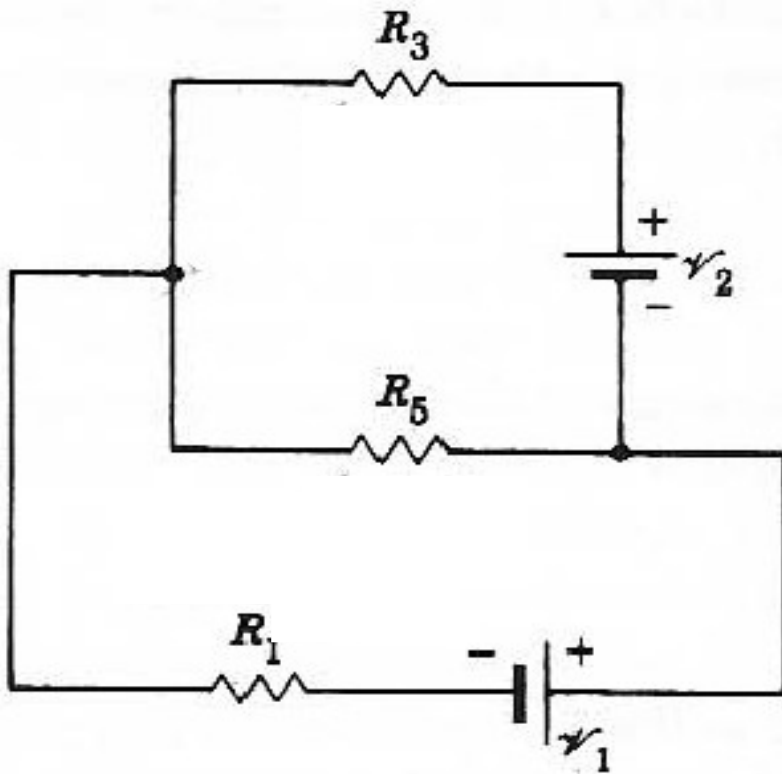


Aplicación leyes de Kirchhoff

- Una resistencia se representa por el simbolo:

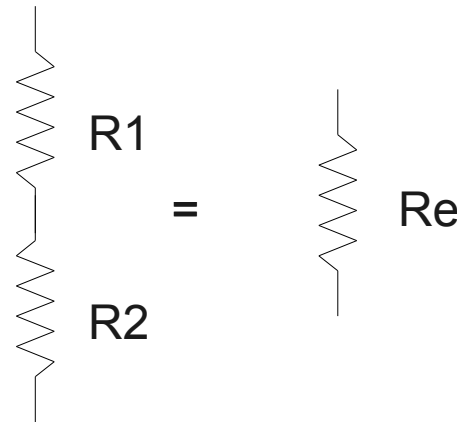


- Problema: encuentre las corrientes en las resistencias del circuito



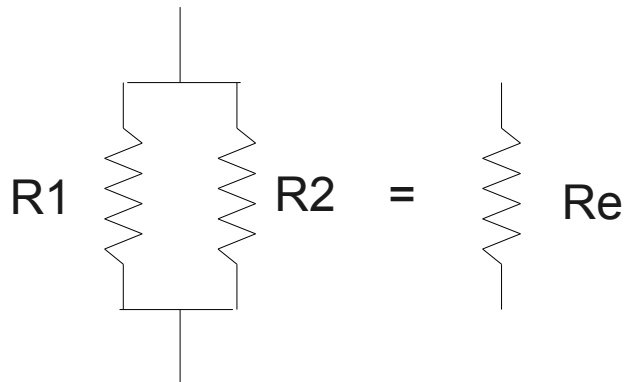
Resistencias en paralelo, serie

- Serie:



$$R_e = R_1 + R_2$$

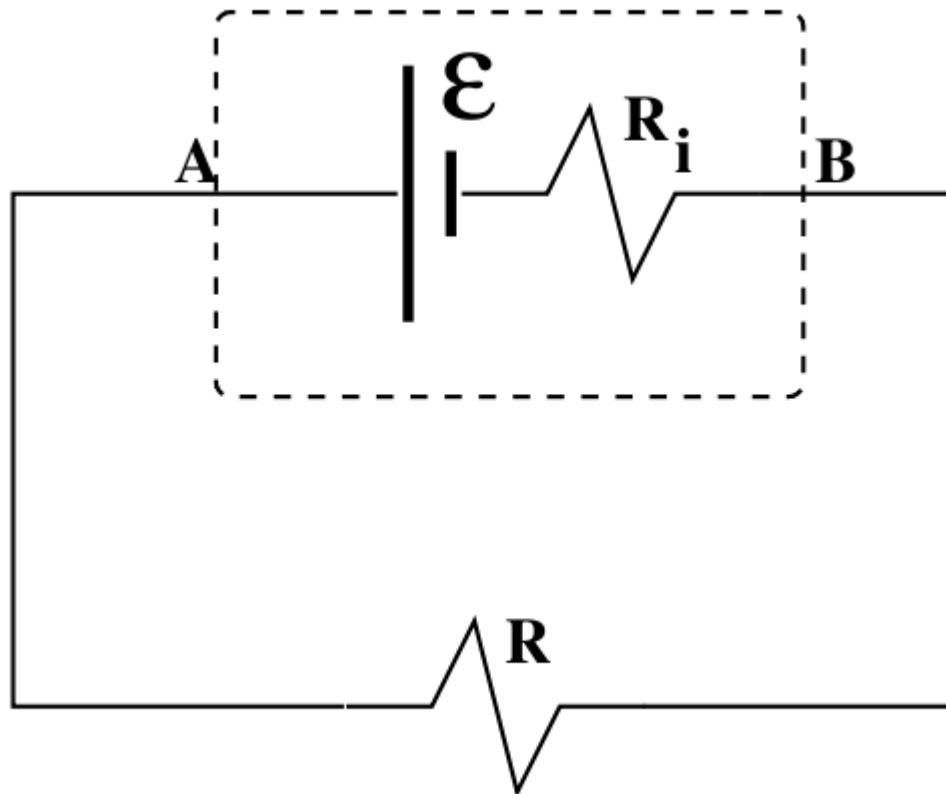
- Paralelo



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Fuerza electromotriz y efecto Joule

- Suponga que se tiene una batería conectada a una resistencia:



Si eliminamos la resistencia R y medimos la diferencia de potencial entre A y B mediremos la fuerza electromotriz de la batería, o f.e.m.

Si circula corriente en el circuito, entonces la diferencia de potencial entre A y B será menor, debido a la resistencia interna R_i .

- Tanto en R como en R_i se disipará energía. La carga que pasará por la resistencia R en un intervalo de tiempo Δt será:
- $\Delta q = I \Delta t$
- La diferencia de energía potencial que sufrirá esta carga será:
- $\Delta U = \Delta q * V$
- Luego $\Delta U = I \Delta t V$
- $P = \Delta U / \Delta t = IV$

- En forma local:

$$P = \int_{\mathcal{V}} \vec{J} \cdot \vec{E} d\mathcal{V}$$

- Corriente continua: condiciones de borde y ecuaciones:

$$\vec{E} = -\nabla V \qquad \nabla^2 V = 0$$

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

$$\nabla \cdot \vec{J} = 0$$

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{S}$$

Si E es finito, entonces V es continuo.

- Condición de borde del campo eléctrico:

- $$E_{1t} = E_{2t}$$

- O en función de las densidades de corriente:

- $$g_2 J_{1t} = g_1 J_{2t}$$

- La condición para la divergencia de J implica:

- $$J_{1n} = J_{2n}$$

$$g_1 E_{1n} = g_2 E_{2n}$$

- También sigue siendo válida la discontinuidad del desplazamiento:

- $$D_{2n} - D_{1n} = \sigma_\ell$$

- luego:

$$\left(\frac{\varepsilon_2}{g_2} - \frac{\varepsilon_1}{g_1} \right) J_n = \sigma_\ell$$

Ejemplo

- En un condensador de caras paralelas

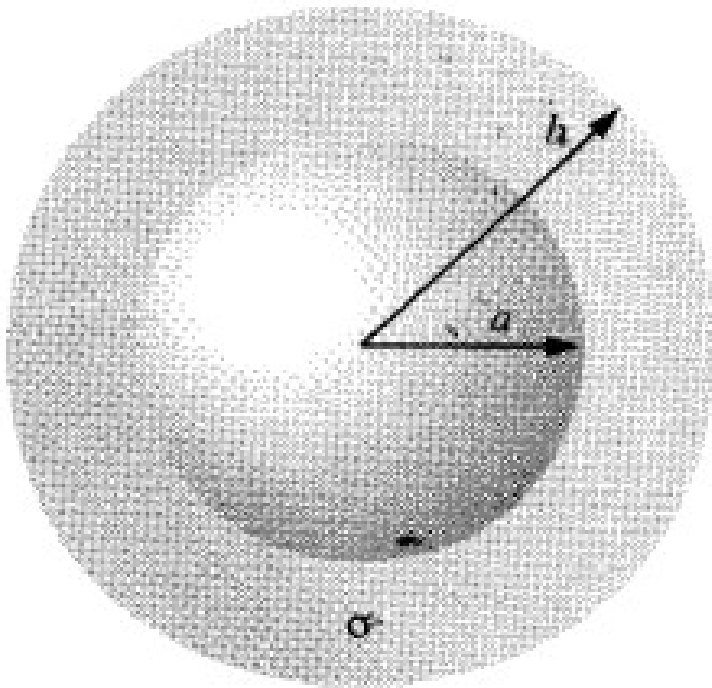
$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\int \vec{D} \cdot d\vec{\mathcal{J}}}{\int \vec{E} \cdot d\vec{r}} = \frac{\epsilon \int \vec{E} \cdot d\vec{\mathcal{J}}}{\int \vec{E} \cdot d\vec{r}}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{\int \vec{E} \cdot d\vec{r}}{\int \vec{J} \cdot d\vec{\mathcal{J}}} = \frac{\int \vec{E} \cdot d\vec{r}}{g \int \vec{E} \cdot d\vec{\mathcal{J}}}$$

$$RC = \frac{\epsilon}{g}$$

Ejemplo

- Calcule la corriente que fluye entre los dos cascarones esfericos de la figura si están a una diferencia de potencial V y separados por un material de conductividad σ . Calcule la resistencia entre los cascarones.



$$I = 4\pi\sigma \frac{(V_a - V_b)}{(1/a - 1/b)}$$

$$R = \frac{V_a - V_b}{I} = \boxed{\frac{1}{4\pi\sigma} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)}$$

Aproximación al equilibrio

- Suponga ahora que en un sistema no se ha alcanzado aun el equilibrio

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

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

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{g}{\epsilon} \rho = 0$$

Luego

$$\rho = \rho_0 \exp(-t/t_c)$$

Con

$$t_c = \epsilon / g = \epsilon \eta$$