



FI 33A ELECTROMAGNETISMO

Conductores en Electrostática

Luis Vargas
AREA DE ENERGIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

Universidad de Chile,

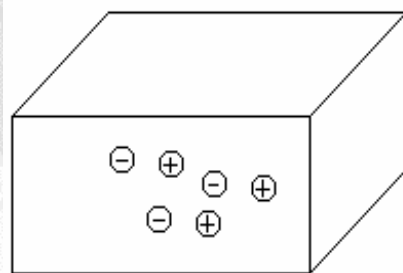
FI 33A Electromagnetismo,

Primavera 2005



Modelo Básico de Conductores

Sin Campo eléctrico



Carga neta nula

- Abundantes cargas positivas y negativas (infinitas)
- Pueden moverse libremente en presencia de un campo eléctrico

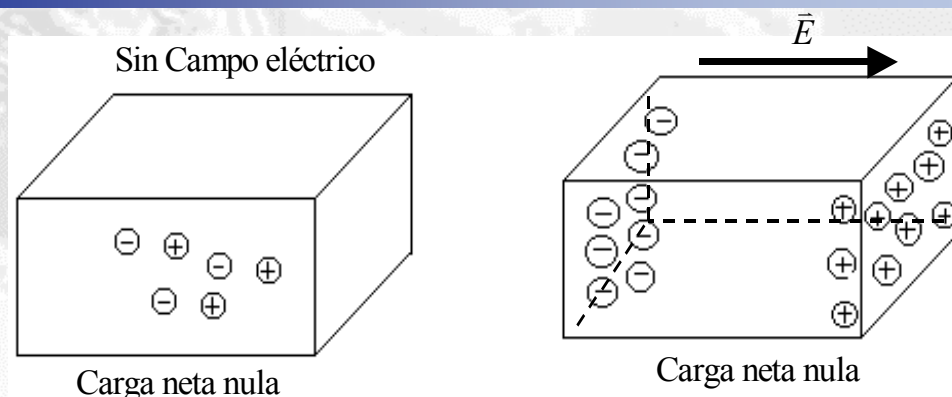
Universidad de Chile,

FI 33A Electromagnetismo,

Primavera 2005

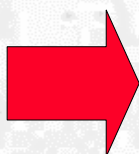


Modelo Básico de Conductores



- Abundantes cargas positivas y negativas
- Pueden moverse libremente en presencia de un campo eléctrico

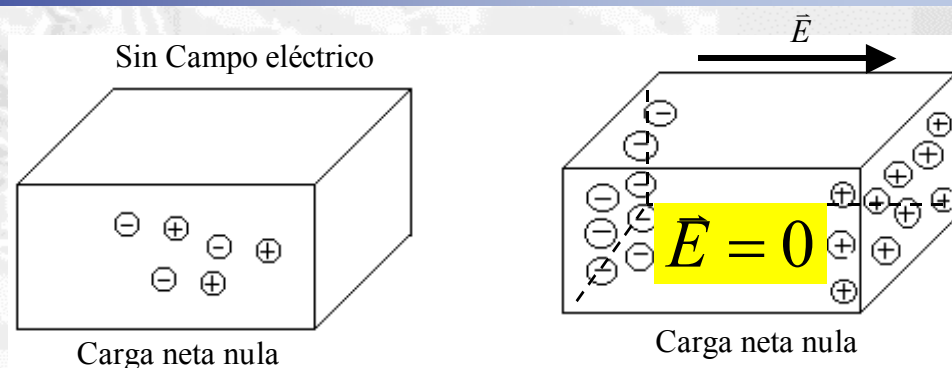
Estado de Equilibrio



Campo eléctrico nulo en el interior



Propiedades



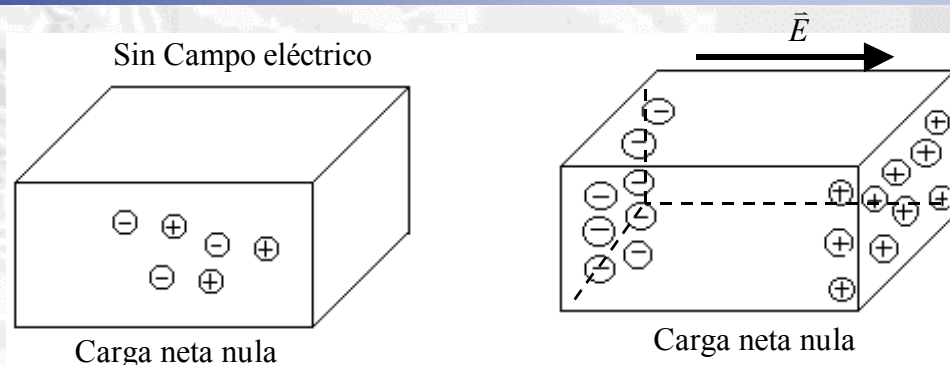
1. La carga sólo se redistribuye en la superficie

Estado de Equilibrio
dentro del conductor

$$\vec{E} = 0 \Rightarrow \nabla \cdot \vec{E} = 0 \Rightarrow \rho_l = 0$$



Propiedades



2. Toda la superficie del conductor es una superficie equipotencial

Estado de Equilibrio
dentro del conductor

$$E = 0 \Rightarrow \Delta V = -\int E \cdot d\vec{l} = 0$$

No existe diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera al interior del conductor



Propiedades

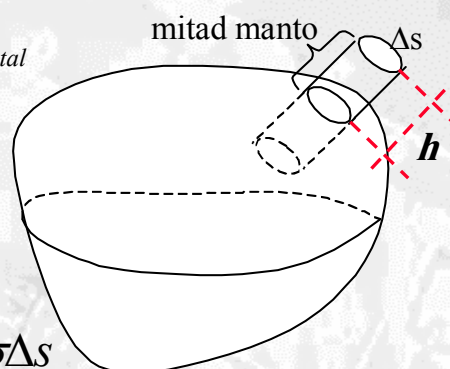
Conductor en estado de
Equilibrio $E=0$

$$\oiint \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q_{Total}$$

$$\Rightarrow D_{int.} = 0$$

$$\oiint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iint_{\text{mitad manto}} \vec{D} \cdot d\vec{S} + \iint_{\text{tapa exterior}} \vec{D} \cdot d\vec{S}$$

$$h \rightarrow 0 \Rightarrow \oiint \vec{D} \cdot d\vec{S} = D_n \Delta s \Rightarrow D_n \Delta s = \sigma \Delta s$$

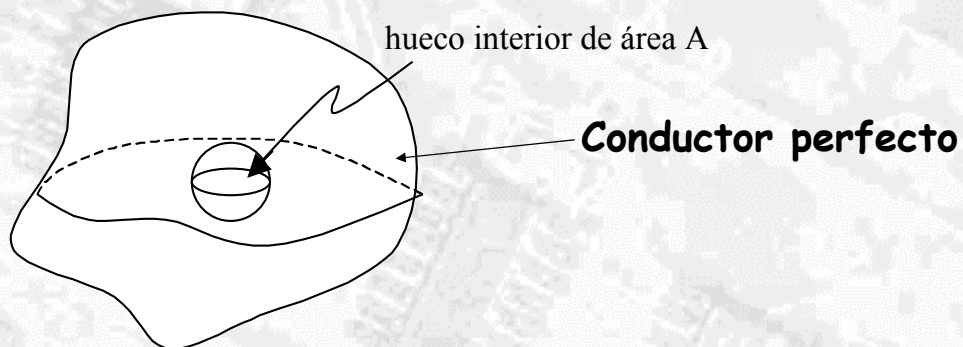


3. El campo eléctrico inmediatamente afuera del conductor es normal a la superficie del conductor (sino la carga se movería)

$$D_n = \varepsilon_0 E_n \Rightarrow \vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \hat{n}$$



Caso Conductor con Oquedad



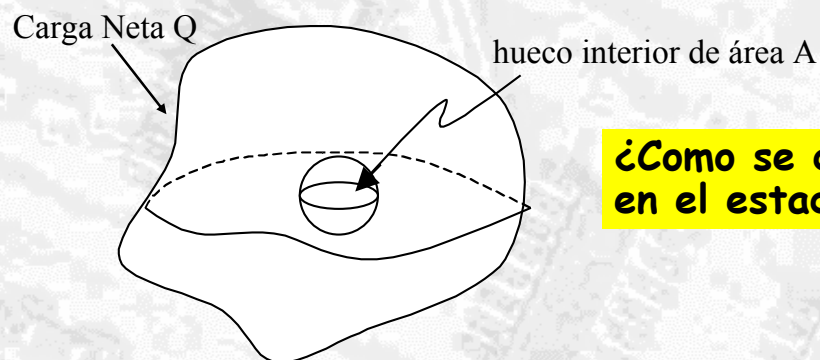
Universidad de Chile,

FI 33A Electromagnetismo,

Primavera 2005



Caso Conductor con Oquedad



¿Como se distribuye la carga en el estado de equilibrio?

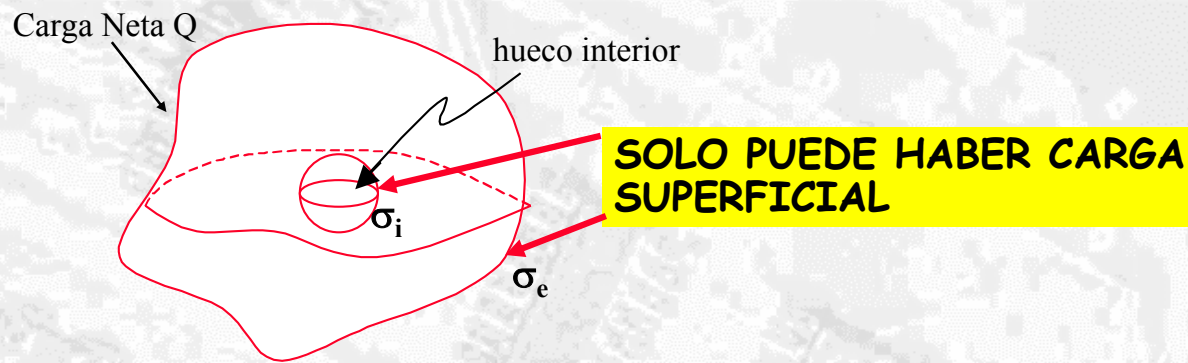
Universidad de Chile,

FI 33A Electromagnetismo,

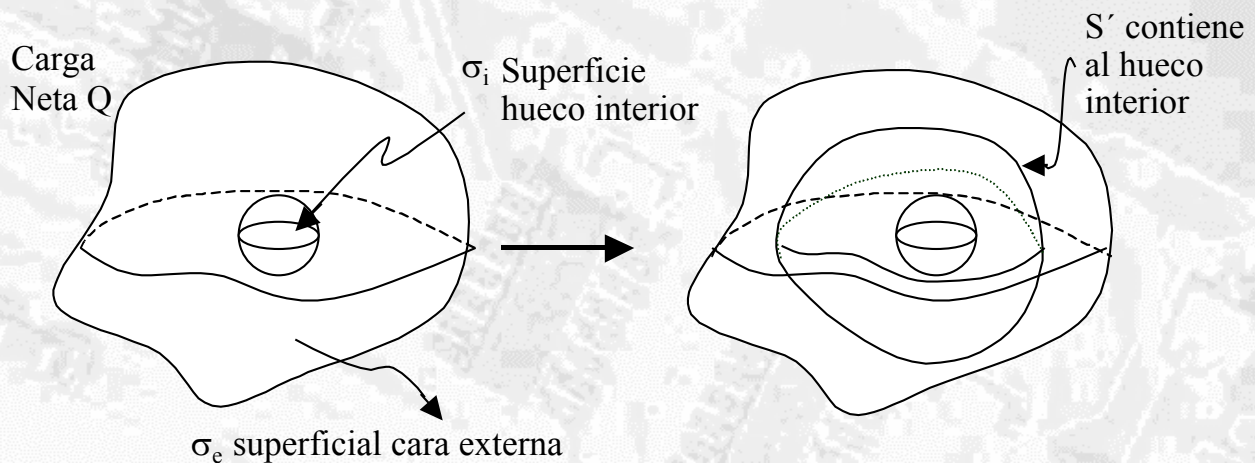
Primavera 2005



Caso Conductor con Oquedad

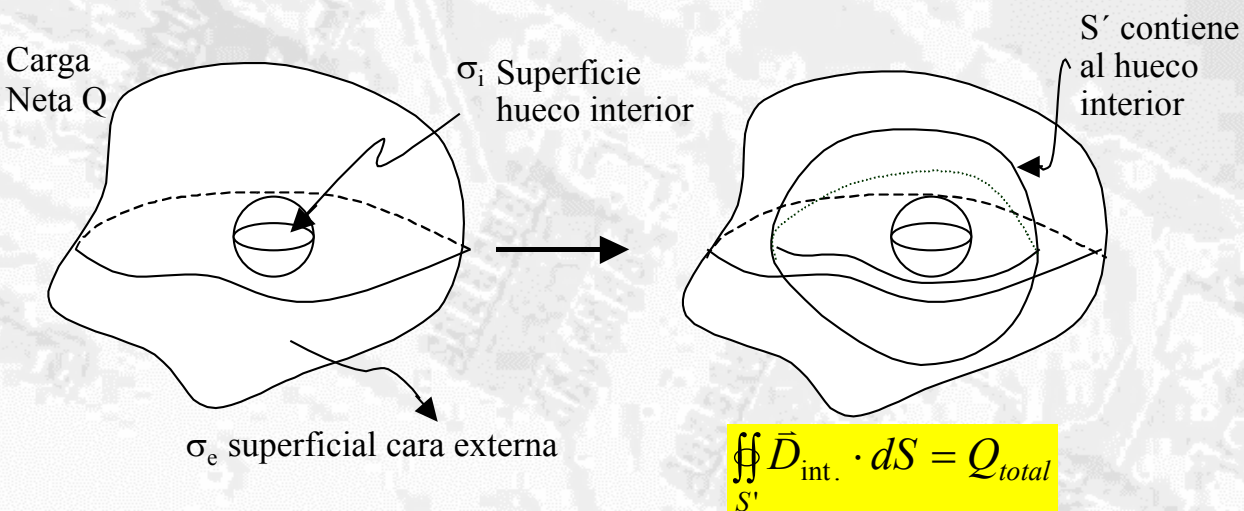


Caso Conductor con Oquedad





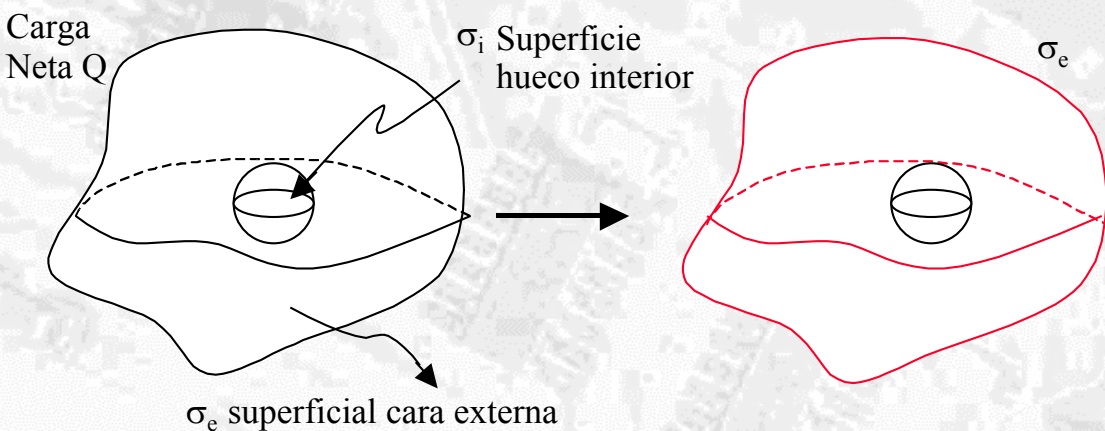
Caso Conductor con Oquedad



$$Q_{total} = \sigma_i A \quad \text{y} \quad D_{int.} = 0 \Rightarrow Q_{total} = 0 \quad \Rightarrow \sigma_i = 0$$



Caso Conductor con Oquedad



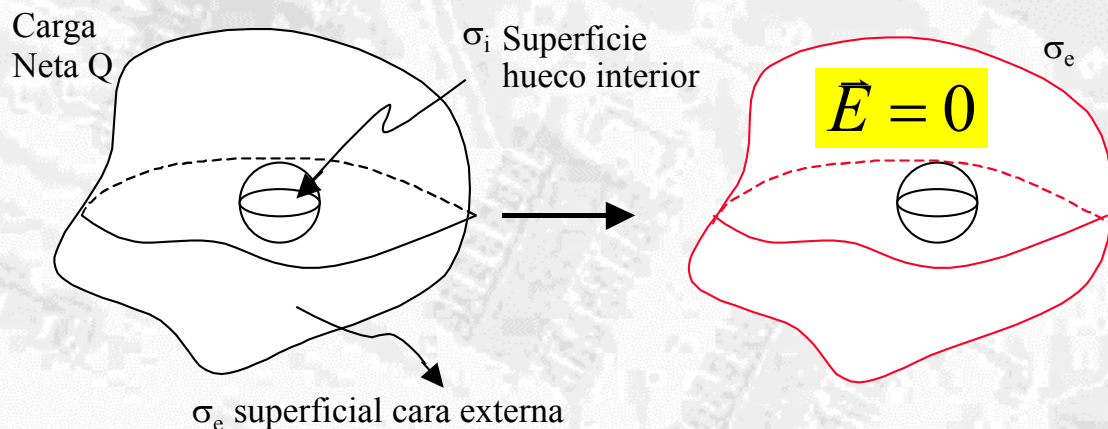
$$\sigma_i = 0$$

$$\Rightarrow Q = \oint_S \sigma_e ds$$

La carga Q se distribuye en la superficie exterior solamente



Caso Conductor con Oquedad



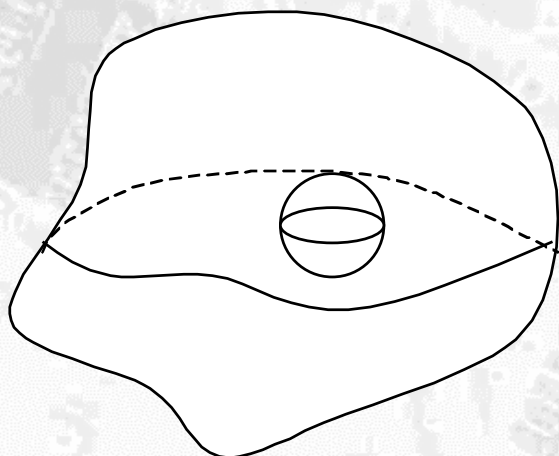
$$\sigma_i = 0$$

$$\Rightarrow Q = \oint_S \sigma_e ds$$

La carga Q se distribuye en la superficie exterior solamente



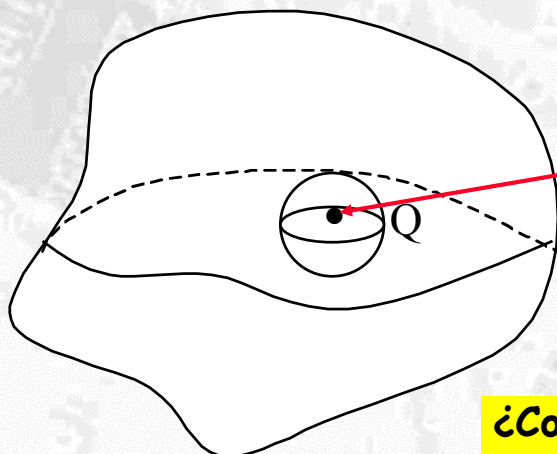
Conductor con oquedad y carga en su interior



Conductor con oquedad, sin carga y en estado de equilibrio



Conductor con oquedad y carga en su interior

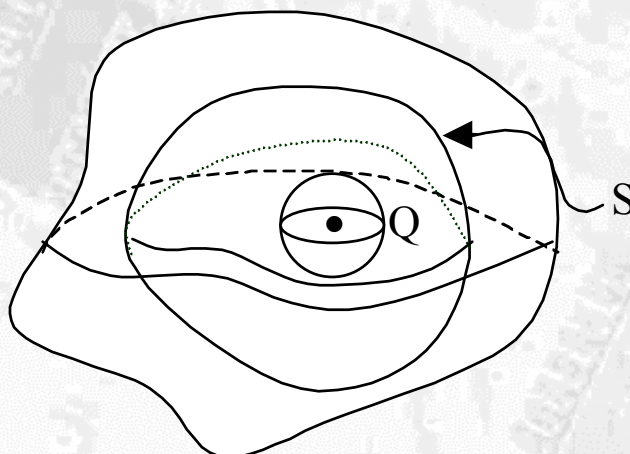


Carga Q puesta a propósito en el interior

¿Como se distribuye la carga en el estado de equilibrio?



Conductor con oquedad y carga en su interior

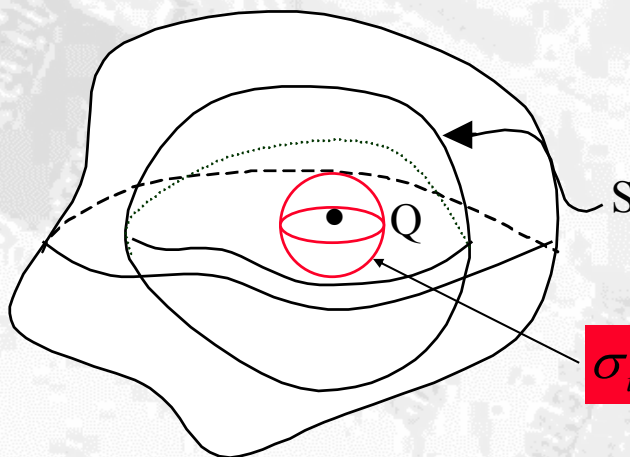


$$\oint_{S'} \vec{D}_{\text{int.}} \cdot d\vec{S} = Q_{\text{total}}$$

$$\vec{D}_{\text{int.}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{total}} = 0$$



Conductor con oquedad y carga en su interior



$$\oiint_{S'} \mathbf{D}_{\text{int.}} \cdot d\mathbf{S} = Q_{\text{total}}$$

$$\mathbf{D}_{\text{int.}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{total}} = 0$$

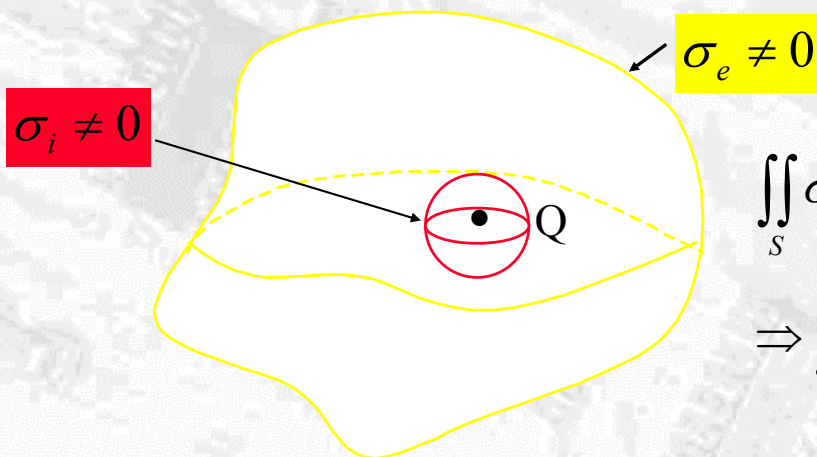
$$\sigma_i \neq 0$$

Dado que la superficie S encierra a Q , la única manera que se puede satisfacer la condición $Q_{\text{total}} = 0$ es con una densidad de carga superficial en la oquedad!

$$Q_{\text{total}} = 0 \Rightarrow \iint_A \sigma_i dS + Q = 0$$



Conductor con oquedad y carga en su interior



$$\iint_S \sigma_e dS + \iint_A \sigma_i dS = 0$$

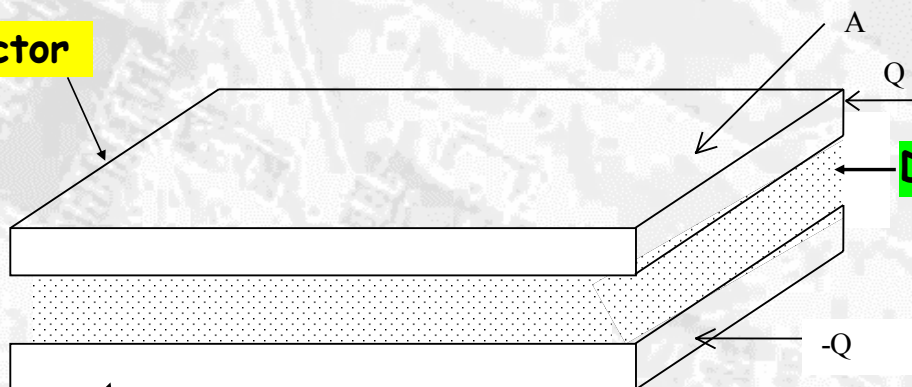
$$\Rightarrow \iint_S \sigma_e dS = Q$$

Para cumplir la condición de carga neta nula en el conductor aparece una densidad de carga en la superficie exterior σ_e



EJEMPLO

Conductor



Dieléctrico

Conductor

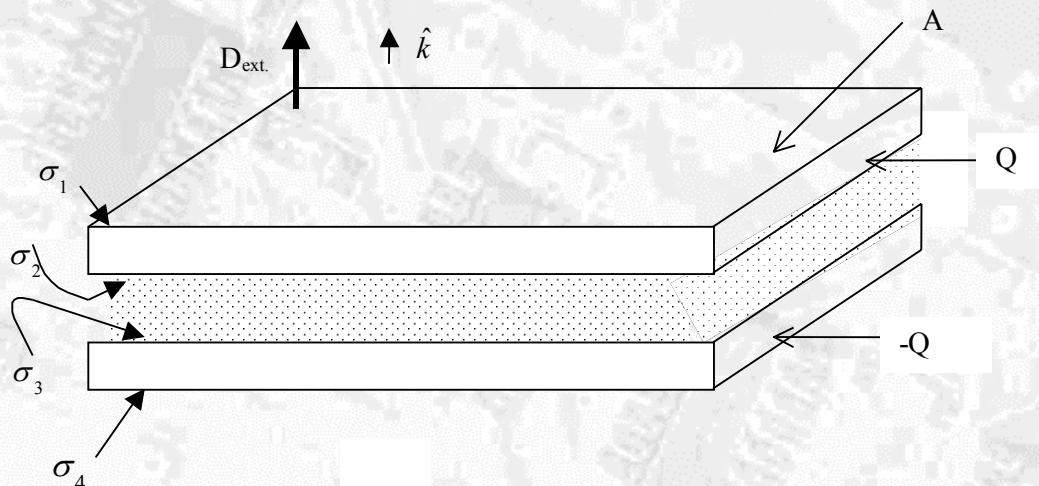
Universidad de Chile,

FI 33A Electromagnetismo,

Primavera 2005



EJEMPLO



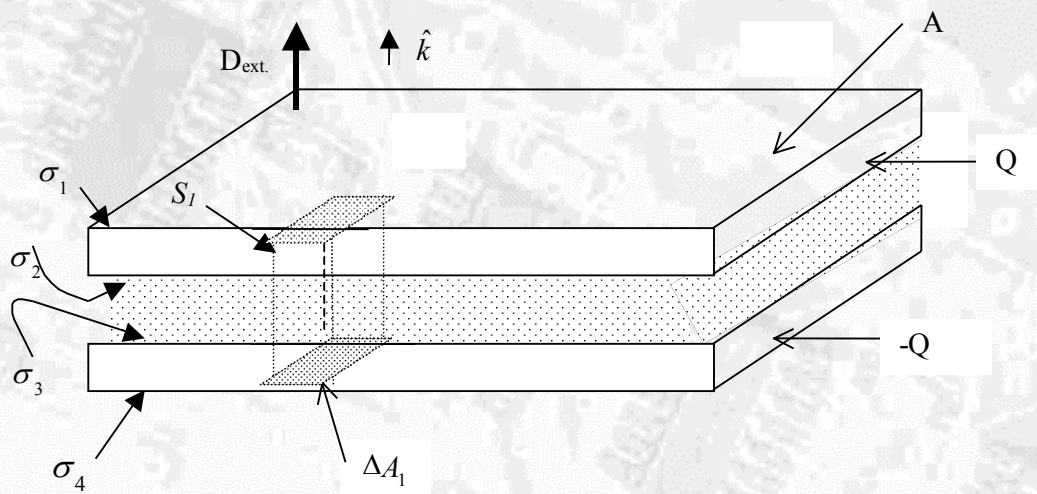
Universidad de Chile,

FI 33A Electromagnetismo,

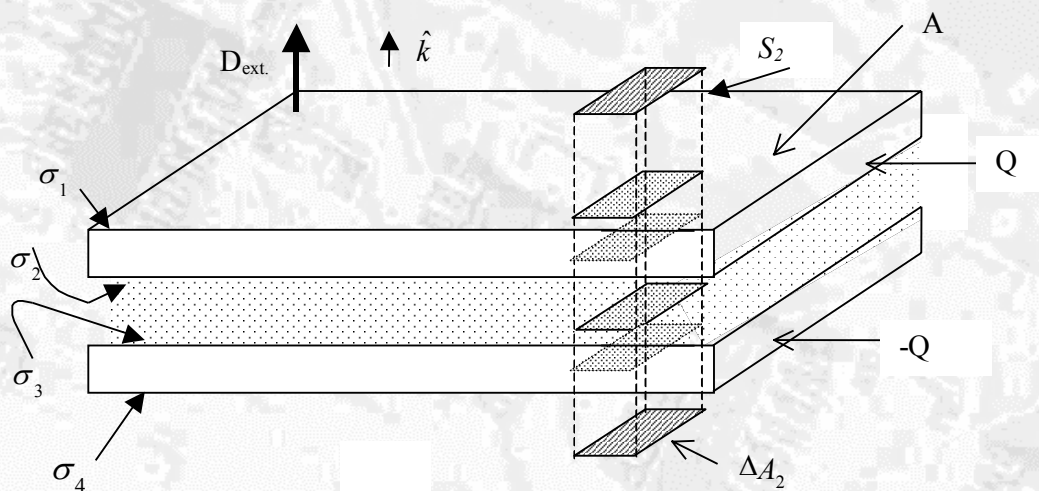
Primavera 2005



EJEMPLO

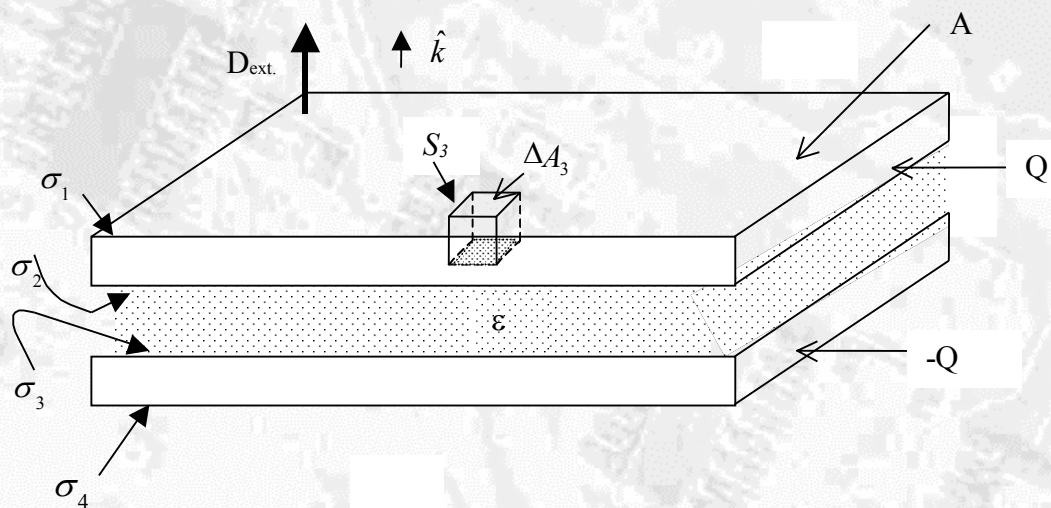


EJEMPLO





EJEMPLO



EJEMPLO

