

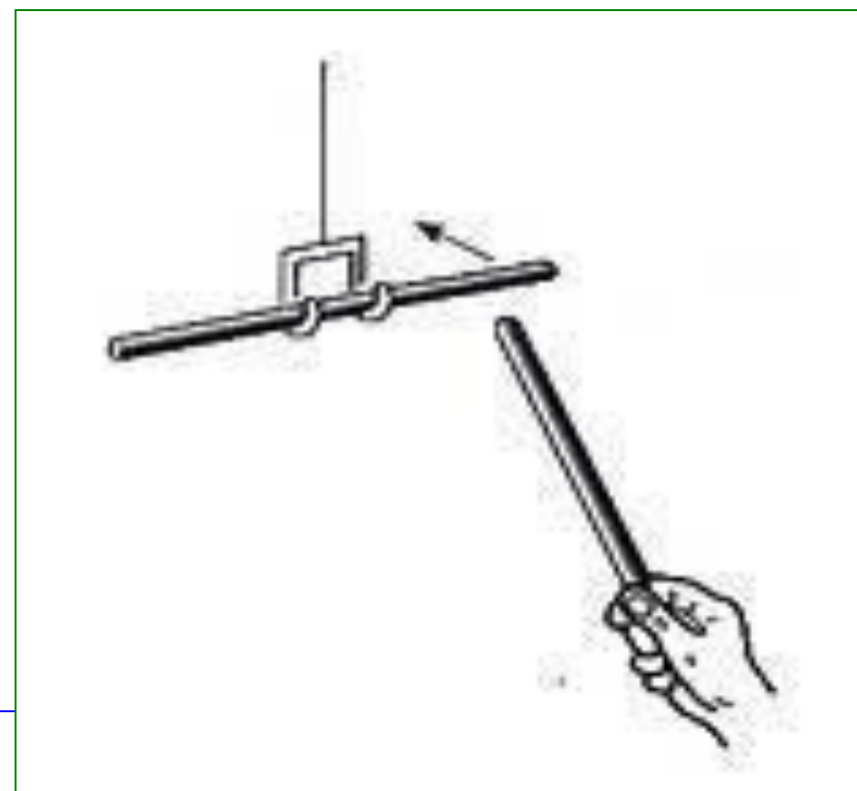
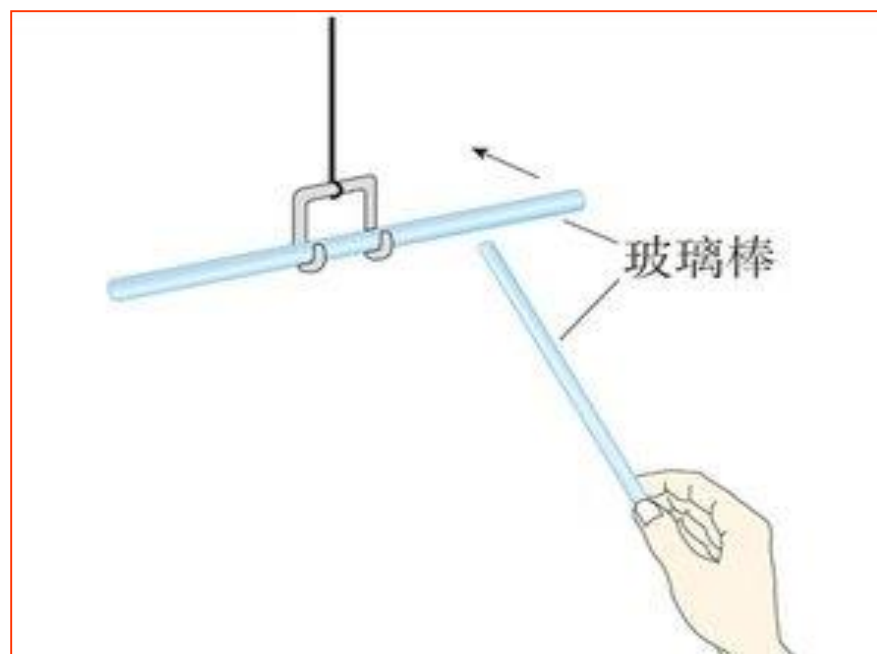


云南省职工业务技能大赛——

“高教社杯” 高等师范院校



物理学教师教学技能大赛决赛



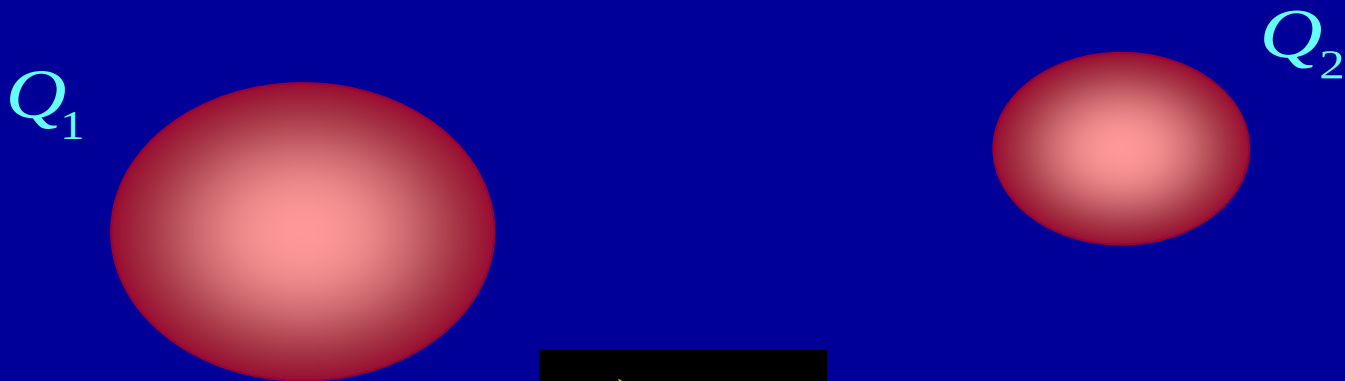
电荷之间存在相互作用，
满足同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

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

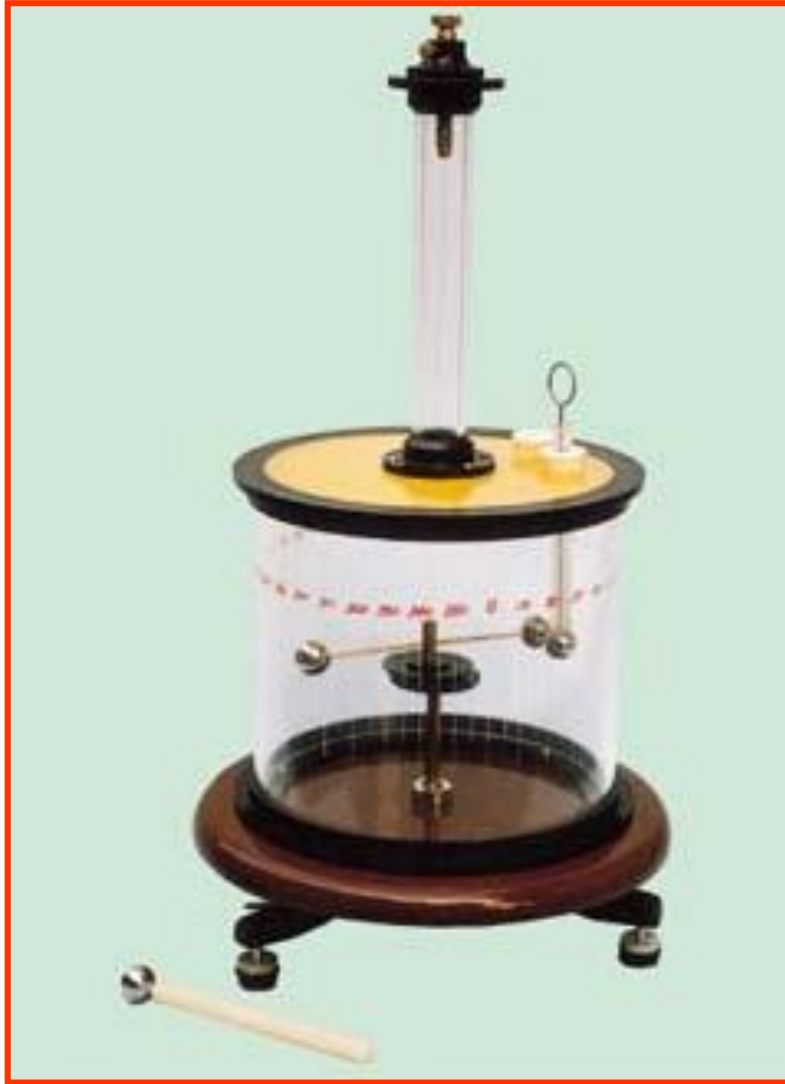
带电体所带电荷的种类、所带电量的多少

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



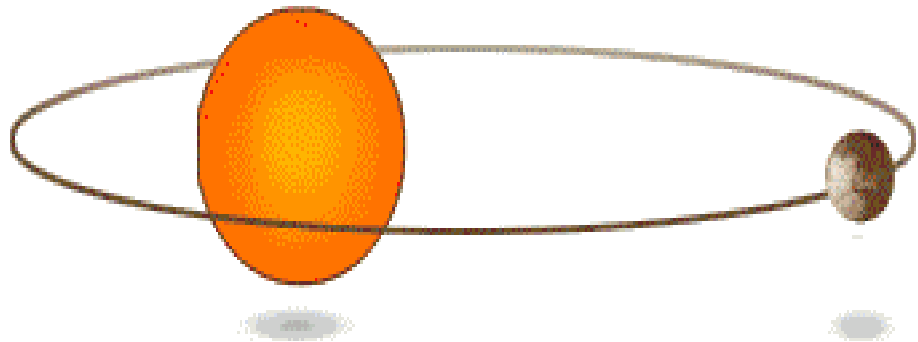
库仑 (C.A.Coulomb 1736 –1806)



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

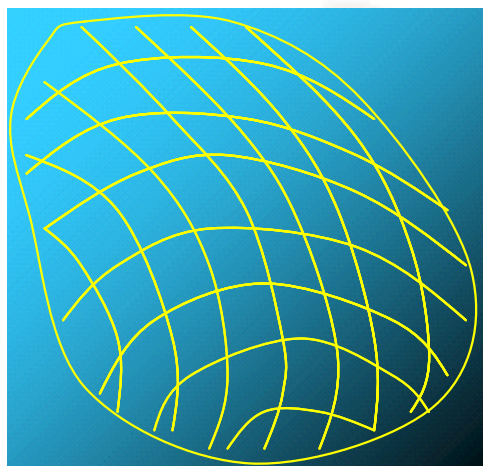
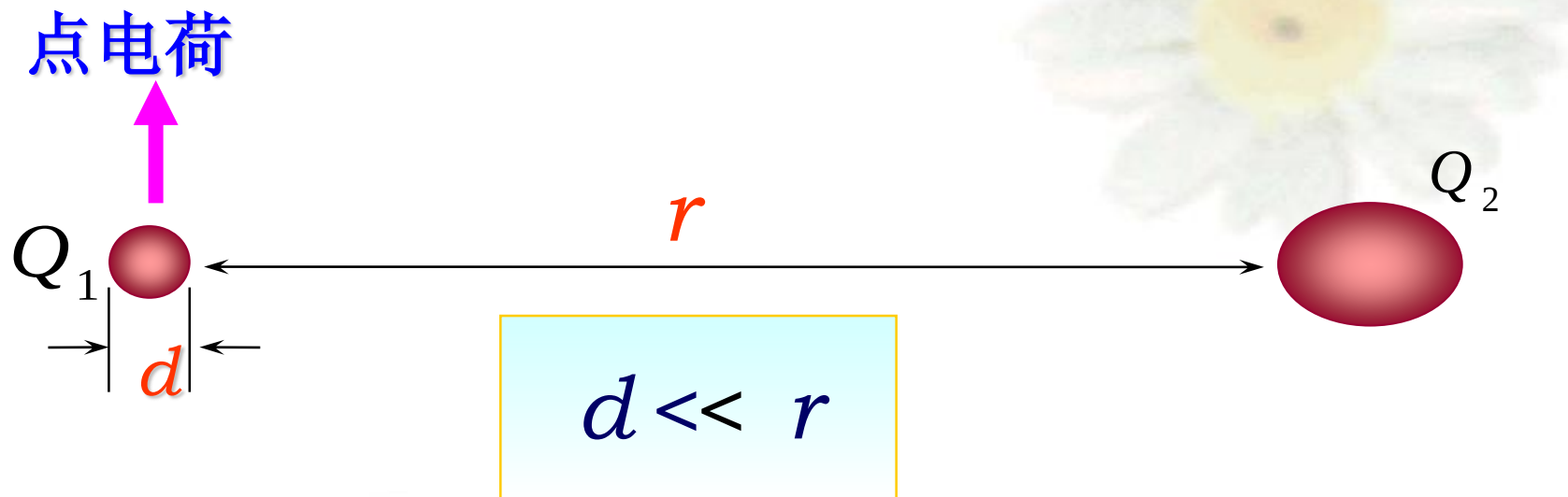


地球——太阳间距: $1.5 \times 10^8 \text{ km}$

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

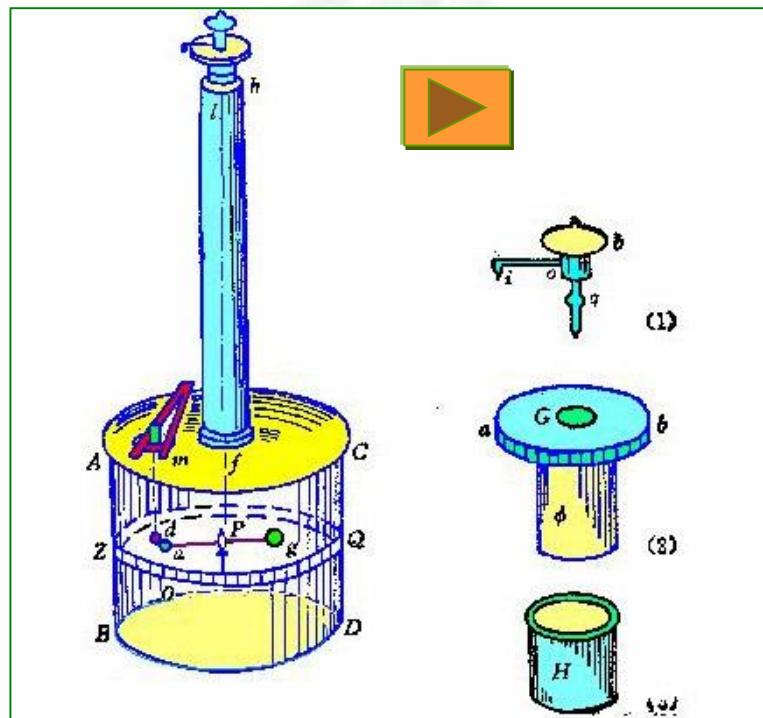


不能视作点电荷的带电体
视作由许多点电荷组成的系统

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：

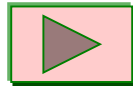
(1) 点电荷； (2) 静止； (3) 真空

三. 库仑定律的表达式

1. 点电荷之间作用力的大小确定

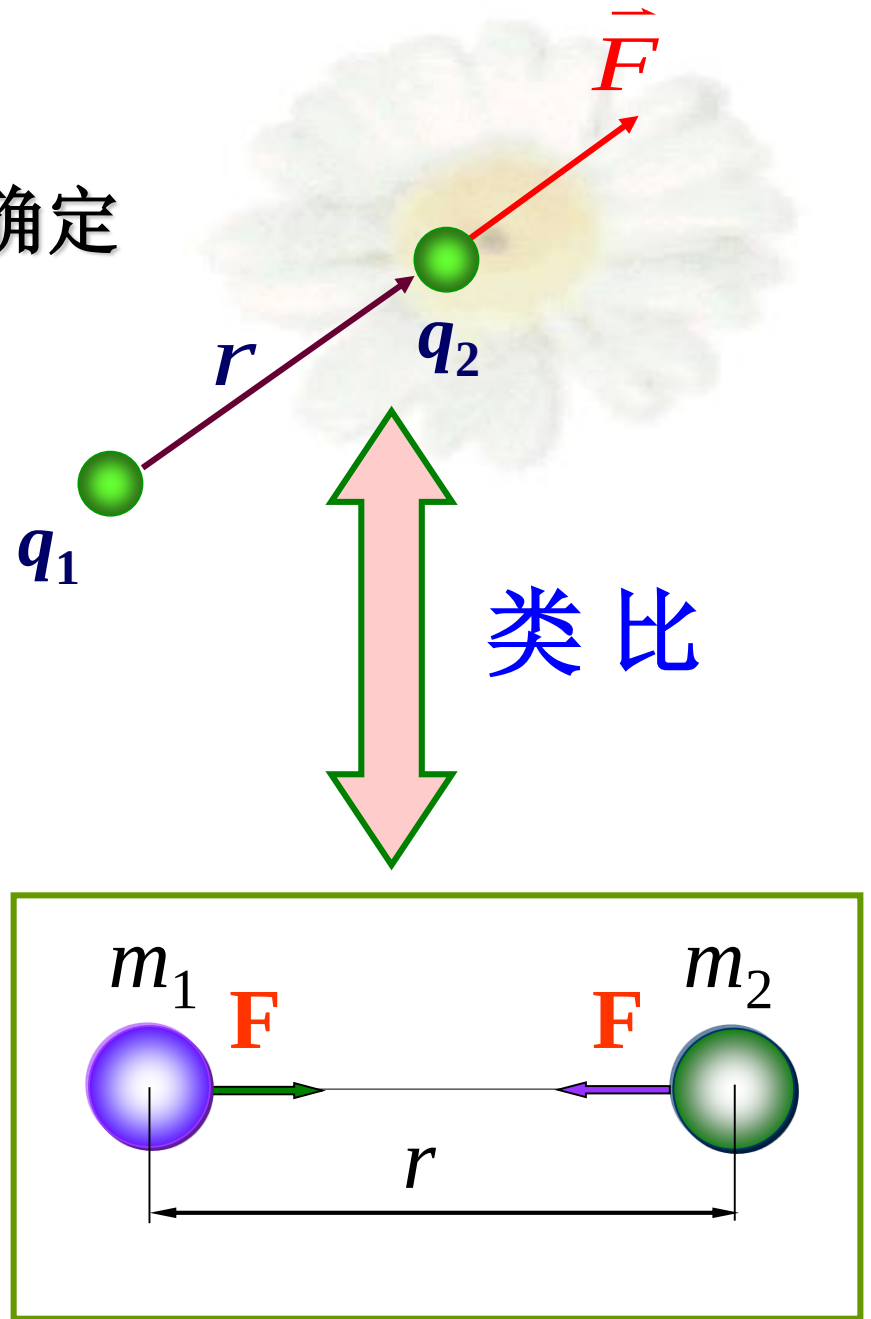
$$F \propto q_1 q_2$$
$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

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



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

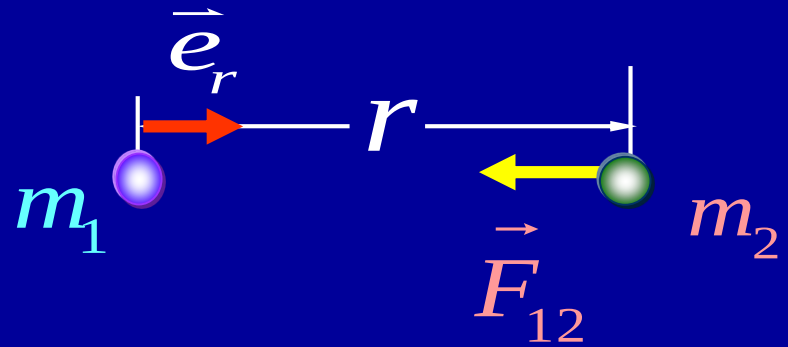
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



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

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

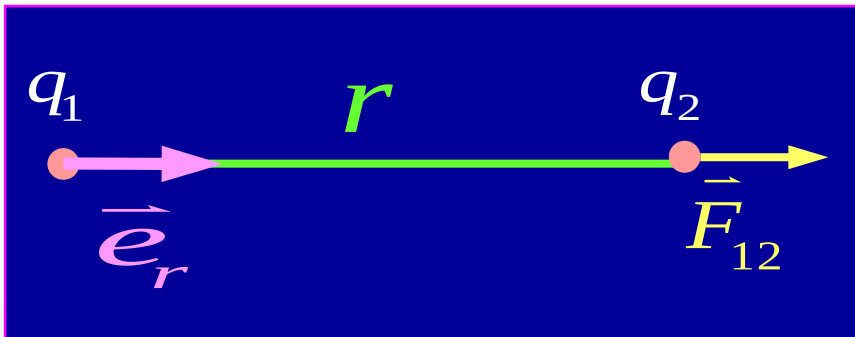
2. 点电荷之间作用力的方向确定

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

$$q_1 q_2 > 0$$

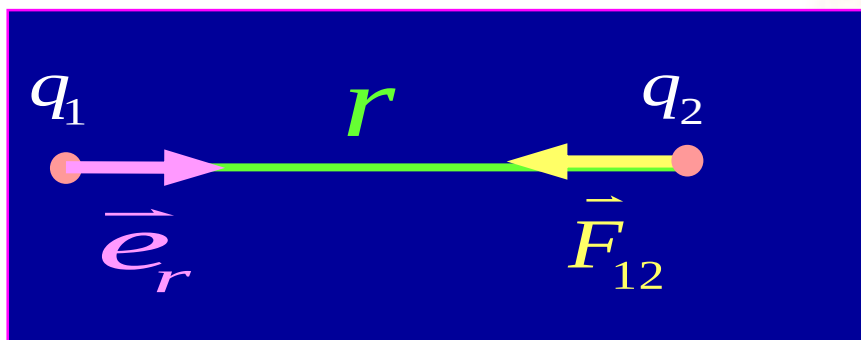


$\vec{e}_r$: 从施力电荷指向受力电荷的单位矢量

$\vec{F}$ 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

$$q_1 q_2 > 0$$

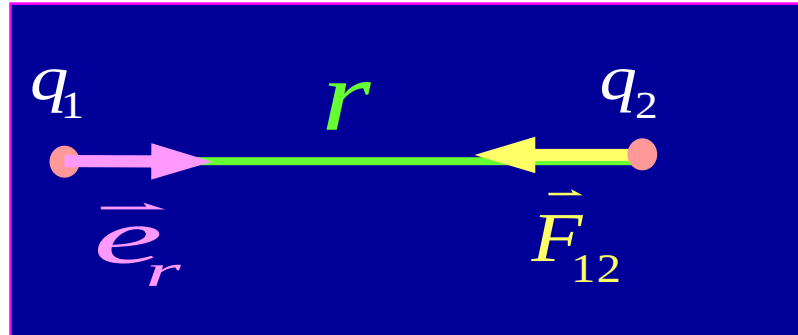
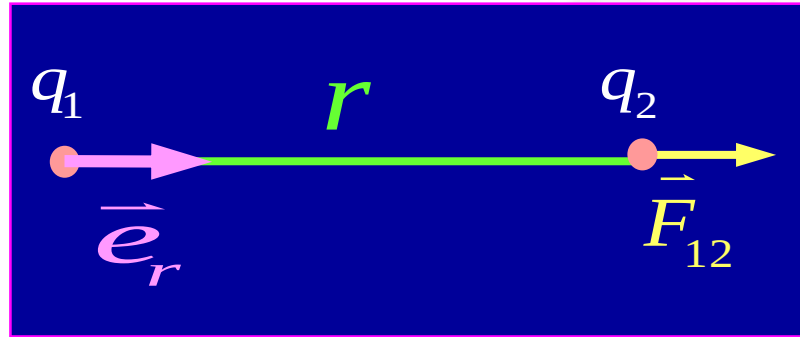


$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

$$q_1 q_2 < 0$$

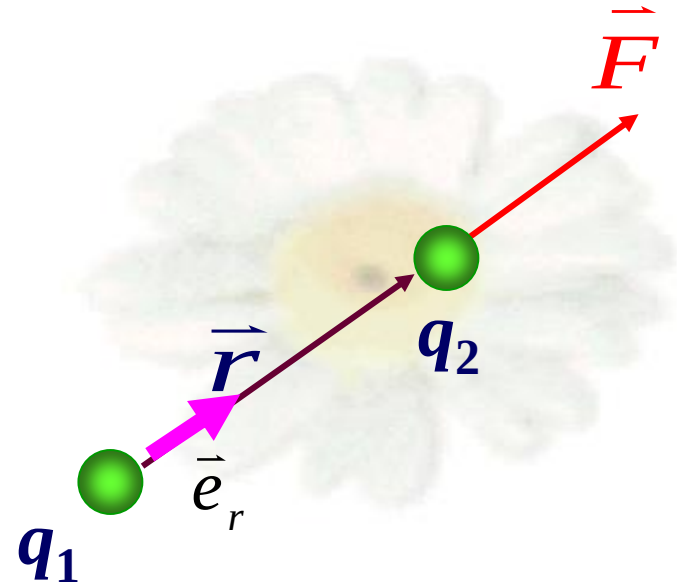


$$\vec{F} = -k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$



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

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

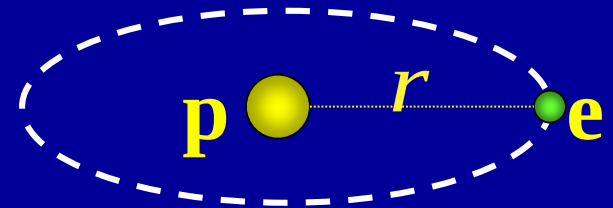
$$q_e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

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

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

解:

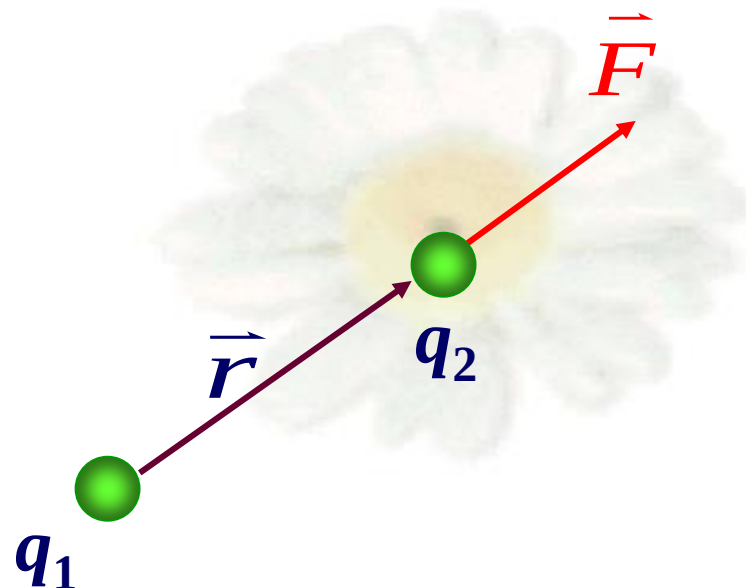
$$\frac{F_e}{F_G} = \frac{kq_e q_p}{Gm_e m_p}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{9 \times 10^9 (1.60 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}} \\ &= 2.27 \times 10^{39} \end{aligned}$$

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？

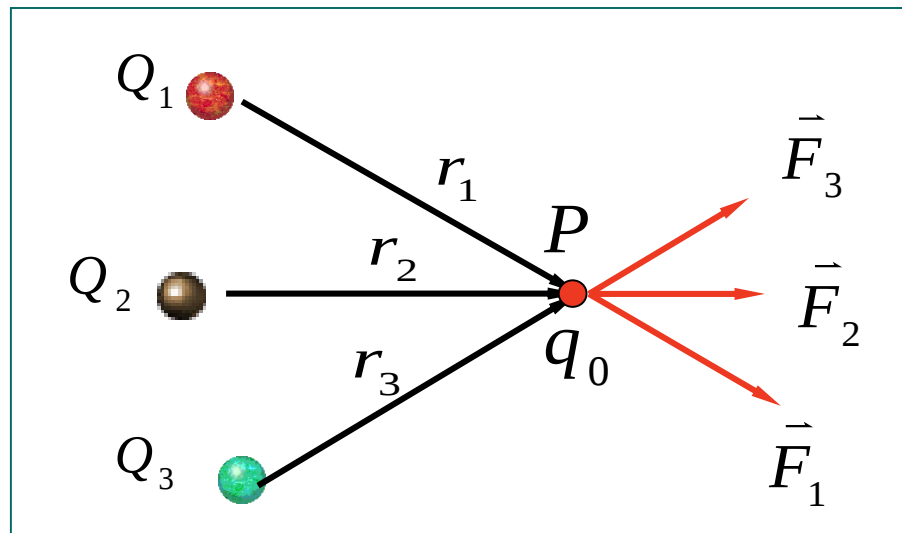
三、静电力的叠加原理

1、文字表述

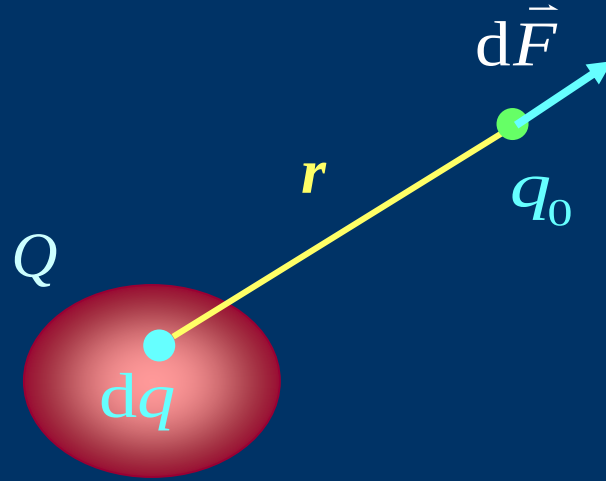
作用在每一个点电荷上的**总静电力**
等于其他各点电荷单独存在时作用于该点电荷
静电力的矢量和.

(1) n 个**离散**的点电荷系统

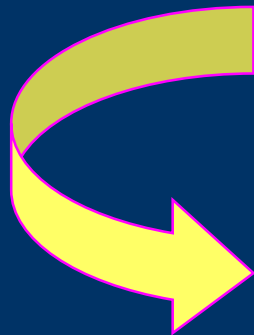
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$



(2) 电荷连续分布的带电体对点电荷的作用力

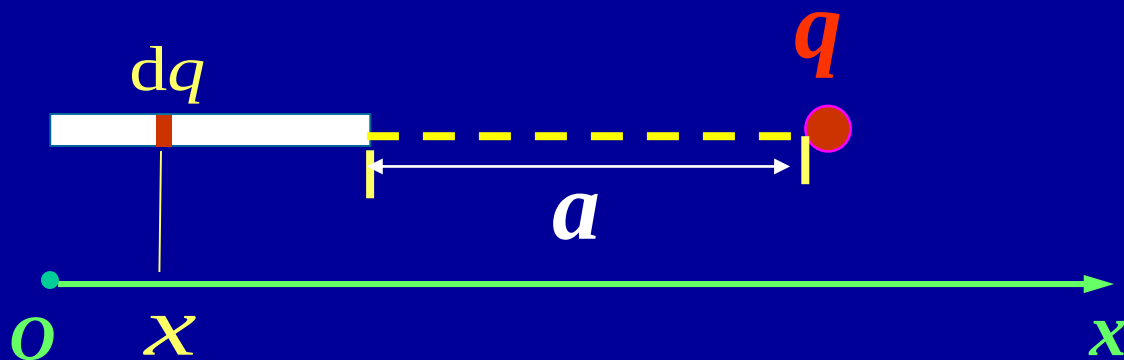


$$d\vec{F} = \frac{q_0 dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$



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

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

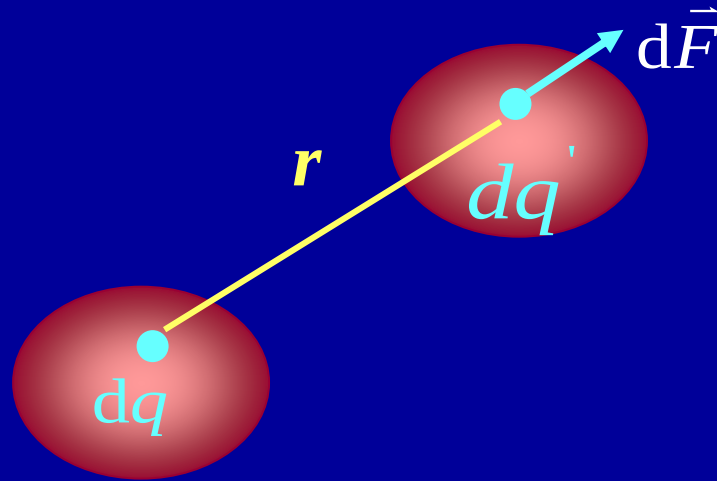
$$dq = \lambda dx$$

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

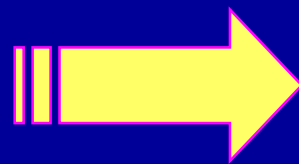
$$F = \int_0^L \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(L+a-x)^2}$$

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

(3)两个电荷连续分布的带电体之间的作用力



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



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