一、

$c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ 真空光速

介质中光速 $v=\frac{c}{n}=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$

折射率 $n=\frac{c}{v}=\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}\approx\sqrt{\varepsilon_r}$

波长 $\lambda'=\frac{\lambda}{n}$

> 介质中光的频率不发生改变

常用电场矢量代替光强.

$$E(\vec{r},t)=A(\vec{r})\cos[\omega t-\vec{k}\vec{r}-\varphi_0]$$

光强: $I\propto E_0^2$. 取: $I=E_0^2=A^2$.

定态波: 各点的振幅不随时间变化

$$\begin{cases}\text{平面波}: A(\vec{r})=\text{常数}\\ \text{球}\quad : A(\vec{r})=\frac{a}{r}\end{cases}$$

光的干涉.

非相干光叠加: $I=\sum I_i$

相干光: $I\neq\sum I_i\rightarrow$ 有条纹

相干光条件 $\begin{cases}\text{频率相同}\\ \text{相位差恒定}\\ \text{振动方向平行(存在相互平行分量)}\end{cases}$

普通光源各部分发出的光是互不相干的

如何计算干涉后的光强?

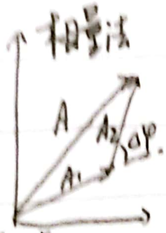
$I=I_1+I_2+2\sqrt{I_1I_2}\cos\Delta\varphi$. 其中 $\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}\delta$. ($\delta$为光程差 $=n_1r_1-n_2r_2$)

"反衬度" $\gamma=\frac{I_{max}-I_{min}}{I_{max}+I_{min}}=\frac{2A_1A_2}{A_1^2+A_2^2}$

$I_{min}=0$ → 条纹最清晰

$I_{min}=I_{max}$ → $\gamma=0$ 条纹消失

相量法



$A^2=A_1^2+A_2^2-2A_1A_2\cos(\pi-\Delta\varphi)$

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

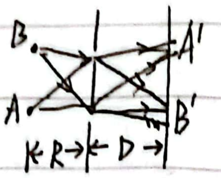
双缝干涉

明暗条纹的位置. 明 $x=\pm k\frac{D}{d}\lambda$ $(k=0,1,\cdots)$

暗 $x=\pm(k-\frac{1}{2})\frac{D}{d}\lambda$ $(k=1,2,\cdots)$

$\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$

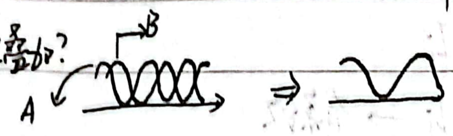
2个点光源的双缝干涉



(无论经过哪个路径，光程应该相同)

根据上面的性质，可推测 A→B移动，条纹 A'→B'

若A、B 2个非相干光源叠加?

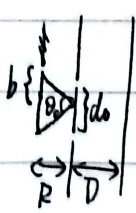


⇒ 反衬度下降

当A与B差了$\frac{1}{2}\Delta x$时，A'与B'差了$\frac{1}{2}\Delta x$，恰好抵消，反衬度为0

$\frac{1}{2}\Delta x=\frac{D\lambda}{2d}$ 时，$b=\frac{R}{D}\Delta x=\frac{R\lambda}{d}$

面光源



和上面一样的推导，得 $b=\frac{R\lambda}{d_0}$ ~~(?)~~

相干间隔 $d_0=\frac{R\lambda}{b}$

相干孔径 $\theta_0=\frac{d_0}{R}=\frac{\lambda}{b}$

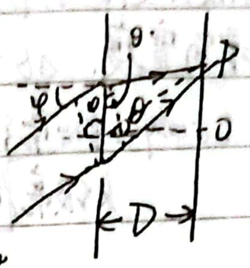
光源角直径 $\varphi_0=\frac{b}{R}=\frac{\lambda}{d_0}$

：波长为λ的单色光以φ角斜入射→双缝，若双缝到屏距离为D(>>d)

求：(1)各级明纹位置

(2)条纹间距

(3)将一厚为t，折射率为n的薄片置于一个缝后，使零级明纹移至O处，应加在哪条缝前？并求t.



(1) k级明纹 ⟺ 在该处光程差为kλ. 设在P处，角度为θ.

$$\Delta x = d(\sin\theta - \sin\varphi) = k\lambda$$

$$\therefore \sin\theta = \frac{k\lambda}{d} + \sin\varphi$$

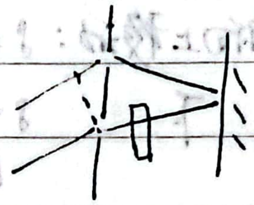
转化为距离：$PO = D\tan\theta \approx D\sin\theta = D\left(\frac{k\lambda}{d} + \sin\varphi\right)$
$(D>>d)$

(2). 同(1). 相邻条纹间距

$$\Delta x = PO - P'O = D\left(\frac{\lambda}{d}(k+1) + \sin\varphi\right) - D\left(\frac{k\lambda}{d} + \sin\varphi\right) = \frac{D\lambda}{d}$$

(3). 由于θ很小，故上面光线的光程大，为了使$\Delta x' = 0. \lambda = 0$

应该在下面的缝放片



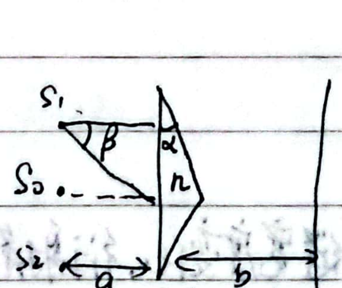
$$\Delta x' = d\cdot\sin\varphi \cancel{*} + t - nt = 0$$

$$\therefore t = \frac{d\sin\varphi}{n-1}$$

菲涅耳双棱镜的干涉问题

顶角为α. 折射率为n. 则 $\beta \approx \alpha(n-1)$

S_1S_2间的距离 $d = 2a\tan\beta = 2a\cdot\alpha(n-1)$



(再由双缝干涉得 $\Delta x = \frac{d\lambda}{a+b}$)

(S_1. S_2：由折射所产生的虚光源)

不同条件下的夫琅禾费衍射现象

1. 入射波长变化时,衍射条纹变化?

半角宽度 $\Delta\theta=\frac{\lambda}{a}$.

(此外,中心亮纹在屏上距离 $d=2f\tan\Delta\theta=\frac{2\lambda}{a}$)

k级亮/暗纹 $\Delta x=2k\cdot\frac{\lambda}{2}$ $(k=\pm1,\pm2,\cdots)$

$\Delta x=(2k+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$ $(k=\pm1,\pm2,\cdots)$

2. 白光入射,条纹?

中心亮纹仍为白色,次级亮纹为彩色(内→外:紫—蓝—绿—黄红)。

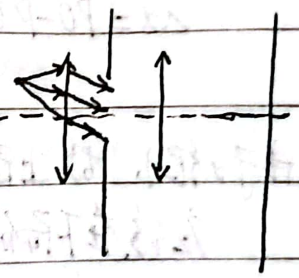
3. 上下移动单缝,条纹?

$\begin{cases}\text{中央明纹中心}: a\sin\theta=0 \rightarrow \text{只要平行入射,光线必会聚于(光轴)焦点处} \\ \text{条纹角宽度}: \Delta\theta\approx\frac{\lambda}{a}\end{cases}$

∴亮纹中心位置不变,条纹宽度不变

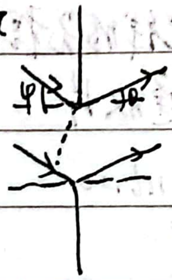
4. 光源上下移动?

注意此时到狭缝前也有光程差.



→此时中央明纹向下

光源向上移动: $\delta=a(\sin\varphi+\sin\theta)$



下 $\delta=a(\sin\theta-\sin\varphi)$

→中央明纹向上

令 $\delta=0$ 可求出 φ → 以光源向上为例

$\sin\theta=-\sin\varphi$.

因此 $\theta<0$,向下移动明纹

5. 单缝宽度变化,衍射条纹?

$\delta=a\sin\theta=0$ 不变

$\Delta\theta=\frac{\lambda}{a}$. 当 $\lambda<a$ 时 a越小条纹宽度越大,衍射越明显

$\lambda=a$. 无条纹

$\lambda\ll a$. 直线传播