

质点动力学(牛顿运动定律) 总结

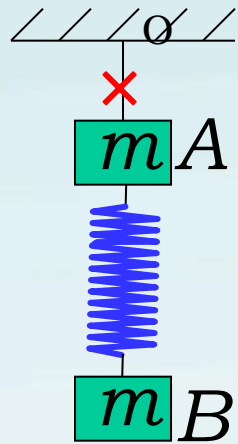
[1] 牛顿运动定律(瞬时性)

(1) 隔离体法

- 选体
- 建系
- 受力
- 方程

(2) 受力分析

- 顺序: 重力、接触力 { 弹拉压 摩擦力
- 完整: 所有接触处
- 摩擦力: max 静摩擦, 动摩擦
- 力的突变



[2] 参照系与牛顿运动定律

(1) 惯性系 牛顿1、2、3运动定律全都成立

(2) 非惯性系1、2运动定律不成立

引入假想惯性力, 使牛顿定律形式成立

惯性力 $\vec{F}_{\text{惯}} = -m \vec{a}_r$ 转动: $\vec{a}_r = -\omega^2 r \vec{e}_n$

[例2-1] 质点 $m=0.5\text{Kg}$, 运动方程 $x=5t, y=0.5t^2$ (SI),
求从 $t=2\text{s}$ 到 $t=4\text{s}$ 外力做功.

解法1: 用功的定义式

$$\begin{aligned}\vec{r} &= 5t\vec{i} + 0.5t^2\vec{j} \\ \Rightarrow \vec{v} &= 5\vec{i} + t\vec{j} \\ \Rightarrow \vec{a} &= \vec{j} \\ \vec{f} &= m\vec{a} = 0.5\vec{j} \\ d\vec{r} &= 5dt\vec{i} + tdt\vec{j}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow A &= \int_2^4 0.5t dt \\ &= 0.25t^2 \Big|_2^4 = 3\text{J}\end{aligned}$$

解法2: 用动能定理

$$\begin{aligned}\vec{r} &= 5t\vec{i} + 0.5t^2\vec{j} \\ \Rightarrow \vec{v} &= 5\vec{i} + t\vec{j} \\ \Rightarrow v &= \sqrt{25 + t^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_4^2 - v_2^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 0.5 \times (41 - 29) = 3\text{J}\end{aligned}$$

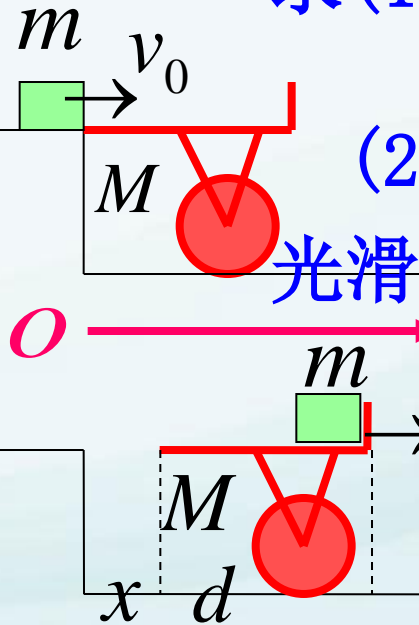
[思 考] 质点受2恒力, $\Delta\vec{r}=3\vec{i}+8\vec{j}(\text{SI})$,
动能增量 30J , 一力 $\vec{F}_1=12\vec{i}-3\vec{j}(\text{SI})$,
求另一力作功.

$$\left. \begin{aligned} \text{解: } \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 &= \Delta E_k \\ \mathbf{A}_1 &= \vec{F}_1 \cdot \Delta\vec{r} \\ &= (12\vec{i} - 3\vec{j}) \cdot (3\vec{i} + 8\vec{j}) = 12\text{J} \end{aligned} \right\}$$
$$\Rightarrow \mathbf{A}_2 = 30 - 12 = 18\text{J}$$

[例2 - 2] 平车 M , 长 d , 物块 m 、 v_0 , 滑 μ .

求 (1) m 从车左滑至右对系统 $A_{\text{摩}}$
(刚未碰板即以共同 v 运动)

(2) 求 v



解: (1) $A = \int_i^f \vec{f}_m \cdot d\vec{r}_{mM} = -mg\mu d$

或 $\left. \begin{aligned} A_m &= -mg\mu(x + d) \\ A_M &= mg\mu x \end{aligned} \right\}$

对惯性系

(2) 由 $A_{\text{外}} + A_{\text{内}} = E_k - E_{k0} \Rightarrow 0 + (-mg\mu d) = \frac{1}{2}(m + M)v^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{mv_0^2 - 2mg\mu d}{M + m}}$

矛盾吗?
为什么?

[课后思考] 用动量守恒 $mv_0 = (m + M)v$ 求出 v