corriente eléctrica y resistencia

física II

ing. Claudia Contreras

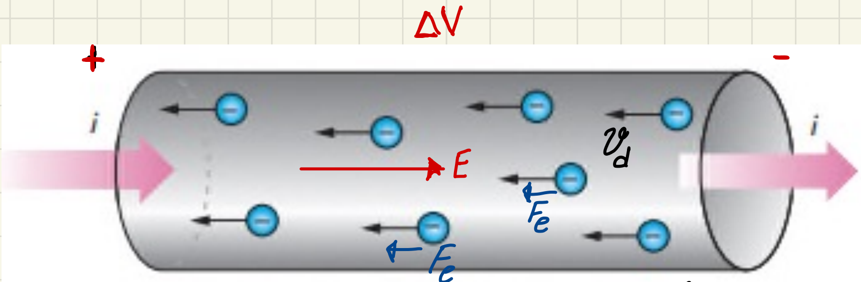
¿Cómo se define corriente eléctrica?

$\Delta Q = \#elect * e$

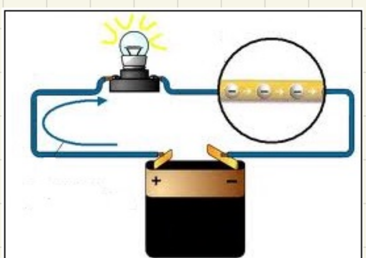
$$\boxed{I_{PROMEDIO} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}}$$

$1\,\frac{C}{s} = 1$ Amperio

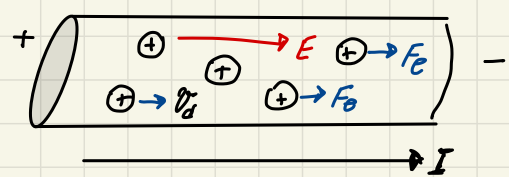
$$I = \frac{dq}{dt}$$

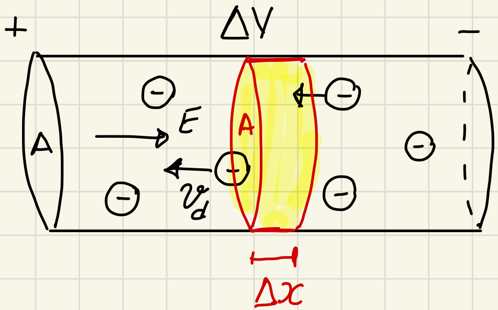


$v_d \rightarrow$ velocidad de arrastre / de deriva } CONSTANTE



Por definición la dirección de la corriente es aquella del flujo de carga positiva. La corriente en el circuito circula de mayor a menor potencial.





$n \rightarrow$ densidad de portadores de carga $\left(\frac{\# \text{portadores}}{m^3} \right)$

$q = e$

$v_d = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = v_d \Delta t$

$$\Delta Q = \# \text{eletrones} * q$$

$$= n A \Delta x * q$$

$$\Delta Q = n A \Delta x * q$$

$$\Delta Q = n A v_d \Delta t * q$$

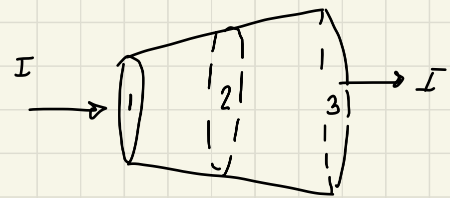
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = n A v_d q$$

$$I = n A v_d q$$

Densidad de Corriente

$$\boxed{J = \frac{I}{A}}$$

$$\boxed{J = n v_d q}$$



$I_1 = I_2 = I_3$

$J_1 > J_2 > J_3$

Densidad de Corriente

σ = conductividad

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

$$\boxed{\vec{J} = \frac{\vec{E}}{\rho}} \quad \frac{A}{m^2}$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

$\rho \rightarrow$ resistividad del material

$\rho \rightarrow$ Tabla 25.1 pag. 821

$(\Omega \cdot m)$

¿Cómo varía la resistividad con la Temperatura?

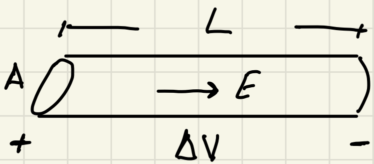
$$\rho(T) = \rho_0 \left[1 + \alpha (T - T_0)\right]$$

α coeficiente termico (tabla 25.2)

$\alpha \; (°C^{-1})$

$\frac{1}{°C}$

¿Cómo se relaciona la corriente eléctrica con el voltaje (diferencia de potencial) aplicado?



$$\Delta V = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = EL$$

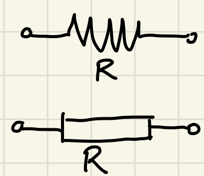
$$\Delta V = EL$$

$$J = \frac{\Delta V / L}{\rho}$$

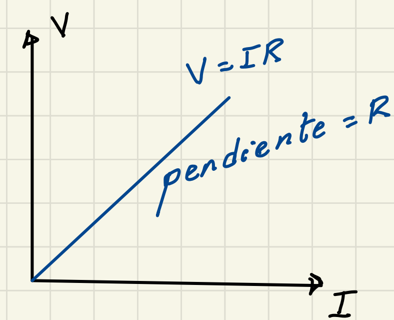
$$\frac{I}{A} = \frac{\Delta V}{L \rho}$$

$$\Delta V = \frac{\rho L}{A} I$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (\Omega)$$



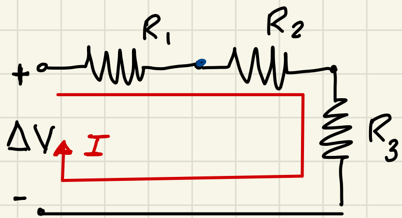
$$\Delta V = IR$$



$$R(T) = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0) \right]$$

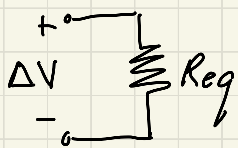
Conexión de resistencias.

Serie



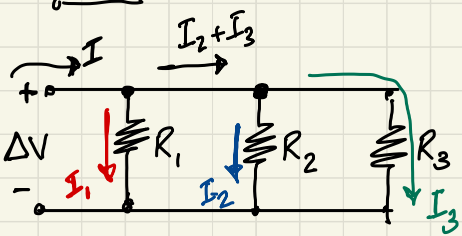
MISMA I $\Rightarrow$ $I_1 = I_2 = I_3 = I$

$$\Delta V_1 = I R_1$$
$$\Delta V_2 = I R_2$$
$$\Delta V_3 = I R_3$$



$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3}$$

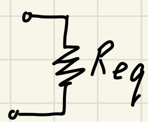
Paralelo



MISMO VOLTAJE

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V$$

$$I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_1} \qquad I_2 = \frac{\Delta V_2}{R_2} \qquad I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3}$$



$$\boxed{R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1}}$$

Problema 1. En un tubo de rayos catódicos la corriente medida en el haz de luz es de $30\mu A$. ¿Cuántos electrones chocan contra la pantalla del tubo cada 40 segundos?

$I = 30\mu A$

$\Delta t = 40s$

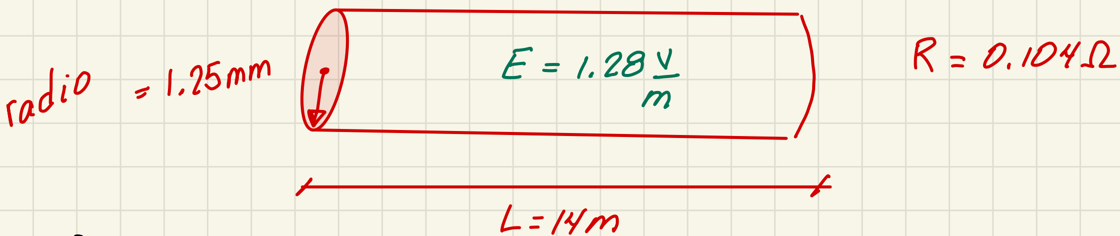
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$\Delta Q = \#elect. * e$$

$$I = \frac{\#elec. * e}{\Delta t}$$

$$\#elect. = \frac{I * \Delta t}{e} = \frac{30 \times 10^{-6} * 40}{1.6 \times 10^{-19}} = \underline{7.5 \times 10^{15} \text{ electrones}}$$

Problema 2. Un conductor tiene una sección circular de 2.5mm de diámetro y mide 14m de largo, la resistencia entre sus extremos es de 0.104**Ω**. a) ¿Cuál es la resistividad del material? B) Si la magnitud del campo eléctrico es 1.28 V/m ¿Cuál es la corriente que circula por el conductor? c) si la densidad de portadores de carga $n = 8.5 \times 10^{28}$ electrones libres por metro cúbico, halle la rapidez de deriva promedio.



a) $R = \dfrac{\rho L}{A} \rightarrow \rho = \dfrac{RA}{L} = \dfrac{0{,}104\,[\pi * 0{,}00125^2]}{14} = 3{,}6465 \times 10^{-8}\,\Omega$

b) $V = EL \rightarrow V = 1{,}28\,(14) = 17{,}92\,V$

$V = IR \qquad I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{17{,}92}{0{,}104} = 172{,}308\,A$

c) $n = 8{,}5 \times 10^{28}$

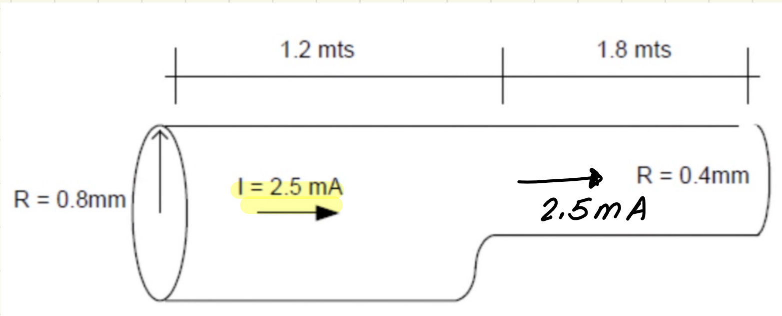
$I = n v_d A e \Rightarrow v_d = \dfrac{172{,}308}{8{,}5 \times 10^{28} * \pi * 0{,}00125^2 * 1{,}6 \times 10^{-19}} = 2{,}58 \times 10^{-3}\,\dfrac{m}{s}$

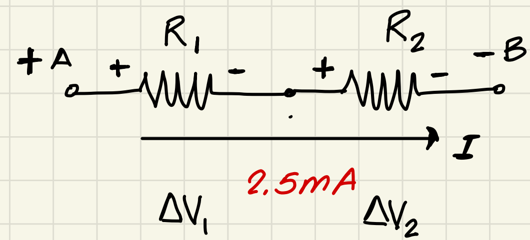
Problema 3. Un alambre compuesto de 3 m de largo ($\rho_{Cu} = 1.72 \times 10^{-8} \Omega m$) tiene una sección de 1.6 mm de diámetro y 1.2m de largo y otra de 0.8 mm de diámetro y 1.8m. En la sección de 1.6mm de diámetro circula una corriente de 2.5mA. Calcule:

a) Corriente en la sección de 0.8mm de diámetro

b) Campo eléctrico en cada sección

c) Diferencia de potencial entre los extremos del alambre





MÉTODO I

$$J = \frac{E}{\rho} \qquad J = \frac{I}{A}$$

$$E_1 = J_1 \rho = \frac{2.5\times10^{-3}}{\pi(0.0008)^2} * 1.72\times10^{-8} =$$

$$E_1 = \underline{2.14\times10^{-5}\ V/m}$$

$$E_2 = J_2 \rho = \frac{2.5\times10^{-3}}{\pi(0.0004)^2} * 1.72\times10^{-8} = \underline{8.55\times10^{-5}\ \frac{V}{m}}$$

MÉTODO II

$$\Delta V = EL \rightarrow E = \frac{\Delta V}{L}$$

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1} = \frac{1.72\times10^{-8} * 1.2}{\pi(0.0008)^2} = 0.0102\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2} = \frac{1.72\times10^{-8} * 1.8}{\pi(0.0004)^2} = 0.0616\ \Omega$$

$\Delta V_1 = I R_1$

$\Delta V_2 = I R_2$

$\Delta V_1 = 2.5 \times 10^{-3} * 0.0102$

$\Delta V_1 = 2.55 \times 10^{-5}\ V$

$\Delta V_2 = 2.5 \times 10^{-3} * 0.0616$

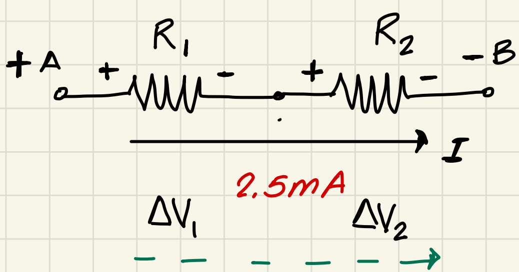
$\Delta V_2 = 1.5398 \times 10^{-4}\ V$

$\Rightarrow \quad \Delta V = E L$

$E_1 = \dfrac{\Delta V_1}{L_1} = \underline{2.125 \times 10^{-5}\ \dfrac{V}{m}}$

$E_2 = \dfrac{\Delta V_2}{L_2} = \underline{8.55 \times 10^{-5}}\ \dfrac{V}{m}$

c)

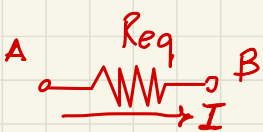


$V_A - V_B$

$V_A - \Delta V_1 - \Delta V_2 = V_B$

$V_A - V_B = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2.55 \times 10^{-5} + 1.5398 \times 10^{-4}$

$= \underline{1.795 \times 10^{-4}\ V}$



$R_{eq} = R_1 + R_2$

$V_{eq} = V_{AB} = I R_{eq} = \underline{1.795 \times 10^{-4}\ V}$

Problema 4. Un alambre de aluminio con un diámetro de $0.100\ mm$ tiene aplicado en toda su longitud un campo eléctrico uniforme de $0.2\ V/m$. La temperatura del es $50°C$. Suponga que solo existe un electrón libre por cada átomo de aluminio ($masa\ molar = 26.98 \frac{g}{mol}$; $densidad_{Al} = 2.7\ g/cm^3$). $\rho = 2.82 \times 10^{-8}\ \boldsymbol{\Omega m}$ a 20°C y $\alpha = 3.9 \times 10^{-3}$.

a) Determine la resistividad del material a 50 grados celcius
b) ¿Cuál es la densidad de corriente en el alambre?
c) ¿Cuál es la velocidad de arrastre (velocidad de deriva de los portadores de carga?

¿Cómo calcular la densidad de portadores de carga?

$$n = \frac{6.02 \times 10^{23} átomos}{\cancel{mol}} * \frac{1\ \cancel{mol}}{26.98 \cancel{g}} * \frac{2.7 \cancel{g}}{cm^3} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * \frac{1\ electrón}{atomo} = 6.02 \times 10^{28} \frac{elect.}{m^3}$$

$n \rightarrow$ densidad de portadores

masa molar
\# Avogad.
densidad

d) ¿Cuál es la diferencia de potencial de un alambre de $2m$ de longitud en estas condiciones?

a) $\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$ $\Rightarrow$ $\rho_0 = 2.82 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m$, $T_0 = 20°C$, $\alpha = 0.0039$

$\rho(T=50°C) = 2.82 \times 10^{-8} [1 + 0.0039 (50 - 20)]$

$\rho(T=50°C) = 3.15 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m$

b) $J = \frac{E}{\rho} = \frac{0.2}{3.15 \times 10^{-8}} = 6.349327\ \frac{MA}{m^2}$

$J = n v_d e$

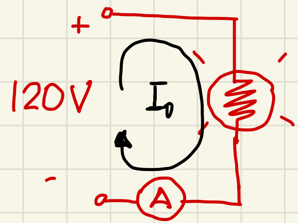
$I = n v_d A e$

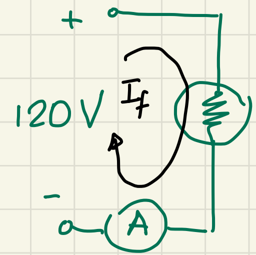
c) $v_d = \frac{J}{ne} = \frac{6.349327 \times 10^6}{(6.02 \times 10^{28})(1.6 \times 10^{-19})}$

$v_d = 6.592 \times 10^{-4}\ m/s$

c) $\Delta V = EL = 0.2(2) = \underline{0.4V}$

Problema 5. Un foco alimentado por 120 V tiene un filamento de tungsteno (a 20°C la resistividad del tungsteno es $5.25 \times 10^{-8}\,\boldsymbol{\Omega m}$ y $\alpha = 0.0045$). Cuando se cierra inicialmente el interruptor a 20°C la corriente es de 0.86 A. Después que el foco ha permanecido encendido la corriente es de $0.22\ A$. ¿Cuál es ahora la temperatura del filamento?





$$\Delta V = I R$$

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

$$T_0 = 20°C$$

$$I_0 = 0.86 A$$

$$I_f = 0.22 A$$

$$R_0 = \frac{\Delta V}{I_0} = 139.53\Omega$$

$$R_f = \frac{120}{0.22} = 545.45\,\Omega$$

$$R(T) = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0)\right]$$

$$545.45 = 139.53\left[1 + 0.0045 (T - 20°)\right]$$

$$\boxed{T_f = 646.5\,°C}$$

$$\text{Potencia} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad \left(\frac{J}{s}\right)$$

$$\text{Potencia} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Potencia Eléctrica

Es el ritmo con el cual se esta convirtiendo energía eléctrica en otro tipo de energía, por ejemplo en un foco en energía lumínica y calórica

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} * \text{Corriente}$$

$$\boxed{P = \Delta V * I}$$

para resistencia $\Delta V = IR$

$$\Rightarrow P = (IR)I$$

$$\boxed{P = I^2 R}$$

$$\left(1\,\frac{J}{s} = \text{Watts}\right)$$

Energía

$$\boxed{E = \text{Potencia} * \text{tiempo}}$$

$$\text{Watts} \cdot s$$

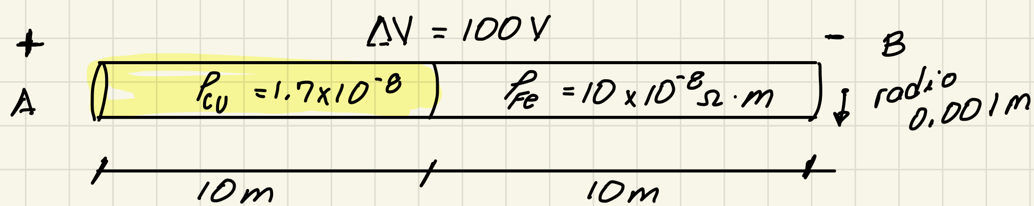
En guatemala $\rightarrow$ kWatts $\cdot$ h

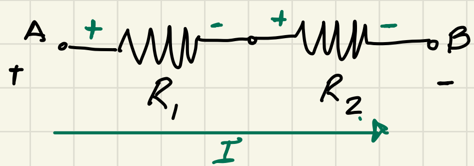
Problema 6. Un alambre de cobre y uno de hierro de igual longitud $l = 10m; radio = 1mm$. Se unen en serie para formar un alambre compuesto. ($\rho_{Cu} = 1.7 \times 10^{-8}\,\boldsymbol{\Omega m}$ y $\rho_{Fe} = 10 \times 10^{-8}\,\boldsymbol{\Omega m}$). Si se aplica una diferencia de potencial de 100 V en los extremos, calcular:

a) La resistencia total en los extremos del alambre

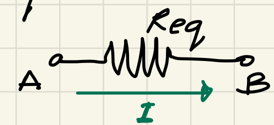
b) La corriente en el conductor $\Delta V = IR$

c) ¿Qué costo tendrá cuando se usa la resistencia del alambre de cobre por 8 horas diarias en un mes de 30 días, si la electricidad tiene una tarifa de Q. 1.25 /kWh?





$$R_{eq} = R_1 + R_2$$



$$R_1 = \frac{\rho_{Cu} L_{Cu}}{A_{Cu}} = \frac{1.7 \times 10^{-8} * 10}{\pi (0.001)^2} = 0.05411\,\Omega$$

$$R_2 = \frac{\rho_{Fe} L_{Fe}}{A_{Fe}} = \frac{10 \times 10^{-8} * 10}{\pi (0.001)^2} = 0.3183\,\Omega$$

a) $R_{eq} = \underline{0.3724\,\Omega}$

b) $I = \frac{V_{AB}}{R_{eq}} = \frac{100}{0.3724} = \underline{268.51\,A}$

	Potencia (kW)	tiempo (h)	Energía (kW·h)
CU.	3.901	240 h	936.24
Fe.	22,9487	240 h	5507.68 kW·h
			6,443.92 kW·h

$$P_{R_1} = I^2 R_1 = (268.51)^2 * 0.05411 = 3,901.2\,W$$

$$P_{R_2} = I^2 R_2 = (268,51)^2 * 0.3183 = 22,948.7\,W$$

Q.1.25

Precio a pagar = Energía * Precio Unitario

$$\text{Precio}_{R_1} = 936.24 * 1,25 = \underline{Q.\,1170.^{30}}$$