

## 第一章

# 质点运动学

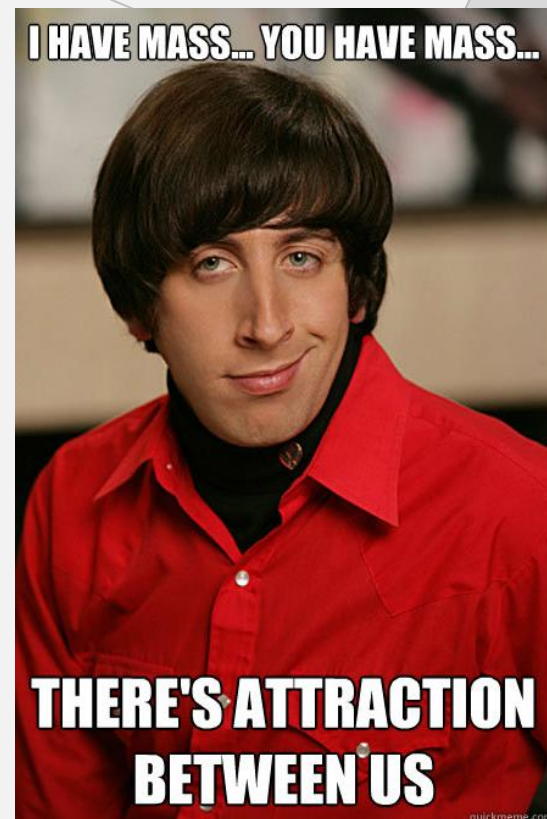
忽略物体的大小和内部结构，把它看成一个有质量的几何点，叫做**质点**。

**运动学**以几何观点来研究和描述物体的机械运动，不考虑物体的质量及其所受的力。

## 物体运动状态的描述

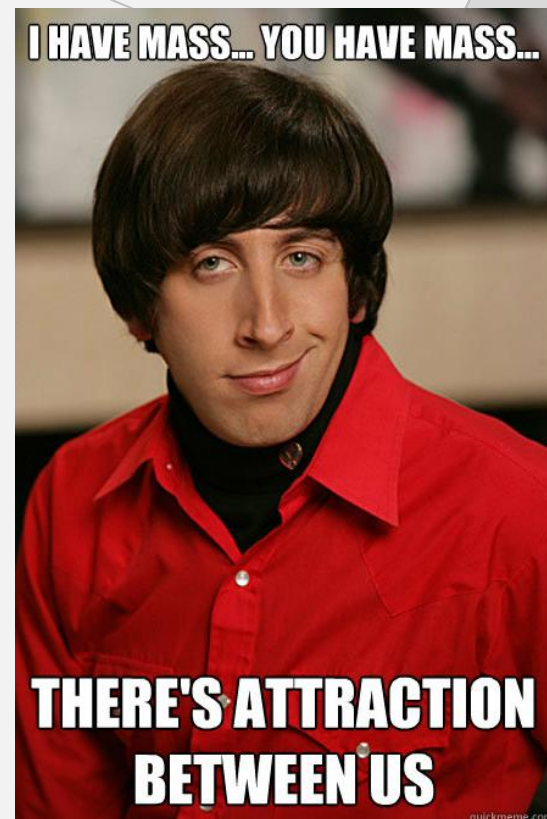
# ⬇ CONTENTS ⬇

- 1.1 确定质点位置的方法
- 1.2 质点的位移、速度和加速度
- 1.3 用直角坐标表示位移、速度和加速度
- 1.4 用自然坐标表示平面曲线运动中的速度和加速度
- 1.5 圆周运动的角量表示 角量与线量的关系
- 1.6 不同坐标系中的速度和加速度变换定理简介

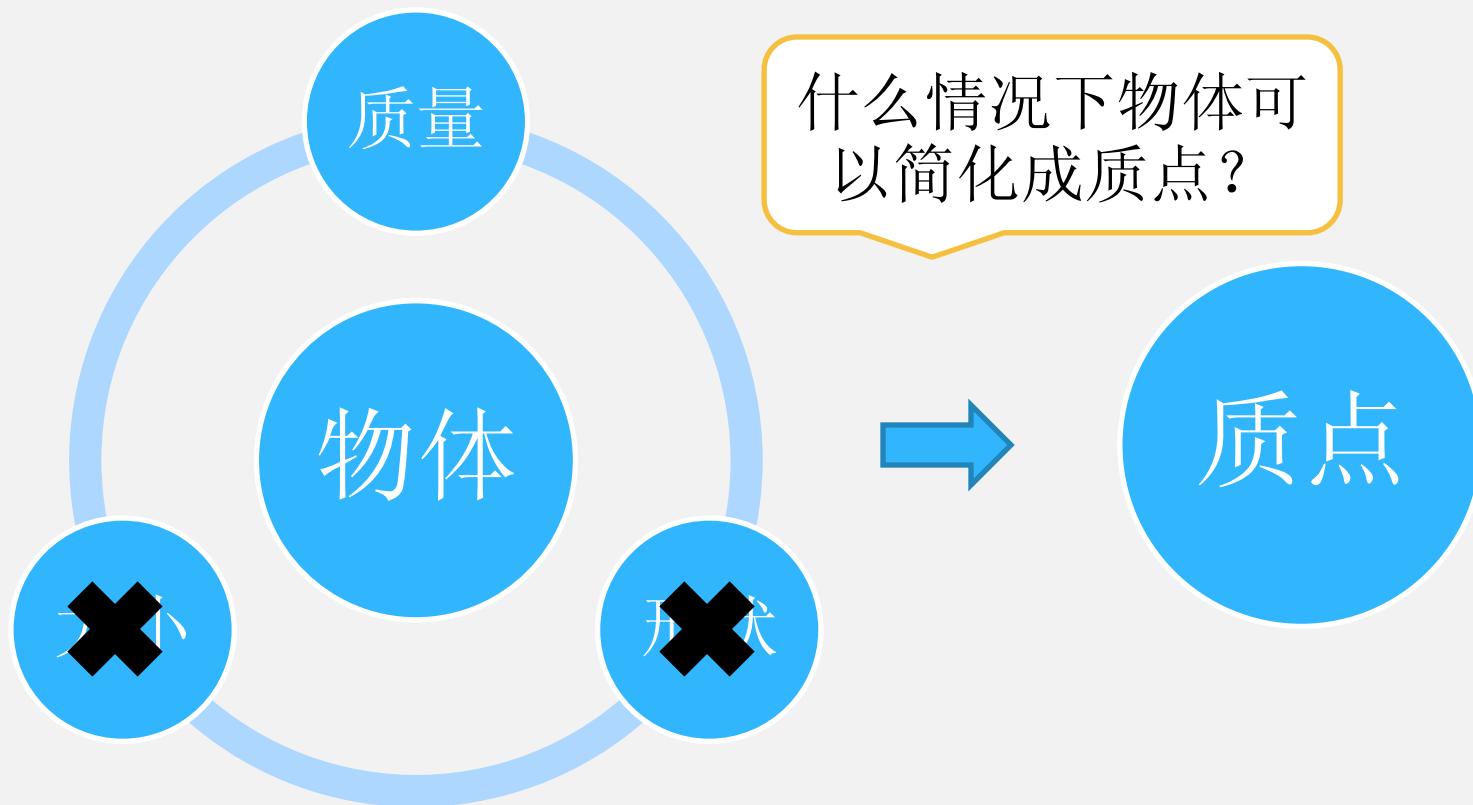


# ⬇ CONTENTS ⬇

- **1.1 确定质点位置的方法**
- ┌ 1.2 质点的位移、速度和加速度
- ┌ 1.3 用直角坐标表示位移、速度和加速度
- ┌ 1.4 用自然坐标表示平面曲线运动中的速度和加速度
- ┌ 1.5 圆周运动的角量表示 角量与线量的关系
- ┌ 1.6 不同坐标系中的速度和加速度变换定理简介



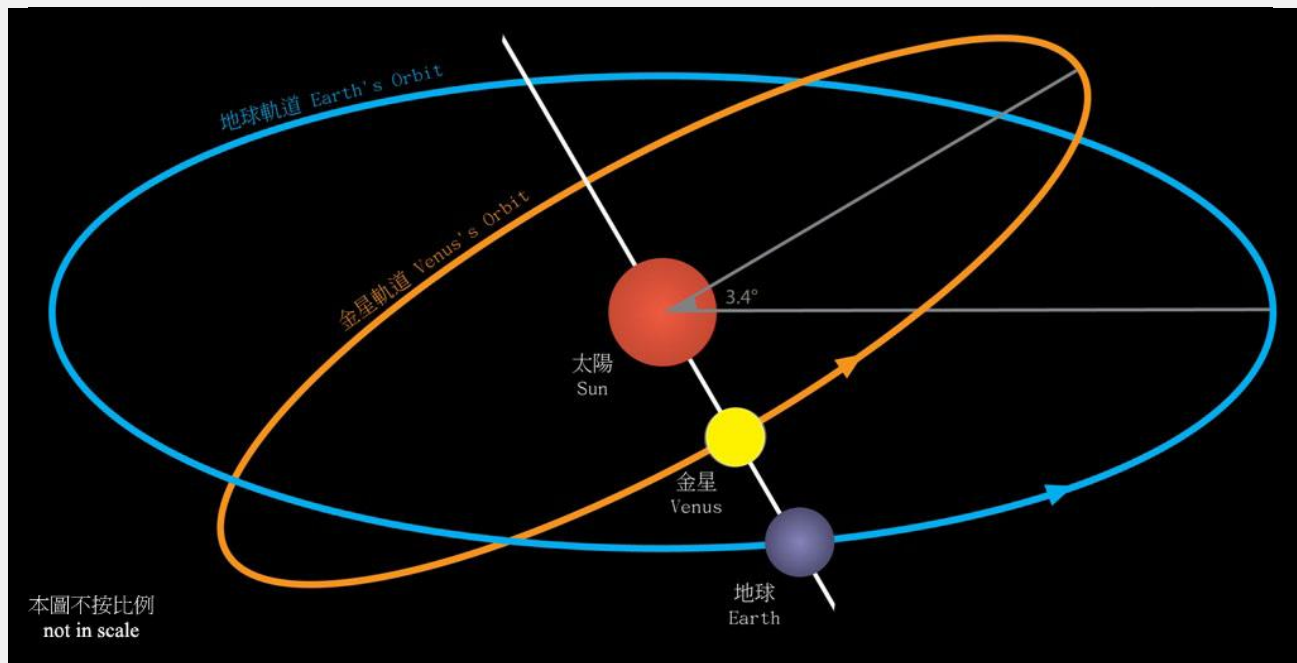
# 质点运动学



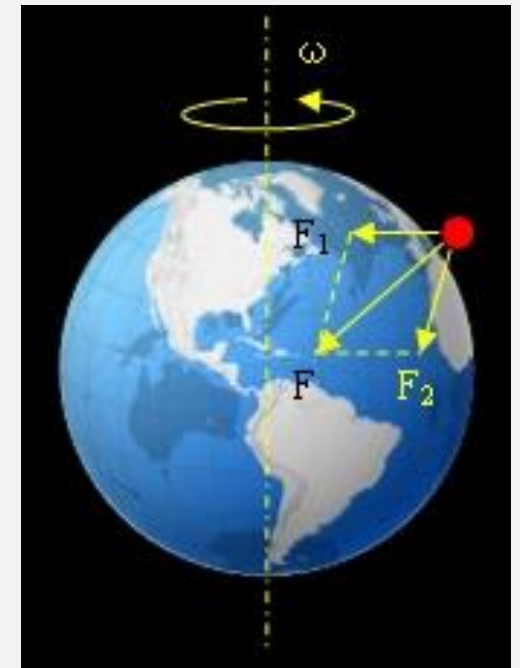
思维方式：复杂问题→简化  
质点是简化出来的**理想模型**

## 质点运动学

### 地球公转

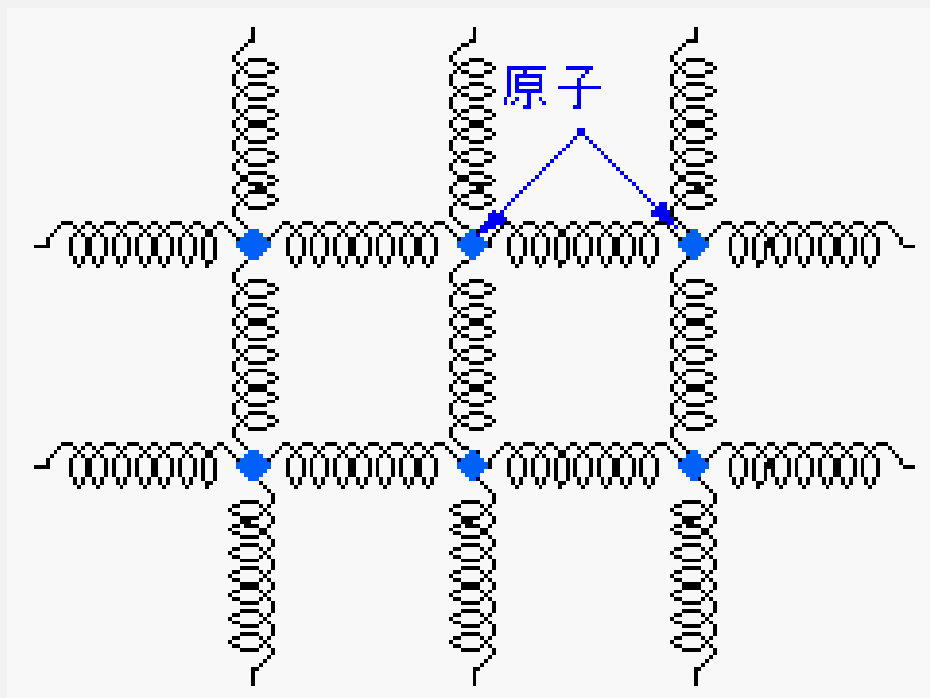


### 地球自转

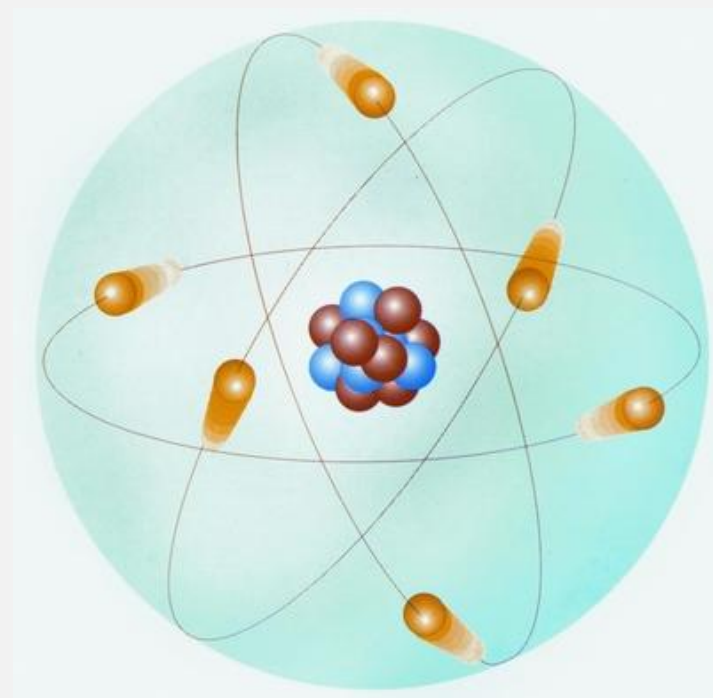


## 质点运动学

### 原子运动



### 原子结构



### 质点运动学

- 研究地球绕太阳公转 ✓
- 研究地球自转或者海洋面积 ✗
- 研究原子运动 ✓
- 研究原子结构 ✗

能否看作质点跟实际大小无关，  
由所研究问题的性质决定



### 质点运动学

汽车直线运动速度



汽车过弯内外轮胎速度差





## 质点运动学

满足以下条件之一，即可看作质点：

- 当物体的大小与所研究的问题中其他距离相比非常小的时候。（**相对线度小**）
- 一个物体各个部分的运动情况相同，它的任何一点的运动都可以代表整个物体的运动。（**平动**）

## 质点运动学

### • 参考系

为了研究物体运动，选择一个物体或几个相对静止的物体作为参照物（参考），建立的坐标系叫参考系。

参考系 = 参照物 + 坐标系 + 时钟

- 1) 运动学中，参考系的选择是任意的。
- 2) 参考系不同，同一物体的运动的描述不同。  
(运动描述的相对性)

动力学中的参考系选择不是任意的!!!

- 坐标系

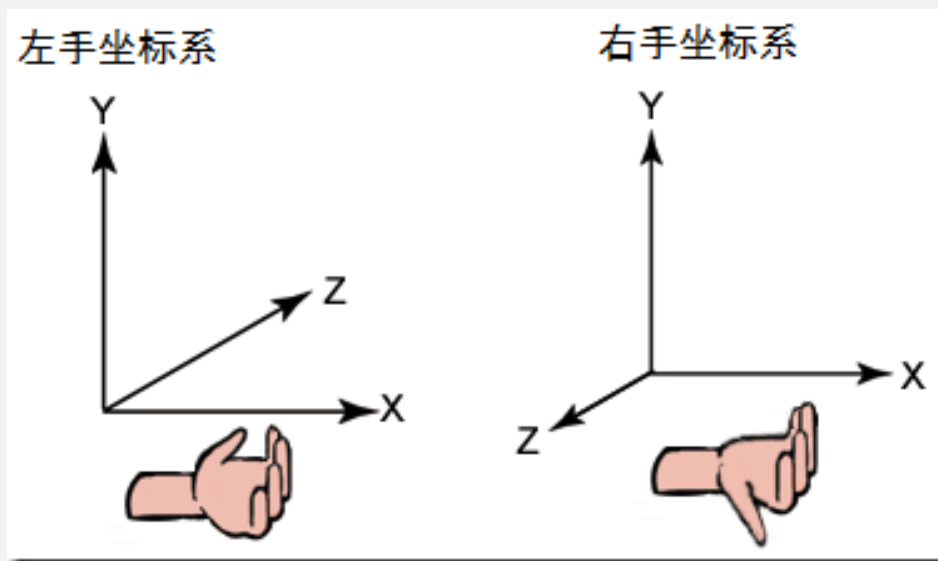
在参照系上固定一个坐标系，才能定量地描述物体的位置。

常用的坐标系有直角坐标系、极坐标系和自然坐标系等。

以简捷有效的描述物体的运动为原则，选择相应的坐标系。

## 质点运动学

- 直角坐标系（笛卡尔坐标系之一）



抽象的代数方程

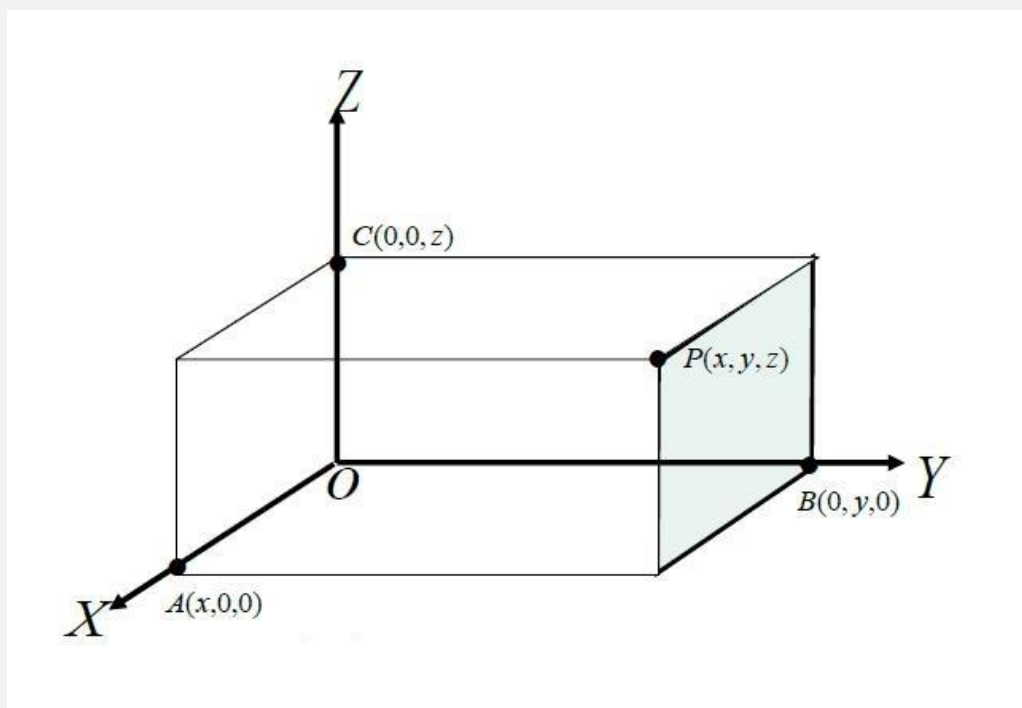
坐标系

直观的几何图形

## 质点运动学

- 直角坐标系（坐标表示）

若质点在空间运动，其位置可用直角坐标  $(x, y, z)$  确定。



## 质点运动学

## • 直角坐标系（矢量表示）

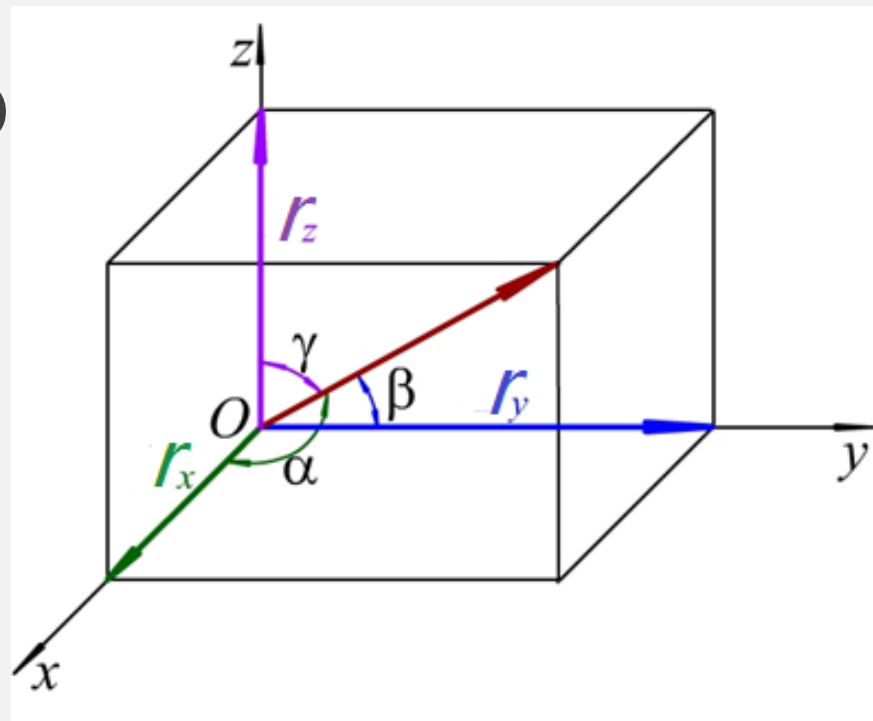
由坐标原点指向质点的有向线段称为位置矢量，简称位矢

$$\vec{r} = \vec{r}_x + \vec{r}_y + \vec{r}_z$$

$$\vec{r}_x = x\vec{i}, \vec{r}_y = y\vec{j}, \vec{r}_z = z\vec{k}$$

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

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



$$\cos \alpha = x / r \quad \cos \beta = y / r$$

$$\cos \gamma = z / r$$

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$$

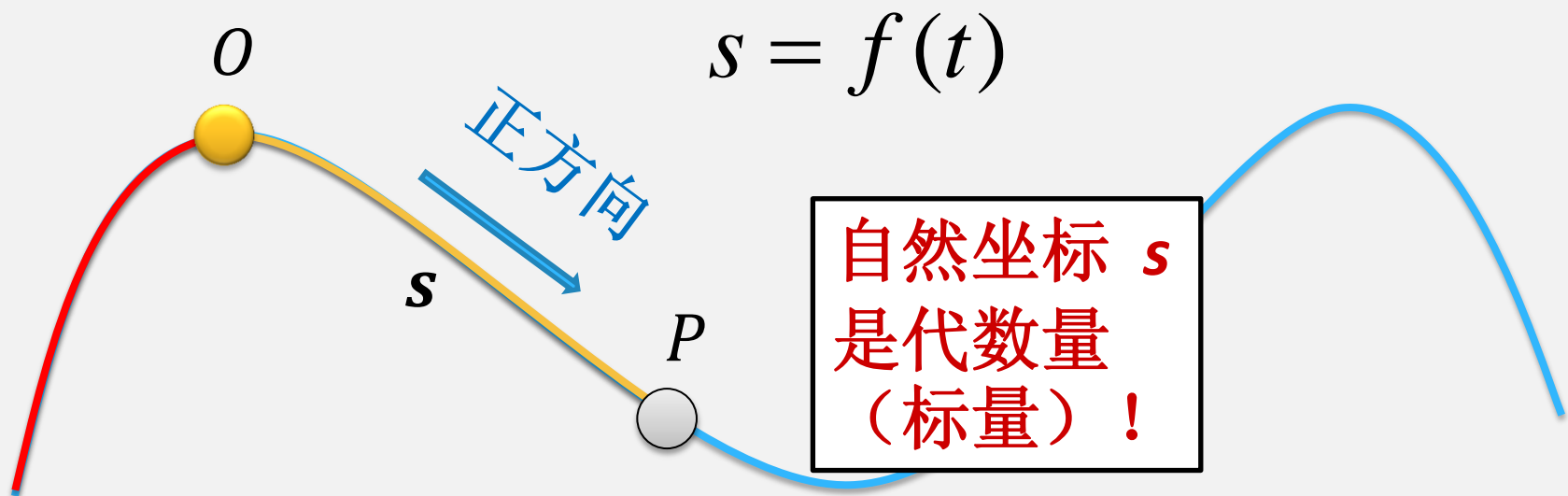
## 质点运动学

## • 自然坐标系

只用于运动轨迹已知的质点

在已知运动轨迹上任选固定点  $O$ ，从  $O$  点起沿轨迹量得曲线长度  $s$  正值，此方向称为正向。

质点在轨迹上的位置可以用  $s$  唯一确定。





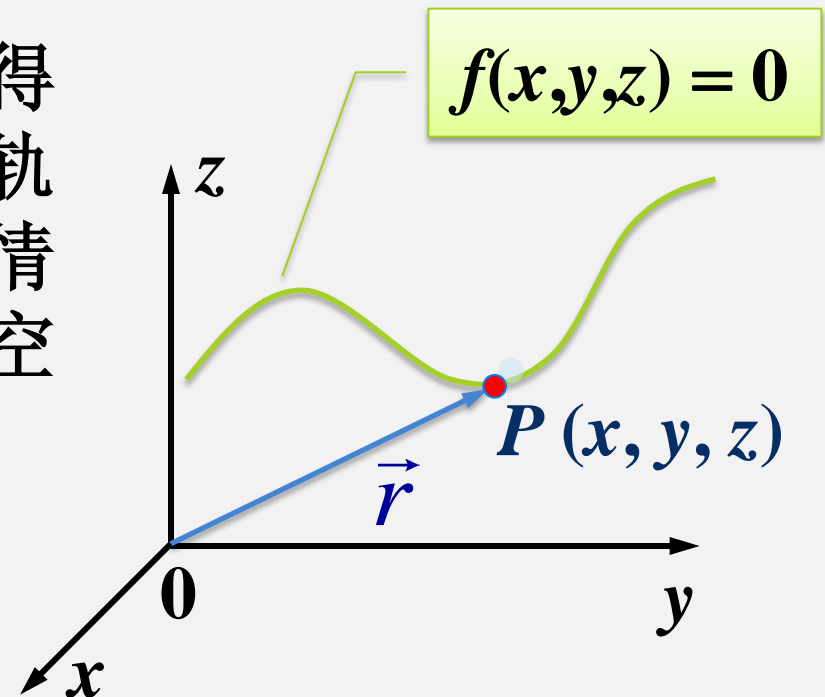
## 质点运动学

一定坐标系中，质点位置随时间按一定规律变化，位置用坐标表示为时间的函数，叫做运动学方程。

$$\begin{cases} x = f_1(t) \\ y = f_2(t) \\ z = f_3(t) \end{cases}$$

将时间消去，得到质点运动的轨迹方程。一般情况轨迹方程是空间曲线。

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



**E.g.:**

$$x = x_0 + v_x t \quad y = y_0 + v_y t + \frac{1}{2} a t^2$$

**THANKS**

**FOR YOUR ATTENTION**