一、选择题

1. 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

✘（**A**）传播的路程相等，走过的光程相等。

✘（**B**）传播的路程相等，走过的光程不相等。

✔（**C**）传播的路程不相等，走过的光程相等。

✘（**D**）传播的路程不相等，走过的光程不相等。

[C **]**

$$l_{玻璃} = vt = \frac{c}{n} t$$

$$\delta_{玻璃} = n l_{玻璃} = ct = \delta_{空气}$$

2. 在双缝干涉实验中，两缝间距为**d**，双缝与屏幕的距离为**D**（**D >> d**），入射光波长为λ，屏幕上相邻明条纹之间的距离为

（**A**） $\lambda D/d$　　　　　　（**B**） $\lambda d/D$

（**C**） $\lambda D/2d$　　　　　　（**D**） $\lambda d/2D$

[**A**]

$$x = \pm k \frac{D}{d} \lambda, \quad \mathrm{k} = 0,1,2,\cdots$$

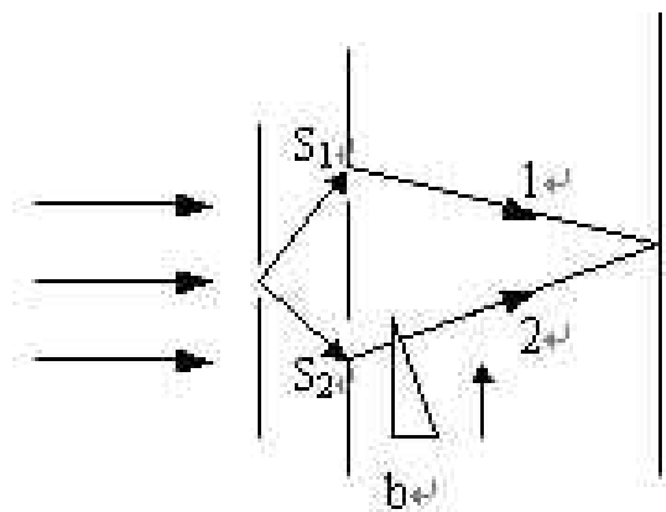
3. 如图所示，用波长为 λ 的单色光照射双缝干涉实验装置，若将一折射率为 **n** 的透明劈尖插入光线 **2** 中，则当劈尖 缓慢地向上移动时（ 只遮住 **S_2** ），屏上的干涉条纹

（**A**）间隔变大，向下移动。

（**B**）间隔变小，向上移动。

（**C**）间隔不变，向下移动。

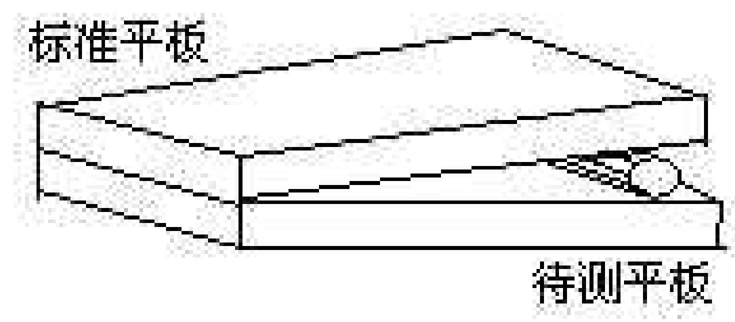
（**D**）间隔不变，向上移动。



[**C**]

$$\delta = (n-1)d$$

4. 用劈尖干涉检验工件的表面。当波长为 λ 的单色光垂直入射时，观察到干涉条纹如图所示，图中每一个条纹弯曲部分的顶点恰好与右边相邻明条纹的直线部分相切，由图可判断工件表面：

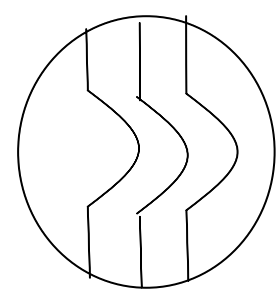


（**A**）有一凹陷的槽，深为 **λ/4 .**

（**B**）有一凹陷的槽，深为 **λ/2 .**

（**C**）有一凸起的梗，高为 **λ/4 .**

✔（**D**）有一凸起的梗，高为 **λ/2 .**



$$\delta = 2nd = \lambda$$

5. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为 **n** 的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ，则薄膜的厚度是

（A） λ/2 **（B） λ/2n**

（C） λ/n **（D）✓ λ/2(n-1)**

$$\delta = 2(n-1)d = \lambda$$

6. 在单缝夫琅和费衍射实验中，若减小缝宽，其它条件不变，则中央明条纹

（**A**） 宽度变小；

（**B**）✓ 宽度变大；

（**C**） 宽度不变，且中心强度也不变；

（**D**） 宽度不变，但中心强度变小。

中央明纹线宽度 $\Delta x_0 = x_{暗,+1} - x_{暗,-1} = \dfrac{2f\lambda}{a}$

次级明纹线宽度 $\Delta x_{\mathrm{k}} = x_{暗,k+1} - x_{暗,k} = \dfrac{f\lambda}{a} = \dfrac{1}{2}\Delta x_0$

7. 在单缝夫琅和费衍射实验中，波长为 **λ** 的单色光垂直入射在宽度为**a = 4λ** 的单缝上，对应于衍射角为**30°** 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为

（**A**）**2**个　　（**B**）**4**个　　（**C**）**6**个　　（**D**）**8**个

$$4\lambda\sin 30^\circ = 2\lambda = 4\times\frac{\lambda}{2}$$

8. 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是

(**D**)

(A) 紫光　　**(B)** 绿光

(C) 黄光　　**(D)** 红光

$$(a+b)\sin\theta = k\lambda, \quad \mathrm{k} = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

9．在光栅光谱中，假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上，因而实际上不出现，那么此光栅每个透光缝宽度a和相邻两缝间不透光部分宽度b的关系为 (A)

(A) $a=b$ (B) $a=2b$

(C) $a=3b$ (D) $b=2a$

$d=a+b$, $d/a=2$

10. 设一平面透射光栅，当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时，能观察到的光谱线的最高级数k **（B ）**

(A) 变小

(B) 变大

(C) 不变

(D) 无法确定

11． 一束光强为I_0的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成**45°**角，若不考虑偏振片的反射和吸收，则穿过这两个偏振片后的光强I为 **（B ）**

(A) $\frac{\sqrt{2}I_0}{4}$ **(B)** $\frac{I_0}{4}$

(C) $\frac{\sqrt{2}I_0}{4}$ **(D)** $\frac{I_0}{2}$

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$$

12．一束光强为I_0的自然光，相继通过三个偏振片P_1、P_2、P_3后，出射光的光强为 $I_3=I_0/8$，已知P_1和P_3的偏振化方向相互垂直，若以入射光线为轴，旋转P_2最少要转过多大角度，才能使出射光的光强为零。

(B)

(A) 30°　　(B) 45°

(C) 60°　　(D) 90°

$$I_1=\frac{I_0}{2} \qquad I_2=I_1\cos^2\alpha=\frac{I_0}{2}\cos^2\alpha$$

$$I_3=I_2\cos^2(\frac{\pi}{2}-\alpha)=\frac{I_0}{2}\cos^2\alpha\sin^2\alpha=\frac{I_0}{8}\sin^2 2\alpha$$

$\alpha=\pi/4 \quad \Rightarrow$ 转动$\pi/4$

13．一束自然光自空气射向一块平板玻璃（如图），设入射角等于布儒斯特角i_0，则在界面2的反射光

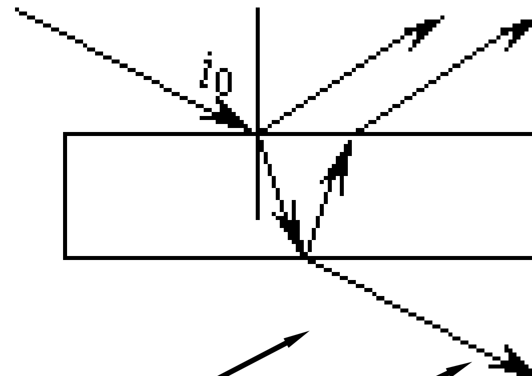
（ B ）

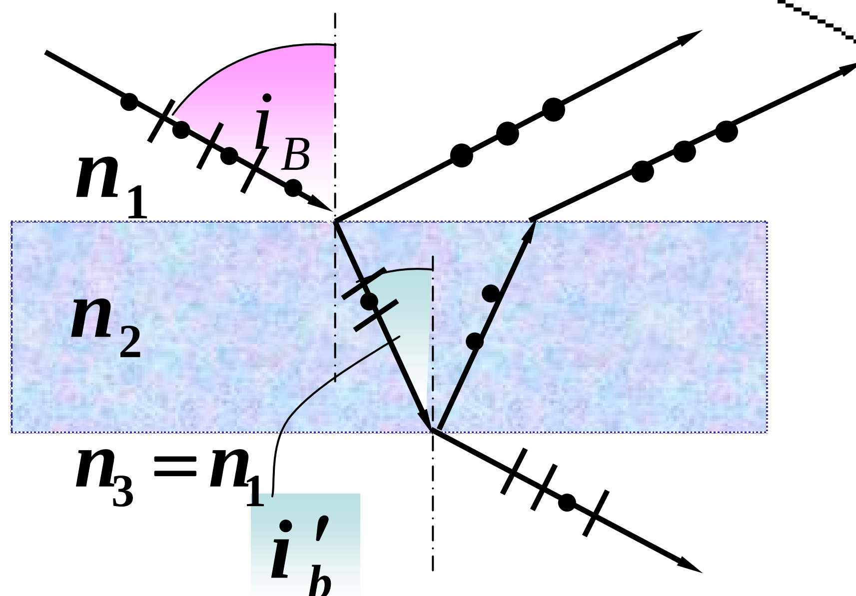
(A)是自然光；

(B)是完全偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面；

(C)是完全偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面；

(D)是部分偏振光。





14． 一束光是自然光$\mathbf{I_0}$和线偏振光$\mathbf{I_{偏}}$的混合光，让它垂直通过一偏振片，若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的**5**倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

(A)

(A) 1/2 **(B) 1/5**

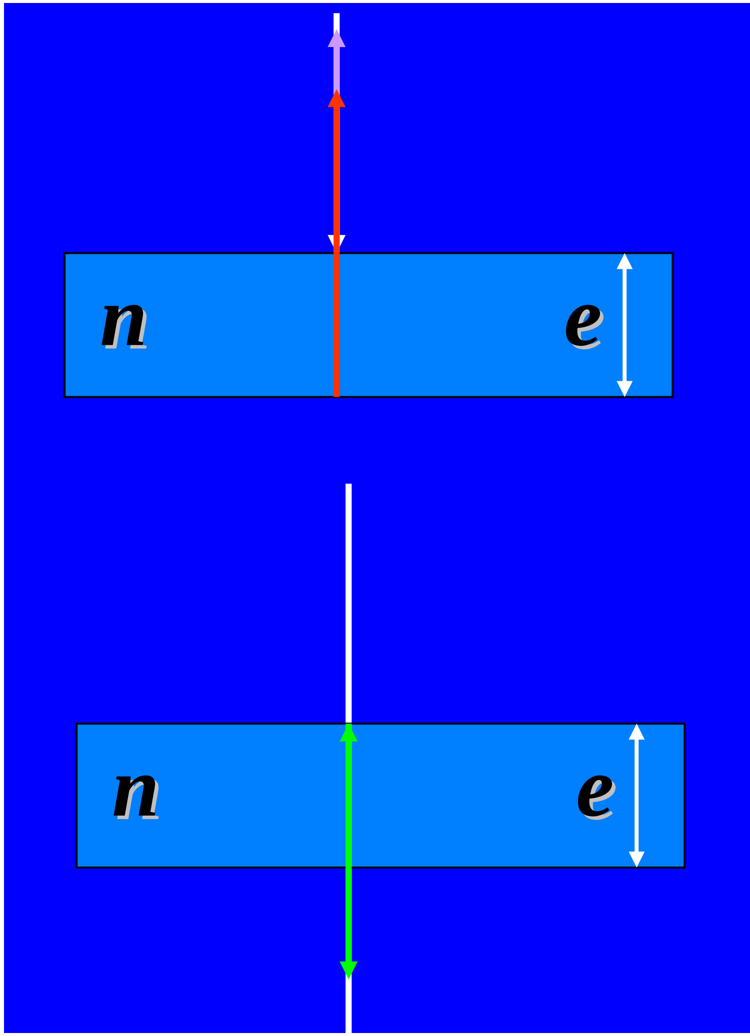
(C) 1/3 **(D) 2/3**

$$I_{\max}=\frac{I_0}{2}+I_p=5I_{\min}=5\frac{I_0}{2}$$

$$I_p/I_0=2$$

二、计算题

1. 白光垂直照射到空气中一厚度为**380nm**的肥皂上。试问肥皂膜正面呈现什么颜色？背面呈现什么颜色？已知肥皂膜的折射率 ***n*** **= 1.33 .**



解：在正面观察，反射光加强的条件是

$$2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$k = 2, \quad \lambda = 674nm$ 红

$k = 3, \quad \lambda = 404nm$ 紫

在背面观察，透射光加强的条件是

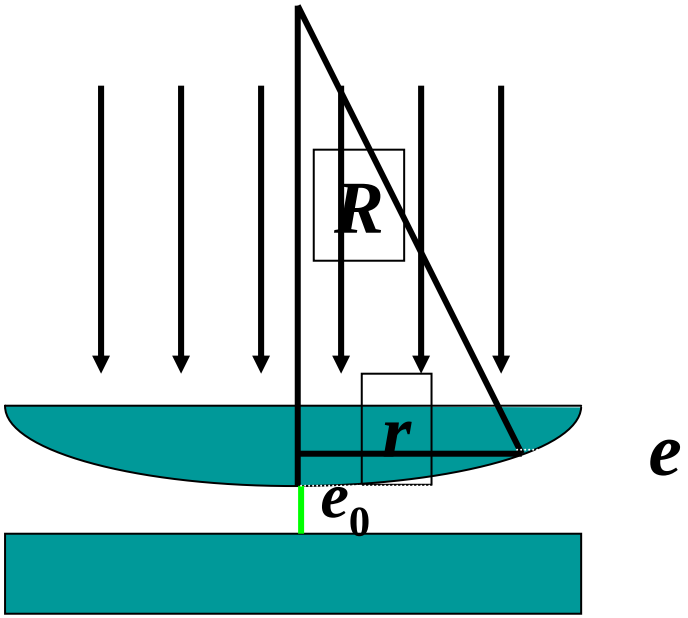
$$2ne = k\lambda$$

$k = 2, \quad \lambda = 505nm$ 绿

2. 如图所示，牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃之间有一小缝隙 $\boldsymbol{e_0}$. 现用波长为 λ 的单色光垂直照射，已知平凸透镜的曲率半径为 $\boldsymbol{R}$ ，求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。

解： 暗环条件

$$2(e+e_0)+\frac{\lambda}{2}=(k+\frac{1}{2})\lambda$$



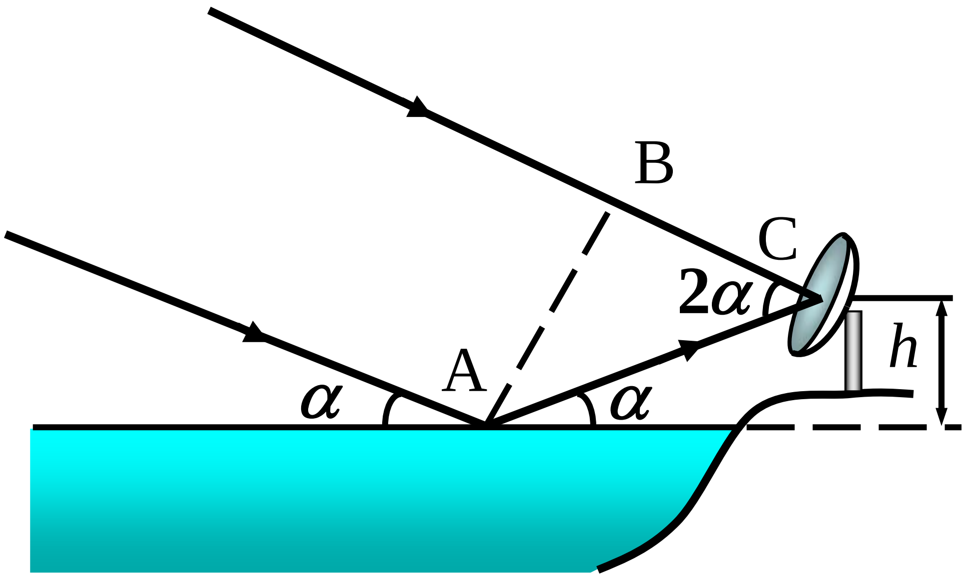
$$r^2=R^2-(R-e)^2=2Re-e^2$$

$$\approx 2Re$$

$$e=\frac{r^2}{2R}$$

$$r=\sqrt{(k\lambda-2e_0)R},\ k\in Z, k>\frac{2e_0}{\lambda}$$

3. 一射电望远镜的天线设在湖岸上，距湖面高度为h，对岸地平线上方有一恒星正在升起，恒星发出波长为λ的电磁波。求：当天线测得第1级干涉极大时恒星所在的角位置。



解：光程差 $AC - BC$

波在水面上反射
的半波损失$\lambda/2$

总的光程差

$$\delta = AC - BC + \frac{\lambda}{2}$$

$$AC - BC = \frac{h}{\sin\alpha}(1-\cos 2\alpha) = 2h\sin\alpha$$

$$\delta = 2h\sin\alpha + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

取 $k = 1$ $\quad \alpha_1 = \arcsin\frac{\lambda}{4h}$

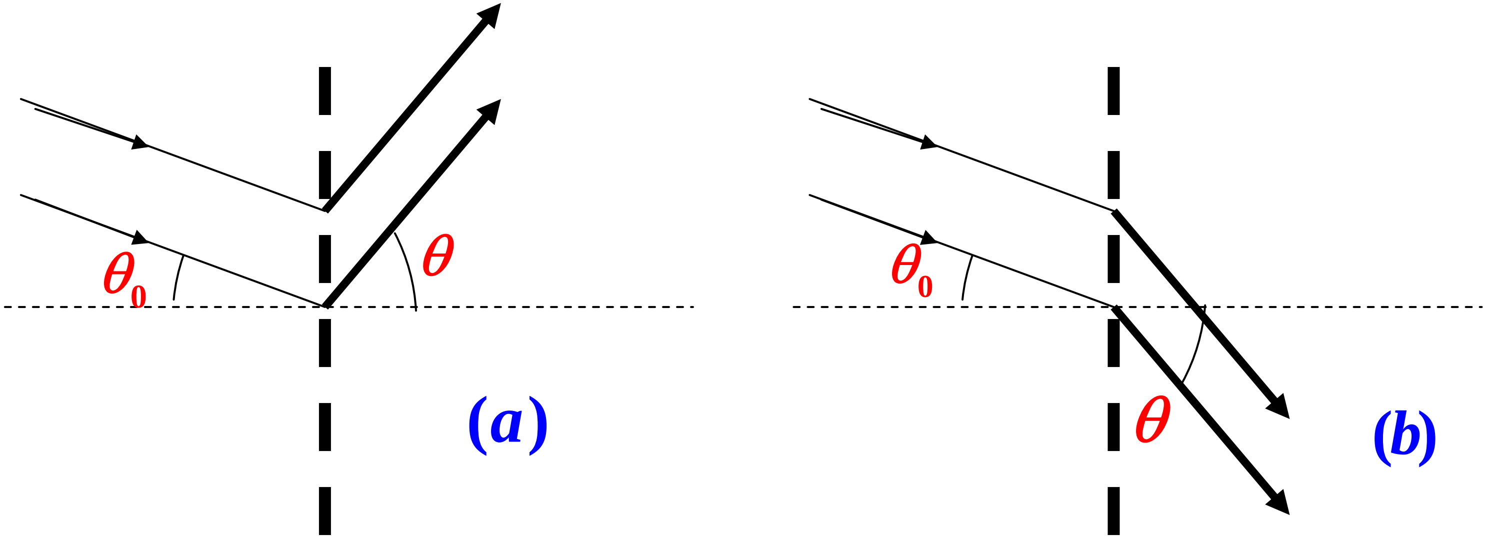
4. 一光栅每毫米刻痕**500**条, 观察钠光谱线**λ=589.3nm**。

问**(1)**垂直照射可以看到几级谱线? 共几条? （设$\boldsymbol{d=4a}$）

(2)平行光**30º**角入射可以看到几级谱线, 共几条?

解**:** 参考§**12–10**课件例**3**

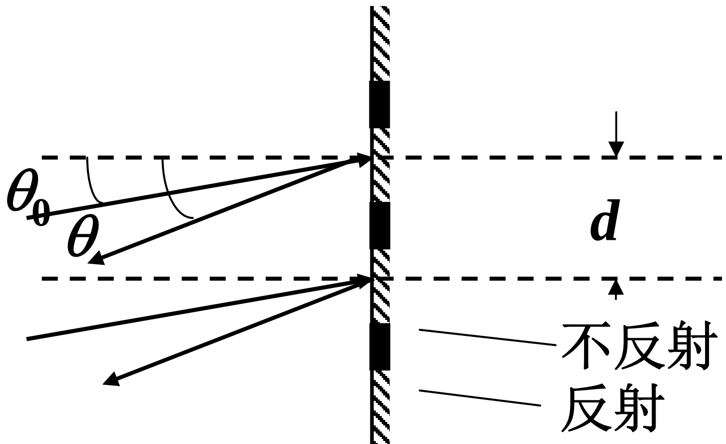
单色平行光以某一倾角射到光栅上时的主明纹条件



相邻两缝的入射光在入射到光栅前已有光程差$(a+b)\sin\theta_0$，

明纹条件为 (a) $d(\sin\theta + \sin\theta_0) = k\lambda$， $k = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \cdots$

(b) $d(\sin\theta - \sin\theta_0) = k\lambda$， $k = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \cdots$

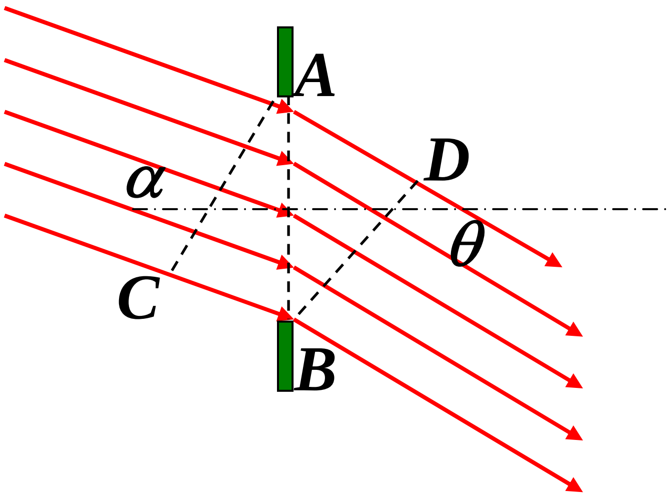


反射光栅

$$d(\sin\theta \pm \sin\theta_0) = k\lambda,$$

$$k = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \cdots$$

5. 单色平行光斜射（与水平轴的夹角为α）到宽为***a*** 的单缝，求各级暗纹的衍射角.



解: 如图***AC***、***BD***分别为入射光和衍射光的波面, 衍射角为θ时, 光束中的最大光程差

$$\delta = AD - BC = a\sin\theta - a\sin\alpha$$

暗条纹应满足

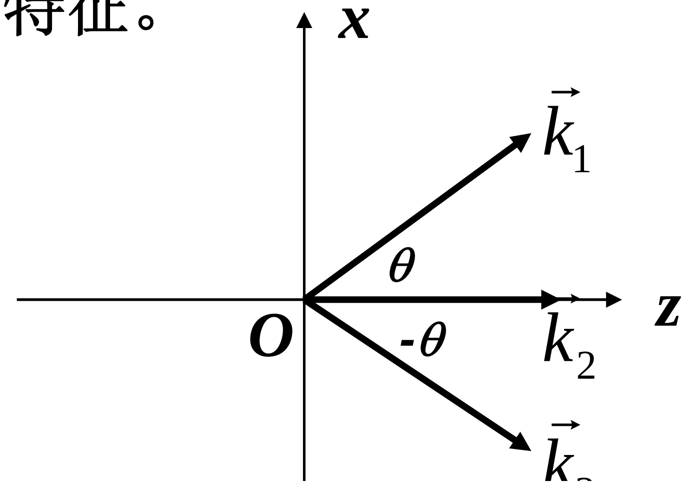
$$\delta = a\sin\theta - a\sin\alpha = \pm k\lambda \ (k = 1, 2, 3, \cdots)$$

得各级暗纹的衍射角为

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\pm k\lambda}{a} + \sin\alpha\right)$$

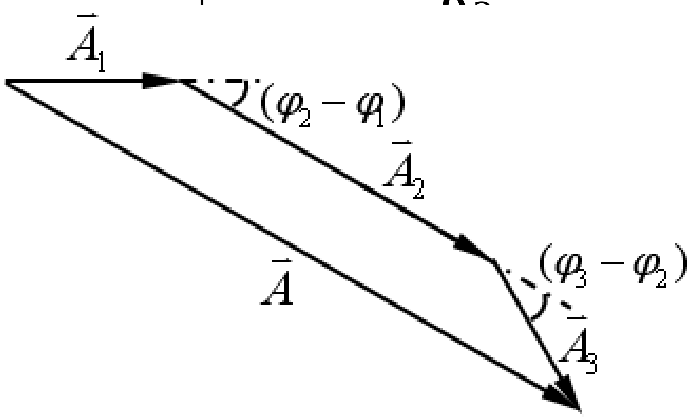
斜入射时，中央明纹偏离中心

6. 如图所示，三束相干平行光在坐标原点**O**处的初位相为$\varphi_{10}=\varphi_{20}=\varphi_{30}$，振幅比$A_1:A_2:A_3=1:2:1$传播方向都于**x-y**平面平行，与**z**轴的夹角分别为θ、**0**和–θ。试用矢量图解法求**z=0**波前上的光强分布，并分析干涉条纹的特征。



解： **(1)** 光强分布

矢量图如右下图所示



$$I \propto \left|A\right|^2 = (2A + 2A\cos\alpha)^2$$

$$= 4A^2(1+\cos\alpha)^2$$

$$= 16I_0\cos^4(\alpha/2)$$

$$\alpha = \varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_4$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda}x\sin\theta$$

(2) 干涉条纹特征

a. 条纹形状

当 $\alpha = \dfrac{2\pi}{\lambda} x \sin\theta = 2k\pi,\ k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$

即 $x = \dfrac{k\lambda}{\sin\theta},\ k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$

$$I = 16 I_0 = I_{\max}$$

当 $\alpha = \dfrac{2\pi}{\lambda} x \sin\theta = (2k+1)\pi,\ k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$

即 $x = \dfrac{(2k+1)\lambda / 2}{\sin\theta},\ k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$

$$I = 0 = I_{\min}$$

干涉条纹为垂直于 ***x*** 轴的直条纹

b. 条纹间距

$$\Delta x = \frac{\lambda}{\sin\theta}[k-(k-1)] = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

c. 条纹反衬度

$$I_{\max} = 16 I_0$$

$$I_{\min} = 0$$

条纹反衬度 $\gamma = \dfrac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = 1$

又问：如果只有$\boldsymbol{k}_1$和$\boldsymbol{k}_3$两束相干平行光时干涉条纹特征怎样？

7 波长为 $\lambda=5000Å$的单色光正入射到一块透射式平面光栅上，两个相邻主极大分别出现在$\sin\theta_1=0.2$和$\sin\theta_2=0.3$的位置，第四级缺级，(1)光栅常数d？(2)光栅上每个单缝的可能最小宽度a_m？

解：(1)

$$\begin{cases}\sin\theta_1=0.2=\dfrac{k\lambda}{d}\\[2ex] \sin\theta_2=0.3=\dfrac{(k+1)\lambda}{d}\end{cases} \Rightarrow \frac{k+1}{k}=\frac{0.3}{0.2} \Rightarrow k=2$$

$$\Rightarrow \sin\theta_1=0.2=\frac{2\lambda}{d} \Rightarrow d=10\lambda=6\times10^{-3}mm$$

(2) 缺级条件

$$k=\frac{d}{a}m \quad (m=\pm1,\pm2,\cdots)$$

$$\frac{k}{m}=\frac{4}{m}=\frac{d}{a} \Rightarrow$$ $m=1$时，$a=a_m$。

$$a_m=d/4=1.5\times10^{-3}mm$$