物理讲座大复习

导图

- 质点
  - 质点运动学
  - 质点动力学
    - 瞬时效果
    - 时间累积
    - 空间累积
- 刚体
  - 质点动力学
    - 瞬时效果
      - 转动惯量
      - 转动定律
      - 平行轴定理
      - 复摆
    - 时间
    - 空间
  - 质点运动学 — 对比
- 振动
  - 方程
  - 旋转矢量法

质点运动学

- 物理量的理解

在空间中有位置 r → 位置的改变量 $\Delta\vec{r}=\vec{r_2}-\vec{r_1}$

↓

位置随时间的变化

$\bar{\vec{v}}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$（平均）

↓

$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$（瞬时）

$\vec{r} \rightleftarrows \vec{v} \rightleftarrows \vec{a}$

$\theta \rightleftarrows \omega \rightleftarrows \beta$

同理 ← $\bar{\vec{a}}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$（平均） ⟵ $\vec{a}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

□加速度

标量 $\begin{cases} a_n = \frac{v^2}{R} \\ a_t = \frac{dv}{dt} \end{cases}$ 矢量 $\begin{cases} \vec{a_n} = \frac{v^2}{R}\vec{e_n} \\ \vec{a_t} = \frac{dv}{dt}\hat{e_t} \end{cases}$ $\vec{a_{总}} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a_n} + \vec{a_t}$

（注意！不是 $\frac{d\vec{v}}{dt}$，因为切向 a_t 只改变大小，不改变方向，如果是 $\frac{d\vec{v}}{dt}$，则大小方向都变了，那是 $a_{总}$）

计算时

$\vec{a_t} = \frac{dv}{dt}\vec{e_t}$

$= \frac{d\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}}{dt^2}\vec{e_t}$

在计算时 ① $\begin{cases} 直角坐标系 \vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k} \\ 自然坐标系 \vec{a} = a_n\hat{e}_n + a_t\hat{e}_t \end{cases}$

② 只关注方程里的变量即可，系数不重要

③ 在 Oyz 平面投影：联立 $\begin{cases} y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$ 即可

④ 积分要分离变量

例：求 $\frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow \int \frac{1}{v^2}dv = \int \frac{1}{R}dt$

（将 v^2 移到 dv 处）

■质点动力学

□瞬时效果

$\vec{F} = m\vec{a}$（矢量式）→ 积分做不了 → 化为标量式

直角 $\begin{cases} F_x = ma_x \\ \cdots \\ \cdots \end{cases}$ 直角要标量 $x \rightleftarrows v_x \rightleftarrows a_x \rightleftarrows F_x$

自然 $\begin{cases} F_n = m\frac{v^2}{R} \\ F_t = m \cdot \frac{dv}{dt} \end{cases}$ 自然要切向

□时间累积

- $F\Delta t \rightarrow F$:恒力
- 若F为变力时 $\vec{I}=\int \vec{F}dt$ $\because \vec{F}=m\vec{a}=\frac{d\vec{p}}{dt}$

$\therefore \int \vec{F_{合}}dt = m\vec{v_2}-m\vec{v_1}$ (矢量)

- 分解: $\begin{cases} \int F_x dt = mv_{2x}-mv_{1x} \\ \cdots \end{cases}$ 体现平均作用 $\overline{F_x}\Delta t$

└→平均冲击力

- 对系统: $I_{外力}=P_2-P_1$ → 系统

↓

系统,只有外力,因为内力矢量和为0

- 若$F_{外}=0$,则 $P_2=P_1$ $\begin{cases} 分方向上动量守恒 \\ 碰撞,冲击 \end{cases}$

□空间累积

- $A=\int_a^b \vec{F}d\vec{r} = \int F\cdot|d\vec{r}|\cdot\cos\theta$

└→定义式

└→如何统一积分变量 $\begin{cases} 万有引力做功 \\ 重力做功 \\ 弹性力做功 \end{cases}$

- 保守力 $A=E_{pa}-E_{pb}$

注意: $E_p=-\frac{GMm}{r}$ (要有负号)

- $\int \vec{F_{外}}\cdot d\vec{r} = \frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ (动能定理)

以上是三种方法求功

- $A_{外力}+A_{非保守内力} = E_2-E_1$ 功能原理

- $P=\sqrt{2mE_k}$

刚体

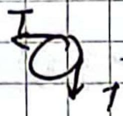
对比 $\begin{cases} F=ma \\ M=J\beta \end{cases}$ 力矩 $\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$

$$M=r\cdot F\cdot\sin\theta = F\cdot d$$

· 三种常规题型

1) G 重力：找重心

2) f 摩擦力

3) T 定滑轮-拉力 

· $J=\sum m_i r_i^2$

连续质点系 $J=\int r^2 dm$

· 五个必背：

□ $J=mr^2$ 质点 

□ $J=\frac{1}{12}ml^2$ 轴 

□ $J=\frac{1}{3}mr^2$ 轴 

□ $J=\frac{1}{2}mr^2$ 圆面 

□ $J=mr^2$ 圆环 

· 平行轴定理：

$$J_O=J_C+md^2$$

· 解题三句话

1) 有几个质点，列几个牛二

2) 有几个刚体，列几个定轴转动定律

3) 将加速度联系起来

□空间

$A=\int M d\vec{\theta}$

□时间

· $\int M dt$ 角冲量/冲量矩

· $\int M dt = L_2 - L_1$　($\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{v}$: 角动量 { 质点、刚体 { 平动、转动 $L=J\omega$)

· 若 $M=0$，则 $L_2=L_1$，角动量守恒

□复摆

$T=2\pi\sqrt{\frac{J}{mgr_c}}$　注意、J不是mr^2

□运动

$\beta=C$	$a=C$
$\omega_t=\omega_0+\beta t$	$v_t=v_0+at$
$\omega_t^2+\omega_0^2=2\beta\theta$	$v_t^2-v_0^2=2aS$

$$\theta \rightleftharpoons \omega \rightleftharpoons \beta \rightleftharpoons M$$

‖振动

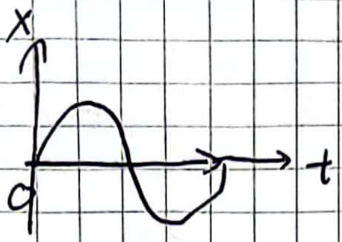
□方程 $x=A\cos(\omega t+\varphi_0)$

· $A=\begin{cases} \text{图}, \sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2}{\omega_0^2}} \\ v_m=A\omega,\ a_m=A\omega^2 \end{cases}$ → 代入联立的结果 P95

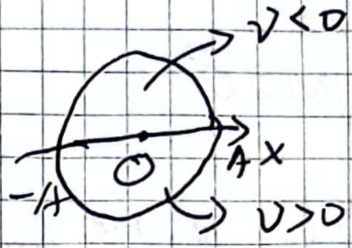
· $\omega=\begin{cases} (m,k),(l) & \omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \\ T, \nu \\ \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} & \text{(重要方法)} \end{cases}$

· $\varphi_0=\begin{cases} \tan\varphi_0=-\frac{v_0}{\omega x_0} \\ \text{旋转矢量法} \end{cases}$ → P95

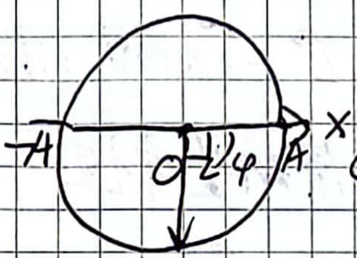
旋转矢量法



三要素 $\begin{cases} t=0 \\ x=0 \\ v>0 \end{cases}$ →



⇓



$\varphi = -\frac{\pi}{2}$

求ω的重要方法

$$\varphi_1 = \omega t_1 + \varphi_0$$

$$\varphi_2 = \omega t_2 + \varphi_0$$

$\therefore \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ （可与 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 联立，求 $\Delta t = nT$）

合成

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

同相 $\Delta\varphi = 2k\pi$

$A = A_1 + A_2$

反相 $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

$A = |A_1 - A_2|$