R}{8\pi z^2}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.23.
Una partícula de carga $q > 0$ y masa m ingresa con velocidad $\vec{v} = v\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$ a una región con un campo magnético $\vec{B}$ constante, como indica la figura. ¿A qué distancia d, del plano de entrada, es detectada la partícula?



a) $d = \sqrt{\dfrac{mvL}{qB}}$

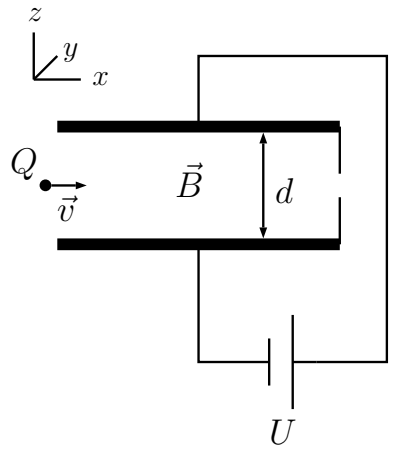
b) $d = \sqrt{\dfrac{mvL}{qB} - L^2}$

c) $d = \dfrac{mv}{qB}$

d) $d = \sqrt{\dfrac{2mvL}{qB} - L^2}$

e) $d = L$

Problema 4.24.
Una carga $Q > 0$ entra con posición inicial $\vec{r}(0) = \vec{0}$ y velocidad $\vec{v}(0) = v_0\,\boldsymbol{\hat{\imath}}$ en un espacio entre dos placas paralelas (capacitor), que se encuentran a una distancia d, sometidas a una diferencia de potencial U. Además, en el espacio entre las placas hay un campo magnético $\vec{B} = B_x\,\boldsymbol{\hat{\imath}} + B_y\,\boldsymbol{\hat{\jmath}}$. Asumiendo que el campo eléctrico en el capacitor es constante, ¿con qué velocidad v_0 tiene que entrar la partícula para que salga en línea recta por la abertura indicada en el lado derecho de la figura?



a) $v_0 = \dfrac{U}{B_x\,d}$

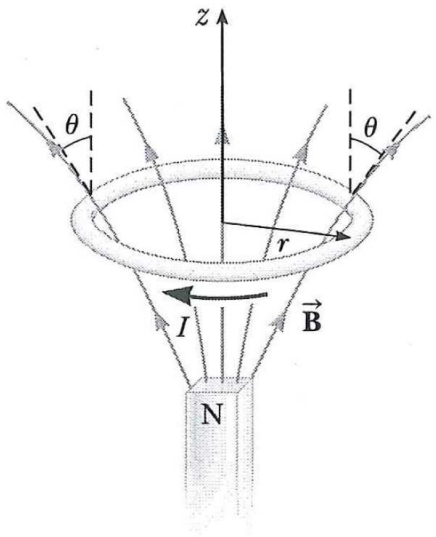
b) $v_0 = \dfrac{U}{\sqrt{{B_x}^2 + {B_y}^2}\,d}$

c) $v_0 = \dfrac{U}{B_y\,d}$

d) $v_0 = \dfrac{U}{\sqrt{{B_x}^2 - {B_y}^2}\,d}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.25.
La fuerza total sobre la espira de la figura es:



a) $\vec{F} = 2\pi r I B \sin\theta\, \hat{\boldsymbol{k}}$

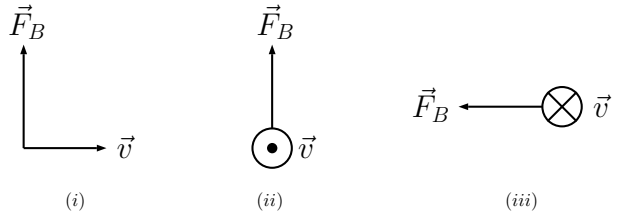
b) $\vec{F} = 2\pi r I B \cos\theta\, \hat{\boldsymbol{\rho}}$

c) $\vec{F} = -2\pi r I B \sin\theta\, \hat{\boldsymbol{\rho}}$

d) $\vec{F} = -2\pi r I B \sin\theta\, \hat{\boldsymbol{k}}$

e) $\vec{F} = \pi r I B \sin\theta\, \hat{\boldsymbol{k}}$

Problema 4.26.
La figura muestra la velocidad de una carga puntual **negativa** y la fuerza magnética que actúa sobre esta. La dirección del campo magnético en las distintas situaciones es:



a) (i) hacia abajo, (ii) entra en la página, (iii) sale de la página

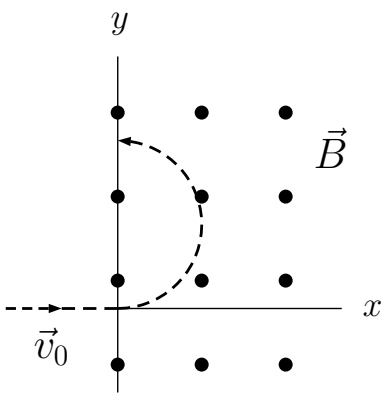
b) (i) hacia la derecha, (ii) hacia abajo, (iii) hacia arriba

c) (i) entra en la página, (ii) hacia la derecha, (iii) hacia abajo

d) (i) sale de la página, (ii) hacia la izquierda, (iii) hacia arriba

e) (i) entra en la página, (ii) hacia la izquierda, (iii) hacia abajo

Problema 4.27.
Una partícula de carga $q = 2\,\mathrm{C}$ y masa $M = 1\,\mathrm{kg}$ se mueve en el plano XY. En $t = 0$, la partícula se encuentra en el punto $\vec{r}_0 = (-1, 0, 0)\,\mathrm{m}$ y su velocidad es $\vec{v}_0 = (0.5, 0, 0)\,\mathrm{m/s}$. En la región $x > 0$ hay un campo magnético uniforme $\vec{B} = (0, 0, B)$, donde $B = 0.5\,(\mathrm{N\,s})/(\mathrm{C\,m})$, como se muestra la figura. ¿En qué instante, aproximadamente, la partícula sale de la región donde hay campo magnético?



a) 6.3 s

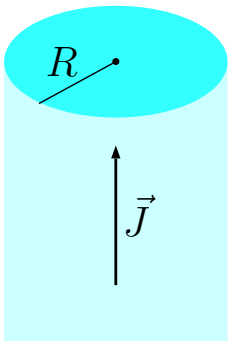
b) 1.0 s

c) 7.1 s

d) 8.3 s

e) 5.1 s

Problema 4.28.
Calcule la magnitud del campo magnético creado por el cilindro infinito de la figura, si este porta una densidad de corriente $\vec{J} = J_0 \dfrac{R}{r}\,\hat{\boldsymbol{k}}$ en coordenadas cilíndricas.



a) $B(r < R) = \mu_0 J_0 R$ y $B(r > R) = \dfrac{\mu_0 J_0 R^2}{r}$

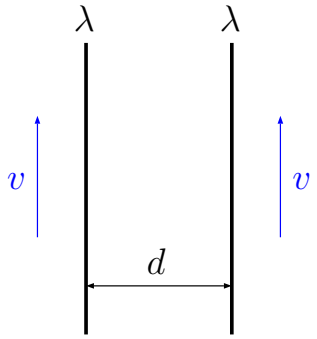
b) $B(r < R) = \mu_0 J_0 r$ y $B(r > R) = \dfrac{\mu_0 J_0 r^2}{R}$

c) $B(r < R) = \dfrac{\mu_0 J_0 R^2}{r}$ y $B(r > R) = \mu_0 J_0 R$

d) $B(r < R) = 2\pi\mu_0 J_0 R$ y $B(r > R) = \dfrac{2\pi\mu_0 J_0 R^2}{r}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 4.29.
Considere un par de hilos no conductores paralelos, separados a una distancia d y MUY largos ($L \gg d$). Ambos poseen una carga distribuida uniformemente con densidad λ. ¿Cuál debe ser la velocidad v (medida en un sistema inercial) de los hilos para que la fuerza magnética anule la fuerza eléctrica entre ellos? Recuerde que $c = (\mu_0\varepsilon_0)^{-1/2} \approx 3 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$ es la velocidad de la luz.



a) $v = 10^8\,\mathrm{m/s}$

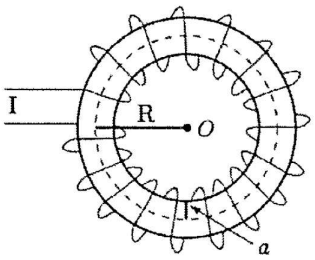
b) $v = 2 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$

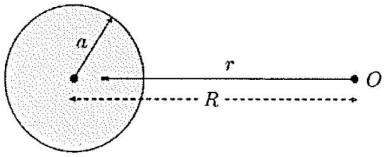
c) $v = 4 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$

d) $v = 6 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$

e) $v = 3 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$

Problema 4.30.
Un cable con N vueltas y corriente I enrolla un *donut* de radios R y $a < R$ como muestra la figura. ¿Cuánto vale el módulo del campo magnético en cualquier punto del plano del *donut* (punto r de la figura)?





a) $\|\vec{B}\| = 0$

b) $\|\vec{B}\| = \dfrac{\mu_0 NI}{\pi r}$

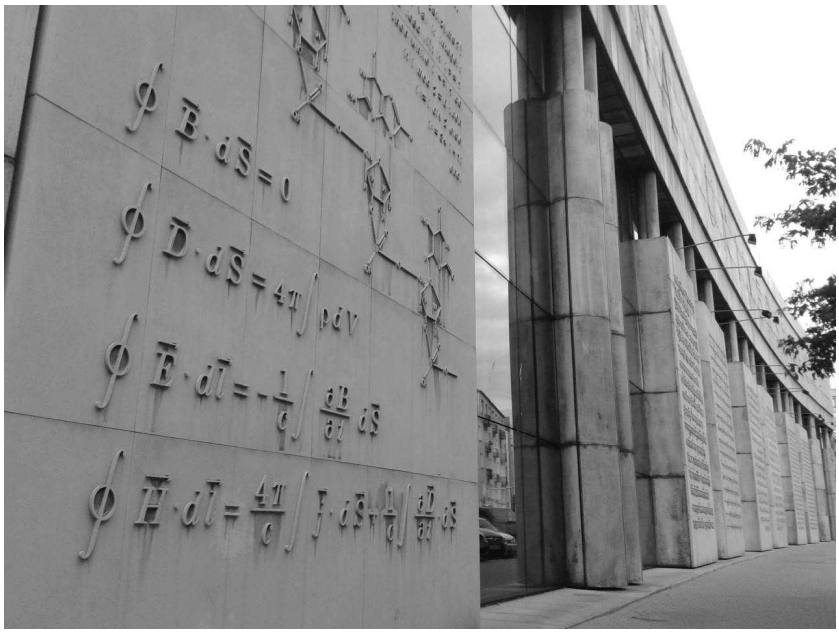
c) $\|\vec{B}\| = \dfrac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

d) $\|\vec{B}\| = \dfrac{\mu_0 NI}{4\pi r}$

e) Ninguna de las anteriores

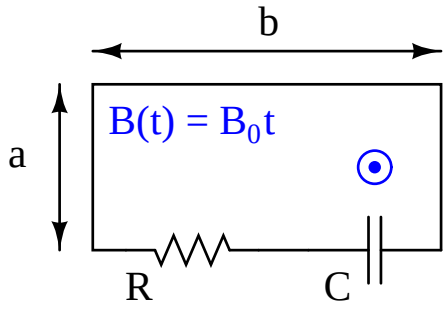
5

Inductancias y flujo magnético



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 5.1.
Asumiendo que en un tiempo $t = 0$ el condensador se encuentra descargado y que $B_0 > 0$ (el campo sale de la página), la corriente que circula por el circuito de la figura es, como función del tiempo,



a) $I(t) = \dfrac{B_0 ab}{R}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$ en sentido anti-horario

b) $I(t) = \dfrac{B_0 ab}{R} e^{-t/RC}$ en sentido horario

c) $I(t) = \dfrac{B_0 ab}{R} e^{-t/RC}$ en sentido anti-horario

d) $I(t) = \dfrac{B_0 ab}{R}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$ en sentido horario

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.2.
Considere una espira circular de radio $r = 0.2\,\mathrm{m}$, masa $M = 3\,\mathrm{kg}$ y resistencia $R = 4\pi\,\Omega$ que se mueve con velocidad $\vec{v} = -v(t)\,\hat{\boldsymbol{k}}$, $v(t) > 0$, en presencia de un campo magnético no uniforme dado por $B_z = 100z\,\mathrm{T}$. Suponga que el plano de la espira siempre es perpendicular a la dirección de movimiento. ¿Cuál es la magnitud de la corriente inducida en la espira en $t = t_0$ si la velocidad en dicho instante es $v(t_0) = 5\,\mathrm{m/s}$?

a) $I(t_0) = 1\,\mathrm{A}$

b) $I(t_0) = 5\,\mathrm{A}$

c) $I(t_0) = 2\,\mathrm{A}$

d) $I(t_0) = 15\,\mathrm{A}$

e) $I(t_0) = 20\,\mathrm{A}$

Problema 5.3.
Considere dos espiras planas circulares concéntricas de radios a y b, respectivamente, con $a \ll b$. Suponga que la inductancia mutua entre ellas es M. ¿Cuál sería la inductancia mutua entre ellas si tuviesen radios $2a$ y $2b$ respectivamente?

a) $M/4$

b) $M/2$

c) M

d) $2M$

e) $4M$

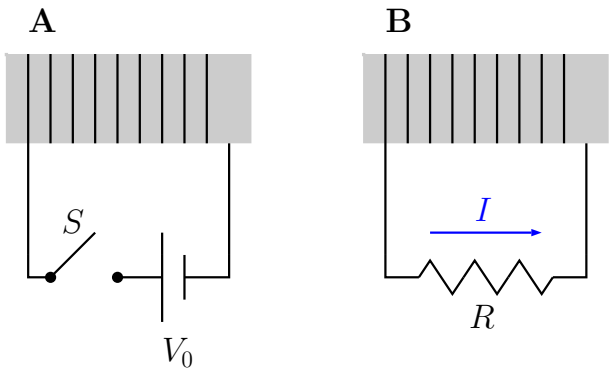
Problema 5.4.
Considere las dos bobinas de la figura. Suponga que con ellas se hacen los siguientes experimentos independientes entre sí:

I. *El interruptor S está cerrado y se abre*

II. *El interruptor S está abierto y se cierra*

III. *Con el interruptor cerrado, A se acerca a B*

IV. *Con el interruptor cerrado, A de aleja de B*



De los cuatro experimentos anteriores, la corriente I por la resistencia R circulará en el sentido dibujado:

a) Solamente en el experimento III

b) Solamente en el experimento II

c) Solamente en el experimento I

d) En los experimentos I y IV

e) En los experimentos II y III

Problema 5.5.
Con un alambre de largo $d = 2\pi a$ se forma una espira circular de radio a cuya autoinductancia resulta ser L_1. Con un alambre de largo $d = 4\pi a$ se forma un circuito que consiste en dos vueltas muy juntas para formar una espira, también de radio a. La autoinductancia L_2 de este circuito de dos vueltas es:

a) $L_2 = L_1/2$

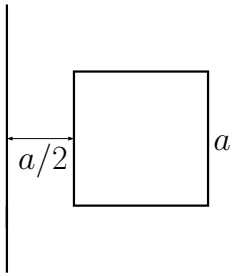
b) $L_2 = L_1$

c) $L_2 = 2L_1$

d) $L_2 = 4L_1$

e) $L_2 = L_1/4$

Problema 5.6.
La inductancia mutua entre una espira cuadrada de lado a y un alambre recto MUY largo ubicado a distancia $a/2$ en el plano de la espira es:



a) $M = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi} \ln(3)$

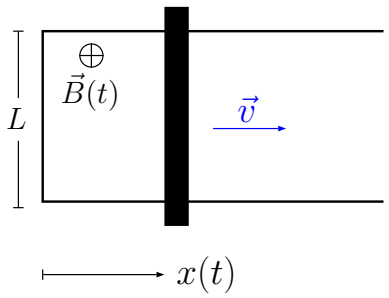
b) $M = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi} \ln(2)$

c) $M = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi} \ln(3/2)$

d) $M = \dfrac{\mu_0 a^2}{2\pi} \ln(3/2)$

e) $M = \dfrac{\mu_0 a^2}{2\pi} \ln(1/2)$

Problema 5.7.
Considere una barra conductora, de largo L, que se mueve con velocidad una $\vec{v} = v\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$ constante, como indica la figura. El sistema se encuentra en presencia de un campo magnético $\vec{B}(t) = -B_0\, e^{-\lambda t}\, \hat{\boldsymbol{k}}$ apuntando hacia el papel. Si la barra inicialmente (en $t = 0$) se encontraba en la posición $x = 0$, el voltaje inducido es:



a) $B(t)Lv$

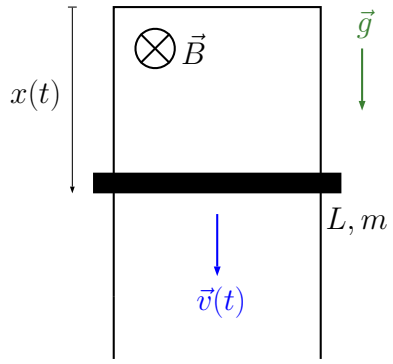
b) $B(t)Lv(\lambda t - 1)$

c) $\dfrac{B(t)Lv}{\lambda t - 1}$

d) $B(t)Lv\lambda t$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.8.
Considere una barra conductora de largo L, masa m y resistencia R. Dicha barra cae, por acción de la gravedad, por dos rieles conductores de resistencia despreciable (ver figura) a un rapidez $v(t)$. El sistema se encuentra en presencia de un campo magnético uniforme $\vec{B}$ apuntando hacia el papel. Con estos datos, se puede afirmar que la magnitud de la corriente inducida en el circuito es:



a) BvL

b) $\dfrac{BvL}{2R}$

c) $2BvL$

d) $2\dfrac{BvL}{R}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.9.
Considere la situación descrita en el Problema 5.8. La fuerza neta sobre la barra está dada por:

a) $\vec{F} = \left(mg - \dfrac{(BL)^2 v}{R}\right)\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

b) $\vec{F} = mg\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

c) $\vec{F} = \left(mg - \dfrac{BLv}{R}\right)\,\hat{\boldsymbol{\imath}}$

d) $\vec{F} = (mg - (BL)^2 v)\ \hat{\boldsymbol{\imath}}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.10.
Considere el sistema del Problema 5.8. Después de MUCHO tiempo, la barra alcanzará una velocidad terminal constante cuya magnitud está dada por:

a) $\dfrac{mg - BLR}{BL}$

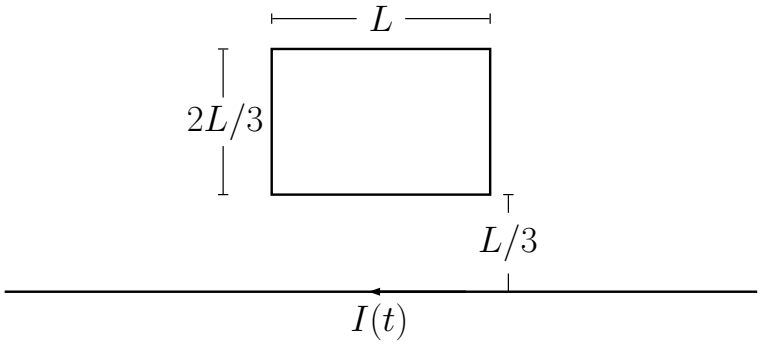
b) $\dfrac{mgR}{BL}$

c) $\dfrac{mgR - BL/R}{BL}$

d) $\dfrac{mgR}{(BL)^2}$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.11.
Se tiene un alambre recto MUY largo, por el cual fluye una corriente $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$. Entonces, la magnitud del voltaje inducido en la espira (cuyas dimensiones se indican en la figura) es:



a) $\varepsilon_{ind} = \dfrac{\mu_0 I_0 \omega L}{2\pi} \sin(\omega t)$

b) $\varepsilon_{ind} = \dfrac{\mu_0 I_0 \omega L}{2\pi} \ln(2) \sin(\omega t)$

c) $\varepsilon_{ind} = \dfrac{\mu_0 I_0 \omega L}{4\pi} \ln(3) \sin(\omega t)$

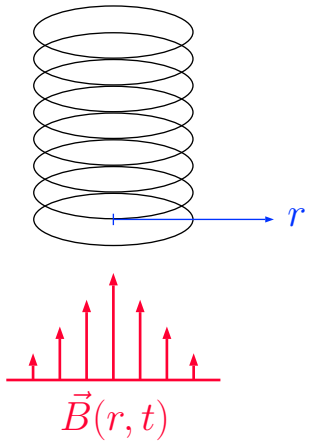
d) $\varepsilon_{ind} = \dfrac{\mu_0 I_0 \omega L}{\pi} \ln(2) \sin(\omega t)$

e) $\varepsilon_{ind} = \dfrac{\mu_0 I_0 \omega L}{2\pi} \ln(3) \sin(\omega t)$

Problema 5.12.
Una bobina circular de N vueltas y radio R es ubicada sobre un campo magnético externo. El campo es oscilatorio, y su magnitud viene dada por:

$$B(r,t) = B_0\left(1 - \frac{r}{2R}\right)\cos(\omega t)$$

donde r es la dirección radial medida desde es centro de la bobina. Si el campo es dirigido perpendicularmente al plano de la bobina, ¿cuál es el voltaje inducido en ella?



a) $\frac{2}{3}\pi\omega N R^2 B_0 \sin(\omega t)$

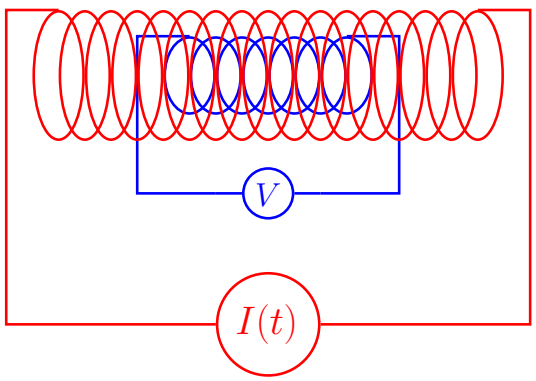
b) $\omega N R^2 B_0 \sin(\omega t)$

c) $NB_0\left(1 - \frac{r}{2R}\right)\omega R^2 \sin(\omega t)$

d) $NB_0\left(1 - \frac{r}{2R}\right)\omega R^2 \cos(\omega t)$

e) $\pi\omega N R^2 B_0 \sin(\omega t)$

Problema 5.13.
Se tienen dos bobinas largas, de largos L_1 y L_2 ($L_2 < L_1$) y áreas transversales A_1 y A_2 ($A_2 < A_1$), ubicadas como muestra la figura. Notar que ambas bobinas NO están conectadas directamente. La bobina 1 está conectada a una fuente de corriente $I(t) = I_0\cos(\omega t)$. La bobina 2, que está al interior de la bobina 1, se conecta a un voltímetro V. Si las bobinas tienen N_1 y N_2 vueltas, respectivamente, ¿cuál es el voltaje, en función del tiempo, medido por V?



a) $V = \dfrac{\mu_0 A_2 N_1 I_0 \omega}{L_1} \sin(\omega t)$

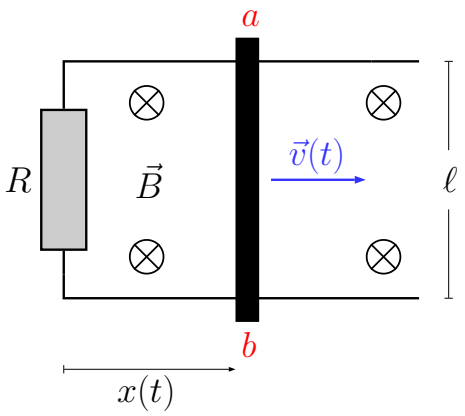
b) $V = \dfrac{\mu_0 A_2 N_1 N_2 I_0 \omega}{L_1} \sin(\omega t)$

c) $V = -\dfrac{\mu_0 A_2 N_1 N_2 I_0}{L_1} \cos(\omega t)$

d) $V = -\dfrac{\mu_0 A_2 N_1 I_0}{L_1} \cos(\omega t)$

e) $V = \dfrac{\mu_0 A_1 N_1 N_2 I_0 \omega}{L_1} \sin(\omega t)$

Problema 5.14.
Dos rieles horizontales y paralelos, separados por una distancia ℓ, están conectados por una resistencia R como se muestra en la figura. Suponga que cada uno de los rieles tiene una resistencia λ por unidad de largo. Una barra metálica, $\overline{ab}$, de resistencia despreciable se puede deslizar sin fricción sobre los dos rieles. Existe, además, un campo magnético $\vec{B}$ uniforme, perpendicular al plano, que apunta hacia adentro. Suponga que la barra se mueve hacia la derecha con una velocidad $v(t)$ de tal forma que la corriente I en el circuito permanece constante en el tiempo.



¿Cuál es la magnitud y dirección de la corriente inducida en la barra?

a) $I = \dfrac{B\ell v}{2\lambda x}$ en dirección de b hacia a

b) $I = \dfrac{RB\ell v}{2\lambda x}$ en dirección de b hacia a

c) $I = \dfrac{B\ell v}{2\lambda x}$ en dirección de a hacia b

d) $I = \dfrac{B\ell v}{2\lambda x + R}$ en dirección de b hacia a

e) $I = \dfrac{B\ell v}{2\lambda x + R}$ en dirección de a hacia b

Problema 5.15.
Considere la situación descrita en el Problema 5.14. ¿Cuál es la aceleración de la barra, en función de la distancia x? Aquí, a es la aceleración de la barra.

a) $a = \dfrac{2I^2\lambda(R+2\lambda x)}{B^2\ell^2}$

b) $a = \dfrac{2I\lambda(R+2\lambda x)}{B^2\ell^2}$

c) $a = \dfrac{2I^2\lambda}{B^2\ell^2}$

d) $a = \dfrac{2I^2\lambda(R+\lambda x)}{B^2\ell^2}$

e) $a = \dfrac{2I\lambda(R+\lambda x)}{B^2\ell^2}$

Problema 5.16.
Considere la situación descrita en el Problema 5.14. ¿Cuál es la potencia disipada en el circuito? Aquí, a es la aceleración de la barra.

a) $P = \dfrac{aB^2\ell^2}{\lambda}$

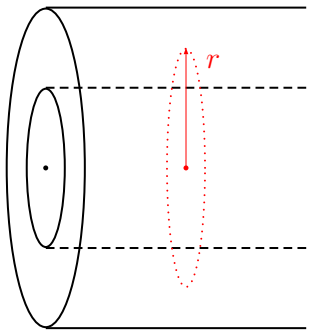
b) $P = \dfrac{aB^2\ell^2}{2\lambda}$

c) $P = \dfrac{aB^2\ell^2}{2\lambda\ell+R}$

d) $P = \dfrac{aB^2\ell^3}{2\lambda}$

e) $P = \dfrac{aB^2\ell^3}{\lambda}$

Problema 5.17.
Un conductor sólido de radio a, está separado por un material aislante de un conductor delgado de radio b, de modo tal que forma un cable coaxial. Los dos conductores son MUY largos y conducen una corriente I en direcciones opuestas. La autoinductancia por unidad de largo del cable coaxial es:



a) $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

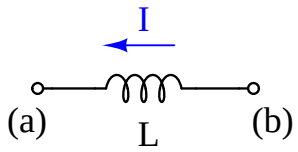
b) $\frac{\mu_0}{4\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

c) $\frac{\mu_0}{3\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

d) $\frac{\mu_0}{\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

e) Ninguna de las anteriores

Problema 5.18.
El inductor de la figura tiene autoinductancia $L = 0.26\,\mathrm{H}$ y lleva una corriente en la dirección indicada. Esta corriente decrece uniformemente en el tiempo, con $\dot{I} = -0.018\,\mathrm{A/s}$. Entonces, el voltaje inducido $V_{ab} = V_a - V_b$ es:



a) $5.12\,\mathrm{mV},\ V_b > V_a$

b) $4.68\,\mathrm{mV},\ V_a > V_b$

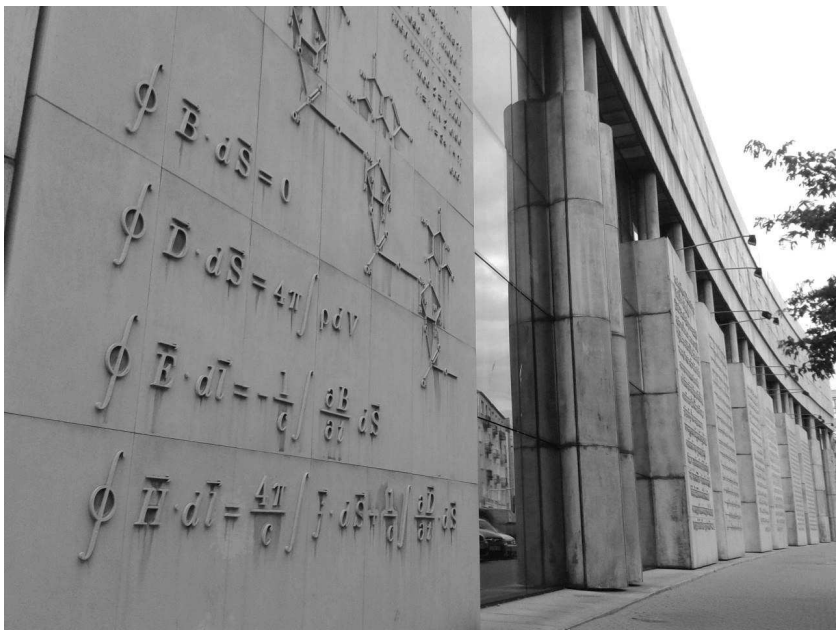
c) $7.52\,\mathrm{mV},\ V_a > V_b$

d) $8.12\,\mathrm{mV},\ V_a > V_b$

e) Ninguna de las anteriores

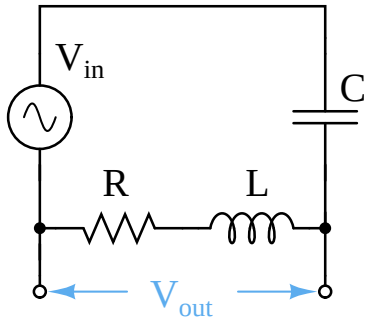
6

Circuitos de corriente alterna y campos variables en el tiempo



Ecuaciones de Maxwell en uno de los muros exteriores de la Universidad de Varsovia

Problema 6.1.
Considere el circuito de la figura con una corriente alterna de frecuencia angular ω. El valor de la razón $|\hat{V}_{out}/\hat{V}_{in}|$ de los respectivos fasores es:



a) $\sqrt{\dfrac{(\omega L)^2}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}$

b) $\sqrt{\dfrac{R^2}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}$

c) $\sqrt{\dfrac{(\omega L)^2 + R^2}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}$

d) $\sqrt{\dfrac{(\omega L)^2 - R^2}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}$

e) $\sqrt{\dfrac{(\omega LR)^2}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}$

Problema 6.2.
Un inductor, un condensador, una resistencia y una fuente de poder de corriente alterna se conectan en serie. Si se doblan los valores de la capacidad, la inductancia y la resistencia, ¿qué ocurre con la frecuencia de resonancia?

a) Se duplica

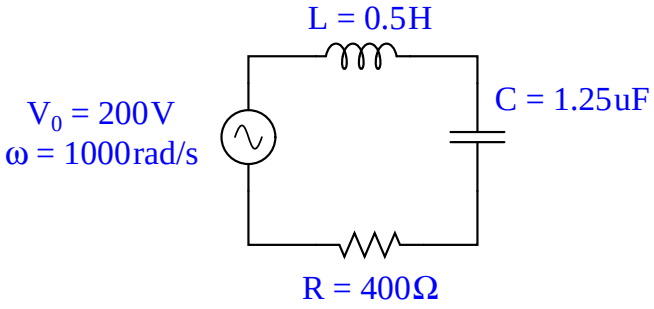
b) Se cuadruplica

c) Se reduce a la mitad

d) Se reduce a un cuarto

e) Ninguna de las anteriores

Problema 6.3.
La diferencia de fase, en grados, entre la corriente y el voltaje de la fuente de poder en la figura es:



a) 60.2°

b) 40.1°

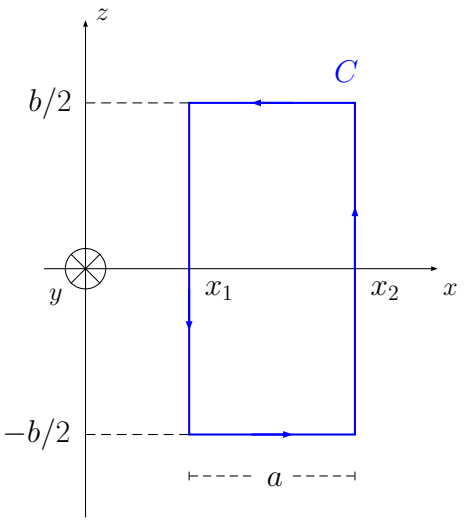
c) 36.9°

d) 25.3°

e) 12.3°

Problema 6.4.
En una región del espacio hay un campo eléctrico dado por $\vec{E} = E_0 \sin(kx - \omega t)\,\hat{\boldsymbol{j}}$, donde E_0, k, ω son constantes. En el plano XZ de esa región, se escoge un camino rectangular C, de lados a y b, que intersecta al eje X en los puntos x_1 y x_2 (ver figura). Calcule la circulación del campo magnético a lo largo del camino C, i.e.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{r}$$



a) $\mu_0 \varepsilon_0 \omega E_0 abk \Big[\sin(kx_2 - \omega t) - \sin(kx_1 - \omega t) \Big]$

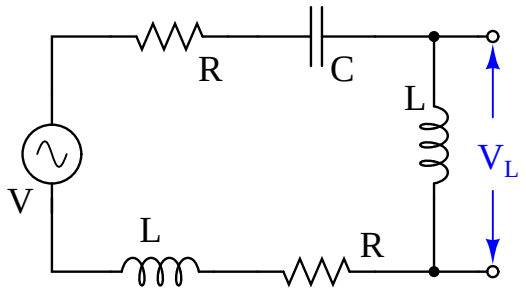
b) $\dfrac{\mu_0 \varepsilon_0 \omega E_0 b}{k} \Big[\sin(kx_2 - \omega t) - \sin(kx_1 - \omega t) \Big]$

c) $\dfrac{\mu_0 \varepsilon_0 \omega E_0 ab}{k(a+b)} \sin(k[x_2 - x_1] - \omega t)$

d) $\dfrac{\mu_0\varepsilon_0\omega E_0(a+b)}{k}\sin\left(k[x_2-x_1]-\omega t\right)$

e) $\dfrac{\mu_0\varepsilon_0\omega E_0}{kab}\sin\left(k[x_2-x_1]-\omega t\right)$

Problema 6.5.
Un circuito contiene dos resistencias R, dos inductancias L y una capacitancia C. Estos elementos están conectados a una fuente de voltaje alterna $V(t)=V_0\cos(\omega t)$, como en la figura.



¿Cuál es la amplitud I_0 de la corriente alterna que provee la fuente?

a) $I_0=\dfrac{V_0}{2R}\left[1+\left(\dfrac{\omega^2LC-1}{\omega RC}\right)^2\right]^{1/2}$

b) $I_0=\dfrac{V_0}{2R}$

c) $I_0=\dfrac{V_0}{2R}\left[1+\left(\dfrac{\omega^2LC-\frac{1}{2}}{\omega RC}\right)^2\right]^{-1/2}$

d) $I_0=\dfrac{V_0}{2R}\left[1+\left(\dfrac{\omega^2LC-\frac{1}{2}}{\omega RC}\right)\right]^{-1/2}$

e) $I_0=\dfrac{V_0}{2R}\left[1+\left(\dfrac{\omega^2LC-1}{\omega RC}\right)\right]^{-1/2}$

Problema 6.6.
En el circuito de Problema 6.5, ¿cuál es la frecuencia de resonancia ω_0 para la cual la amplitud de la corriente es máxima?

a) $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

b) $\omega_0=\dfrac{1}{2\sqrt{LC}}$

c) $\omega_0=\dfrac{2}{\sqrt{LC}}$

d) $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{2}{LC}}$

e) $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{2LC}}$

Problema 6.7.
En el circuito de Problema 6.5, ¿cuál es la amplitud $\mathcal{V}_L$ del voltaje alterno $V_L(t)$?

a) $\mathcal{V}_L = V_0 \dfrac{\omega L}{2R}$

b) $\mathcal{V}_L = V_0 \dfrac{\omega L}{2\omega L - \frac{1}{\omega C}}$

c) $\mathcal{V}_L = V_0 \dfrac{\omega L}{\sqrt{4R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$

d) $\mathcal{V}_L = V_0 \dfrac{\omega L}{\sqrt{4R^2 + \left(2\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$

e) $\mathcal{V}_L = V_0 \dfrac{\omega L}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$

Problema 6.8.
En el circuito de Problema 6.5, si la frecuencia ω de la fuente coincide con la frecuencia de resonancia ω_0, i.e. $\omega = \omega_0$, ¿cuál es la potencia promedio $\overline{P}$ que entrega la fuente?

a) $\overline{P} = \dfrac{{V_0}^2}{2R}$

b) $\overline{P} = \dfrac{{V_0}^2}{4R}$

c) $\overline{P} = 0\,\mathrm{W}$

d) $\overline{P} = -\dfrac{{V_0}^2}{4R}$

e) $\overline{P} = \dfrac{{V_0}^2}{8R}$