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

4 热学 **7**

4.1 黑体辐射 7

4.1.1 物理大厦上的" 两朵乌云" 7

4.1.2 为什么要研究辐射 7

4.1.3 黑体模型 8

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 $\overline{v}$ 是同一个值

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

中间位置速度

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

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.

$$x_n = \frac{1}{2}a(nT)^2 - \frac{1}{2}a[(n-1)T]^2 = aT^2(\frac{2n-1}{2})$$
$$x_{n-1} = aT^2(\frac{2n-3}{2})$$
$$x_n - x_{n-1} = aT^2$$

□

推论. *等位移比例式子 (1m,2m,3m ...)*
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.

$$1 = \frac{1}{2}at_1^2 \Longrightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{1}$$
$$2 = \frac{1}{2}at_2^2 \Longrightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{2}$$
$$3 = \frac{1}{2}at_3^2 \Longrightarrow t_3 = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{3}$$
$$n = \frac{1}{2}at_n^2 \Longrightarrow t_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sqrt{n}$$

□

2 机械振动

2.1 简谐振动

- 定义: 具有平衡位置, 回复力形如 $F_{回} = -kx$(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:** $\begin{cases} \text{时间周期性: 时间间隔}\triangle t\text{与周期}T\text{的关系不明确} \\ \text{空间周期性: 波传播距离}\triangle x\text{与波长}\lambda\text{的关系不明确} \end{cases}$
  - **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

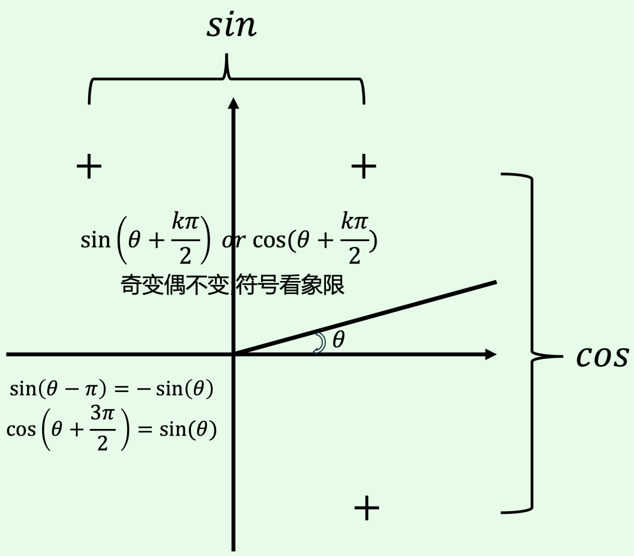
$$\sin(\theta \pm \beta) = \sin\theta\cos\theta \pm \cos\theta\sin\theta$$

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

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

- 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

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

- 降次

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

3 光学

3.1 折射率

- 定义式:

$$n=\frac{\sin 大角}{\sin 小角}$$

- 决定式:

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

- 全反射:

$$\text{光密介质} \rightarrow \text{光疏介质} \quad \sin\text{大角} = 1\,(\text{大角} = \frac{\pi}{2})$$
$$\text{临界角} \quad \sin C = \frac{1}{\sin\text{小角}}$$

- 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:
薄片 (支撑两个板) 的移动改变 θ 角 $\triangle l = \dfrac{\triangle d}{\tan\theta}$ $\triangle d = f(\lambda) = \dfrac{\lambda}{2}$

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 $2d = \frac{\lambda}{2}(2n)$

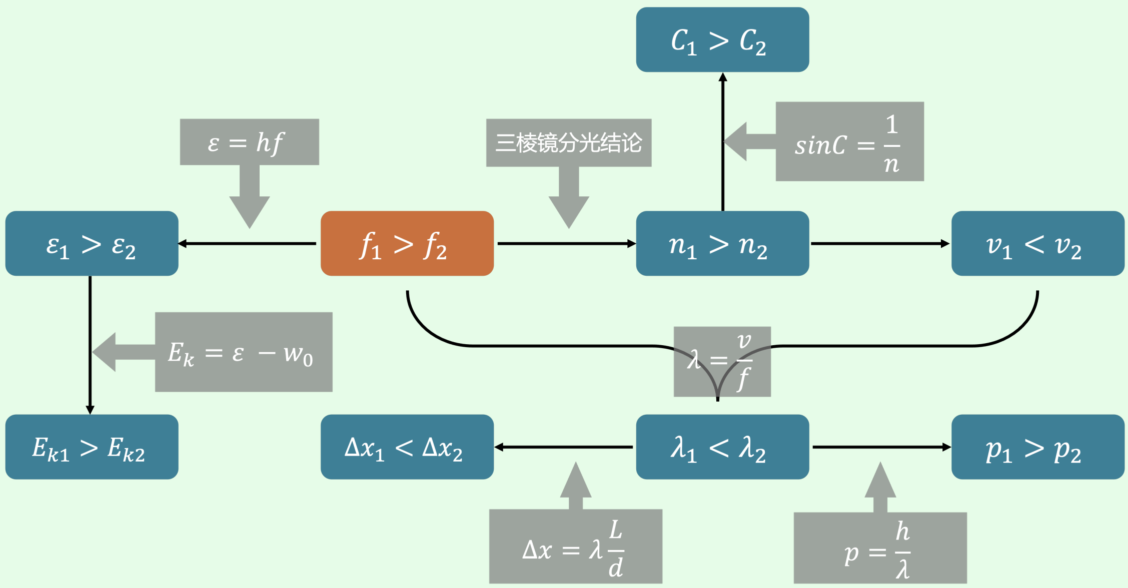
双缝干涉: $\triangle d = \lambda\dfrac{L}{d}$ (条纹间距 $\triangle d$, 双缝间距 d, 缝板距离 L)

3.3 总结

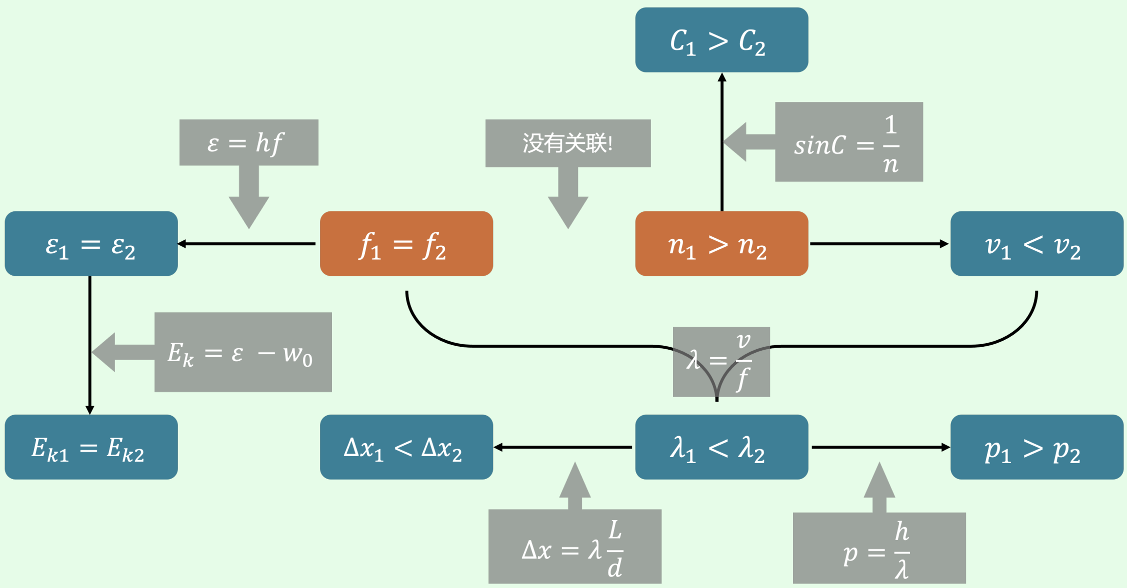
符号说明

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	$\triangle x$	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

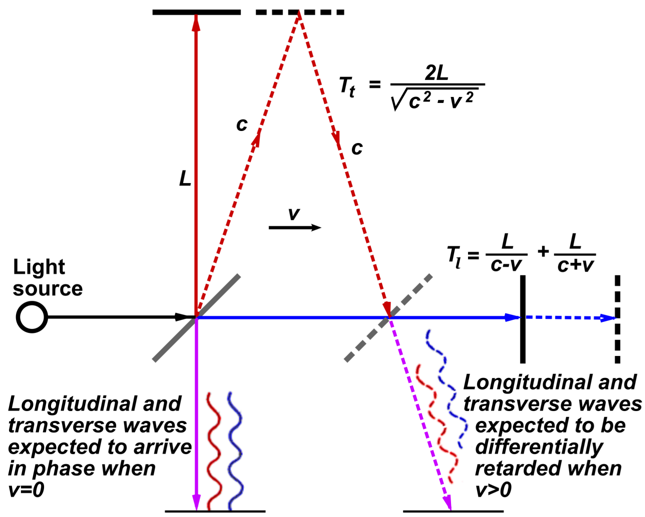


4 热学

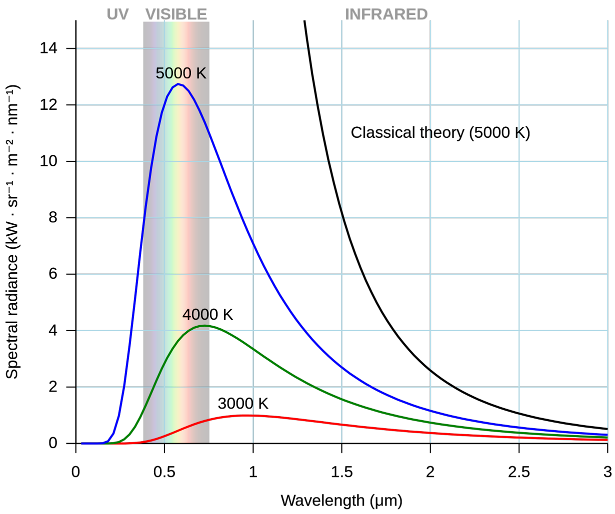
4.1 黑体辐射

4.1.1 物理大厦上的”两朵乌云”

- 迈克尔逊-莫雷实验: 测量假想介质 **以太** (绝对参考系)$\Longrightarrow$ 否定以太得到狭义相对论

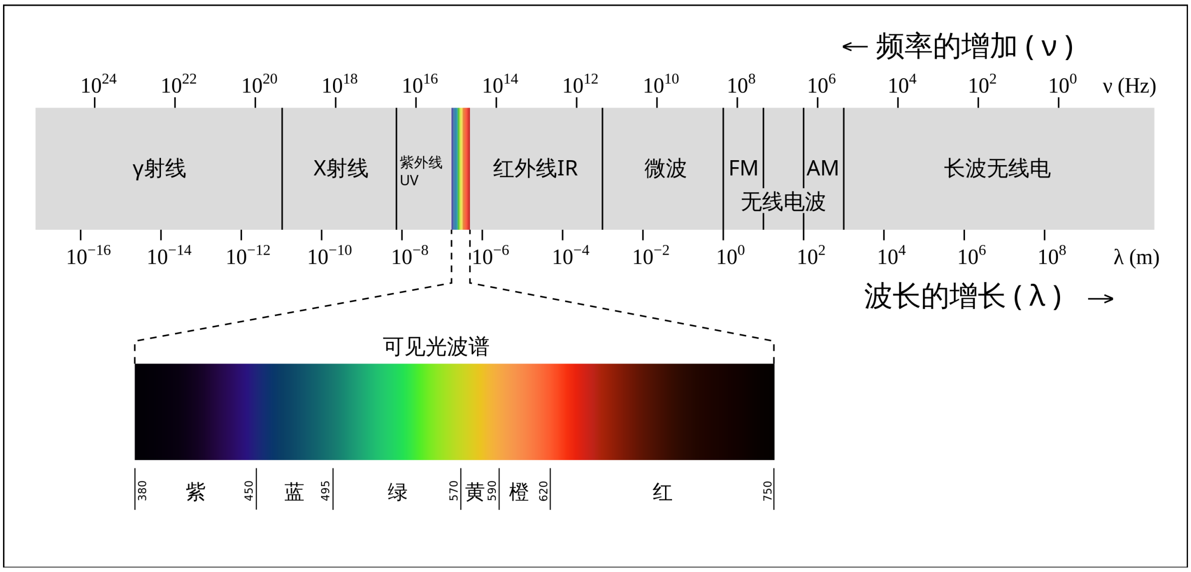


- 热辐射实验-紫外灾难: 紫外波段辐射能量在当时理论下应为 ∞, 实际辐射能量为 0



4.1.2 为什么要研究辐射

- 各个国家都在大炼钢铁 (大炼钢时代), 资本家为了提高炼钢技术请物理学家进行研究
- 热辐射: 任何物体都在进行热辐射 (电磁波), 且与**温度** (非唯一) 有关
- 物理学家尝试测量最好炼钢温度所产生的热辐射 (电磁波波谱)



4.1.3 黑体模型

- 理想黑体概念: 反射率与透射率为 0, 吸收率 100%, 全靠自身发射辐射

  常见近似黑体: 太阳　发光灯泡