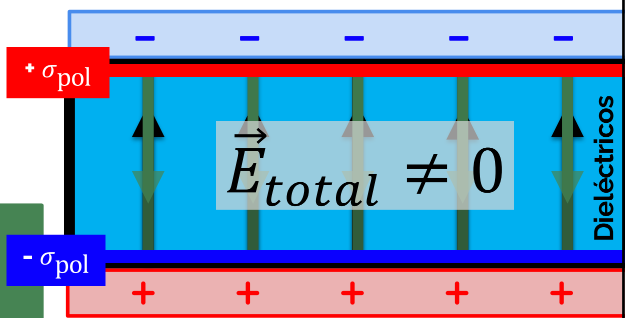
Campo eléctrico en materiales

$$\boxed{\left|\vec{E}_{tot,D}\right| = \frac{1}{\boldsymbol{\varepsilon_r}}\left|\vec{E}_{tot,0}\right|}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{\text{pol}}} = -\left(1-\frac{1}{\varepsilon_r}\right)\sigma$$

$$\left|\vec{E}_{tot,D}\right| = \frac{1}{\boldsymbol{\varepsilon_r}}\frac{|\sigma|}{\boldsymbol{\varepsilon_0}} = \frac{|\sigma|}{\boldsymbol{\varepsilon}}$$



$$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\varepsilon_r\varepsilon_0}$$

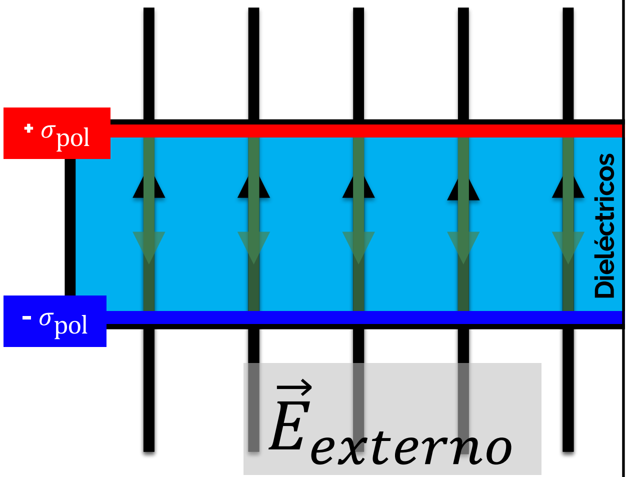
Permitividad eléctrica

Campo eléctrico en materiales

$$\vec{E}_{tot,D} = \vec{E}_{ext} + \vec{E}_{pol}$$

$$= \frac{1}{\varepsilon_r}\vec{E}_{ext}$$

$$\boldsymbol{\sigma}_{\mathbf{pol}} = -\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right)\sigma$$



$$\vec{E}_{pol} = -\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right)\vec{E}_{ext}$$

Cargas de polarización y el vector **P**

ΔQ

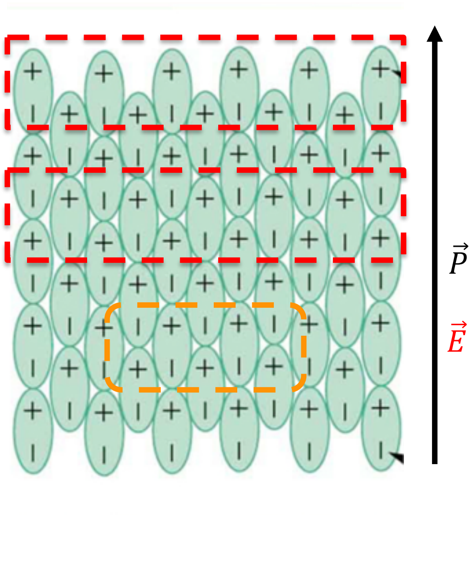
$$\Delta Q = -\oiint_{S(V)} \vec{P} \cdot d\vec{S}$$

$$= \iiint_V \rho_{pol}\, dV'$$

$$\boxed{\rho_{pol} = -\vec{\nabla}\cdot\vec{P}}$$

$$\sigma_{pol} = \vec{P}\cdot\hat{n}$$

$$\rho_{pol} = 0$$

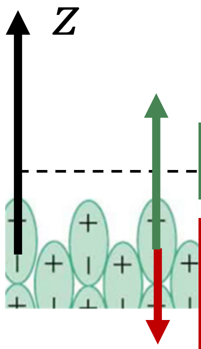


Campo eléctrico en materiales

$$\vec{E}_{tot,D} = \vec{E}_{ext} + \vec{E}_{pol}$$

$$E_{pol,z} = -\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right) E_{ext,z}$$

$$= \frac{1}{\varepsilon_0} P_z$$



$$|\vec{E}_{ext}|$$

$$\frac{|\sigma_{pol}|}{\varepsilon_0} = -\frac{1}{\varepsilon_0}|(\vec{P} \cdot \hat{n})|$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)\frac{\vec{E}_{ext}}{\varepsilon_r}$$

Propiedades eléctricas de materiales

(nombres)

$$\boldsymbol{\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0}$$

$$\vec{P} = \boldsymbol{\varepsilon_0}(\boldsymbol{\varepsilon_r} - 1)\vec{E}_{tot} = (\boldsymbol{\varepsilon} - \boldsymbol{\varepsilon_0})\vec{E}_{tot} = \boldsymbol{\varepsilon_0}\boldsymbol{\chi_e}\vec{E}_{tot}$$

ε_0	Permitividad eléctrica del vacío
ε	Permitividad eléctrica del material
ε_r	Permitividad eléctrica relativa
χ_e	Susceptibilidad eléctrica

$$\sim \boldsymbol{8.8\ 10^{-12}\ F\ m^{-1}}$$

(medio lineal, isótropo y homogéneo)

Las ecuaciones de Maxwell en presencia de Dieléctricos

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} = \frac{\rho_{\text{libre}} + \rho_{\text{pol}}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho_{\text{libre}} - \vec{\nabla} \cdot \vec{P}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \left(\vec{E} + \frac{\vec{P}}{\varepsilon_0} \right) = \frac{\rho_{\text{libre}}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \cdot (\boldsymbol{\varepsilon_0} \vec{\boldsymbol{E}} + \vec{\boldsymbol{P}}) = \rho_{\text{libre}}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{\boldsymbol{D}} = \rho_{\text{libre}}$$

$$\vec{\boldsymbol{D}} = \boldsymbol{\varepsilon_0} \vec{\boldsymbol{E}} + \vec{\boldsymbol{P}}$$

$$\vec{P} = \boldsymbol{\varepsilon_0}(\boldsymbol{\varepsilon_r} - 1)\vec{E}_{tot}$$

$$\vec{P} = (\boldsymbol{\varepsilon} - \boldsymbol{\varepsilon_0})\vec{E}_{tot}$$

$$= \boldsymbol{\varepsilon_r} \boldsymbol{\varepsilon_0} \vec{\boldsymbol{E}} = \boldsymbol{\varepsilon}\, \vec{\boldsymbol{E}}$$

(medio lineal, isótropo y homogéneo)

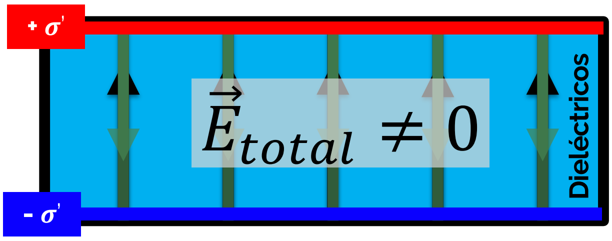
Las ecuaciones de Maxwell en presencia de Dieléctricos

$$\vec{\boldsymbol{D}} = \boldsymbol{\varepsilon_0} \vec{\boldsymbol{E}} + \vec{\boldsymbol{P}}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_{\text{libre}} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{D} = \vec{\nabla} \times \vec{P}$$

(medio lineal, isótropo y homogéneo)

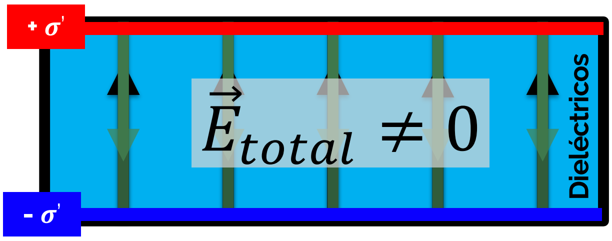
Energía de un capacitor



$$U = \frac{1}{2}\sum_{p=1}^{Nc} Q_p\, V_p$$

$$= \frac{1}{2}\, Q_1\, V_1 + \frac{1}{2}\, Q_2\, V_2$$

Energía de un capacitor



$$U = \frac{1}{2}\sum_{p=1}^{Nc}\sum_{q=1}^{Nc} C_{pq}\, V_p\, V_q$$

$$= \frac{1}{2} C_{11}\, V_1{}^2 + \frac{1}{2} C_{22}\, V_2{}^2 + \frac{1}{2} C_{12}\, V_1\, V_2 + \frac{1}{2} C_{21}\, V_1\, V_2 \;\; = \frac{1}{2} C_{11}\, V_1{}^2 + \frac{1}{2} C_{22}\, V_1{}^2 + C_{12}\, V_1\, V_2$$

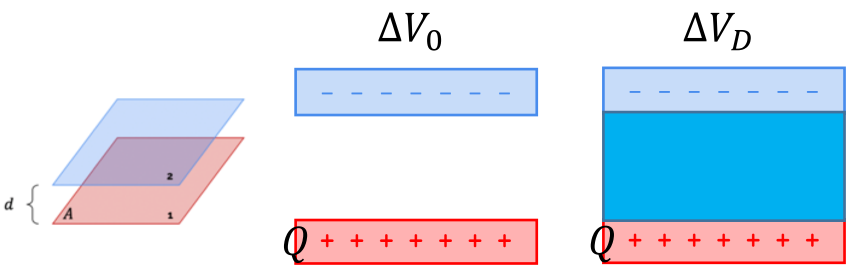
Pero, pero, pero, … $C = C_{11} = -C_{21}$

$$U = \frac{1}{2} C\,(V_1 - V_2)^2 + \frac{1}{2} C'\, V_2{}^2 \;\; \cong \frac{1}{2} C\,(V_1 - V_2)^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

Energía de un **capacitor**
(carga constante)

$$\boldsymbol{C_D = \varepsilon_r\, C}$$

$$E = \frac{1}{2} C\, \Delta V^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

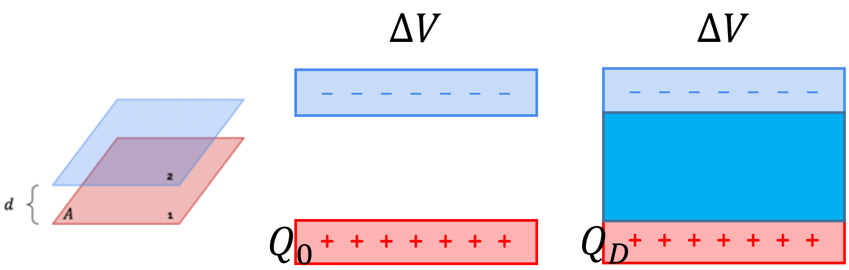


(medio lineal, isótropo y homogéneo)

Energía de un **capacitor**
(potencial constante)

$$\boldsymbol{C_D = \varepsilon_r\, C}$$

$$E = \frac{1}{2} C\, \Delta V^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$



(medio lineal, isótropo y homogéneo)

Si el **dieléctrico** se puede mover libremente

¿Cómo evoluciona este sistema?