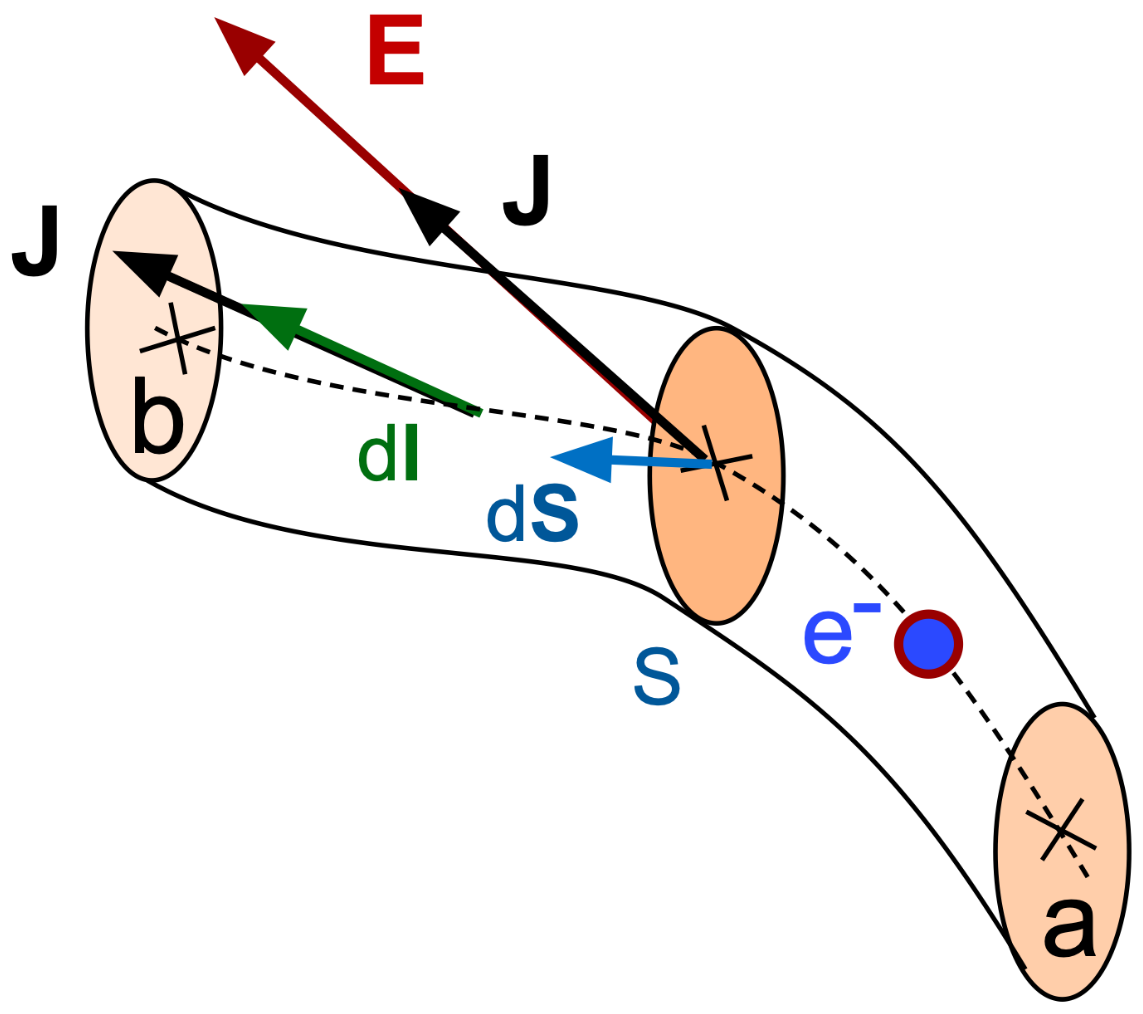
Corriente eléctrica: en los materiales sólidos el transporte de carga eléctrica se debe principalmente a los electrones

$$\left\{ \begin{array}{l} \boldsymbol{J}_c = -e\,\boldsymbol{u} \qquad \boldsymbol{u} \parallel \boldsymbol{E} \\ \boldsymbol{J}_c = \sigma_c\,\boldsymbol{E} \\ \sigma_c \text{ Conductividad eléctrica} \end{array} \right.$$

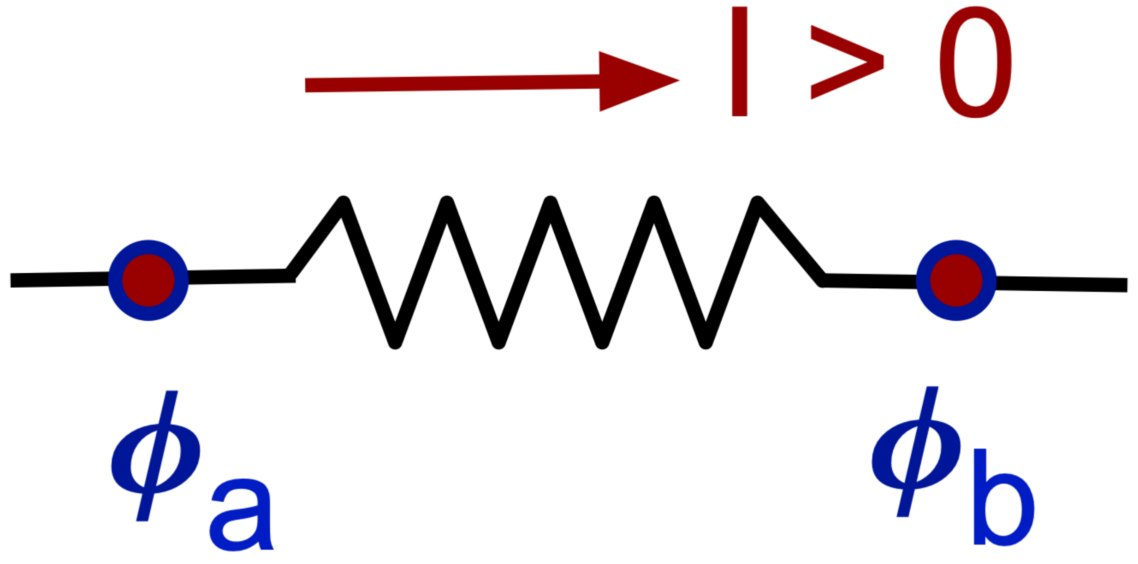


$$\phi_b - \phi_a = (-1)\int_a^b \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l} = (-1)\int_q^b \frac{\boldsymbol{J}_c}{\sigma_c}\cdot d\boldsymbol{l}$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = \int_S \boldsymbol{J}_c \cdot d\boldsymbol{S} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \boldsymbol{J}_c \text{ uniforme sobre } S \\ I = |\boldsymbol{J}_c| \times S \end{array} \right.$$

$$\phi_b - \phi_a = (-1)\int_a^b \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l} = (-1)\int_q^b \frac{|\boldsymbol{J}_c|}{\sigma_c}\,dl = (-1)\int_a^b \frac{dl}{\sigma_c\,S}$$

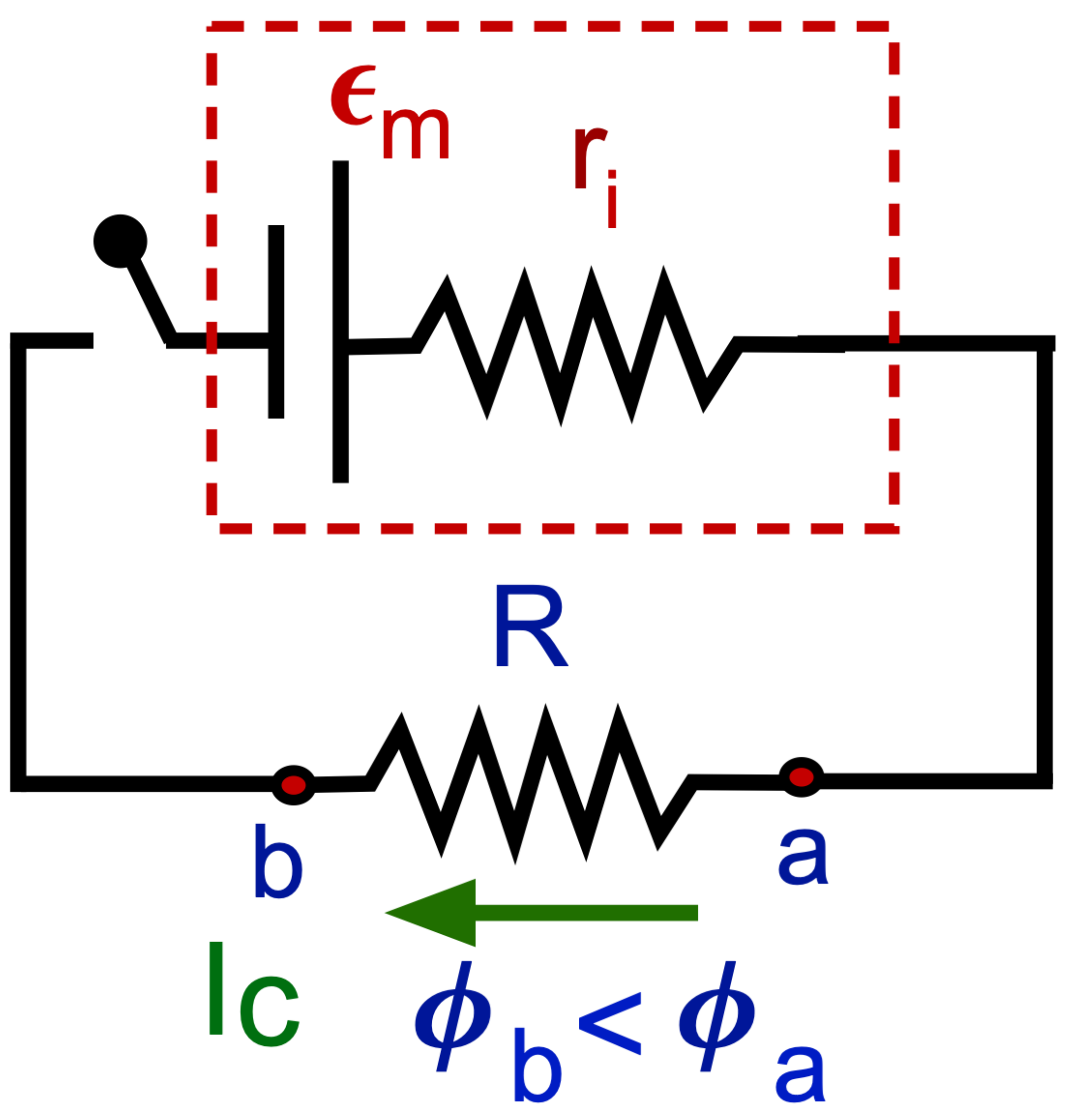
$\phi_a > \phi_b$



Resistencia eléctrica $\quad R_{ab} = \int_a^b \frac{dl}{\sigma_c\,S} > 0$

Ley de Ohm $\quad \boxed{\phi_a - \phi_b = I\,R_{ab} > 0}$

Circuito eléctrico



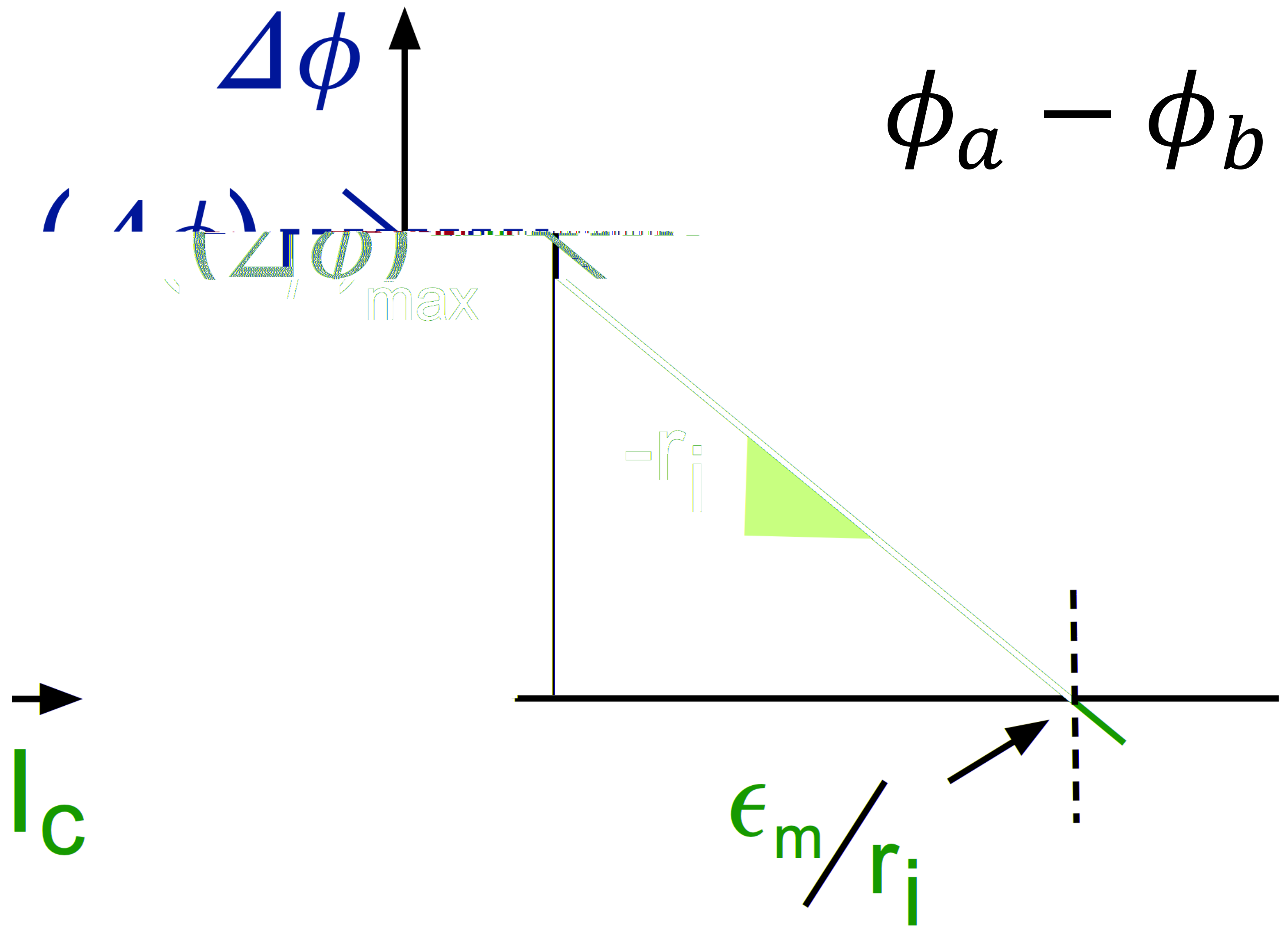
$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{dE}{dQ} \times \frac{dQ}{dt}$$

Energía por unidad de carga
×
Num. cargas en la unidad de tiempo

La resistencia eléctrica siempre disipa o consume energía

$$P = \frac{dE}{dt} = (\phi_a - \phi_b)\times I = R_{ab}\ I_c^2 = \frac{(\phi_a - \phi_b)^2}{R_{ab}}$$

Fuerza electromotriz: para que las cargas se muevan hay que aportar una energía por unidad de carga dE/dQ suministrada por una batería.



$$\phi_a - \phi_b = \mathcal{E}_m - I_c\, r_i$$

$\mathcal{E}_m$ fuerza electromotriz
r_i resistencia interna

Características de la batería

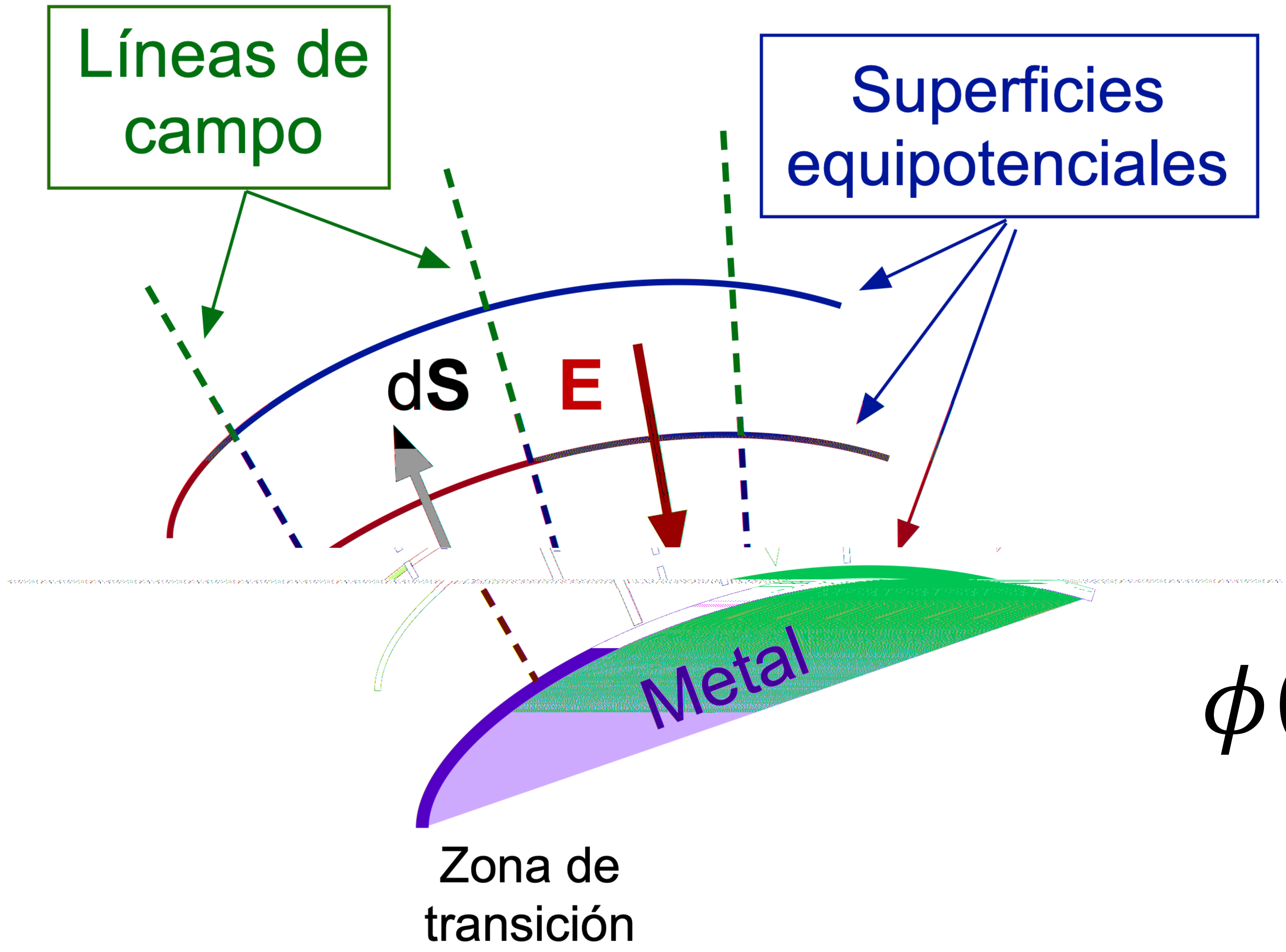
$$\mathcal{E}_m = \frac{I_c}{R_{ab} + r_i}$$

$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{dE}{dQ} \times \frac{dQ}{dt} = \frac{dE}{dQ} = \mathcal{E}_m\, I_c > 0$$

Materiales $\begin{cases}\text{Conductores}\\ \text{Semiconductores}\\ \text{Aislantes}\end{cases}$

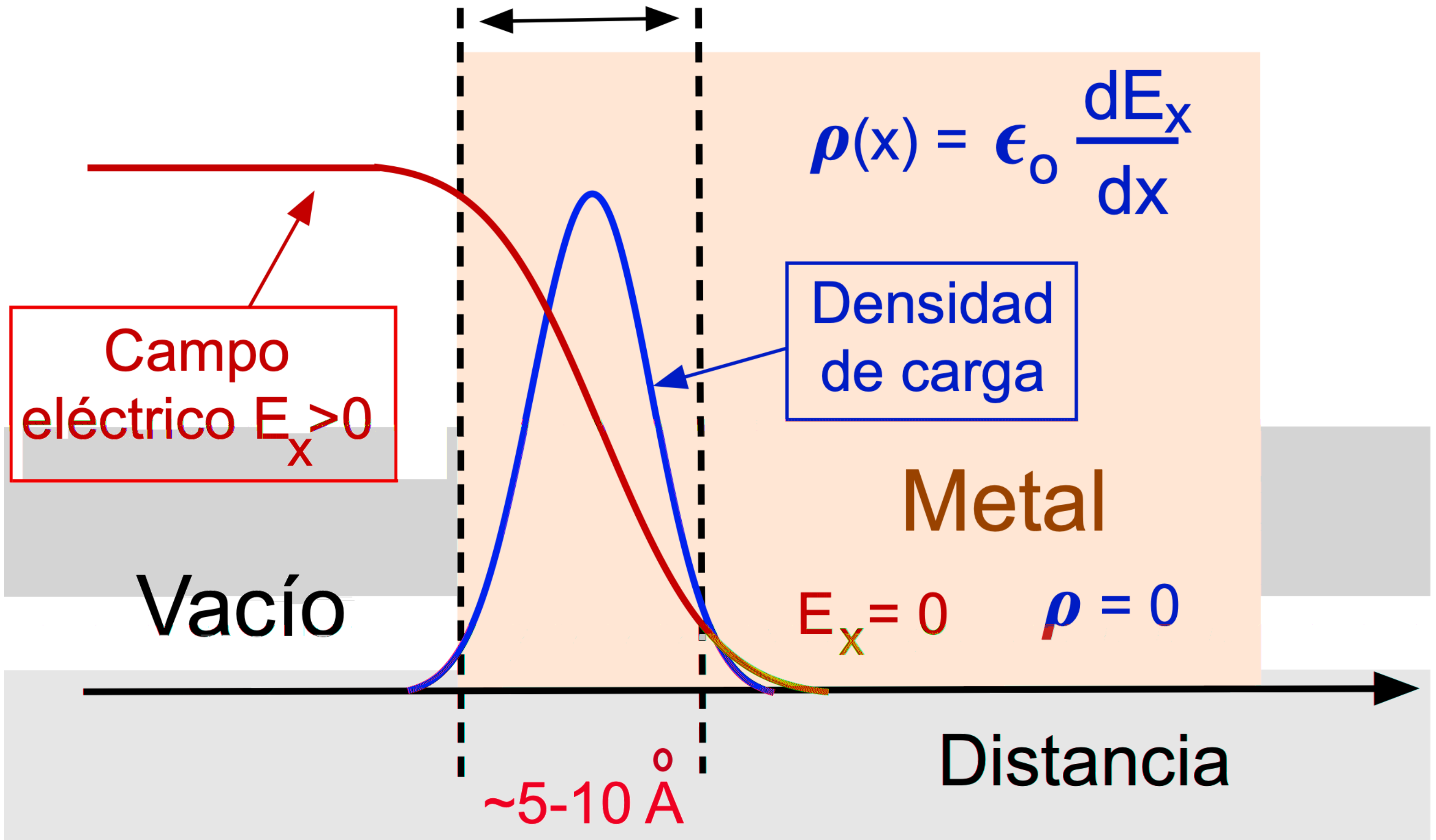
Material	$\sigma_c\ (\Omega^{-1}\ \mathrm{m}^{-1})$	R (Ω)
Cobre	$5{,}7 \times 10^{7}$	$1{,}75 \times 10^{-2}$
Vidrio	$\sim 10^{-12}$	$\sim 10^{18}$
Germanio	2,3	$4{,}4\times 10^{7}$

Valores de la conductividad de tres materiales y su resistencia eléctrica para un cable de 1 m de longitud y 1 mm cuadrado de sección



- En los materiales conductores: la baja resistencia eléctrica hace que y todos los puntos se encuentren al mismo potencial eléctrico.

$$\phi(r) \simeq cte. \begin{cases}\text{En el interior del metal} & \boldsymbol{E} = -\nabla\phi \simeq 0 \\ \text{En la superficie no hay componente tangencial} & \boldsymbol{E} = \boldsymbol{E}_\perp + \underbrace{\cancel{\boldsymbol{E}_\parallel}}_{0}\end{cases}$$



- Los conductores desarrollan una densidad de carga superficial en un campo externo

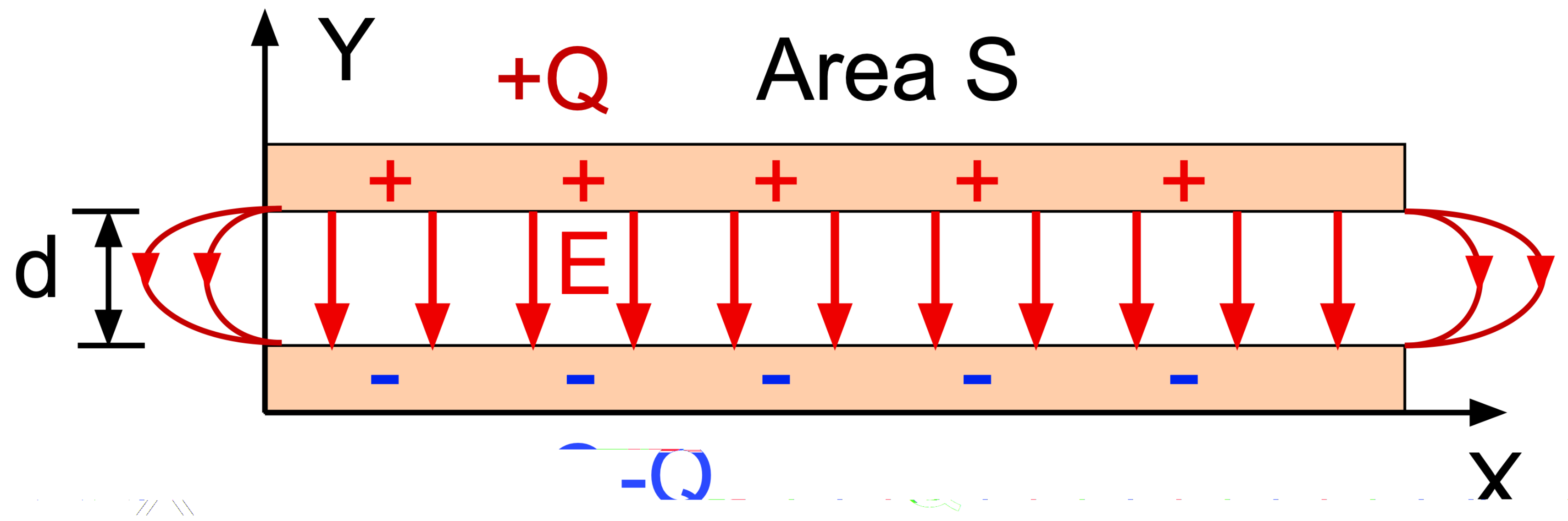
$$\boxed{\sigma_{sup} = \varepsilon_o(\boldsymbol{E}\cdot\boldsymbol{n})}$$

- **Capacidad:** relación entre el potencial eléctrico ϕ_c del conductor y la carga Q_c que almacena

$$Q_c = C\,\phi_c \qquad C > 0$$

- **Energía electrostática:**

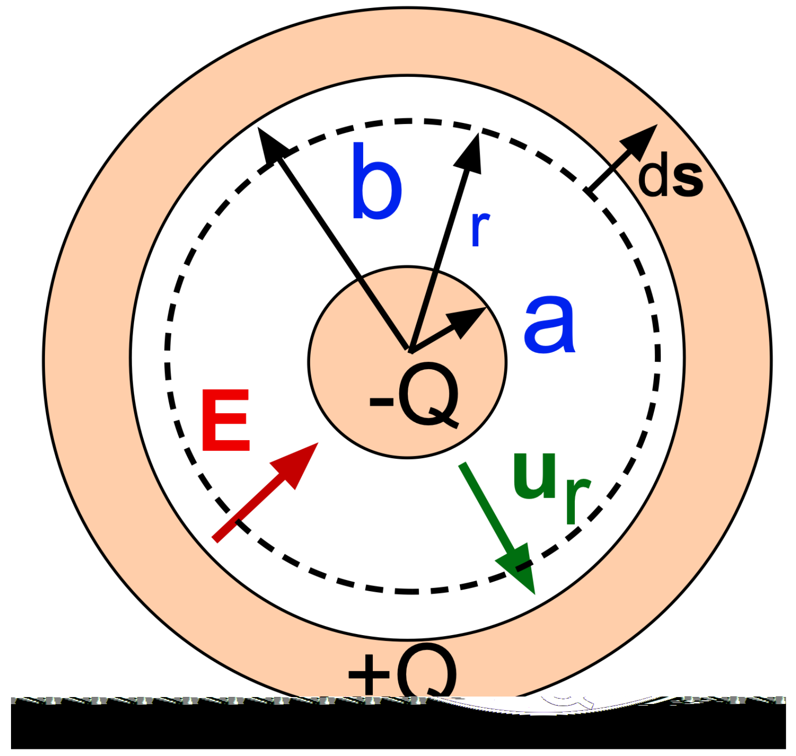
$$U_e = \frac{1}{2}\phi_c Q_c = \frac{1}{2}C\phi_c^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_c^2}{C}$$



- **Condensador plano** de placas paralelas de área S separadas una distancia d

$$C = \frac{Q}{\Delta\phi_c} = \frac{\varepsilon_o\, S}{d}$$

$$U_e = \frac{\varepsilon_o}{2}\int_C |E|^2 dv = \frac{\varepsilon_o}{2}\int_0^d \left(\frac{Q}{\varepsilon_o\, S}\right)^2 \times (S\,dy) = \frac{d\,Q^2}{\varepsilon_o\, S}$$



- **Condensador cilíndrico** de longitud L y radios a y b

$$C = \frac{Q}{\Delta\phi_c} = \frac{2\pi\,\varepsilon_o L}{\ln\left(b/a\right)}$$