

## Electromagnetismo 543252

### Guía de Problemas #4

#### Corriente eléctrica y resistencia

1. Considerar una batería de auto de **12 [V]** y **100 [Ah]**. Esta batería puede suministrar una corriente de **100 [A]** durante una hora.
  - a. ¿Cuánta carga puede suministrar esta batería?
  - b. ¿Cuál debe ser el área de un condensador de placas paralelas que pueda almacenar la misma cantidad de carga si las placas están separadas por una distancia  **$d = 0.01$  [mm]** y entre las placas se tiene un dieléctrico de permitividad  **$\epsilon = 4\epsilon_0$** ?
2. El viento solar consiste en un flujo de partículas, principalmente protones, emitidas por el sol como parte de su reacción normal. Dichas partículas se mueven a una velocidad de **500 [km/s]**. Al llegar a la órbita terrestre la densidad de partículas es de alrededor de  **$10^6$**  protones por  $\text{m}^3$ . La mayoría de estos protones son absorbidos en la atmósfera superior y nunca alcanzan la superficie de la tierra.
  - a. Tomando el radio de la tierra como **6400 [km]** y la carga de un protón  **$1.6 \cdot 10^{-19}$  [C]**, calcular la corriente interceptada por el globo terráqueo si las cargas no fueran absorbidas por la atmósfera.
  - b. Durante una tormenta solar el viento solar se torna más intenso. La velocidad de las partículas puede llegar hasta **1000 [km/s]** y el número de partículas en la órbita terrestre aumenta hasta  **$10^7$**  protones por  $\text{m}^3$ . Calcular la corriente en este caso.
3. La densidad de electrones libres en el cobre es de  **$8 \times 10^{28}$**  electrones/ $\text{m}^3$ . Un conductor de **3 [mm]** de diámetro lleva una corriente de **50 [A]**. Encontrar la velocidad de deriva de los electrones en el conductor de cobre.
4. Un conductor de cobre con conductividad  **$\sigma = 5.7 \cdot 10^7$  [S/m]** lleva una corriente de **10 [A]**. Si el conductor tiene un diámetro de **2 [mm]** calcular:
  - a. La intensidad de campo eléctrico dentro del conductor
  - b. La velocidad promedio de deriva de los electrones en el conductor asumiendo que la densidad de electrones libres en el cobre es de  **$8 \times 10^{28}$**  electrones/ $\text{m}^3$ .
5. Un haz de electrones cilíndrico consiste en una densidad de carga volumétrica moviéndose a velocidad axial constante  **$v_0 = 5 \cdot 10^6$  [m/s]**. La corriente total del haz es de  **$I_0 = 5$  [mA]** y su radio es **1 [mm]**. Asumiendo que la carga está distribuida uniformemente dentro del volumen, calcular la intensidad de campo eléctrico dentro del haz de electrones.

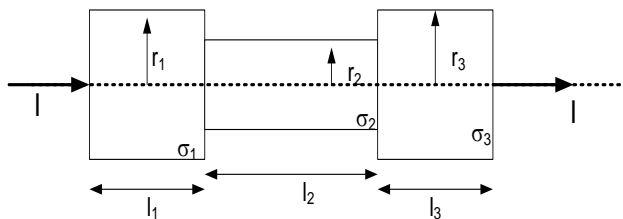
6. Un semiconductor de potencia está hecho de silicio y lleva una corriente de **100 [A]**. El tamaño del semiconductor es **10 [mm] x 10 [mm]** y tiene un espesor de **1 [mm]**. La caída de potencial entre los extremos del semiconductor es de **0.6 [V]**.
- ¿Cuál es la conductividad del silicio utilizado?
  - ¿Si la velocidad de los portadores es de **2000 [m/s]**, cuántas cargas libres (electrones) deben estar presentes dentro del material en todo momento?

7. En un cable coaxial de largo “**L**”, el radio del conductor interno es “**a**” y el radio del conductor externo “**b**”, los que están separados por un dieléctrico con pérdidas de permitividad  $\epsilon$  y conductividad  $\square$ . Si una fuente de potencial **V** se conecta de modo que su terminal positivo está conectado al conductor externo.; despreciando los efectos en los extremos del cable determinar:
- La intensidad de campo eléctrico en el dieléctrico
  - La densidad de corriente en el dieléctrico
  - La corriente total fluyendo desde el conductor exterior al interior
  - La resistencia entre los conductores interior y exterior.

8. La conductividad del cobre varía en función de la temperatura de acuerdo con  $\sigma = \frac{\sigma_o}{1 + \alpha(T - T_o)}$

donde **a = 0.0039 [C<sup>-1</sup>]**, **T** es la temperatura y **T<sub>o</sub>** la temperatura a la que **σ<sub>o</sub>** es conocida (habitualmente a 20° [C]). Un conductor cilíndrico de radio **10 [mm]** y largo **0.3 [m]** pasa a través de una pared. La temperatura a un lado de la pared es mantenida constante a **25** grados, y la temperatura al lado contrario de la pared varía entre **30** grados en verano hasta **-10** grados en invierno. Como se conoce que la conductividad del cobre es **5.7x10<sup>7</sup> [S/m]** a **20** grados Celsius y que la distribución de temperatura en la barra varía en forma lineal.

- ¿Cuál es la resistencia de la barra de cobre en el verano?
- ¿Cuál es la resistencia de la barra de cobre en invierno?



9. Los tres cilindros en la figura tienen conductividades distintas **σ<sub>1</sub>**, **σ<sub>2</sub>** y **σ<sub>3</sub>**. Si una corriente **I [A]** pasa por ellos calcular la diferencia de potencial en los tres cilindros.

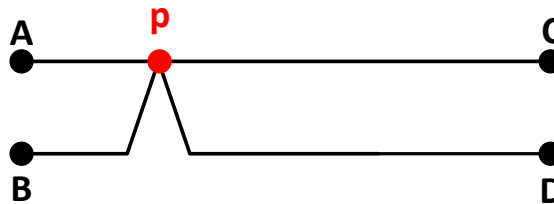
10. Si un alambre de aluminio de **15 [m]** de largo debe llevar una corriente de **25 [A]** con una caída de potencial no superior a **5 [V]**; ¿Cuánto debe ser su diámetro mínimo?
11. Un condensador plano tiene armaduras de **8x10<sup>-2</sup> [m<sup>2</sup>]** las que están separadas mediante una plancha de polietileno de **1x10<sup>-4</sup> [m]** de espesor. Si la diferencia de potencial entre las armaduras es de **2x10<sup>4</sup> [V]**, ¿Cuánto valdrá la intensidad de corriente que fluye a través del polietileno si su resistividad es de **ρ<sub>poly</sub> = 2x10<sup>11</sup> [Ω – m]**.
12. Un alambre de latón y un alambre de hierro tienen el mismo diámetro y largo, y están conectados en paralelo. Si por el conjunto pasa una corriente de **6 [A]**; ¿Cuánto valdrá la intensidad de corriente que circula por cada uno de los alambres?

$$(\rho_{\text{latón}} = 0.7 \times 10^{-7} [\Omega - m] \text{ y } \rho_{\text{hierro}} = 1 \times 10^{-7} [\Omega - m])$$

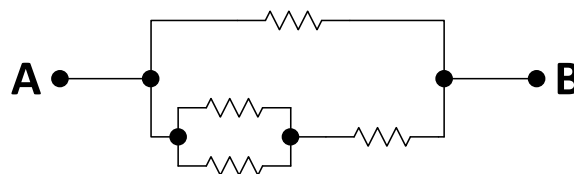
13. Un cable eléctrico de **12 [m]** de largo está formado por un alambre de cobre de **0,3 [cm]** de diámetro cubierto por un envoltorio cilíndrico de **0,1 [cm]** de espesor. Si en los extremos del cable se conecta una diferencia de potencial de **6 [V]**:
- ¿Cuánto valdrá la intensidad de corriente en el cobre?
  - Si se tiene en cuenta la resistividad de la goma ( $\rho_{goma} = 1 \times 10^{11} [\Omega - m]$ ); ¿Cuánto valdrá la intensidad de corriente en la goma?
14. Una cañería de agua es un tubo de hierro con diámetro externo de **2,5 [cm]** y un diámetro interno de **2 [cm]**. El tubo se usa para “poner a tierra” un electrodoméstico. Si una corriente de **20 [A]** fluye en el tubo desde el electrodoméstico; ¿Qué fracción de esta corriente fluye por el hierro?

$$(\rho_{agua} = 0.01 [\Omega - m])$$

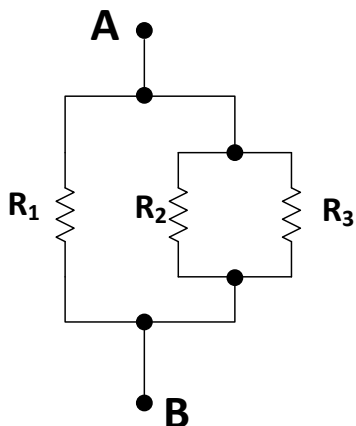
15. Un alambre de cobre que tiene un largo de **0.5 [m]** y un diámetro de **0.259 [cm]** se cortó accidentalmente con una sierra. La región del corte tiene un largo de **0.4 [cm]** y en esta región el alambre restante (sin corte) tiene una sección transversal cuya área es semejante solo a  $\frac{1}{4}$  de la sección transversal inicial. ¿Cuánto vale el aumento porcentual de la resistencia del alambre causado por el corte?
16. Un cable telefónico subterráneo de **5 [km]** de longitud formado por un par de alambres conductores. Este cable se cortocircuita en un punto “P” (ver figura) cuya posición es desconocida. Para descubrir donde se produjo el cortocircuito, un técnico mide primeramente la resistencia entre los puntos **A** y **B**, y después la resistencia entre los puntos **C** y **D**. La primera medición es de **30 [ $\square$ ]** y la segunda de **70 [ $\square$ ]**. ¿Dónde está el cortocircuito?



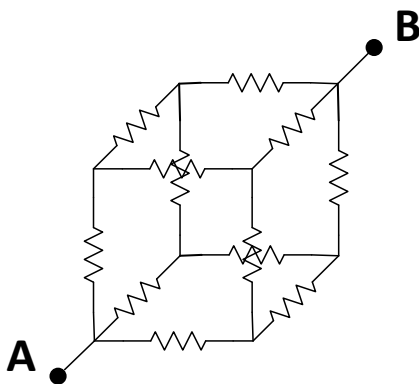
17. Un cable conductor flexible para electrodomésticos está formado por **24** hilos delgados de cobre, cada uno con un diámetro de **0.053 [cm]**, los que están un poco retorcidos para que formen un conjunto apretado. ¿Cuánto vale la resistencia de **1 [m]** de cable conductor?
18. Dos alambres de cobre de **0.26 [cm]** y **0.21 [cm]** de diámetro están conectados en paralelo. ¿Cuánto vale la intensidad de corriente en cada alambre si la intensidad de corriente total es de **18 [A]**?
19. ¿Cuánto vale la resistencia total entre los terminales **A** y **B** resultante de la combinación de cuatro resistores que se muestra en la figura? Considerar para el cálculo que cada uno de los resistores tiene un valor de **3 [ $\Omega$ ]**.



20. Considérese la combinación de resistores de la figura. Si se quiere que la corriente en el resistor  $R_2$  sea de  $6 \text{ [A]}$ ; ¿Qué diferencia de potencial deberá aplicarse entre los terminales **A** y **B** del conjunto?



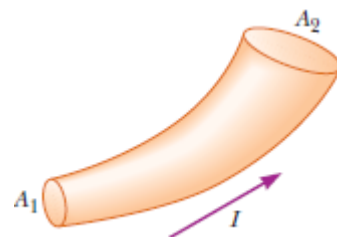
21. Doce resistores, cada uno de resistencia  $R$ , se conectan para formar el cubo de la figura. ¿Cuánto vale la resistencia entre vértices diagonalmente opuestos?



22. Una barra de cobre tiene una sección transversal de  $5.0 \text{ cm} \times 15.0 \text{ cm}$  y lleva una densidad de corriente de  $2000 \text{ A/m}^2$ ;
- ¿Cuál es la corriente total en la barra?
  - ¿Qué cantidad de carga pasa un punto dado en la barra por hora?

23. La siguiente figura representa una sección de un conductor circular de diámetro no uniforme que porta una corriente de  $5.00 \text{ [A]}$ . Si el radio de la sección transversal  $A_1$  es  $0.400 \text{ cm}$ :

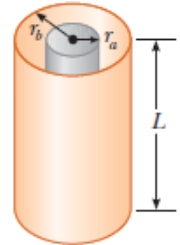
- a) ¿Cuál es la magnitud de la densidad de corriente a través de  $A_1$ ?
- b) Si el radio en  $A_2$  es mayor que el radio en  $A_1$ ; ¿La corriente en  $A_2$  es mayor, menor o igual? ¿La densidad de corriente es mayor, menor o la misma?
- c) Suponga que una de estas dos cantidades es diferente en  $A_2$  en un factor de  $4$  de su valor en  $A_1$ . Especifique la corriente, la densidad de corriente y el radio en  $A_2$ .



24. Un conductor con radio uniforme de  $1.20 \text{ [cm]}$  lleva una corriente de  $3.00 \text{ [A]}$  producida por un campo eléctrico de  $120 \text{ [V/m]}$ . ¿Cuál es la resistividad del material?
25. ¿Cuál es el diámetro de un alambre de cobre que tiene una resistencia por unidad de longitud de  $3.28 \cdot 10^{-3} \text{ [}\frac{\Omega}{\text{m}}\text{]}$  a  $20.0^\circ \text{ [C]}$ ?
26. Suponga que se desea fabricar un alambre uniforme con  $1.00 \text{ [g]}$  de cobre. Si el alambre debe tener una resistencia  $R = 5.00 \text{ [}\Omega\text{]}$  y todo el cobre debe ser utilizado. ¿Cuál será: a) la longitud y b) el diámetro de este alambre?
27. Una batería de  $10.0 \text{ [V]}$  se conecta a una resistencia de  $120 \text{ [}\Omega\text{]}$ . Despreciando la resistencia interna de la batería, calcule la potencia disipada en la resistencia
28. Si una resistencia de  $45.0 \text{ [}\Omega\text{]}$  se etiqueta con una potencia máxima permitida de  $125 \text{ [W]}$ . ¿Cuál será el máximo voltaje de operación que soportaría?
29. Dos conductores hechos del mismo material están conectados a través de una diferencia de potencial común. El conductor **A** tiene el doble de diámetro y el doble de longitud que el conductor **B**. ¿Cuál es la razón de las potencias entregadas por los dos conductores?
30. Un calentador eléctrico que opera a su máxima potencia consume una corriente de  $8.00 \text{ [A]}$  de un circuito de  $110 \text{ [V]}$ .
- a. ¿Cuál es la resistencia del calentador?
  - b. Suponiendo  $R$  constante, ¿Cuánta corriente debe consumir el calentador para disipar  $750 \text{ [W]}$ ?
31. La diferencia de potencial a través del filamento de una lámpara se mantiene a un nivel constante mientras alcanza la temperatura de equilibrio. Se observa que la corriente en estado estacionario en la lámpara sólo es un décimo de la que consume al encenderse la lámpara. Si el coeficiente de temperatura de resistividad de la lámpara a  $20.0^\circ \text{ [C]}$  es de  $0.0045 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ , y si la resistencia aumenta linealmente con la temperatura, ¿Cuál es la temperatura final de operación del filamento?

32. Una placa de cobre ( $\rho = 1.70 \cdot 10^{-8} [\Omega \cdot m]$ ) tiene un espesor de **2.00 [mm]** y las dimensiones de su superficie son **8.00 cm**  $\times$  **24.0 cm**. Si se unen los bordes largos para formar un tubo de **24.0 [cm]** de longitud:
- ¿Cuál es la resistencia en los extremos?
  - ¿Qué masa de cobre se requeriría para fabricar un carrete de cable de cobre **1500 [m]** y teniendo una resistencia total de **4.5 [ $\Omega$ ]**?

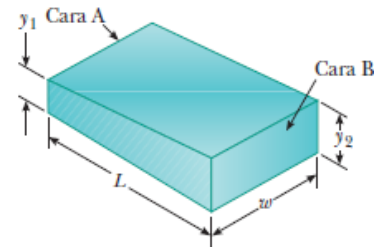
33. Se construye una resistencia con un material de resistividad  $\rho$  y con la forma de un cilindro hueco de longitud  $L$  cuyos radios interior y exterior son  $r_a$  y  $r_b$ , respectivamente (ver figura). Si al usarlo, se aplica una diferencia de potencial entre los extremos del cilindro produciendo una corriente paralela al eje:



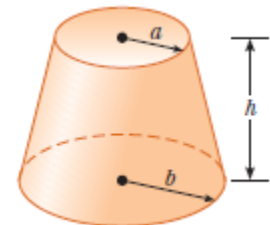
- Encuentre una expresión general para la resistencia en términos de  $L, \rho, r_a$  y  $r_b$ .
  - Obtenga un valor numérico para  $R$  cuando  $L = 4.00 [cm]$ ,  $\rho = 3.50 \cdot 10^5 [\Omega \cdot m]$ ,  $r_a = 0.500 [cm]$  y  $r_b = 1.20 [cm]$
34. Considere el dispositivo descrito en el problema anterior. Suponga ahora que la diferencia de potencial es aplicada entre la superficie interna y la externa así que la corriente resultante fluye radialmente hacia afuera.
- Encuentre la expresión general para la resistencia en términos de  $L, \rho, r_a$  y  $r_b$
  - Calcule el valor de  $R$  utilizando los valores dados en b) del problema anterior.

35. Un material con una resistividad uniforme  $\rho$  se moldea en forma de cuña como se muestra en la figura. Demuestre que la resistencia entre la cara **A** y la cara **B** de esta cuña es igual a

$$R = \rho \frac{L}{w(y_2 - y_1)} \ln\left(\frac{y_2}{y_1}\right)$$



36. Un material de resistividad  $\rho$  se moldea como un cono truncado de altura  $h$ , según se muestra en la figura. El extremo inferior tiene un radio  $b$ , en tanto que el extremo superior tiene un radio  $a$ . Suponga que la corriente está uniformemente distribuida en cualquier sección transversal circular del cono, de forma que la densidad de la corriente no dependerá de la posición radial. (La densidad de corriente variará dependiendo de su posición a lo largo del eje del cono.) Demuestre que la resistencia entre ambos extremos del cono queda descrita mediante la expresión



$$R = \frac{\rho}{\pi} \left( \frac{h}{ab} \right)$$