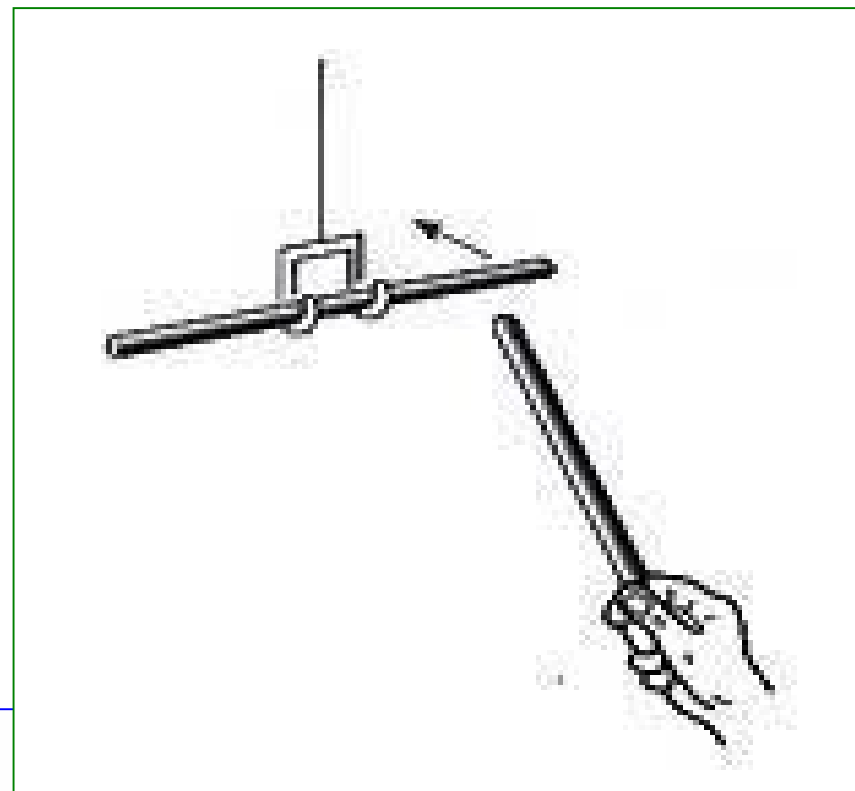
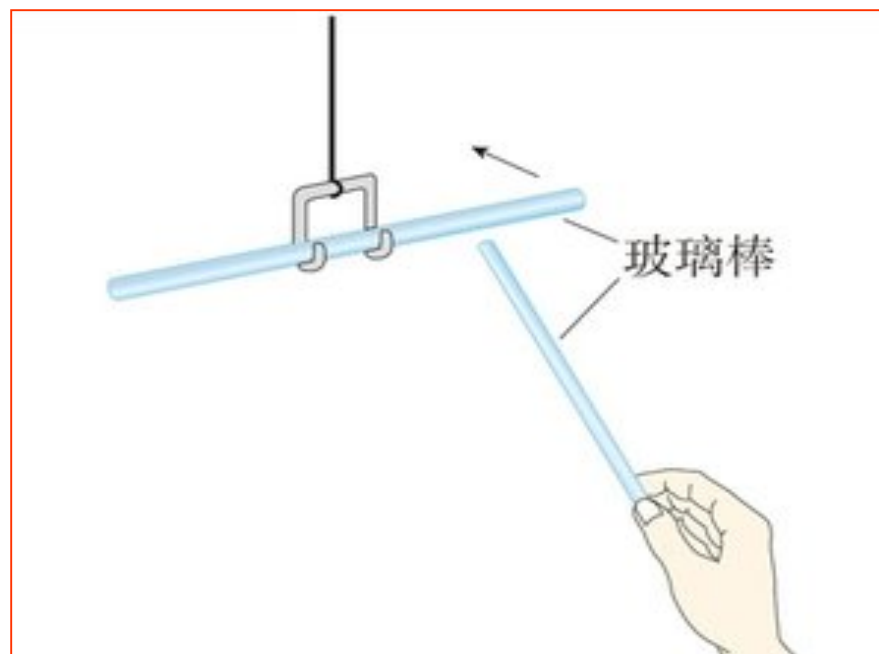




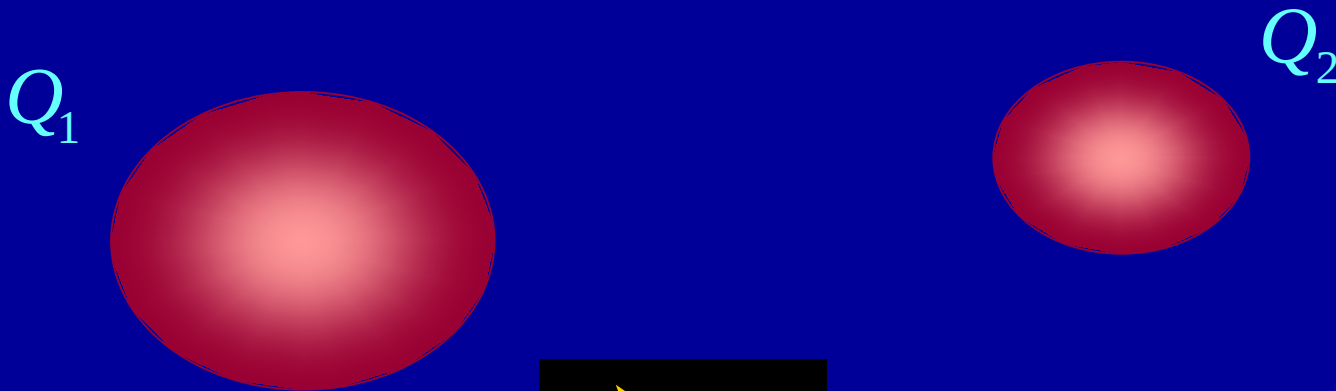
电荷之间存在相互作用，
满足同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

提出问题？



如何定量计算

带电体之间的相互作用力？



$$\vec{F} = ?$$



复杂问题

影响因素有哪些？

带电体的形状大小、带电体之间的距离

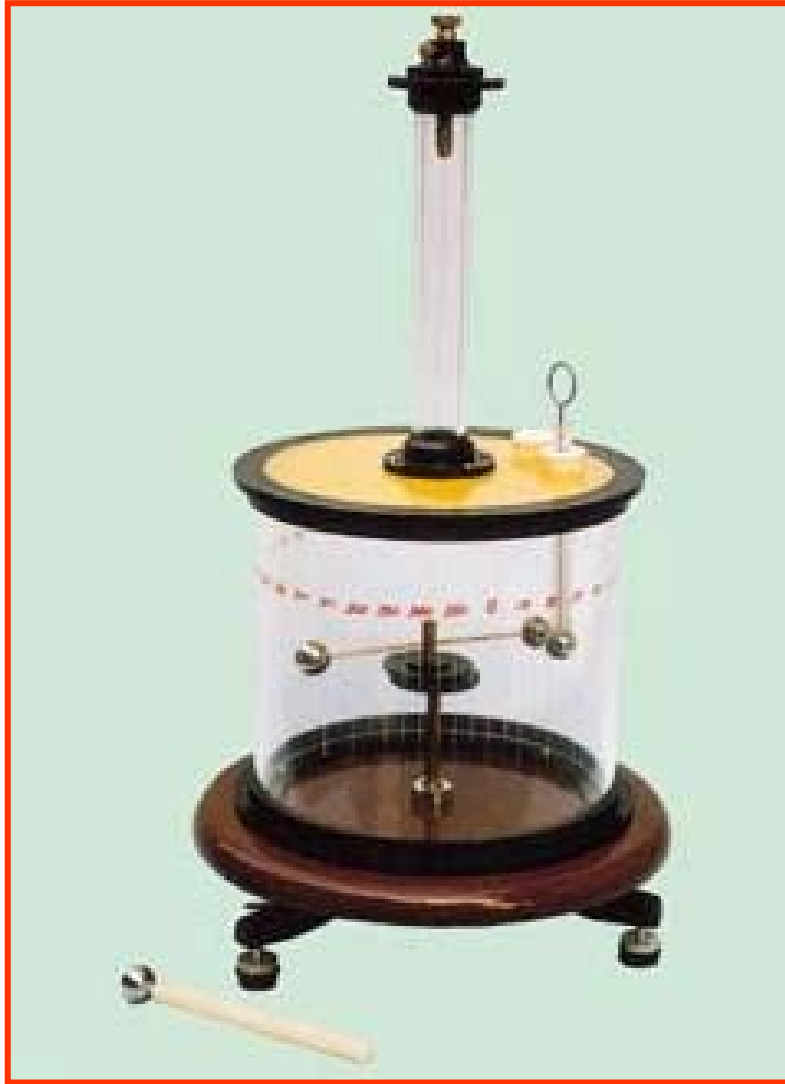
带电体所带电荷的种类、所带电量的多少

首先研究只考虑带电体电荷量、距离，
忽略带电体形状、大小时的作用力

§ 1-2 库仑定律



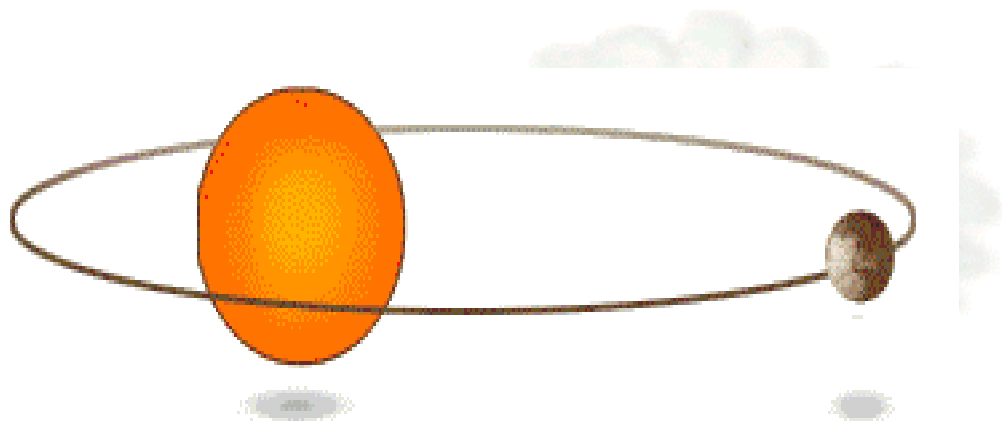
库仑 (C.A.Coulomb 1736 –1806)



法国物理学家，1785年通过**扭秤实验**创立**库仑定律**，使电磁学的研究从**定性进入定量阶段**。

一.点电荷

➤ 类比质点



质点

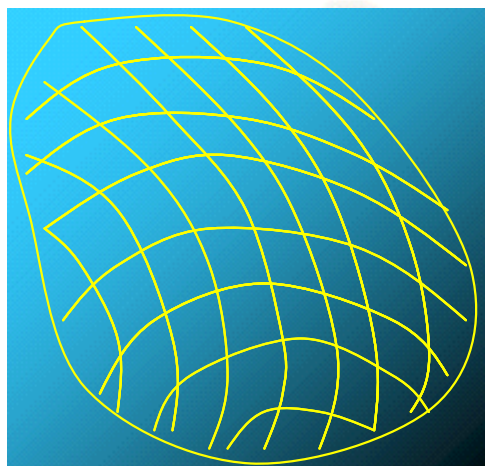
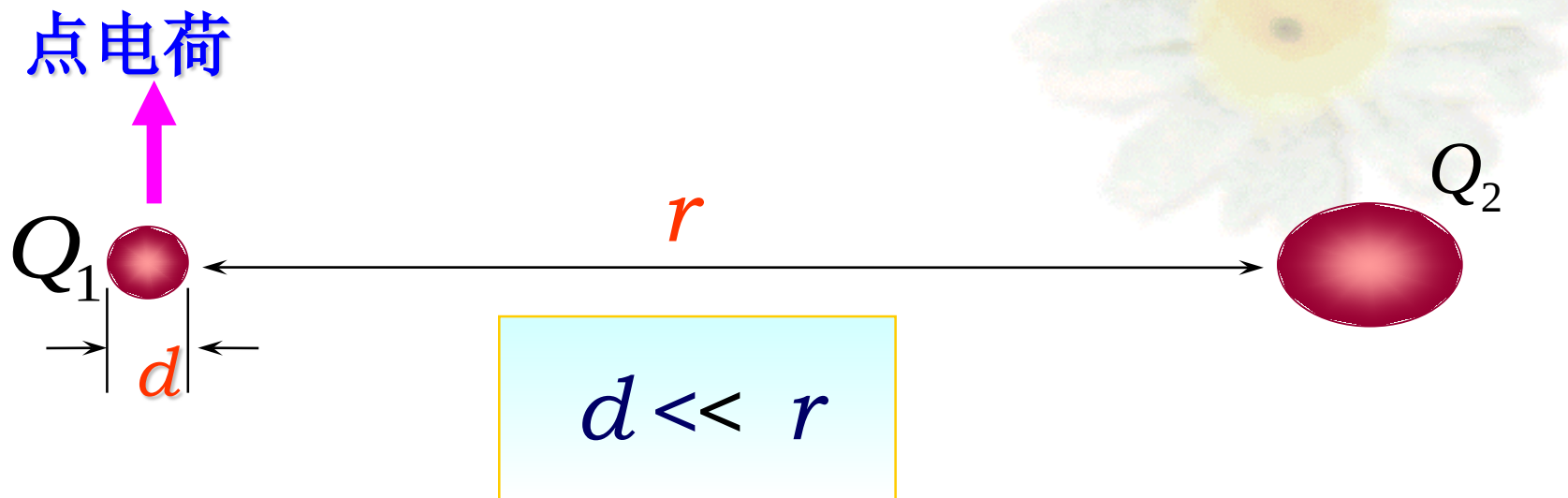


地球——太阳间距: $1.5 \times 10^8 \text{ km}$

地球半径: $6.37 \times 10^3 \text{ km}$

物体的**线度**与它和其它物体之间的**距离**相比很小，
则可以忽略物体的形状，只考虑物体质量，
从而把物体看做质点

一.点电荷

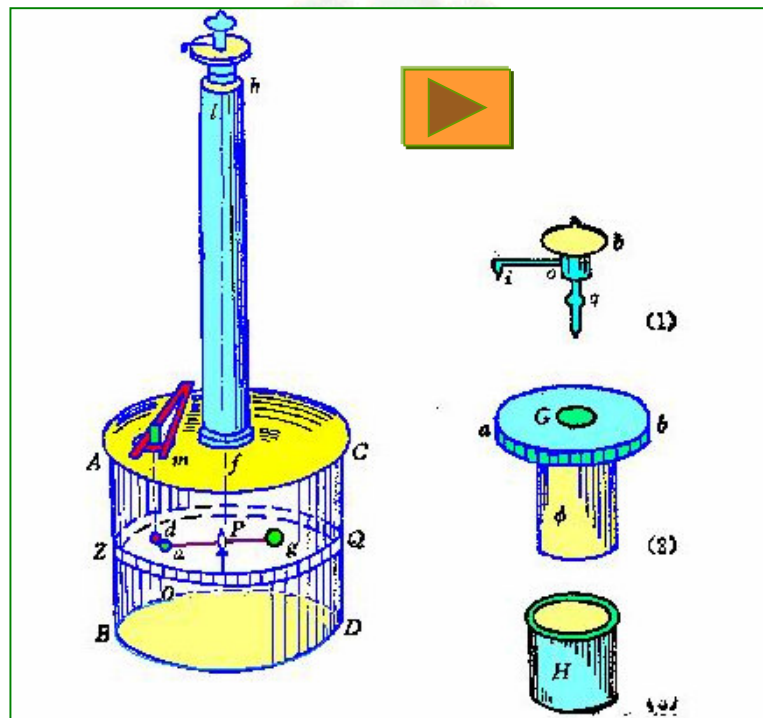


不能视作点电荷的带电体
视作由许多点电荷组成的系统

二. 库仑定律的表述

研究了两同号电荷之间的
斥力与距离的关系

点电荷之间的
斥力与距离的平方成反比



二. 库仑定律的表述

两点电荷之间的**作用力**
与它们所**带电量的关系**

?

类 比

两质点间的**万有引力**
与两质点的**质量关系**

两点电荷之间的**作用力**
与它们所**带电量的乘积**
成正比

两质点间的**万有引力**
与两质点的**质量乘积**
成正比关系

二. 库仑定律的表述

在真空中，两个相对于观察者静止的点电荷之间的相互作用**力的大小**与它们所**带电量的乘积成正比**，
与它们之间**距离的平方成反比**，
方向沿两电荷的连线，**同号相斥，异号相吸**。



成立条件：

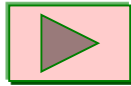
(1) 点电荷； (2) 静止； (3) 真空

三. 库仑定律的表达式

1. 点电荷之间作用力的大小确定

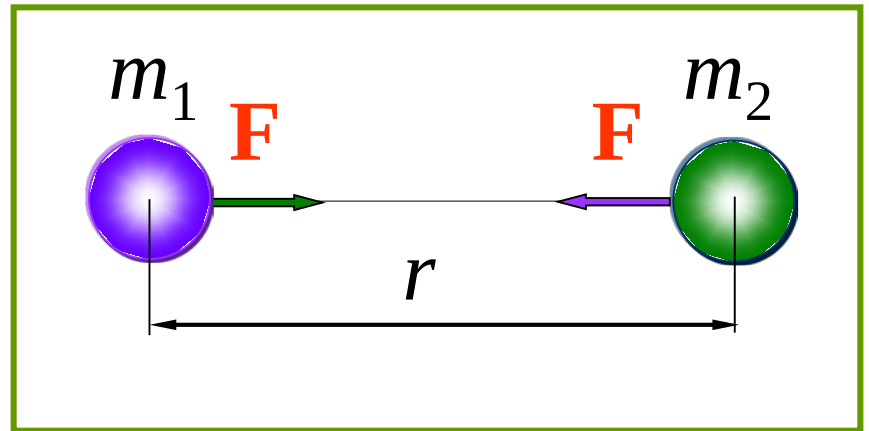
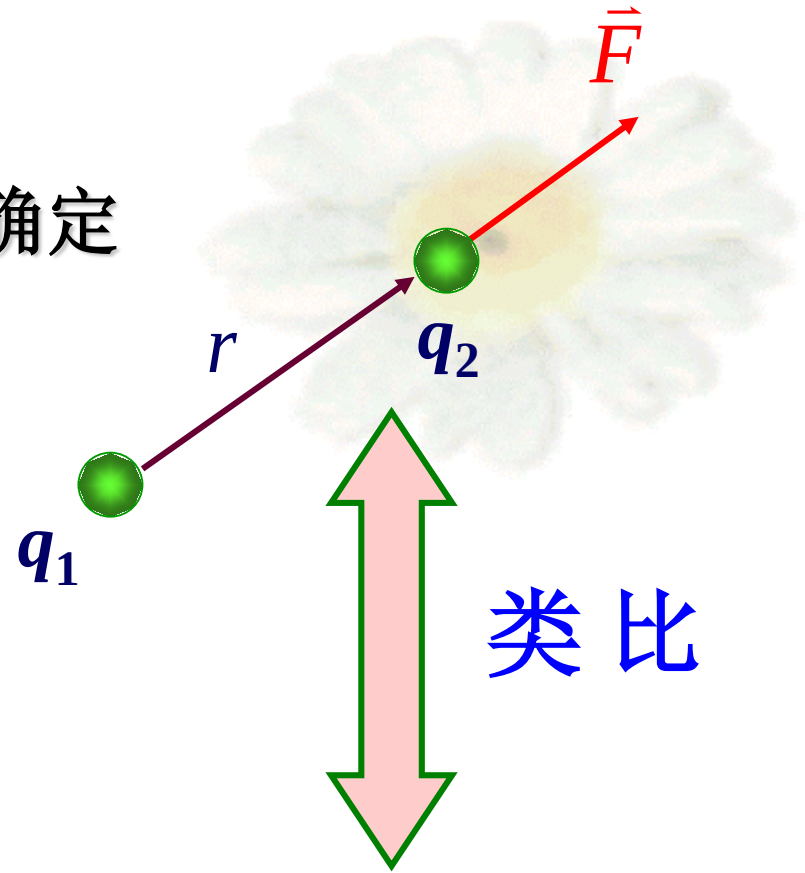
$$F \propto q_1 q_2$$
$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



$$F \propto m_1 m_2$$
$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

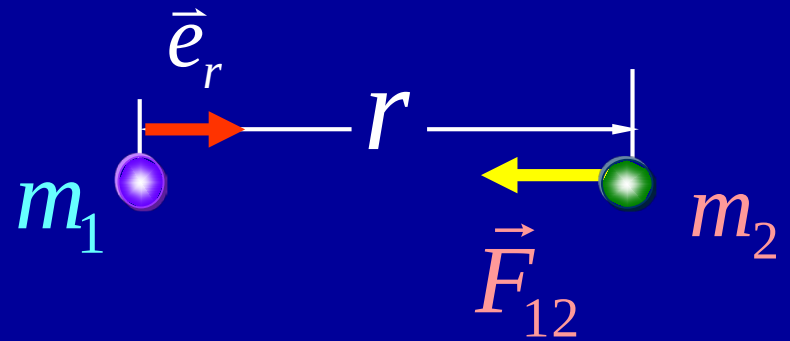
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



2. 点电荷之间作用力的方向确定

类比万有引力

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



$\vec{e}_r$: 从施力物体指向受力物体的单位矢量
 $\vec{F}$ 与 $\vec{e}_r$ 方向相反

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{e}_r$$

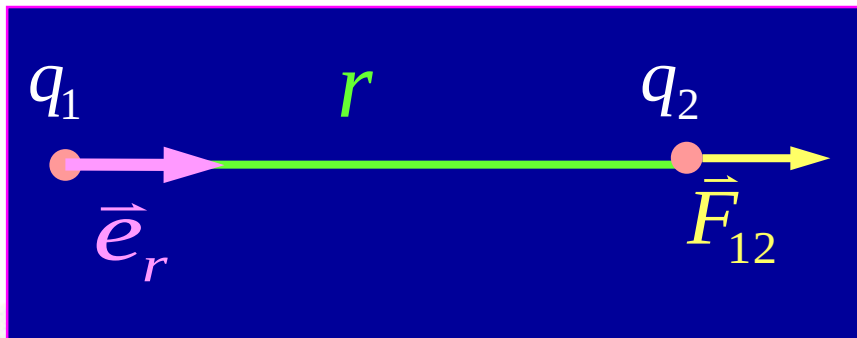
2. 点电荷之间作用力的方向确定

方向沿两电荷的连线, 同号相斥, 异号相吸



设 q_1 和 q_2 为同种电荷

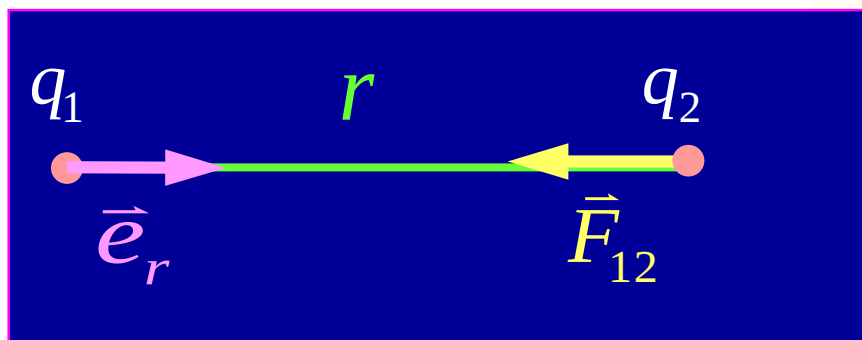
$$q_1 q_2 > 0$$



$\vec{e}_r$: 从施力电荷指向受力电荷的单位矢量
 $\vec{F}$ 与 $\vec{e}_r$ 方向相同

设 q_1 和 q_2 为**异种电荷**

$$q_1 q_2 < 0$$



$\vec{e}_r$: 从施力电荷指向受力电荷的单位矢量
 $\vec{F}$ 与 $\vec{e}_r$ 方向相反

4. 库仑定律的表达式

$$q_1 q_2 > 0$$

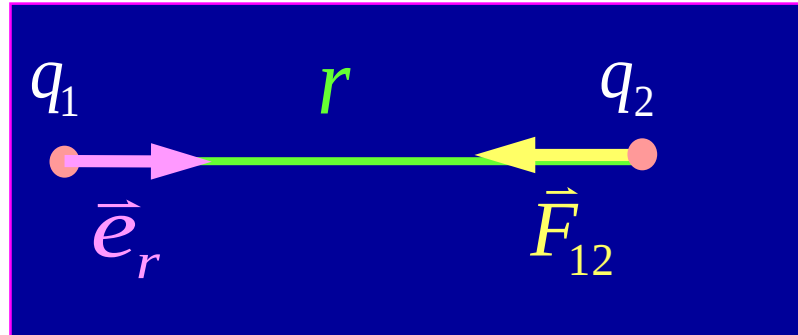
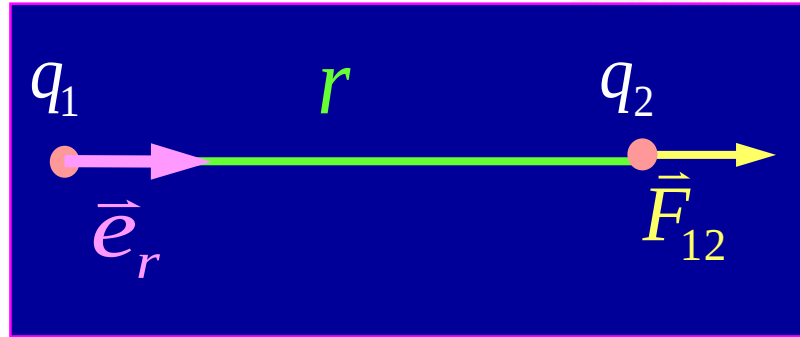


$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

$$q_1 q_2 < 0$$

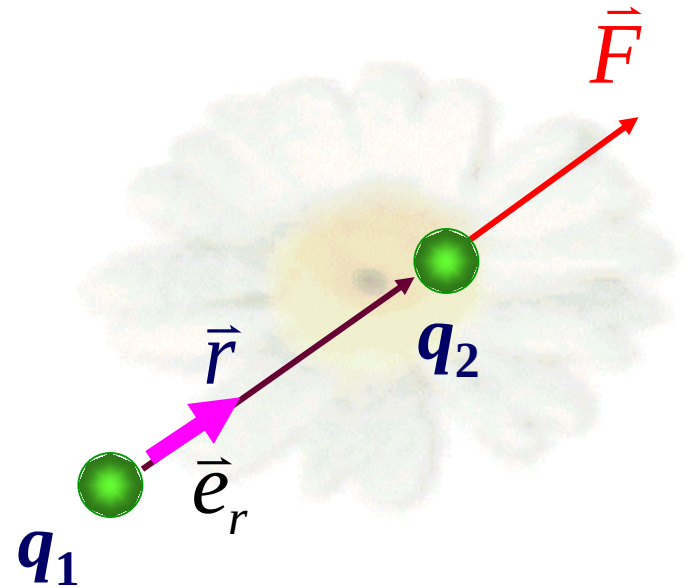


$$\vec{F} = -k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$



4. 库仑定律的表达式

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



$\vec{e}_r$: 从施力电荷指向受力电荷的单位矢量

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

库仑定律的数学表达式

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

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$: 真空中的介电常数

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

5、说明

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

◆定律的成立条件：真空；静止



两点电荷静止，且相对观察者静止

可拓宽：静止源电荷对运动电荷的作用力

◆库仑定律指明两点电荷之间作用力是有心力，满足平方反比律



$$r : 10^7 m \rightarrow 10^{-17} m$$

例1: 求氢气中电子和质子之间电力与万有引力之比.

已知

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

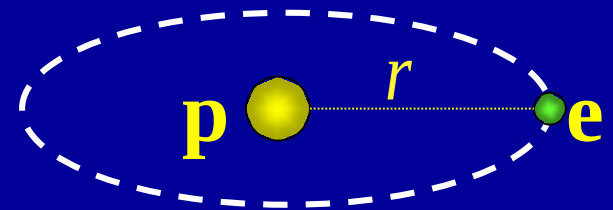
$$q_e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$q_p = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

解:

$$\frac{F_e}{F_G} = \frac{kq_e q_p}{Gm_e m_p}$$

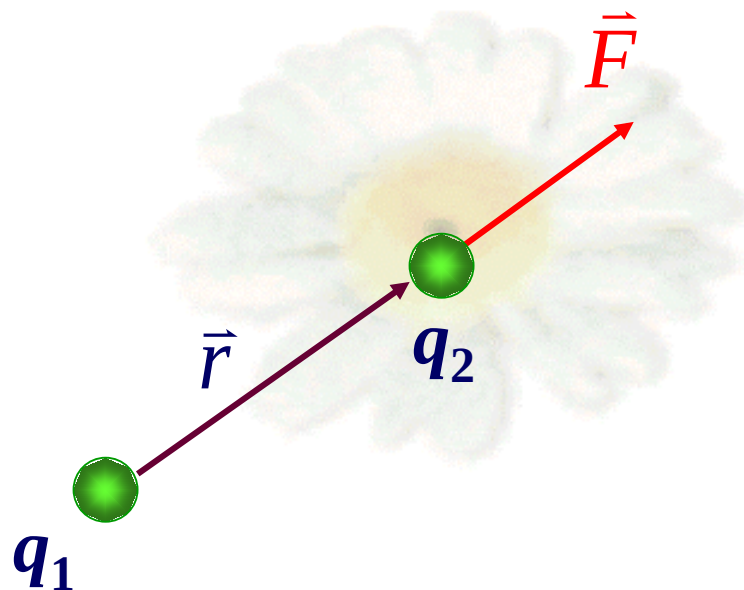


$$= \frac{9 \times 10^9 (1.60 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}$$

$$= 2.27 \times 10^{39}$$

结论:库仑力>>万有引力

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$



库仑定理解决了两个点电荷之间的作用力问题，
如果空间有两个以上的点电荷，或者不能视作点电荷
的带电体，作用力又该怎样计算呢？

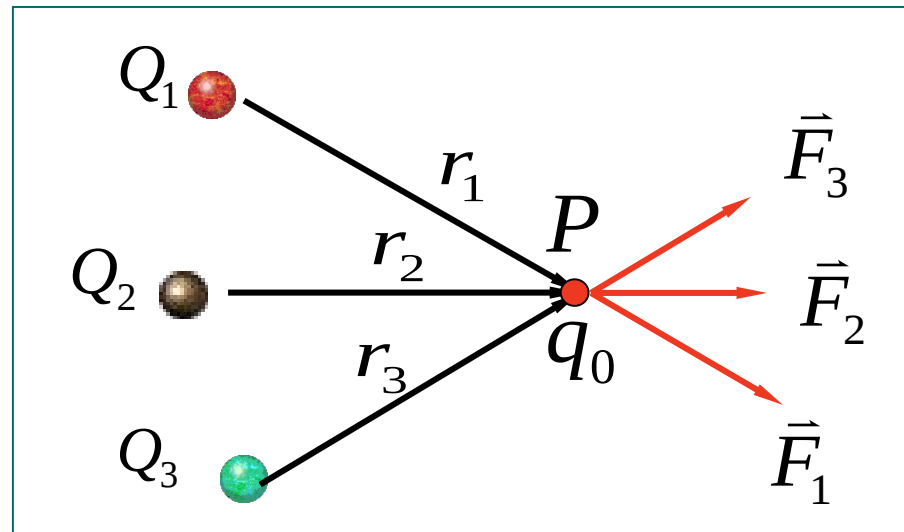
三、静电力的叠加原理

1、文字表述

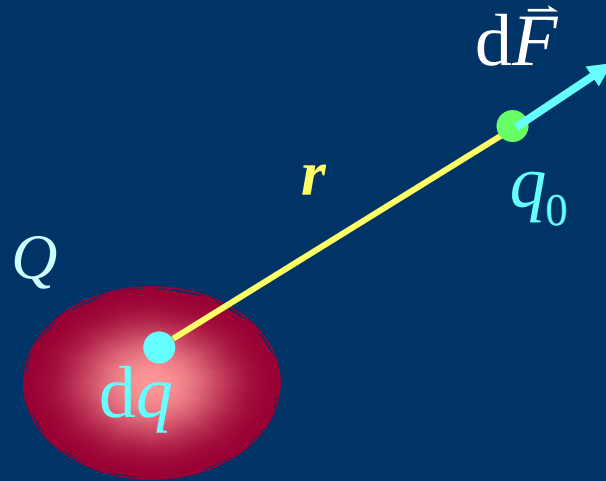
作用在每一个点电荷上的**总静电力**
等于其他各点电荷单独存在时作用于该点电荷
静电力的矢量和。

(1) n 个**离散的**点电荷系统

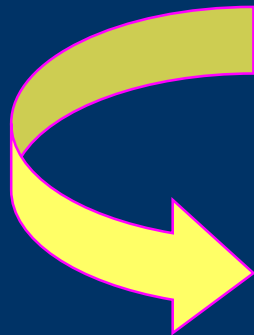
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$



(2) 电荷连续分布的带电体对点电荷的作用力

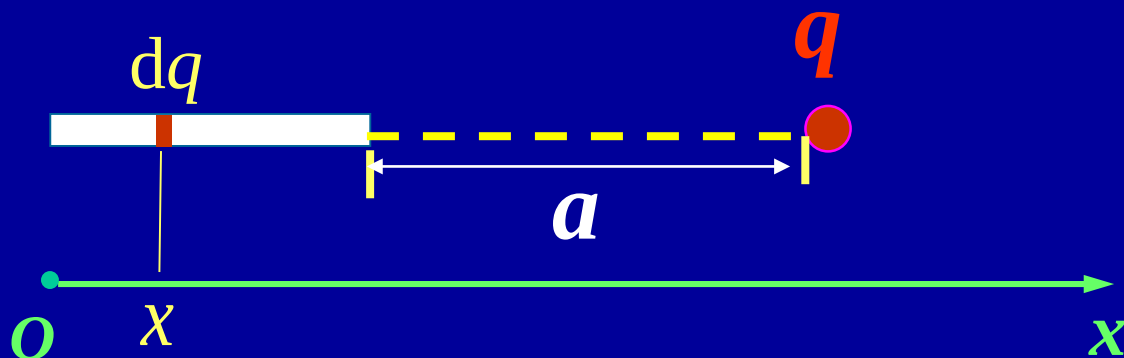


$$d\vec{F} = \frac{q_0 dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$



$$\vec{F} = \int_Q \frac{q_0 dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$

例2 已知杆电荷线密度为 λ ，长度为 L ， q 相距杆为 a
求 q 所受的作用力。



解

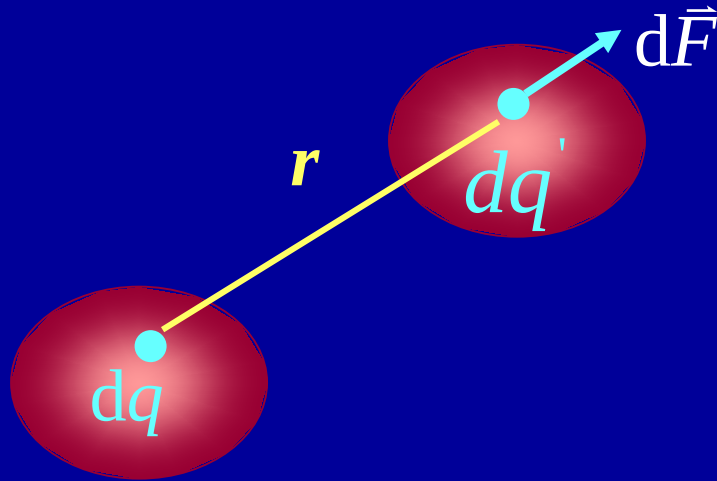
$$dq = \lambda dx$$

$$dF = \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(L+a-x)^2}$$

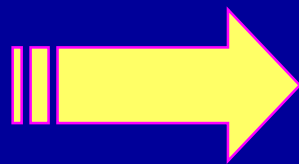
$$F = \int_0^L \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(L+a-x)^2}$$

$$= \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{L+a} \right)$$

(3)两个电荷连续分布的带电体之间的作用力



$$d\vec{F} = \frac{dq dq'}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$



$$\vec{F} = \int \frac{dq dq'}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$