

第1章 质点运动学



第 1 章 质点运动学

§ 1.1 基本概念

§ 1.2 质点的位移和速度

§ 1.3 质点的加速度

§ 1.4 相对运动

§ 1.1 基本概念

一、参考系

参考系：用来描述物体运动而选作参考的物体、或相对静止的物体系。

- 运动的相对性决定描述物体运动必须选取参考系
- 在运动学中，参考系可任选，但以描述方便为原则
- 不同参考系中，对物体运动的描述不同（如轨迹、速度等）——**运动描述的相对性**
- 常用参考系：
 - ✓ **太阳参考系**（太阳 — 恒星参考系）
 - ✓ **地心参考系**（地球 — 行星参考系）
 - ✓ **地面参考系**或**实验室参考系**
 - ✓ **质心参考系**



二、坐标系

坐标系：由固结在参考系上的一组有刻度的射线、曲线或角度表示。

- 坐标系为参考系的数学抽象（两者相对静止）
- 坐标系可任选，以描述方便为原则

在同一参考系中，用不同的坐标系描述同一物体的运动时，其数学表述不同（与坐标系的选择有关）。

- 常用的坐标系：
 - ✓ 直角坐标系 (x, y, z)
 - ✓ 球坐标系 (r, θ, φ)
 - ✓ 柱坐标系 (ρ, θ, z)
 - ✓ 自然坐标系



三、质点

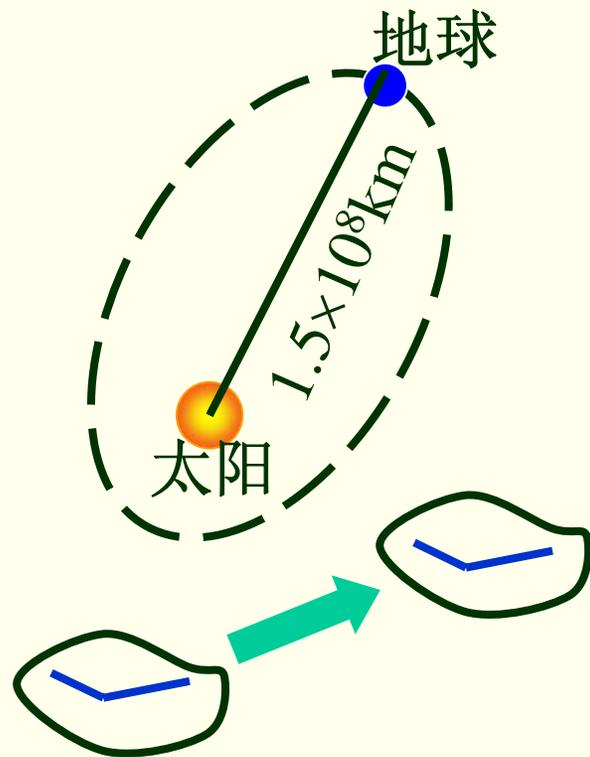
$R \approx 6400\text{km}$

1. 物体大小、形状可忽略时

(如图：在研究地球公转时)

2. 运动过程中，物体各部分运动相同

(如图：物体的平动)



• 物体 \rightarrow 质点

“点”——具有该物体相同的质量

• 真实物体——无穷多质点的集合



四、质点的位置坐标和位置矢量

- 直角坐标系

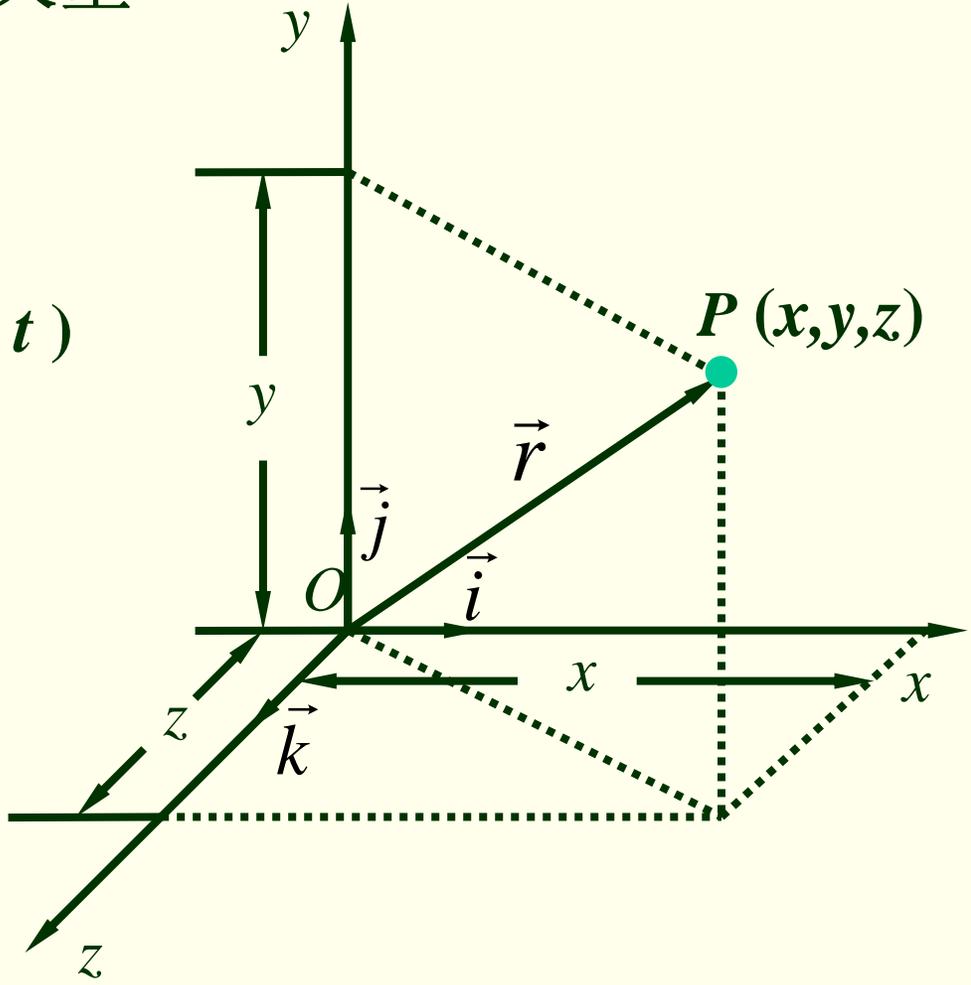
质点位置: $P(x, y, z) = P(t)$

位置矢量 (或矢径):

$$\vec{r} = \overrightarrow{OP} = r\vec{e}_r$$

位置矢量在直角坐标系中表示为:

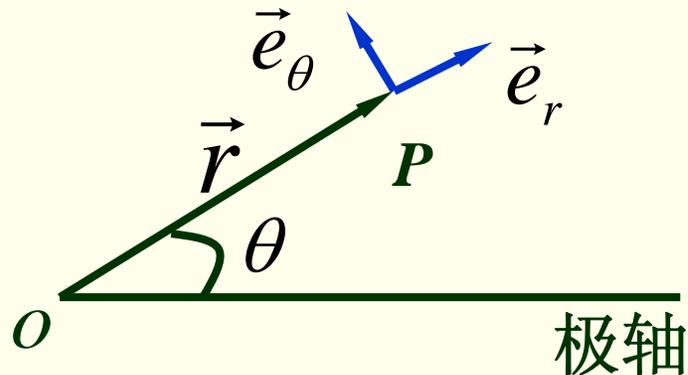
$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$



•极坐标系

\vec{e}_r : 径向单位矢量

\vec{e}_θ : 横向单位矢量



位置矢量在极坐标系中
可用单位矢量表示为:

$$\vec{r} = r\vec{e}_r$$



五、运动方程与轨道

质点的位置与运动时间 (t) 有关, 位置矢量满足一定的函数关系: $\vec{r} = \vec{r}(t)$

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

——质点运动方程

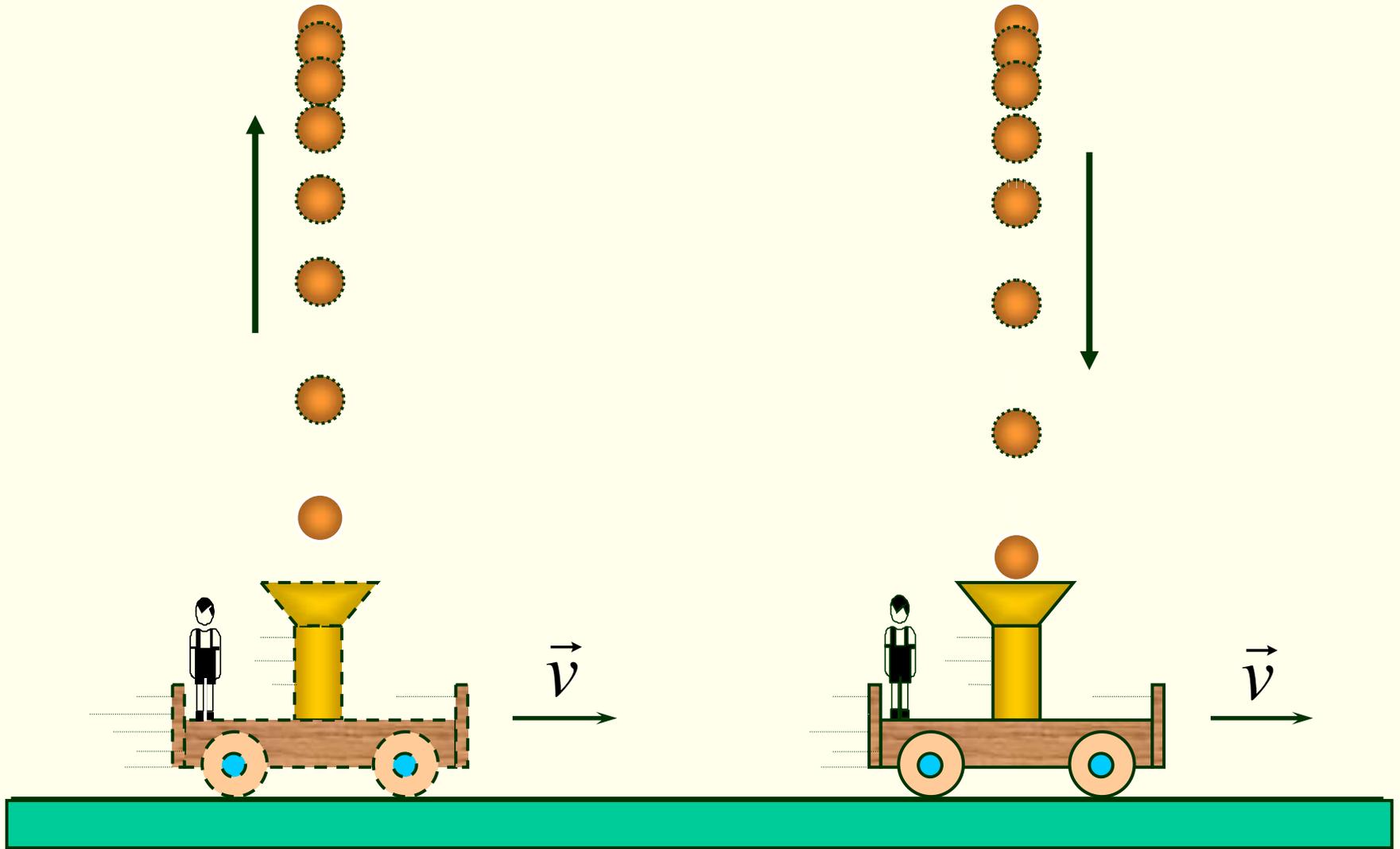
$$\text{分量形式: } \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

$$\text{如: } \begin{cases} x = r \cos \omega t \\ y = r \sin \omega t \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{消去时间参量:} \\ \Rightarrow x^2 + y^2 = r^2 \end{array}$$

——轨道 (方程)



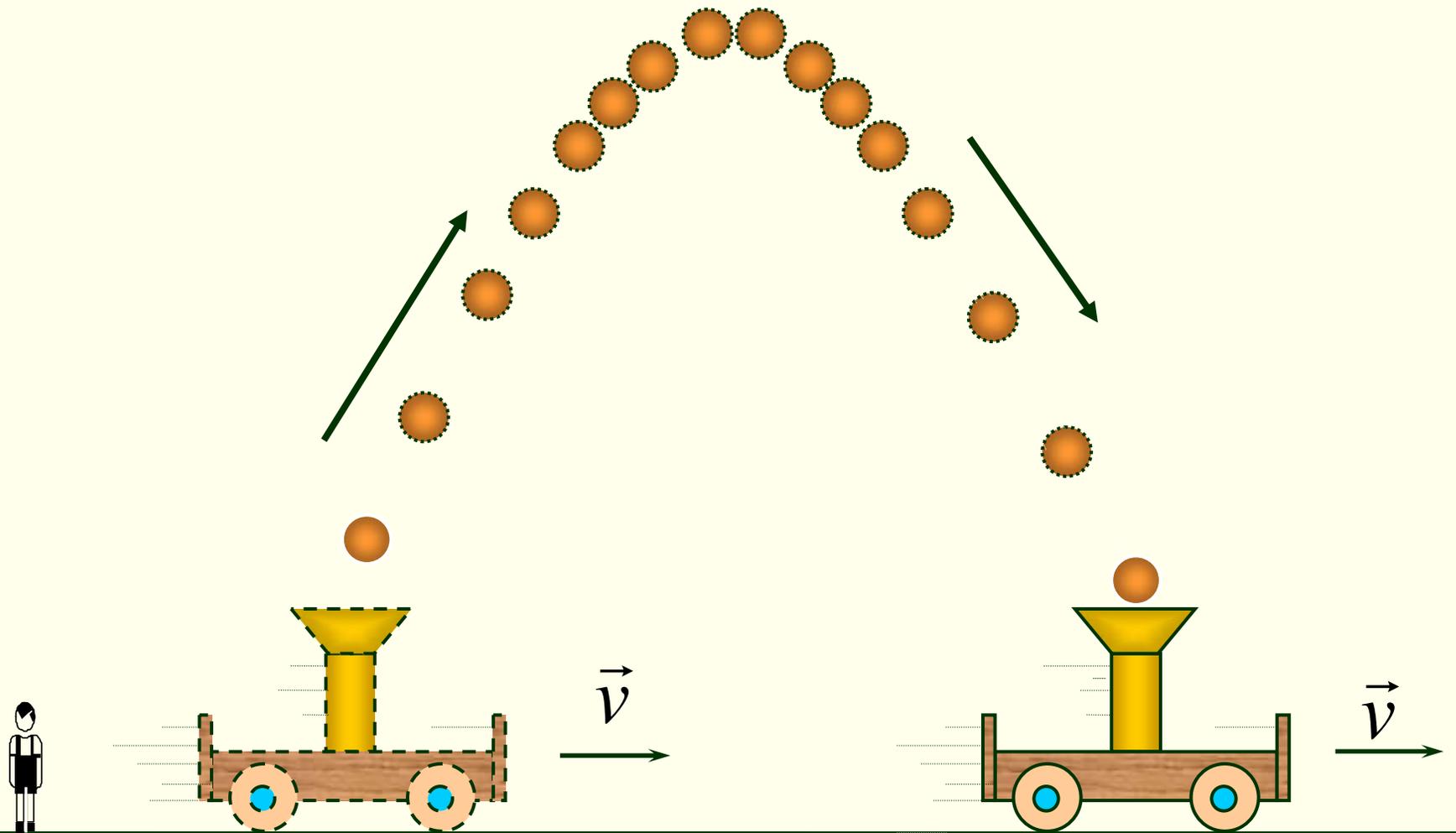
物体运动的轨迹依赖于观察者所处的参考系



(a) 车作匀速运动时车上的人观察到石子作直线运动



物体运动的轨迹依赖于观察者所处的参考系



(b) 车作匀速直线运动时，地面上的人观察到石子作抛物线运动