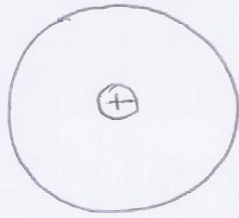


Condensadora con dieléctrico

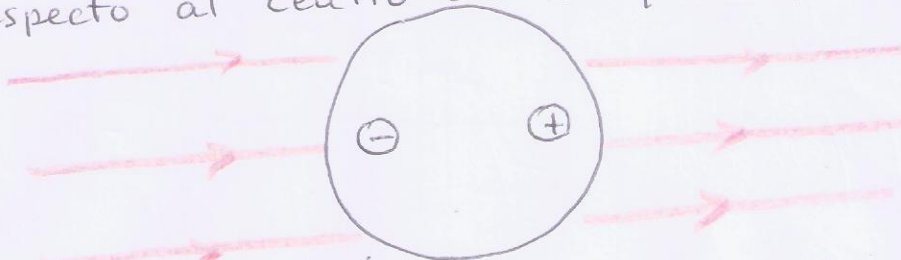
Moléculas no polares

(A)

✓ Centro de carga $\oplus$ y centro de carga negativa coinciden

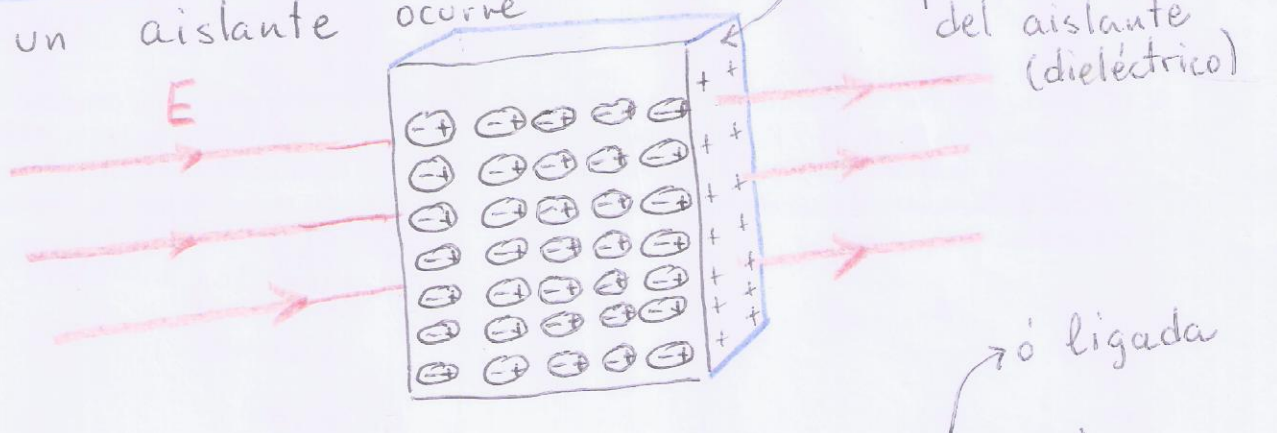


✓ Bajo la acción de un $\vec{E}$, el centro de carga $\oplus$ se desplaza con respecto al centro de carga negativa



Dieléctrico o aislante

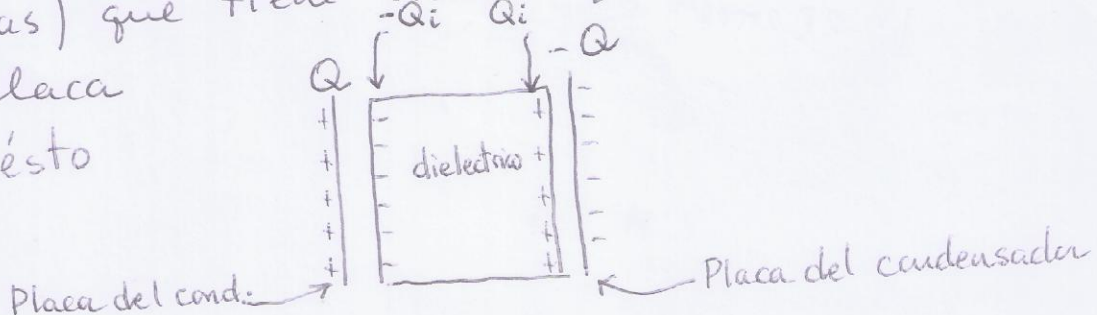
✓ En un aislante ocurre



o ligada

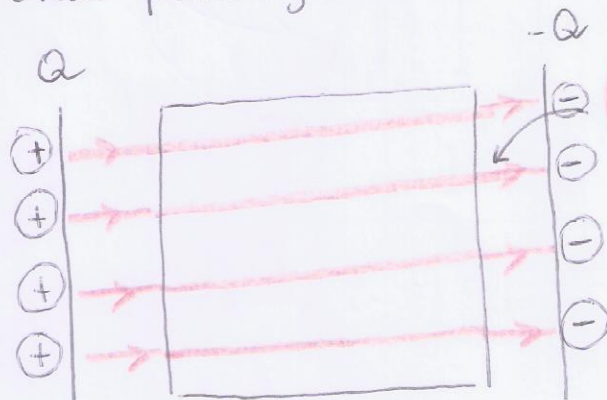
✓ Se acumula una carga (denominada inducida) en las paredes del aislante (Q_i ; $\sigma_i = \frac{Q_i}{A}$)
→ plástico (mylar), mica, plexiglas.

✓ Si se coloca una pieza de dieléctrico entre las placas de un condensadora (ej. cond. de placas paralelas) que tiene una carga Q ($+Q$ y $-Q$) en cada placa ocurre esto



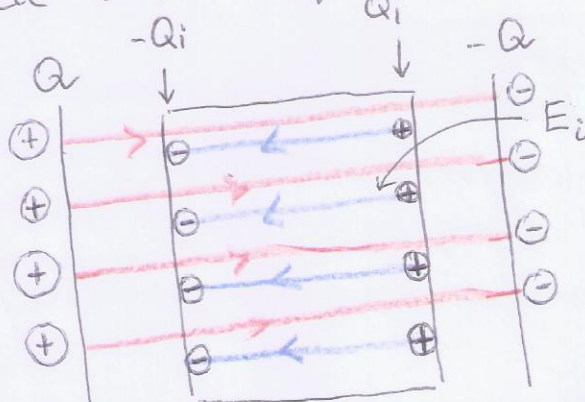
El campo eléctrico que producen las cargas que están en las placas del condensador (denominadas cargas libres Q y $-Q$) produce una polarización en el dieléctrico

(B)



$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{(Q/A)}{\epsilon_0}$$

Las cargas inducidas producen un campo eléctrico (azul) que se opone (dentro del dieléctrico) al campo de las cargas libres (rojo)



$$E_i = \frac{\sigma_i}{\epsilon_0}$$

$$\sigma_i = \frac{Q_i}{A}$$

Dentro del dieléctrico el campo resultante es

$$E = E_0 - E_i \quad (1)$$

$$E < E_0$$

$$E = \frac{E_0}{K} \quad (2) \quad K = \text{constante dieléctrica del aislante}$$

$$K > 1$$

$K_{\text{vacío}} = 1$
 $K_{\text{aire}} = 1.00059$
 $K_{\text{Mylar}} = 3.1$
 $K_{\text{H}_2\text{O}} = 80.4$

100 atm
 $K_{\text{aire}} = 1.0548$

(1) y (2) $\Rightarrow E_0 - E_i = \frac{E_0}{K} \Rightarrow \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_i}{\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 K}$

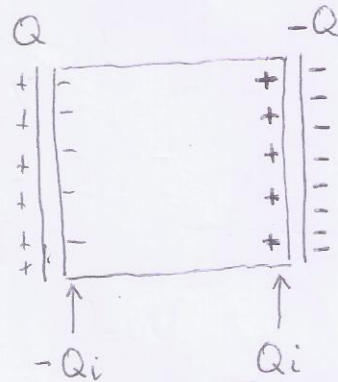
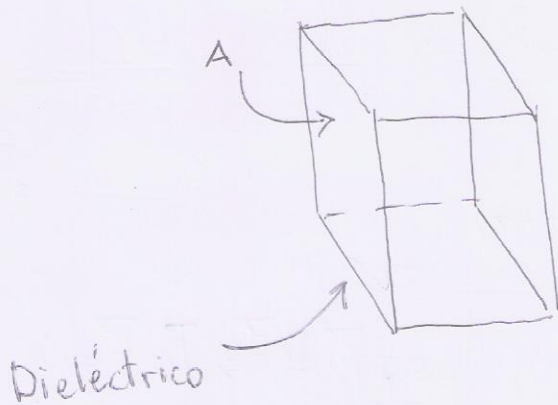
$$\sigma - \sigma_i = \frac{\sigma}{K} \Rightarrow \sigma_i = \sigma - \frac{\sigma}{K}$$

(C)

$$\sigma_i = \sigma \left(1 - \frac{1}{K} \right)$$

Si se multiplica por A , el área de las placas

$$Q_i = Q \left(1 - \frac{1}{K} \right)$$



Si $K = 1$ $\sigma_i = 0$ (vacío)

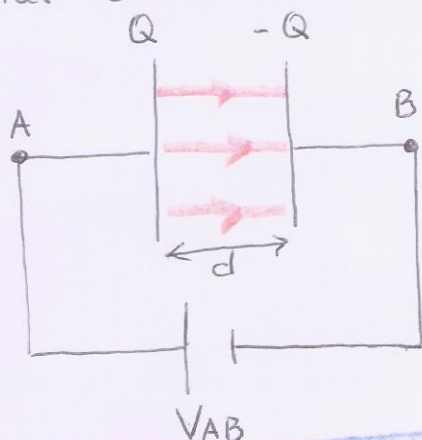
Si $K = 2$ $\sigma_i = \sigma/2$

Si $K = 3$ $\sigma_i = \frac{2}{3}\sigma$

Si $K \rightarrow \infty$ $\sigma_i \rightarrow \sigma$ (conductor) $\left(E = \frac{E_0}{K} \rightarrow 0 \right)$

¿Qué pasa con la capacidad de un condensador cuando se llena con un dieléctrico? (D)

(1) Conectar condensador a batería



$$C_0 = \frac{Q}{V_{AB}}$$

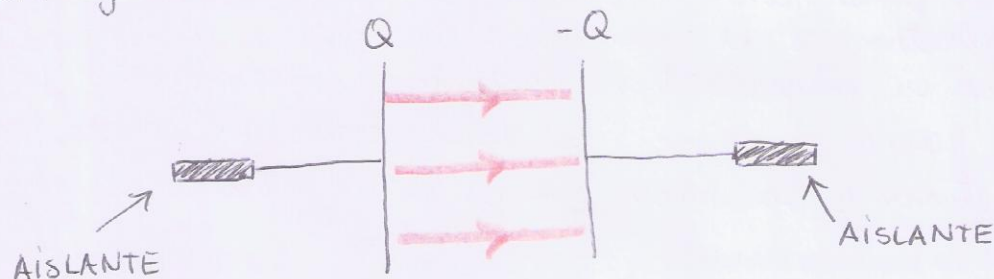
$$Q = C_0 V_{AB} \quad (3)$$

C_0 = capacidad del condensador sin dieléctrico

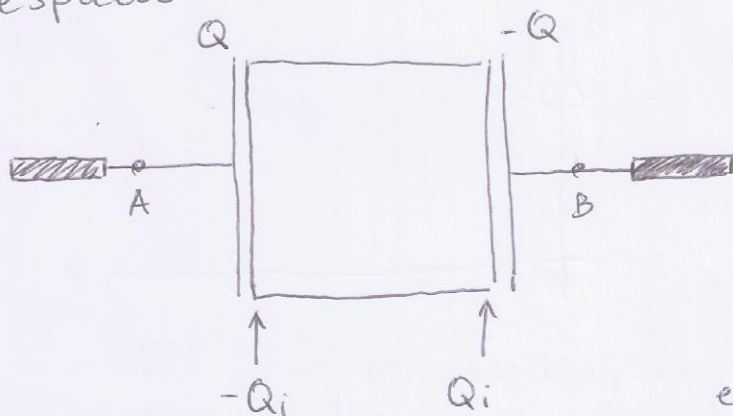
$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{(Q/A)}{\epsilon_0}; \quad V_{AB} = E_0 d \quad (5)$$

$$(4) \quad U_0 = \frac{1}{2} Q V_{AB}$$

(2) Desconectar al condensador de la batería y aislar el condensador (Q permanece constante)



(3) Introducir el dieléctrico que llene completamente el espacio entre las placas



Por lo visto anteriormente (pag. B, ec. (2)) el campo resultante en el dieléctrico es

$$E = \frac{E_0}{\kappa} \quad (6)$$

✓ La nueva diferencia de potencial eléctrico entre las placas del condensador es

$$V_{AB}' = E d = \frac{E_0}{K} d = \frac{V_{AB}}{K} \quad (7)$$

↑
[ec. (5), pag. (D)]

$$\Rightarrow V_{AB}' < V_{AB} \quad \text{pues } K > 1$$

(o voltaje)

⇒ Disminuye la d.d.p. entre las placas del condensador.

¿Y la capacidad del nuevo condensador con dieléctrico?

Esta es siempre la carga de las placas.
(carga libre)

$$C' = \frac{Q}{V_{AB}'} \quad (8)$$

$$C' = \frac{Q}{\frac{V_{AB}}{K}} = K \frac{Q}{V_{AB}} = K C_0 \quad (9)$$

↑
[ec. (3), pag. (D)]

con dieléctrico

$$U_{\text{aislado}} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_0 K}$$

$$U_{\text{aislado}} = \frac{U_0}{K}$$

$U_0 \leftarrow$ sin dieléctrico

$$C' > C_0$$

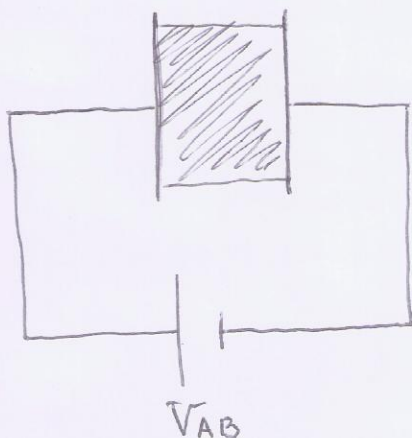
⇒ Aumenta la capacidad del condensador

✓ Además, el dieléctrico mantiene separadas las placas del condensador.

✓ Muchos materiales dieléctricos toleran campos eléctricos más intensos sin ruptura dieléctrica que el aire. Por esto, el uso de un dieléctrico permite a un capacitor mantener una diferencia de potencial más grande ⇒ mayor carga y energía acumulada.

ver pag. 922, 5-2, Vol. 2, Ed. II
(conducción parcial a través del dieléctrico)

- ④ Conectar el "nuevo" condensador (con dieléctrico) a la ^(F) fuente original



La nueva carga en las placas del condensador es

$$Q' = C' V_{AB} \quad (10)$$

$$Q' = \kappa C_0 V_{AB} = \kappa Q$$

↑
(ec. (3), pag. ①)

⇒ ✓ Aumenta la carga en las placas ($Q' > Q$)

✓ Ahora las placas tienen la d.d.p. de la fuente (V_{AB}) → diferencia de potencial

$$✓ \quad U' = \frac{1}{2} Q' V_{AB} = \frac{1}{2} \kappa Q V_{AB} = \kappa \left(\frac{1}{2} Q V_{AB} \right)$$

$$U' = \kappa U_0$$

Energía del condensador sin dieléctrico

$U' > U_0$
 Energía del condensador con dieléctrico conectado a la batería