

大学物理上期末复习

质点运动学

1. 位置，位移，速度，加速度

$$\vec{r}(t), \quad \Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1), \quad \vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad \vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

2. 路程，速率：

$$ds = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}, \quad v = \frac{ds}{dt} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

3. 典型运动：抛体运动

$$a_x = 0, \quad a_y = -g; \quad v_x = v_0 \cos \theta, \quad v_y = v_0 \sin \theta;$$

$$x = x_0 + v_0 \cos \theta t, \quad y = y_0 + v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

4. 典型运动：圆周运动 $\theta, \omega, \alpha; s, v, a_n, a_t$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}, \omega = \frac{d\theta}{dt}; a_n = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}, a_t = \frac{dv}{dt} = \alpha r; v = \omega r, s = r\theta.$$

5. 相对运动

$$\vec{r}_{AO} = \vec{r}_{AO'} + \vec{r}_{O'O}, \quad \vec{v}_{AO} = \vec{v}_{AO'} + \vec{v}_{O'O}, \quad \vec{a}_{AO} = \vec{a}_{AO'} + \vec{a}_{O'O}$$

质点动力学

1. 力: 重力, 弹性力, 摩擦力, 万有引力, 支持力
3. 牛顿三定律: 惯性定律; $\vec{F} = m\vec{a}$; 作用力与反作用力定律;
4. 隔离法
 - (1) 选取研究对象
 - (2) 研究对象的受力分析
 - (3) 建立坐标系, 建立牛顿方程组
 - (4) 求解牛顿方程组
5. 非惯性参照系, 惯性力

守恒定律

- 功，动能，势能

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}; \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_p(\vec{r}) = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0} \vec{F}_c \cdot d\vec{r}$$

- 动能定理，机械能守恒定律

$$E_k(\vec{r}_2) - E_k(\vec{r}_1) = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$E_k(\vec{r}_1) + E_p(\vec{r}_1) = E_k(\vec{r}_2) + E_p(\vec{r}_2)$$

- 动量，冲量

- 动量定理，动量守恒定律

$$\vec{p}(t_2) - \vec{p}(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt, \quad \vec{p}(t_2) = \vec{p}(t_1)$$

守恒定律

- 质心:

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_j m_j}$$

- 质心运动定律

$$m\vec{a}_c = \vec{F}_{\text{net}}, \quad m\vec{v}_c = \sum_i m_i \vec{v}_i$$

- 角动量，力矩，冲量矩

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}, \quad \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}, \quad \vec{J} = \int \vec{M} dt$$

守恒定律

- 角动量定理，角动量守恒定律

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}; \quad \vec{M} = 0, \quad \vec{L}(t_2) = \vec{L}(t_1)$$

刚体的转动

1. 角位置，角位移，角速度，角加速度
2. 力矩，转动惯量
3. 刚体转动定律
4. 转动动能，刚体的势能
5. 动能定理，机械能守恒
6. 刚体的角动量
7. 角动量定理，角动量守恒

振动

1. 典型简谐振动：弹簧振子，单摆，复摆
2. 简谐振动的判定
3. 简谐振动的能量
4. 简谐振动的合成

波动

1. 产生条件: 波源, 弹性介质
2. 特征量: 频率, 周期, 波长, 波速
3. 数学描述: 平面简谐波的波函数 $y = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{u} \right) + \varphi \right]$
4. 波的能量:
5. 波的干涉
6. 驻波
7. 多普勒效应

热学1: 气体的分子动理论

1. 理想气体状态方程, 压强和温度

1. 状态方程: $PV = \frac{m}{M}RT, P = nkT$

2. 压强公式: $P = \frac{2}{3}n\bar{\epsilon}_k$

3. 温度: $\bar{\epsilon}_k = \frac{3}{2}kT$

2. 三个统计规律

1. 能量均分定理:

$$\bar{\epsilon} = \frac{i}{2}kT, \quad E = \frac{m}{M} \frac{i}{2}RT$$

热学1: 气体的分子动理论

2. 麦克斯韦速率分布律: $f(v)$

速率分布函数的物理意义;

运用麦克斯韦速率分布计算三种常用分子速率;

$$v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2kT}{\mu}}, \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi\mu}},$$
$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}}$$

3. 分子碰撞的统计规律:

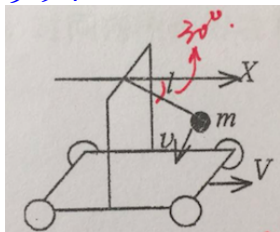
$$\bar{z} = \sqrt{2}\pi d^2 n \bar{v}, \quad \bar{\lambda} = \frac{\bar{v}}{\bar{z}} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 P}$$

热学2. 热力学基础

1. 内能，功，和热量的概念及其计算
2. 热力学第一定律及其应用：等体过程，等压过程，等温过程，绝热过程，多方过程
3. 循环过程，热机，热机效率，致冷机，致冷系数，卡诺热机及其效率，卡诺致冷机及其致冷系数
4. 了解热力学第二定律。

质点的运动

1. 如图所示为一摆车，它是演示动量守恒的一个装置，摆车由小车和单摆组成，小车质量为 M ，摆球质量为 m ，摆长为 l 。开始时，摆球拉到了水平位置，摆球静止在光滑的水平面上，然后将摆球由静止释放，当摆球落至与水平方向成 30° 角时，小车移动的距离为多少？此时小车的速度大小为多少？



答案：小车移动的距离：

$$\Delta X = \frac{(2 - \sqrt{3})ml}{2(m + M)}; \text{ 小车的速度:}$$

$$V = \sqrt{\frac{m^2 gl}{(m + M)(3m + 4M)}}$$

刚体的运动

2. 一质量均匀分布的圆盘，质量为 M ，半径为 R ，放在一粗糙水平面上，圆盘可绕通过其中心 O 的竖直固定光滑轴转动。开始时，圆盘静止，一质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 垂直于圆盘半径打入圆盘边缘并嵌在盘边上，求

- (1) 子弹击中圆盘后，盘所获得的角速度；
- (2) 经过多少时间后，圆盘停止转动。

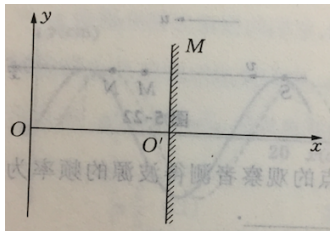
(圆盘绕通过 O 的竖直轴的转动惯量为 $\frac{1}{2}MR^2$ ，忽略子弹重力造成的摩擦阻力矩；圆盘和桌面的摩擦因数为 μ)

$$\text{答案: } \omega = \frac{mv_0}{(\frac{1}{2}M + m)R}; \Delta t = \frac{3mv_0}{2\mu Mg}$$

振动和波

3. 如图所示，一平面简谐波沿 x 轴正方向传播，波速 $u = 40 \text{ m/s}$ ，已知坐标原点 O 的振动方程为 $y = A \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (SI制)， M 是垂直于 x 轴的波密介质反射面， $OO' = 14 \text{ m}$ ，求：
- (1) 入射波和反射波的波函数；
 - (2) 驻波方程；
 - (3) 驻波波腹和波节的位置。

答案：(1)



$$y_{\text{入}} = A \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}x + \frac{\pi}{2}\right),$$

$$y_{\text{反}} = A \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}x + \frac{\pi}{2}\right); (2)$$

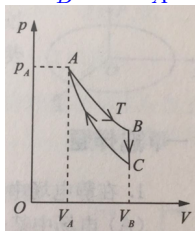
$$y = 2A \cos \frac{\pi x}{4} \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right); (3) \text{ 波腹:}$$

$$x = 4k \text{ (m)}, k = 0, 1, 2, 3, \text{ 波节:}$$

$$x = 4k + 2 \text{ (m)}, k = 0, 1, 2, 3$$

热力学学基础

4. 气缸内有一定量的三原子分子理想气体，作如图所示的循环过程，其中 AB 为等温过程， BC 为等体过程， CA 为绝热过程。已知 A 点的状态参量为 p_A, V_A, T_A ， B 点的体积 $V_B = 3V_A$ 。求该循环的效率。



答案: 16.2%