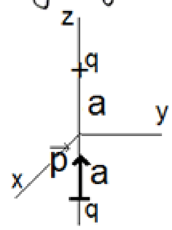
Dipolo eléctrico

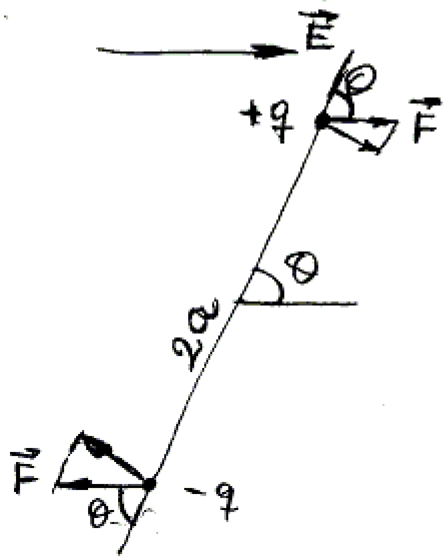
Un dipolo consiste en 2 cargas puntuales de = valor y signos opuestos, separados una distancia



Se caracteriza x un momento dipolar $\boxed{\vec{p} = 2a\, q\, \hat{k}}$

$[p] = C.m$

Si sumergimos el dipolo en un campo $\vec{E}$:



Se generan F aplicadas a las q: $\vec{F} = q.\vec{E}$

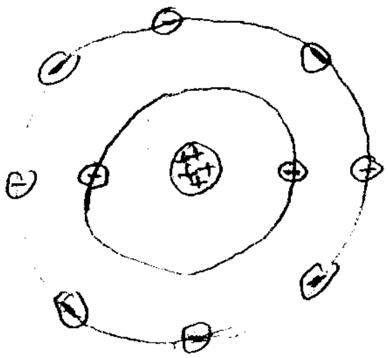
La cupla desarrollada tiene una magnitud:

$$\tau = F\, 2a\, \text{sen}\,\theta$$

$$= \underbrace{qE\, 2a}_{p}\, \text{sen}\,\theta = p\, E\, \text{sen}\,\theta$$

vectorialmente $\boxed{\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}}$

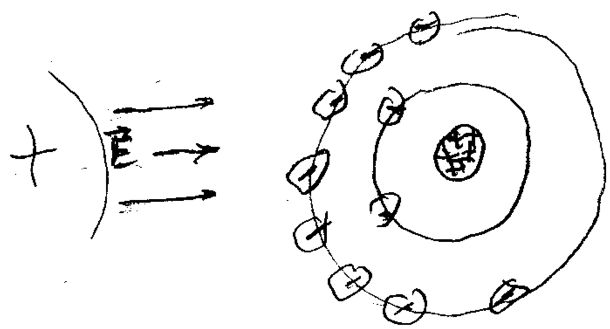
AISLANTES



Átomo de un aislante, que se encuentra sin la presencia de un $\vec{E}$ externo: se observa que (estadísticamente) los electrones en sus orbitales se encuentran posicionados diametralmente.

Esta característica informa que el campo $\vec{E}$ total generado por el átomo está concatenado dentro de él $\therefore$ $\nexists$ campo $\vec{E}$ fuera del átomo.

Introduzco un $\vec{E}$ externo que afectará al átomo:



Estadísticamente, es probable encontrarse con los electrones de los orbitales en posiciones como en la fig.

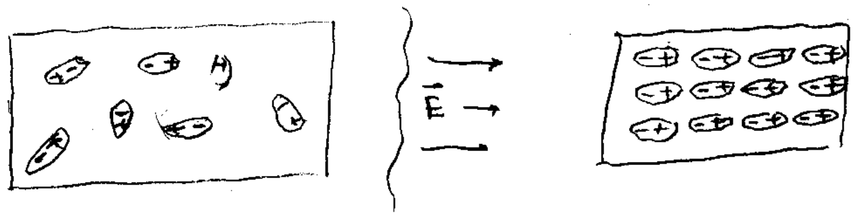
Esto hace que modelicemos a este átomo, atacado por un $\vec{E}$, como un dipolo: $\ominus \; \vec{E} \; \oplus$

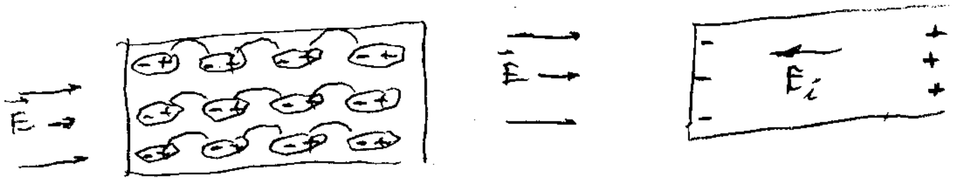
Esta característica de encontrarse electrones fuera de la simetría (átomo aislante sin la acción de un $\vec{E}$), se la encuentra en ciertos aislante sin campo $\vec{E}$ externo!

x ej: el H_2O (destilada).; el amoníaco NH_3; dióxido azufre SO_2

A estas moléculas se les llama POLARES

Descripción atómico/molecular de los aislantes





Vector polarización eléctrica : $\vec{P}$

Vimos que existen materiales aislantes, que en presencia de un $\vec{E}$ se alinean en la dirección del campo (y sentido opuesto): esta consecuencia se la llama POLARIZACIÓN $\vec{P}$ y a los aislantes que les sucede se los llama DIELÉCTRICOS; por lo tanto: Un DIELÉCTRICO es un material AISLANTE con la capacidad de POLARIZARSE

Llamemos n al Nº de dipolos por unidad de volumen : $n = \frac{N^o \text{ dipolos}}{m^3}$ ∴

$\boxed{\vec{P} = n\vec{p}}$ ← Vector momento dipolar eléctrico [C.m]

Vector polarización $\left[\frac{C}{m^2}\right]$

$\vec{P}$ va $\ominus \rightarrow \oplus$: recordar el momento dipolar eléctrico $\vec{p}$

La polarización en un dieléctrico es proporcional al campo $\vec{E}$ externo y al material: $\vec{P} \sim \vec{E}$ y $\vec{P} \sim$ die

Se define con el nombre ÉPSILON ε al parámetro que cuantifica la polarización de un material: se cumple $\varepsilon > \varepsilon_0$ ($\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ C^2/N \cdot m^2$)

Entonces:

$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$ siendo ε_r adimensional e informa cuánto más polarizable el material en estudio, respecto del aire o vacío

VECTOR INDUCCIÓN ELÉCTRICO: $\vec{D}$

También llamado Vector desplazamiento eléctrico.

Nótese que en un die existe una superposición de campos ∴ esto se matematiza:

$\boxed{\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}}$ o alternativamente $\boxed{\vec{D} = \varepsilon \vec{E}}$

Recordando GAUSS:

$\oint_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ ⇒ Ahora, ampliado ∀ die:

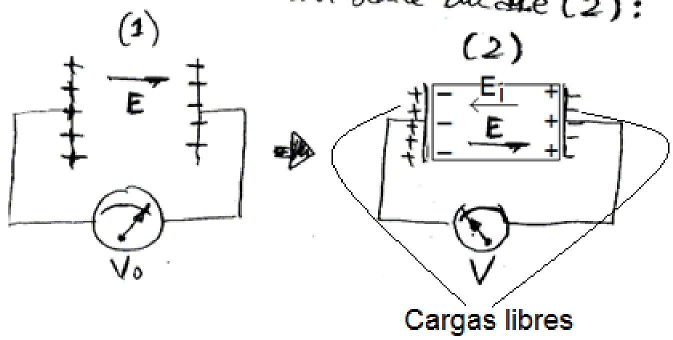
$\oint_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q}{\varepsilon}$ ∴ $\oint_{sup} \varepsilon \vec{E} \cdot d\vec{s} = Q$ ⇒ $\boxed{\oint_{sup} \vec{D} \cdot d\vec{s} = Q}$

Esta última es una reformulación de GAUSS ∀ die!

Dieléctrico en un C

Llamamos die al material aislante en el cual se ejerce inducción eléctrica.

Supongamos que cargamos un C (si die) y luego de cargado se retira la batería (1) y luego se le introduce un die (2):



Se observa $V_0 > V$ a causa de la polarización que se ejerce en el dieléctrico inmerso en un campo $\vec{E}$

Las cargas sobre las placas del C permanecen cte. ya que si se retira el die, V retorna a V_0

El cociente $\frac{V_0}{V}$ depende del material del die.

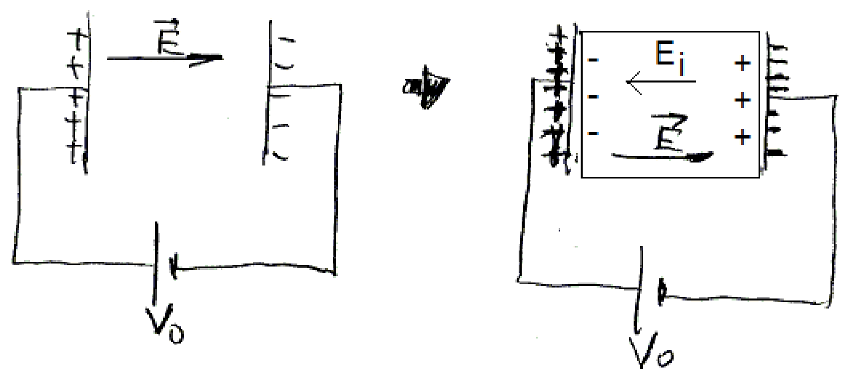
$\Rightarrow \frac{V_0}{V} = \varepsilon_r$ (cte. o permitividad die relativa)

Vacío o aire $\varepsilon_r = 1$; agua destilada $\varepsilon_r = 80$; titanio de estroncio $\varepsilon_r \cong 250$

$$\varepsilon_r = \frac{V_0}{V} = \frac{\frac{Q}{C_0}}{\frac{Q}{C}} = \frac{C}{C_0} \Rightarrow \boxed{C = \varepsilon_r C_0}$$

La inserción de un die aumenta C en un factor ε_r

Supongamos ahora que dejamos la batería colocada en el die (1) y luego colocamos un die en el mismo (2):



Sin die, la batería inyecta carga y su dif. de potencial es Vo. Cuando introducimos el die, aparece el efecto de polarización, quien trata de bajar la Vo, pero la batería no lo permite → inyecta más portadores de carga para que se mantenga Vo
La nueva carga es: $Q = \varepsilon_r Q_0$ ⇒ como $C = \frac{Q}{V}$ y V quedó cte (en Vo), pero Q fue a Q_0 ⇒ $\boxed{C = \varepsilon_r C_0}$

Podemos inferir que SIEMPRE la presencia de un die aumenta la capacidad de un C

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

Factores que mejoran en un C con la presencia de die

1) Disminución de los costos de fabricación:
El die le ofrece un buen soporte mecánico para mantener las placas fijas a una distancia d = cte,

2) Aumenta la capacitancia del C $\Rightarrow C = \varepsilon_r C_0$

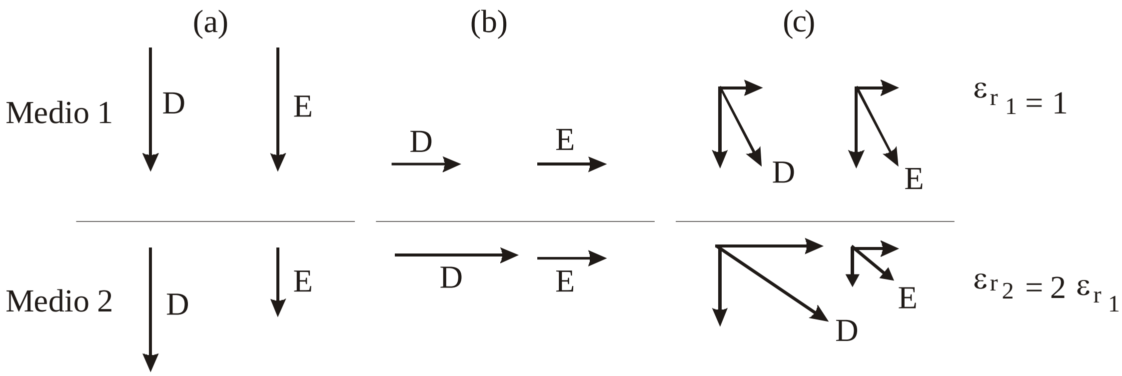
3) Disminuye la diferencia de pot. entre placas: $V = \dfrac{Vo}{\varepsilon_r}$ y consecuentemente

disminuye el campo E entre placas: $E = \dfrac{Eo}{\varepsilon_r}$

El aire seco tiene un valor de disrupción (máx. $\vec{E}$ que se puede aplicar antes que salte la chispa), de 3000 V/mm; existen die de valores superiores al aire, x lo que aumenta la V de disrupción.

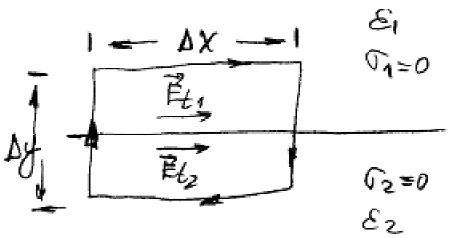
Superficies de contorno o frontera:

Las superficies de contorno están entre regiones de distinta constante dieléctrica



Analizamos el problema en dos partes: $\begin{cases} \text{tg a la frontera} \\ \perp \;\; " \;\; " \end{cases}$

<u>Campo tg a la frontera</u>

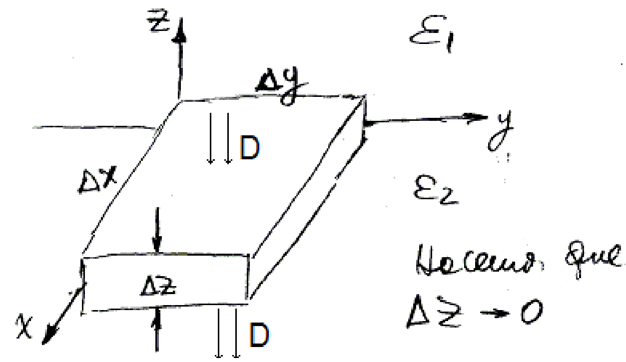


Consideramos una trayectoria rectangular, la 1/2 en c/medio. El W x unidad de carga necesario para transportar una carga de prueba alrededor de la trayectoria cerrada es $\oint \vec{E} \cdot \vec{dl}$. Si hacemos que $\Delta y \to 0 \Rightarrow$ el W sobre estas trayectorias normales $\to 0$, aunque exista un campo $\vec{E} \perp$ a la frontera: $\oint \vec{E} \cdot \vec{dl} = E_{t1} \Delta x - E_{t2} \Delta x = 0$

$$\boxed{E_{t1} = E_{t2}}$$

El campo $\vec{E}$ tangencial es continuo a través de una frontera

Campos normales a la frontera entre medios (plano xy)
Se construye una caja imaginaria Δx, Δy, Δz



Aplicando Gauss

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{s} = \frac{Q}{\varepsilon} \Rightarrow \oint \vec{D}\cdot d\vec{s} = Q_0 \Rightarrow \oint \vec{D}\cdot d\vec{s} = 0$$

$$D_{n1}\,\Delta x \Delta y - D_{n2}\,\Delta x \Delta y \Rightarrow \boxed{D_{n1} = D_{n2}}$$

La componente perpendicular del vector D es continua en una frontera sin cargas