质 点 运 动 学

运动学研究物体在空间位置的变化与时间的关系。它只研究物体的机械运动状态，而不涉及引起运动和改变运动的原因。

质　点　运　动　学

第一讲　质点运动的描述

§1　参照系、坐标系、质点

运动的绝对性：

运动是物质存在的形式，是物质的固有属性。

运动描述的相对性：

以不同物体为参照物观察同一物体运动时，所得结果不同。

参照系： 描述一个物体的运动前，被选择作为参考标准的一个（或一组）物体。

坐标系： 参照系的数学抽象。

质点： 只有质量而没有形状、大小、结构的点。

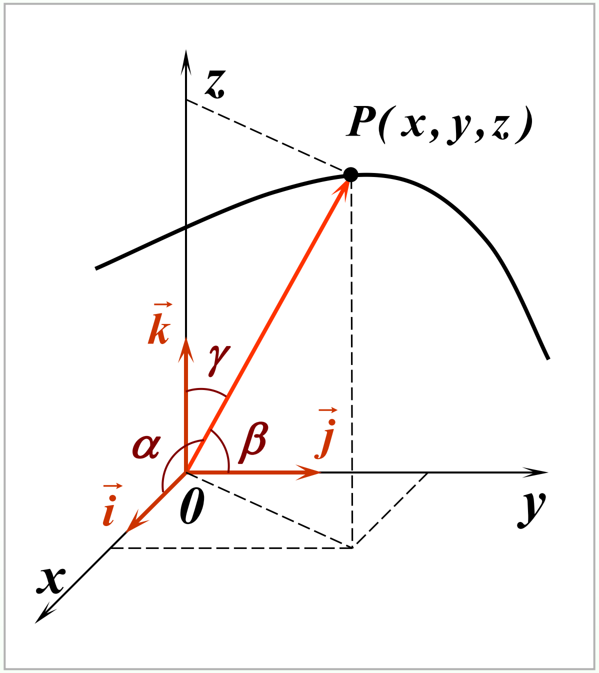
（理想物理模型）

§2　位置矢量、位移

1、 位置矢量：

直角坐标系中，质点的运动（参数）方程：

$$x = x(t),\quad y = y(t),\quad z = z(t)$$



由矢量方程表示的运动方程：

$$\vec{r} = \vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

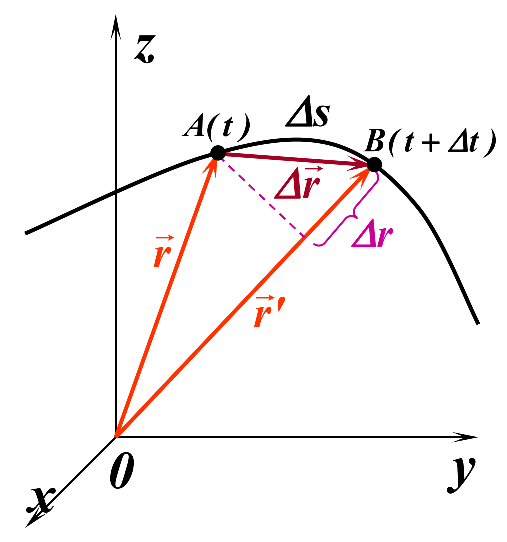
$\vec{r}$ 称为质点的位置矢量或位矢。

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\cos\alpha = \frac{x}{r},\quad \cos\beta = \frac{y}{r},\quad \cos\gamma = \frac{z}{r}$$

2、位移：

$$\begin{cases} t\text{ 时刻：} & \vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} \\ t+\Delta t\text{ 时刻：} & \vec{r}' = x'\vec{i} + y'\vec{j} + z'\vec{k} \end{cases}$$



则质点在 Δt 时间内的位移为：

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}' - \vec{r} = (x'-x)\vec{i} + (y'-y)\vec{j} + (z'-z)\vec{k}$$

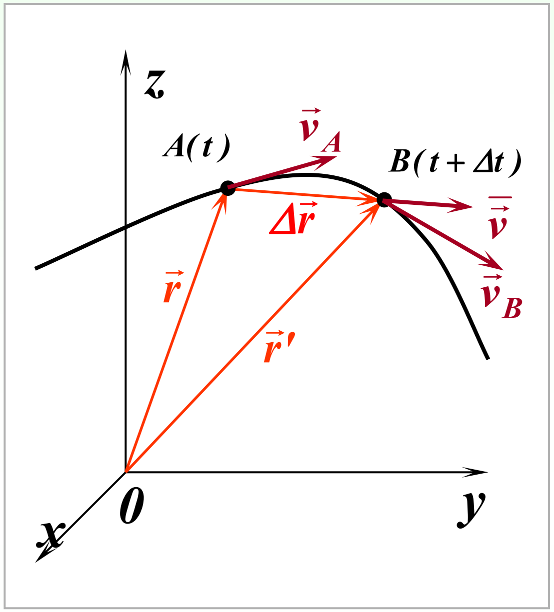
$$\boxed{\Delta\vec{r} = \Delta x\,\vec{i} + \Delta y\,\vec{j} + \Delta z\,\vec{k}}$$

注： ① 路程与位移的区别；

② $|\Delta\vec{r}| \neq \Delta r$， $|d\vec{r}| \neq dr$； 但 $\Delta r \to 0$ 时，$|d\vec{r}| = ds$

§3　速　度

平均速度：$\bar{\vec{v}} = \dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$　　指向 $\Delta\vec{r}$ 方向



瞬时速度：$\boxed{\vec{v} = \lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{r}}{dt} \qquad (m/s)}$

$\vec{v}$ 指向 $\Delta\vec{r}$ 的极限方向，即轨道切线方向。

速度的大小(速率)　$\boxed{v = |\vec{v}| = \dfrac{|d\vec{r}|}{dt} = \dfrac{ds}{dt}}$

速度在直角坐标系中的表示：

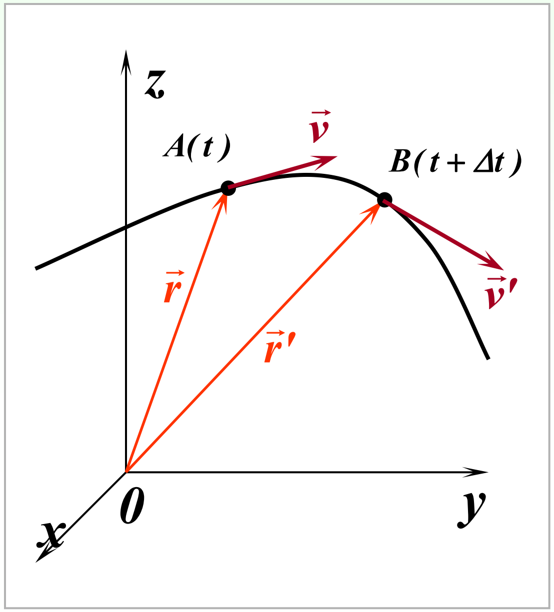
$$\boxed{\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}}$$

$$\boxed{v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}$$

§4 加 速 度

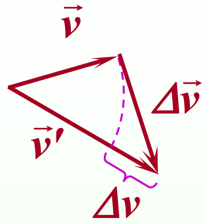
平均加速度：$\bar{\vec{a}} = \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ 指向 $\Delta\vec{v}$ 方向

瞬时加速度：$\vec{a} = \lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{v}}{dt} = \dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad ({}^{m}/{}_{s^2})$



$\vec{a}$ 指向 $\Delta\vec{v}$ 的极限方向，一般不在轨道的切线方向。

加速度在直角坐标系中的表示：



$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$