热　学　复　习

一.分子物理学

1.麦克斯韦速度分布函数

$$\frac{\mathrm{d}N_{\vec{v}}}{N}=f(\vec{v})\mathrm{d}v_x\mathrm{d}v_y\mathrm{d}v_z \qquad f(\vec{v})=\left(\frac{m_f}{2\pi kT}\right)^{3/2}e^{-m_f(v_x^2+v_y^2+v_z^2)/2kT}$$

麦克斯韦速率分布函数

$$f(v)=\boxed{\frac{\mathrm{d}N}{N\cdot dv}}=4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{mv^2}{2kT}}v^2$$

最可几速率（最概然速率）

$$由\frac{\mathrm{d}f(v)}{\mathrm{d}v}=0 \qquad v_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}=\sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

2.统计平均值

$g(v)$ 的统计平均值为： $\overline{g(v)}=\int_0^{\infty} g(v)f(v)\mathrm{d}v$

$$(1)\bar{v}=\underline{\int_0^{\infty} vf(v)dv}=1.60\sqrt{\frac{RT}{M}}$$

$$(2)\overline{v^2}=\int_0^{\infty} v^2 f(v)dv=\frac{3kT}{m_f}$$

$$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{m_f}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}\approx 1.732\sqrt{\frac{RT}{M}}$$

（3）分子平均平动动能 $\overline{\varepsilon_t}=\frac{3}{2}kT$

3.理想气体的内能

(1)能量均分定理:

在温度为T的平衡态下，气体分子每个自由度的平均动能都相等，都等于 $\frac{1}{2}kT$ 。

(2)分子的自由度 i

单原子分子 $i = 3$

双原子刚性分子 $i = 5$

多原子刚性分子 $i = 6$

(3)理想气体的内能

$$U = N\overline{\varepsilon_k} = \frac{i}{2}NkT = \frac{i}{2}\nu RT$$

4.玻尔兹曼分布律

玻尔兹曼对麦克斯韦分布律的推广：

$$f(\vec{v})=\left(\frac{m_f}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-m_f(v_x^2+v_y^2+v_z^2)/2kT}$$

$$f(E_k)=\left(\frac{m_f}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-E_k/kT}$$

$$f(E)=\left(\frac{m_f}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-(E_k+E_p)/kT}$$

玻尔兹曼按能量分布律

$$n = n_0 e^{-E/kT}$$

二. 热力学基础

1、准静态过程, 热量，热容量，定容、定压摩尔热容

$C_V=\frac{i}{2}R$　　$C_P=C_V+R$　　比热容比：$\gamma=C_P/C_V$

2、热力学第一定律：
$$\begin{cases} \text{đ}Q=\mathrm{d}E+\text{đ}A \\ Q=\Delta E+A \end{cases}$$

3、理想气体等值过程，绝热过程，循环过程的

Q、A、ΔE、ΔS、η。

4、热机效率：

$$\begin{cases} \text{热机：}\eta=\dfrac{A}{Q_1}=1-\dfrac{Q_2}{Q_1} \\ \text{致冷：}\quad w=\dfrac{Q_2}{A}=\dfrac{Q_2}{Q_1-Q_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{卡诺热机：}\eta=1-\dfrac{T_2}{T_1} \\ \text{卡诺致冷：}w=\dfrac{T_2}{T_1-T_2} \end{cases}$$

过程	特征	ΔS	ΔQ	ΔA	ΔE
等容	V 常量	$\nu C_V \ln T_2/T_1$	$\nu C_V \Delta T$	0	$\nu C_V \Delta T$
等压	P 常量	$\nu C_P \ln T_2/T_1$	$\nu C_p \Delta T$	$p\Delta V$ $\nu R\Delta T$	$\nu C_V \Delta T$
等温	T 常量	$\nu R \ln V_2/V_1$	$\nu RT \ln V_2/V_1$ $\nu RT \ln p_1/p_2$	$\nu RT \ln V_2/V_1$ $\nu RT \ln p_1/p_2$	0
绝热	$đQ = 0$	0	0	$-\nu C_V \Delta T$ $\dfrac{p_2V_2 - p_1V_1}{1-\gamma}$	$\nu C_V \Delta T$

5、热力学第二定律：

*不可逆过程，可逆过程

*热力学第二定律的微观意义
（统计意义，揭示熵增加原理实质）

在孤立系统中发生的一切与热现象有关的宏观过程是从

热力学几率较小的宏观状态向几率较大的宏观状态进行

分子运动比较有序的状态向分子运动无序的状态进行

非平衡态向平衡态进行

* 熵的微观意义：（实质）

1^0熵是状态出现的几率的量度

2^0熵是系统内大量分子无序运动混乱程度的量度

*熵变 $S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{đQ}{T}$

各等值过程的 ΔS

*熵增加原理：

对孤立（绝热系统） $\Delta S \geq 0$

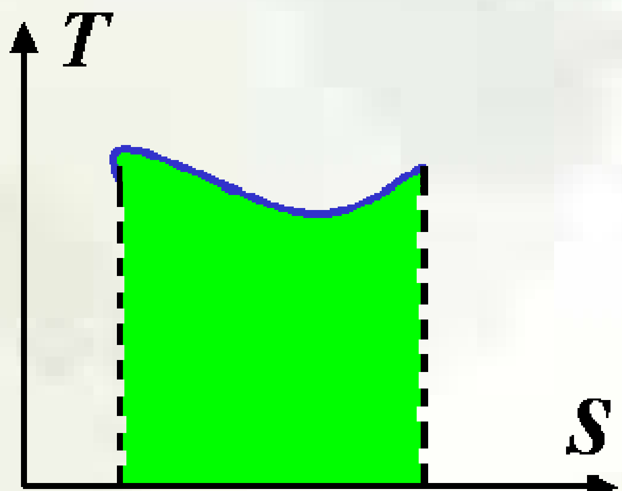
$$\begin{cases} \Delta S > 0 & \text{不可逆过程} \\ \Delta S = 0 & \text{可逆过程} \end{cases}$$

*温熵图下的面积表示

——热量

$$đQ = T\mathrm{d}s$$

$$Q = \int T\mathrm{d}S$$



第11章　振动与波动复习

一、简谐振动

特征： $F_{合} = -kx$ 坐标原点在受力平衡处

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2 x = 0$$

振动方程 $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$$\Rightarrow v, a, E_k, E_P$$

特征量
$$\begin{cases} \underline{\omega} \\ \underline{A} = \sqrt{x_0^2 + \left(\dfrac{v_0}{\omega}\right)^2} \\ \underline{\varphi} = tg^{-1} - \dfrac{v_0}{\omega x_0} \end{cases}$$

旋转矢量法 ……

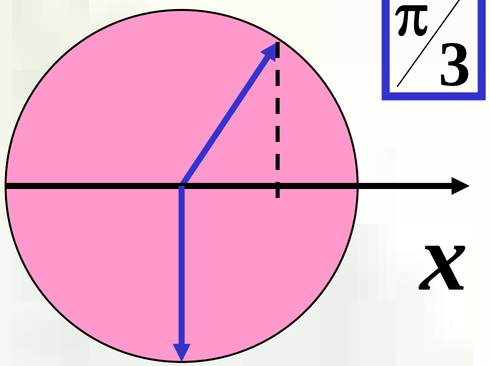
要会（1）证明物体作简谐振动并求周期（2）写振动方程

例1. $t = 0, x_0 = A/2, v_0 < 0, \varphi = ?$ $\boxed{\pi/3}$

$t = 0, x_0 = 0$

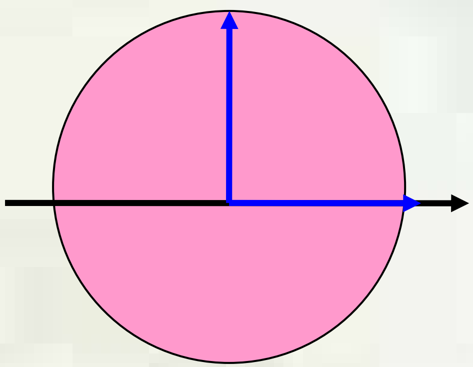
$v_0 > 0$,

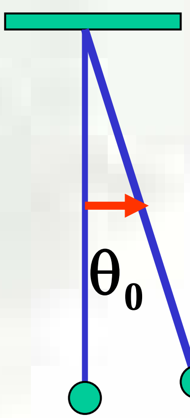
$\varphi = ?$ $\boxed{3\pi/2}$



例2.

$t = 0, \theta_{0(max)}, \varphi = ?$ $\boxed{0}$

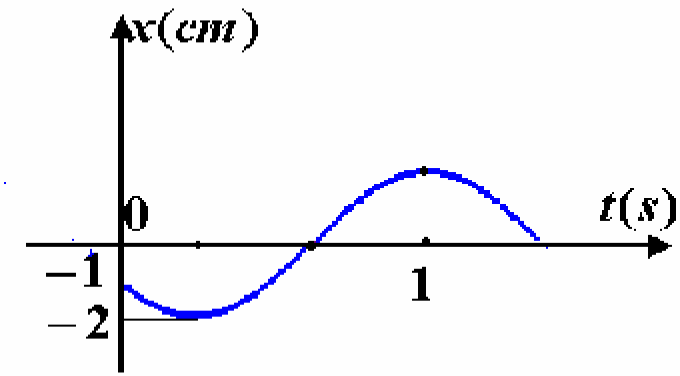




$t = 0$, 平衡位置向左运动，

$\varphi = ?$ $\boxed{\frac{\pi}{2}}$

例3．已知 x——t曲线，写出振动方程

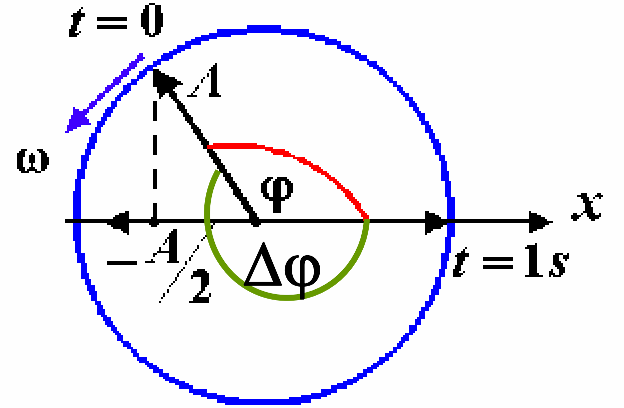


解 $A = 2cm \qquad \varphi = \dfrac{2\pi}{3} \qquad \omega = ?$

$$\Delta\varphi = 4\pi/3$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{4\pi/3}{1} = \frac{4\pi}{3}$$

$$\therefore \ x = 2\cos\left(\frac{4\pi}{3}t + \frac{2\pi}{3}\right)cm$$



二、同方向同频率的简谐振动的合成

$$\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t+\varphi_1) \\ x_2 = A_2\cos(\omega t+\varphi_2) \end{cases}$$

$$\boxed{x = A\cos(\omega t+\varphi)}$$

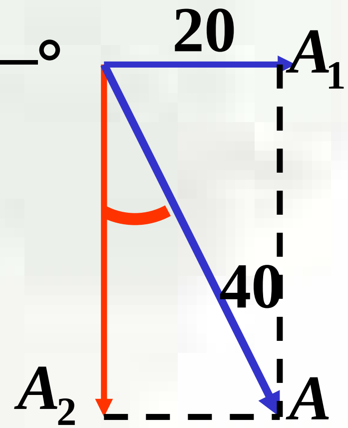
$$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}$$

$$\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1=\begin{cases} 2k\pi, A=A_1+A_2 \ \max \\ (2k+1)\pi, A=\left|A_1-A_2\right| \ \min \end{cases} \qquad k=0,\pm1,\pm2,\cdots$$

例4.两个同方向同频率的简谐振动 $\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t+\pi/4) \\ x_2 = A_2\sin(\omega t+\pi/4) \end{cases}$

已知 A_1=20cm，合振动 A = 40 cm ，则 A_2 = $\underline{20\sqrt{3}}$。

合振动与第二个谐振动的位相差为 $\underline{\pi/6}$。



分析：由 $[x_2=A_2\sin(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{4})=A_2\cos(\omega t-\frac{\pi}{4})]$

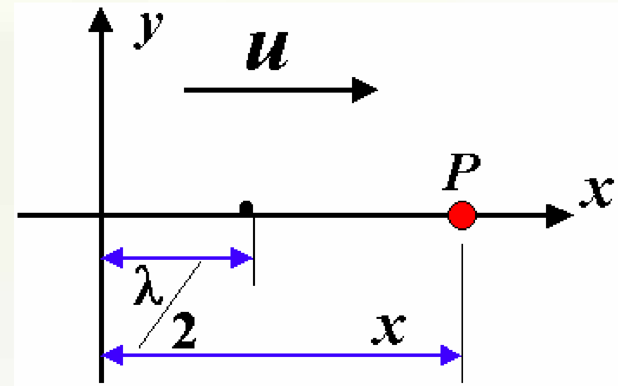
知 ：A_1 比 A_2 超前 $\pi/2$

三、波动方程的建立及意义

波动是振动的传播。

例5. 已知 $x = \lambda/2$ 处质点振动方程为 $y_{\lambda/2} = A\cos(\omega t + \varphi)$

写出波动方程？

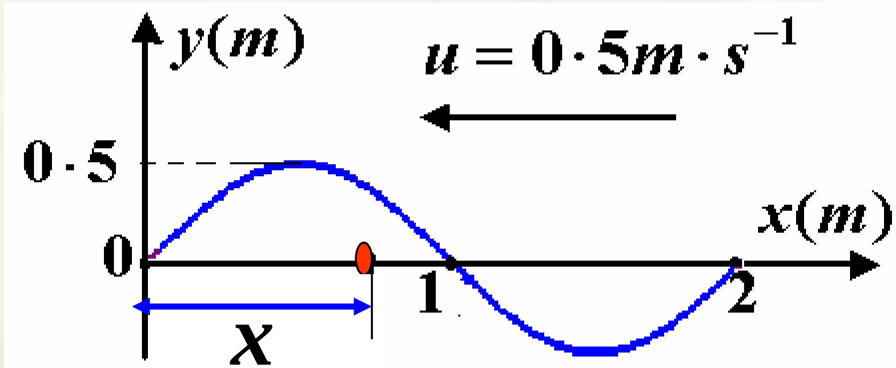


解 $$y = A\cos[\omega(t - \frac{x - \lambda/2}{u}) + \varphi]$$

波动方程意义？

例6. 已知 t=0 时刻的波形曲线，

写出波动方程？



解 $A = 0 \cdot 5m, \lambda = 2m, T = \lambda/u = 4s$

$$\omega = 2\pi/T = \pi/2\,Hz, \quad \varphi = \frac{3\pi}{2}$$

$$y_0 = 0 \cdot 5\cos(\pi/2\, t + 3\pi/2)m$$

波动方程

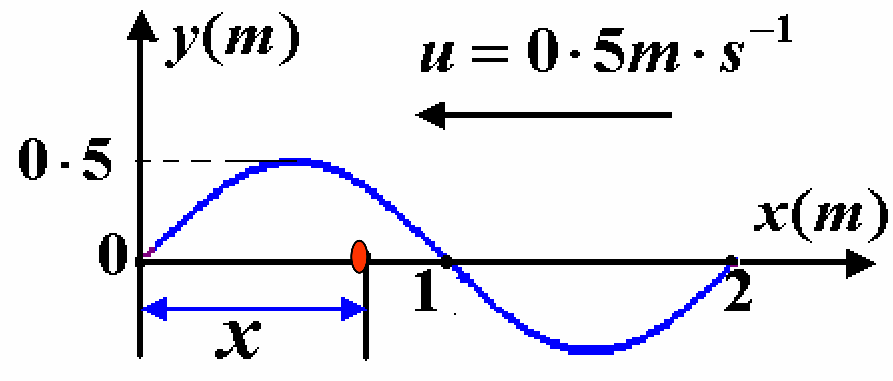
$$y = 0 \cdot 5\cos[\pi/2\,(t + x/0 \cdot 5) + 3\pi/2]m$$

讨论：若图为t=2s时的波形，又如何？

先找出0点的初位相

$$\omega t+\varphi_0=\frac{3\pi}{2}\Rightarrow\frac{\pi}{2}\times 2+\varphi_0=\frac{3\pi}{2}$$

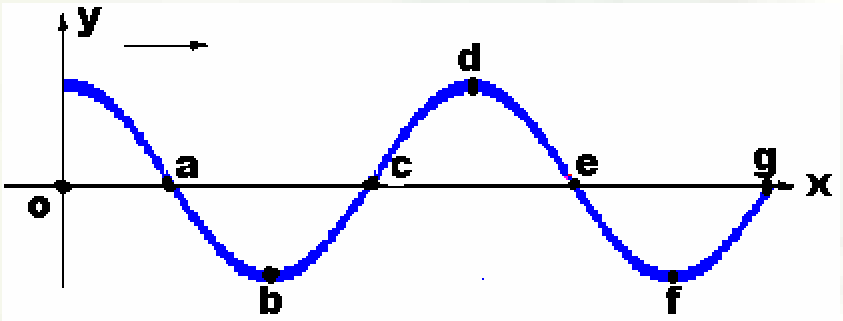
$$\varphi_0=\frac{\pi}{2}$$



波动方程：

$$y=0\cdot 5\cos\left[\frac{\pi}{2}\left(t+\frac{x}{0\cdot 5}\right)+\frac{\pi}{2}\right]$$

例8　　如下图



该时刻，能量为最大值的

媒质元的位置是$\boxed{a,\ c,\ e,\ g}$

四、波的能量

特点：媒质元动能、势能同时变大、同时变小总能量不守恒

$$\begin{cases}\text{平衡位置处——最大}\\\text{最大位移处——最小}\end{cases}$$

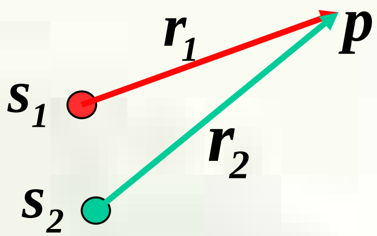
能流密度的平均值（波的强度）

$$I=\langle i\rangle=\frac{\langle P\rangle}{S}=\langle w\rangle u=\frac{1}{2}\rho A^2\omega^2 u\propto A^2$$

五、波的干涉

（1）相干波条件： 振动方向相同、频率相同、位相差恒定。

（2）干涉加强、减弱条件



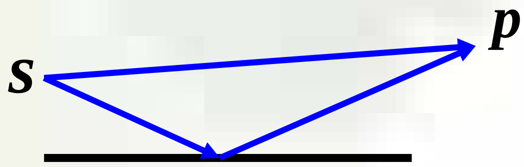
$$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}$$

$$\Delta\varphi=\varphi_{20}-\varphi_{10}-\frac{2\pi}{\lambda}(r_2-r_1)=\begin{cases}\pm 2k\pi & A=A_1+A_2 \quad \text{加强}\\ \pm(2k+1)\pi & A=|A_1-A_2| \quad \text{减弱}\end{cases}$$

$k=0,1,2\cdots$

若 $\varphi_{20}=\varphi_{10}$

$$r_1-r_2=\begin{cases}\pm k\lambda & \text{加强}\\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{减弱}\end{cases}$$

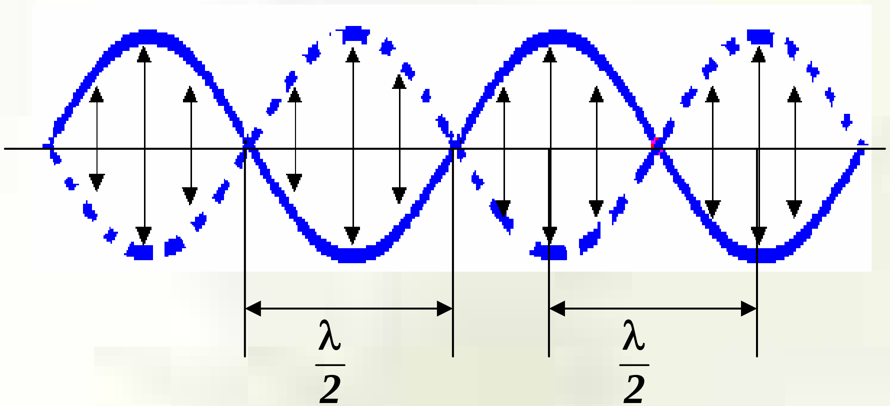


若有半波损失，则 $+\frac{\lambda}{2}$ 或 $-\frac{\lambda}{2}$

若只求加强、减弱位置，不必写波动方程。

3、驻波

两列振幅相同的相干波，反向传播迭加而成。

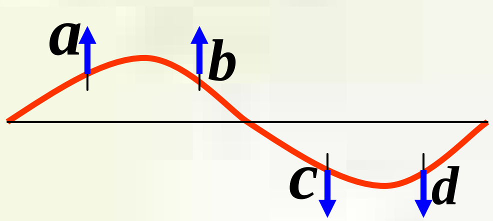


实为分段振动 $\begin{cases}\text{同一段同位相}\\ \text{相邻段反位相}\end{cases}$

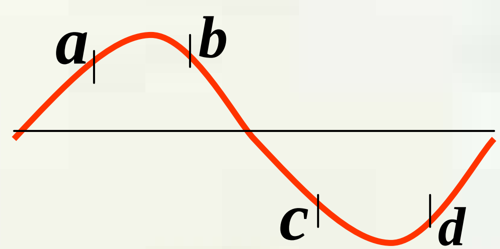
波腹　波节

定量 $y_{驻} = y_{入} + y_{反}$

例7.下图为驻波曲线，画出 *abcd*各点振动速度方向？



向最大位移运动



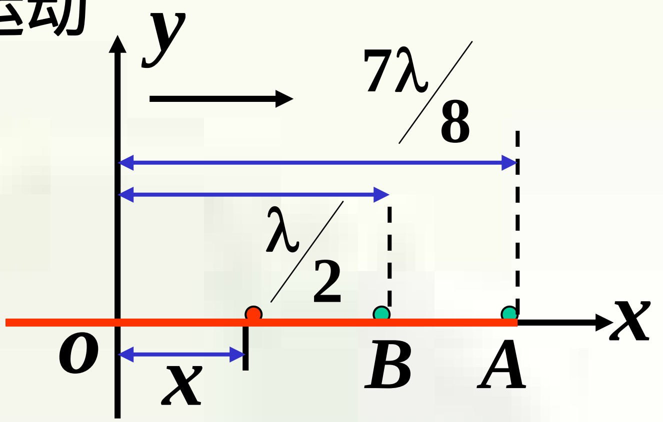
最大位移时

例9. 已知入射波的 A, ν, λ，A 点为自由端 $OA = 7\lambda/8$，$OB = \lambda/2$

t= 0 时、0 点合振动经平衡位置向负向运动

求：(1) B点合振动方程？

(2) OA 段波腹、波节的位置？



解 (1) 设 $y_0 = A\cos(2\pi\nu t + \varphi_0)$

$$y_{入} = A\cos[2\pi\nu(t - x/u) + \varphi_0]$$

$$= A\cos[2\pi\nu t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_0]$$

$$y_{反} = A\cos[2\pi\nu(t - \frac{2\times 7\lambda/8 - x}{u}) + \varphi_0]$$

$$= A\cos[2\pi\nu t + 2\pi x/\lambda - 3\pi/2 + \varphi_0]$$

$$\boxed{y_{驻} = 2A\cos(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{4})\cos(2\pi\nu t - \frac{3\pi}{4} + \varphi_0)}$$

在 x=0 处合振动方程为

$$y_{0合} = -\sqrt{2}A\cos(2\pi\nu t - \frac{3\pi}{4} + \varphi_0)$$

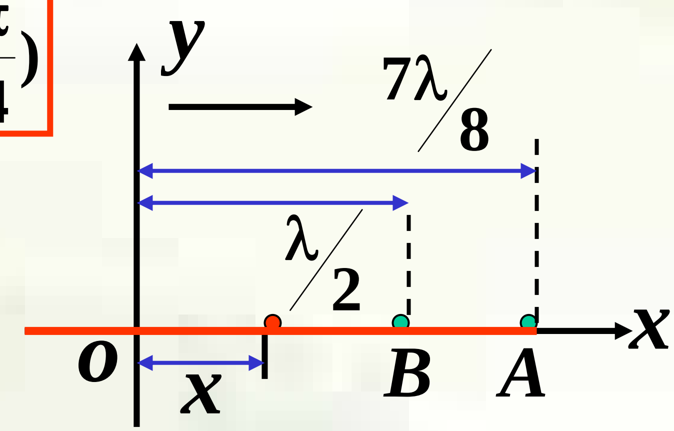
$$= \sqrt{2}A\cos(2\pi\nu t + \frac{\pi}{4} + \varphi_0)$$

此点合振动的初位相为

$$\frac{\pi}{4} + \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \qquad \therefore \varphi_0 = \frac{\pi}{4}$$

$$y_{驻} = 2A\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t - \frac{3\pi}{4} + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$y_{驻} = 2A\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t - \frac{\pi}{2}\right)$$



B 点 $(x = \frac{\lambda}{2})$ 的合振动方程为

$$y_B = 2A\cos\left(\frac{2\pi\, \lambda/2}{\lambda} - \frac{3\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$y_B = \sqrt{2}A\cos\left(2\pi\nu t - \frac{\pi}{2}\right)$$

(2) $$\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{4} = \begin{cases} \pm k\pi \\ \pm(2k+1)\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

波腹 $x = 3\lambda/8,\quad 7\lambda/8,$

波节 $x = 5\lambda/8,\quad \lambda/8$

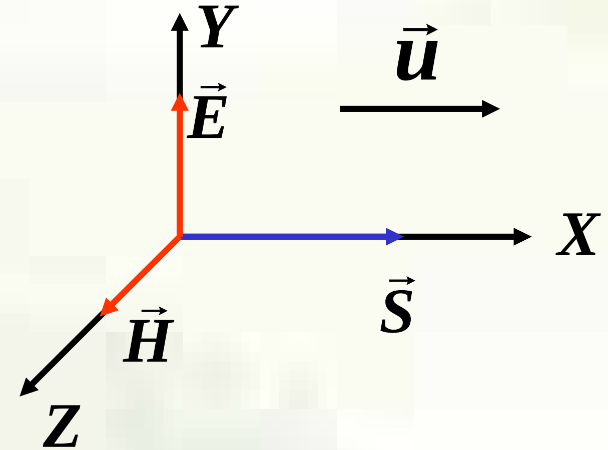
六、电磁波

特点：(1) $\vec{E}\perp\vec{u}$， $\vec{H}\perp\vec{u}$

(2) $\vec{E}\perp\vec{H}$， $\vec{E}\times\vec{H}\ //\ \vec{u}$

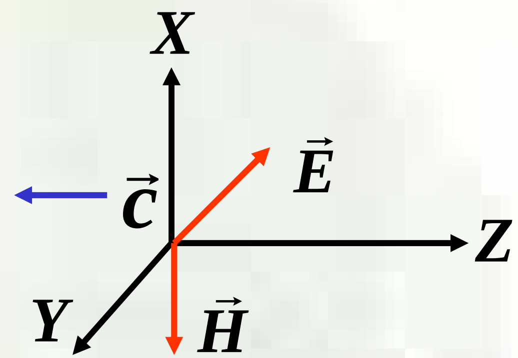
(3) $\vec{E}$、$\vec{H}$同位相

(4) $\sqrt{\varepsilon}E=\sqrt{\mu}H \quad (\sqrt{\varepsilon_0}E=\sqrt{\mu_0}H)$



(5) $u=\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}=\dfrac{c}{\sqrt{\mu_r\varepsilon_r}} \Rightarrow c=\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$

能流密度矢量—坡印廷矢量 $\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$



要会写波动方程：

例10. 已知 $H_x=-H_0\cos\omega(t+\dfrac{Z}{c}),\ H_y=H_Z=0$

写出 $\vec{E}$ 的波动方程

解： $E_x=E_Z=0$

$$\boxed{E_y=-\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}H_0\cos\omega(t+\frac{Z}{c})}$$

七、 多普勒效应

（1）观察者（R），波源（S）相对媒质运动

$$\gamma_R = \frac{u + v_R}{u - v_s}\gamma_s$$

（2）波被运动反射面反射

$$\gamma' = \frac{u + v}{u - v}\gamma$$

（3）运动方向倾斜的情况

将速度分解，用纵向分量取代。

（4）电磁波（光）的多普勒效应：

$$\gamma_R = \sqrt{\frac{c + v}{c - v}}\gamma_s$$

（约定）：速度的符号以相互靠近时为正。

复习

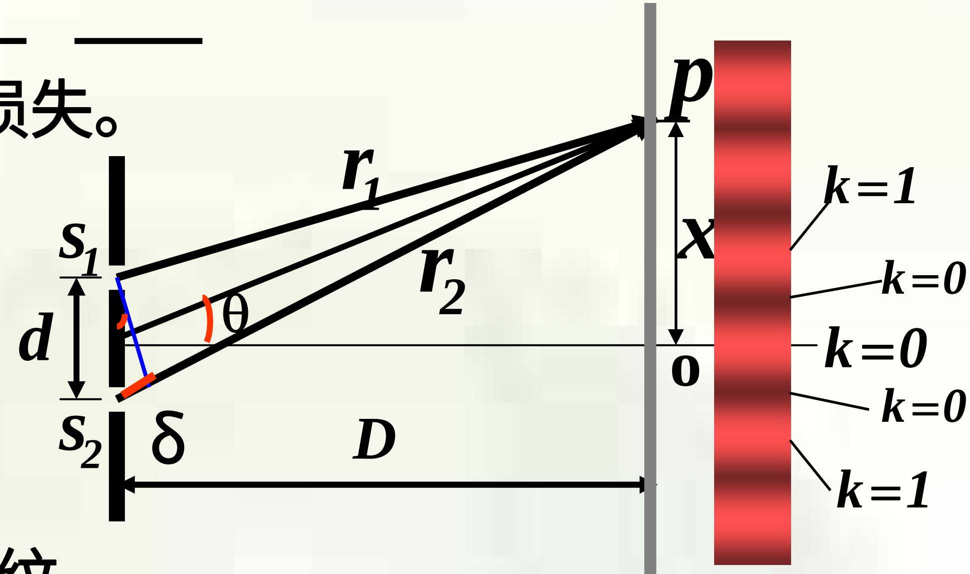
波动光学

一、光的干涉

1. 相干光的条件：____ ____ ____

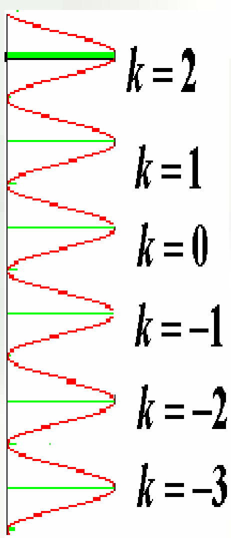
光程差：l, n, 半波损失。

2. 双缝干涉



明暗纹条件：

$$d\sin\theta = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{暗纹} \end{cases} \qquad k = 0,\pm1,\pm2\cdots$$



$$\sin\theta \approx \frac{x}{D} \qquad \Delta x = \frac{D\lambda}{d}$$

光强分布：$I = 4I_1\cos^2\beta \qquad \beta = \dfrac{\pi d\sin\theta}{\lambda}$

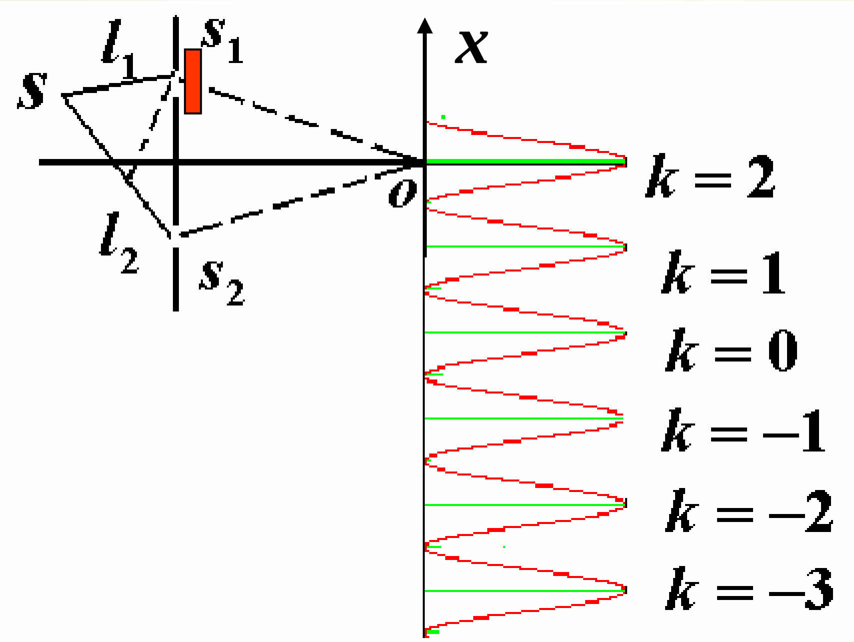
讨论：

（1） 装置放入介质中 $\delta = nd\sin\theta$

（2） 点光源不放中间：（如右图）

中央‘O’ 点为 k=2 级明纹。

求：l_1 与 l_2 之差？ $\boxed{l_2 - l_1 = 2\lambda}$



求：屏上条纹的位置？

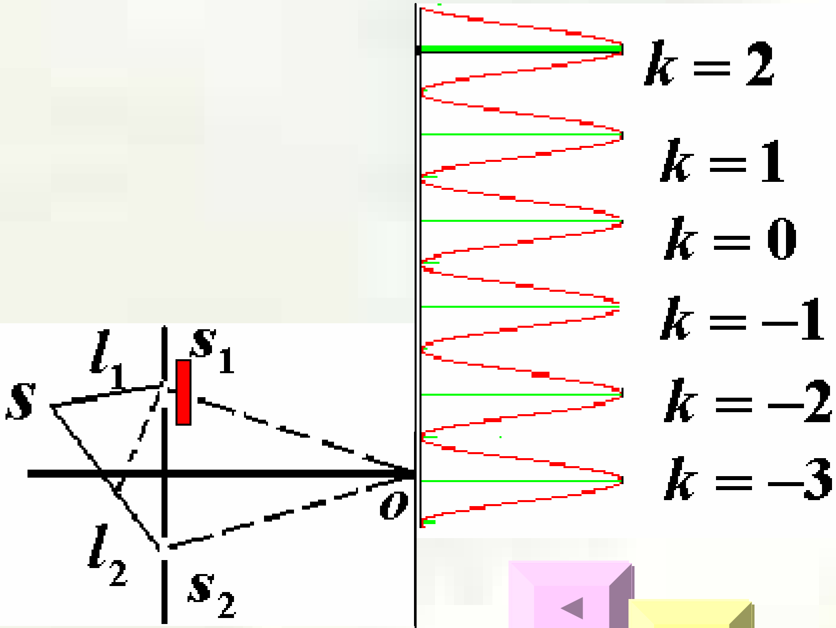
$$l_2 - l_1 + d\sin\theta = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{暗纹} \end{cases}$$

求：零级明纹的位置？

$$k = 0 \Rightarrow 2\lambda + d\sin\theta = 0$$

$$2\lambda + d\frac{x}{D} = 0 \Rightarrow x = -\frac{2D\lambda}{d}$$

插入薄片 e 条纹如何移动？



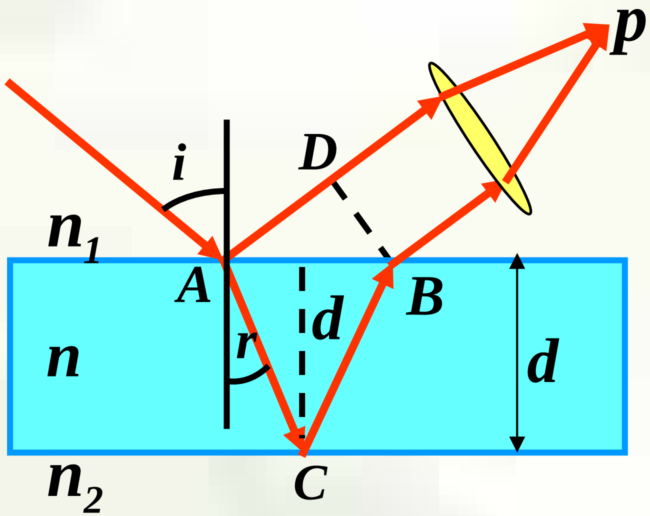
若 O 点为 k= - 3 级明纹，求 n

$$(ne - e) = 5\lambda \longrightarrow n = \frac{5\lambda}{e} + 1$$

3. 薄膜干涉

干涉条件

设 $n_1 < n < n_2$

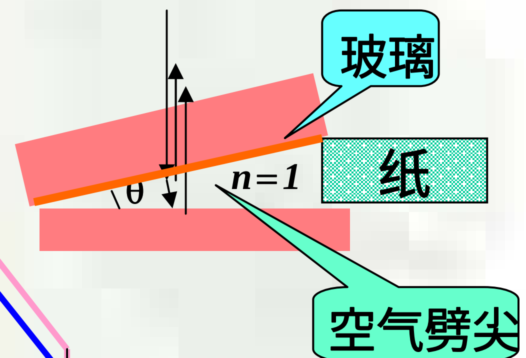


$$2nd\cos r = \begin{cases} k\lambda & \text{加强} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{减弱} \end{cases}$$

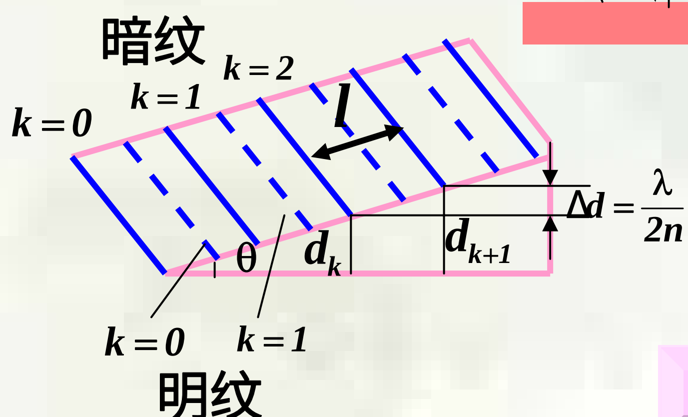
两反射光都有或都没有半波损失。

（1）等厚干涉

垂直入射，一条反射光有半波损失。



$$2nd = \begin{cases} k\lambda & \text{暗纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{明纹} \end{cases}$$

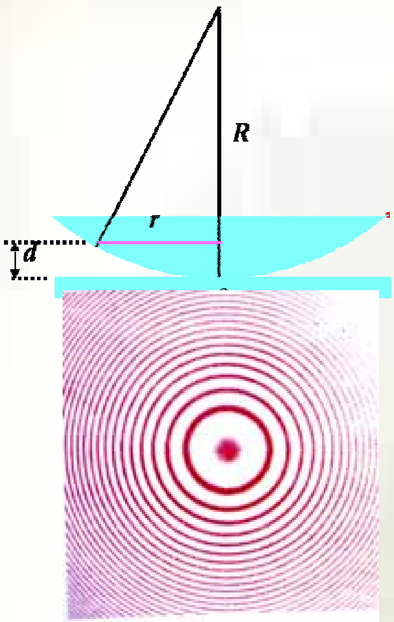


同一膜厚对应同一条纹。

$$\Delta d = \frac{\lambda}{2n} \qquad l = \frac{\lambda}{2n\sin\theta}$$

注意条纹移动！

牛顿环:



$$d \approx r^2 / 2R \qquad r = \begin{cases} \sqrt{kR\lambda} & \text{暗环} \\ \sqrt{(2k+1)\dfrac{R\lambda}{2}} & \text{明环} \end{cases} \quad k = 0,1,2\cdots$$

动态反映

透镜向上平移,条纹如何变化？内缩.

向下平移？外冒。

例2.（1）如何判断镜头太平 或太凸？

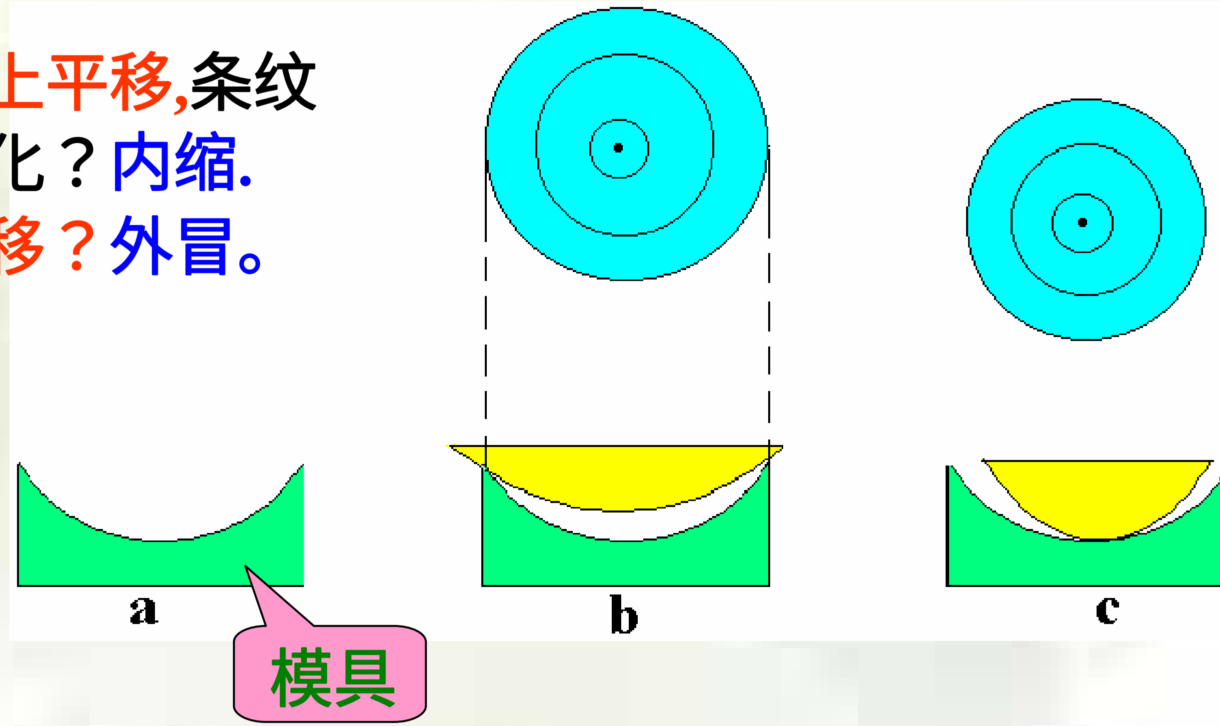
轻压一下镜头，条纹会移动

变薄，内缩

镜头太平(图 b)。

变薄，外冒

镜头太凸 (图 c)。



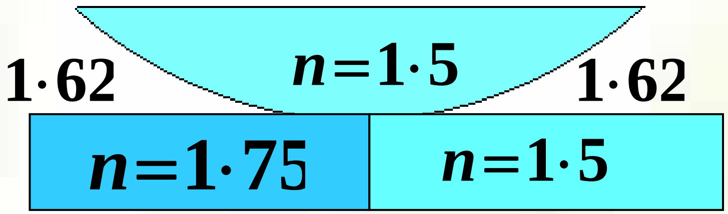
（2）图 b、波长λ，求空气隙最大的厚度？

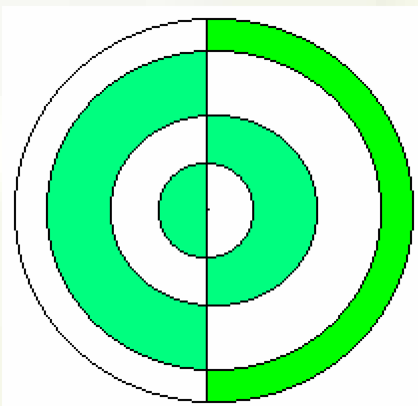
暗纹 $2d = k\lambda$

数得中心点为 k=3 级暗纹

$$d = \frac{k\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{2}$$

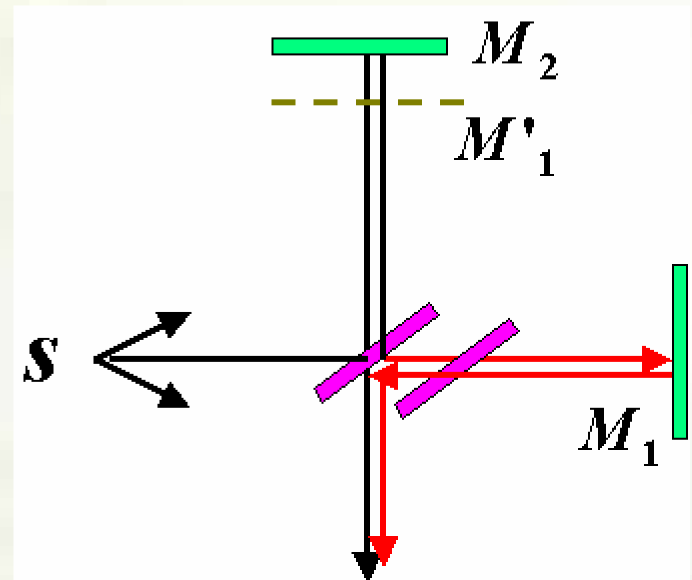
牛顿环如图示情况,明暗条纹如何分布?

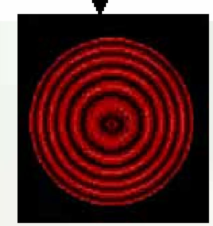




（2）等倾干涉

迈克尔逊干涉仪





M_1 与 M_2 严格垂直——等倾干涉（圆环形条纹）

M_1 与 M_2 不垂直——等厚干涉

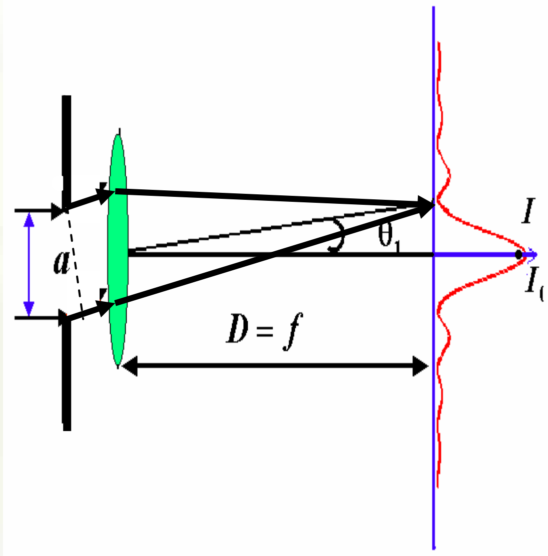
条纹移动 ΔN 条，光程差改变 $\Delta N\lambda$，可动镜移动 $\Delta d = \Delta N \lambda/2$

二、光的衍射(无数子波的干涉效应)

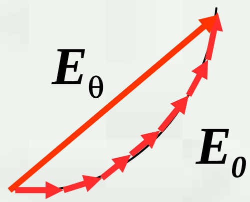
1. 单缝夫朗和费衍射

$$a\sin\theta=\begin{cases}\pm k\lambda & \text{暗纹（极小）} \quad k=1,2,\cdots \\ & \text{（缝被分成偶数个半波带）} \\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{明纹（极大）} \quad k=1,2,\cdots \\ & \text{（缝被分成奇数个半波带）}\end{cases}$$

$\theta=0$ —— 中央明纹



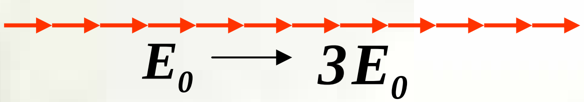
$$I=I_0\frac{\sin^2\alpha}{\alpha^2},\qquad \alpha=\frac{\pi a\sin\theta}{\lambda}$$



讨论：（1）缝上、下移动，中央明纹的位置变否？不变

（2）缝宽增加为原来的 3 倍，问 I_0 及 $\sin\theta_1$ 如何变化？

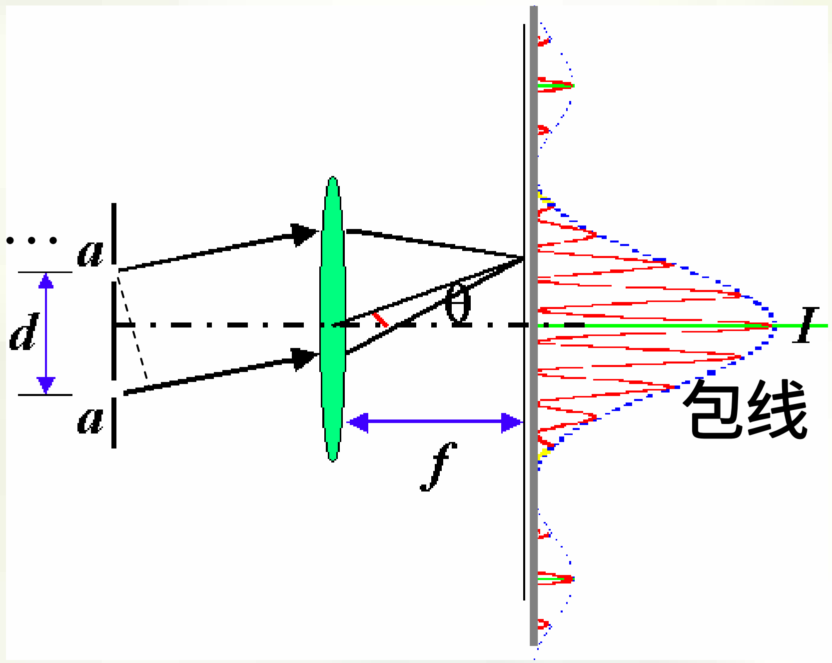
$$若 a\to 3a\begin{cases}E_0\to 3E_0,\quad I_0\to 9I_0, \\ \sin\theta_1\to\dfrac{1}{3}\sin\theta_1\end{cases}$$



2. 双缝衍射

条纹位置

$$d\sin\theta=\begin{cases}k\lambda & \text{明纹}\\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{暗纹}\end{cases}\qquad k=0,\pm1,\cdots$$



强度 受单缝衍射的调制

$$I=I_m\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2\cos^2\beta$$

缺级 $\dfrac{a}{d}=\dfrac{k'}{k}=$ 整数比时，**k** 级明纹缺级，不止一条。

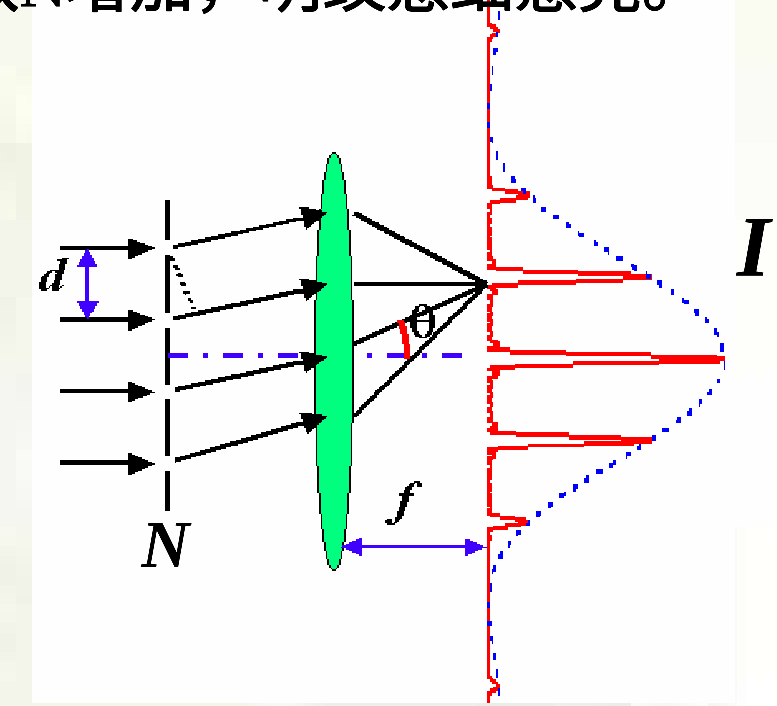
注意 ：d、a 、 λ、 对条纹的影响。

3. 多缝（光栅）衍射

条纹特点：明纹（主极大、谱线）又细又亮（相邻明纹间有N-1个极小，N-2个次极大），缝数N增加，明纹愈细愈亮。

主极大（明纹）的位置：

$$d\sin\theta = k\lambda \qquad k = 0 \pm 1 \pm 2 \cdots$$



强度 $I \propto N^2$

宽度 $\Delta\theta \propto \dfrac{1}{N}$

缺级 $\dfrac{a}{d} = \dfrac{k'}{k} = \cdots$ 缺 k 级$\cdots$

注意：（1）要会写干涉条件

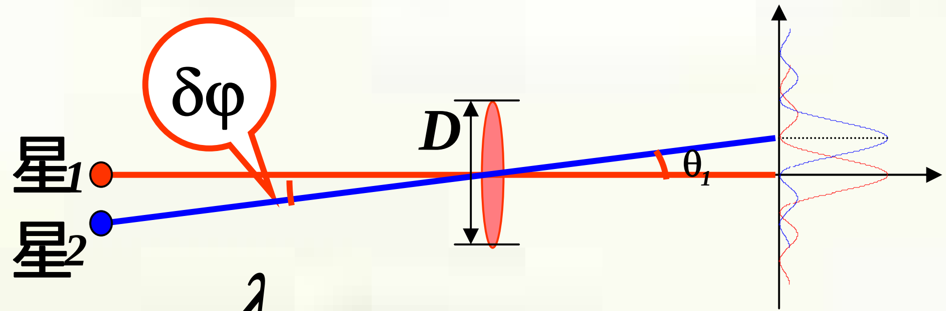
如：平行光斜入射的情况

（2）最高级数：由 $\theta = 90^0$ 求之。无限远处可认为看不见。

总条纹数（所有可见明纹数）。

（3）若给出缝宽 a，则要扣去缺级条数。

4. 圆孔衍射

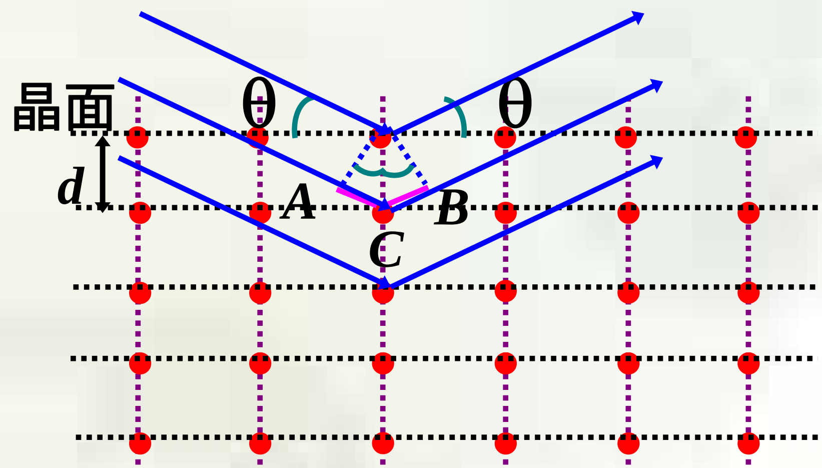


最小分辨角 $\delta\varphi = \theta_1 = 1.22 \dfrac{\lambda}{D}$

提高分辨率（分辨本领）途径：$\begin{cases} D \uparrow \\ \lambda \downarrow \end{cases}$

问：孔径相同的微波望远镜与光学望远镜，哪种分辨率高？

5. *X* 射线衍射



布拉格公式

$$2d\sin\theta = k\lambda \qquad k = 1,2,\cdots$$

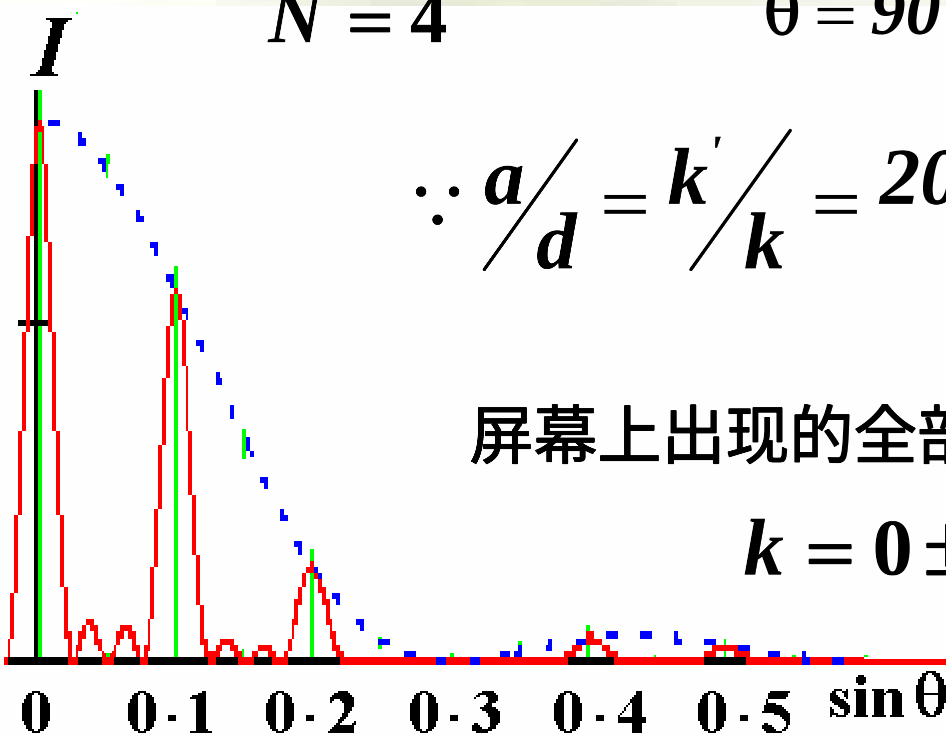
例3. 光栅衍射强度分布如图， 设 λ= 600 nm
求：d、 a、 N及屏上条纹数目

解：

$$d\sin\theta = k\lambda \qquad k=1 \Rightarrow d = \frac{\lambda}{\sin\theta_1} = \frac{600}{0\cdot 1} = 6000nm$$

$$a\sin\theta = k'\lambda \qquad k'=1 \Rightarrow a = \frac{\lambda}{\sin\theta_1} = \frac{600}{0\cdot 3} = 2000nm$$

$$N = 4 \qquad \theta = 90^0 \Rightarrow k = \frac{d}{\lambda} = \frac{6000}{600} = 10$$



$$\because a/d = k'/k = 2000/6000 = 1/3 = 2/6 = 3/9$$

$$\therefore k = 3,\ 6,\ 9$$ 缺级

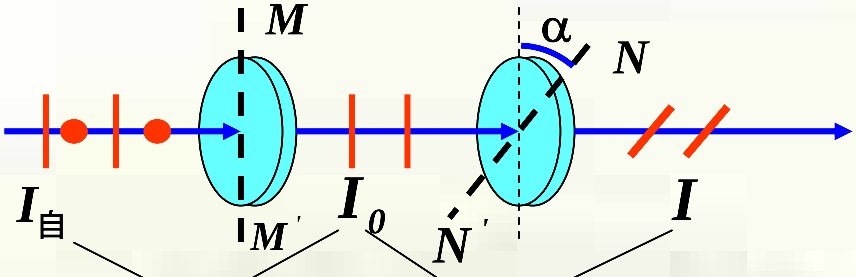
屏幕上出现的全部明纹级数为：无限远（看不见）

$$k = 0 \pm 1 \pm 2 \pm 4 \pm 5 \pm 7 \pm 8 \pm \cancel{10}$$

共13 条

三、光的偏振

1、马吕斯定律：



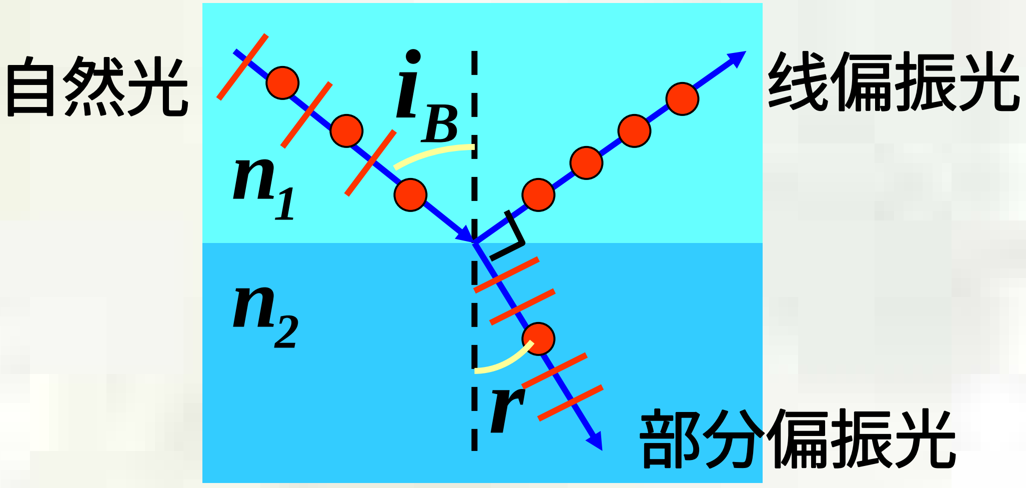
$$I_0 = \frac{I_自}{2}$$

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

2、布儒斯特定律

$$\boxed{tg\, i_B = \frac{n_2}{n_1}}$$

$$i_B + \gamma = 90^0$$



量 子 物 理 基 础

1 光的波粒二象性

爱因斯坦光子方程 $\begin{cases} E = h\gamma \\ p = \dfrac{h}{\lambda} \end{cases}$

康普顿效应 $\Delta\lambda = \dfrac{h}{m_0 c}(1-\cos\varphi) = \lambda_c(1-\cos\varphi).,\quad \lambda_c = 0.024\overset{\circ}{A}$

2 得布罗意波 $\lambda = \dfrac{hc}{\sqrt{E_k^{\,2} + 2E_k m_0 c^2}}$

$$\begin{cases} E_k \ll m_0 c^2, (v \ll c)., \lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}} \\ E_k \gg m_0 c^2, (v \to c)., \lambda = \dfrac{hc}{E_k} \end{cases}$$

电子低速情况 $(U < 10^4 V): \lambda = \frac{12.3}{\sqrt{U}} \mathring{A}$

实验验证：戴维逊——革末实验。

3 不确定关系

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p_x \geq h \\ \Delta y \cdot \Delta p_y \geq h \\ \Delta z \cdot \Delta p_z \geq h \end{cases}$$

4 波函数 $\psi(\vec{r}, t)$

意义：几率密度 $\rho = \left|\psi(\vec{r}, t)\right|^2 = \psi^* \cdot \psi$

条件：标准条件：单值，有限，连续（由此得出量子化条件）

归一化条件：$\iiint_V \left|\psi(\vec{r}, t)\right|^2 \mathrm{d}V = 1$

定态薛定谔方程：$\nabla^2\psi+\frac{2m}{\hbar^2}\left(E-U\right)\psi=0$

$$\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

5　一维无限深势阱（要求会算）

$$E_n=n^2\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}.,(n=1,2,3\cdots)$$

$$\psi_n(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{n\pi}{a}x$$

$$\rho=\left|\psi_n\left(x\right)\right|^2=\frac{2}{a}\sin^2\frac{n\pi}{a}x$$

6　氢原子

四个量子数　n, l, m_l, m_s

（1）能量：　$E_n = -13.6\frac{1}{n^2}, (n = 1,2,3\cdots)$

（2）角动量：$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar., (l = 0,1,2,\cdots,n-1)$

（3）角动量投影：$L_z = m_l\hbar, (m_l = 0,\pm1,\pm2,\cdots,\pm l)$

（4）自旋角动量：$L_s = \sqrt{s(s+1)}\hbar = \frac{\sqrt{3}}{2}\hbar., (s = \frac{1}{2})$

自旋角动量投影：$L_{sz} = m_s\hbar, (m_s = \pm\frac{1}{2})$

泡利不相容原理：