



中原工学院

Zhongyuan University of Technology

# 本章小结

## 1 质点运动学

任课教师 [曾灏宪](#)

中原工学院 理学院

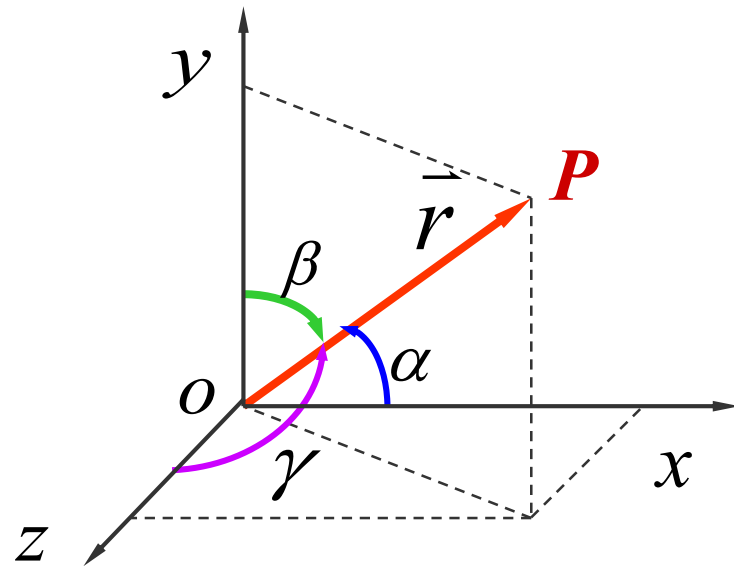
# 内容回顾

1. 参考系 坐标系 质点
2. 位置矢量 位矢的大小 方向余弦

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

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

$$\begin{cases} \cos \alpha = x/r \\ \cos \beta = y/r \\ \cos \gamma = z/r \end{cases}$$



## 内容回顾

### 3. 运动方程

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

$$\text{分量式} \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

从中消去参数  $t$  得轨迹方程

$$f(x, y, z) = 0$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

# 内容回顾

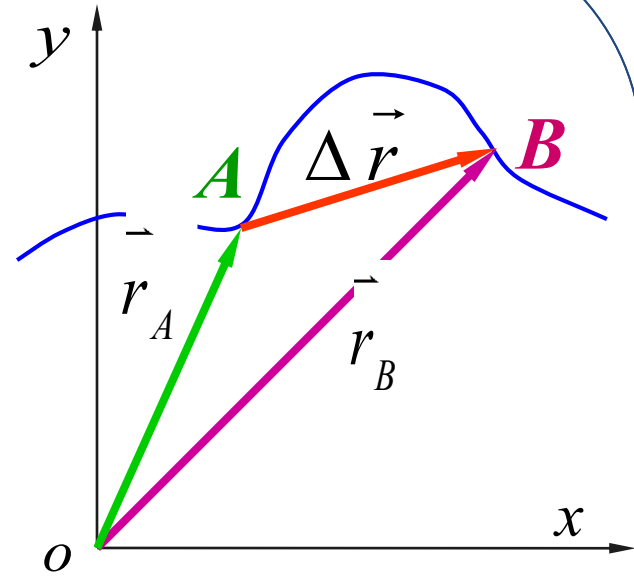
## 4. 位移 位移大小 路程

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

$$\Delta \vec{r} = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} + (z_B - z_A)\vec{k}$$

位移的大小为  $|\Delta \vec{r}| = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$

路程 ( $\Delta s$ )



## 内容回顾

### 5. 平均速度 (瞬时)速度 平均速率 (瞬时)速率

$$\bar{\vec{v}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \vec{j}$$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

或  $\bar{\vec{v}} = \bar{v}_x \vec{i} + \bar{v}_y \vec{j}$

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k}$$

大小  $|\bar{\vec{v}}| = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)^2}$

$$v = |\vec{v}| = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$$

平均速率  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

瞬时速率  $v = \frac{ds}{dt}$

当  $\Delta t \rightarrow 0$  时,  $|d\vec{r}| = ds$

$$\bar{v} = \frac{ds}{dt} \vec{e}_t$$

## 内容回顾

### 6. 平均加速度 (瞬时)加速度

$$\bar{a} = \frac{\bar{v}}{\Delta t} \quad \bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\bar{v}}{\Delta t} = \frac{d\bar{v}}{dt}$$

### 计算

$$\bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} = \frac{d\bar{v}}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{d\bar{r}}{dt} \right) = \frac{d^2 \bar{r}}{dt^2}$$

加速度等于速度对时间的一阶导数, 或位移对时间的二阶导数。

# 内容回顾

## 1. 平面极坐标系

与直角坐标系之间的变换关系

$$\begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \end{cases}$$

## 2. 圆周运动中的角量

角坐标(角位置)  $\theta(t)$

角位移

$$\Delta \theta$$

求导



角速度

$$\omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}$$

求导



角加速度

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

$$v = r\omega$$



## 内容回顾

### 3. 匀速率圆周运动

$$\vec{v} = \frac{ds}{dt} \vec{e}_t = v \vec{e}_t = r \omega \vec{e}_t$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{v^2}{r} \vec{e}_n = r \omega^2 \vec{e}_n$$

### 4. 变速圆周运动 切向加速度和法向加速度

切向加速度 (→速度大小变化)

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d(r\omega)}{dt} = r\alpha = \frac{d^2s}{dt^2}$$

法向加速度 (→速度方向变化)

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

► 圆周运动加速度

$$\begin{aligned}\vec{a} &= a_t \vec{e}_t + a_n \vec{e}_n & a &= \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \\ &= \frac{dv}{dt} \vec{e}_t + \frac{v^2}{r} \vec{e}_n\end{aligned}$$

## 内容回顾

### 5. 角加速度 匀变角加速圆周运动公式

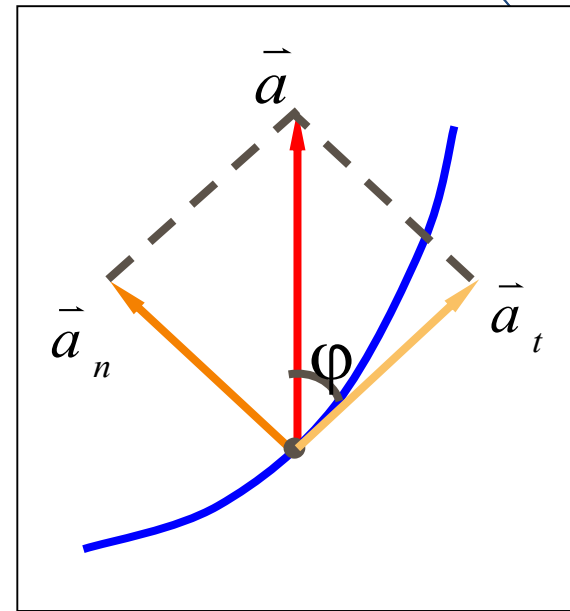
- 角加速度  $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$
- 切向加速度  $a_t = \frac{dv}{dt} = r\alpha$

# 内容回顾 对于一般的曲线运动

$$\vec{v} = \frac{ds}{dt} \vec{e}_t$$

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

其中  $\rho = \frac{ds}{d\theta}$  曲率半径



# 内容回顾 相对运动

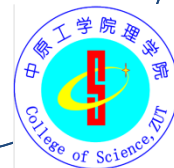
➤ 伽利略速度变换

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

绝对速度  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

相对速度  $\vec{v}' = \frac{d\vec{r}'}{dt}$

牵连速度  $\vec{u}$



## 版权声明

本课件根据高等教育出版社《物理学教程（第二版）上册》（马文蔚 周雨青 编）配套课件制作。课件中的图片和动画版权属于原作者所有；部分例题来源于清华大学编著的“大学物理题库”；其余文字资料由 [Haoxian Zeng](#) 编写，采用 [知识共享 署名-相同方式共享 3.0 未本地化版本 许可协议](#) 进行许可。详细信息请查看[课件发布页面](#)。

