10 de abril de 2024. 

## Resistencia

→ En el parcial anterior vimos que el campo eléctrico dentro de un conductor es cero solo cuando este se encuentra en equilibrio electrostático.

→ Ahora veremos el caso en que las cargas no están en equilibrio y, por lo tanto, el campo eléctrico es distinto de cero.

→ Definimos la densidad de corriente como

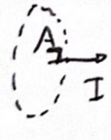
$$J \equiv \frac{I}{A} = \frac{n q v_d A}{A} \quad ; \quad [J] = \frac{A}{m^2}$$

amper.

$$= n q v_d$$

donde $A$ es el área de sección transversal del conductor y la corriente es $I$.

→ La definición anterior de $J$ es válida si $J$ es uniforme y si $A$ y la dirección de $I$ son perpendiculares.




⇒ Tan pronto como se mantiene una diferencia de potencial a través del conductor se establece una densidad de corriente y un campo eléctrico.

→ Definimos la ley de Ohm como:

$$J = \sigma E$$

donde $\sigma$ es la conductividad (no confundir con densidad superficial).

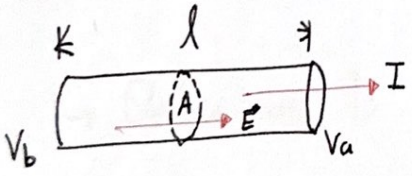
→ Esta relación es válida solo para ciertos materiales a los que se les conoce como óhmicos.

→ La ley de Ohm nos dice que la relación entre $J$ y $E$ es una constante $\sigma$ que no depende del campo $E$ que produce la corriente.

→ Los materiales que no siguen esta ley se llaman no óhmicos.

⇒ La ley de Ohm no es fundamental, es empírica.

→ Considere la siguiente situación:




→ Consideremos un alambre de área de sección transversal $A$ y largo $l$. Se mantiene una diferencia de potencial entre los extremos

$$\Delta V = V_b - V_a$$

→ Esta diferencia de potencial produce un campo eléctrico y una corriente.

→ Suponiendo que el campo eléctrico es uniforme tenemos que

$$\Delta V = E\lambda \Rightarrow E = \frac{\Delta V}{\lambda}$$

→ Con esto podemos expresar la densidad de corriente como

$$J = \sigma E = \sigma\left(\frac{\Delta V}{\lambda}\right) \quad -(1)$$

→ Por otro lado, tenemos que

$$J = \frac{I}{A} \quad -(2)$$

→ Igualando (1) y (2) tenemos:

$$\frac{I}{A} = \sigma \frac{\Delta V}{\lambda}$$

NOTA: Estudien esta deducción porque alguien se las podría preguntar en el examen.

→ Despejaremos la diferencia de potencial

$$\Delta V = \left(\frac{\lambda}{A\sigma}\right) I$$

→ Definimos la resistencia del material como

$$R = \frac{\lambda}{\sigma A}$$

→ Sust. tenemos

$$\Delta V = R \cdot I \Rightarrow R \equiv \frac{\Delta V}{I}$$

$R = \frac{\Delta V}{I}$ NO es la ley de Ohm. Es la definición de resistencia.

10 de abril de 2024. 

→ Las unidades de la resistencia son

$$[R] = \Omega = \frac{V}{A}.$$

→ Los resistores o resistencias son elementos de los circuitos eléctricos usados para controlar las corrientes en las distintas partes del circuito.

→ El recíproco de la conductividad es la resistividad

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

→ Puesto que

$$R = \frac{l}{\sigma A} \Rightarrow R = \frac{\rho l}{A} \Rightarrow$$ La resistencia de un material depende de la geometría y de su resistividad.

→ La resistividad de todo material óhmico depende de las propiedades del material y la temperatura.

→ Un conductor ideal debe cumplir con $\rho = 0$ y un aislante ideal con $\rho \to \infty$.

10 de abril de 2024.

• Ejercicio. Resistencia del alambre de Nichrome.

- El radio ~~del~~ del alambre de Nichrome calibre 22 es de 0.321 mm.

a) Calcule la resistencia por unidad de longitud de este alambre.

→ Modelaremos el alambre como un cilindro.

→ Como queremos la resistencia por unidad de longitud, calcularemos $\frac{R}{l}$, esto es

$$\frac{R}{l} = \frac{1}{l}\left(\frac{\rho l}{A}\right) = \frac{\rho}{A}$$

→ Como es un cilindro, el área de la sección transversal es $A = \pi r^2$, por lo tanto

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{\pi r^2} = \frac{(1.5 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot m)}{\pi\,(0.321 \times 10^{-3}\ m)^2} = 4.6\ \frac{\Omega}{m}$$

b) Si una diferencia de potencial de 10 V se mantiene a través de una longitud de 1.0 m de alambre de Nichrome, ¿cuál es la corriente en el alambre?

→ Del inciso anterior, $R = (4.6\ \Omega/m)\,l$

→ Entonces, de la expresión de la resistencia $R = \frac{\Delta V}{I}$ tenemos

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{\Delta V}{(4.6\ \Omega/m)(l)} = \frac{10\ V}{(4.6\ \Omega/m)(1\ m)} = 2.2\,A$$

→ Hagamos lo mismo para un alambre de cobre. donde

$$\frac{R}{l} = 0.053 \frac{\Omega}{m}$$

→ La corriente será:

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{\Delta V}{(0.053 \frac{\Omega}{m}) l}$$

→ Para obtener la misma corriente $I = 2.2A$ debemos aplicar un voltaje de:

$$\Delta V = I \left(0.053 \frac{\Omega}{m}\right) l$$

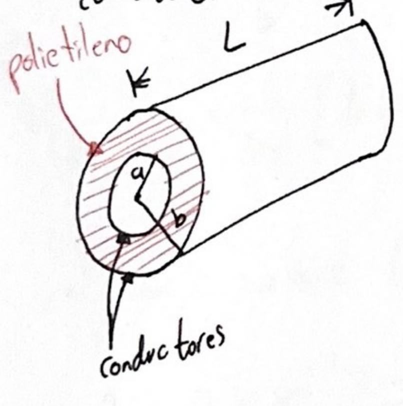
$$= (2.2A)\left(0.053 \frac{\Omega}{m}\right)(1\, m)$$

$$= 0.12\ V$$

10 de abril de 2024. 

• Ejercicio. Resistencia radial de un cable axial.

→ Los cables coaxiales se usan extensamente para televisión por cable y otras aplicaciones electrónicas. Un cable coaxial consiste en dos conductores cilíndricos concéntricos. La región entre los conductores está completamente llena con polietileno. Las fugas de corriente a través del polietileno, con dirección radial, es indeseable. (El cable se diseña para conducir corriente a lo largo de su longitud, pero esta no es la corriente que se considera aquí). El radio del conductor interior es $a = 0.5cm$, el radio del conductor exterior es $b = 1.75\ cm$, y la longitud es $L = 15.0\ cm$. La resistividad del polietileno es $1.0 \times 10^{13}\ \Omega \cdot m$. Calcule la resistencia del polietileno entre los conductores.




→ En este ejercicio tenemos dos corrientes,

→ La deseada fluye a lo largo del cable dentro de los conductores.

→ La indeseada es la fuga de carga y fluye dentro del polietileno en dirección radial.

→ Puesto que el área depende de la dirección radial, necesitamos cálculo integral.

→ Sabemos que

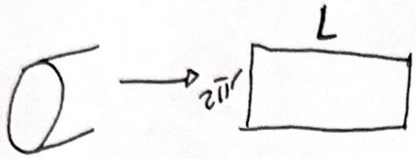
$$R = \frac{\rho l}{A}$$


→ En nuestro caso tenemos

$$dR = \frac{\rho}{A} dr$$

→ Por otro lado el área es

$$A = 2\pi r L$$




→ Sust. tenemos

$$dR = \frac{\rho}{2\pi r L} dr$$

→ Para hallar la resistencia integramos la expresión anterior.

$$R = \int_a^b \frac{\rho}{2\pi r L} dr = \frac{\rho}{2\pi L} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\rho}{2\pi L} \ln(r) \Big|_a^b$$

$$= \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln(b) - \ln(a)\right] = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

→ Sust. valores tenemos:

$$R = \frac{(1 \times 10^{13}\ \Omega \cdot m)}{2\pi(0.15\ m)} \ln\left(\frac{1.75\ cm}{0.5\ cm}\right) = 1.33 \times 10^{13}\ \Omega$$

→ Si consideramos el conductor interno del cable hecho de cobre, la resistencia es:

$$R = \rho \frac{l}{A} = (1.7 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m)\left[\frac{0.15\ m}{\pi(5 \times 10^{-3}\ m)^2}\right] = 3.2 \times 10^{-5}\ \Omega$$

→ Vemos que la resistencia del cable de cobre es aproximadamente 18 órdenes de magnitud. Por lo tanto, casi toda la corriente es deseada y fluyen por el conductor mientras que la fuga es muy pequeña.