



Escuela de  
Ingeniería  
Universidad  
de Chile



# FI33A ELECTROMAGNETISMO

## Clase 12

### Corriente Eléctrica-II

**LUIS S. VARGAS**  
Area de Energía  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Chile

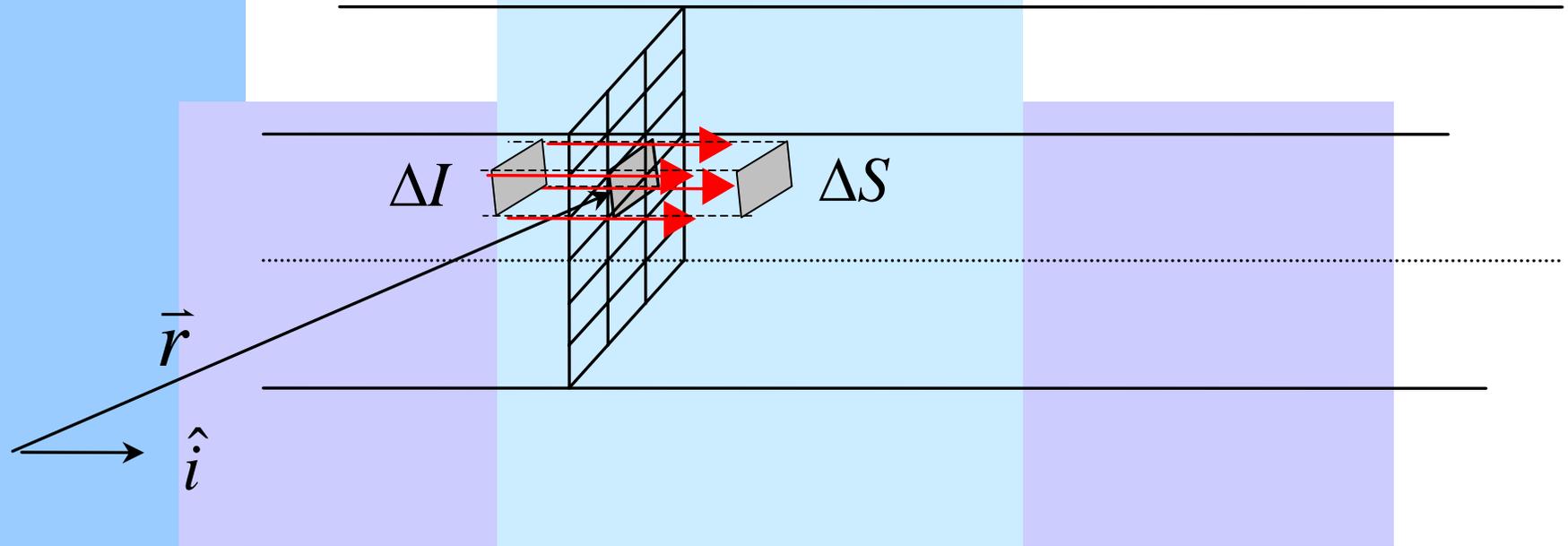


# INDICE

- Vector densidad de corriente
- Ley de Ohm
- Fuerza Electromotriz
- Efecto Joule



# Densidad de Corriente



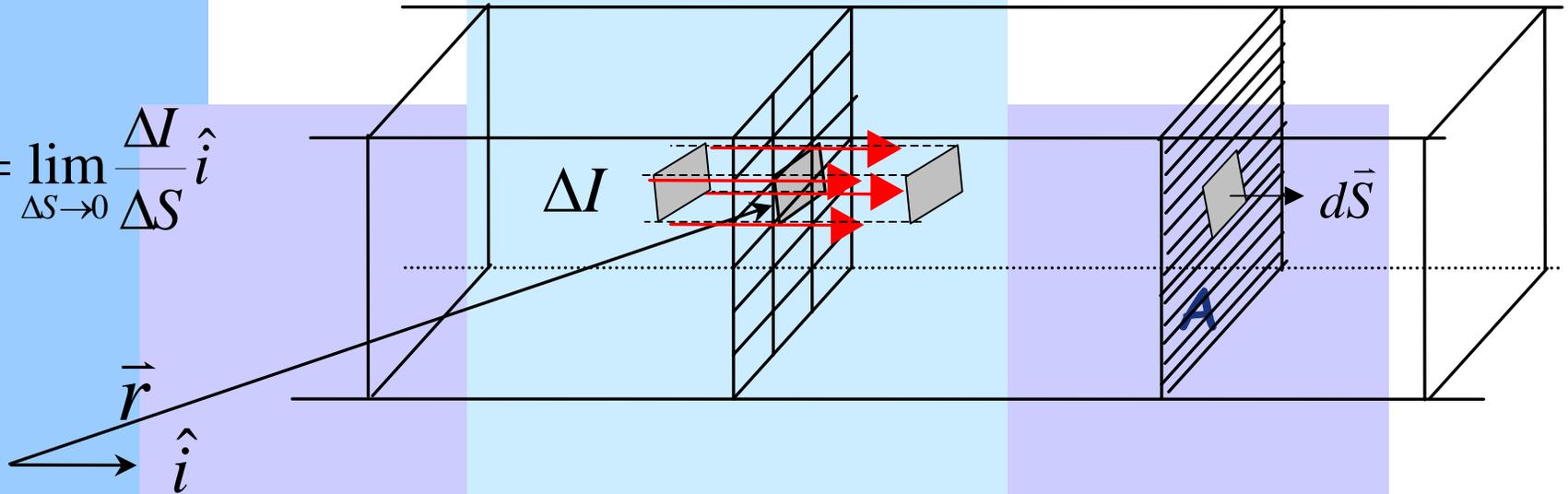
Vector densidad de corriente

$$\vec{J}(\vec{r}) = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta I}{\Delta S} \hat{i}$$



# Densidad de Corriente

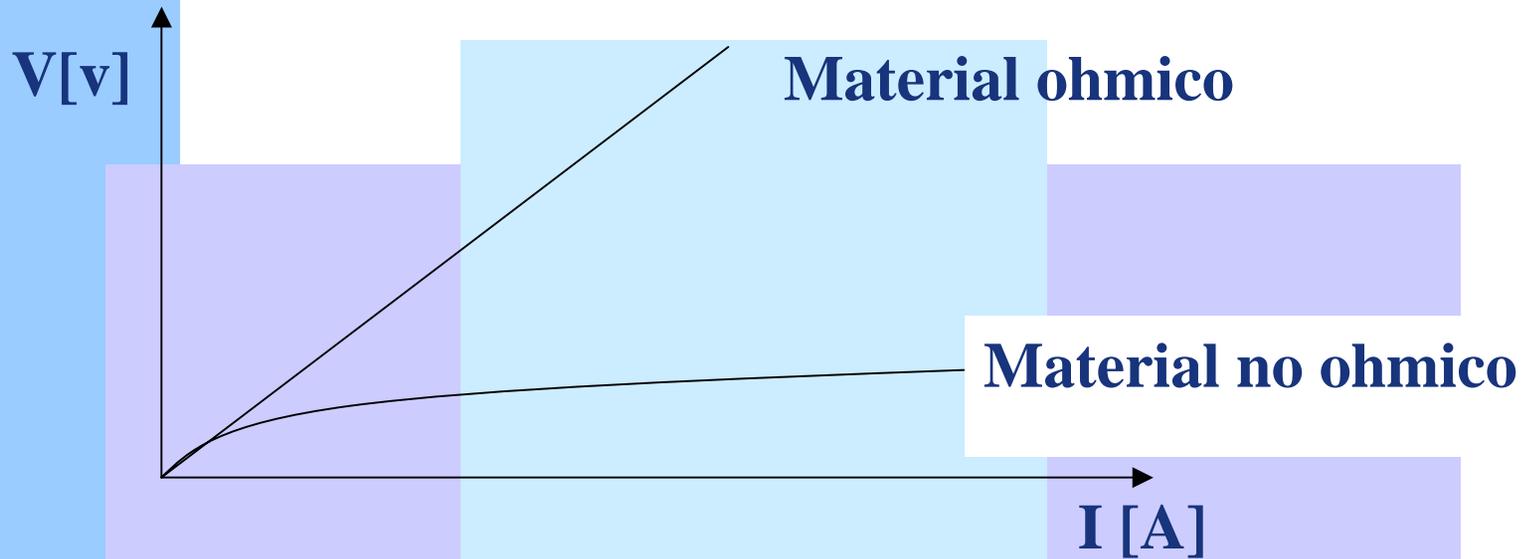
$$\vec{J}(\vec{r}) = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta I}{\Delta S} \hat{i}$$



Corriente a través de  $A$  
$$I = \iint_A \vec{J} \cdot d\vec{S}$$



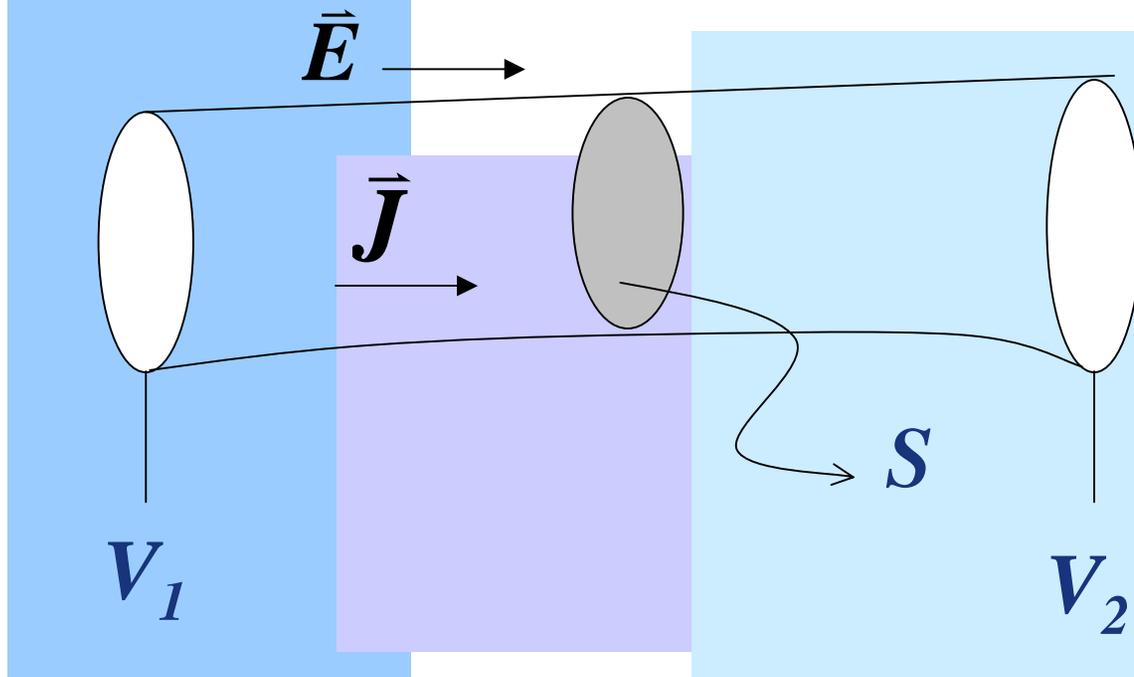
# Ley de Ohm



$$\vec{J} = g \vec{E} \Rightarrow \Delta V = RI \quad R = \rho \times \frac{l}{S}$$



# Ley de Ohm



## Ley de OHM

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

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\Delta V = RI$$

$$R = \frac{1}{\iint_S g \vec{E} \cdot d\vec{S}}$$

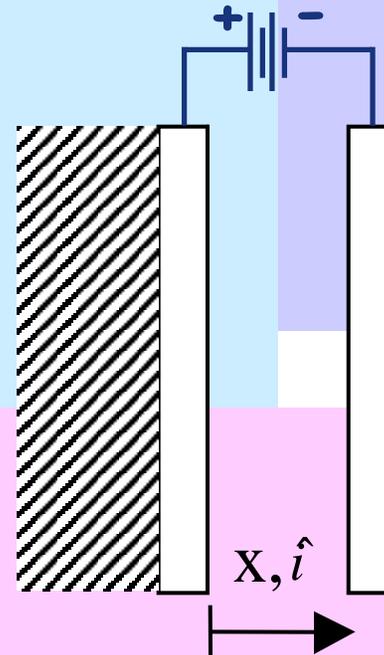


# Fuerza electromotriz

¿Existen dispositivos capaces de mantener una diferencia de potencial entre dos conductores?

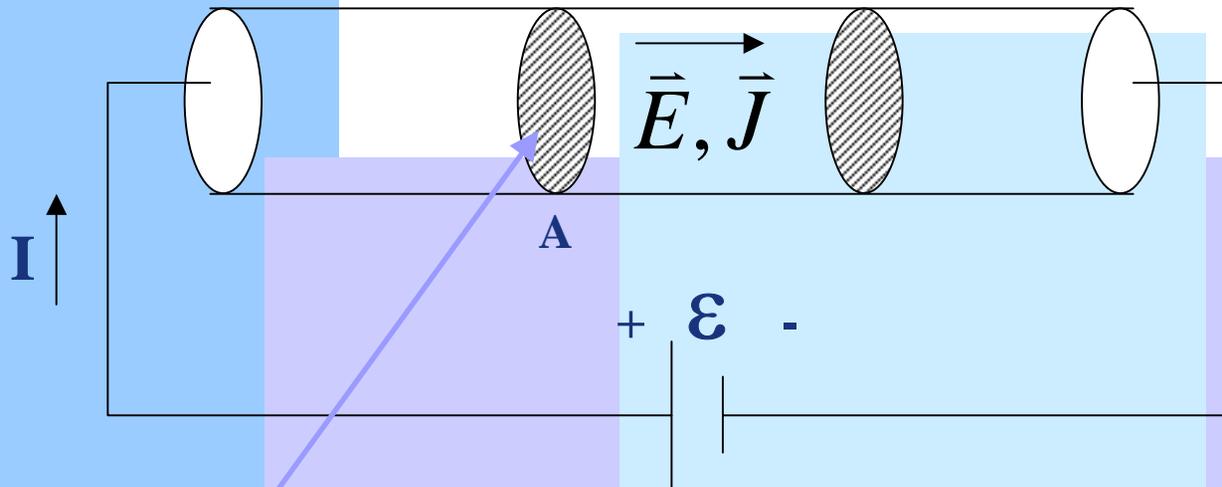
Esto se logra mediante una fem o batería, la cual es un dispositivo que tiene la capacidad para mantener la diferencia de potencial constante entre sus bornes

$$V_{+} - V_{-} = \Delta V = V_0 \text{ [volts]}$$





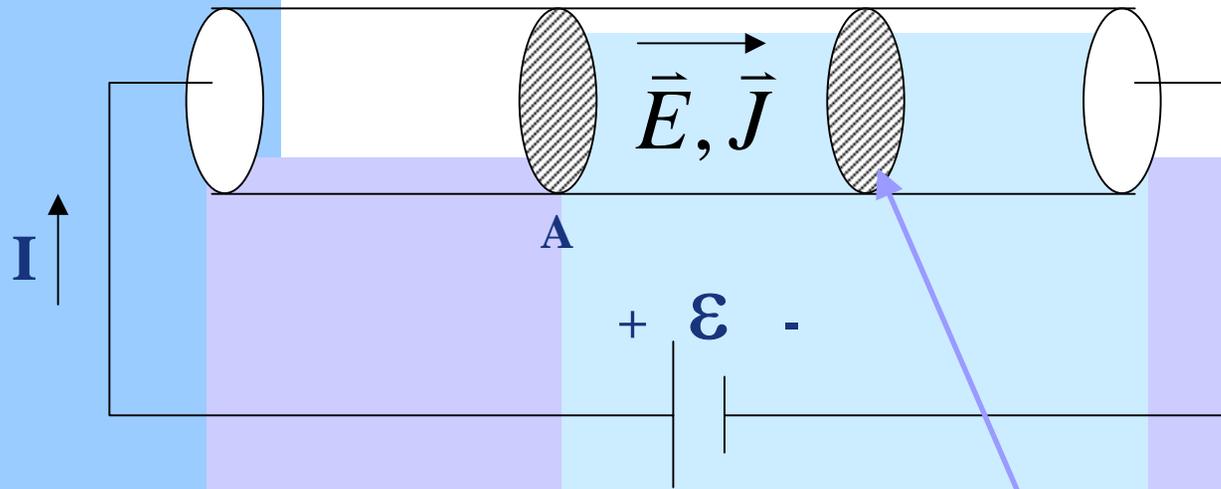
# Efecto Joule



$U_1 = \Delta Q_1 \cdot V_1$  energía de la carga en el disco  
1



# Efecto Joule

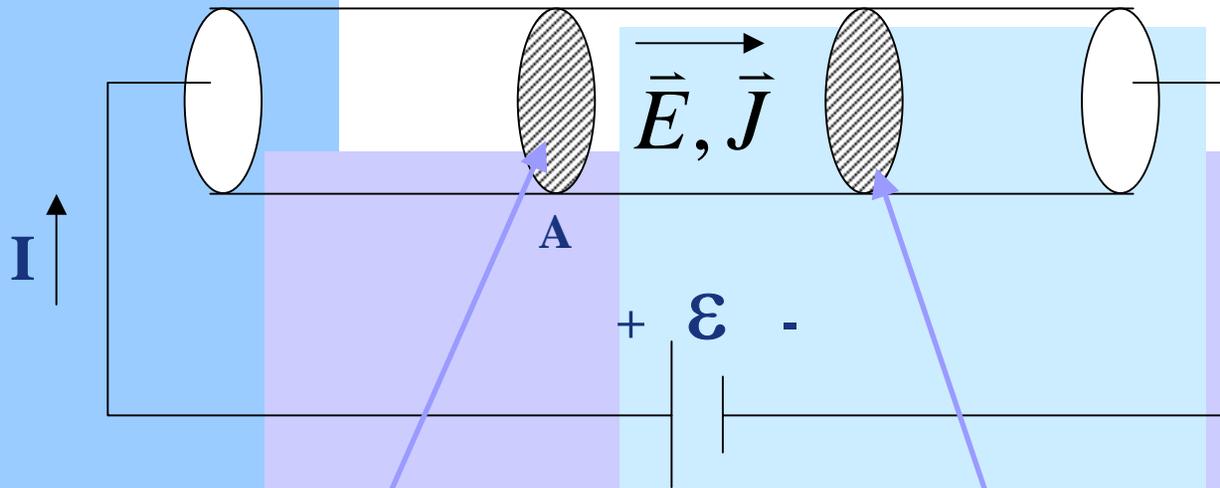


$$U_2 = \Delta Q_2 V_2 \text{ energía de la carga en el disco}$$

2



# Efecto Joule

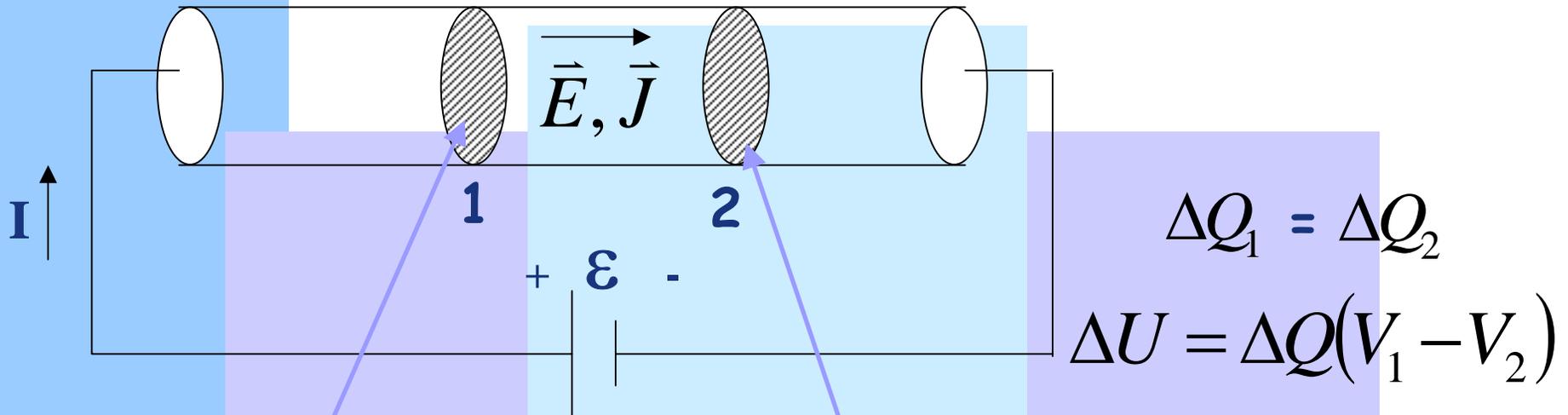


Diferencia de energía  
entre 1 y 2

$$\Delta U = \Delta Q_1 V_1 - \Delta Q_2 V_2$$



# Efecto Joule

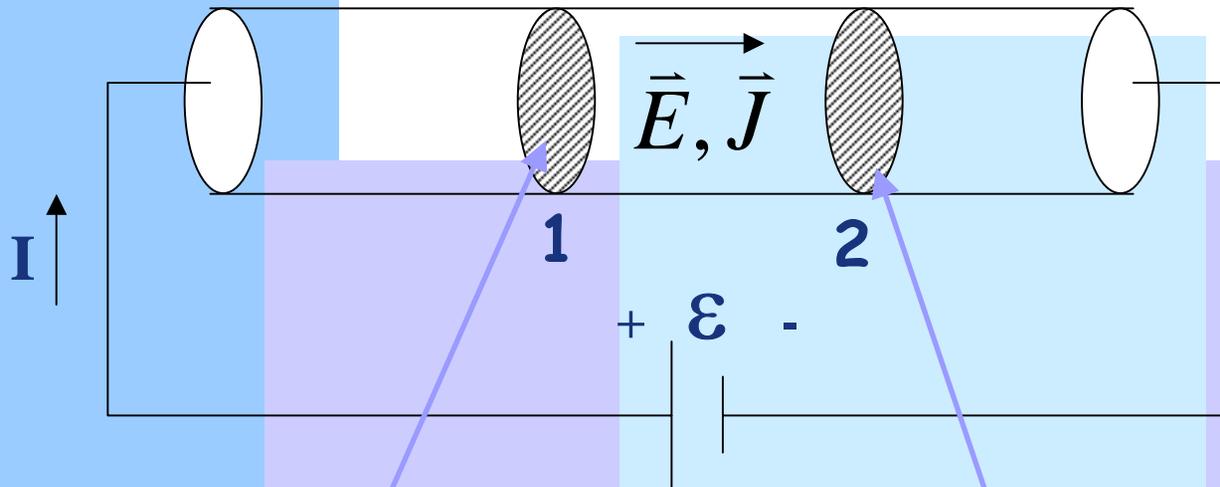


**Potencia es la derivada de la  
Energía**

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} (V_1 - V_2)$$



# Efecto Joule



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

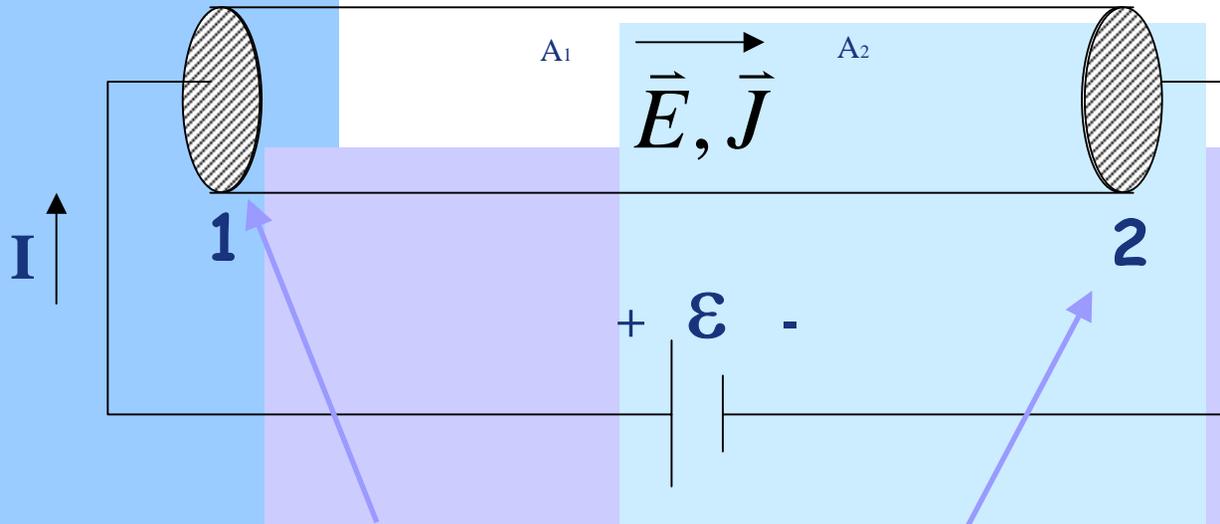


$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} (V_1 - V_2)$$

**Potencia es diferencia de potencial por corriente**



# Efecto Joule



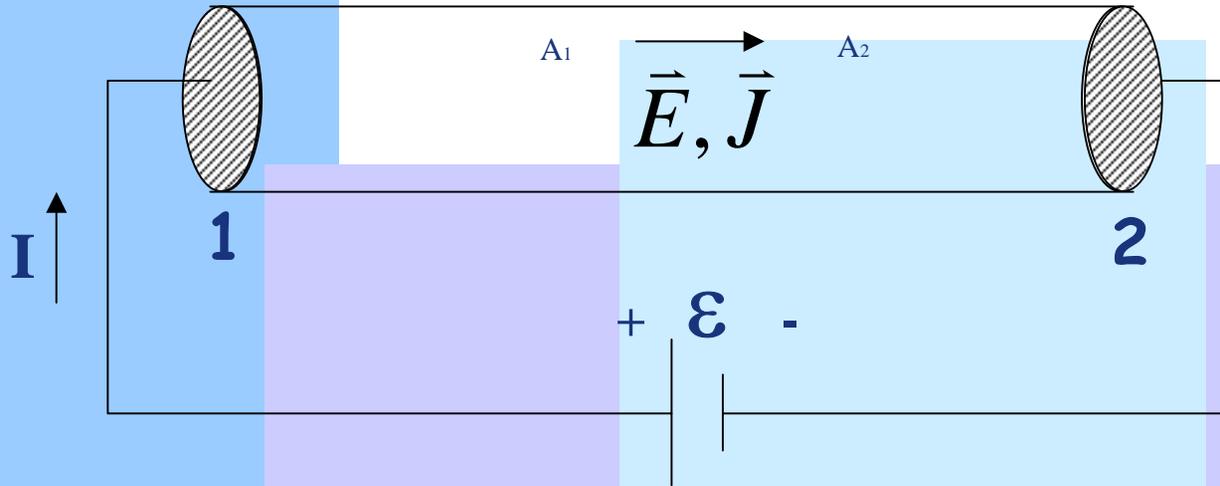
- Calor disipado
- Fem proporciona energía

Potencia es diferencia de potencial por corriente

$$\Rightarrow P = I\Delta V$$



# Efecto Joule

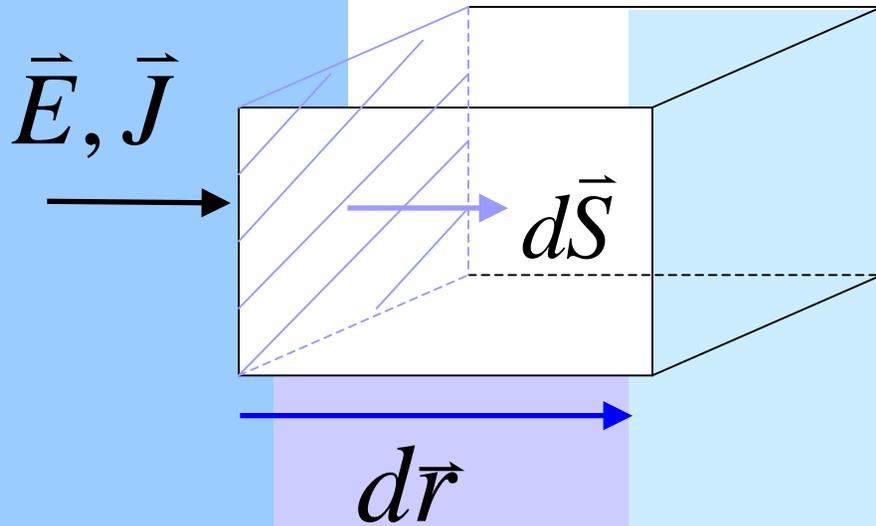


- Calor disipado
- Fem proporcionala energía

$$\Delta V = RI \Rightarrow P = I \cdot R \cdot I = RI^2 \quad \text{ó} \quad P = \frac{\Delta V^2}{R}$$



# Efecto Joule



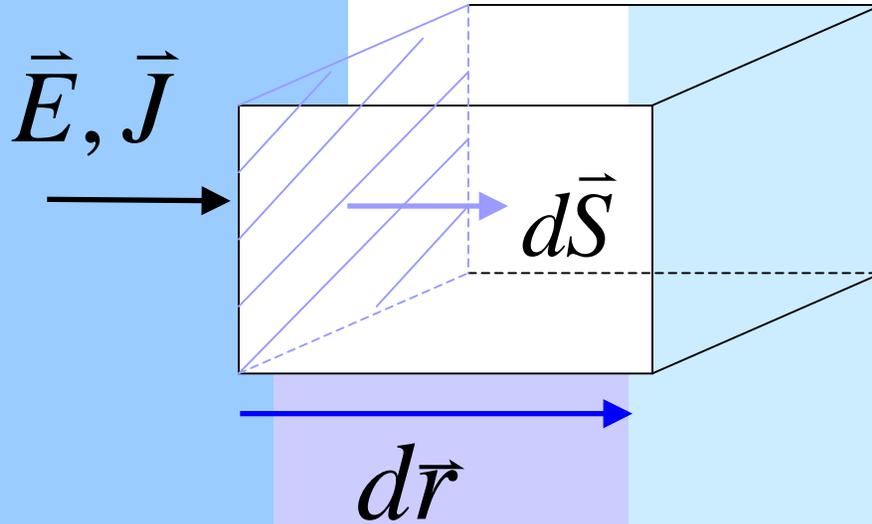
$$dP = I \Delta V$$

$$dP = \underbrace{(\vec{J} \cdot d\vec{S})}_I \cdot \underbrace{(\vec{E} \cdot d\vec{r})}_{\Delta V}$$

$$\Rightarrow dP = \vec{J} \cdot \vec{E} \cdot d\vec{s} \cdot d\vec{r}$$



# Efecto Joule



$$d\vec{S} \cdot d\vec{r} = dv$$
$$\Rightarrow dP = \vec{J} \cdot \vec{E} \cdot dv$$

$$\therefore P = \iiint_{\Omega} \vec{J} \cdot \vec{E} dv$$

Potencia disipada en volumen

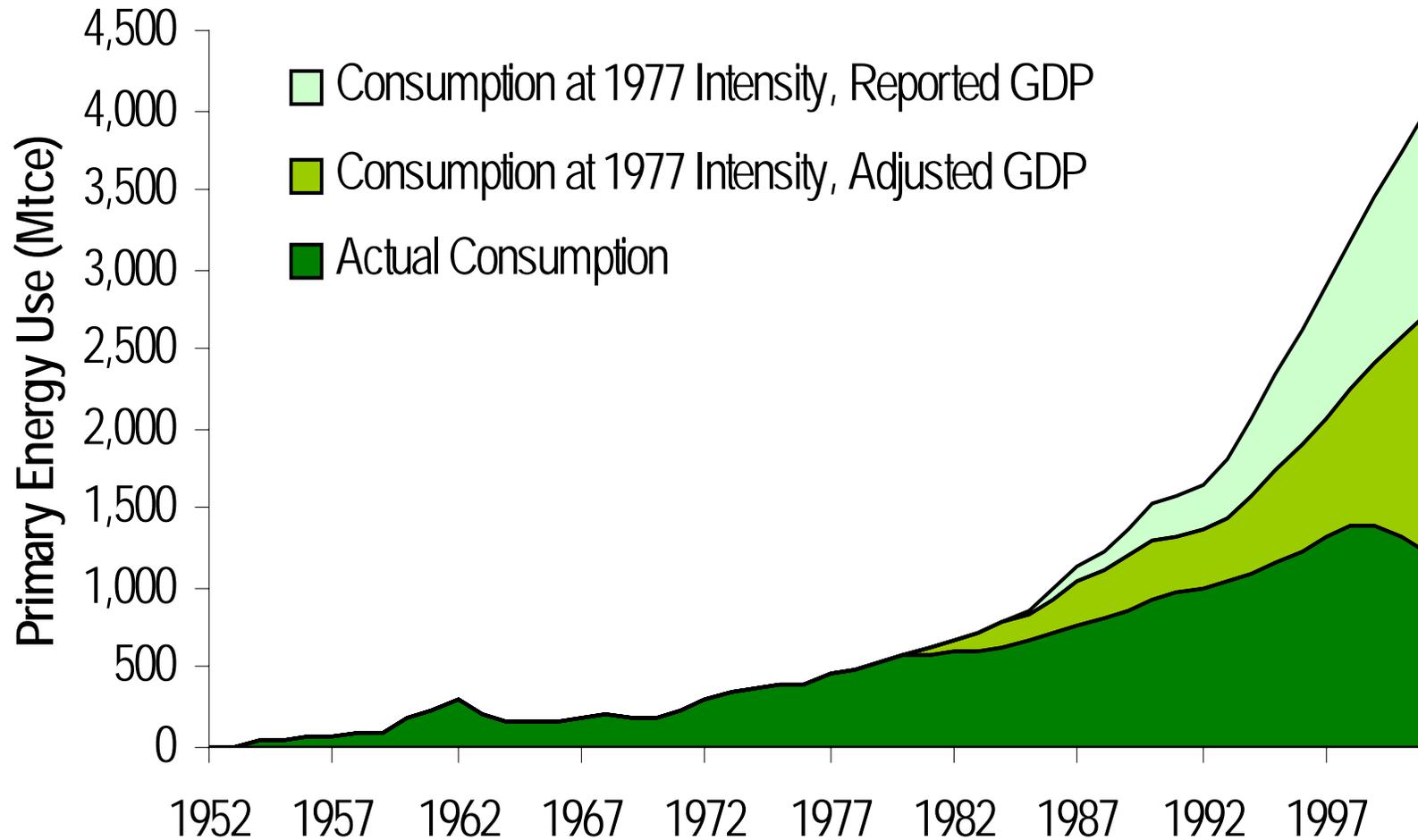


# Aspectos prácticos del efecto Joule

- Calentamiento indeseado de máquinas eléctrica
- Calentamiento de artefactos produce incendios
- Pérdidas de energía en general
- La eficiencia energética es un tema país

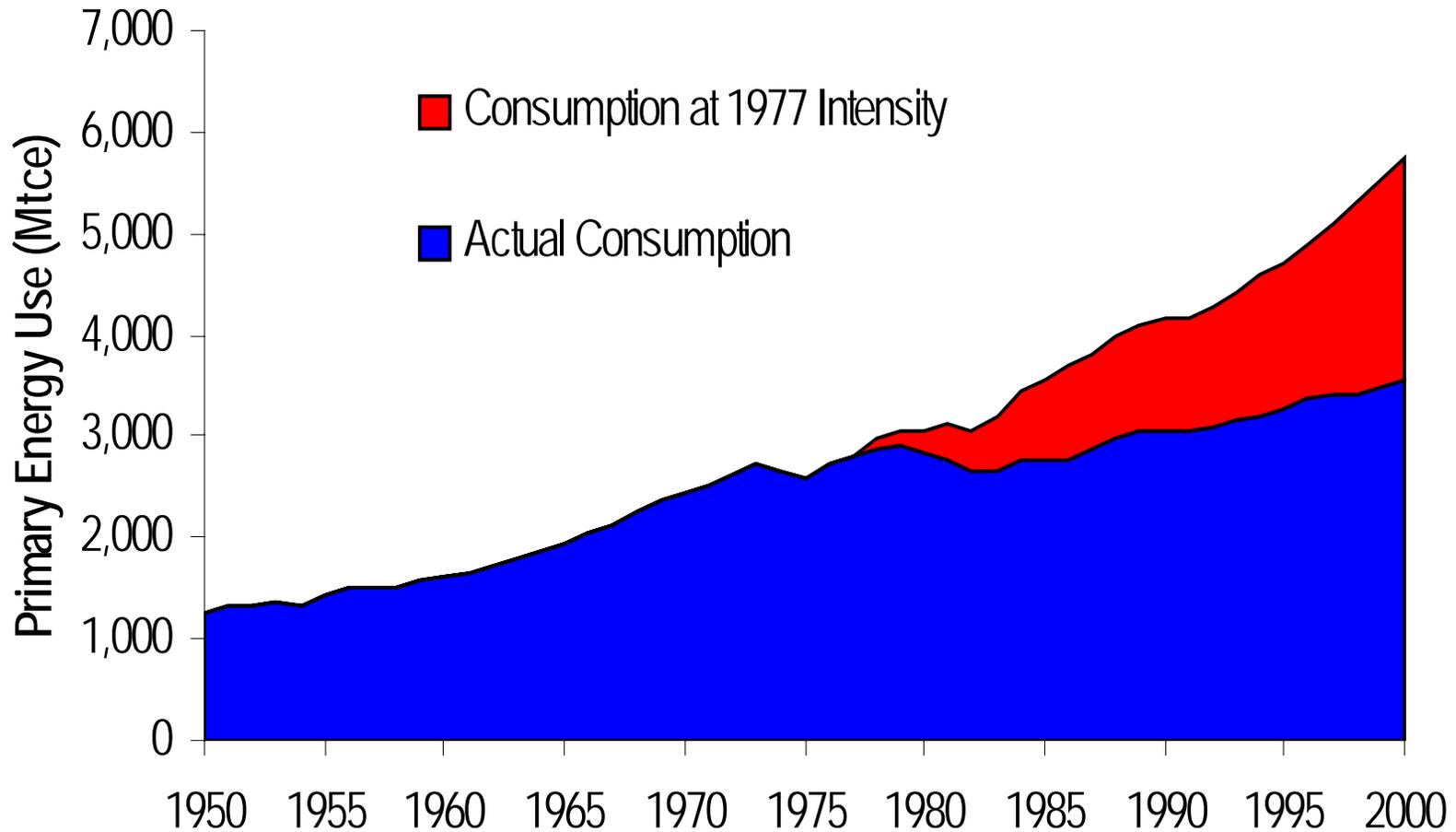


# China's energy intensity





# USA's energy intensity





# CHINA

## China 3.5% Case: Urban Refrigerators

