2-1

2-1:

(1) ~~对于~~ 在一流线上的波 其波函数为 $y=2\cos[\pi(0.5x-200t)]$

在某一时刻下，若其相位相同，则其水平距离 x 也相同.

∴ 相位相同的点都位于水平距离为 x 的平面上，∴该波为平面波.

(2) 当该机械波的传播方向与波的振动方向垂直时 表示横波;

当该机械波传播方向与振动方向 ~~相同时~~ 在同一直线上时表示纵波.

(3) 振幅 $A=2cm$　　周期 $T=\frac{2\pi}{200\pi}=\frac{1}{100}s$　　波速 $v=\lambda\cdot\nu=4m/s$

波长 $\lambda=\frac{2\pi}{0.5\pi}=4cm$　　频率 $\nu=\frac{1}{T}=100Hz$　　圆波数 $k=0.5\pi$

(4) $x=1$时　$y=2\cos(\frac{\pi}{2}-200\pi t)$

∴其复振幅表达式 $\tilde{y}(1)=2\cdot e^{i(\frac{\pi}{2})}=2e^{\frac{\pi}{2}i}$.

讨论与归纳:

(1) 对于定态平面波，其波函数 $U(x,t)$ 满足: 振幅 $A(x)$ 为常数，与取定的 x 无关

~~如 $\varphi(x)=$~~ 且其相位 φ 为关于直角坐标的线性函数，这里固定了 t，如 $\varphi=\vec{k}\cdot\vec{r}+\varphi_0$。

(2) 若对于定态球面波，其波函数 $U(P,t)$ 满足: 振幅 $A(P)=\frac{a}{r}$ 反比于场点到振源的距离 r

相位分布形式为 $\varphi(P)=kr+\varphi$.

(3) 对于波函数的复数形式: 若 $U(P,t)=A\cos(\omega t-\varphi(P))$ 则 $\tilde{U}(P,t)=A\cdot e^{i(\omega t-\varphi(P))}$

实际上由欧拉公式 $e^{i\theta}=\cos\theta+i\sin\theta$　$Ae^{i(\omega t-\varphi(P))}=A\cos(\omega t-\varphi(P))+Ai\sin(\omega t-\varphi(P))$，这似乎与 $U(P,t)$

表达方式不同，但对于复函数 $U=A\cos(\omega t-\varphi(P))+Ai\sin(\omega t-\varphi(P))$，只有其实部才表示真正的物理量.

∴ $\tilde{U}(P,t)=Ae^{i(\omega t-\varphi(P))}=Ae^{i(\varphi(P)-\omega t)}=Ae^{i\varphi(P)}\cdot e^{-i\omega t}$

在讨论波场中各点的扰动时，时间因子 $e^{-i\omega t}$ 总是相同的

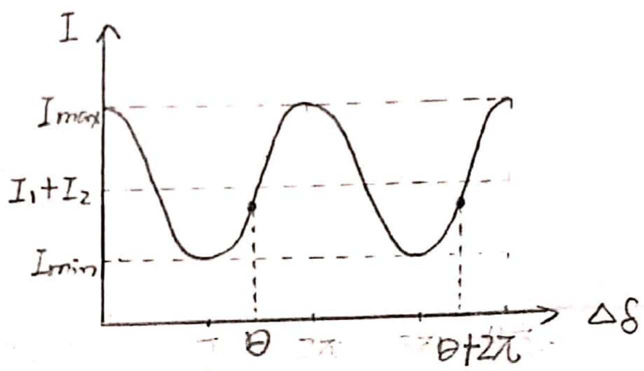
于是可省略不写，剩下关于空间分布的因子 为 $Ae^{i\varphi(P)}$ 为复振幅 $\tilde{U}(P)$

2-3 我们知道相干光的光强叠加公式：$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\delta$

干涉中的能量分布情况表明，二个相干光合成的最大光强为 $I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$

最小光强 $I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$，而如果没有发生干涉的作用，则两光线的光强应为 $I = I_1 + I_2$，这时我们可以大致理解为总能量不变（$I = \frac{I_{max} + I_{min}}{2}$）

关于这一点，我们可以用干涉光强分布曲线来说明：



在不发生干涉时，两束光的总能量可理解为 $I = I_1 + I_2$ 与横轴围成的面积（一个周期）

即 $E_1 = (I_1 + I_2) \times (\theta + 2\pi - \theta) = 2\pi(I_1 + I_2)$

在发生干涉时，两束光的总能量可理解为图中曲线和横轴围成的面积，

$$E_2 = \int_{\theta}^{\theta+2\pi}(I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\delta)\,d\delta$$

$$= (I_1\delta + I_2\delta + 2\sqrt{I_1 I_2}\sin\delta)\Big|_{\theta}^{\theta+2\pi}$$

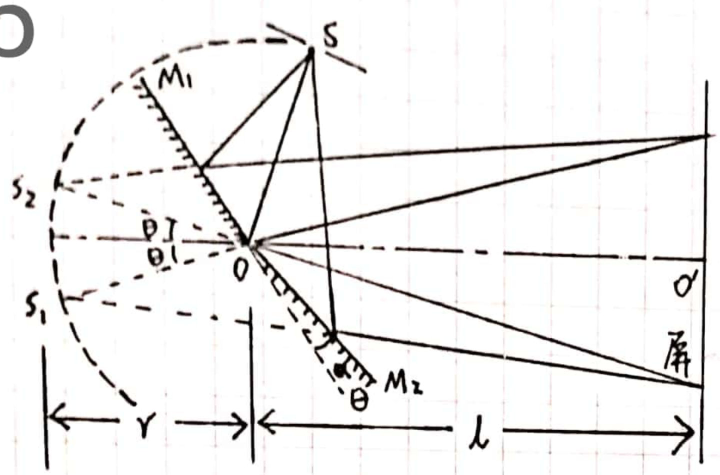
$$= 2\pi(I_1 + I_2)$$

故有 $E_1 = E_2$

由此得出结论：

在发生干涉作用时，虽然空间各处的能量有增有减，但总的能量还是守恒的。换言之，干涉是能量重新分配，但总能量不变。

2-5



$$\Delta x = \frac{\lambda(r+l)}{2\theta r} \quad ①$$

由①得 $\theta = \frac{\lambda(r+l)}{2\Delta x r} = 0.0303\ \text{rad}$

设屏宽为H

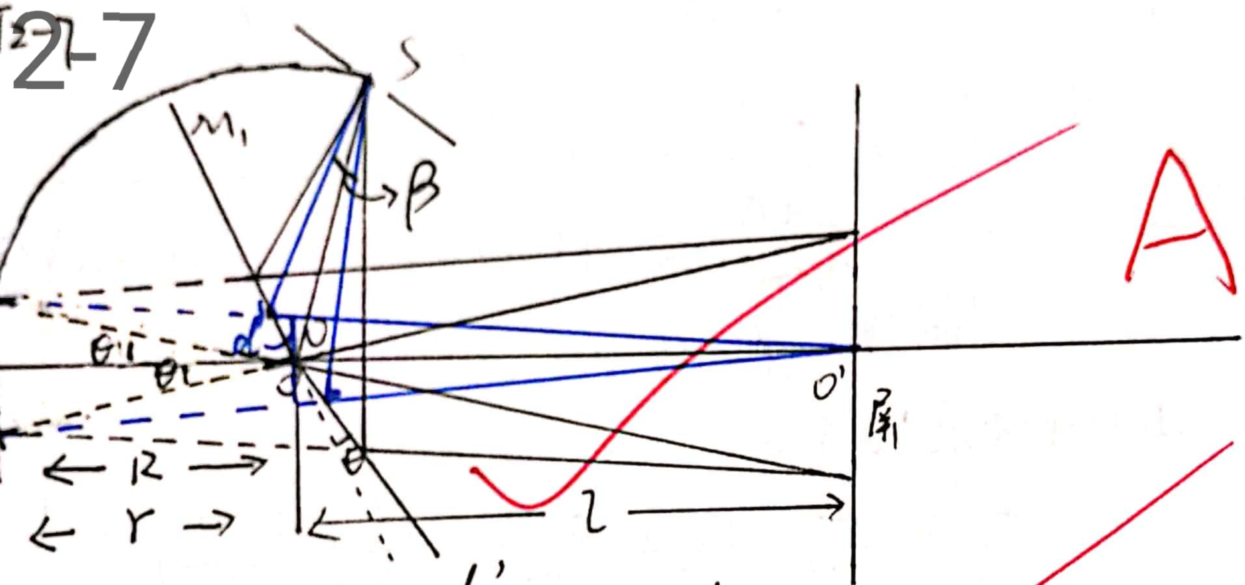
$$2\theta = \frac{H}{l} \quad ②$$

由②得 $H = 2\theta l = 6.06\ \text{cm}$

$$N = \frac{H}{\Delta x} = 60.6(个)$$

∴夹角θ角度为0.0303 rad，在屏上亮条纹总数为60.6个.

2-7



A

(1) 因为 $\beta \overset{def}{=} \frac{d'}{R} = \frac{l}{l+r}\cdot\frac{d}{R}$ ..

故 $\beta = \frac{2r\cdot\sin\theta}{r\cos\theta}\cdot\frac{l}{l+r} = \frac{2l}{l+r}\tan\theta = \frac{2l\theta}{l+r}$ $(\theta\to 0)$

(2) $b_c = \frac{\lambda}{\beta} = \frac{\lambda(l+r)}{2l\tan\theta} \sim \frac{\lambda(l+r)}{2l\sin\theta}$ $(\theta\to 0)$ $= \cancel{\frac{2l\theta}{l+r}}\ \frac{\lambda(l+r)}{2l\theta}$

(3) ∵ $e = \frac{\lambda(r+l)}{2\sin\theta\, r} = 1mm$.

故 $b_c = \frac{e}{l} = 0.01mm$ $\frac{.1mm}{10mm} = 0.1mm$

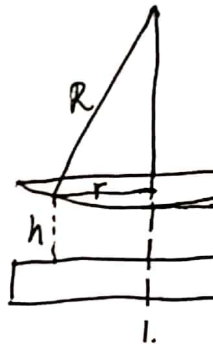
2-9 ① $2h_b n + \frac{\lambda}{2} = k'\lambda$

$2h_0 n + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$

$r_m = \sqrt{R^2-(R-h_b+h_0)^2} \approx \sqrt{2R(h_b-h_0)}$

且 $k' = k+m \quad (k,k',m\in Z^+)$

联立可得



$r_m \approx \sqrt{\frac{m\lambda}{n}\cdot R}$

$\therefore e_m = \sqrt{\frac{(m+1)}{n}\lambda R} - \sqrt{\frac{m\lambda R}{n}}$

② $2h_d n + \frac{\lambda}{2} = (2k+2m+1)\frac{\lambda}{2}$

$2h_0 n + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k,m\in Z^+)$

A

$r_m = \sqrt{R^2-(R-h_d+h_0)^2} \approx \sqrt{2R(h_d-h_0)}$

得 $r_m \approx \sqrt{\frac{(m-\frac{1}{2})\lambda}{n}R}$

$\therefore e_m = \sqrt{\frac{(m+\frac{1}{2})\lambda}{n}R} - \sqrt{\frac{(m-\frac{1}{2})\lambda}{n}R}$

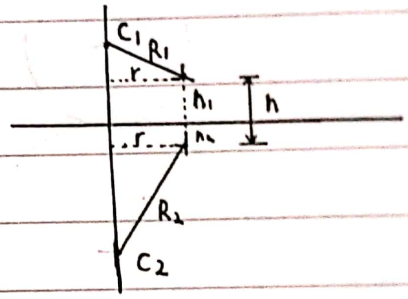
2-11解：(1) $r^2=R_1^2-(R_1-h_1)^2 \Rightarrow r^2=2R_1h_1-h_1^2$ 因略去高阶无穷小得量h_1^2得

$r^2=2R_1h_1 \quad h_1=\frac{r^2}{2R_1}$ 同理可知 $h_2=\frac{r^2}{2R_2}$

$h=h_1+h_2=\frac{r^2}{2}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$

$\Delta=r^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)+\frac{\lambda}{2}=\frac{2k+1}{2}\lambda \quad \therefore r^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=k\lambda$

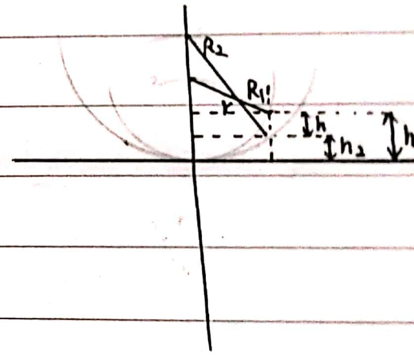
$r=\sqrt{\frac{R_1R_2k\lambda}{R_1+R_2}}$



(2) 由(1)可知 $h_1=\frac{r^2}{2R_1} \quad h_2=\frac{r^2}{2R_2}$

$h=h_1-h_2=\frac{r^2}{2}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

$\Delta=r^2\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{2k+1}{2}\lambda \Rightarrow r=\sqrt{k\lambda\frac{R_1R_2}{R_2-R_1}}$



2-11