
静 电 场

不随时间变化的电场称为静电场。

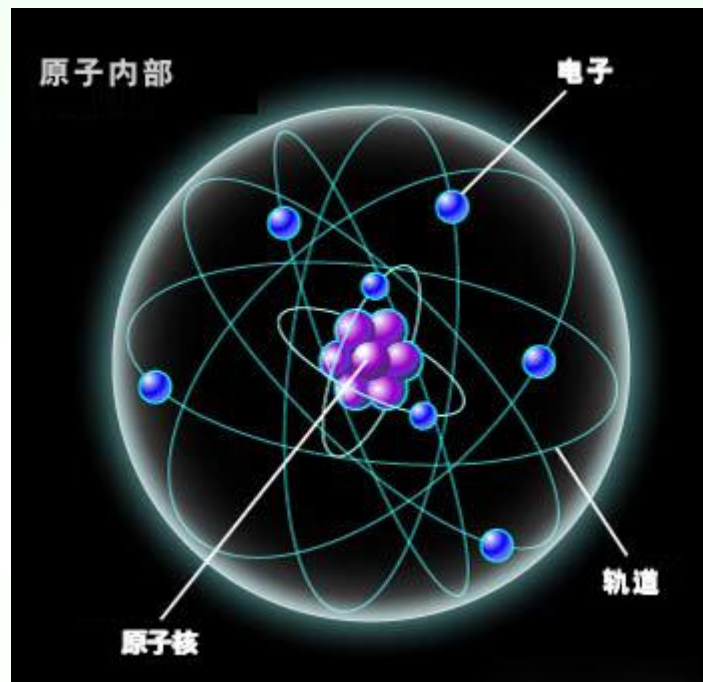
电荷之间的相互作用是通过电场来实现的。

静 电 场

第一讲 电荷 库仑定律

$\S 1$ 电 荷





1、两种电荷：

由物质的原子结构理论：任何宏观物体内部都带有大量的“**正电荷**”和“**负电荷**”。但通常情况下，正、负电荷的总量相等，因此对外不呈现电性。

通过摩擦或静电感应等过程，可使电荷（主要是负电荷）在物体之间或一个物体的不同部分之间转移，使物体对外呈现电性。

电荷间的相互作用：

同号电荷互相排斥；异号电荷互相吸引。

2、电荷守恒定律、电荷的相对论不变性

电荷守恒定律：一个与外界没有净电荷交换的系统经任何过程后，系统内正、负电荷的代数和保持不变。

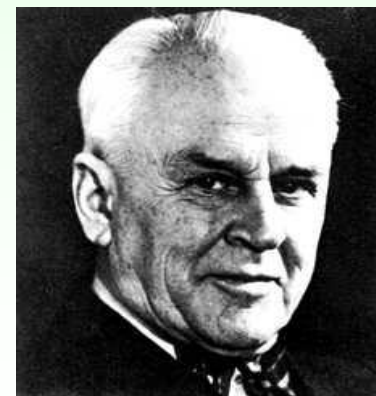
电荷守恒定律是自然界中普遍成立的定律之一。

例：一个电子($-e$)和一个正电子($+e$)靠近时，两个电子完全消失（正、负电子湮灭），产生两条沿相反方向的 γ 射线。湮灭前后电子的净电荷守恒。

电荷的相对论不变性：一个物体所带总电荷量不因带电体的运动而改变。



密立根油滴实验



密立根

3、电荷的量子化：

1913年密立根 (*Millikan, 1868—1953*) 通过油滴实验证实：任何带电体所带的电量都是某个基本电量的整数倍。即：

$$Q = ne \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

而基本电量的大小等于一个电子或一个质子所带电量的绝对值：

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \quad C$$

因基本电量很小 ($1C = 6.242 \times 10^{18}e$), 所以宏观带电体电量的变化可认为是连续的。

$\S 2$ 库仑定律

1、点电荷：

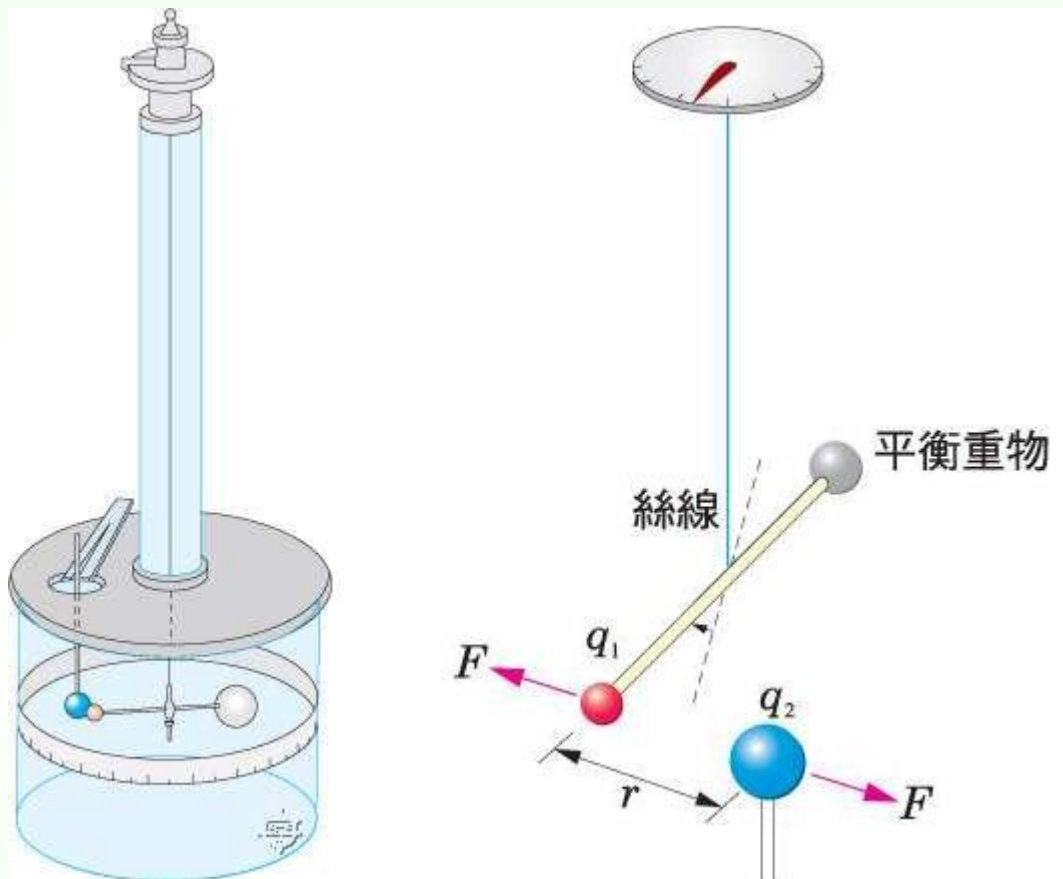
宏观带电体之间的相互作用除与距离有关外，还与带电体的形状、大小、电荷分布有关。但当带电体的线度 \ll 带电体之间的距离时，电力的相互作用由**库仑定律** (*Coulomb's Law*) 描述。

带有一定的电量，但没有形状、大小、结构的带电体称为**点电荷**（理想模型）。

宏观带电体可看作点电荷系。



库仑



库仑扭秤实验

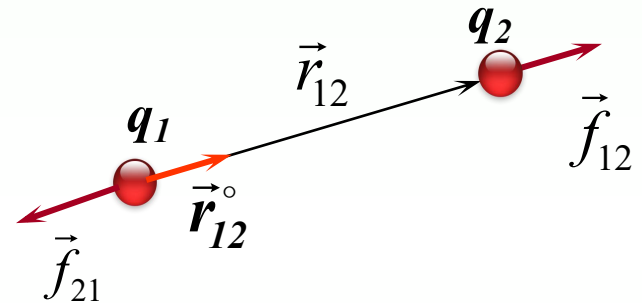
2、库仑定律：

库仑定律描述两个点电荷之间的电力相互作用。

$$\vec{f}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12}^\circ$$

其中： \vec{f}_{12} 为 q_1 对 q_2 的作用力；

\vec{r}_{12}° 为 q_1 指向 q_2 的单位矢量。



当 q_1 、 q_2 同号时， \vec{f}_{12} 与 \vec{r}_{12}° 同向，表现为斥力；

当 q_1 、 q_2 异号时， \vec{f}_{12} 与 \vec{r}_{12}° 反向，表现为引力。

在国际单位制中，令：

$$\vec{f}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12}^\circ$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

其中： $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$

称为真空的介电常数（或真空的电容率）。

库仑定律：
$$\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12}^\circ$$

3、电力叠加原理:

点电荷 q_0 受若干个其它点电荷 q_1, q_2, \dots, q_n 作用时, 其所受的合力等于各点电荷单独存在时对 q_0 作用力的矢量和。

$$\vec{F} = \vec{f}_{10} + \vec{f}_{20} + \dots + \vec{f}_{n0} = \sum_{i=1}^n \frac{q_0 q_i}{4\pi\epsilon_0 r_{i0}^2} \vec{r}_{i0}^\circ$$

其中: \vec{r}_{i0}° 为 q_i 指向 q_0 的单位矢量。

由库仑定律和电力叠加原理, 原则上可以求出任意两个带电体之间的库仑力。

思考题：

设铁原子中两个质子相距 $4.0 \times 10^{-15}m$ ，试计算它们之间的库仑斥力和万有引力,并比较两者的大小。分析一下说明了什么问题？