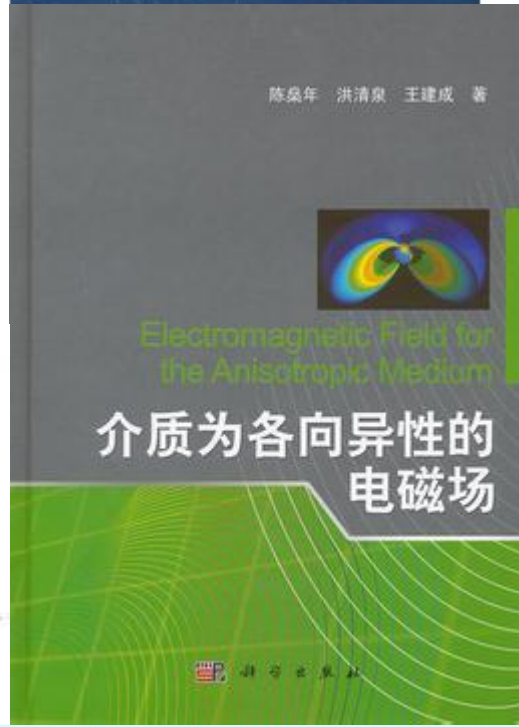
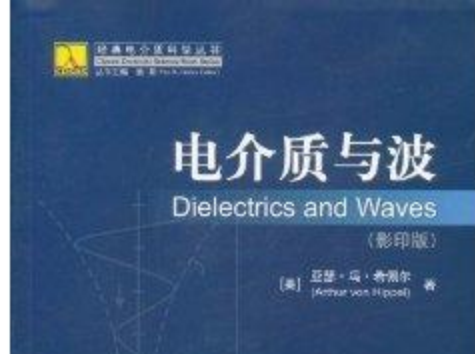


8.3 静电场中的电介质

※ 电介质

1、电阻率很大，导电能力很差的物质，即绝缘体。

2、分子中的正负电荷束缚的很紧，介质内部几乎没有自由电荷。



电介质的重要特性:

电致伸缩: 加交变电场 → 介质产生伸缩振动

磁致伸缩: 加交变磁场 → 介质产生伸缩振动

压电效应: 施加机械力 → 表面产生极化电荷

热释电性: 温度的变化 → 表面产生极化电荷

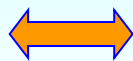
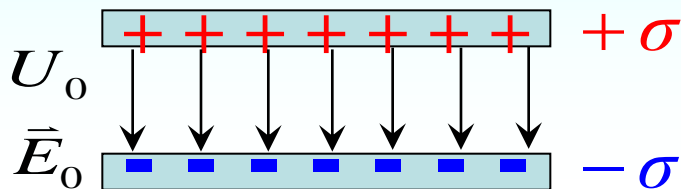
电光效应: 施加电场 → 晶体折射率发生变化

重要应用领域:

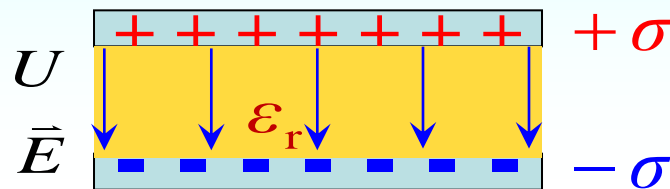
微电子学技术、超声波技术、电子光学、激光技术、新材料等

※ 电介质对电场的影响

(电介质放在电场中)



电场



$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

实验结论: $U = \frac{U_0}{\epsilon_r} \rightarrow E = \frac{E_0}{\epsilon_r},$

ϵ_r — 电介质的相对电容率 (相对介电常数)

相对电容率: $\epsilon_r \geq 1$,

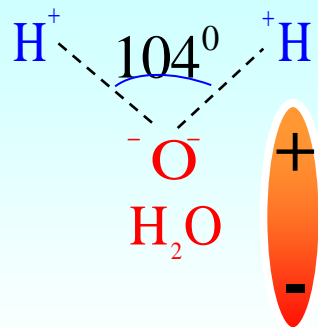
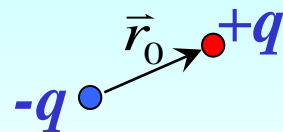
电容率: $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

※ 电介质分子的电结构

电偶极矩: $\vec{p} = q\vec{r}_0$

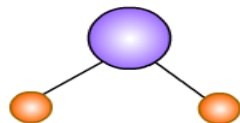
电介质的分类:

有极分子 $\vec{p} = q\vec{r}_0$



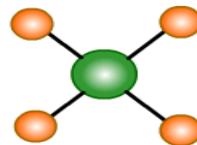
无极分子 $\vec{p} = 0$

如H₂O



有极分子

如CH₄



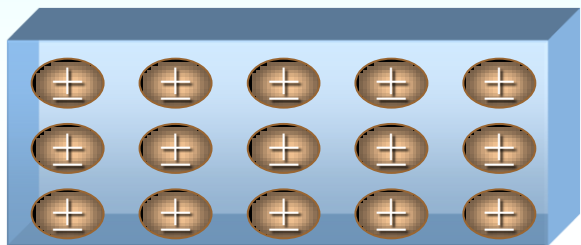
无极分子

甲烷

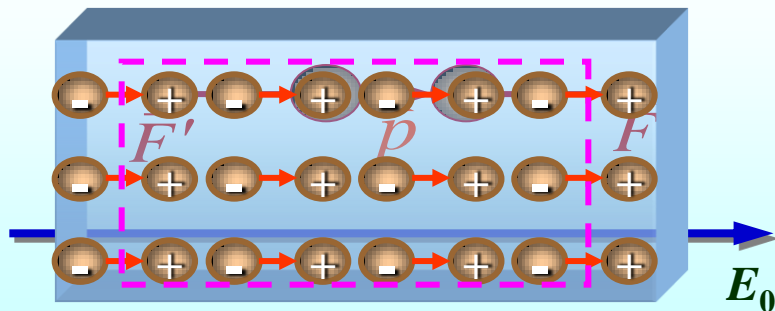
※ 电介质的极化 束缚电荷

(1) 无极分子的位移极化

无外电场时

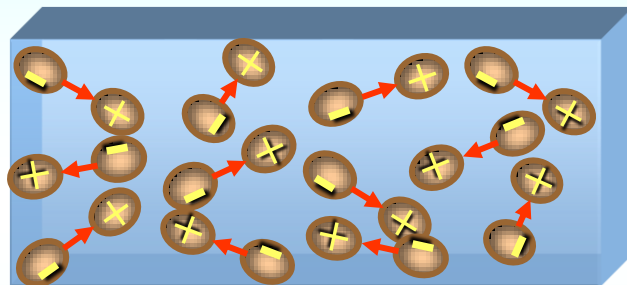


在外电场作用下

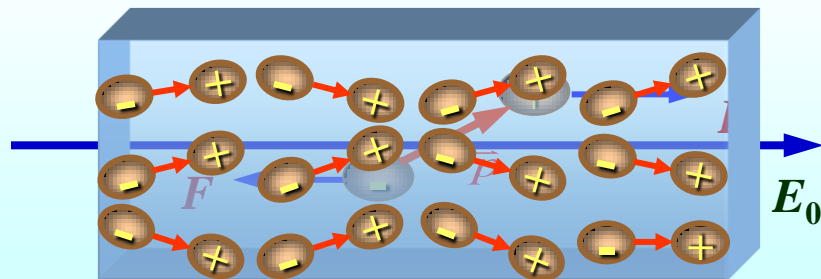


(2) 有极分子的取向极化

无外电场时

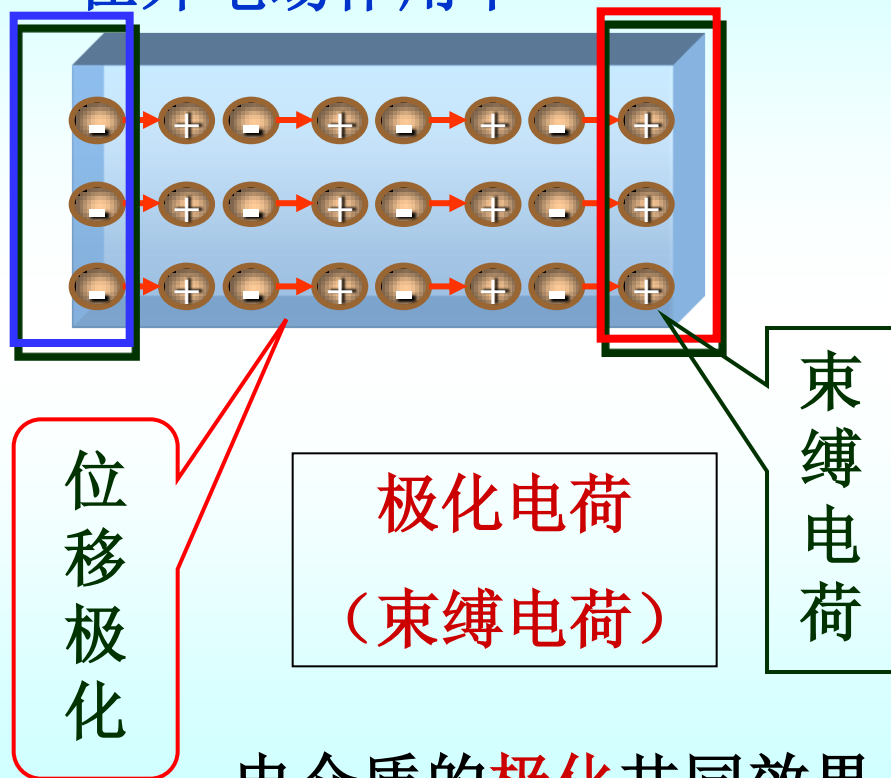


在外电场作用下



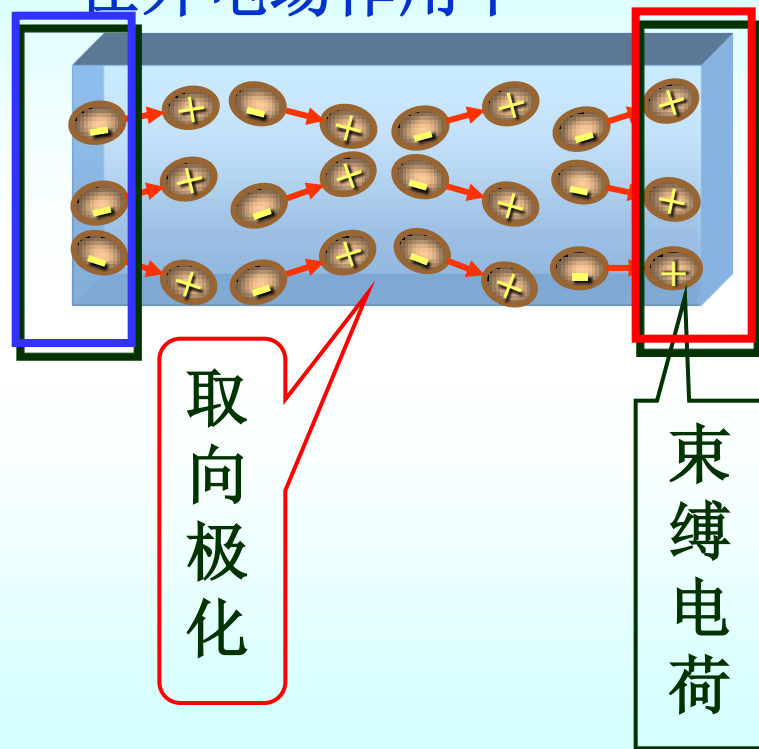
(1) 无极分子的位移极化

在外电场作用下



(2) 有极分子的取向极化

在外电场作用下



电介质的极化共同效果 -----边缘出现电荷分布

※ 电极化强度

$$\bar{P} = \frac{\sum \bar{p}}{\Delta V}$$

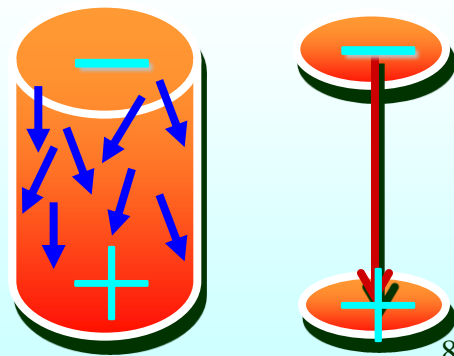
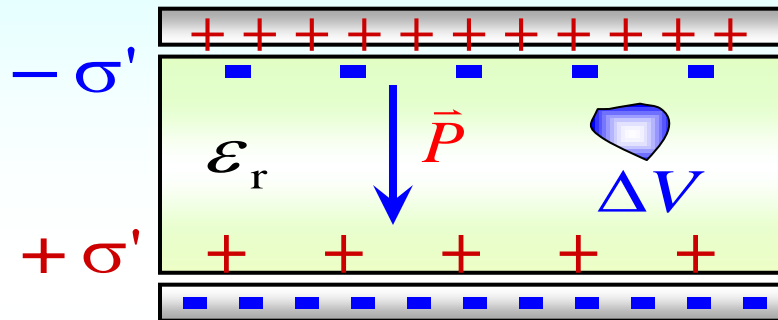
\bar{p} : 分子电偶极矩

σ' : 极化电荷面密度

\bar{P} : 电极化强度

$$P = \sigma'$$

$$P = \frac{\sum p}{\Delta V} = \frac{\sigma' \Delta S \cdot l}{\Delta S l} = \sigma'$$



※ 极化电荷与自由电荷的关系

充满 ϵ_r 的各向同性均匀电介质的平行板电容器

$$E_0 = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0}, \quad E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$$

电介质内部的电场强度

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}'$$

$$E = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0} - \frac{\sigma'}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

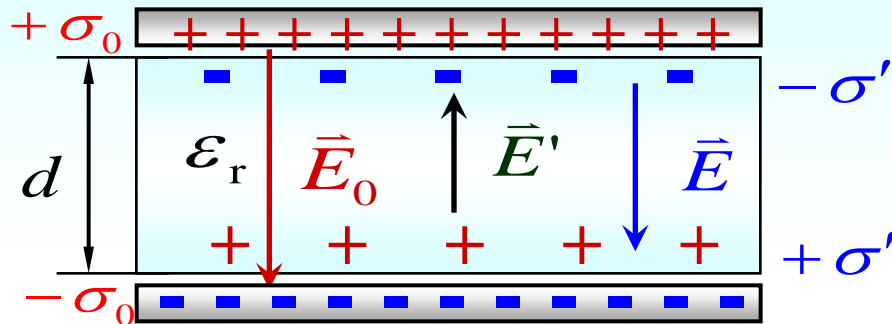
由实验:

$$E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$



$$\sigma' = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \sigma_0,$$

$$Q' = \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} Q_0$$



※ 电极化强度与电场强度的关系

充满 ϵ_r 的各向同性均匀电介质的平行板电容器

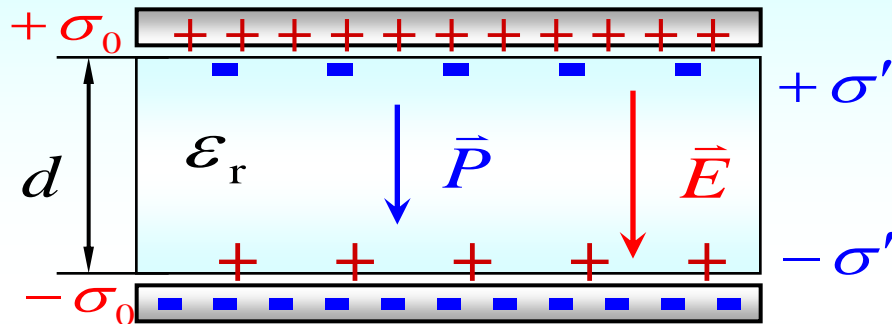
$$P = \sigma' = \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \sigma_0,$$

$$P = (\epsilon_r - 1)\epsilon_0 E$$

$$\vec{P} = (\epsilon_r - 1)\epsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{P} = \chi \epsilon_0 \vec{E}$$

↑
电极化率



$$E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

$$\sigma' = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \sigma_0,$$

电介质的击穿

理想电介质中没有自由电荷，但是**实际的电介质中总是存在一定的自由电荷**。可以在电场作用下产生微弱的电流。

加在电介质上的**电场强度足够大时，电介质中的电流迅速增加**，其绝缘性能被破坏，甚至电介质可能被烧毁。这叫**电介质的击穿**。

这是因为**电介质中的分子被电离**，产生大量自由电荷，故电介质中的电流急速增加。

几种电介质的相对介电常数与击穿电压

		相对介电常数	击穿电压	$\times 10^6 \text{ (V/m)}$
真	空	1	∞	
空	气	1.00059	3	
云	母	4~7	80~200	
纯	水	80		
电	容	3.7	16~40	
器	纸			
玻	璃	5~10	5~13	

