



静电场与物质的相互作用2

电介质



通过本部分的学习，您将：

- 掌握极化现象的微观解释；
- 掌握极化强度的定义；
- 掌握极化强度与极化电荷的关系；
- 掌握有介质存在的高斯定理和环路定理；
- 会求解相关问题。

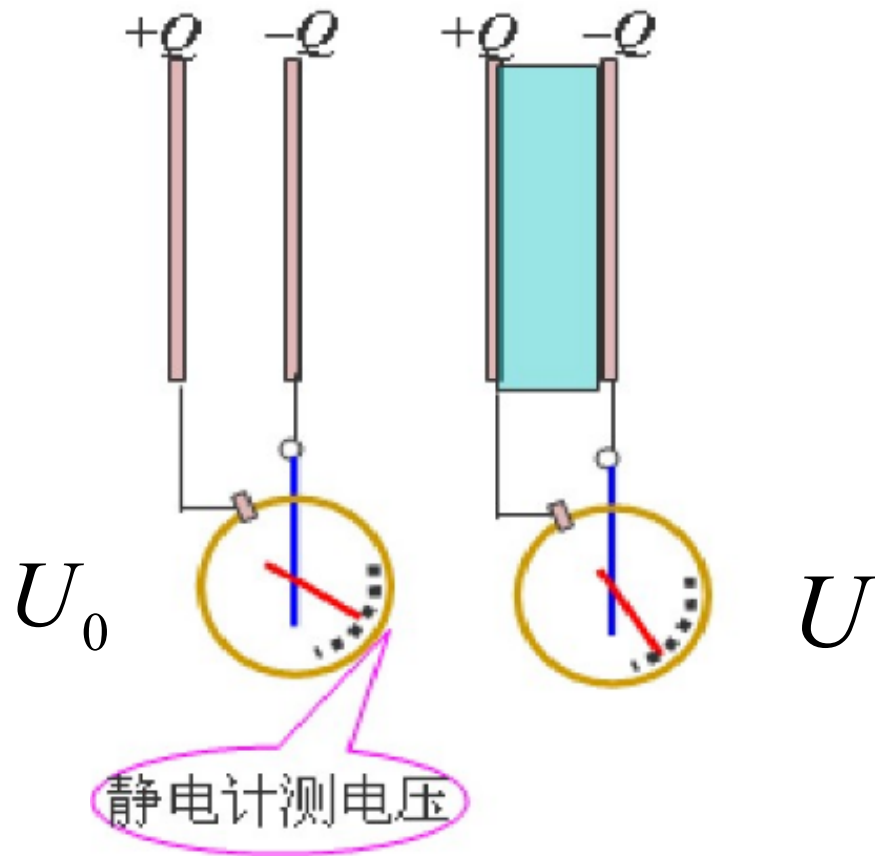


§ 2.2 电介质



电场对于没有自由移动电荷的电介质能否产生作用？

实验真相：



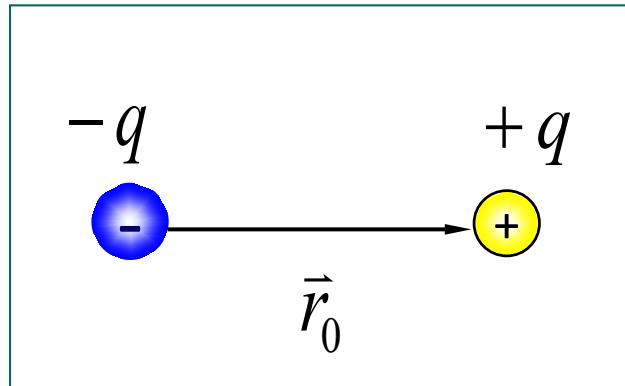
$$U = \frac{U_0}{\epsilon_r},$$

结论： 电介质的引入改变了电容器中的电场

不含自由移动的电荷的电介质是如何影响电场的呢？

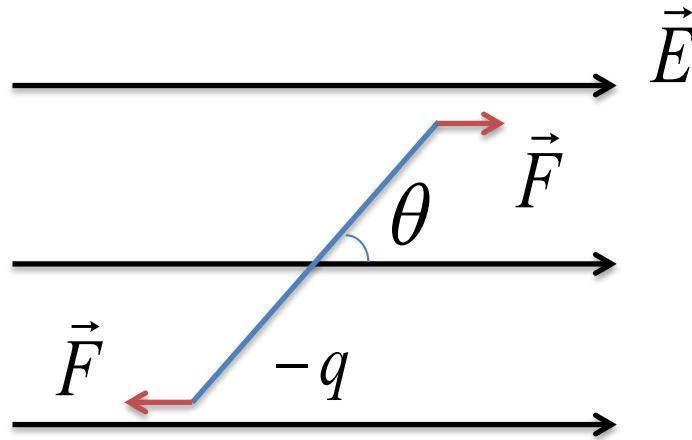


物理模型



$$\vec{p} = q\vec{r}_0$$

一、电场中的电偶极子



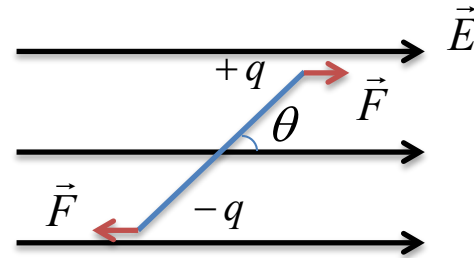
电偶极子在电场中受到的力矩是多少？

在力矩的作用下，电偶极子会发生什么样的运动？

这里对电偶极子在外电场中的行为进行分析：

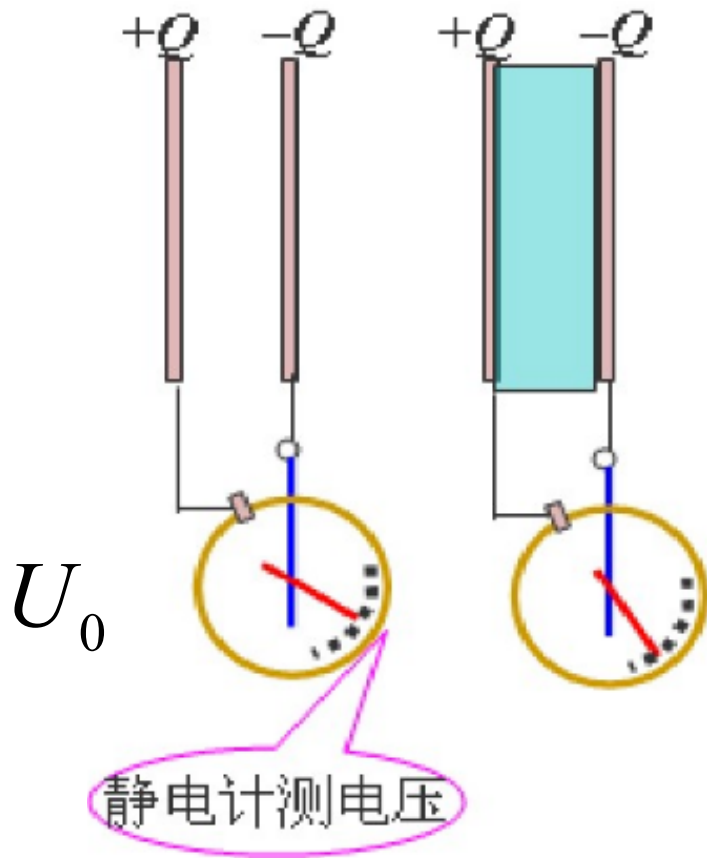
力矩：

$$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$$



外电场总是使电偶极子 \vec{p} 与 \vec{E} 的方向趋于一致

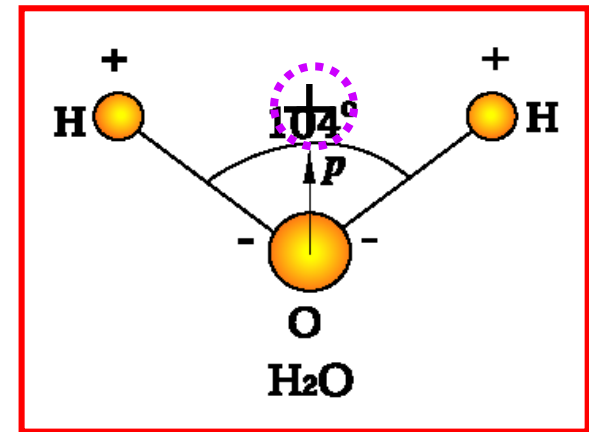
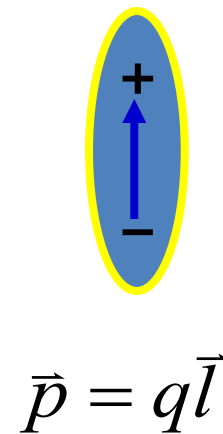
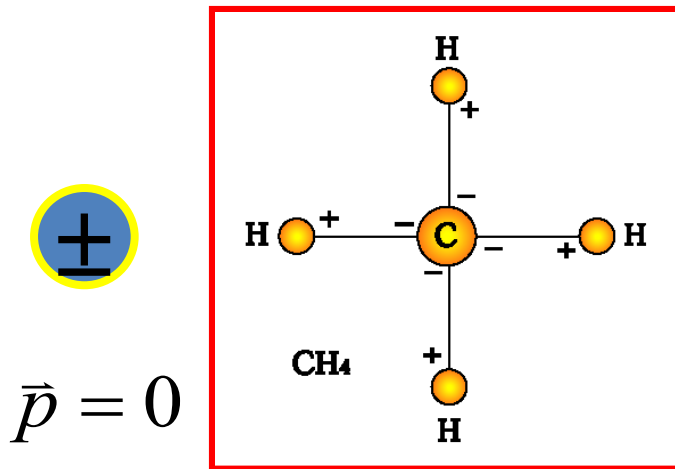
二、介质极化



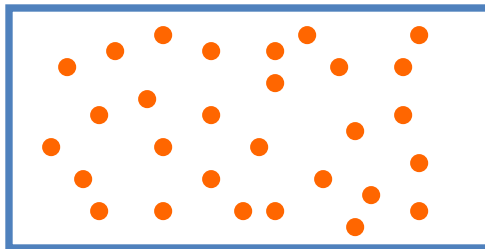
从微观角度，借助电偶极子模型解释实验现象。

非极性分子（无极分子）

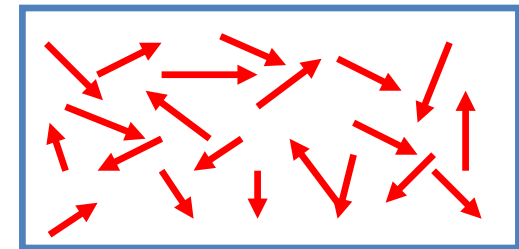
极性分子



无外场时（热运动）



(非极性分子电介质)

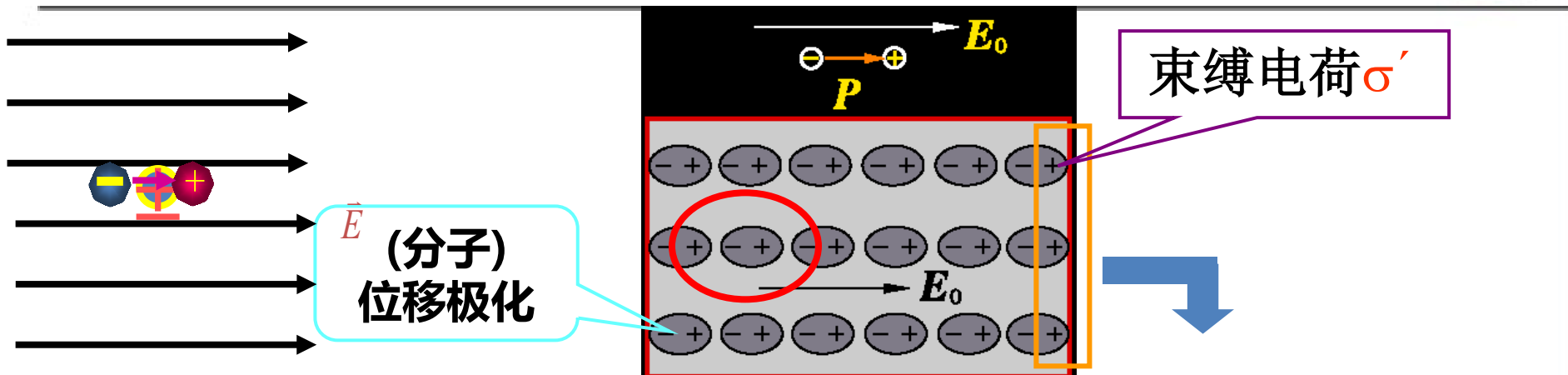


(极性分子电介质)

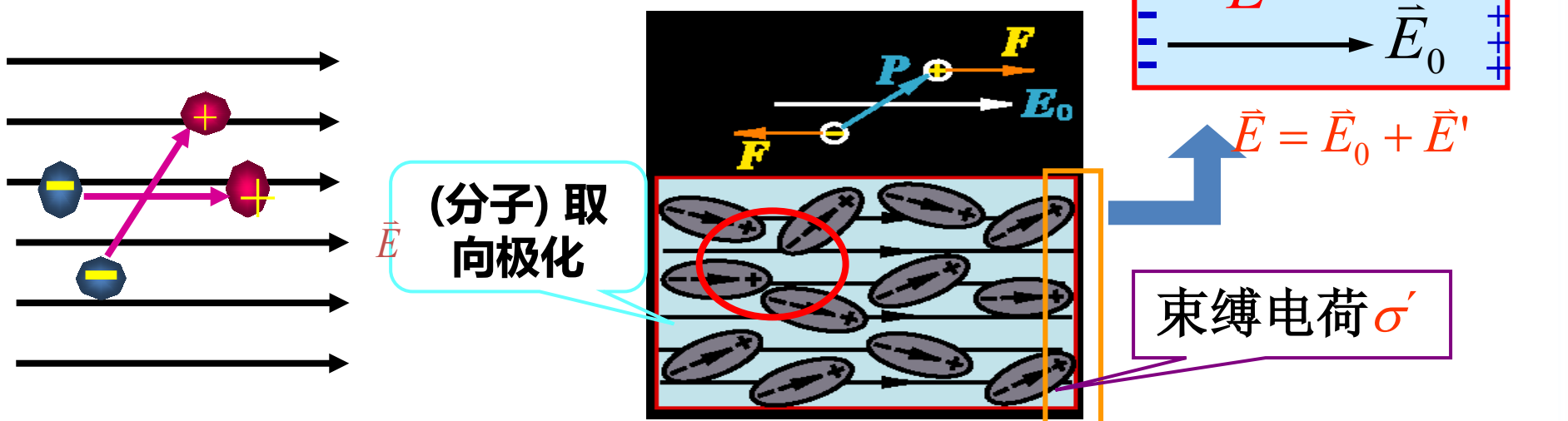
有外场时



• 非极性分子电介质



• 极性分子电介质



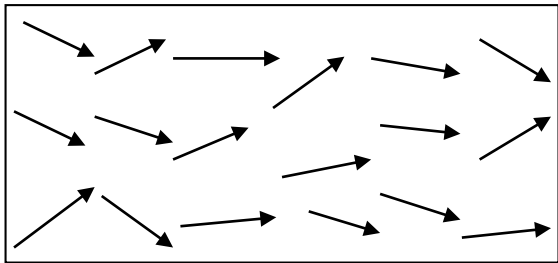


有外场时:

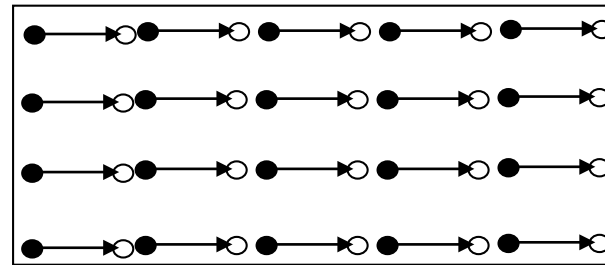
- (a) 有极分子电介质，主要是**取向极化**，也有位移极化。
- (b) 无极分子介质，只有**(电子) 位移极化**。

外电场越强，电偶极矩矢量和越大。

有极分子



无极分子

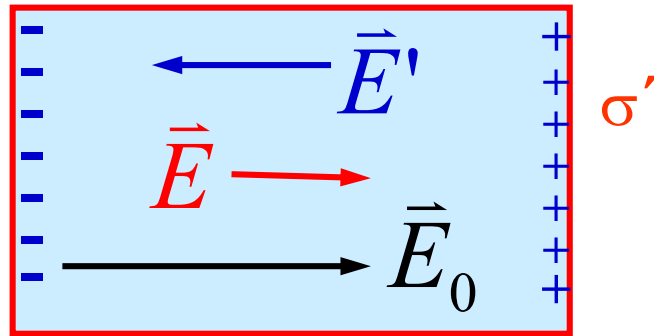


关于电介质极化的说明：

- (a) 对于均匀电介质，极化电荷只出现在表面上；
- (b) 极化电荷与导体的自由电荷不同，极化电荷属于束缚电荷；
- (c) 两种极化微观机制不同，宏观效果相同，在研究宏观问题时不必加以区分。

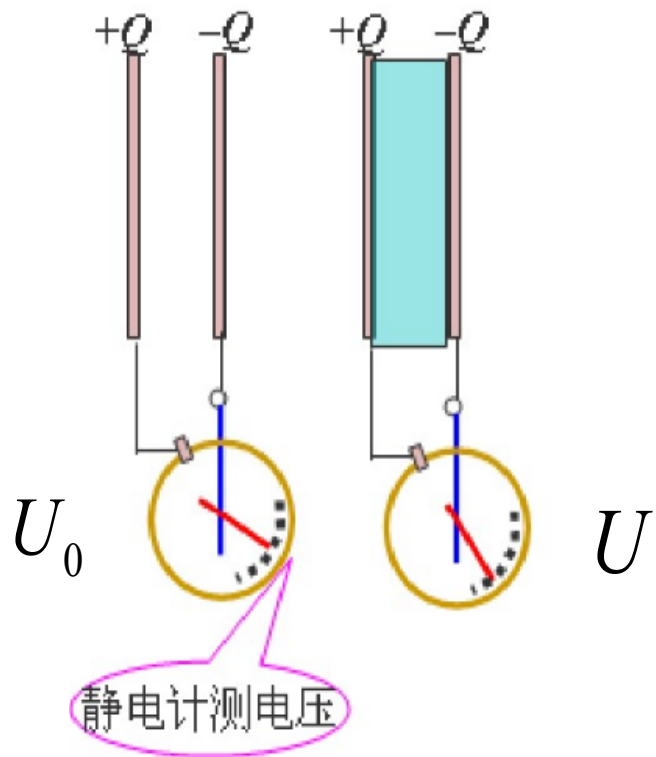


束缚电荷： 由于极化，在介质表面积累的净电荷



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

退极化场： 在电介质内附加电场 \vec{E}' 总是与外电场方向相反，使外加电场减弱，阻碍电介质的极化，故把附加电场叫做退极化场。



由束缚电荷提供的电场，与原来的电场方向相反，因此，介质内的电场强度减小。电场强度减小，导致电压减小。



电极化强度矢量

极化强度反映物质极化的强弱

- 从微观角度阐述：
极化强度与极化的面电荷联系起来
(极化电荷面密度)
- 从宏观角度阐述：
极化强度与电场联系起来 (电极化率)

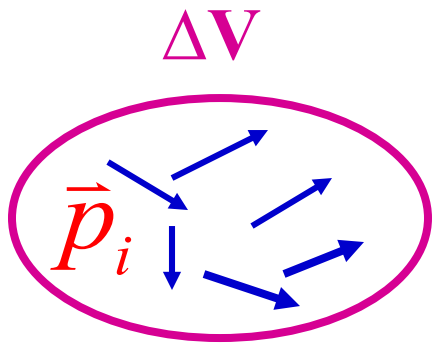


2 电极化强度矢量及面电荷密度

(1) 电极化强度矢量 \vec{P}

在电介质中取一宏观无限小微观无限大的体积元 ΔV

定义电极化强度:
$$\vec{P} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\sum_i \vec{p}_i}{\Delta V}$$

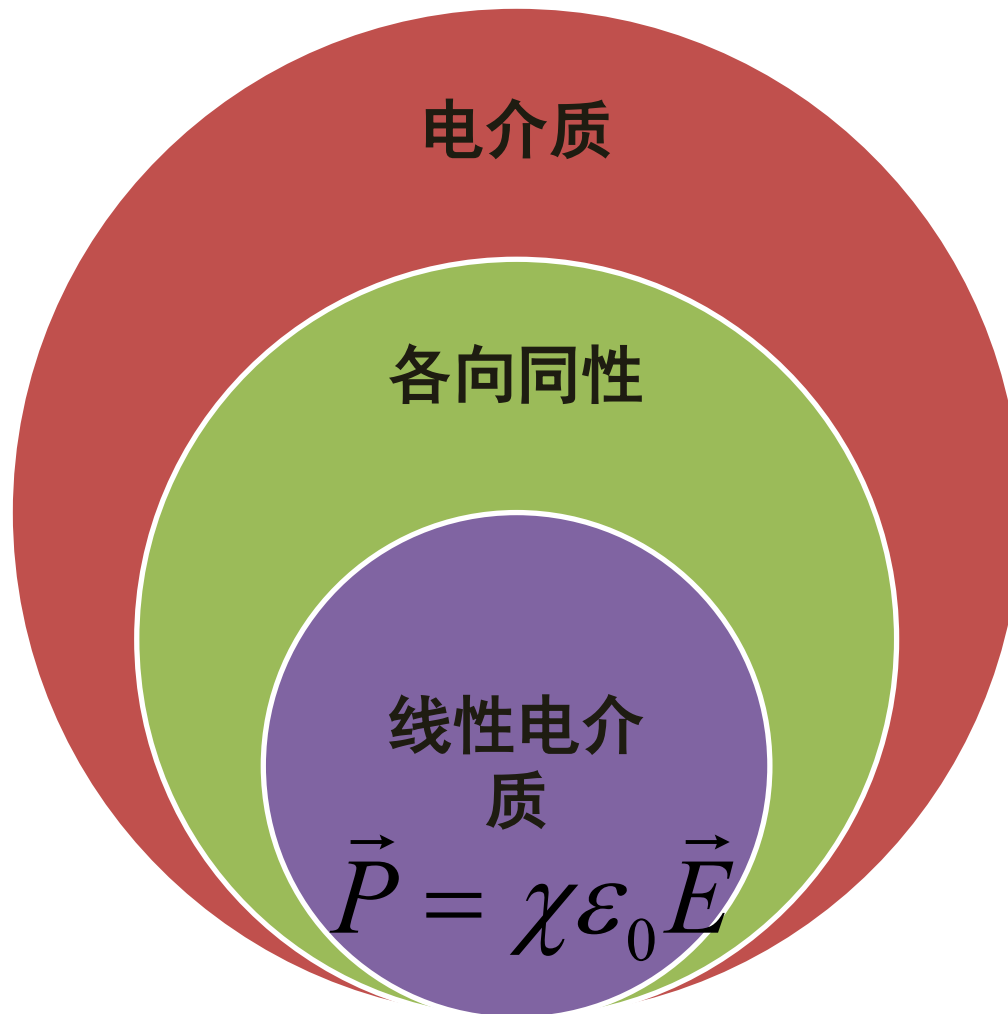


非极性分子:
$$\vec{P} = n\vec{p}_i$$

\vec{p}_i 是每个分子的电偶极矩

电极化强度: 度量电介质极化状态的物理量。

电介质





各向同性电介质： 电介质性质不因电场矢量方向改变而改变

对于各向同性电介质：

$$\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}$$

χ 叫做电介质的**电极化率**；
一般而言，它的大小与E的大小相关；

E是介质内总的电场



线性电介质：电介质的电极化率与总电场无关，由介质自身性质决定，此电介质叫做线性电介质

$$\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}$$

χ 为常数，其大小不随电场变化

