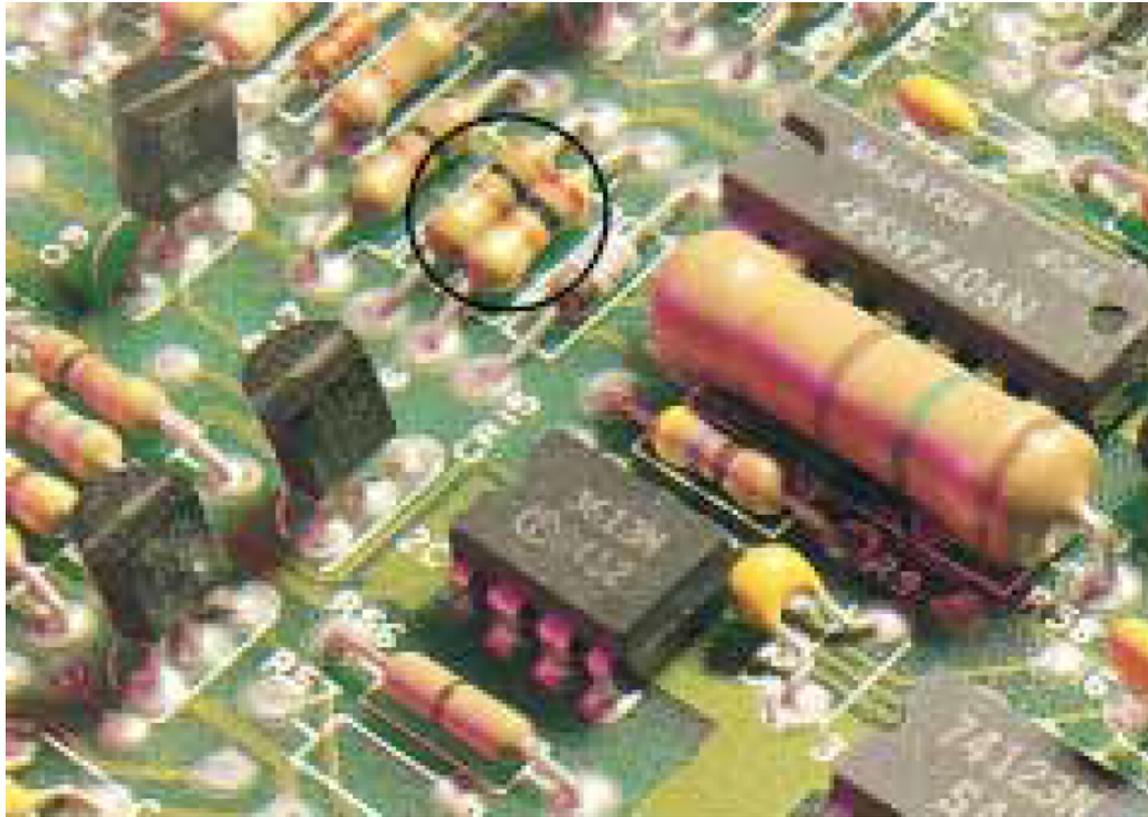
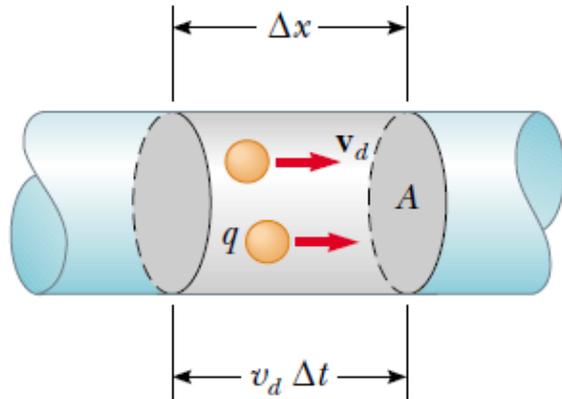


# Electricidad



# Corriente eléctrica



$$\Delta x = v_d \Delta t.$$

$$\Delta Q = (nA \Delta x) q$$

**Cantidad de portadores de carga por unidad de volumen (densidad)**

$$\Delta Q = (nAv_d \Delta t) q$$

**Corriente eléctrica**

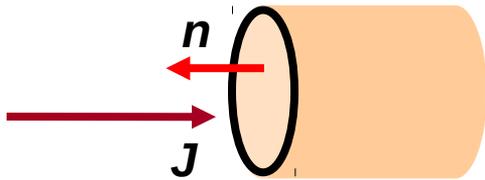
$$I_{av} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d A$$

**Por convención, el sentido de la corriente se define como el sentido de los portadores positivos de carga**

# Vector densidad de corriente

$$I = -\oint_S \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} da = -\int_V \nabla \cdot \mathbf{J} dv$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \int_V \rho dv$$



$$\int_V \left( \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J} \right) dv = 0$$

$$\mathbf{J} = nq\mathbf{v}_d$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0$$

**Ecuación de continuidad**

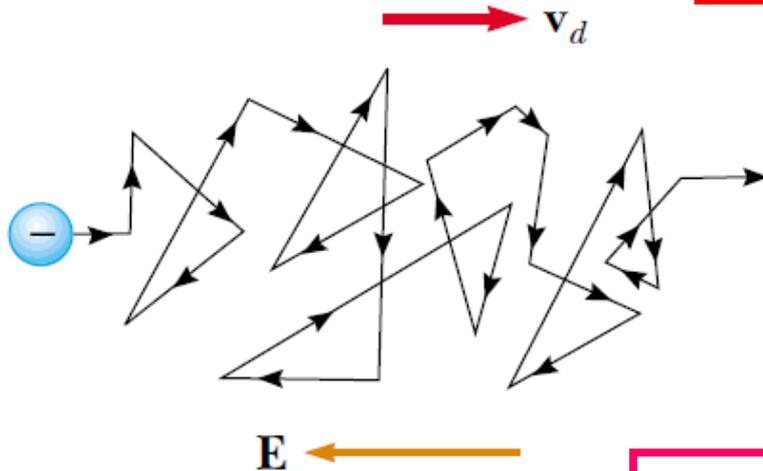
# Corriente eléctrica



André-Marie Ampère  
(1775-1836)

**Unidad de corriente: Ampere = 1 C/seg**

**¿Cómo puede ser que los portadores de carga se muevan a  $v$  cte en presencia de  $E$ ?**

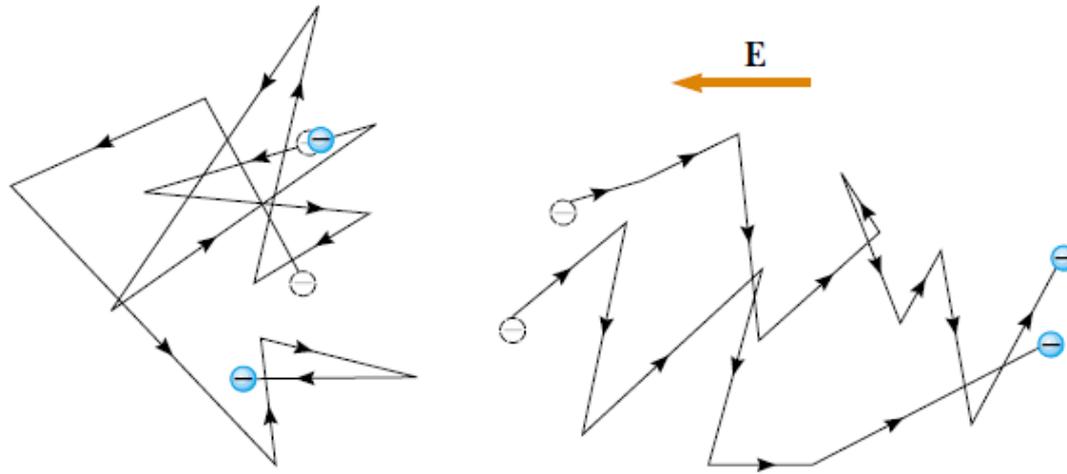


Los electrones interactúan con los átomos de la red cristalina y adquieren una velocidad  $v_d$  en el medio.

**¡Situación análoga a la de fuerza viscosa!**

**Consideremos una corriente de 200 A a través de un conductor de cobre de 1 cm de diámetro. ¿Cuál es la velocidad de los portadores de carga?**

# Corriente eléctrica



$$\mathbf{a} = \frac{q\mathbf{E}}{m_e}$$

$$\mathbf{v}_f = \mathbf{v}_i + \mathbf{a}t = \mathbf{v}_i + \frac{q\mathbf{E}}{m_e} t$$

$$\overline{\mathbf{v}}_f = \mathbf{v}_d = \frac{q\mathbf{E}}{m_e} \tau$$

$$J = nqv_d = \frac{nq^2\tau}{m_e} E$$

$\sigma$

Conductividad eléctrica

Tiempo medio entre colisiones

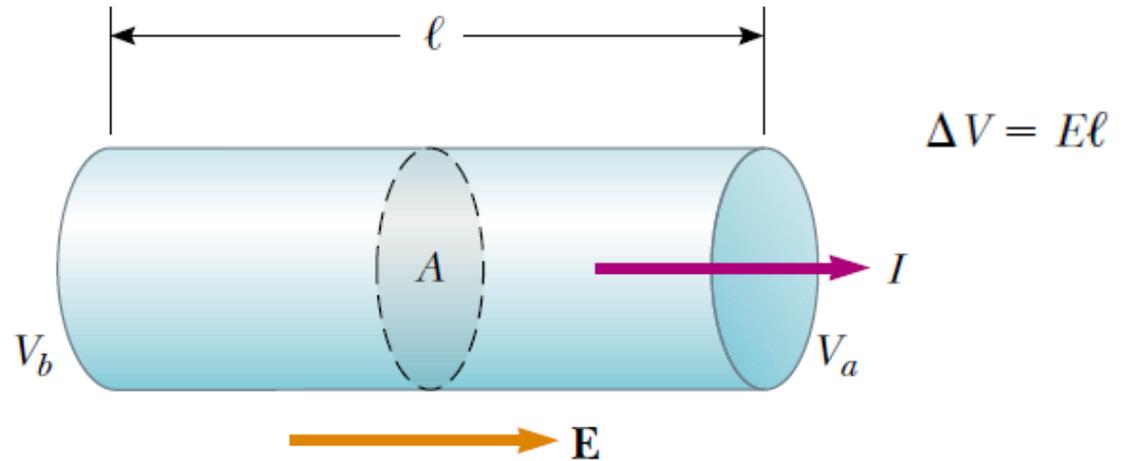
$\sim 10^{-14}$  seg para Cu

# Ley de Ohm

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

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

**resistividad**



$$\Delta V = \frac{\ell}{\sigma} J = \left( \frac{\ell}{\sigma A} \right) I = RI$$

$$1 \Omega \equiv \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$$

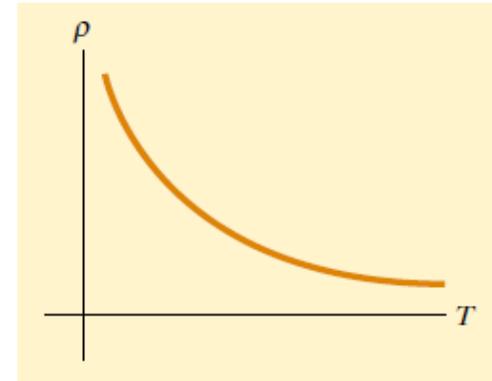
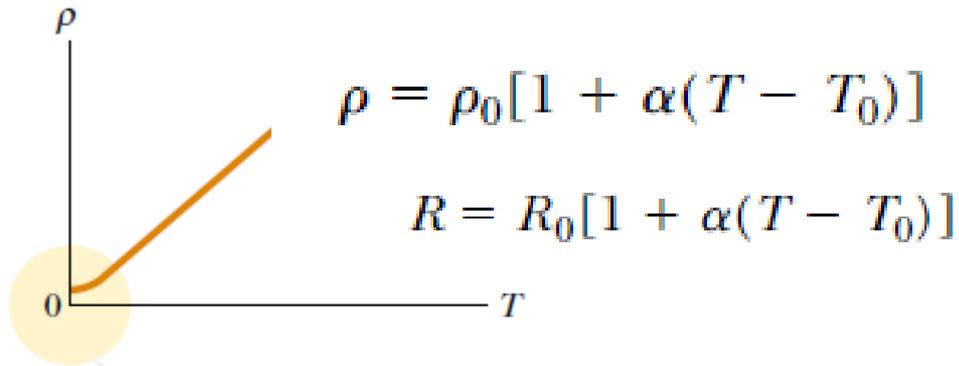
**Resistencia**

## Resistivities and Temperature Coefficients of Resistivity for Various Materials

Material	Resistivity <sup>a</sup> ( $\Omega \cdot \text{m}$ )	Temperature Coefficient <sup>b</sup> $\alpha [(\text{°C})^{-1}]$
Silver	$1.59 \times 10^{-8}$	$3.8 \times 10^{-3}$
Copper	$1.7 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Gold	$2.44 \times 10^{-8}$	$3.4 \times 10^{-3}$
Aluminum	$2.82 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Tungsten	$5.6 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-3}$
Iron	$10 \times 10^{-8}$	$5.0 \times 10^{-3}$
Platinum	$11 \times 10^{-8}$	$3.92 \times 10^{-3}$
Lead	$22 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Nichrome <sup>c</sup>	$1.50 \times 10^{-6}$	$0.4 \times 10^{-3}$
Carbon	$3.5 \times 10^{-5}$	$-0.5 \times 10^{-3}$
Germanium	0.46	$-48 \times 10^{-3}$
Silicon	640	$-75 \times 10^{-3}$
Glass	$10^{10}$ to $10^{14}$	
Hard rubber	$\sim 10^{13}$	
Sulfur	$10^{15}$	
Quartz (fused)	$75 \times 10^{16}$	

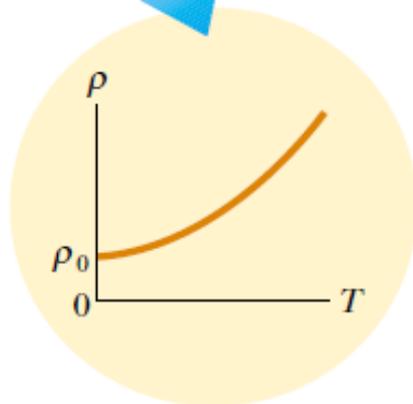
<sup>a</sup> All values at 20°C.

# Variación de la resistencia con T



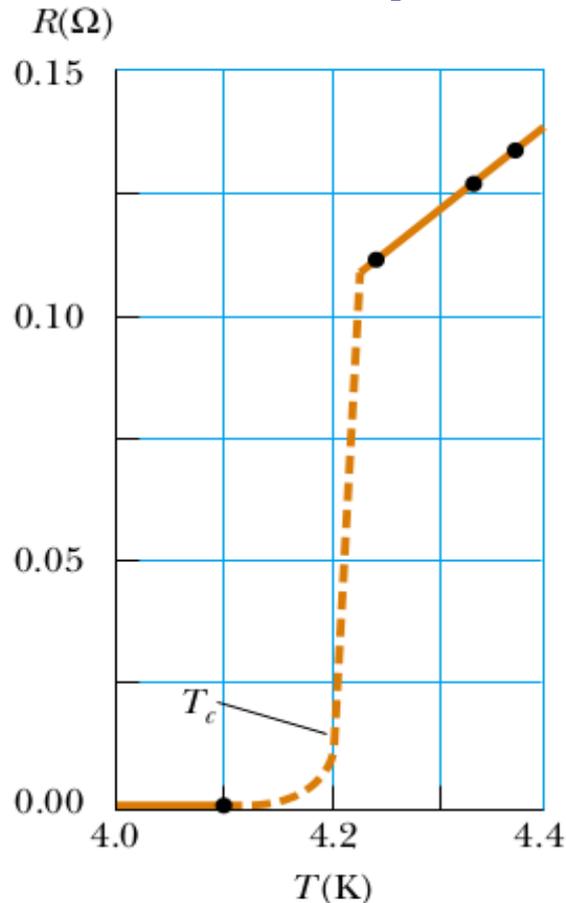
**Variación de la resistividad con la temperatura para un semiconductor como Si o Ge**

**$\alpha$  negativo!**



**Variación de la resistividad con la T para un metal como Cu. Se pierde linealidad para  $T \sim 0$  K**

# Variación de la resistencia con T: Superconductores



**Figure 27.12** Resistance versus temperature for a sample of mercury (Hg). The graph follows that of a normal metal above the critical temperature  $T_c$ . The resistance drops to zero at  $T_c$ , which is 4.2 K for mercury.

**Table 27.3**

Critical Temperatures for Various Superconductors	
Material	$T_c(K)$
HgBa <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	134
Tl-Ba-Ca-Cu-O	125
Bi-Sr-Ca-Cu-O	105
YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	92
Nb <sub>3</sub> Ge	23.2
Nb <sub>3</sub> Sn	18.05
Nb	9.46
Pb	7.18
Hg	4.15
Sn	3.72
Al	1.19
Zn	0.88