



Universidad Don Bosco
Departamento de Ciencias Básicas
Ciclo 02 – 2021
Semana 9

Electricidad y Magnetismo

UNIDAD IV: CORRIENTE ELÉCTRICA Y CIRCUITOS CD.

4.1 Corriente eléctrica.

4.1.1 Portadores de carga.

4.1.2 Conceptos cualitativo y cuantitativo.

4.2 Densidad de corriente.

4.2.1 Carácter vectorial.

4.2.2 Relación con la velocidad de arrastre.

4.3 Resistencia, resistividad y conductividad.

4.3.1 Concepto macroscópico de resistencia.

4.3.2 Relación campo eléctrico y densidad de corriente ($E - J$).

4.3.3 Materiales óhmicos y materiales no óhmicos.

4.3.4 La resistencia eléctrica y las dimensiones de un material.

4.4 Resistencia y temperatura.

4.4.1 Coeficiente térmico de resistividad.

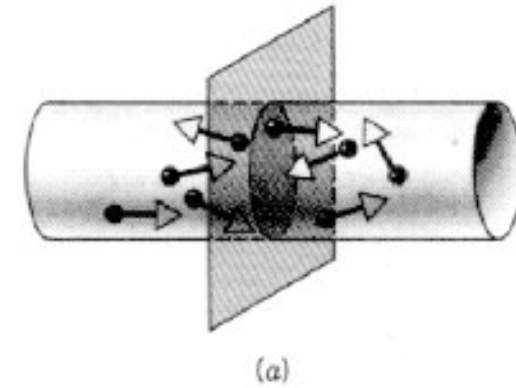
Corriente eléctrica.

Portador de carga: es una partícula libre (móvil y no enlazada) portadora de una carga eléctrica. Como ejemplo los electrones y los iones.

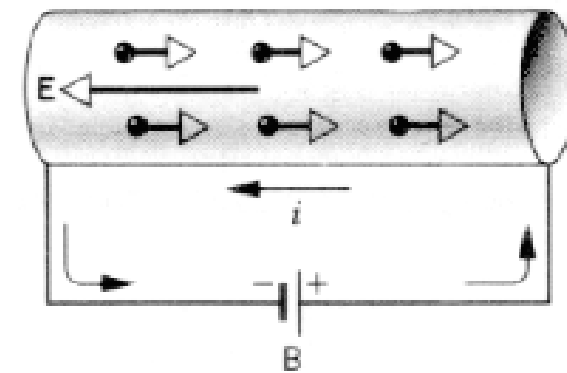
En los gases y solidos, los portadores de carga son los iones.

En el caso de los solidos, son los electrones los encargados de portar la carga.

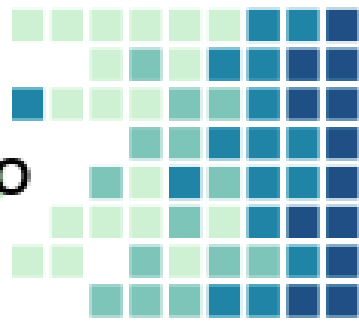
(a) Conductor aislado, electrones con movimiento aleatorio.



(b) Al conectarle la batería B, los electrones adquieren un movimiento neto a causa del campo.



Corriente: es un flujo neto (movimiento de portadores) de carga a través de alguna región. (Si no hay campo eléctrico, no hay corriente)

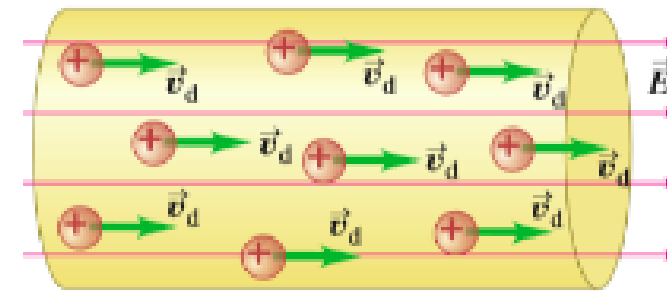



CORRIENTE CONVENCIONAL

Es una regla convencional asignar a la corriente la misma dirección que la del flujo de la carga positiva.

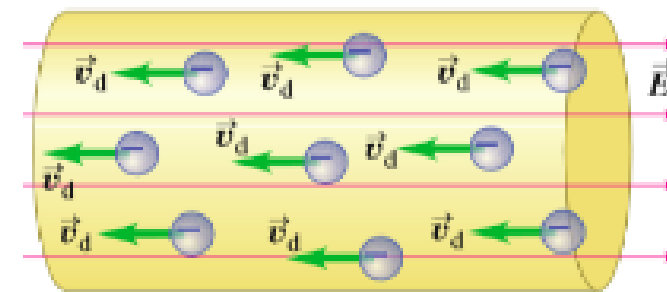
(Aun cuando los portadores de carga sean negativos)


La corriente **NO** es un vector.



 Una corriente convencional se trata como un flujo de cargas positivas, sin importar si las cargas libres en el conductor son positivas, negativas o ambas.

b)



 En un conductor metálico, las cargas en movimiento son electrones, pero la corriente aún apunta en la dirección en que fluirían las cargas positivas.

Definición de Corriente.

- CORRIENTE MEDIA

La corriente promedio es igual a la carga que pasa a través de A por unidad de tiempo.

$$I_{\text{prom}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

- CORRIENTE INSTANTANEA

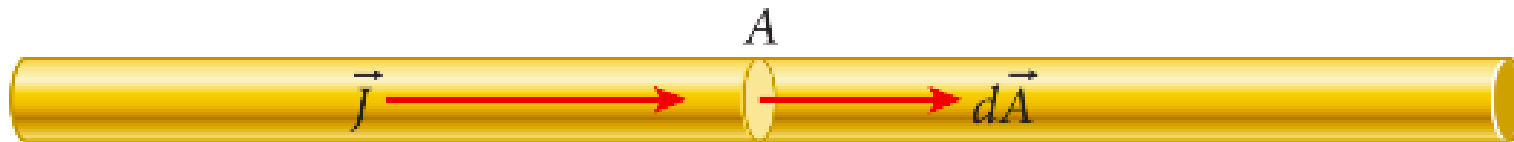
Si la proporción a la que circula la carga varía en el tiempo, entonces, la corriente es instantánea.

$$I \equiv \frac{dQ}{dt}$$

La unidad de la corriente es el ampere (A) o su equivalente $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

Densidad de Corriente.

- Considere una corriente que fluye por un conductor...
La densidad de corriente (microscópica) es la corriente (macroscópica) que pasa por unidad de área transversal de dicho conductor.



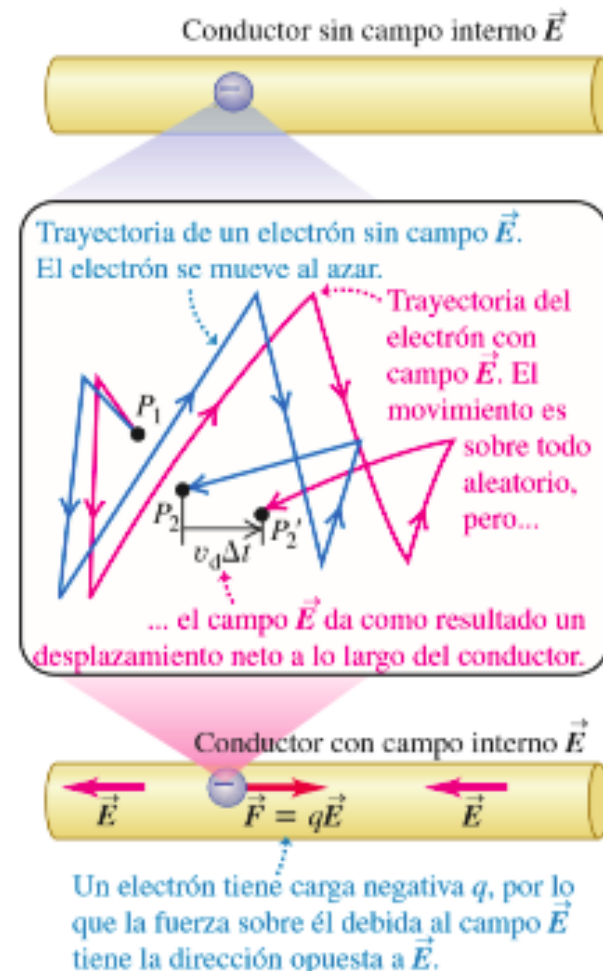
$$J = \frac{I}{A} \rightarrow i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

Es un vector que posee la misma dirección del campo eléctrico y sus unidades son A/m^2

Velocidad de Deriva o Arrastre.

Cuando por el conductor circula corriente, los electrones de conducción siguen moviéndose aleatoriamente pero, además, tienen una velocidad de deriva adicional.

Es opuesta a la del campo eléctrico que produce la corriente.



Densidad de Corriente y Velocidad de Arrastre.

- Analizando la relación anterior, se entiende:

$$\Delta Q = (nA \Delta x) q \longrightarrow I_{\text{prom}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d A$$

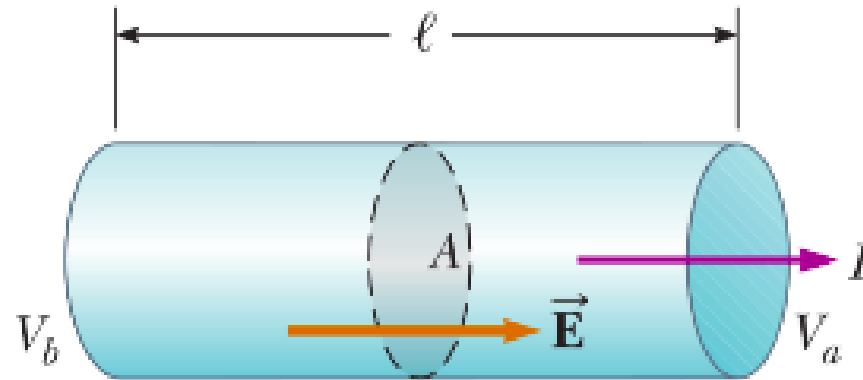
- Su relación prioriza la siguiente ecuación:

$$\vec{J} = -(ne)\vec{v}_d$$

- Donde n es la densidad de cargas libres (# de electrones de conducción/volumen)
- e es la carga elemental.

Resistencia Eléctrica.

Es la oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.



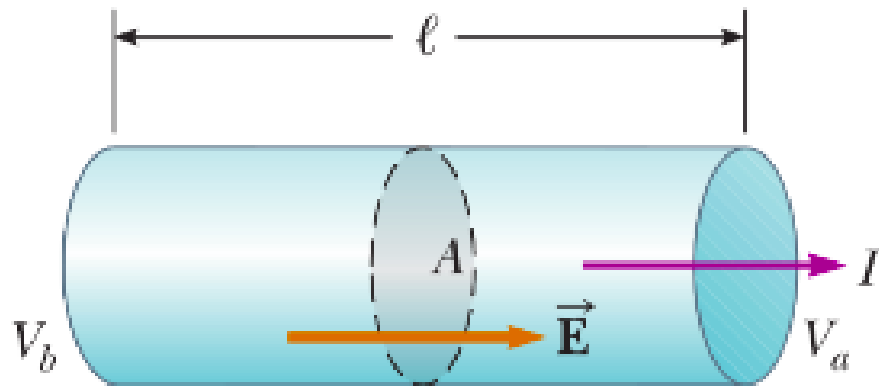
$$R \equiv \frac{\Delta V}{I}$$

Los valores de los resistores en ohms, por lo general se indican mediante código de colores.

Unidades: Ω = Ohms = V/A

Resistividad Eléctrica.

Es la razón de las magnitudes del campo eléctrico y la densidad de corriente.



$$\rho = \frac{E}{J}$$

Unidades: $\Omega \cdot \text{m}$

Relación entre resistencia y resistividad.

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

Resistencia depende de su geometría, mientras que la resistividad no (propiedad intrínseca)

Conductividad Eléctrica.

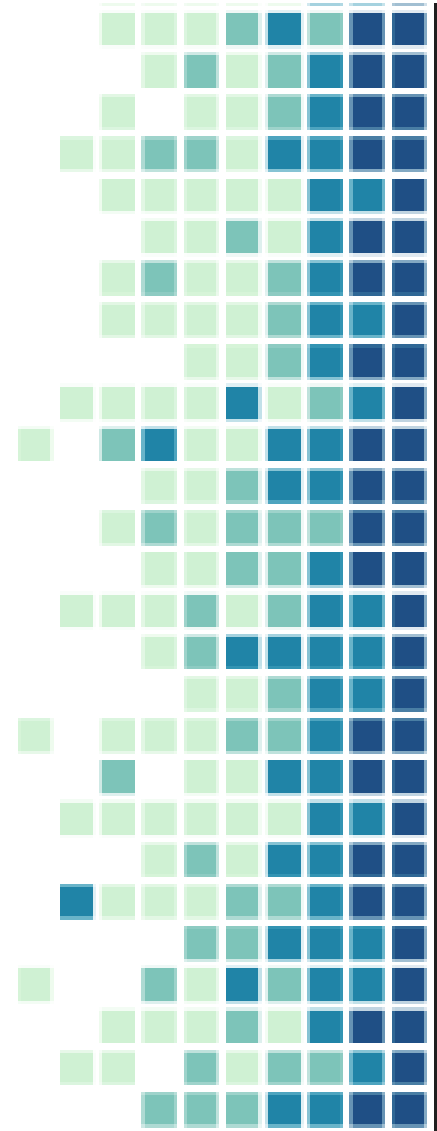
Es una propiedad natural de los cuerpos que permiten el paso a través de sí de la electricidad

El recíproco de la resistividad es la conductividad. Sus unidades son $(\Omega \cdot m)^{-1}$.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \longrightarrow \boxed{J = \sigma E}$$

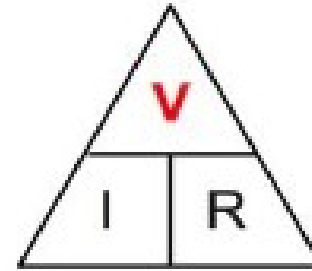
Ley de Ohm (microscópica)

En muchos materiales (inclusive la mayor parte de los metales) la relación de la densidad de corriente al campo eléctrico es una constante que es independiente del campo eléctrico que produce la corriente.



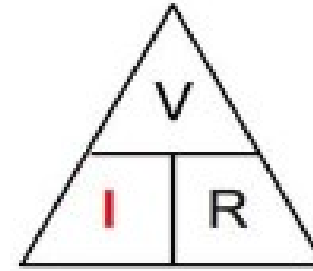
Ley de Ohm

(Macro)



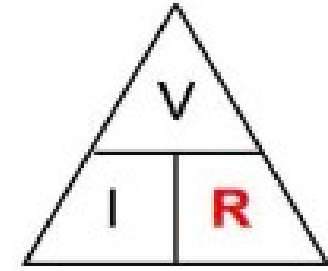
$$V = I \times R$$

Voltaje
(voltios)



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

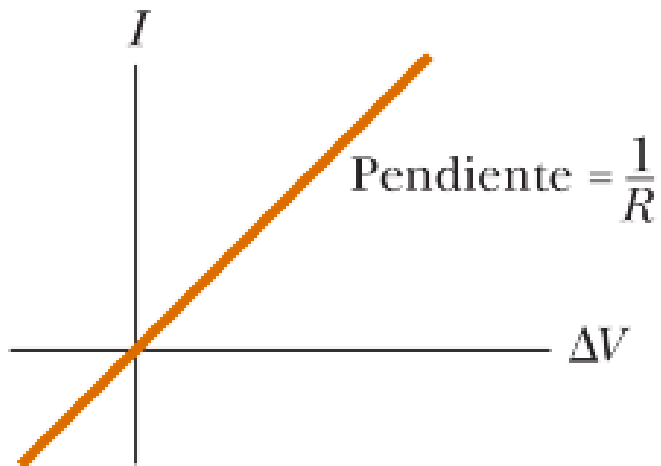
Corriente
(amperios)



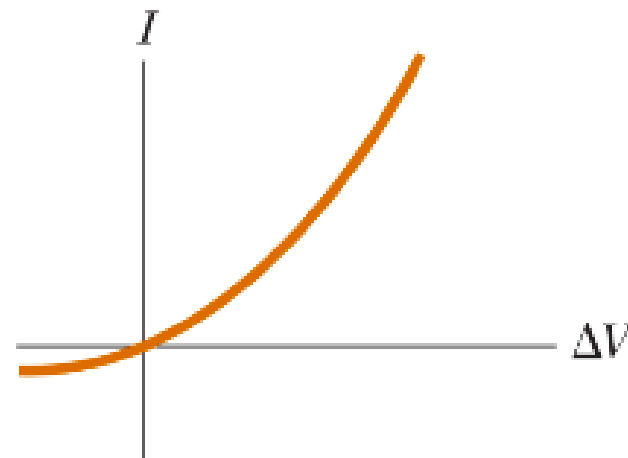
$$R = \frac{V}{I}$$

Resistencia
(ohmios)

Materiales óhmicos



Material no óhmicos



Coeficiente de Temperatura.

En un intervalo limitado de temperatura, la resistividad de un conductor varía prácticamente de manera lineal con la temperatura.

$$\rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad \text{(dependencia de la resistividad con respecto a la temperatura)}$$

El sub índice 0 indica las variables a 20°C, mientras que las demás variables son a una nueva temperatura.

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

El factor α se llama coeficiente de temperatura de la resistividad, sus unidades son grados Celsius⁻¹

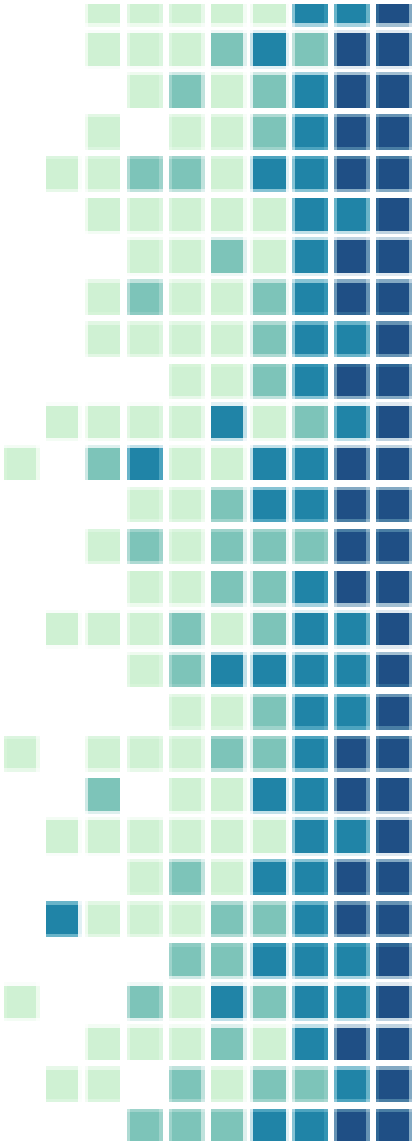


Tabla de resistividades de una diversidad de materiales a 20°C

Resistividades y coeficientes de temperatura de resistividad para diversos materiales

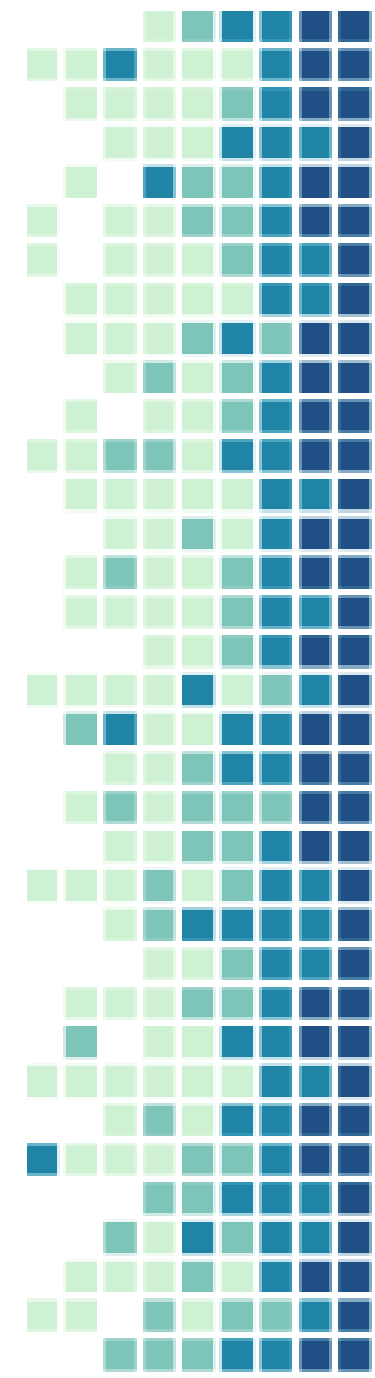
Material	Resistividad ^a ($\Omega \cdot m$)	Coeficiente de temperatura ^b $\alpha[(^{\circ}C)^{-1}]$
Plata	1.59×10^{-8}	3.8×10^{-3}
Cobre	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Oro	2.44×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Aluminio	2.82×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Tungsteno	5.6×10^{-8}	4.5×10^{-3}
Hierro	10×10^{-8}	5.0×10^{-3}
Platino	11×10^{-8}	3.92×10^{-3}
Plomo	22×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Aleación nicromo ^c	1.50×10^{-6}	0.4×10^{-3}
Carbono	3.5×10^{-5}	-0.5×10^{-3}
Germanio	0.46	-48×10^{-3}
Silicio	2.3×10^3	-75×10^{-3}
Vidrio	10^{10} a 10^{14}	
Hule vulcanizado	$\sim 10^{13}$	
Azufre	10^{15}	
Cuarzo (fundido)	75×10^{16}	

^aTodos los valores están a 20°C. Los elementos de la tabla se consideran libres de impurezas.

^bVea la sección 27.4.

^cAleación de níquel y cromo usada comúnmente en elementos calefactores.

^dLa resistividad del silicio es muy sensible a la pureza. El valor puede cambiar en varios órdenes de magnitud cuando es dopado con otros átomos.



Ejemplo 1.

D4.P6 Un alambre de aluminio de sección circular constante con un diámetro de 4.00 mm es sometido a un campo eléctrico uniforme de 0.2 V/m. Determinar:

- a) La corriente que atraviesa el conductor si su conductividad es de $3.64 \times 10^7 (\Omega \cdot \text{m})^{-1}$.
- b) El número de electrones libres por unidad de volumen si se asume un electrón de conducción por átomo de aluminio. (La densidad es 2.7 g/cm^3 y la masa molar es 27 g/mol)
- c) La velocidad de deriva.

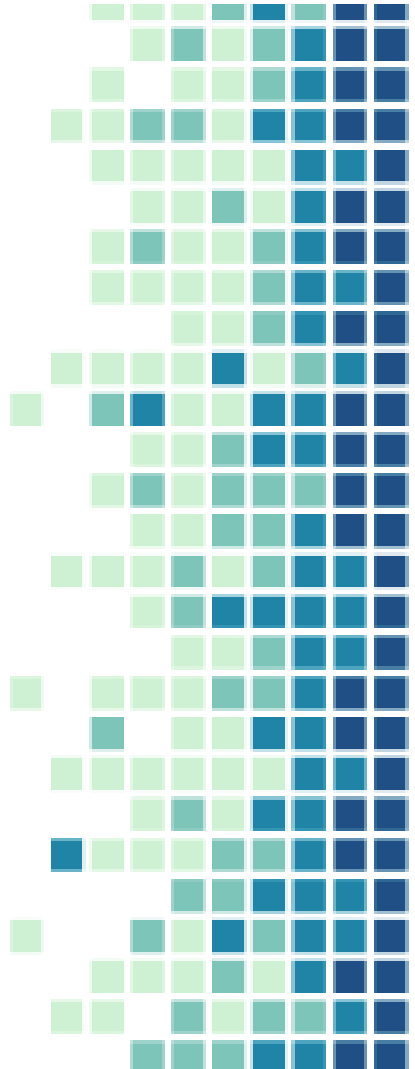
R/ a) 91.5 A b) $6.022 \times 10^{28} \text{ e}^-/\text{m}^3$ c) $7.6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$



Ejemplo 2.

D4.P8 Un alambre con una resistencia de $6.0 \, \Omega$ se estira de modo que su nueva longitud es tres veces mayor que su longitud inicial. Halle la resistencia del alambre estirado, asumiendo que la densidad del material y su resistividad no cambian por efecto del estiramiento.

R/ $54 \, \Omega$



Ejemplo 3.

El embobinado de cobre de un motor tiene una resistencia de $50\ \Omega$ a 20°C ; cuando el motor está inactivo. Después de funcionar varias horas, la resistencia aumenta a $58\ \Omega$, ¿Cuál es la temperatura del embobinado?

($\alpha = 4.3 \times 10^{-3}\ /\ ^\circ\text{C}$)

R/ $57.2\ ^\circ\text{C}$



Asignación 1.

Una alambre de 3.0 m de longitud y 0.45 mm^2 de área tiene una resistencia de 41Ω a 20°C . Si la resistencia aumenta a 41.4Ω a 29°C .

- a) ¿Cuál es el coeficiente térmico de resistividad?
- b) ¿Cuál es el valor de resistividad a los 29°C ?

R/ a) $1.08 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ b) $6.21 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$

