第一章质点运动学

华中科技大学大学物理 A

2025.2.21

参考系：参照物 + 坐标系 + 时钟
可作质点的条件：1. 不变形、不转动 2. 本身线度 $<<$ 活动范围
否则：微元法 1. 质点系 2. 连续体切为质量元
位矢 $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$
运动方程 $\vec{r}(t)$，消去 t 得轨迹方程
位移大小记为 $|\Delta\vec{r}|$，而<u>Δr 表示的是位矢长度的增量</u>

$$\Delta s \geq |\Delta\vec{r}| \geq \Delta r^1$$

且有当 $\Delta t \to 0$ 时，$ds = |d\vec{r}|$
自然坐标系:$\hat{\mathbf{e}_\tau}$ $\hat{\mathbf{e}_n}$

$$\vec{v} = v\hat{\mathbf{e}_\tau} \quad \vec{a} = \frac{d}{dt}(v\hat{\mathbf{e}_\tau}) = \frac{dv}{dt}\hat{\mathbf{e}_\tau} + v\frac{d\hat{\mathbf{e}_\tau}}{dt}$$

$$\vec{a_\tau} = \frac{dv}{dt}\hat{\mathbf{e}_\tau} \qquad \vec{a_n} = \frac{v^2}{\rho}\hat{\mathbf{e}_n}$$

例:$\vec{r} = t^2\vec{i} + (2t-1)\vec{j}$ 求 $|\vec{a_n}|$.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad |\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 - |\vec{a_\tau}|^2}$$

不一定直接求曲率半径 ρ

[1] 做不回头的一维直线运动时取等

求 $\vec{a}(\vec{v})$　$\vec{a}(\vec{r})$：分离变量，积分

例：已知 $a = kx$，求 $v(x)$

$$kx = a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx}v$$

$$\Rightarrow \int kx\,dx = \int v\,dv \Rightarrow v = \sqrt{kx^2 + C}$$

相对运动[2]

$$\vec{v_{\text{绝对}}} = \vec{v_{\text{相对}}} + \vec{v_{\text{牵连}}}$$

$$\vec{a_{\text{绝对}}} = \vec{a_{\text{相对}}} + \vec{a_{\text{牵连}}}$$

[2]隐含前提条件：绝对时空观