





1. 顶角为  $60^\circ$  的三棱镜, 对某单色光的折射率为 1.624. 若使该单色光依次经棱镜两侧面折射的光线具有最小的偏向角, 光线在棱镜侧面的入射角为\_\_\_\_\_度; 若使被入射界面反射的光成为线偏振光, 入射角为\_\_\_\_\_度.
2. 某汽车的后视镜为半径为 1.60m 的凸球面镜. 距离该反射镜 10.0m 的物, 成像的像距为\_\_\_\_\_m.
3. 用波长为 488.0nm 的单色光照射杨氏双缝, 在接收屏上的傍轴区域中, 相邻亮纹的间距为  $\Delta x = 1.00\text{mm}$ ; 若将接收屏向远处移动 400mm, 接收屏上傍轴区域中相邻亮纹的间距变为  $\Delta x' = 1.20\text{mm}$ , 则双缝的间距  $d =$ \_\_\_\_\_mm, 移动前接收屏到双缝的距离  $D =$ \_\_\_\_\_m.
4. 用波长为 589.3nm 的单色光源照射迈克耳孙干涉仪, 调节后, 观察到同心圆环形的干涉花样, 视场中共有 20 根亮环, 目中心处为亮环. 换用另一个单色光





3. 用波长为  $488.0\text{nm}$  的单色光照射杨氏双缝, 在接收屏上的傍轴区域中, 相邻亮纹的间距为  $\Delta x = 1.00\text{mm}$ ; 若将接收屏向远处移动  $400\text{mm}$ , 接收屏上傍轴区域中相邻亮纹的间距变为  $\Delta x' = 1.20\text{mm}$ , 则双缝的间距  $d = \underline{\hspace{2cm}}\text{mm}$ , 移动前接收屏到双缝的距离  $D = \underline{\hspace{2cm}}\text{m}$ .

4. 用波长为  $589.3\text{nm}$  的单色光源照射迈克耳孙干涉仪, 调节后, 观察到同心圆环形的干涉花样, 视场中共有 20 根亮环, 且中心处为亮环. 换用另一个单色光源照射干涉仪, 视场中共有 27 根亮环, 且中心处依然是亮环. 则这一单色光源发出的光的波长为  $\underline{\hspace{2cm}}\text{nm}$ .

5. 为了减小玻璃对光的反射, 可以在其表面涂一层增透膜. 已知玻璃的折射率为 1.58, 透明电介质薄膜的折射率为 1.42, 对波长为  $500\text{nm}$  的光, 正入射时, 该增透膜的厚度至少为  $\underline{\hspace{2cm}}\mu\text{m}$ .

6. 用波长为  $632.8\text{nm}$  的激光照射圆孔衍射屏, 圆孔的半径为  $0.50\text{mm}$ , 在圆孔的轴线上有一系列亮斑. 发现距离衍射屏  $15.80\text{mm}$  处有一亮斑. 与该亮斑最近的另一个亮斑到该亮斑的距离是  $\underline{\hspace{2cm}}\text{mm}$ .





你观察到干涉条纹，说明干涉现象发生了，且干涉条纹是等间距的。则此半圆凹透镜发出的光的波长为\_\_\_\_\_nm.

5. 为了减小玻璃对光的反射，可以在其表面涂一层增透膜。已知玻璃的折射率为1.58，透明电介质薄膜的折射率为1.42，对波长为500nm的光，正入射时，该增透膜的厚度至少为\_\_\_\_\_μm.

6. 用波长为632.8nm的激光照射圆孔衍射屏，圆孔的半径为0.50mm，在圆孔的轴线上有一系列亮斑。发现距离衍射屏15.80mm处有一亮斑。与该亮斑最近的另一个亮斑到该亮斑的距离是\_\_\_\_\_mm.

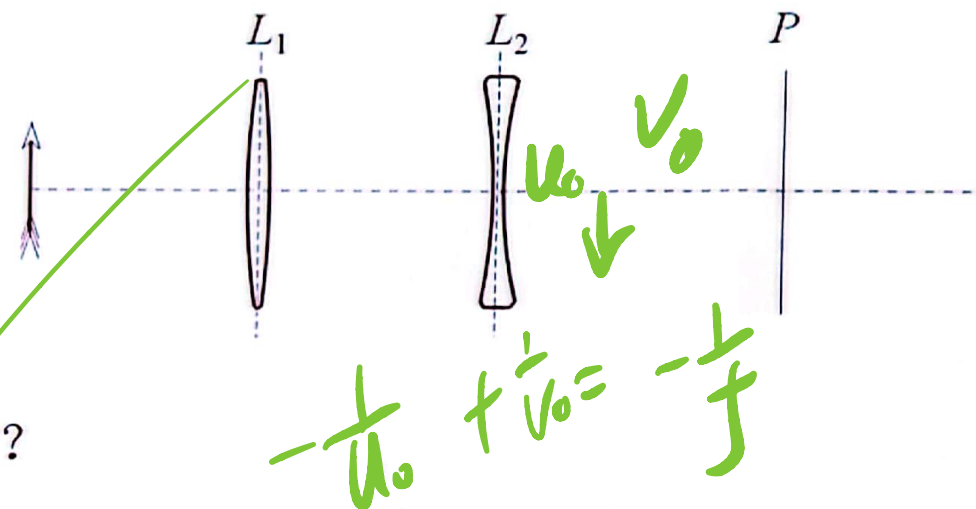
7. 阳光在通过大气层的过程中会产生散射，在晴朗明澈的大气中，蓝光（波长450nm）与红光（波长600nm）的散射光强度之比为\_\_\_\_\_.

8. 将氢光谱灯置于法布里-珀罗干涉仪中，该法布里-珀罗干涉仪的腔长为20.000mm. 氢原子的H<sub>α</sub>线（波长为656.210nm）从干涉仪中射出，在0°~1°之间，该谱线共有\_\_\_\_\_条亮环.



## II

1. 图为一个共轴透镜组， $L_1$  为凸透镜， $L_2$  为凹透镜， $P$  为接收屏。首先观察到正立的傍轴物经透镜组后成清晰的像于屏幕上，像高为 10.0mm。然后将  $L_2$  向左移动 20.0mm，将  $P$  向右移动 220.0mm，又在屏幕上观察到清晰的像，像高为 30.0mm。

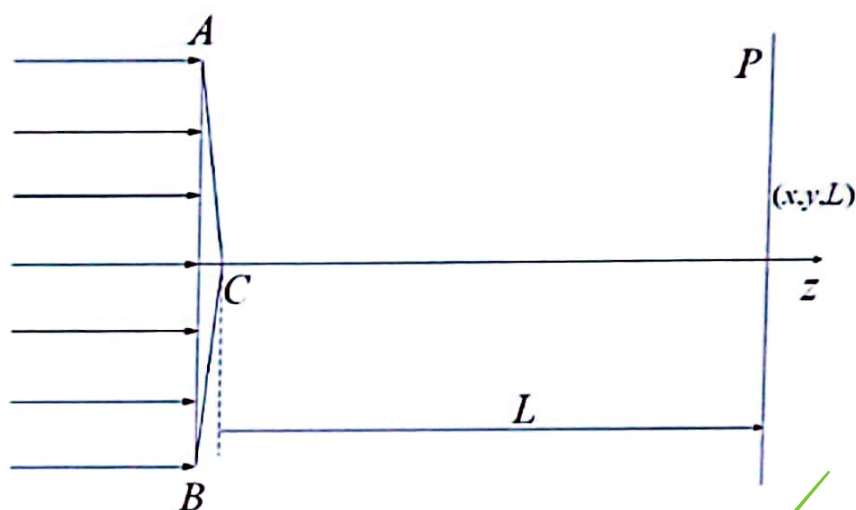


- (1) 屏幕上的像是倒立的还是正立的？
- (2) 移动之后， $L_2$  到屏幕的距离是多少？
- (3) 透镜  $L_2$  的焦距是多少？





2. 顶角很小的菲涅耳双棱镜，折射率为  $n=1.60$ 。棱镜的上下两顶角并不严格相等，分别记作  $\alpha$  和  $\beta$ 。以波长  $\lambda_1=488.0\text{nm}$  的激光束正入射，在棱镜另一侧的接收屏上可观察到干涉花样。接收屏在棱镜右侧  $L=1000\text{mm}$  处，屏上带有刻度，测得相邻亮纹的间隔为  $1.20\text{mm}$ 。



(1) 按图示的方式建立坐标系，以竖直向上的方向为  $x$  轴正方向，水平向右的方向为  $z$  轴的正方向，接收屏上某点的位置记作  $(x, y, L)$ ，推导接收屏上亮纹位置的表达式。

(2) 若改用波长  $\lambda_2=632.8\text{nm}$  的激光束正入射到双棱镜上，接收屏上相邻亮纹的间隔变为多少？

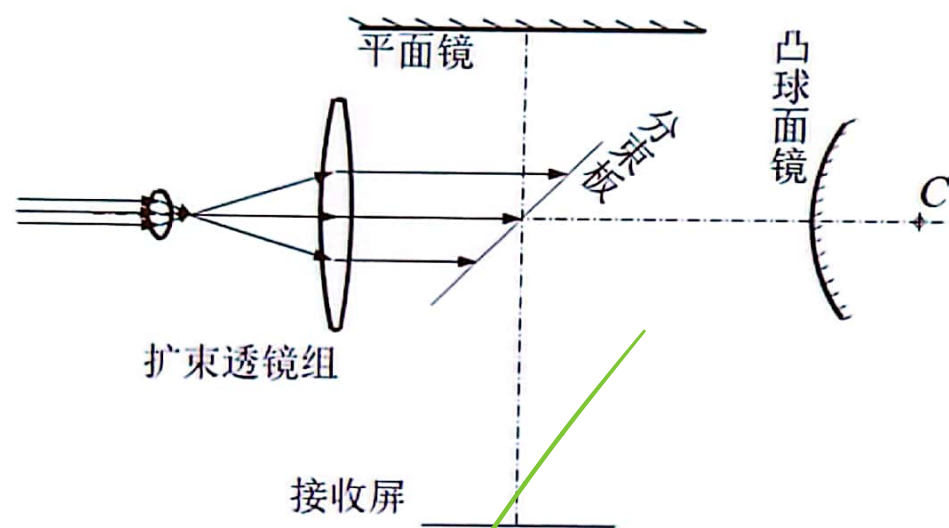
(3) 若将接收屏向远处移动  $1000\text{mm}$ ，屏上相邻亮纹的位置和间隔各有什么变化？

(4) 棱镜  $AC$  面与  $BC$  面之间的夹角是多少？





3.如图为泰曼-格林干涉仪. 激光束先经一个显微物镜会聚, 接着再经一个长焦距大孔径的透镜扩束, 成为平行光束, 射向干涉仪的分束板. 调整好后, 可在接收屏看到一系列同心圆环. 然后向一个方向移动干涉仪的一臂, 观察到移动过程中视场中心吞 (或吐) 了 40 个亮环. 已知光的波长  $\lambda=514.5\text{nm}$ .



- (1) 该臂移动的距离是多少?
- (2) 对移动后的干涉花样, 测得某根亮环的半径  $r_1=1.50\text{mm}$ , 从该环向外数第 6 根亮环的半径为  $r_2=2.25\text{mm}$ . 球面镜的焦距是多少?
- (3) 在球面镜前放入一个凸透镜, 并使透镜的光轴与球面镜的光轴重合, 能看到一系列清晰的同心圆环形条纹. 调节透镜与球面镜的间距, 当透镜与球面镜间的距离  $L=55.0\text{mm}$  时, 接收屏上一片明亮, 看不到任何干涉条纹. 透镜的焦距是多少?



4. 一个平面反射式弗朗禾费衍射光栅，周期（即光栅常数） $d=3.00\mu\text{m}$ ，每个反射单元的宽度  $a=0.75\mu\text{m}$ ，整个光栅的有效宽度为  $120.00\text{mm}$ 。锂光谱灯发出的光经光具组后成为平行光，正入射到光栅上。由于光栅光谱的强度受到单元衍射因子的调制，实际上，单元衍射主极大内的光谱线才有显著的强度，单元衍射主极大之外的光谱线由于强度较弱，通常没有利用价值。

（1）锂光谱中有波长  $\lambda=670.8\text{nm}$  的强线（锂原子的共振线，相对强度最大），在光栅的衍射谱中，总共能够观察到该单色光的几根强度显著的光谱线？

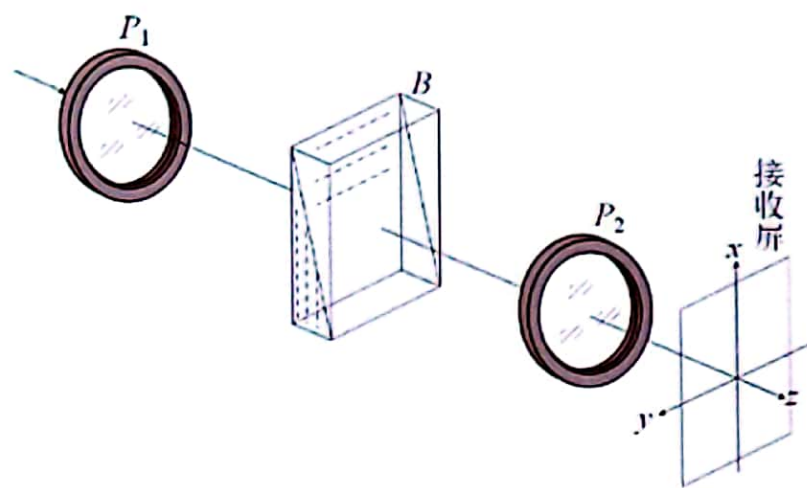
（2）计算  $\lambda=670.8\text{nm}$  的单色光经光栅后 2 级衍射光谱的衍射角（以角度表示）和半角宽度（以弧度表示）；

（3）上述锂共振线实际上包含  $670.778\text{nm}$  和  $670.793\text{nm}$  两条精细结构谱线，计算这两条谱线 2 级衍射光谱之间的角距离，并判断能否用 2 级光谱将上述谱线分辨。若用 1 级光谱，能否分辨？





5.如图,  $P_1$  和  $P_2$  为两个理想的偏振片,  $B$  为放置在两偏振片之间的一个巴俾涅补偿器. 波长为  $\lambda$  的单色平行光射入该系统. 在后面的接收屏上, 出现等间隔的平行直条纹, 相邻暗条纹的间隔为  $\Delta x_0$ . 将两偏振片沿相同方向同时转过相同的角度, 共转过一周, 发现转动过程中有 4 个角度处, 接收屏上看不到干涉条纹; 而除了上述 4 个角度之外, 接收屏上暗条纹的位置和间隔都没有变化.



(1) 两偏振片透振方向之间的夹角是多少? 上述 4 个角度上, 为什么屏上没有干涉条纹?

(2) 在接收屏上出现暗线的位置做上标记, 然后在  $P_1$  和  $B$  之间插入一块厚度均匀的单轴晶体  $C$ , 晶体的光轴与其表面平行, 并与  $B$  的光轴平行 (或垂直). 发现接收屏上也出现了等间隔的暗线, 但暗线的位置与之前不同, 暗线与所做的标

记之间的距离为  $p$  ( $p \leq \frac{\Delta x_0}{2}$ ),  $C$  所产生的 o 光和 e 光之间的相位差是多少?

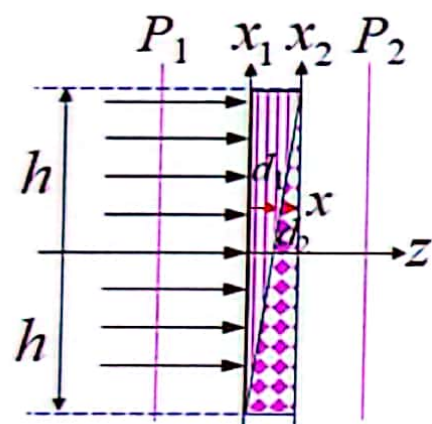
(3) 若  $p = \frac{\Delta x_0}{4}$ , 经过  $C$  的光具有怎样的偏振态? 若  $p = \frac{\Delta x_0}{2}$ , 经过  $C$  的光具

有怎样的偏振态?





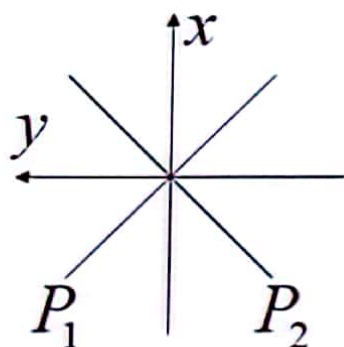
【例】将巴俾涅补偿器放在两个正交偏振片之间，补偿器的光轴与偏振片的透振方向之间均成 $45^\circ$ 角，将会看到什么现象？若补偿器的楔角 $\alpha=2.75^\circ$ ，用平行的钠黄光（ $\lambda=589.290\text{nm}$ ， $n_o=1.65836$ ， $n_e=1.48641$ ）照射该装置，求干涉条纹的间隔；转动补偿器的光轴，对干涉条纹有什么影响？



$$d_1 = (h+x) \tan \alpha$$

$$d_2 = (h-x) \tan \alpha$$

$$d_1 - d_2 = 2x \tan \alpha$$



$$n_o - n_e = 1.65836 - 1.48641 = 0.17195$$

$$\Delta L = (n_o - n_e)(d_1 - d_2) = 2x \Delta n \tan \alpha$$

亮纹的光程差

$$\Delta L_j = 2x_j \Delta n \tan \alpha = (j + \frac{1}{2})\lambda$$

$$\Delta L_{j \pm 1} = 2x_{j \pm 1} \Delta n \tan \alpha = (j + \frac{1}{2} \pm 1)\lambda$$

相邻亮纹光程差的差

$$\delta(\Delta L) = 2\Delta n \Delta x \tan \alpha = \lambda$$

相邻条纹间隔

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\Delta n \tan \alpha} = \frac{589.290 \times 10^{-6} \text{ mm}}{2 \times 0.17195 \times 0.04803} = 0.036 \text{ mm}$$



【例】以线偏振光照射巴俾涅补偿器，通过偏振片观察，发现在两楔形棱镜中央，即厚度 $d_1=d_2$ 处有一条暗线，与中央暗线相距 $a$ 处又有一条暗线。若以同一波长的椭圆偏振光照射，发现距离补偿器中央最近的暗线移至距离中央 $b$ 处。

(1) 求椭圆偏振光在补偿器晶体中所分解成的两个正交的振动分量的初始相位差与 $a$ 、 $b$ 的关系；

(2) 如果椭圆的长短轴正好分别与两棱镜晶体的光轴平行，试证此时 $b=a/4$ ；

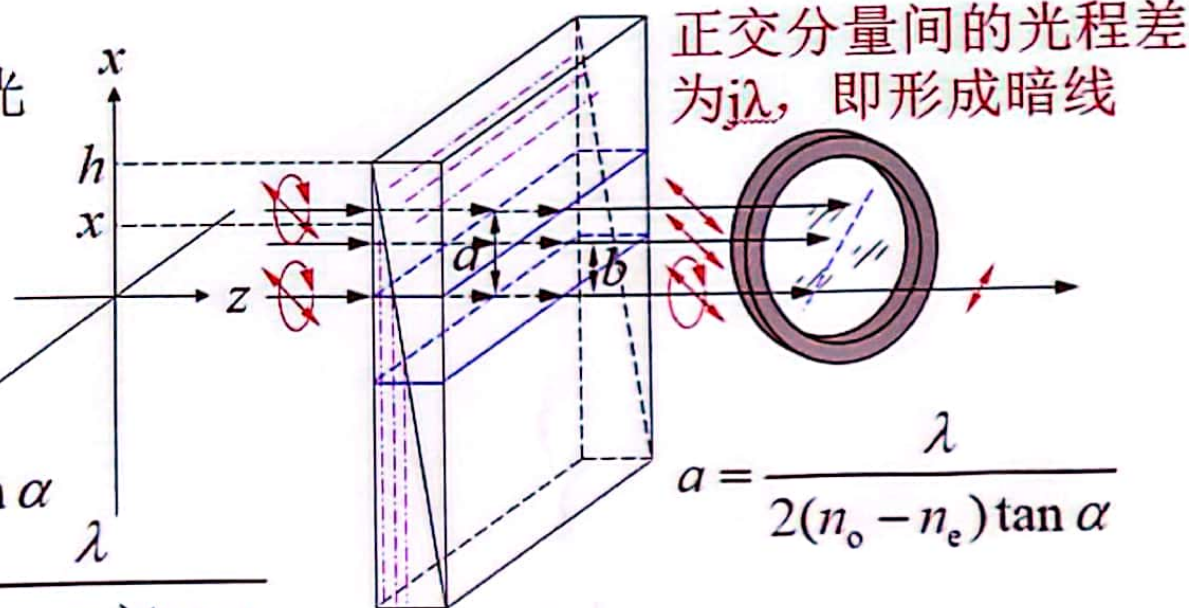
(3) 设已知偏振片的透振方向与补偿器一楔光轴的夹角为 $\theta$ ，找出 $\theta$ 与(2)问中椭圆长短轴比值的关系。

通过偏振片观察，暗线处说明消光  
等厚度处出现暗线，说明偏振片透振方向与入射线偏振光垂直

$$\begin{aligned} d_1 - d_2 &= (h-x) \tan \alpha - (h+x) \tan \alpha \\ &= -2x \tan \alpha \end{aligned}$$

$$\Delta = (n_o - n_e)(d_1 - d_2) = -2(n_o - n_e)x \tan \alpha$$

$$-2(n_o - n_e)x_j \tan \alpha = j\lambda \quad \Delta x = \frac{\lambda}{2(n_o - n_e) \tan \alpha}$$





1、观察等倾条纹时，如用单色面光源代替单色点光源照明，则可观察到：

- (a) 圆环缩小 (b) 圆环扩张 (c) 圆环消失 (d) 圆环更明亮

2、用长波长和短波长光波在同一衍射装置作衍射实验，则观察到的衍射效应：

- (a) 波长长的衍射效应明显 (b) 波长短的衍射效应明显 (c) 两者衍射效应一样

3、两互补屏在除光源的几何像点之外的同一场点的衍射场：

- (a) 光强分布互补（一个强度是亮，则另一个强度是暗） (b) 光强分布相同 (c) 复振幅分布相同

4、夫琅和费单缝衍射，如果衍射屏在自身平面内移动，而其它部分保持不变，则衍射条纹





4、夫琅和费单缝衍射，如果衍射屏在自身平面内移动，而其它部分保持不变，则衍射条纹

b.

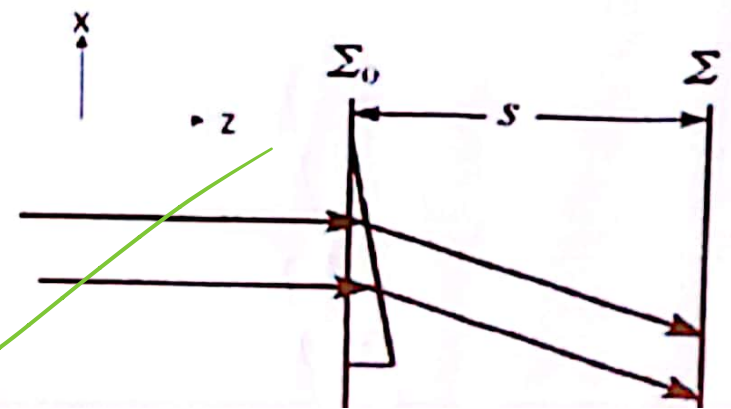
(a) 向反方向移动 (b) 不动 (c) 条纹间距增大 (d) 条纹间距减小

5、在利用显微镜成像时，可通过\_\_\_\_\_提高对物体成像的分辨本领

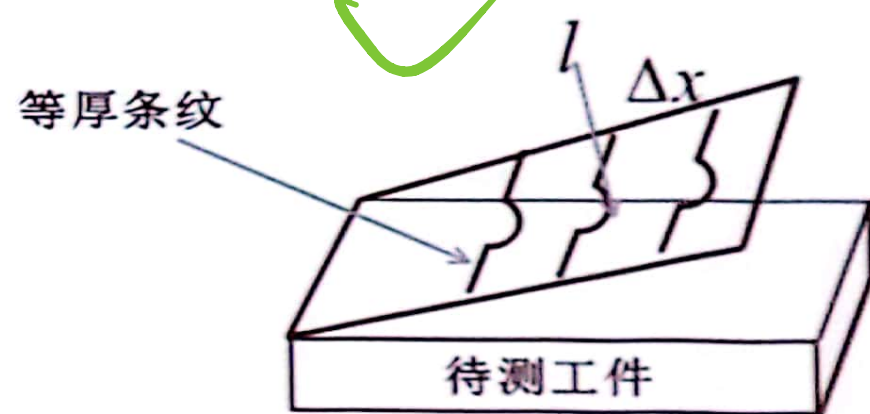
b.

(a) 使用高数值孔径物镜 (b) 使用高放大倍率目镜 (c) 增强照明光亮度

6、如图所示，在 $(x,z)$ 面内传播的平面光束垂直入射一个顶角 $\alpha$ 很小的三棱镜（折射率为 $n$ ），则出射光束方向偏转角为\_\_\_\_\_；在其右侧距离入射波前



7、用波长 $\lambda$ 的光检验一待测工件，其等厚条纹如图所示，相邻亮纹间隔为 $\Delta x$ ，等厚纹弯曲部分的尺度为 $l$ 。该工件表面是突出还是凹陷？\_\_\_\_\_，突出或凹陷的尺度（不平整度）为\_\_\_\_\_。



8、若用迈克耳逊干涉仪来测量某单色光的波长，当一臂的反射镜平移距离  $\Delta d = 0.3160\text{mm}$  时，测得该单色光的干涉条纹移过  $N = 1000$  条，



8、若用迈克耳逊干涉仪来测量某单色光的波长，当一臂的反射镜平移距离  $\Delta d = 0.3160\text{mm}$  时，测得该单色光的干涉条纹移过  $N = 1000$  条，则该单色光的波长为 \_\_\_\_\_，若用非单色光（中心波长为  $\lambda$ ，波长范围为  $\Delta\lambda$ ）照明来测量长度，则测长的最大限制长度为\_\_\_\_\_。

9、要制作一菲涅耳波带片，其对波长  $\lambda = 625\text{ nm}$  的单色平行光照明的主焦点焦距为  $400\text{ mm}$ ，问该波带片的第一个半波带的半径



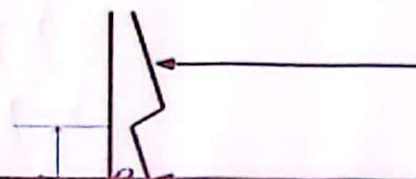


(中心波长为 $\lambda$ , 波长范围为 $\Delta\lambda$ )照明来测量长度, 则测长的最大限制长度为\_\_\_\_\_。

9、 要制作一菲涅耳波带片, 其对波长 $\lambda = 625 \text{ nm}$ 的单色平行光照明的主焦点焦距为  $400 \text{ mm}$ , 问该波带片的第一个半波带的半径为\_\_\_\_\_, 若要求该带片焦点的光强为自由光强的 $10^4$ 倍, 问这张波带片有效半径应为\_\_\_\_\_。

10、 衍射细丝测径仪是将单缝夫琅和费衍射装置中的单缝用细丝代替。所用光波长  $500 \text{ nm}$ , 透镜焦距  $50 \text{ cm}$ , 现测得零级衍射斑的宽度为  $1 \text{ cm}$ , 则细丝的直径为\_\_\_\_\_。

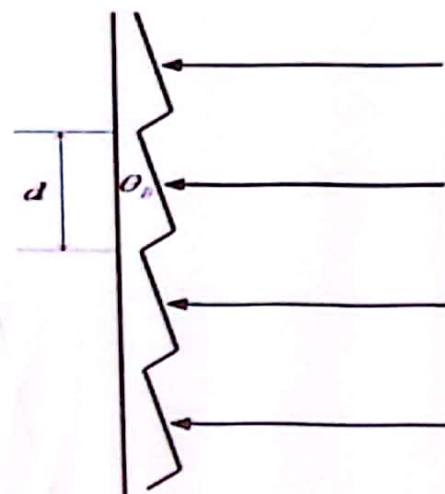
11 采用如图所示方式照明闪耀光栅 计算光强分布



的主焦点焦距为  $400\text{ mm}$ ，问该波带片的第一个半波带的半径为\_\_\_\_\_，若要求该带片焦点的光强为自由光强的 $10^4$ 倍，问这张波带片有效半径应为\_\_\_\_\_。

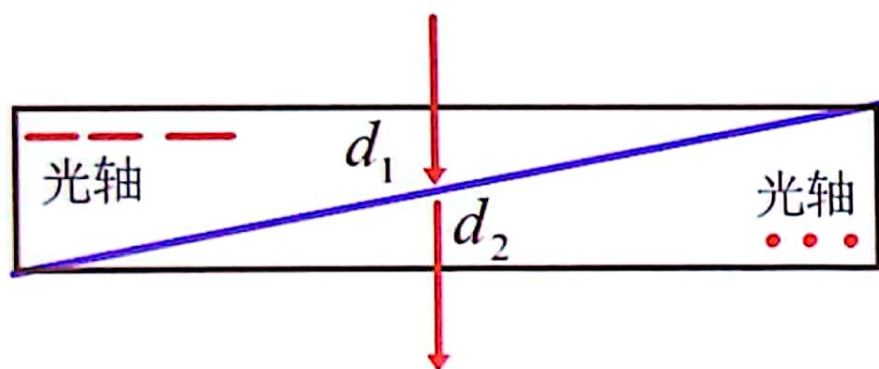
10、衍射细丝测径仪是将单缝夫琅和费衍射装置中的单缝用细丝代替。所用光波长  $500\text{ nm}$ ，透镜焦距  $50\text{ cm}$ ，现测得零级衍射斑的宽度为  $1\text{ cm}$ ，则细丝的直径为\_\_\_\_\_。

11、采用如图所示方式照明闪耀光栅，其光栅常数为  $d$ ，闪耀角为  $\theta_B$ ，则其一级闪耀波长为\_\_\_\_\_





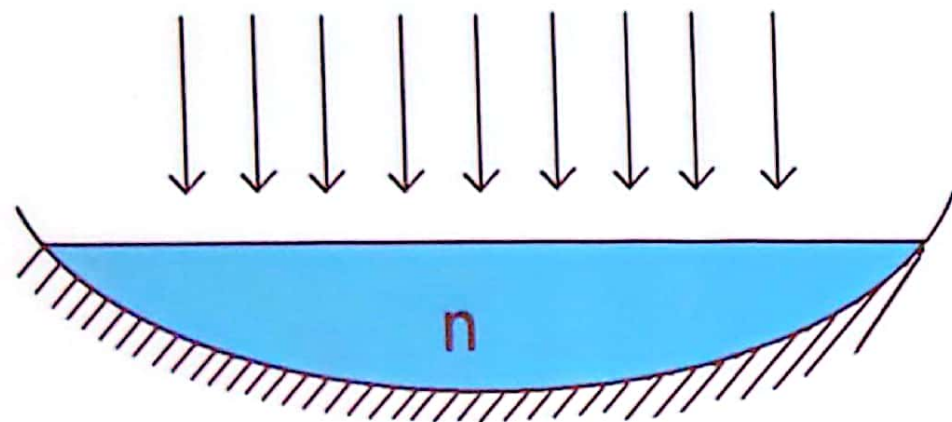
12、一波长为 $\lambda$ 的单色细光束，如下图所示正入射两顶角很小的晶体直角棱镜（o 光、e 光的折射率分别为 $n_o, n_e$ ）构成的位相补偿器件（巴比涅补偿器），则下端面出射光的位相改变值为多少？



13、若 P 偏振线偏光以布儒斯特角入射到两种透明介质( $n_1, n_2$ )的界面，  
则反射光与入射光的强度比为

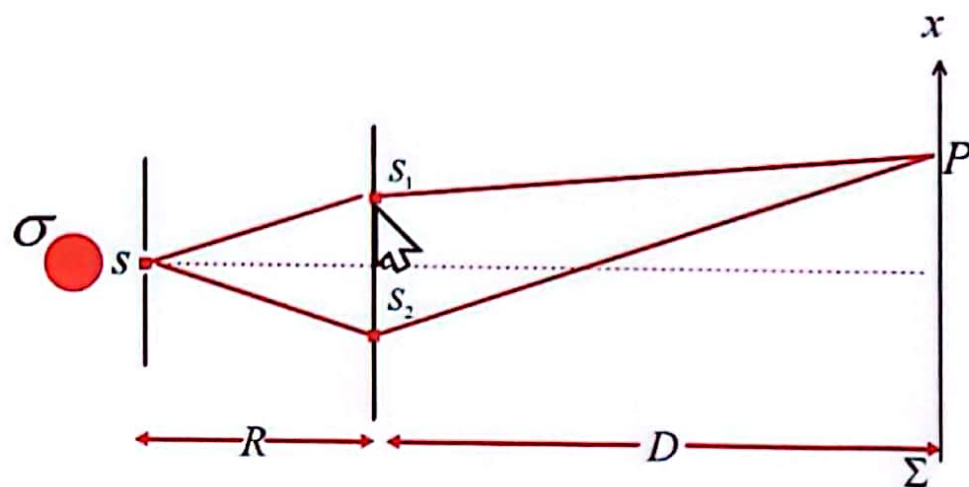


1、由费马原理，可给出一折射率为 $n'$ 、曲率半径为 $r$ 单球面在近轴条件下的折射成像公式为 $\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$ ，其中 $s$ 为物距， $s'$ 为像距， $n$ 为物方折射率。请基于该成像公式分析给出，如下图所示的组合光学系统的焦距（水平放置的曲率半径为60cm的凹面镜，里面装有水，水的折射率为 $4/3$ ，水的厚度和镜子的曲率半径相比很小）。





2、如下图所示杨氏干涉装置，以单色 ( $\lambda$ ) 自然面光源  $\sigma$  照明中心狭缝  $S$ ， $S_1, S_2$  为双缝（出射光强度相等，均为  $I_0$ ，缝沿  $y$  方向（垂直纸面）取向），间距为  $d$ ， $\Sigma$  为观察屏， $S$ 、 $\Sigma$  距双缝的距离分别为  $R, D$ ， $d^2 \ll R^2$   $d^2 \ll D^2$ ，横向观测范围(P)满足傍轴条件，观察屏距双缝满足远场条件。



(1) 试分析观察屏  $\Sigma$  上观察范围内两光束的类型，并求出交叠区域强度分布的表达式、干涉条纹的间距；

(2) 若双缝间距不变，其中一缝的宽度略变窄，干涉场有什么变化？；

若其中一个狭缝通过的光强度是另一个的 4 倍，此时干涉条纹的对比



(1) 试分析观察屏 $\Sigma$ 上观察范围内两光束的类型, 并求出交叠区域强度分布的表达式、干涉条纹的间距;

(2) 若双缝间距不变, 其中一缝的宽度略变窄, 干涉场有什么变化? ;  
若其中一个狭缝通过的光强度是另一个的 4 倍, 此时干涉条纹的对比度是多少?

(3) 若在 $S_1$ 后插入厚度 $h$ 的玻璃片, 此时第 0 级亮纹的中心位置与双缝的中垂线距离为 $x$ , 试求该玻璃片的折射率; 若用一波长为 $500\text{nm}$ , 谱线宽度为 $1\text{nm}$ 的准单色点光源照明双缝, 问玻璃板的厚度为多厚时, 可使干涉条纹消失?

(4) 若去掉中心狭缝 $S$ , 干涉场有何变化? 此时 $S_1, S_2$ 间距固定为 $d$ , 为了在观察屏 $\Sigma$ 上获得可见的干涉条纹, 对面光源 $\sigma$ ( $x$ 方向)有何限制?

(5) 如果考虑 $S_1, S_2$ 双缝的衍射效应, 干涉场有何变化? 若 $S_1, S_2$ 缝宽均为 $a$ , 给出此时观察屏上场分布的表示式。





3、法布里-珀罗(F-P)干涉仪的精细度系数  $F = \frac{4R}{(1-R)^2}$  可表示其分辨能

力的大小，与透射亮纹的（位相）锐度（半值宽度）的关系为  $\delta = \frac{4}{\sqrt{F}}$ 。

现有一空气间隙的法布里-珀罗(F-P)干涉仪，其腔长为 10cm，腔镜面反射率  $R=0.95$ ，若以中心波长为 500nm、谱线宽度为 0.01nm 的入射光正入射。

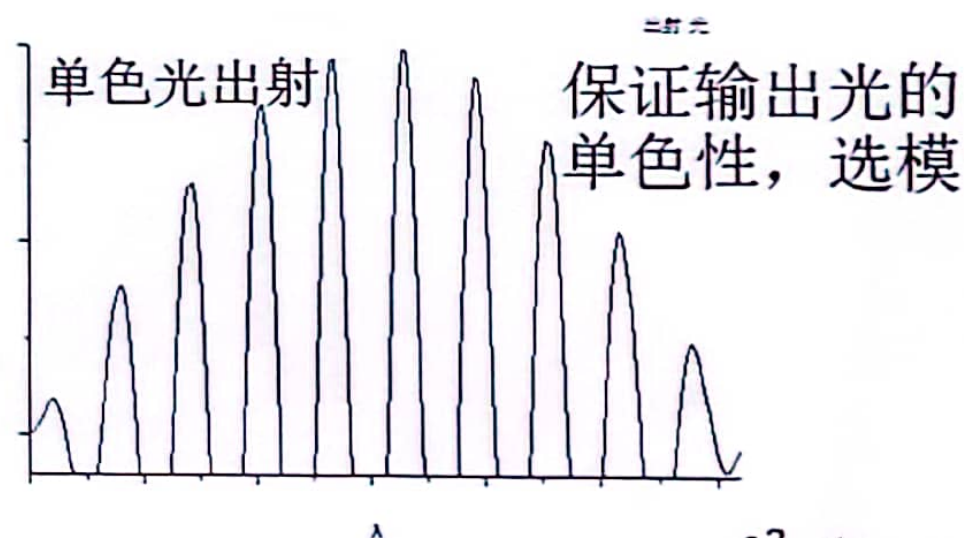
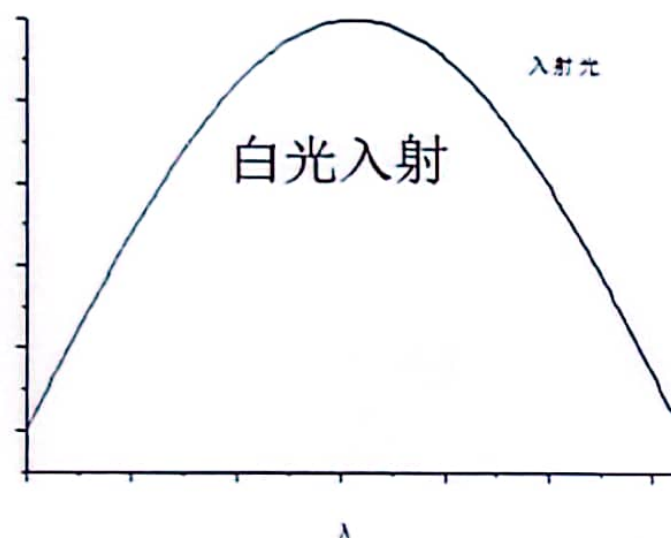
（1）该干涉仪的中心干涉级在 500nm 附近可分辨的最小波长间隔是多少？

（2）该干涉仪透射光谱中透射最强的谱线有几条（即有多少个纵模）？若要使其仅输出一个纵模，则此时腔长最长为多少？

（3）若热胀冷缩致腔长变化为  $10^{-5}$ （相对值），则谱线漂移量为多少？



# F-B光学谐振腔中的纵模



若非单色光的波长范围为  $\lambda \pm \frac{\Delta\lambda'}{2}$  沿  $i = 0$  方向极大值线宽  $\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{4\pi h} \frac{1-\rho}{2\sqrt{\rho}}$

极大值的波长数 (纵模数)  $\frac{\Delta\lambda'}{\Delta\lambda} = \frac{4\pi h \Delta\lambda'}{\lambda^2} \frac{2\sqrt{\rho}}{1-\rho}$





4、一透射式光栅光谱仪的原理结构如下图所示。若复色光以  $30^\circ$  角照射有效宽度为  $5\text{cm}$  的平面衍射光栅，且能在  $30^\circ$  衍射角的方向测量到  $750\text{nm}$  的第 2 级干涉主极大，但却测不到  $500\text{nm}$  附近的主干涉极大。

(1) 该光栅周期和缝宽分别是多少？

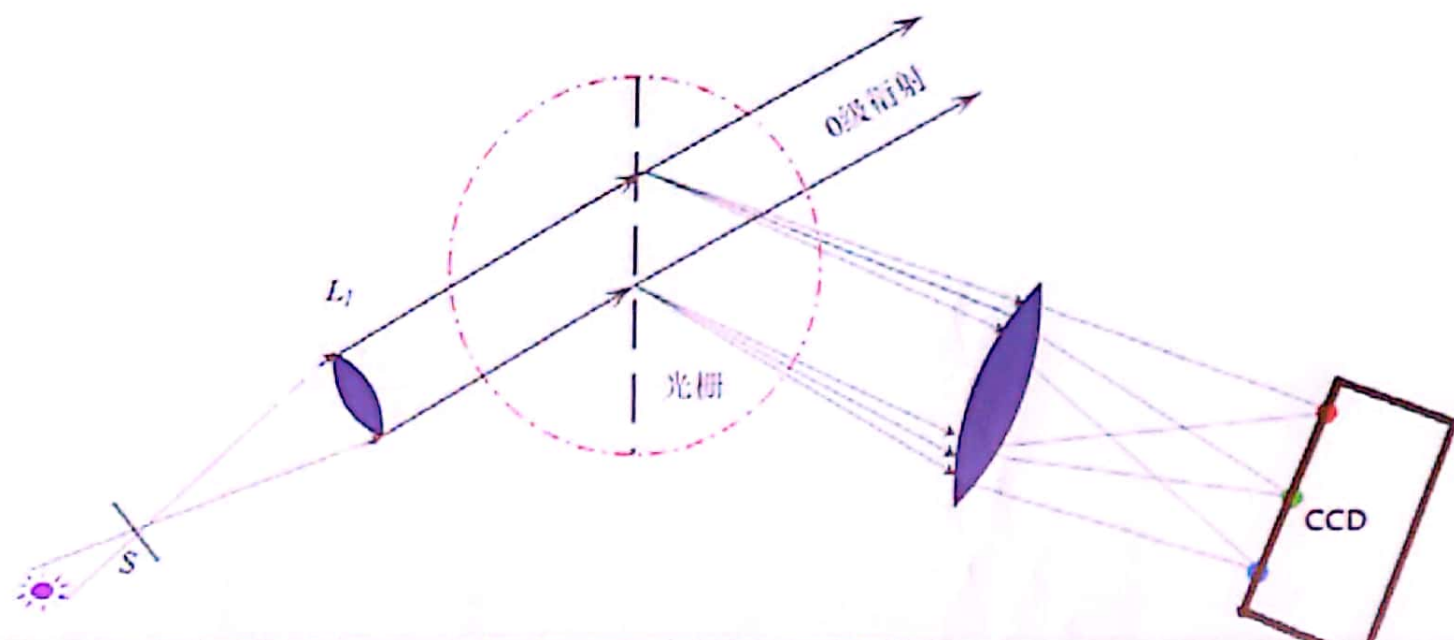
(2) 该光栅光谱仪在  $750\text{nm}$  附近二级谱线能分辨的最小波长间隔是多少？

(3) 若  $750\text{nm}$  附近的窄线宽复色光源垂直照射该光栅，衍射光经透镜聚焦后用 CCD 记录。如果透镜焦距  $f = 10\text{cm}$ ，为了充分利用垂直照明时该光栅的色分辨本领，需要选用 CCD 的像素单元大小不能大于多少？



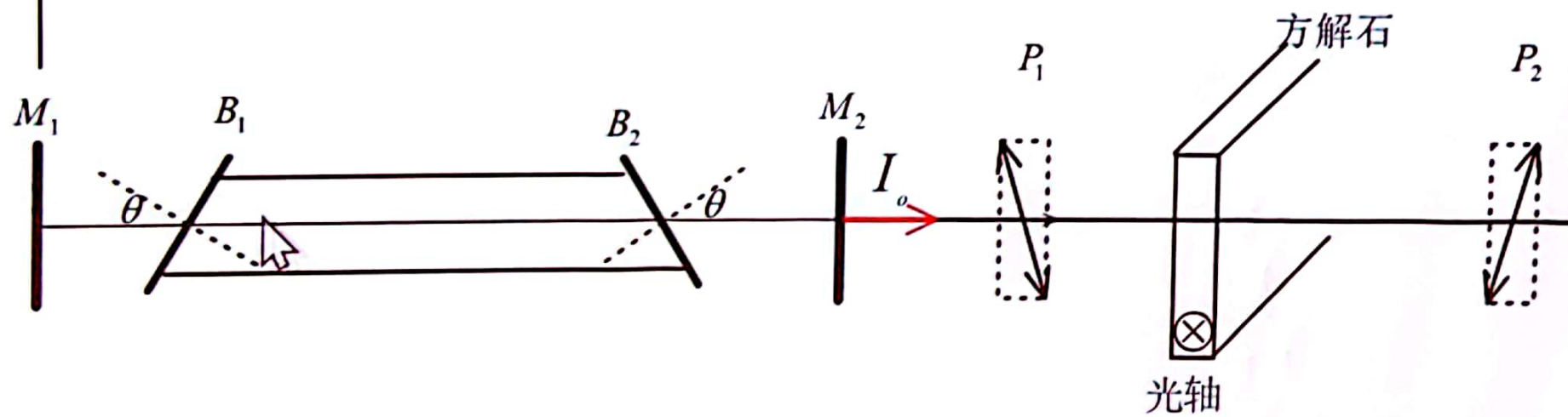
(2) 该光栅光谱仪在  $750\text{nm}$  附近二级谱线能分辨的最小波长间隔是多少？

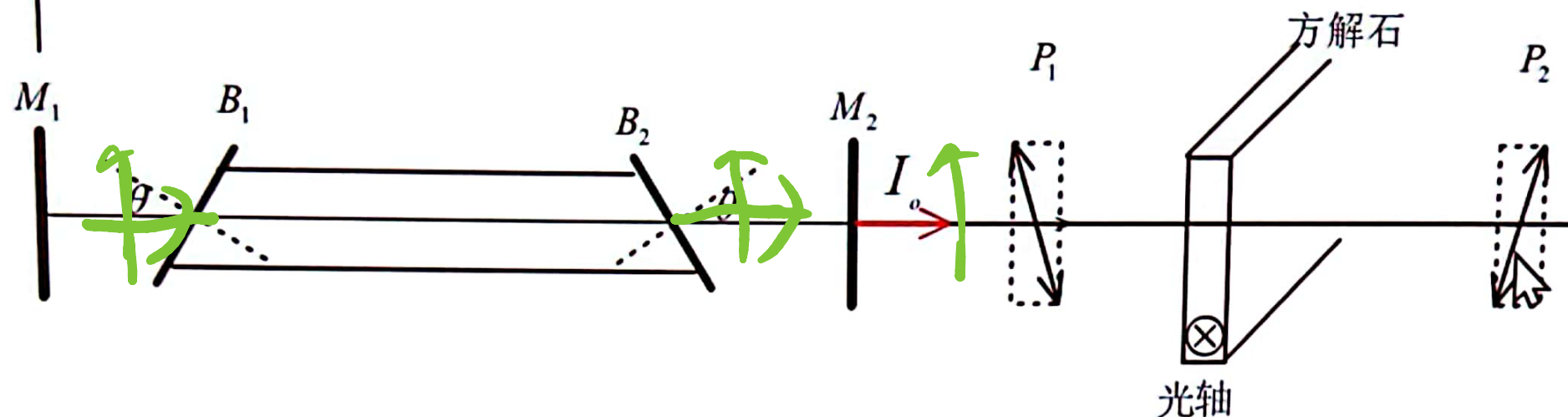
(3) 若  $750\text{nm}$  附近的窄线宽复色光源垂直照射该光栅，衍射光经透镜聚焦后用 CCD 记录。如果透镜焦距  $f = 10\text{cm}$ ，为了充分利用垂直照明时该光栅的色分辨本领，需要选用 CCD 的像素单元大小不能大于多少？





5、一输出波长为 $\lambda=6000\text{Å}$ ，光强为 $I_0$ 的气体激光器的谐振腔（M1 为全反镜，M2 为部分反镜）结构示意图如下图所示，B1、B2 是折射率 $n_{(z)}=1.732$ 的平板材料。在激光出射后再放置两透振方向相互垂直的偏振片 $P_1$ 和 $P_2$ ，该激光垂直入射到 $P_1$ 上， $P_1$ 振透方向与 M2 上下方向的夹角为 $60^\circ$ ，同时在 $P_1$ 和 $P_2$ 之间平行地插入一方解石晶片，晶片厚度 $d=1.8\times 10^{-4}\text{cm}$ ， $n_o=1.658, n_e=1.408$ ，其光轴平行于晶体表面，沿 $x$ 方向，且 $P_1$ 振透方向与光轴夹角为 $45^\circ$ 。





- (1) 如欲使从  $M_2$  出射光的偏振度最大,  $B_1$ 、 $B_2$  应如何放置即入射角  $\theta$  应当为多大, 此时出射光偏振态及偏振方向如何?
- (2) 该晶片对该激光波长  $\lambda$  而言是什么晶片? 通过方解石晶片后出射光的偏振态和光强?  
左旋圆偏
- (3) 计算出从  $P_2$  透出的光强与  $I_0$  之比?  
1/2
- (4) 如果  $P_2$  为一全反镜, 则反射后通过  $P_1$  的光强为多少?





1. 会聚透镜使一个物在屏上成像。像的高度为 4cm，保持屏和物不动，将透镜向屏移动，当第二次成像时，像的高度为 9cm，则物的实际高度为\_\_\_\_\_cm。
2. 一束右旋圆偏振光从空气正入射到玻璃板上，迎着反射光的方向看，反射光的偏振态是\_\_\_\_\_。
3. 如果用太阳光观察杨氏双缝干涉，为了不使条纹模糊不清，两缝间距的最大值是\_\_\_\_\_（已知太阳光发散角约  $1'$ ，取平均波长 550nm）
4. 使用钠灯双线光源（ $\lambda_1=589.0\text{nm}$ ， $\lambda_2=589.6\text{nm}$ ）照明空气中的迈克尔孙干涉仪，移动干涉仪的其中一个反射镜，为使干涉图样的条纹可见度两次达到最大，反射镜最少要移



# 屏上强度分布及条纹的特点

$$di(x', x) = 2a^2 \left[ 1 + \cos kd \left( \frac{x}{D} + \frac{x'}{l} \right) \right] dx'$$

扩展光源依然具有相干性的条件

$$I(x) = \int di(x', x) = 2a^2 \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \left[ 1 + \cos kd \left( \frac{x}{D} + \frac{x'}{l} \right) \right] dx'$$

$$b < \frac{l\lambda}{d}$$

$$b_{\max} = \frac{l\lambda}{d}$$

$$= 2a^2 \left\{ b + \frac{l}{kd} \left[ \sin k \left( \frac{x}{D} + \frac{b}{2l} \right) d - \sin k \left( \frac{x}{D} - \frac{b}{2l} \right) d \right] \right\}$$

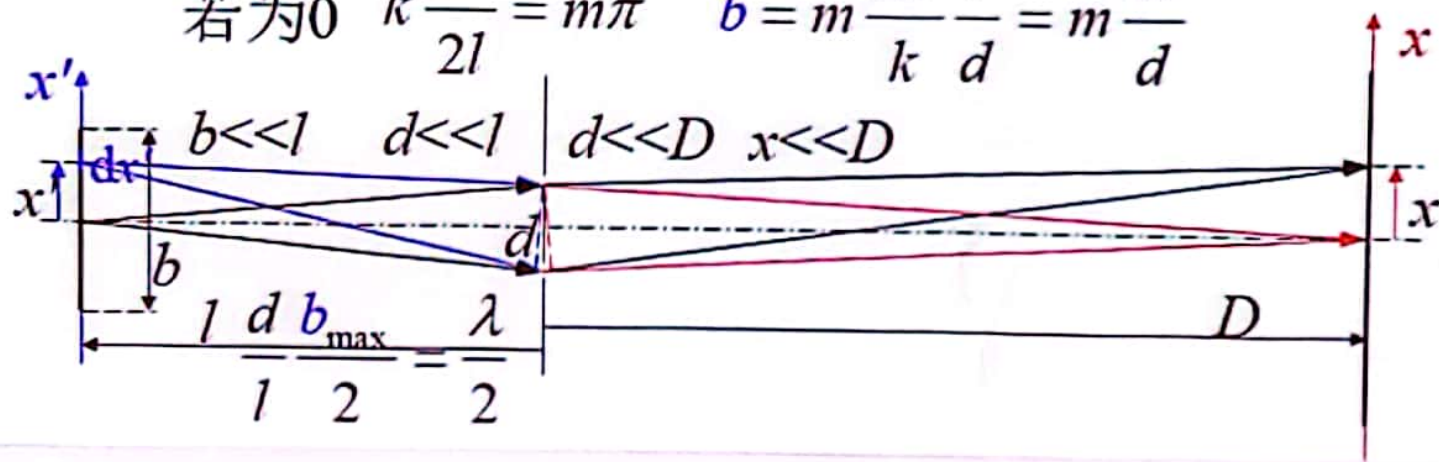
$$= 2a^2 \left( b + \frac{2l}{kd} \sin k \frac{bd}{2l} \cos k \frac{d}{D} x \right)$$

$m=1$ , 条纹反衬度就很小

屏上背景光强

若为0  $k \frac{bd}{2l} = m\pi$   $b = m \frac{2\pi l}{k d} = m \frac{l\lambda}{d}$

缝前的光程差  
达到半个波长  
边缘的暗纹就  
移到中心处





4. 使用钠灯双线光源 ( $\lambda_1=589.0\text{nm}$ ,  $\lambda_2=589.6\text{nm}$ ) 照明空气中的迈克尔孙干涉仪, 移动干涉仪的其中一个反射镜, 为使干涉图样的条纹可见度两次达到最大, 反射镜最少要移动的距离是\_\_\_\_\_。
5. 已知地月距离为  $3.8\times 10^5\text{km}$ , 要分辨月球表面相距  $200\text{m}$  的两点, 需要望远镜的口径至少为\_\_\_\_\_ (取光学波长  $550\text{nm}$ )。
6. 一束光强为  $I_0$  的自然光连续通过三个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ , 其中  $P_1$  和  $P_3$  的透振方向相互垂直,  $P_2$  和  $P_1$  之间的透振方向的夹角为  $30^\circ$ , 则最终透射与入射光强的比值是\_\_\_\_\_。
7. 在标准牛顿环的透镜和玻璃平板之间注入一种液体, 相比空气薄膜条件下, 第 5 个亮环的直径从  $1.50\times 10^{-2}\text{m}$  变为  $1.35\times 10^{-2}\text{m}$ , 则这种液体的折射率为\_\_\_\_\_。
8. 在两个正交的尼克尔棱镜之间放置一个沿光轴方向切割的石英波片, 波片的光轴和尼克尔

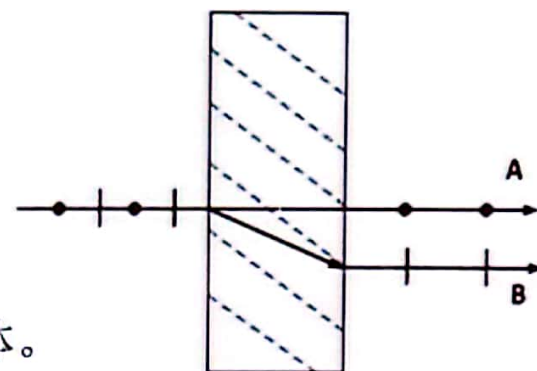


$\lambda_1=656.3nm$  经过光学装置后输出光强最弱，谱线  $\lambda_2=410.2nm$  的输出光强最强，则石英波片的最小厚度为\_\_\_\_\_。

9. 如右图所示，一束偏振光通过一个单轴晶体后分为 A、B

两束光线，晶体的光轴如图虚线方向所示，则输出光线中的

e 光是\_\_\_\_\_ (A、B)，该晶体为\_\_\_\_\_ (正、负) 单轴晶体。



10. 香烟在空气中燃烧时升起的是青烟，这是因为其中占主导因素的是瑞利散射；而吸入肺中再吐出来的是白烟，这是因为其中占主导因素的是米氏散射。

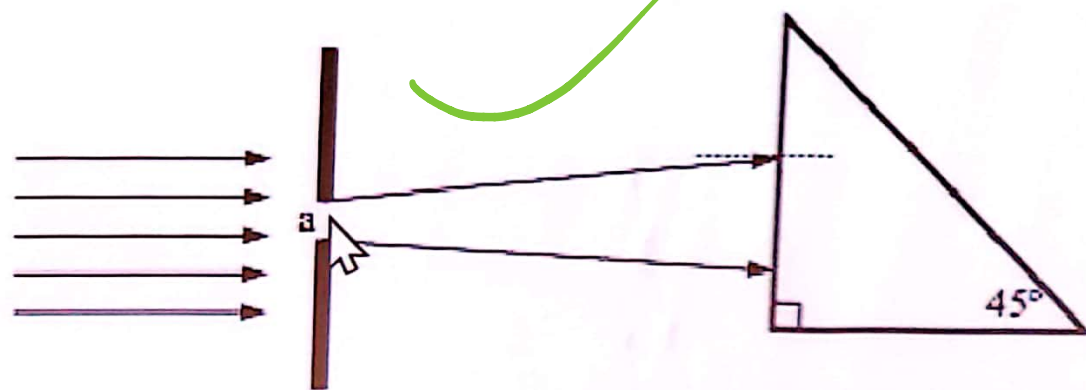
11. 黑体辐射过程中，初始状态下的辐射本领为  $R_{T_0}$  峰值波长为  $\lambda_0$ 。对其加温，使总的辐射本领变为  $mR_{T_0}$ ，则波长将变为\_\_\_\_\_  $\lambda_0$ 。





12. 根据爱因斯坦的光子说，真空中光速为  $c$ ，波长为  $\lambda$  的光波，普朗克常数为  $h$ ，则光子的能量为\_\_\_\_\_，动量为\_\_\_\_\_，质量为\_\_\_\_\_。

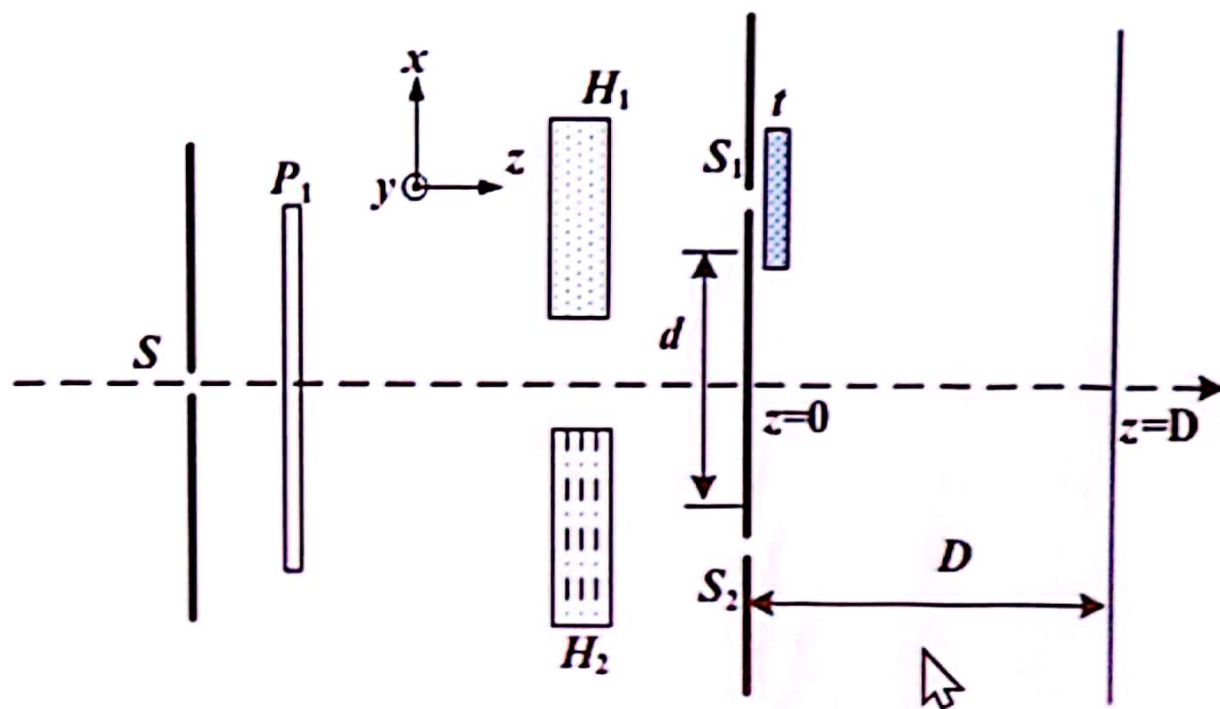
2.1 一束平行光 ( $\lambda=632.8\text{nm}$ ) 垂直照射一个宽度为  $a=0.7\text{mm}$  的狭缝，在满足远场接收条件下 (可视作夫琅禾费衍射)，仅使狭缝的零级衍射光进入如图所示的等角直角反射棱镜 (棱镜的折射率  $n'=1.55$ ，光线经过的其他路径的介质为空气)。为了在棱镜反射以后获取最大强度的反射光，请通过计算分析在棱镜斜面上是否需要再镀上增加反射的膜。



求  $D$ 。(3 分)

(2) 如果在  $D$  处放置一观测屏，在其中一个孔之后覆盖一个折射率为  $n=1.55$  的玻璃片，引起中央条纹的位移为  $2\text{cm}$ ，求该薄片的厚度  $t$ 。(3 分)

(3) 去除 (2) 中的玻璃片，并在  $S$  之后放置一个偏振片  $P_1$ ，其透振方向沿  $y$  方向。如果在小孔  $S_1$  和  $S_2$  之前各放置一个方解石（负单轴晶体）半波片  $H_1$  和  $H_2$ ，其光轴方向分别沿  $y$  和  $x$  方向。请分析对比不加入  $H_1$  和  $H_2$  时，干涉条纹将发生怎样的变化？(4 分)

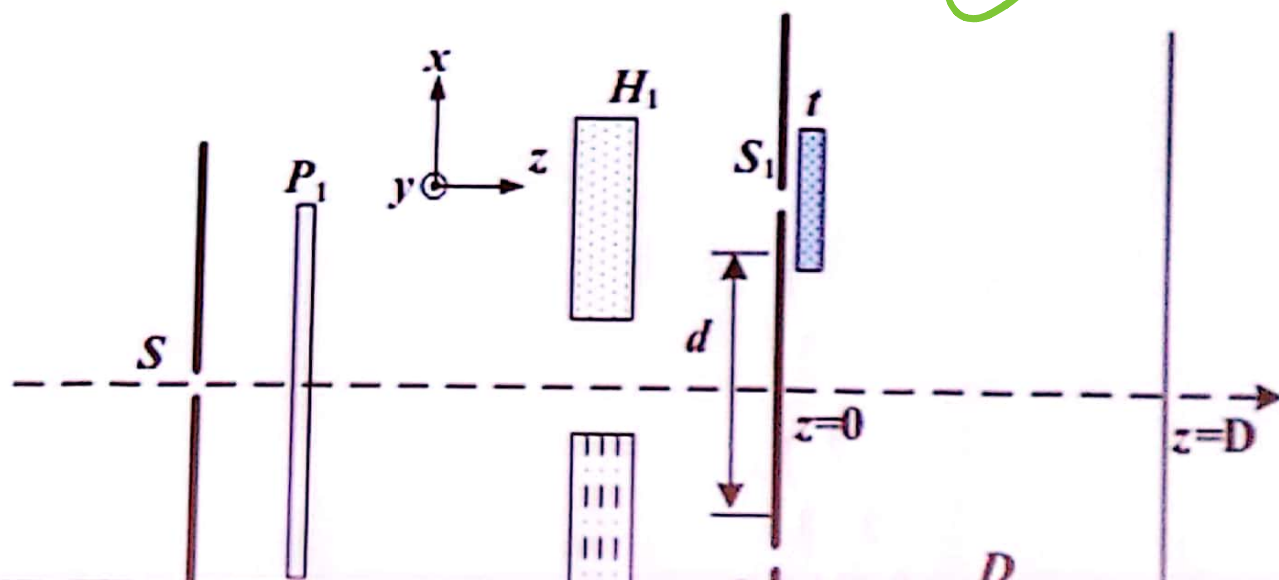




(1) 在距离双孔屏  $z = D$  处，将一个光电探测器（根据光强输出 0、1 信号）以  $v = 1.5 \text{ m/s}$  的速度，沿  $x$  方向扫过。在  $x = 0$  附近，探测器连续输出两个脉冲信号的时间间隔  $\Delta t = 1 \text{ ms}$ ，试求  $D$ 。（3 分）

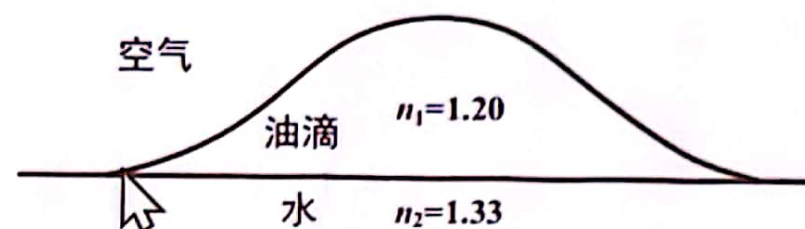
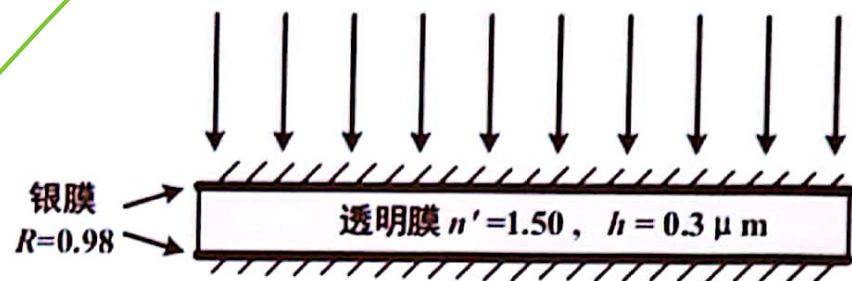
(2) 如果在  $D$  处放置一观测屏，在其中一个孔之后覆盖一个折射率为  $n = 1.55$  的玻璃片，引起中央条纹的位移为  $2 \text{ cm}$ ，求该薄片的厚度  $t$ 。（3 分）

(3) 去除 (2) 中的玻璃片，并在  $S$  之后放置一个偏振片  $P_1$ ，其透振方向沿  $y$  方向。如果在小孔  $S_1$  和  $S_2$  之前各放置一个方解石（负单轴晶体）半波片  $H_1$  和  $H_2$ ，其光轴方向分别沿  $y$  和  $x$  方向。请分析对比不加入  $H_1$  和  $H_2$  时，干涉条纹将发生怎样的变化？（4 分）



- (3) 为什么彩色会随着油滴的变厚而逐渐消失？(2分)
- (4) 如果垂直入射的白光经过一个干涉滤波片(厚度  $h = 0.3\mu\text{m}$ 、折射率  $n' = 1.50$  的透明膜，两边镀反射率  $R = 0.98$  的银膜)，再照在射油滴上，肉眼看上去只剩一种颜色，则该颜色的波长是多少？从边缘算起，油滴厚度达到多少时，干涉条纹将第一次消失？(7分)

$$\delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2n'hc\nu} \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$



2.4 波长为  $500\text{nm}$  的平面光波垂直入射到不透明的白色屏幕  $S$  上。屏上有一个半径  $\rho = 0.5\text{mm}$





2.4 波长为  $500\text{nm}$  的平面光波垂直入射到不透明的白色屏幕  $S$  上。屏上有一个半径  $\rho=0.5\text{mm}$  的小孔。

- (1) 如果圆孔边缘对于距离屏  $S$  为  $r_0$  的共轴点  $P$ ，恰好为 1 个半波带，试求  $r_0$ 。(3 分)
- (2) 如果以圆孔的中心为圆心，在屏幕以同心圆环的形式开孔，使  $P$  点成为波带片的主焦点，并且焦点处的光强大约是撤去屏  $S$  时的 16 倍，应该怎样开孔？(5 分)
- (3) 将中心圆孔与同心圆环之间的不透光部分，替换为折射率  $n=1.5$  的透明介质薄膜，如果要使主焦点仍然在  $P$  点，薄膜的最小厚度应为多少？(3 分)
- (4) 如果将屏幕  $S$  后面的空气换为折射率为 1.5 的介质，主焦点的位置将发生怎样的变化？(3 分)



2.5 白光垂直照射有效宽度为 5cm 的平面衍射光栅，能在  $30^\circ$  衍射角的方向测量到 660nm 的第 2 级干涉主极大，但却测不到 440nm 附近的主干涉极大。在上述条件下，试问：

(1) 该光栅周期和缝宽分别是多少？（4 分）

(2) 该光栅在 660nm 附近能分辨的最小波长差大约是多少？（4 分）

(3) 如果用该光栅观察 440nm 垂直入射的光，屏上可以看到几条干涉条纹？（4 分）

(4) 将该光栅用于对 660nm 附近的窄线宽垂直照射光线进行分光，仍在  $30^\circ$  衍射角方向，经透镜聚焦后用照相胶片摄谱。如果透镜焦距  $f = 0.5\text{m}$ ，为了充分利用光栅的色分辨本领，需要选用胶片的空间分辨率最低为多少线每 mm？（4 分）





2.5 白光垂直照射有效宽度为 5cm 的平面衍射光栅，能在  $30^\circ$  衍射角的方向测量到 660nm 的第 2 级干涉主极大，但却测不到 440nm 附近的主干涉极大。在上述条件下，试问：

(1) 该光栅周期和缝宽分别是多少？（4 分）

(2) 该光栅在 660nm 附近能分辨的最小波长差大约是多少？（4 分）

(3) 如果用该光栅观察 440nm 垂直入射的光，屏上可以看到几条干涉条纹？（4 分）

(4) 将该光栅用于对 660nm 附近的窄线宽垂直照射光线进行分光，仍在  $30^\circ$  衍射角方向，经透镜聚焦后用照相胶片摄谱。如果透镜焦距  $f = 0.5\text{m}$ ，为了充分利用光栅的色分辨本领，需要选用胶片的空间分辨率最低为多少线每 mm？（4 分）



1. 某矩孔的弗朗禾费衍射花样中央主极大的强度为  $I$ . 如果将该矩孔的长、宽各增大 1 倍, 则中央主极大的强度变为\_\_\_\_\_.

2. 杨氏双缝干涉装置中, 光源是波长为  $640\text{nm}$  的单色扩展光源, 双缝到光源的距离为  $0.5\text{m}$ , 接收屏到双缝的距离是  $2\text{m}$ . 当双缝间距增大到  $2\text{mm}$  时, 在接收屏上看不到干涉条纹, 则光源的宽度为\_\_\_\_\_.

3. 波长在  $488\text{nm}$  附近的准单色平面光波正入射到薄膜上, 可以观察到反射光的干涉条纹; 当薄膜的厚度增大到  $0.02\text{mm}$  时, 干涉条纹消失. 如果薄膜的折射率为  $1.5$ , 则入射光波的相干长度为\_\_\_\_\_, 波长范围是\_\_\_\_\_.

4. 椭圆偏振光正入射到  $1/2$  波片上, 椭圆的长轴与波片的光轴垂直, 从该波片射出后, 光的偏振态是\_\_\_\_\_.

5. 一个菲涅耳波带片包含有 100 个透光的圆环, 对于波长为  $\lambda$  的单色光, 主焦点  $F$  处的光强为  $I$ ; 对于波长为  $\lambda/2$  的单色光, 上述  $F$  处的光强为\_\_\_\_\_.

二. 按照菲涅耳公式, 光正入射到介质的分界面处, 反射光、折射光与入射光的关系为

$$\frac{E'_{s1}}{E_{s1}} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}, \quad \frac{E'_{p1}}{E_{p1}} = \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1}, \quad \frac{E_{s2}}{E_{s1}} = \frac{2n_1}{n_1 + n_2}, \quad \frac{E_{p2}}{E_{p1}} = \frac{2n_1}{n_2 + n_1}$$

由此可得  $(\frac{E'_{s1}}{E_{s1}})^2 + (\frac{E_{s2}}{E_{s1}})^2 \neq 1$ ,  $(\frac{E'_{p1}}{E_{p1}})^2 + (\frac{E_{p2}}{E_{p1}})^2 \neq 1$ , 即反射光与折射光的强度之和

不等于入射光的强度. 看起来这违背能量守恒 (当然不可能违反), 试解释之.

三. 氢光谱灯中由于含有氢原子及微量同位素氘, 而发出含有两种非常接近的波长的光. 理论分析表明, 按照瑞利判据, 这两波长成分在光栅的 1 级光谱中是可以分辨的, 而实验上却无法分辨. 解释无法分辨的原因, 并指出解决的方法 (在不更换光源和光栅的前提下).

四. 将氢光谱灯的  $H_\alpha$  线经透镜组变为扩展平行光束后射入法布里-珀罗干涉仪, 已知  $H_\alpha$  线波长为  $656.210\text{nm}$ . 该法布里-珀罗干涉仪每个镜面的反射率为  $0.950$ , 腔长为  $20.000\text{mm}$ . 求

1. 从干涉仪中透射出的光, 在  $0^\circ \sim 1^\circ$  之间, 有几条亮环?

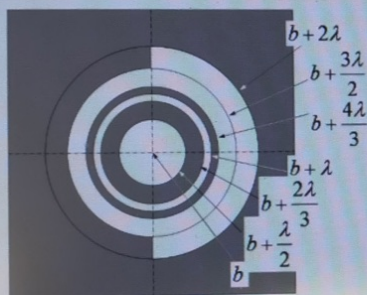
2. 在  $1^\circ$  附近, 干涉亮环的半值半宽是多少?

3.  $H_\alpha$  线实际上包含有靠得很近的多条精细结构谱线, 其中两条谱线的波数差  $\Delta \tilde{\nu} = 0.036\text{cm}^{-1}$ , 该干涉仪是否可以分辨上述两条谱线?

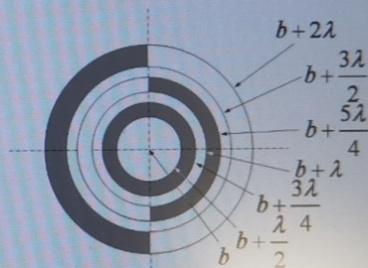
4. 在  $1^\circ$  附近, 上述两条精细结构谱线的角距离是多少?



五. 如图为两个菲涅耳波带片, 波带片中心到轴上观察点的距离为  $b$ , 图中标出了各个圆环到观察点的光程, 阴影部分不透光, 波带片 1 最外环之外是不透光的, 波带片 2 最外环之外是透光的. 如果仅仅开放第一个半波带时测得观察点的光强为  $I_0$ , 分别计算经每个波带片后观察点的强度各是多少?

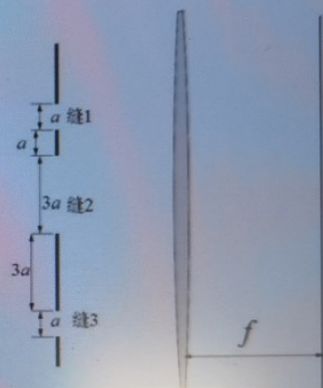


波带片 1



波带片 2

六. 如图, 波长为  $\lambda$  的单色平行光正入射到开有三条平行狭缝的不透光屏上, 接收屏位于凸透镜的焦平面处, 各个狭缝的宽度和间距均已图中标出, 在缝 3 处覆盖一层薄膜, 该薄膜对光无吸收, 其厚度与折射率满足关系式  $(n-1)d = \frac{\lambda}{2}$ , 设各缝处的光强都相等.



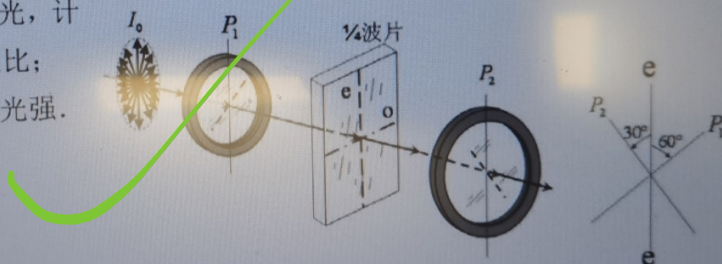
1. 分别打开缝 1 和缝 2, 在接收屏上所得到的光强分布是否相同? 为什么? 同时打开缝 1 和缝 2, 求出这时接收平面上的光强分布表达式.

2. 分别打开缝 1 和缝 3, 在接收屏上所得到的光强分布是否相同? 为什么? 同时打开缝 1 和缝 3, 求出这时接收平面上的光强分布表达式.

3. 三条缝同时打开, 求出这时接收平面上的光强分布表达式.

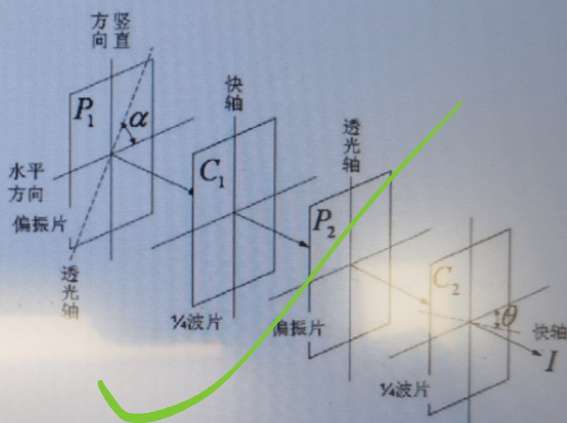
七. 如图, 强度为  $I_0$  的自然光通过由偏振片  $P_1$ 、 $1/4$  波片和偏振片  $P_2$  构成的光学系统. 已知波片的  $e$  轴为快轴,  $P_1$  的透振方向与  $e$  轴的夹角为  $60^\circ$ ,  $P_2$  的透振方向与  $e$  轴的夹角为  $30^\circ$ . 试求:

1. 经过  $P_1$  后的光强;
2. 经过波片后光的偏振态和光强. 若是圆偏光或椭偏光, 指出是左旋的还是右旋的. 若是椭偏光, 计算椭圆长短轴之比;
3. 经过  $P_2$  后的光强.



八. 如图, 单色平行自然光依次通过偏振片  $P_1$ 、 $1/4$  波片  $C_1$ 、偏振片  $P_2$  和  $1/4$  波片  $C_2$ . 已知  $P_1$  的透光轴与水平方向夹角  $\alpha=60^\circ$ , 波片  $C_1$  的快轴沿竖直方向, 偏振片  $P_2$  的透光轴沿竖直方向, 波片  $C_2$  的快轴与水平方向的夹角  $\theta=-30^\circ$ . 若测得从  $C_2$  出射光的强度为  $I$ , 试求:

1. 经过  $C_1$  后, 光的偏振态;
2. 经过  $P_2$  后, 光的强度;
3. 经过  $C_2$  后, 光的偏振态;
4. 入射光的强度.



要求: 描述光的偏振态, 若是圆偏光, 需指出是左旋的还是右旋的;

若是椭偏光, 需指出左旋、右旋、长轴方向、长短轴比值; 若是线偏光. 需指出振动方向.