



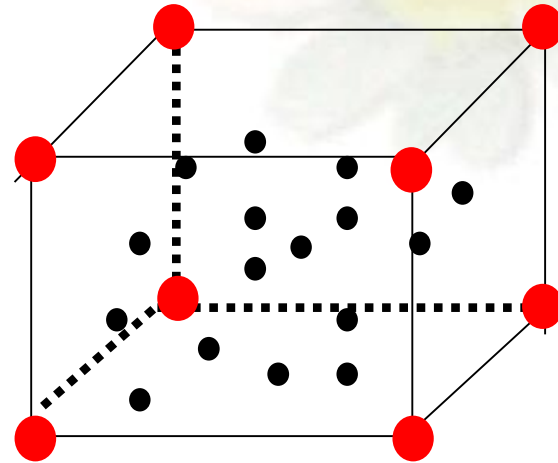
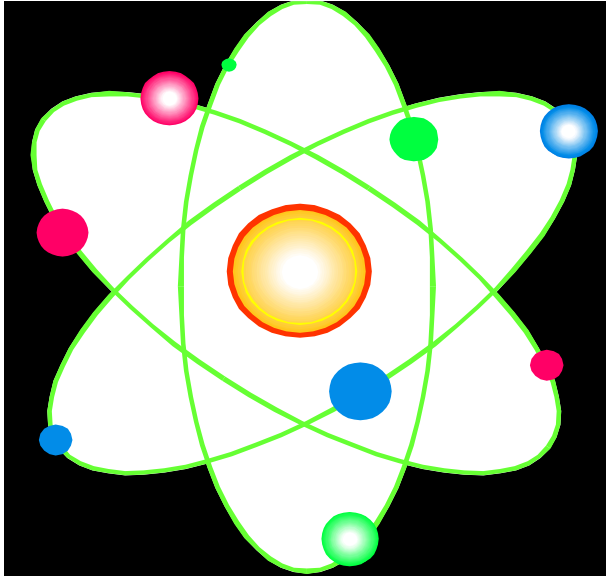
云南省职工业务技能大赛——

“高教社杯” 高等师范院校

物理学教师教学技能大赛决赛



关于金属导体

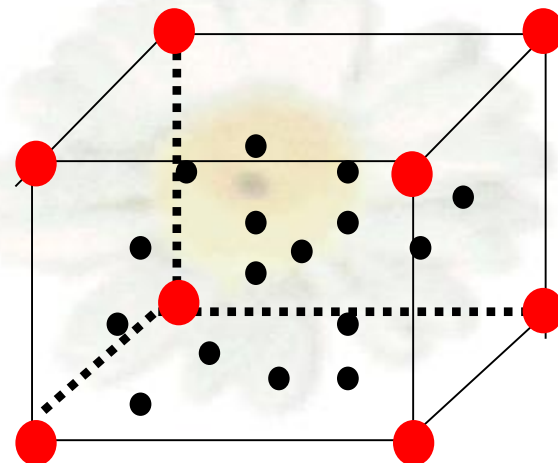


从电结构说，
金属导体是由带负电的电子
和格点上带正电的晶格组成



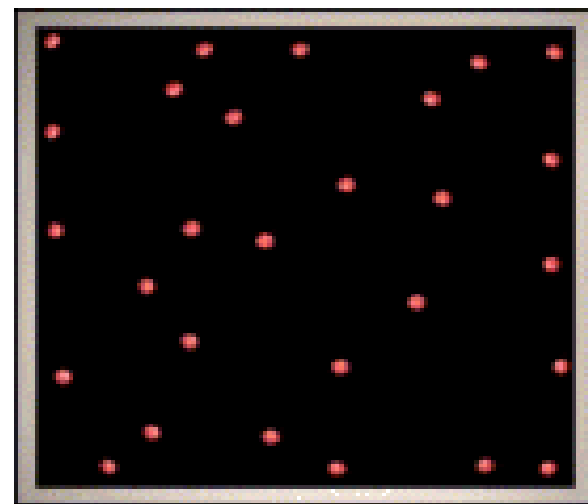
从电结构说，

金属导体的基本特点就是：
其内部存在大量的自由电子



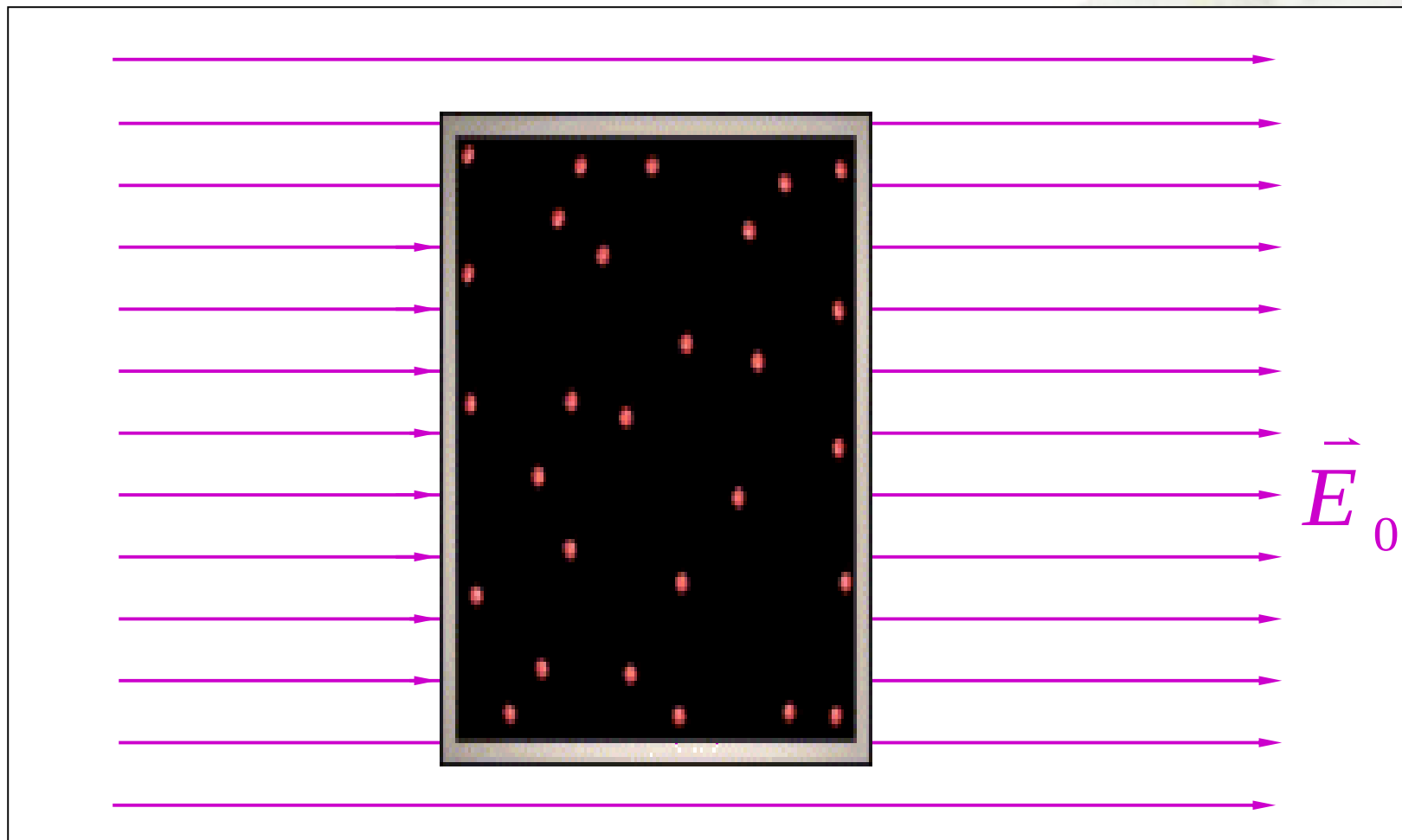
不受外电场作用时，

导体内的自由电子像气体分子一样
只在晶格之间作无规则运动，没有
宏观的定向运动



思考：

金属导体置于静电场中会发生什么情况呢？





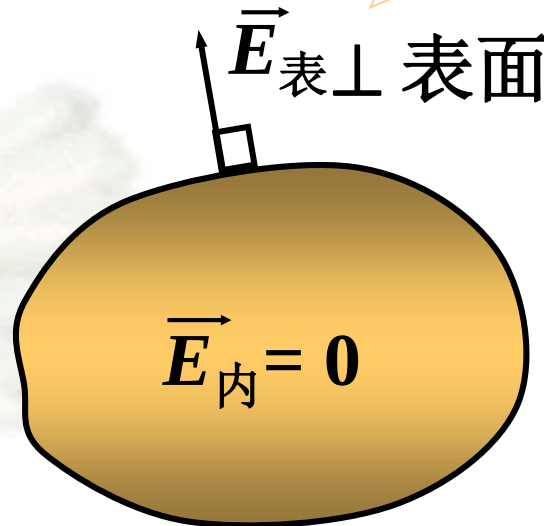
产生静电感应现象

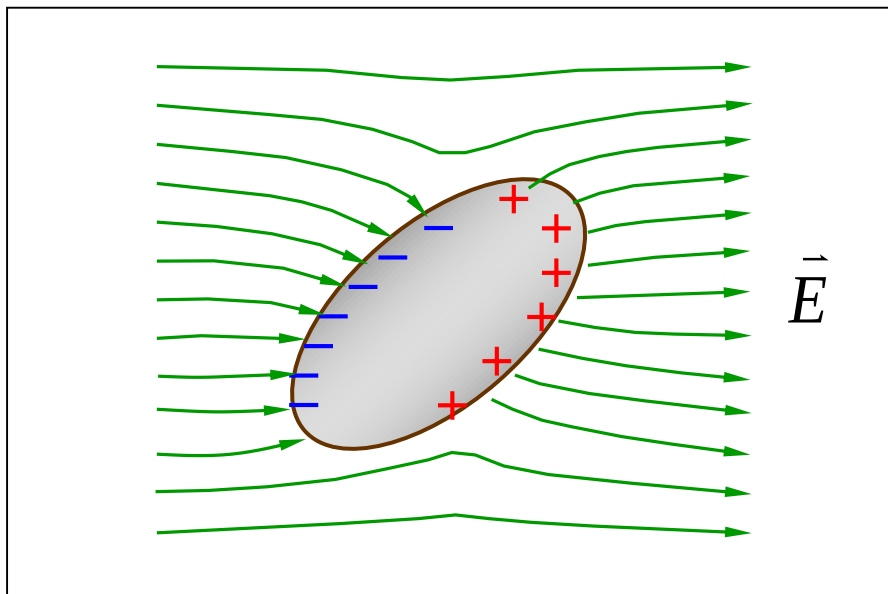


达到静电平衡状态

导体内部和表面自由电子停止作定向运动，
则导体处于静电平衡状态。

静电平衡的条件



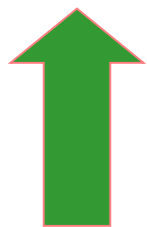


问题:

导体置于静电场中，达到**静电平衡**状态

处于静电平衡的导体具备的**静电性质**如何？

§ 2-2 金属导体的静电性质



处于静电平衡状态

一 电势分布

二 电荷分布

三 场强分布

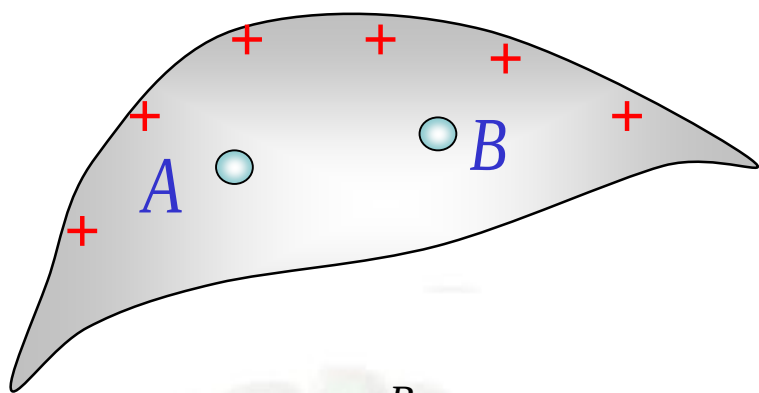
讨论依据:

静电平衡条件

高斯定理

导体上的电势分布

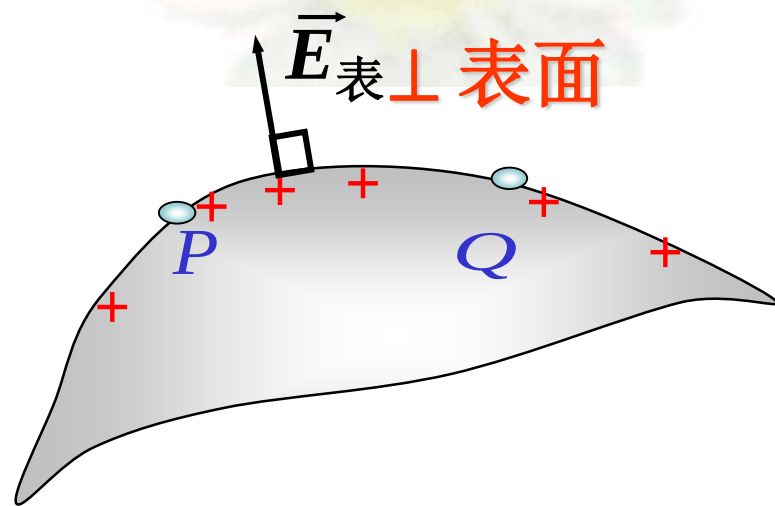
结论：导体是等势体；导体表面是等势面



$$U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E}_{\text{内}} = 0$$

$$U_{AB} = 0$$



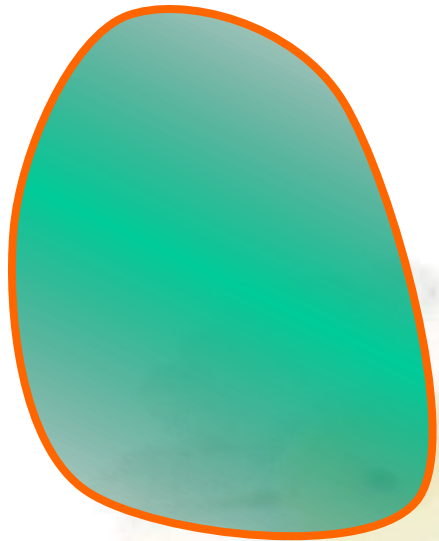
$$U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E} \perp d\vec{l}$$

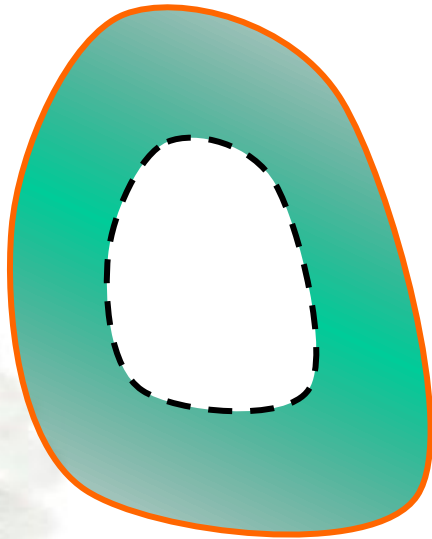
$$U_{PQ} = 0$$

二 导体上的电荷分布

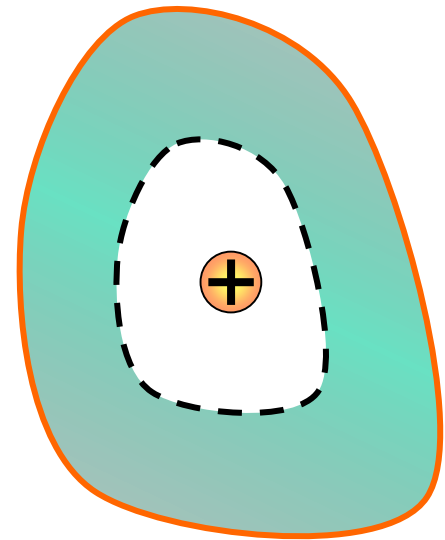
分别讨论三种导体的电荷分布



实心导体



空腔导体



腔内存在电荷

1

实心导体

分析:

$$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} = 0$$

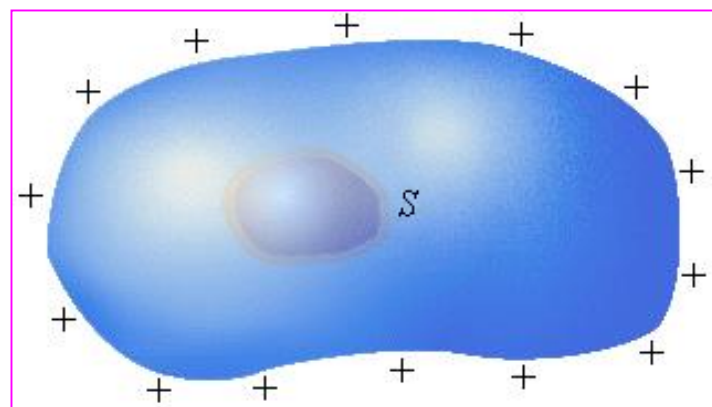
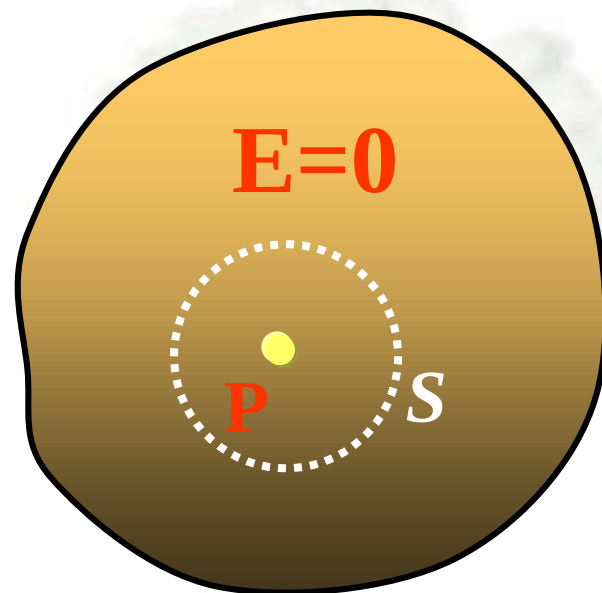
$$\rightarrow q = 0$$

结论:

在静电平衡时,

实心导体**导体内部没有净电荷;**

所带的电荷**只能分布在导体的表面上.**



2

空腔导体

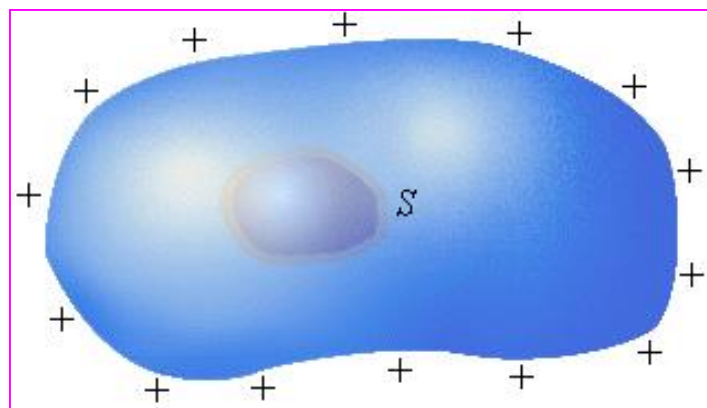
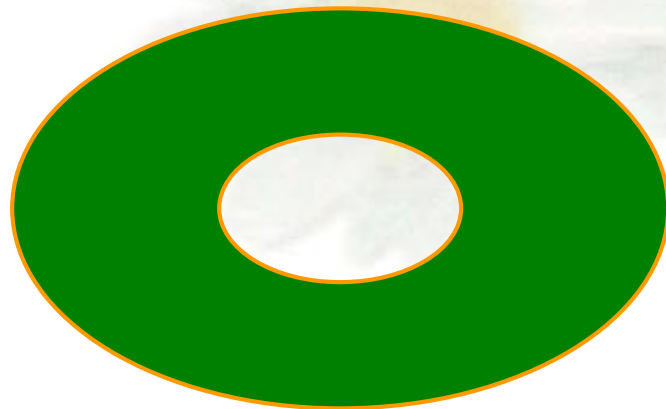
情况1、空腔内无电荷

结论：电荷分布在表面上

问题：

电荷分布在**内**表面？

还是**外**表面？



$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0 \Rightarrow q = 0$$

$q = 0$
 { 内表面处处**无电荷** ✓
 内表面有**等量异号电荷**

若内表面带**等量异号电荷**

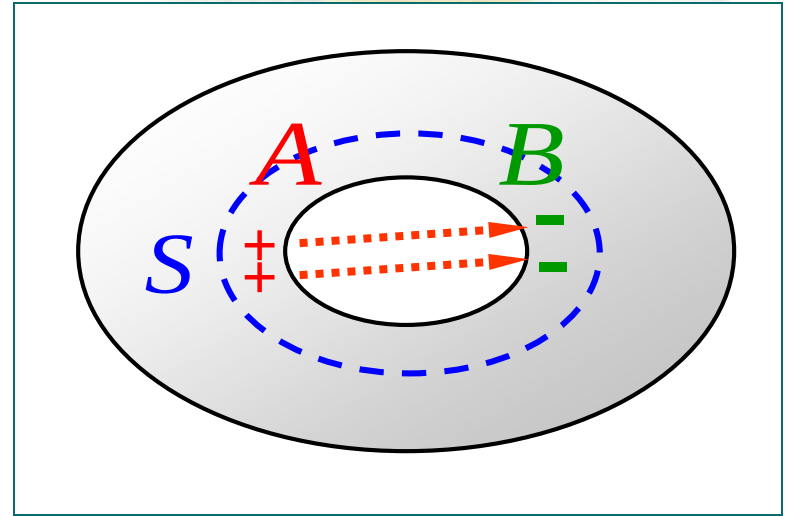


$$U_{AB} = \int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} \neq 0$$

导体是等势体

$$U_{AB} = \int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

所以内表面**不**带电

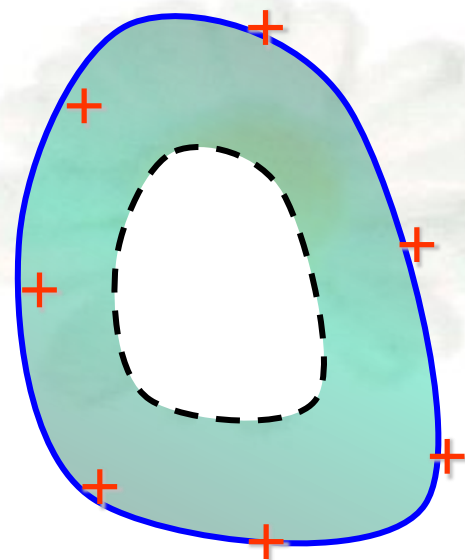


2

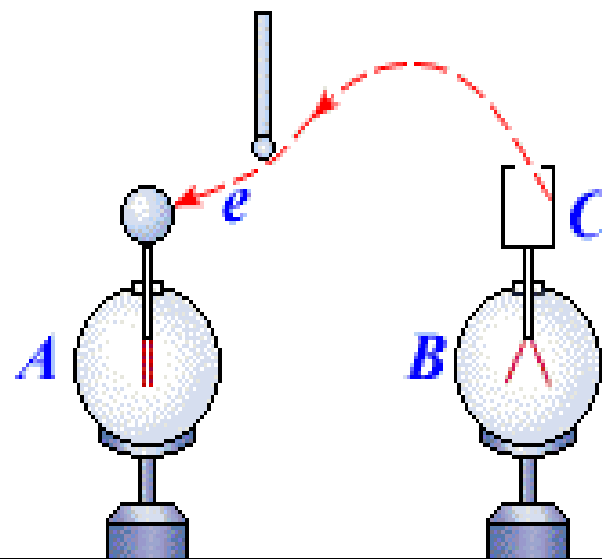
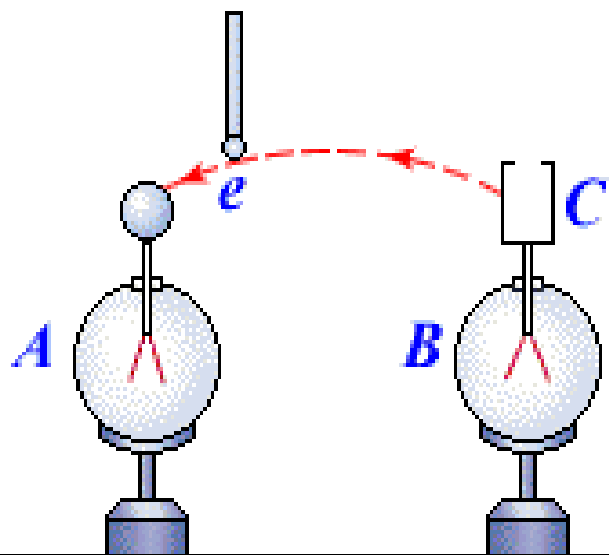
空腔导体

情况1、空腔内**无电荷**

◆空腔导体内表面**无电荷**，
电荷只分布在外表面上，
内表面无电荷



法拉第圆筒
实验验证了静电
平衡时电荷只分
布在导体的外表
面上。



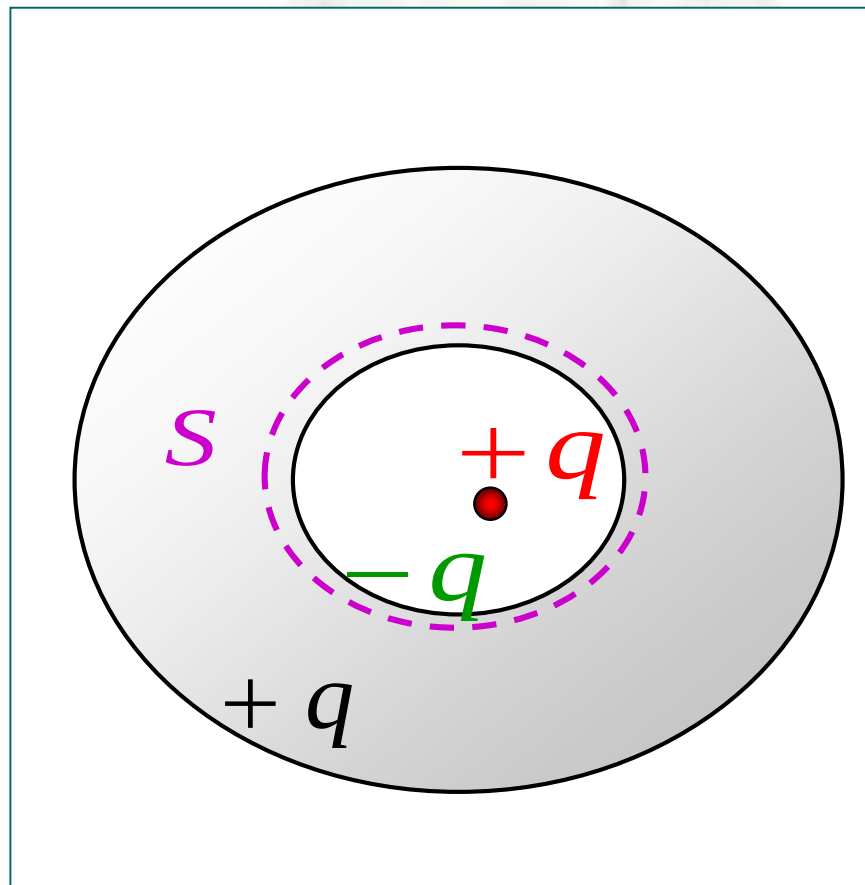
情况2、空腔内有电荷 $+q$

问题:内表面上有电荷吗?

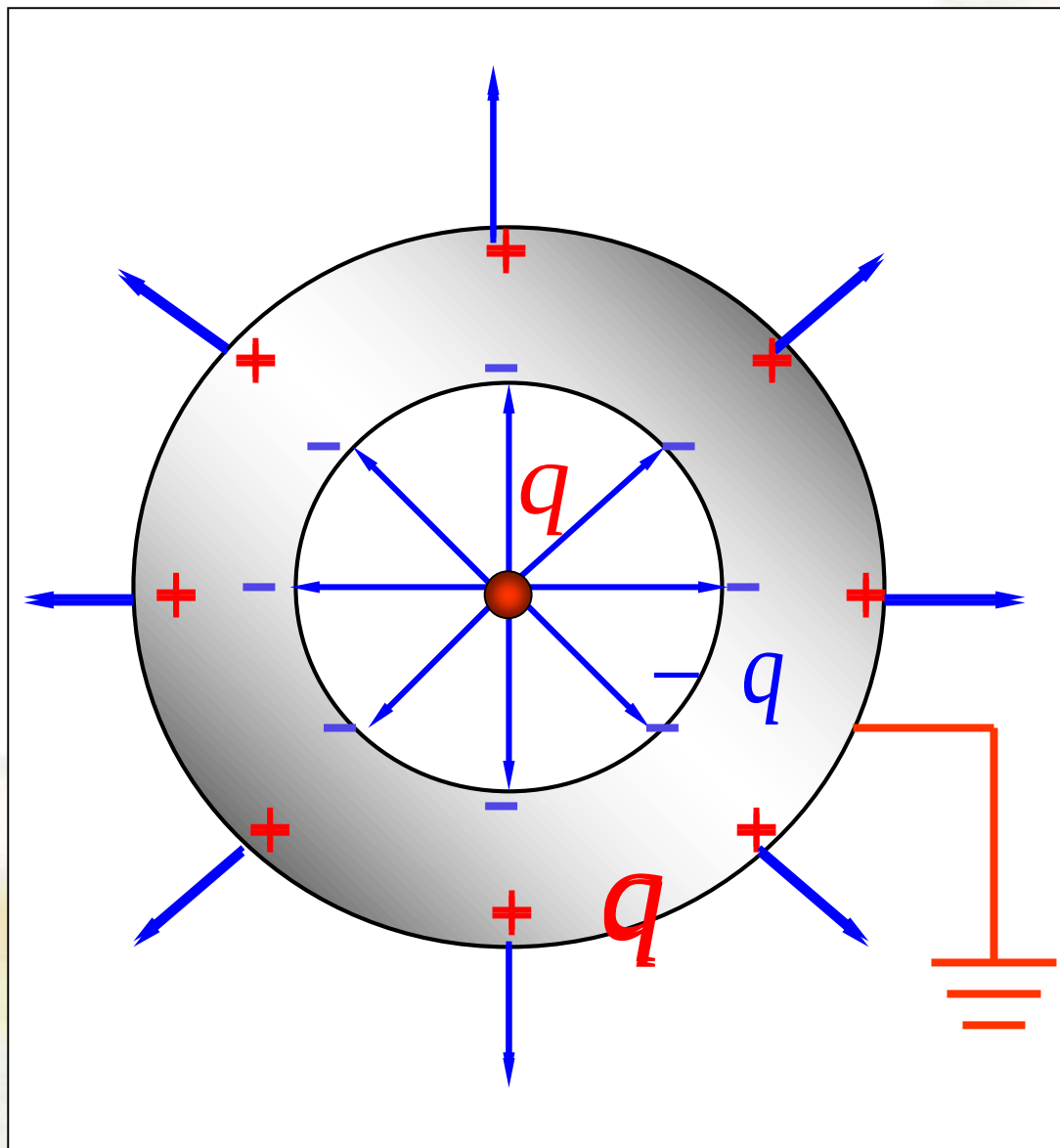
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0 \rightarrow q = 0$$

$$q_{\text{内}} = -q$$

结论:



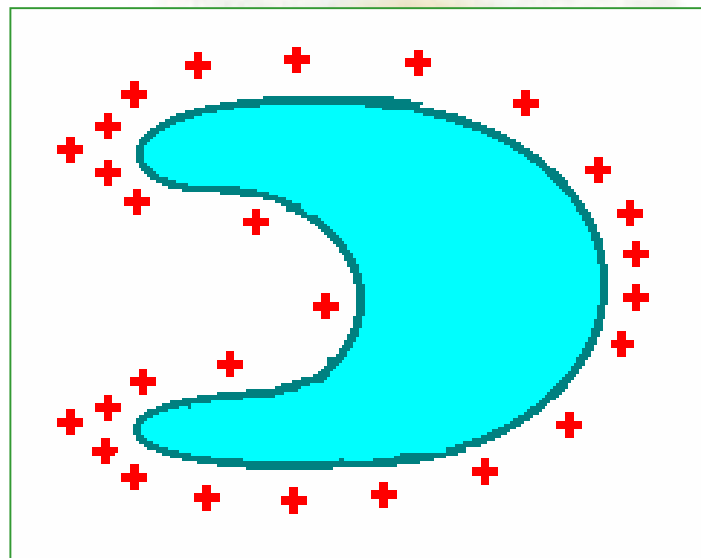
当空腔内有电荷 $+q$ 时,内表面因静电感应出现等值异号的电荷 $-q$,外表面有感应电荷 $+q$ (电荷守恒)



3、孤立导体表面上电荷分布的规律

对于孤立导体：

导体上电荷面密度的大小与
该处表面的曲率有关。



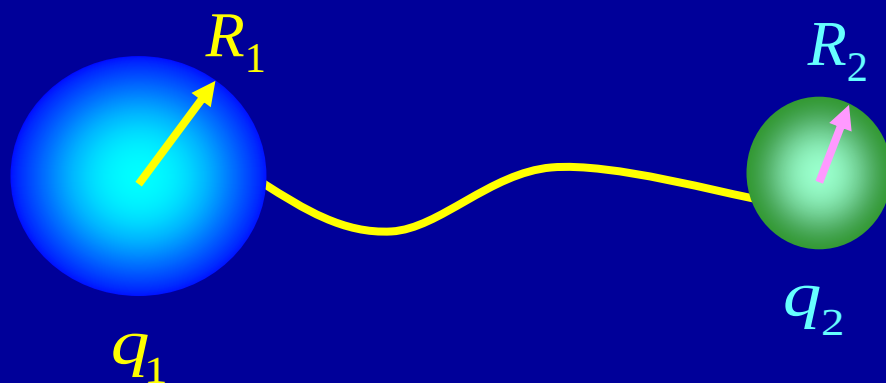
曲率较大，表面尖而凸出部分，电荷面密度大

曲率较小，表面比较平坦部分，电荷面密度小

曲率为负，表面凹进去的部分，电荷面密度更小

一个特例: 说明孤立导体表面上电荷分布与表面曲率的关系

两球半径分别为 R_1 、 R_2 , 带电量 q_1 、 q_2 , 设两球相距很远, 当用导线将彼此连接时, 电荷将如何分布?



$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

↓

$$\sigma \propto \frac{1}{R}$$

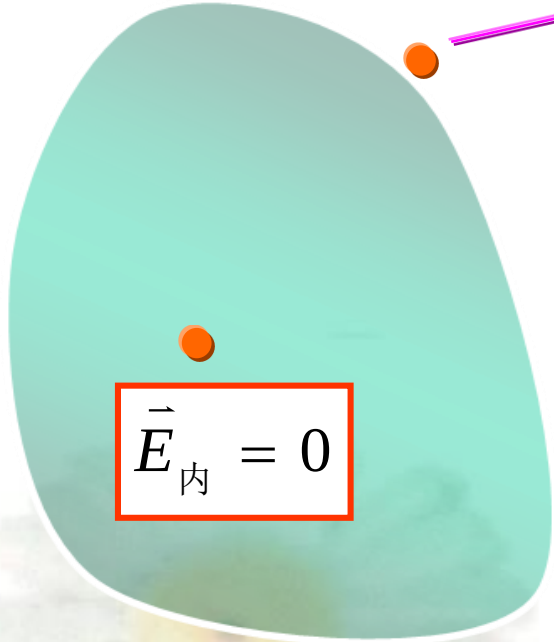


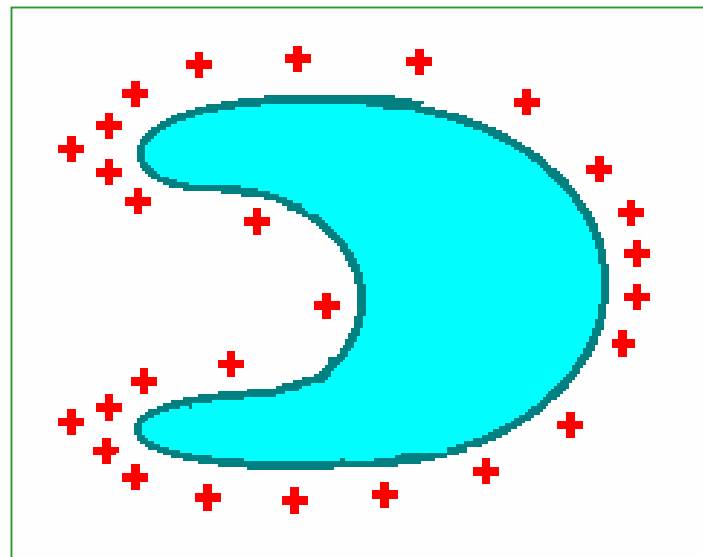


导体周围的场强分布


$$\vec{E} = ?$$

$$E \propto \sigma$$


$$\vec{E}_{\text{内}} = 0$$





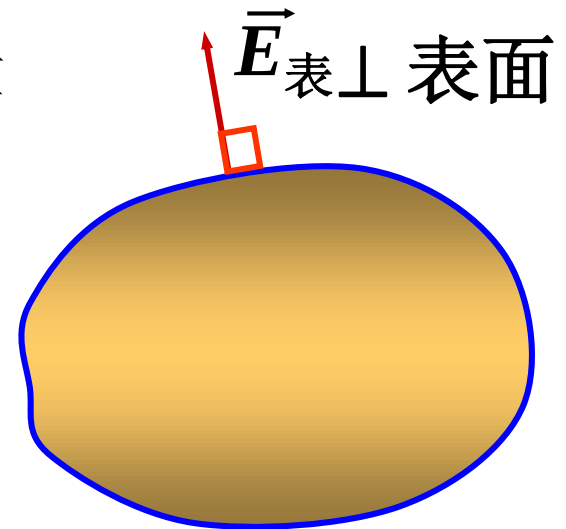
导体周围的场强分布

◆ 静电平衡导体表面外附近空间的场强方向与导体表面垂直，场强大小与该处导体表面的电荷面密度 σ 成正比

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \vec{e}_n$$

$\vec{e}_n$: 导体表面外法线方向单位矢量

$$\begin{cases} \sigma > 0, \vec{E} \text{ 与 } \vec{e}_n \text{ 同向} \\ \sigma < 0, \vec{E} \text{ 与 } \vec{e}_n \text{ 反向} \end{cases}$$

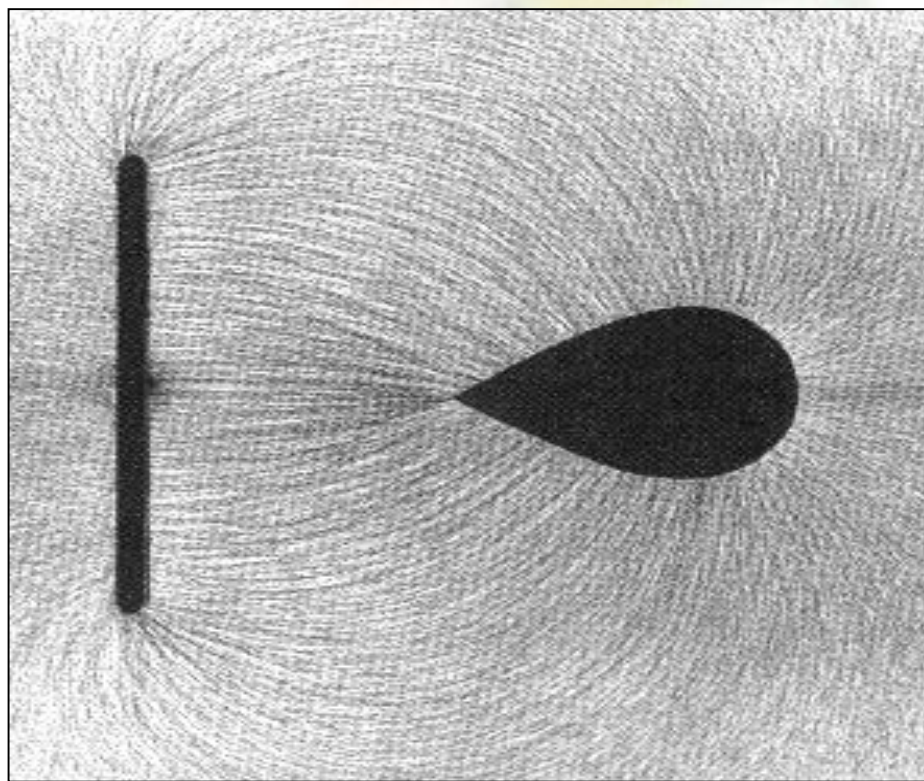


尖锐部分 $\Rightarrow \sigma$ 大 $\Rightarrow$ 电场强

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

导致

四、尖端放电现象



$\sigma \uparrow E \uparrow$