



**牛顿** Issac Newton  
(1643—1727)

杰出的英国物理学家，经典物理学的奠基人。他的不朽巨著《自然哲学的数学原理》总结了前人和自己关于力学以及微积分学方面的研究成果，其中含有三条牛顿运动定律和万有引力定律，以及质量、动量、力和加速度等概念。在光学方面，他说明了色散的起因，发现了色差及牛顿环，他还提出了光的微粒说。



## 一 牛顿第一定律

任何物体都要保持其静止或匀速直线运动状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。

★  $\vec{F} = 0$ 时， $\vec{v} = \text{恒矢量}$

★ 惯性和力的概念

如物体在一参考系中不受其它物体作用，而保持静止或匀速直线运动，这个参考系就称为**惯性参考系**。



## 二 牛顿第二定律

动量为  $\vec{p}$  的物体，在合外力  $\vec{F} (= \sum \vec{F}_i)$  的作用下，其动量随时间的变化率应当等于作用于物体的合外力。

$$\vec{F}(t) = \frac{d\vec{p}(t)}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} \quad \text{当 } v \ll c \text{ 时, } m \text{ 为常量}$$

合外力

$$\vec{F}(t) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$



$$\vec{F}(t) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = m \frac{dv_x}{dt} \vec{i} + m \frac{dv_y}{dt} \vec{j} + m \frac{dv_z}{dt} \vec{k}$$

即  $\vec{F} = ma_x \vec{i} + ma_y \vec{j} + ma_z \vec{k}$

$$\begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \\ F_z = ma_z \end{cases}$$

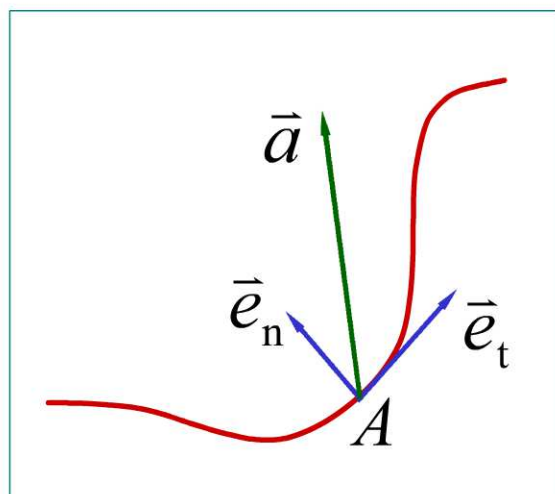


自然坐标系中

$$\vec{F} = m\vec{a} = m(\vec{a}_t + \vec{a}_n) = m \frac{dv}{dt} \vec{e}_t + m \frac{v^2}{\rho} \vec{e}_n$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_t = m \frac{dv}{dt} = m \frac{ds^2}{dt^2} \\ F_n = m \frac{v^2}{\rho} \end{array} \right.$$

注： $\rho$ 为A处曲线的曲率半径。



注意

- (1) 瞬时关系
- (2) 牛顿定律只适用于质点
- (3) 力的叠加原理

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

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \dots$$

$$\vec{F}_1 = m\vec{a}_1$$

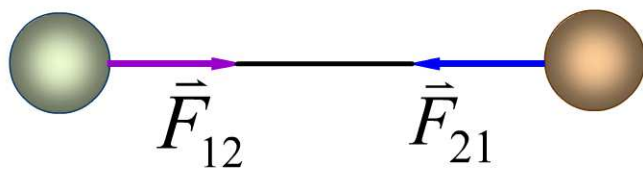
$$\vec{F}_2 = m\vec{a}_2$$



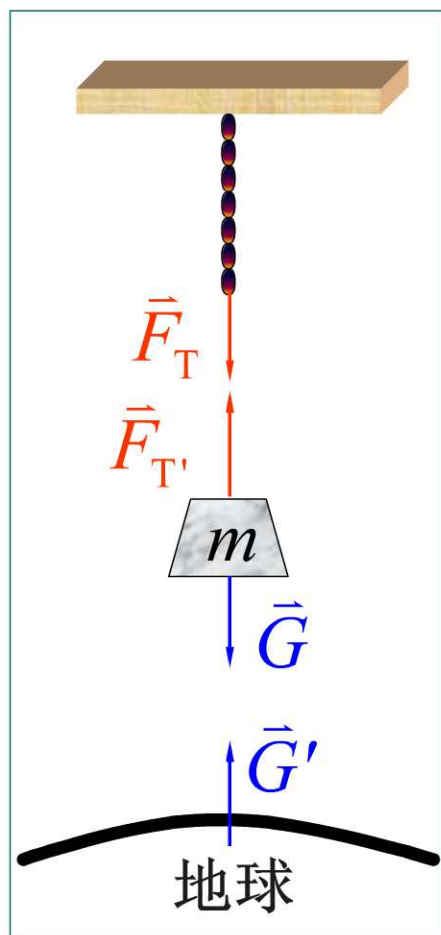
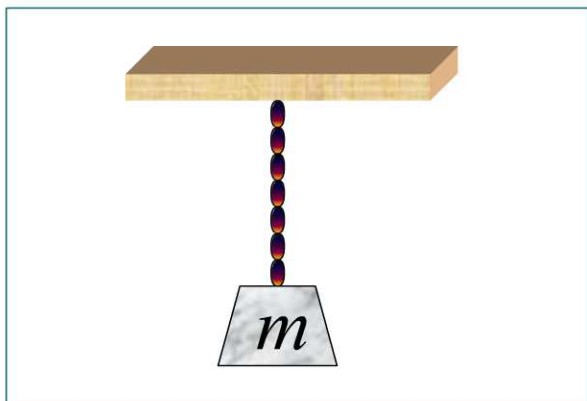
### 三 牛顿第三定律

两个物体之间作用力  $\vec{F}$  和反作用力  $\vec{F}'$ ，沿同一直线，大小相等，方向相反，分别作用在两个物体上。

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (\text{物体间相互作用规律})$$



例 分析物体间的相互作用力







**作用力与反作用力特点:**

**(1)** 大小相等、方向相反，分别作用在不同物体上，同时存在、同时消失，它们不能相互抵消。

**(2)** 是同一性质的力。



## 四 力学相对性原理

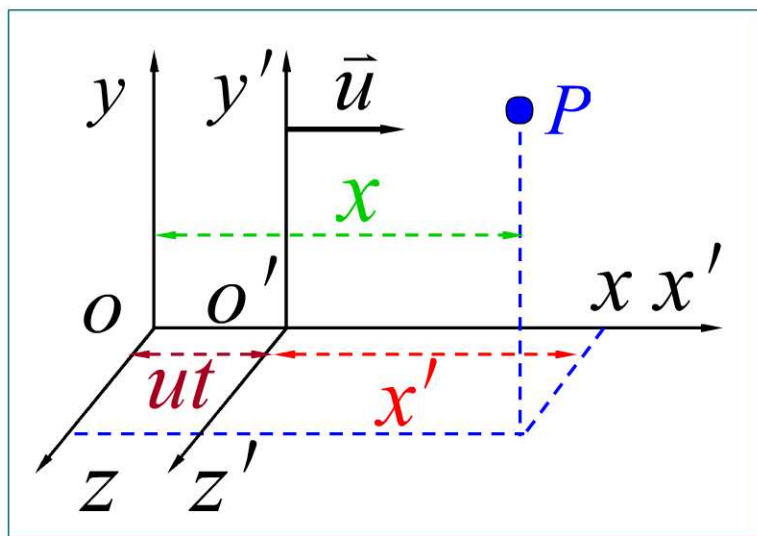
$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$

$\therefore \vec{u}$  为常量

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv'}{dt}$$

$\therefore \vec{a} = \vec{a}'$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{a}' = \vec{F}'$$



**注意**

(1) 凡相对于惯性系作**匀速直线运动**的一切参考系都是惯性系。

(2) 对于**不同**惯性系，牛顿力学的规律都具有**相同**的形式，与惯性系的运动无关——**伽利略相对性原理**。

