质点力学

质点运动的描述

四个物理量

位矢

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$$

位移

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$$

一般情况下，$|\Delta\mathbf{r}| \neq \Delta r$，$\Delta s \geq |\Delta r|$

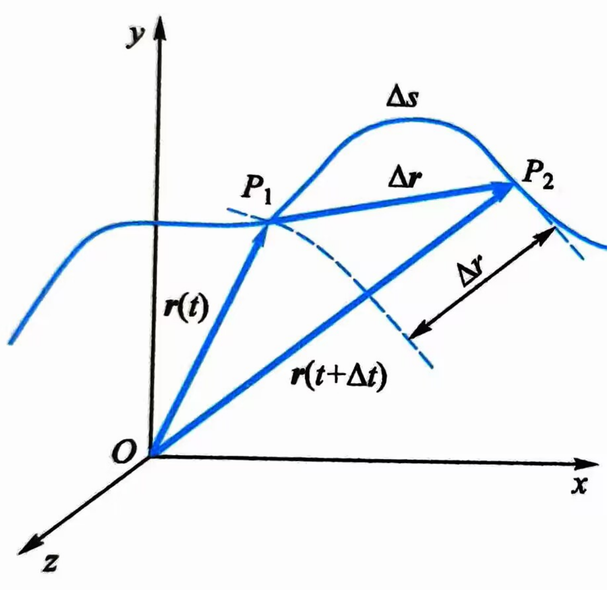

图 1–1

速度

平均速度、瞬时速度、瞬时速率

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

$$v = |\mathbf{v}| = \frac{ds}{dt}$$

加速度

$$\bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

常见问题

1. 已知 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$，求质点的位置、位移、速度、加速度——求导
2. 已知 $\mathbf{a} = \mathbf{a}(t)$ 和初始条件 r_0, v_0，求其速度和运动方程——积分

曲线运动

角坐标 θ，角位移 $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$，

角速度

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{dt}$$

角加速度

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

线量和角量的关系

$$v = R\omega$$

$$a_t = R\alpha$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

$$\Delta s = R \cdot \Delta\theta$$

牛顿定律

第一定律

任何质点都保持精致或匀速直线运动装填，
直至其他物体对它世家力的作用迫使它爱国i便这种状态为止

第二定律

$$\mathbf{F} = \frac{dm(\mathbf{v})}{dt} = m\mathbf{a}$$

第三定律

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

常见的力

- 万有引力 $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$
- 弹力 $F = -kx$
- 摩擦力 $F_f = \mu f_N$

动量和冲量

$$\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1$$

- 动量守恒定律

质点系的动量定理

作用在系统上合外力的冲量 **等于** 这段时间内质点系动量的增量

$$\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}_{ex} dt = \mathbf{p} - \mathbf{p}_0$$

功和能

$$dW = \mathbf{F} d\mathbf{r}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

质点的动能定理

$$W = E_{k_2} - E_{k_1}$$

质点系的动能定理

$$W_{ex} + W_{in} = E_{k_2} - E_{k_1}$$

角动量

力矩

$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

角动量

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$$

角动量定理

$$\int_{t_1}^{t_2} \mathbf{M} dt = \mathbf{L}_2 - \mathbf{L}_1$$

这说明，质点所受的**冲量矩** **等于** 质点角动量的 **增量**