

高中物理

马祥芸

May 8, 2024

Contents

1	匀变速直线运动问题	2
1.1	中间时刻/平均速度	2
1.2	纸带加速度问题	2
2	机械振动	3
2.1	简谐振动	3
2.2	数学准备	3
3	光学	4
3.1	折射率	4
3.2	干涉实验	5
3.3	总结	5

1 匀变速直线运动问题

1.1 中间时刻/平均速度

中间时刻速度 $v_{\frac{t}{2}}$ 与平均速度 \bar{v} 是同一个值

$$v_{\frac{t}{2}} = v_0 + \frac{at}{2} = \frac{v_0}{2} + \left(\frac{v_0}{2} + \frac{at}{2}\right) = \frac{v_0 + v_t}{2} = \bar{v}$$

中间位置速度

$$\begin{cases} 2a\frac{x}{2} = v_{\frac{x}{2}}^2 - v_0^2 & (1) \\ 2a\frac{x}{2} = v_t^2 - v_{\frac{x}{2}}^2 & (2) \end{cases}$$

由方程 (1) - (2) 得到 $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$

1.2 纸带加速度问题

纸带的特点, 每个计时点的时间间隔相同均为 T , 且 x_n 规定的是第 n 个时间间隔内的位移, 并非到起点的距离

推论. 相邻位移之间的差为 aT^2 , 等时位移比例式为 $x_1 : x_2 : x_3 : \cdots : x_n = 1 : 3 : 5 : \cdots : 2n - 1$

证明.

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{1}{2}a(nT)^2 - \frac{1}{2}a[(n-1)T]^2 = aT^2\left(\frac{2n-1}{2}\right) \\ x_{n-1} &= aT^2\left(\frac{2n-3}{2}\right) \\ x_n - x_{n-1} &= aT^2 \end{aligned}$$

□

推论. 等位移比例式子 ($1m, 2m, 3m \dots$)

前 $1m, 2m, 3m \dots nm$ 所用时间比为 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \cdots : \sqrt{n}$, 若是第 im 内则向前减一个就行

证明.

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{1}{2}at_1^2 \implies t_1 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{1} \\ 2 &= \frac{1}{2}at_2^2 \implies t_2 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{2} \\ 3 &= \frac{1}{2}at_3^2 \implies t_3 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{3} \\ n &= \frac{1}{2}at_n^2 \implies t_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{n} \end{aligned}$$

□

2 机械振动

2.1 简谐振动

- 定义: 具有平衡位置, 回复力形如 $F_{\text{回}} = -kx$ (来自合外力或其分力)
- 振子方程: $\sin(\omega t + \varphi)$
- 同侧法: 质点振动速度方向 v_f 与波传播方向 u 在正弦函数线的同一侧
- 摆周期: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- 受迫振动: 在周期性外力的持续作用下而进行的振动称为**受迫振动**, 振动稳定后齐**频率**等于外力驱动频率
- 等效绳长与等效加速度问题:
 - 等效绳长: 确定为简谐振动, 通过几何关系确定摆心
 - 等效加速度: 主要区别电梯摆和电场摆, 前者需要变换参考系 (非惯性力)
- 造成波的多解性的三大原因:
 - 波的周期性: $\begin{cases} \text{时间周期性: 时间间隔}\Delta t\text{与周期}T\text{的关系不明确} \\ \text{空间周期性: 波传播距离}\Delta x\text{与波长}\lambda\text{的关系不明确} \end{cases}$
 - 波的双向性: $\begin{cases} \text{传播方向双向性: 波的传播方向不确定} \\ \text{振动方向双向性: 质点振动方向不确定} \end{cases}$
 - 波形隐含性: $\begin{cases} \text{在波动问题中, 有时只给出几个特殊点} \\ \text{(大多是两个特殊的点) 的运动状态, 其余信息均处于隐含状态} \end{cases}$

2.2 数学准备

- 展开

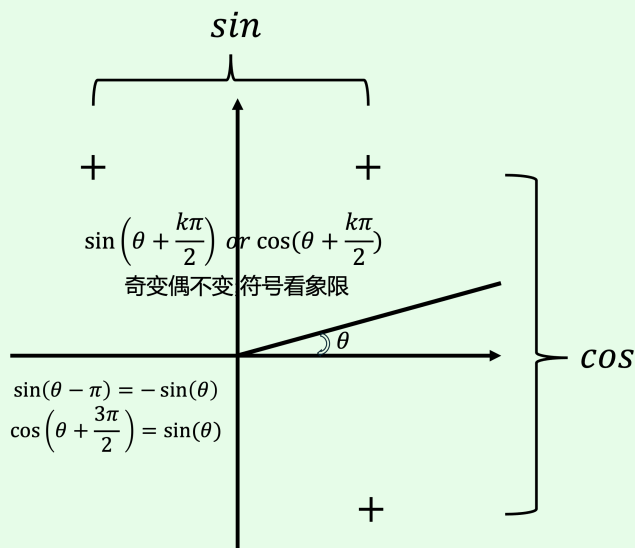
$$\sin(\theta \pm \beta) = \sin\theta \cos\beta \pm \cos\theta \sin\beta$$

$$\cos(\theta \pm \beta) = \cos\theta \cos\beta \mp \sin\theta \sin\beta$$

$$\tan(\theta \pm \beta) = \frac{\tan\theta \pm \tan\beta}{1 \mp \tan\theta \tan\beta}$$

- 余补关系

$$\sin(\pi - \theta) = \sin\theta \quad \cos(\pi - \theta) = -\cos\theta \quad \tan(\pi - \theta) = -\tan\theta$$



- 和关系

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

- 正弦定理

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

- 余弦定理

$$\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

- 二倍角

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta \quad \cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta \quad \tan 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}$$

- 降次

$$\sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \quad \cos^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2} \quad \tan^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{1 + \cos 2\theta}$$

3 光学

3.1 折射率

- 定义式:

$$n = \frac{\sin \text{大角}}{\sin \text{小角}}$$

- 决定式:

$$n = \frac{c}{v}$$

- 全反射:

光密介质 \rightarrow 光疏介质 $\sin \text{大角} = 1$ (大角 $= \frac{\pi}{2}$)

$$\text{临界角} \quad \sin C = \frac{1}{\sin \text{小角}}$$

- 视深与视高:

H 为物点距离界面的高度; h 为像点距离界面的高度

– 视深: 从介质外看向介质内 $h = \frac{1}{n}H$

– 视高: 从介质内看向介质外 $h = nH$

- 实验误差分析:

– 非平行玻璃砖 $n_{\text{测}} = n_{\text{真}}$

– 整体平移 $d_{\text{测}} = d_{\text{玻}}$ $n_{\text{测}} = n_{\text{真}}$

– 其他情况 $n_{\text{测}}$ 和 $n_{\text{真}}$ 的大小关系与 $d_{\text{测}}$ 和 $d_{\text{玻}}$ 的大小关系相反

3.2 干涉实验

薄膜干涉: $\delta = 2d$

明暗条纹位置由波长和此处厚度共同决定

相邻明 (暗) 条纹对应的薄膜厚度差为 $\frac{\lambda}{2}$ λ 应为光在介质中传播时的波长

劈尖干涉: 样板下表面和被检查平面的上表面的反射光发生干涉

(标准板的厚度太厚大于相干长度)

验平问题:

若待测板平整, 干涉条纹等距

若条纹**偏头**, 则条纹提前出现, 此处光程差偏大, 因此待测样板此处凹

若条纹**偏尾**, 则条纹延后, 此处光程差偏小, 因此待测样板此处凸

条纹间距问题:

$$\text{薄片 (支撑两个板) 的移动改变 } \theta \text{ 角} \quad \Delta l = \frac{\Delta d}{\tan \theta} \quad \Delta d = f(\lambda) = \frac{\lambda}{2}$$

增反膜; 增透膜: 入射光能量 = 折射光能量 + 反射光能量

(注: 光疏到光密反射光产生半波损失, $n_{\text{膜}}$ 介于空气和另一介质之间)

增透膜: 反射光相消 $2d = \frac{\lambda}{2}(2n + 1)$

增反膜: 反射光相长 $2d = \frac{\lambda}{2}(2n)$

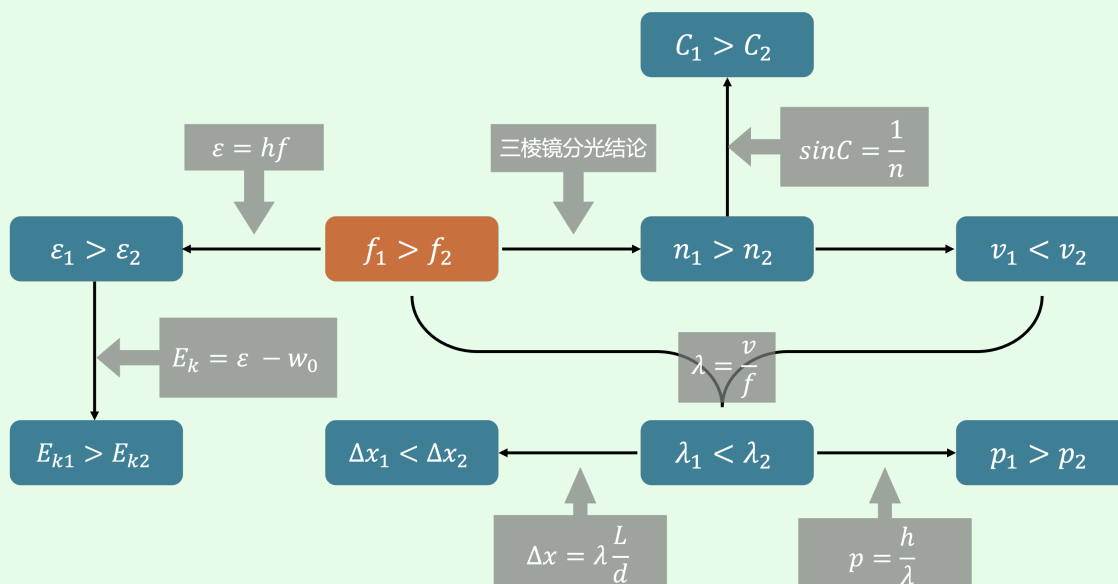
双缝干涉: $\Delta d = \lambda \frac{L}{d}$ (条纹间距 Δd , 双缝间距 d , 缝板距离 L)

3.3 总结

符号说明

频率	折射率	速度	临界角	波长	动量	干涉	能量	逸出功	逃逸光子动能
f	n	v	C	λ	p	Δx	ε	w_0	E_k

- 同一介质中不同频率的光



- 同一频率的光在不同介质 (下标表示不同介质中) 中

