

# 本章提要

## 1. 描述运动的三个必要条件

- 参考系(坐标系)
- 物理模型
- 初始条件

## 2. 描述质点运动的四个物理量

- 位矢(亦称矢径) $\boldsymbol{r}$
- 位移  $\Delta \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1$
- 速度  $\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}$
- 加速度  $\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{d^2\boldsymbol{r}}{dt^2}$

(1) 在直角坐标系中

$$\begin{aligned}\boldsymbol{r} &= x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k} \\ \Delta \boldsymbol{r} &= \Delta x\boldsymbol{i} + \Delta y\boldsymbol{j} + \Delta z\boldsymbol{k} \\ \boldsymbol{v} &= \frac{dx}{dt}\boldsymbol{i} + \frac{dy}{dt}\boldsymbol{j} + \frac{dz}{dt}\boldsymbol{k} = v_x\boldsymbol{i} + v_y\boldsymbol{j} + v_z\boldsymbol{k} \\ \boldsymbol{a} &= \frac{dv_x}{dt}\boldsymbol{i} + \frac{dv_y}{dt}\boldsymbol{j} + \frac{dv_z}{dt}\boldsymbol{k} \\ &= \frac{d^2x}{dt^2}\boldsymbol{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\boldsymbol{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\boldsymbol{k}\end{aligned}$$

(2) 在自然坐标系中

$$\begin{aligned}\boldsymbol{r} &= \boldsymbol{r}(s) \\ d\boldsymbol{r} &= ds\boldsymbol{\tau}_0 \\ \boldsymbol{v} &= v\boldsymbol{\tau}_0 = \frac{ds}{dt}\boldsymbol{\tau}_0 \\ \boldsymbol{a} &= \frac{dv}{dt}\boldsymbol{\tau}_0 + \frac{v^2}{\rho}\boldsymbol{n}_0 \\ &= \boldsymbol{a}_\tau + \boldsymbol{a}_n\end{aligned}$$

## 3. 圆周运动的两种描述

(1) 线量描述(与自然坐标系同)

(2) 角量描述

角位移  $d\theta$

角速度  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

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

(3) 线量与角量的关系

$$\begin{aligned}ds &= R d\theta \\ v &= \frac{ds}{dt} = R\omega \\ a_\tau &= R\alpha, \quad a_n = R\omega^2\end{aligned}$$

## 4. 运动学中的两类问题

(1) 由运动方程求速度、加速度:这类问题主要是用求导的方法;

(2) 已知加速度(或速度)及初始条件求运动方程:这类问题主要是用积分的方法.

## 5. 相对运动的概念

(1) 当运动的描述发生参照系的转换时

$$\begin{aligned}\boldsymbol{r}_{\text{绝}} &= \boldsymbol{r}_{0\text{牵}} + \boldsymbol{r}'_{\text{相}} \\ \boldsymbol{v}_{\text{绝}} &= \boldsymbol{v}_{0\text{牵}} + \boldsymbol{v}'_{\text{相}} \\ \boldsymbol{a}_{\text{绝}} &= \boldsymbol{a}_{0\text{牵}} + \boldsymbol{a}'_{\text{相}}\end{aligned}$$

(2) 同一参考系内质点系间的相对运动

$$\begin{aligned}\boldsymbol{r}_{BA} &= \boldsymbol{r}_B - \boldsymbol{r}_A \\ \boldsymbol{v}_{BA} &= \boldsymbol{v}_B - \boldsymbol{v}_A\end{aligned}$$

注意,以上 5 式只适用于参考系彼此间只有平动而无相对转动及物体的运动速度远小于光速的情况.