波动光学

习题课

09:28:27

知识导航

- 光程 → 光程差 → 相干叠加
- 光的干涉
  - 杨氏双缝干涉实验
  - 薄膜干涉（半波损失）
    - 等倾干涉　增透膜　增反膜
    - 等厚干涉
      - 劈尖
      - 牛顿环
    - 迈克尔逊干涉仪
- 光的衍射
  - 单缝衍射（半波带理论）→ 多缝干涉 → 光栅衍射（缺级概念）
  - 圆孔衍射 → 光学仪器的分辨率
- 光的偏振
  - 马吕斯定律　偏振片的起偏和检偏
  - 布鲁斯特定律　反射和折射时的偏振
- 双折射现象

波动光学（1）

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

[C]（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.

2．真空中波长为 λ 的单色光，在折射率为 n 的均匀透明媒质中，从 A 点沿某一路径传播到 B 点，路径的长度为 L. A、B 两点光振动相位差记为 $\Delta\varphi$，则

[C] （A） $L = \dfrac{3\lambda}{2}, \Delta\varphi = 3\pi$.

（B） $L = \dfrac{3\lambda}{2n}, \Delta\varphi = 3n\pi$.

（C） $L = \dfrac{3\lambda}{2n}, \Delta\varphi = 3\pi$.

（D） $L = \dfrac{3n\lambda}{2}, \Delta\varphi = 3n\pi$.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} nL$$

$$L = \frac{\lambda}{2\pi n} \Delta\varphi$$

$$\Delta\varphi = 3\pi$$

3．在双缝干涉实验中，屏幕 E 上的 P 点处是明条纹．若将缝 S_2 盖住，并在 S_1 S_2 连线的垂直平分面处放一高折射率介质反射面 M，如图所示，则此时

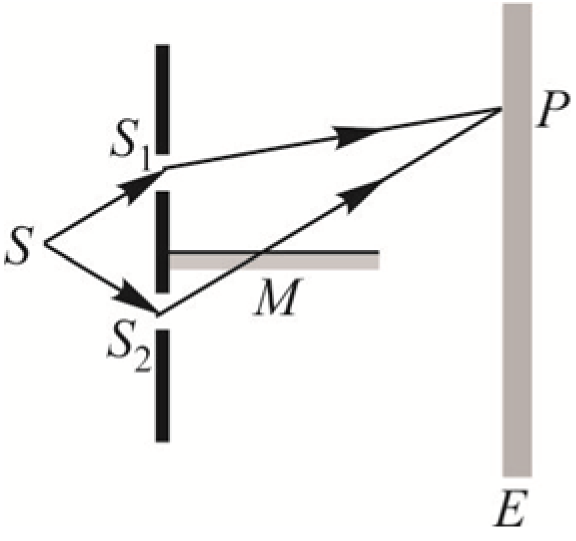
[**B**]（A）P 点处仍为明条纹．

（B）P 点处为暗条纹．

（C）不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹．

（D）无干涉条纹．

半波损失



4. 在杨氏双缝干涉实验中，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，屏幕上干涉明纹的宽度为

[A] (A) $\dfrac{\lambda D}{d}$.　　(B) $\dfrac{\lambda d}{D}$.

(C) $\dfrac{\lambda D}{2d}$.　　(D) $\dfrac{\lambda d}{2D}$.

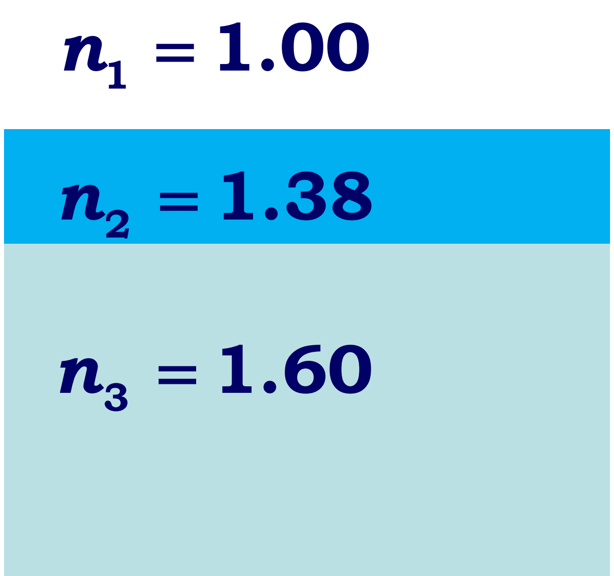
5. 在玻璃（折射率为1.60）表面镀一层 MgF_2（折射率为1.38）薄膜作为增透膜．为了使波长为500 nm 的光从空气（折射率为1.00）正入射时尽可能少反射，MgF_2 薄膜的最小厚度应是

[E] （A）125 nm．　（B）181 nm．
（C）250 nm．　（D）78.1 nm．　（E）90.6 nm．

$$2n_2 e = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$e = (2k+1)\frac{\lambda}{4n_2} \qquad k = 0$$

$$e = \frac{\lambda}{4n_2}$$



6．用劈尖干涉检验工件的表面，当波长为500 nm 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

[　D　]（A）有一凹陷的槽，最大深度为 500 nm．

（B）有一凹陷的槽，最大深度为 250 nm．

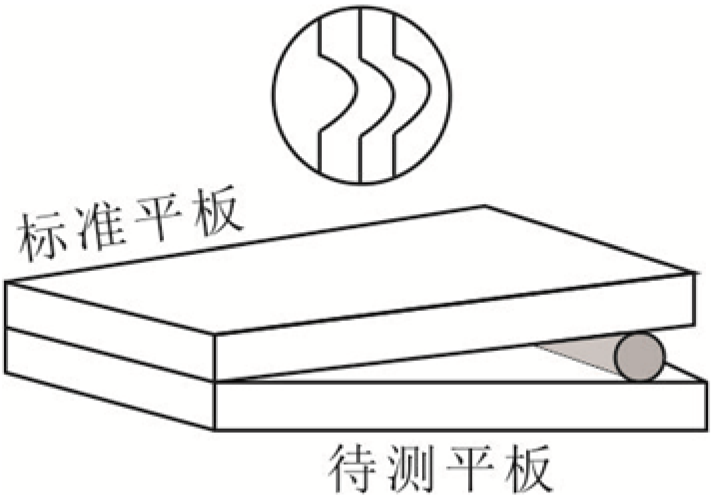
（C）有一凸起的梗，最大高度为 500 nm．

（D）有一凸起的梗，最大高度为 250 nm．

同一条纹对应同一膜厚，条纹偏离棱边，说明缺陷处为一凸起的梗.

根据偏离的程度，$\Delta k = 1$，即

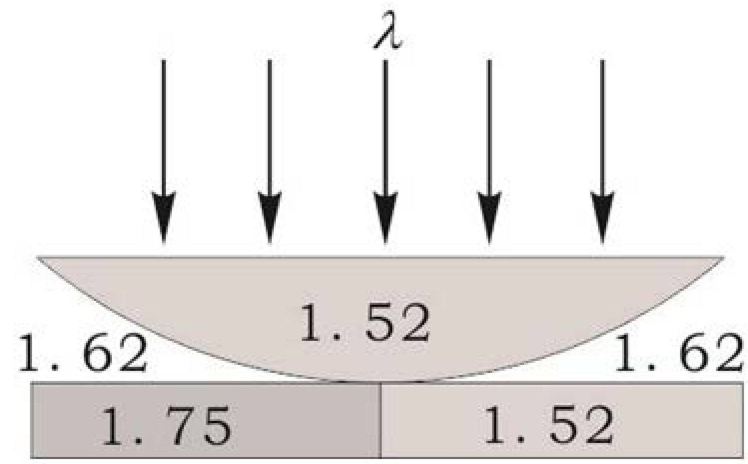
$$2e = \lambda$$



7．在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中，用单色光垂直照射，在反射光中看到干涉条纹．那么平凸透镜的顶点处形成的圆斑为

[D]（A）全明．　　（B）右半部明，左半部暗．

（C）全暗．　　（D）右半部暗，左半部明．



8．在迈克耳孙干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n，厚度为 d 的透明薄片，放入后，这条光路的光程改变了

[A]（A） $2(n-1)d$． （B） $2nd$．

（C） nd． （C） $(n-1)d$．

（D） $2(n-1)d+\dfrac{\lambda}{2}$．

$$\boldsymbol{2nd-2d=N\lambda}$$

二、填空题

1. 在折射率为n的透明介质中, 波长为λ 的单色光从A点沿某路传播到B点, 若A、B两点相位差为 4π , 则此路径的光程为______________.

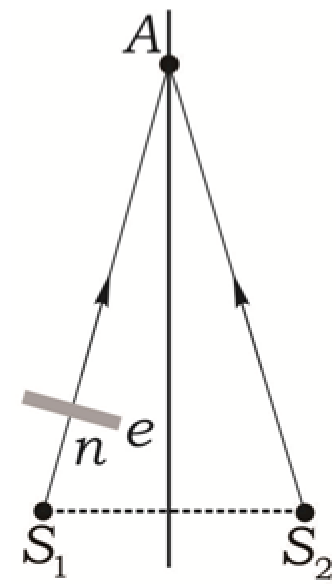
说明：λ为介质中的波长.

$$\varphi_B - \varphi_A = \frac{2\pi}{\lambda}(r_B - r_A)$$

$$4\pi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r$$

$\Delta r = 2\lambda$　　　光程：$\delta = n\Delta r = 2n\lambda$

2．如图所示，假设有两个同相的相干点光源S_1和S_2，发出波长为λ的光．A 是它们连线的中垂线上的一点．若在 S_1 与 A 之间插入厚度为 e、折射率为 n 的薄玻璃片，则两光源发出的光在 A 点的相位差$\Delta\varphi=$____________．若已知 $\lambda=500\,\mathrm{nm}$，$n=1.50$，A 点恰为第 4 级明纹中心，则薄玻璃片厚度 $e=$____________．



$$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)e$$

$$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)e=2k\pi \quad k=4$$

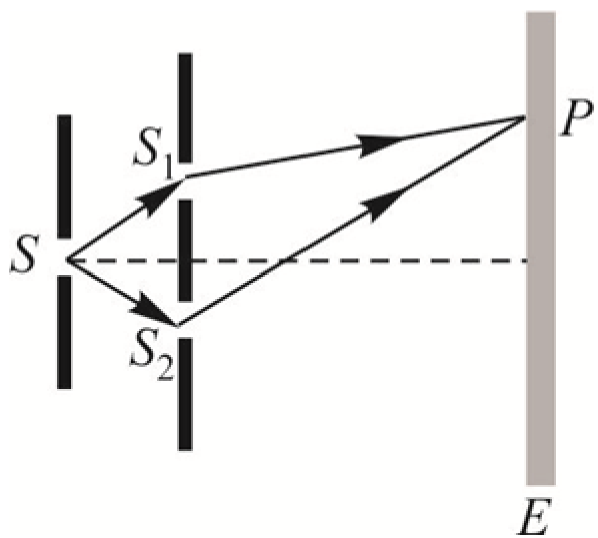
$$e=4\ \mu\mathrm{m}$$

3． 在杨氏双缝干涉实验中，所用光波波长 $\lambda = 5.461\times10^{-4}$ mm，双缝与屏间的距离 $D = 300$ mm，双缝间距为 $d = 0.134$ mm，则中央明条纹两侧的两个第 3 级明条纹之间的距离为______________.

$$x = k\frac{D}{d}\lambda = 3\times\frac{300\times10^{-3}}{0.134\times10^{-3}}\times5.461\times10^{-7}$$

$$\Delta x = 2x = 7.34\,\text{mm}$$

4．如图所示，在杨氏双缝干涉实验中$SS_1=SS_2$，用波长为λ的光照射双缝S_1和S_2，通过空气后在屏幕E上形成干涉条纹．已知P点处为第3级明条纹，则S_1和S_2到P点的光程差为__________．若将整个装置放于某种透明液体中，P点为第4级明条纹，则该液体的折射率n=__________．



$$\Delta r=k\lambda=3\lambda$$

$$n\Delta r=4\lambda$$

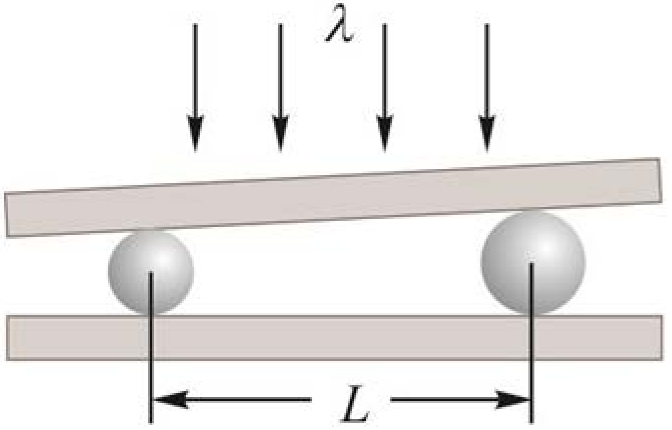
$$n=\frac{4\lambda}{\Delta r}=\frac{4\lambda}{3\lambda}=1.33$$

5．一束波长为 $\lambda = 600\ \mathrm{nm}$ 的平行单色光垂直入射到折射率为 $n = 1.33$ 的透明薄膜上，该薄膜是放在空气中的．要使反射光得到最大限度的加强，薄膜最小厚度应为______________.

$$2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (k = 1)$$

$$e = \frac{\lambda}{4n} = 113\,\mathrm{nm}$$

6．如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈形膜．当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果滚柱之间的距离L变小，则在L范围内干涉条纹的数目 不变 ，条纹间距 减小 ．（填“增加”、“减小”、“不变”）



两滚珠间的高度差不变

→ 最大光程差不变

→ 条纹数不变

7．一个平凸透镜的顶点和一平板玻璃接触，用单色光垂直照射，观察反射光形成的牛顿环，测得中央暗斑外第k个暗环半径为r_1．现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体（其折射率小于玻璃的折射率)，第k个暗环的半径变为r_2，由此，可知该液体的折射率为________________________．

$$r_1 = \sqrt{kR\lambda}$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}$$

$$n = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

8．用迈克耳孙干涉仪测微小的位移．若入射光波波长 $\lambda = 629.8\,\text{nm}$，当动臂反射镜移动时，干涉条纹移动了 2048 条，反射镜移动的距离 $d =$ ________．

$$2d = 2048\lambda$$

$$d = 0.64\,\text{mm}$$

注意:

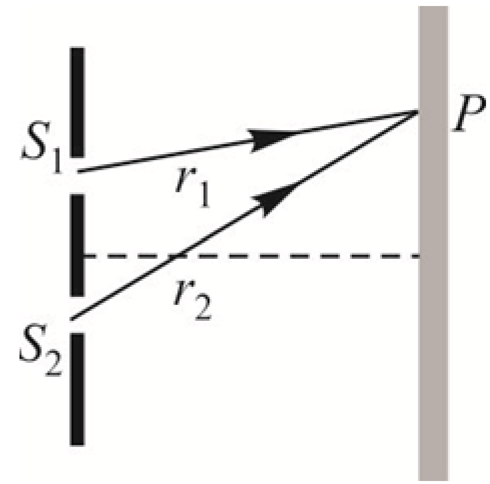
光程差改变的原因一般有两种情况:

（1）仪器中反射镜的移动 $2d = N\lambda$

（2）两臂间加入被测介质 $2nd - 2d = N\lambda$

三、计算题

1．在杨氏双缝干涉实验中，若 $\overline{S_2P}-\overline{S_1P}=r_2-r_1=\dfrac{\lambda}{3}$，求 P 点的强度 I 与干涉加强时最大强度 $I_{\max}$ 的比值.



解：$r_2-r_1=\dfrac{\lambda}{3}$

$$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(r_2-r_1)=\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{3}=\frac{2\pi}{3}$$

P 点合振动振幅的平方为：

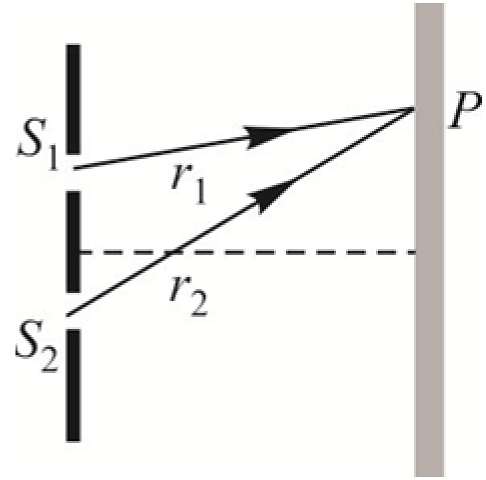
$$A^2+A^2+2A^2\cos\frac{2\pi}{3}=A^2$$

$\because$ $I\propto A^2$，$I_{\max}\propto 4A^2$ $\quad\therefore$ $\dfrac{I}{I_{\max}}=\dfrac{A^2}{4A^2}=\dfrac{1}{4}$

双缝干涉实验装置如图所示．双缝与屏之间的距离 $D=120\,\text{cm}$，两缝之间的距离 $d=0.50\,\text{mm}$，用波长 $\lambda=500\,\text{nm}$ 的单色光垂直照射双缝．

（1）求原点 O（零级明条纹所在处）上方的第 5 级明条纹的坐标 x．

（2）如果用厚度 $l=1.0\times10^{-2}\,\text{mm}$，折射率 $n=1.58$ 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面，求上述第 5 级明条纹的坐标 x'．



解: (1) $$x=k\frac{D}{d}\lambda$$

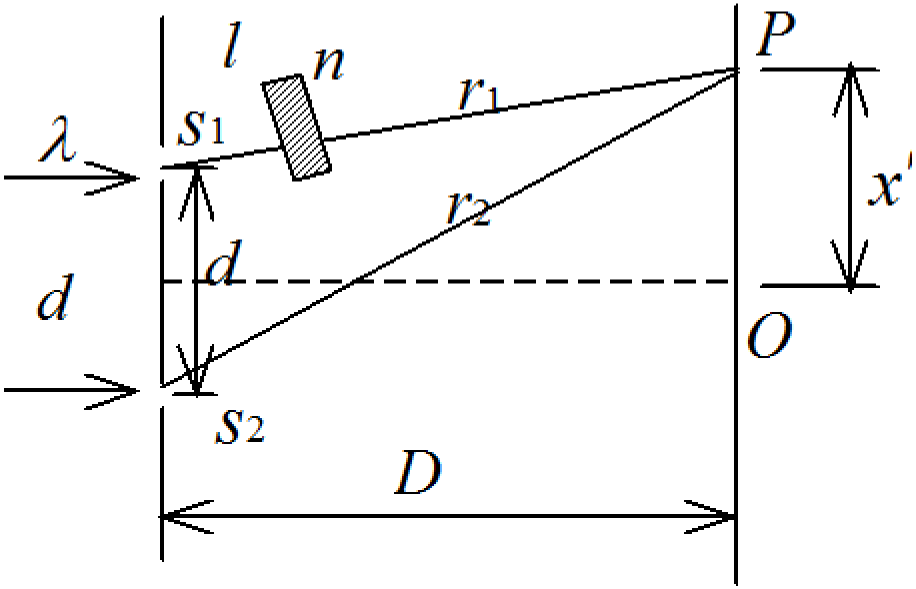
$$=5\times\frac{120\times10^{-2}}{0.50\times10^{-3}}\times500\times10^{-9}$$

$$=6.0\,\text{mm}$$

(2) 有几何关系, 得 $r_2 - r_1 = d\dfrac{x'}{D}$

加膜后, 有

$$r_2 - (r_1 - l + nl) = 5\lambda$$



所以, $d\dfrac{x'}{D} + l - nl = 5\lambda$

$$x' = \frac{D}{d}\left[(n-1)l + k\lambda\right]$$

$$= \frac{120\times10^{-2}}{0.50\times10^{-3}}\left[(1.58-1)\times10^{-5} + 5\times500\times10^{-9}\right]$$

$$= 19.9\,\text{mm}$$

3．波长为$\lambda=600\,\text{nm}$的单色光垂直入射到置于空气中的平行薄膜上，已知膜的折射率$n=1.54$，求：（1）反射光最强时膜的最小厚度．（2）透射光最强时膜的最小厚度．

解: (1) 反射加强 $2ne+\dfrac{\lambda}{2}=k\lambda$

$$e=\frac{2k-1}{4n}\lambda \quad \text{最小厚度}\ k=1$$

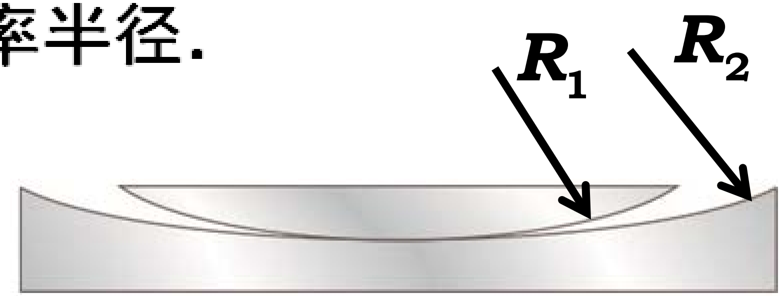
$$e=\frac{\lambda}{4n}=\frac{600\times10^{-9}}{4\times1.54}=97.4\,\text{nm}$$

(2) 透射最强, 反射最小 $2ne+\dfrac{\lambda}{2}=(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$

$$e=\frac{k\lambda}{2n} \quad \text{最小厚度}\ k=1$$

$$e=\frac{k\lambda}{2n}=\frac{600\times10^{-9}}{2\times1.54}=195\,\text{nm}$$

4. 已知一球面凹槽的曲率半径为 102.8 cm，将一块平凸透镜的凸面放在凹镜的凹面上，如图所示. 如果用波长为 589.3 nm 的钠光照射，可观察到牛顿环，并测得第 4 级暗环的半径为 2.250 cm. 求平凸透镜的曲率半径.



解：某处空气膜厚度为

$$\Delta d=\frac{r^2}{2R_1}-\frac{r^2}{2R_2}$$

暗环的干涉条件为 $2n\Delta d+\frac{\lambda}{2}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$

得到 $2n\Delta d=k\lambda \quad k=4, \quad n=1$

$$\frac{1}{R_1}=\frac{1}{R_2}+\frac{4\lambda}{r^2}=\frac{1}{1.028}+\frac{4\times589.3\times19^{-9}}{\left(2.25\times10^{-2}\right)^2}=0.9774\,\mathrm{m}^{-1}$$

$R_1=1.023\,\mathrm{m}$

波动光学（2）

一、选择题

1．根据惠更斯－菲涅耳原理，若已知光在某时刻的波阵面为 S，则 S 的前方某点 P 的光强度决定于波阵面 S 上所有面积元发出的子波各自传到 P 点的

[D]（A）振动振幅之和.

（B）光强之和.

（C）振动振幅之和的平方.

（D）振动的相干叠加.

2．在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $b = 4\lambda$ 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

[**B**]（A）2 个.　　　（B）4 个.

（C）6 个.　　　（D）8 个.

提示:

$$b \sin \varphi = k\lambda$$

$$4\lambda \sin 30° = 4\lambda \frac{1}{2} = 4\frac{\lambda}{2}$$ 暗纹.

3．在单缝夫琅禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小．若使单缝宽度变为原来的$\frac{3}{2}$，同时使入射的单色光的波长变为原来的$\frac{3}{4}$，则屏幕上单缝衍射条纹中央明纹的宽度将变为原来的

[**D**]（A）$\frac{3}{4}$倍．（B）$\frac{2}{3}$倍．（C）$\frac{9}{8}$倍．

（D）$\frac{1}{2}$倍．（E）2 倍．

提示:

$$l_0 = 2f\frac{\lambda}{b}$$

b为缝宽

4．某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1 = 450\,\mathrm{nm}$ 和 $\lambda_2 = 750\,\mathrm{nm}$ 的光谱线．在光栅光谱中，这两种波长的谱线有重叠现象，重叠处 λ_2 的谱线的级数将是

[**D**]（A）2 ，3 ，4 ，5 ....

（B）2 ，5 ，8 ，11.......

（C）2 ，4 ，6 ，8 ....

（D）3 ，6 ，9 ，12.....

提示:

$$d\sin\varphi = k_1\lambda_1$$

$$d\sin\varphi = k_2\lambda_2$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{5}$$

5．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 b 和相邻两缝间不透光部分宽度 b' 的关系为

[B]（A）$b=\dfrac{b'}{2}$．　（B）$b=b'$．

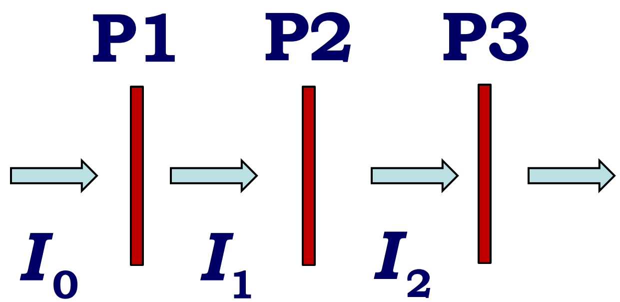
（C）$b=2b'$．　（D）$b=3b'$．

提示: $\dfrac{b+b'}{b}=2$　$b=b'$

6. 一束强度为I_0的自然光相继通过三块偏振片P_1、P_2、P_3后, 其出射光的强度为$I=I_0/8$. 已知P_1和P_3的偏振化方向相互垂直. 若以入射光线为轴转动P_2, 问至少要转过多少角度才能使出射光的光强度为零?

[**B**]（A）30 °　（B）45 °　（C） 60 °　（D）90 °

提示:



$$I=\frac{1}{8}I_0$$

$$I_1=\frac{1}{2}I_0 \quad I_2=I_1\cos^2\alpha \qquad I=I_2\cos^2(90-\alpha)$$

7．自然光以$60°$的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为

[**D**]（A）完全线偏振光且折射角是$30°$.

（B）部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为$\sqrt{3}$的介质时，折射角是$30°$.

（C）部分偏振光，但须知两种介质的折射率才能确定折射角.

（D）部分偏振光且折射角是$30°$.

提示： $60°+\gamma=90°$

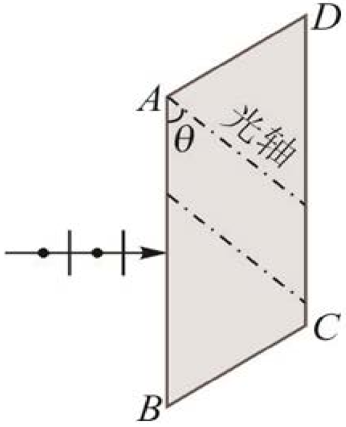
8．$ABCD$ 为一块方解石的一个截面，AB 为垂直于纸面的晶体平面与纸面的交线．光轴方向在纸面内且与 AB 成一锐角 θ，如图所示．一束平行的单色自然光垂直于 AB 端面入射．在方解石内折射光分解为 o 光和 e 光，o 光和 e 光的

[C]（A）传播方向相同,电场强度的振动方向互相垂直．

（B）传播方向相同,电场强度的振动方向不互相垂直．

（C）传播方向不同,电场强度的振动方向互相垂直．

（D）传播方向不同,电场强度的振动方向不互相垂直．



二、填空题

1．平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射．若屏上 P 点处为第 2 级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为 ___4___ 个半波带．若将单缝宽度缩小一半，P 点处将是 ___第 1___ 级 ___暗___ 纹．

提示：$b\sin\varphi = 2\lambda = 4\dfrac{\lambda}{2}$　　b为缝宽

$$\frac{b}{2}\sin\varphi = \frac{2\lambda}{2} = \lambda = 2\frac{\lambda}{2}$$

2．在单缝夫琅禾费衍射实验中，设第 1 级暗纹的衍射角很小．若钠黄光（$\lambda_1 \approx 589\,\text{nm}$）中央明纹宽度为 4.0 mm，则 $\lambda_2 = 442\,\text{nm}$ 的蓝紫色光的中央明纹宽度为__________.

提示：$$l_0 = 2f\frac{\lambda}{b}$$

$$4.0\text{mm} = 2f\frac{589\text{nm}}{b}$$

$$l_0 = 2f\frac{442\text{nm}}{b}$$

$$l_0 = 3.0\text{mm}$$

b为缝宽

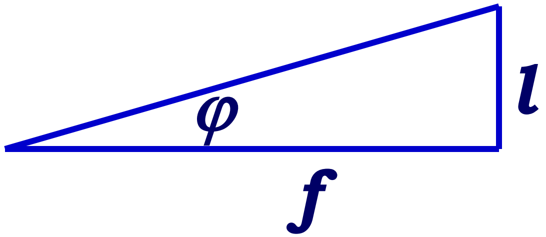
3．波长为 λ 的单色平行光，经直径为 D 的圆孔衍射后，在屏上形成 **同心圆（或圆环）**__________ 的明暗条纹，中央亮斑称为 **爱里斑**__________．根据瑞利判据，圆孔的分辨本领 $R=$__________．

$$R=\frac{1}{\theta}=\frac{D}{1.22\lambda}$$

4. 用波长为 λ 的单色平行光垂直照射在光栅常量 $d = 2.00\,\mu\mathrm{m}$ 的光栅上，用焦距 $f = 0.500\,\mathrm{m}$ 的透镜将光聚在屏上，测得光栅衍射图像的第 1 级谱线与透镜主焦点的距离 $l = 0.1667\,\mathrm{m}$．则可知该入射光的波长 $\lambda =$ ____________．

$$d\sin\varphi = k\lambda \qquad k = 1$$

$$\tan\varphi = \frac{l}{f} = \frac{0.1667}{0.500} = 0.3334$$



$$\varphi = 18.4^\circ$$

$$\lambda = d\sin\varphi = 632\mathrm{nm}$$

5．可见光的波长范围是400 nm~760 nm．用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时，它产生的不与另一级光谱重叠的完整的可见光光谱是第___1___级光谱.

$$k\lambda_{760} = (k+1)\lambda_{400}$$

$$760k = 400k + 400$$

$$360k = 400$$

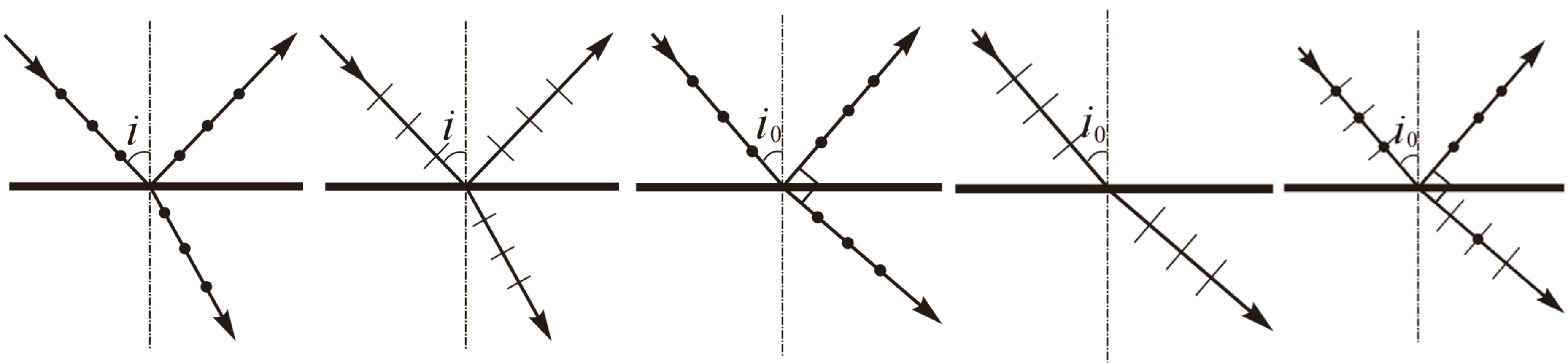
6. 一束光垂直入射在偏振片 P 上，以入射光线为轴转动 P，观察通过 P 的光强的变化过程. 若入射光是________________光，则将看到光强不变；若入射光是________________，则将看到明暗交替变化，有时出现全暗；若入射光是________________，则将看到明暗交替变化，但不出现全暗.

自然光或圆偏振光

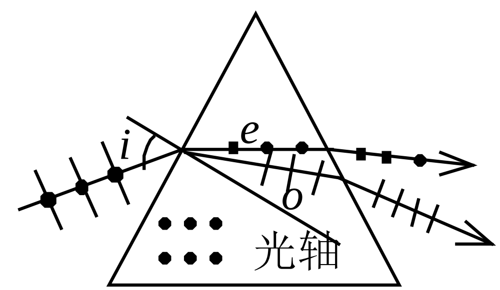
线偏振光

部分偏振光或椭圆偏振光

7．在以下五个图中，前四个图表示线偏振光入射于两种介质分界面上，最后一图表示入射光是自然光．n_1、n_2 为两种介质的折射率，图中入射角 $i_0 = \arctan\dfrac{n_2}{n_1}$，$i \neq i_0$．试在图上画出实际存在的折射光线和反射光线，并用点或短线把振动方向表示出来．



8．用方解石晶体切成一个截面为正三角形的棱镜，光轴方向如图．若自然光以入射角 i 入射并产生双折射．试定性地分别画出 o 光和 e 光的光路及振动方向．



三、计算题

1. 在某个单缝衍射实验中，光源发出的光含有两种波长 λ_1 和 λ_2，垂直入射于单缝上．假如 λ_1 的第 1 级衍射极小与 λ_2 的第 2 级衍射极小相重合，试问：

（1）这两种波长之间有何关系？

（2）在这两种波长的光所形成的衍射图样中，是否还有其他极小相重合？

解:（1） $b\sin\theta_1 = 1\lambda_1 \qquad b\sin\theta_2 = 2\lambda_2$

由题意可知 $\sin\theta_1 = \sin\theta_2$

$\lambda_1 = 2\lambda_2$

b为缝宽

（2） $b\sin\theta_1 = k_1\lambda_1 = 2k_1\lambda_2$ $(k_1 = 1, 2, \ldots\ldots)$

$$\sin\theta_1 = \frac{2k_1\lambda_2}{b}$$

$$b\sin\theta_2 = k_2\lambda_2 \qquad (k_2 = 1, 2, \ldots\ldots)$$

$$\sin\theta_2 = \frac{k_2\lambda_2}{b}$$

当$k_2 = 2k_1$，有$\theta_1 = \theta_2$，

即λ_1的任一k_1级极小都有λ_2的$2k_1$级极小与之重合.

b为缝宽

2．波长 $\lambda = 600\,\text{nm}$ 的单色光垂直入射在一光栅上，其较亮的某两明条纹分别出现在 $\sin\theta_1 = 0.20$ 及 $\sin\theta_2 = 0.30$ 处，且第 4 级缺级．试问

（1）该光栅相邻两缝的间距有多大？

（2）该光栅上的透光缝宽度有多大？

（3）屏上实际呈现的主极大有哪些级？

解: (1) $$\frac{d\sin\theta_1}{d\sin\theta_2} = \frac{k_1\lambda}{k_2\lambda} \qquad \frac{k_1}{k_2} = \frac{0.20}{0.30} = \frac{2}{3}$$

∵ 较亮明条纹小于缺级级次(第4级);

∴ 两明条纹的级次为第2、3级.

【说明：第4级缺级，意味着0、±1、±2、±3主极大处在单缝衍射强度的中央明纹宽度范围内，而处于其他各级亮纹宽度内的主极大强度一般较弱，所以两明条纹的级次为2、3级】

光栅相邻两缝的间距即为光栅常量d.

$$d\sin\theta_1 = k_1\lambda$$

$$d = \frac{k_1\lambda}{\sin\theta_1} = \frac{2\times 600\text{nm}}{0.20} = 6.0\mu\text{m}$$

(2) $\dfrac{d}{a}=\dfrac{k}{k'}$ 缺级: $k=k'\dfrac{d}{a}$

缝宽: $a=\dfrac{d}{4}k'=\dfrac{6.0}{4}k'\,\mu\mathrm{m}=1.5\,\mu\mathrm{m}\,k'$

$k'=1, a=1.5\ \mu\mathrm{m}$

缺级: $k=k'\dfrac{d}{a}=4, 8, \square$ 符合题意

$k'=2, a=3.0\,\mu\mathrm{m}$

缺级: $k=k'\dfrac{d}{a}=2, 4, \square$ 不符合题意

$k'=3, a=4.5\ \mu m$

缺级: $k=k'\dfrac{d}{a}=4, 8, \square$ 符合题意

$k'\geq 4, a \square 6\ \mu\mathrm{m}=d$ 不可能.

(3)

$$k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{6.0\mu\mathrm{m}}{600\mathrm{nm}} = 10$$

第4级缺级.

所以, 屏幕上实际呈现的主极大级数为:

$$0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$$

共15个主极大.

±10级主极大对应衍射角90°，实际无法看到.

3．两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起，由自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上. 进行了两次测量：P_1 、P_2 偏振化方向分别为 $60°$ 和 $45°$；入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 偏振化方向夹角分别为 $60°$ 和 θ . 忽略偏振片对可透射分量的反射和吸收. 若两次测量中连续穿过 P_1 、P_2 后的透射光强之比为 $1:2$；第二次测量中穿过 P_1 的透射光强与入射光强之比为 $5:12$． 求：

（1）入射光中线偏振光与自然光的强度之比；

（2）角度 θ .

解：设 I 为自然光强；xI 为入射光中线偏振光强，x 为待定系数，即入射光中线偏振光强与自然光强之比．据题意，入射光强为 $I+xI$.

(1) $$\frac{\left(I/2+xI\cos^2 60^\circ\right)\cos^2 60^\circ}{\left(I/2+xI\cos^2\theta\right)\cos^2 45^\circ}=\frac{1}{2} \qquad ①$$

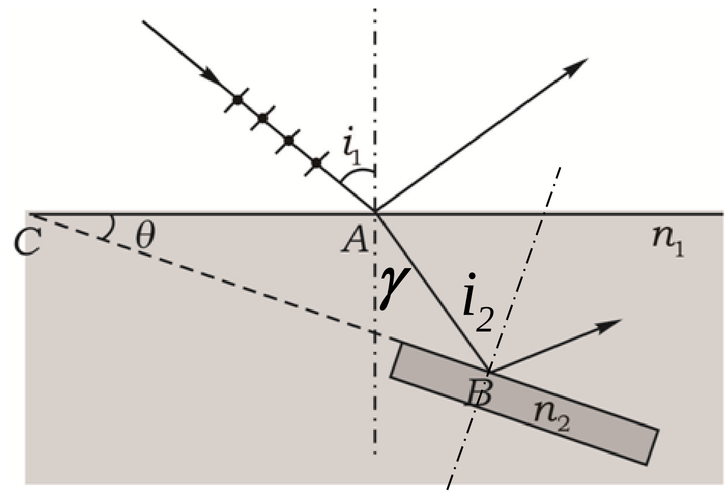
$$\frac{\left(I/2+xI\cos^2\theta\right)}{I+xI}=\frac{5}{12} \qquad ②$$

①×② $$\frac{2\left(1/2+x/4\right)}{4\left(1+x\right)}=\frac{5}{24}$$ ，解得 $x=\dfrac{1}{2}$

(2) 将 x 值代入②

$$\left[\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\left(\cos^2\theta\right)\right]\frac{2}{3}=\frac{5}{12} \quad \rightarrow \theta=60^\circ$$

4．有一平面玻璃板放在水中，板面与水面夹角为θ，如图所示．设水和玻璃的折射率分别为1.333和1.517．欲使图中水面和玻璃板面的反射光都是完全偏振光，θ角应是多大?



解：设i_1和i_2分别为水面和玻璃板表面的布儒斯特角，γ为水面下的折射角，由布儒斯特定律知

$$\tan i_1 = n_1 = 1.333 \rightarrow i_1 = 53.12^\circ$$

$$\tan i_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.517}{1.333} \rightarrow i_2 = 48.69^\circ$$

由$\triangle ABC$可知，$\theta + (90^\circ + \gamma) + (90^\circ - i_2) = 180^\circ \rightarrow \theta = i_2 - \gamma$

又由布儒斯特定律和折射定律知　$i_1 + \gamma = 90^\circ \rightarrow \gamma = 90^\circ - i_1$

代入θ表达式得

$$\theta = i_2 - \gamma = i_2 - \left(90^\circ - i_1\right) = i_1 + i_2 - 90^\circ$$

$$= 53.12^\circ + 48.69^\circ - 90^\circ = 11.8^\circ$$