

# 高斯课堂系列课程

## 《光学》

习题答案

(微信扫一扫)



### 版权声明：

内容来自高斯课堂原创，讲义笔记和相关图文均有著作权，视频课程已申请版权，登记号：陕作登字-2018-I-00001958，根据《中华人民共和国著作权法》、《中华人民共和国著作权法实施条例》、《信息网络传播权保护条例》等有关规定，如有侵权，将根据法律法规提及诉讼。

## 课时一 双缝干涉

考点	重要程度	占分	常见题型
1. 相干光	★★	0~2	选择、填空
2. 光程差	★★★★★	2~5	填空
3. 杨氏双缝干涉	必考	5~10	大题

## 1. 相干光

题 1. 获得相干光的两种方法为\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。

解：分波阵面法，分振幅法

## 2. 光程差

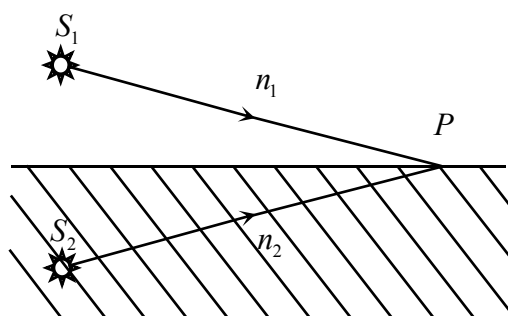
题 1. 如图所示，两光源  $S_1$ ， $S_2$  发出波长为  $\lambda$  的单色光，分别通过两种介质（折射率分别为  $n_1$  和  $n_2$ ）射到介质的分界面上的  $P$  点，已知  $S_1P = S_2P = r$ ，则这两条光的几何路程  $\Delta r$ ，光程差  $\delta$  和相位差  $\Delta\varphi$  分别是：( )

A.  $\Delta r = 0$ ,  $\delta = 0$ ,  $\Delta\varphi = 0$

B.  $\Delta r = (n_2 - n_1)r$ ,  $\delta = (n_2 - n_1)r$ ,  $\Delta\varphi = \frac{2\pi(n_2 - n_1)}{\lambda}$

C.  $\Delta r = 0$ ,  $\delta = (n_2 - n_1)r$ ,  $\Delta\varphi = 2\pi(n_2 - n_1)r$

D.  $\Delta r = 0$ ,  $\delta = (n_2 - n_1)r$ ,  $\Delta\varphi = \frac{2\pi(n_2 - n_1)r}{\lambda}$



答案：D

$S_1P = S_2P = r$ ，所以几何路程  $\Delta r = 0$

光程差  $\delta = n_2r - n_1r = (n_2 - n_1)r$

相位差  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = \frac{2\pi(n_2 - n_1)r}{\lambda}$

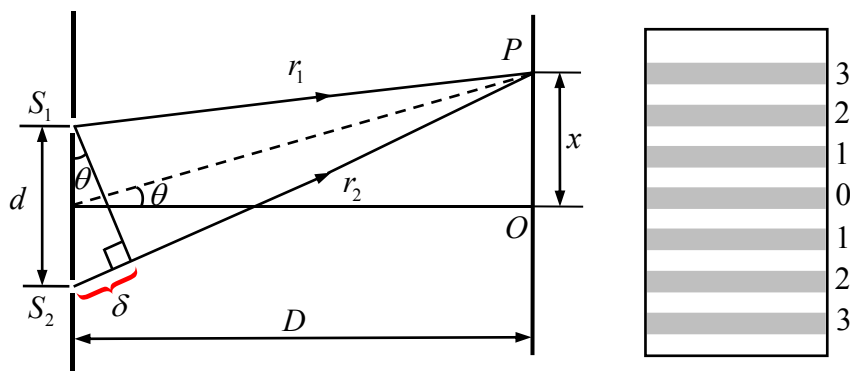
光程：  $nr$  （真空中  $n=1$ ）

光程差：  $\delta = n_2r_2 - n_1r_1$

相位差：  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta$



## 3. 杨氏双缝干涉



① 光程差:  $\delta = r_2 - r_1 \approx d \sin \theta = \frac{dx}{D}$

②  $\delta = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{明纹 } (k=0, 1, 2, \dots) \\ \pm (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹 } (k=0, 1, 2, \dots) \end{cases}$

③ 明(暗)条纹间距:  $\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$

④ 明纹位置:  $x = \pm k \frac{D\lambda}{d}$       暗纹位置:  $x = \pm \frac{2k+1}{2} \frac{D\lambda}{d}$

⑤ 可见明条纹最大级数:  $k_{\max} = \frac{d}{\lambda}$  (取整)

题 1. 在双缝干涉实验中, 所用单色光波长  $\lambda = 562.5\text{nm}$ , 双缝与观察屏的距离  $D = 1.2\text{m}$ , 若测得屏上相邻明条纹间距  $\Delta x = 1.5\text{mm}$ , 则双缝的间距为 ( )。

- A.  $3.1\text{mm}$       B.  $0.9\text{mm}$       C.  $0.45\text{mm}$       D.  $1.2\text{mm}$

答案: C

$$\text{由 } \Delta x = \frac{D\lambda}{d} \Rightarrow d = \frac{D\lambda}{\Delta x} = \frac{1.2 \times 562.5 \times 10^{-9}}{1.5 \times 10^{-3}} = 4.5 \times 10^{-4} \text{m} = 0.45\text{mm}$$

题 2. 在双缝干涉实验中, 为使屏上的干涉条纹间距变大, 可以采取的办法是 ( )。

- A. 使屏靠近双缝      B. 使双缝的间距变小  
C. 把两个缝的宽度稍微调窄      D. 改用波长较小的单色光源

答案: B

$$\text{由 } \Delta x = \frac{D\lambda}{d} \text{ 可得 } \Delta x \nearrow \Rightarrow D \nearrow \text{ 或 } \lambda \nearrow \text{ 或 } d \searrow$$



题 3. 在双缝干涉实验中, 单色光波长  $\lambda = 480\text{nm}$  垂直入射到间距  $d = 2.0 \times 10^{-4}\text{m}$  的双缝上, 屏到双缝的距离  $D = 2\text{m}$ , 求:

(1) 两相邻明纹的间距;

(2) 中央明纹上方第 5 级明纹的位置, 以及下方第 3 级暗纹的位置。

解: (1)  $\Delta x = \frac{D\lambda}{d} = \frac{2 \times 480 \times 10^{-9}}{2 \times 10^{-4}} = 4.8 \times 10^{-3}\text{m}$

(2) 上方明纹:  $x_5 = k \frac{D\lambda}{d} = 5 \times 4.8 \times 10^{-3} = 2.4 \times 10^{-2}\text{m}$

下方暗纹:  $x_3 = -\frac{(2k+1)D\lambda}{2d} = -\frac{2 \times 3 + 1}{2} \times 4.8 \times 10^{-3} = -1.68 \times 10^{-2}\text{m}$

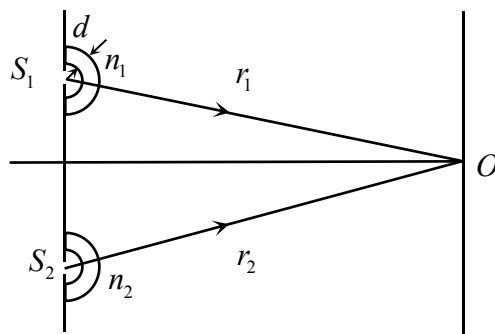
题 4. 在图示的双缝干涉实验中, 若用半圆筒形的薄玻璃片 (折射率  $n_1 = 1.4$ ) 覆盖缝  $S_1$ , 用同样厚度的玻璃片 (折射率  $n_2 = 1.7$ ) 覆盖缝  $S_2$ , 将使屏上原来未放玻璃时的中央明纹所在处  $O$  变为第五级明纹, 设单色光波长  $\lambda = 480\text{nm}$ , 求玻璃片的厚度  $d$ 。

解: 未覆盖  $r_2 - r_1 = 0$

覆盖后  $(r_2 - d + n_2 d) - (r_1 - d + n_1 d) = 5\lambda$

整理得  $r_2 - r_1 + (n_2 - n_1)d = 5\lambda$

联立可得  $d = \frac{5\lambda}{n_2 - n_1} = \frac{5 \times 480 \times 10^{-9}}{1.7 - 1.4} = 8 \times 10^{-6}\text{m}$



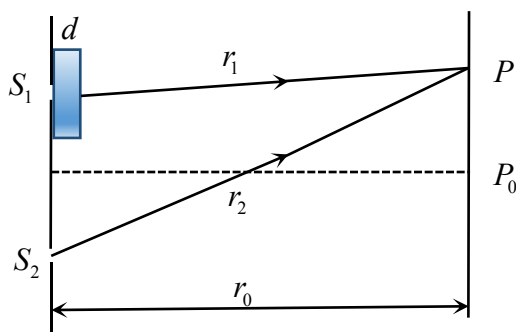
题 5. 如图所示, 把折射率  $n = 1.5$  的玻璃插入杨氏双缝干涉实验的一束光路中, 光屏原来是 5 级亮纹所在的位置变为中央亮纹, 已知光波长  $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}\text{m}$ , 求插入玻璃片的厚度。

解: 未覆盖前  $r_2 - r_1 = 5\lambda$

覆盖后  $r_2 - (r_1 - d + nd) = 0$

整理得  $r_2 - r_1 + (1 - n)d = 0$

联立可得  $d = \frac{5\lambda}{n - 1} = \frac{5 \times 6.0 \times 10^{-7}}{1.5 - 1} = 6 \times 10^{-6}\text{m}$



## 课时一 练习题

1. 若一束光在折射率为  $n$  的介质中传播  $3r$  的距离。另一束光则在真空中传播  $3r$  的距离，那么这两束光的光程差为\_\_\_\_\_。

2. 若两点  $A, B$  相位差为  $4\pi$ ，则此路径  $AB$  的光程为（ ）。

- A.  $2\lambda$       B.  $2\lambda/n$       C.  $2n\lambda$       D.  $4\lambda$

3. 在相同时间内，一束波长为  $\lambda$  的单色光在空气中和玻璃中（ ）。

- A. 传播的路程相等，光程相等      B. 传播的路程相等，光程却不相等  
C. 传播的路程不相等，光程亦不相等      D. 传播的路程不相等，光程相等

4. 杨氏双缝干涉实验中，两条狭缝相距  $1\text{mm}$ ，离屏幕  $400\text{cm}$ ，用  $600\text{nm}$  的光照射时，干涉条纹的相邻明纹间距为\_\_\_\_\_  $\text{mm}$ 。

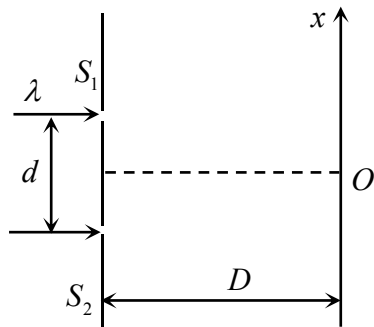
5. 在双缝干涉实验中，若使两缝之间的距离增大，则屏幕上干涉条纹间距\_\_\_\_\_，若使单色光波长减小，则干涉条纹间距\_\_\_\_\_（填增大，减小或不变）。

6. 在双缝干涉实验中，用波长  $\lambda=546.1\text{nm}$  的单色光照射，双缝与屏的距离  $D=300\text{mm}$ ，测得中央明条纹两侧的两个第五级明条纹的间距为  $12.2\text{mm}$ ，则双缝间的距离为多少？

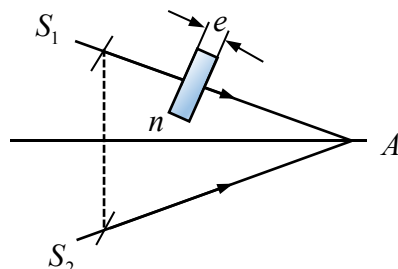
7. 双缝干涉实验装置如图所示，双缝与屏之间的距离  $D=120\text{cm}$ ，两缝之间的距离  $d=0.50\text{mm}$ ，用波长  $\lambda=500\text{nm}$ （ $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ）的单色光垂直照射双缝。

(1) 求原点  $O$ （零级明条纹所在处）上方的第五级条纹的坐标  $x$ ；

(2) 如果用厚度  $e=3.0\times 10^{-3}\text{mm}$ ，折射率  $n=1.50$  的透明薄膜覆盖在图中的  $S_1$  缝后面，求原点  $O$  处为第几级明纹。



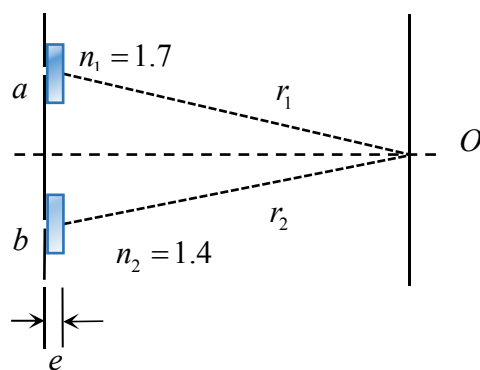
8. 如图所示, 假设有两个相干点光源  $S_1$  和  $S_2$ , 波长为  $\lambda$ ,  $A$  是它们连线的中垂线上的一点。若  $S_1$  与  $A$  之间插入厚度为  $e$ , 折射率为  $n$  的薄玻璃片, 则两光源发出的光在  $A$  点的相位差  $\Delta\varphi =$  \_\_\_\_\_, 若已知  $\lambda = 500nm$ ,  $n = 1.5$ ,  $A$  点恰为第四级明纹中心, 则  $e =$  \_\_\_\_\_  $nm$ 。



9. 用一束  $\lambda = 632.8nm$  的激光垂直照射一双缝, 在缝后  $2.0m$  处的墙上观察到中央明纹和第一级明纹的间隔为  $14cm$ , 求:

- (1) 双缝的间距;
- (2) 在中央明纹以上还能看到几条明纹? (应用相邻条纹间距公式)

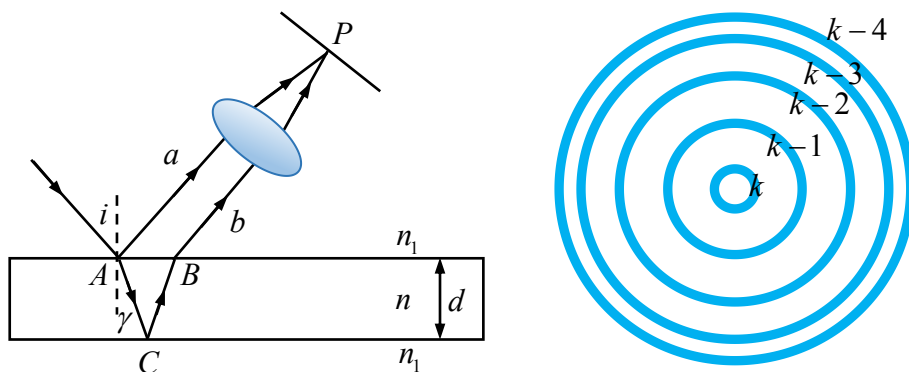
10. 如图, 在双缝干涉实验中, 原来的零级明纹在  $O$  处, 若用薄玻璃片(折射率  $n_1 = 1.7$ )覆盖缝  $a$ , 用同样厚度为  $e$  的玻璃片(折射率  $n_2 = 1.4$ )覆盖缝  $b$ , 零级明纹将向\_\_\_\_\_移动。两束相干光至原中央明纹  $O$  处的光程差为\_\_\_\_\_。



## 课时二 薄膜干涉

考点	重要程度	占分	常见题型
1. 等倾干涉	必考	5~10	大题
2. 劈尖干涉			
3. 牛顿环	★★★★★	0~2	选择、填空
4. 迈克耳逊干涉仪	★★★	0~2	选择、填空

### 1. 等倾干涉



(1) 光程差:  $\delta = 2nd \cos \gamma + \frac{\lambda}{2}$

(2) 垂直入射, 光程差:  $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹} (k=1, 2, \dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹} (k=0, 1, \dots) \end{cases}$

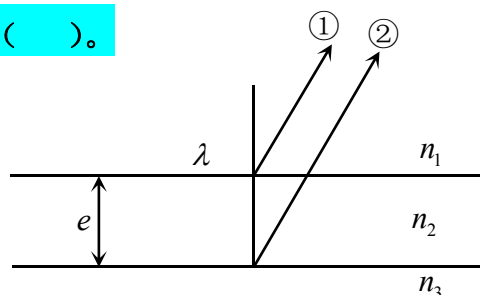
(3) 半波损失: 光疏介质到光密介质有半波损失, 光密介质到光疏介质无半波损失

题 1. 如图所示, 折射率为  $n_2$ , 厚度为  $e$  的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为  $n_1$  和  $n_3$ , 已知  $n_1 < n_2 < n_3$ , 若用真空中波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射到该薄膜上, 则从上、下表面反射的光束 (用①, ②示意) 的光程差是 ( )。

A.  $2n_2e$  B.  $2n_2e - \frac{\lambda}{2n_2}$  C.  $2n_2e - \lambda$  D.  $2n_2e - \frac{\lambda}{2}$

答案: A.

由  $n_1 < n_2 < n_3$  知, 不存在半波损失, 则  $\delta = 2n_2e$



题 2. 一束波长为  $\lambda$  的单色光由空气垂直入射到折射率为  $n$  的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜的最小厚度为 ( )。

- A.  $\frac{\lambda}{4}$                       B.  $\frac{\lambda}{4n}$                       C.  $\frac{\lambda}{2}$                       D.  $\frac{\lambda}{2n}$

答案：B       $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \Rightarrow d = \frac{\left(k - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n}$

$$k=1 \text{ 时, 有 } d_{\min} = \frac{\left(1 - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n} = \frac{\lambda}{4n}$$

题 3. 在照相机镜头表面镀一层折射率为 1.38 的增透膜，可以使太阳光的中心波长为 550nm 的透射光增强。若镜头玻璃的折射率为 1.52，则所镀薄膜的厚度至少为 \_\_\_\_\_ nm。

解：透射增强  $\Leftrightarrow$  反射相消

$$\delta = 2nd = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow d = \frac{(2k+1)\lambda}{4n}$$

$$k=0 \text{ 时, 有 } d_{\min} = \frac{\lambda}{4n} = \frac{550}{4 \times 1.38} = 99.6 \text{ nm}$$

题 4. 白光垂直照射在空气中厚度为  $0.40\mu\text{m}$  的玻璃片上，玻璃的折射率为 1.50。试问在可见光范围内，哪些波长的光在反射中增强？哪些波长的光在透射中增强？

解：(1)  $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (k=1, 2, \dots)$

$$\lambda = \frac{4ne}{2k-1} = \frac{4 \times 1.5 \times 0.4 \times 10^3}{2k-1} = \frac{2400}{2k-1}$$

可见光范围内只能取  $k=3 \Rightarrow \lambda = 480 \text{ nm}$

(2)  $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$

$$\lambda = \frac{2ne}{k} = \frac{2 \times 1.5 \times 0.4 \times 10^3}{k} = \frac{1200}{k}$$

可见光范围内取  $k=2 \Rightarrow \lambda = 600 \text{ nm}$

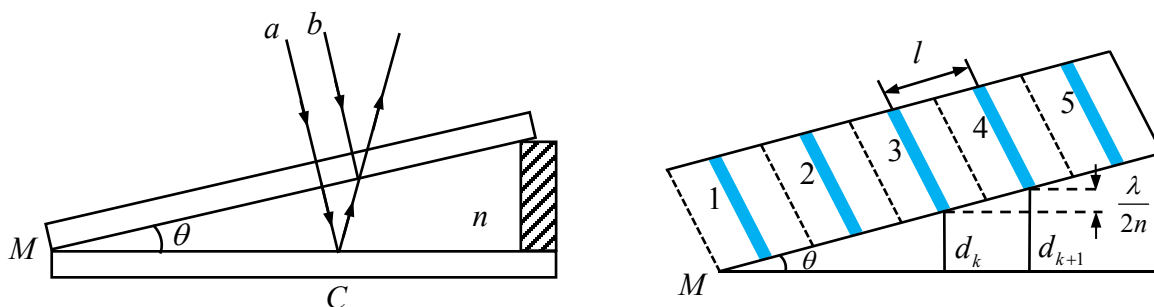
$k=3 \Rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$

可见光范围：  
400nm ~ 760nm





## 2. 劈尖干涉



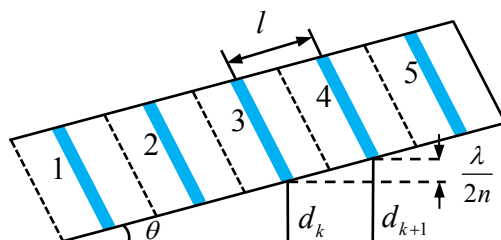
$$\text{光程差: } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹 } (k=1, 2, 3, \dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹 } (k=0, 1, 2, \dots) \end{cases}$$

$$\text{相邻两明(暗)条纹高度差: } \Delta h = \frac{\lambda}{2n}$$

$$\text{相邻两明(暗)条纹间距: } l \sin \theta = \frac{\lambda}{2n}$$

题 1. 两块长度为  $L=7\text{cm}$  的平板玻璃，一端互相接触(称为棱边)，另一端被高  $h=2.8\times 10^{-4}\text{cm}$  的金属膜隔开，形成空气劈尖。用波长  $\lambda=600\text{nm}$  的平行光照射，求：

- (1) 此空气劈尖的劈尖角  $\theta$ ；
- (2) 相邻明纹的间距  $l$ ；
- (3) 棱边处为明纹还是暗纹；
- (4) 棱边数起第 2 条明纹距离棱边的距离  $L_2$ ；
- (5) 玻璃上可以看到的明纹数和暗纹数。



解：(1)  $\theta \approx \tan \theta = \frac{h}{L} = \frac{2.8 \times 10^{-4}}{7} = 4 \times 10^{-5} \text{ rad}$

(2) 由  $l \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{\lambda}{2\theta} = \frac{600 \times 10^{-9}}{2 \times 4 \times 10^{-5}} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

(3) 棱边处  $d=0$ ，光程差  $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$ ，故为暗纹

(4) 由  $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$  得  $d = \frac{\left(k - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2} = \frac{\left(2 - \frac{1}{2}\right) \times 600 \times 10^{-9}}{2} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$

由  $\sin \theta = \frac{d}{L_2} \Rightarrow L_2 = \frac{d}{\sin \theta} = \frac{4.5 \times 10^{-7}}{4 \times 10^{-5}} = 1.125 \times 10^{-2} \text{ m}$



(5) 由  $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$  得

$$k = \frac{2d}{\lambda} + \frac{1}{2} = \frac{2h}{\lambda} + \frac{1}{2} = \frac{2 \times 2.8 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-9}} + \frac{1}{2} = 9 \text{ (取整), 明纹有 9 条}$$

由  $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$  得

$$k = \frac{2d}{\lambda} = \frac{2h}{\lambda} = \frac{2 \times 2.8 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-9}} = 9 \text{ (取整), 暗纹有 } 9+1=10 \text{ 条}$$

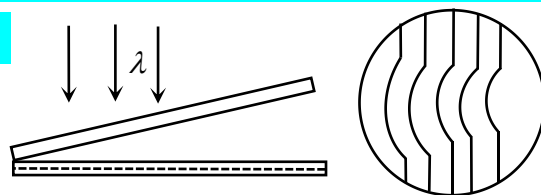
题 2. 两块平板玻璃构成空气劈尖，左边为棱边，用单色平行光垂直入射，若上面的平玻璃以棱边为轴，沿逆时针方向作微小转动，则干涉条纹的 ( )。

- A. 间隔变小，并向棱边方向平移      B. 间隔变大，并向远离棱边方向平移  
C. 间隔不变，向棱边方向平移      D. 间隔变小，并向远离棱边方向平移

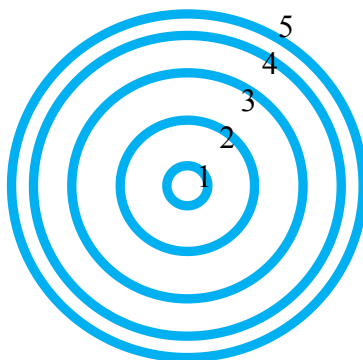
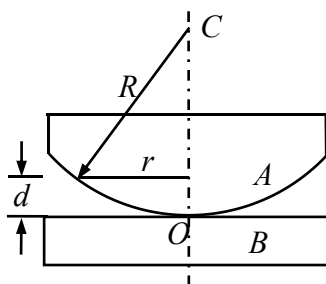
答案：A (涉及动画演示，详情见视频课程)

题 3. 在工件表面放一块平板玻璃，形成空气劈尖。观察到干涉条纹中部向棱边方向弯曲，如图，说明工件表面中部有\_\_\_\_\_。(填凸起或凹陷)。

答案：凹陷 (记住：左凹，右凸)



#### 4. 牛顿环



$$\text{光程差: } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹 } (k=1, 2, \dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹 } (k=0, 1, \dots) \end{cases}$$

$$\text{明纹半径 } r = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2n}} \quad \text{暗纹半径 } r = \sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}$$



题 1. 在图示三种透明材料构成的牛顿环装置上，用单色光垂直照射，在反射光中看到干涉条纹，则在接触点处形成的圆斑为（ ）。

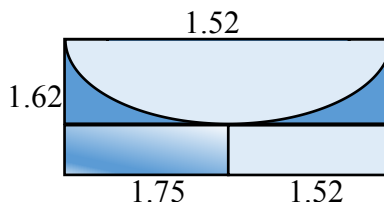
- A. 全明      B. 左半部暗，右半部明      C. 全暗      D. 左半部明，右半部暗

答案：D. 左边：光程差  $\delta=2nd$

$$d=0 \text{ 时 } \delta=0 \text{ 明纹}$$

$$\text{右边：光程差 } \delta=2nd+\frac{\lambda}{2}$$

$$d=0 \text{ 时 } \delta=\frac{\lambda}{2} \text{ 暗纹}$$



题 2. 用单色光垂直照射在观察牛顿环装置上，设其平凸透镜可以在垂直方向上移动，在透镜离开平玻璃过程中，可以观察到这些环状干涉条纹将\_\_\_\_\_（填：形状不变，向中心收缩或向外扩展）。

解：  $\delta=2nd+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$  ,  $d \nearrow \Rightarrow k \nearrow$  , 同一位置  $k$  变大，条纹变密，向中心收缩。

题 3. 用紫色光观察牛顿环时，测得第  $k$  级暗环半径  $r_k=4mm$ ；第  $k+5$  级暗环的半径  $r_{k+5}=6mm$ ，所用平凸透镜的曲率半径  $R=10m$ ，求紫光的波长和级数  $k$ 。

$$\text{解：暗环半径 } r=\sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}=\sqrt{kR\lambda}$$

$$r_k=\sqrt{kR\lambda}=\sqrt{10k\lambda}=4\times 10^{-3}$$

$$r_{k+5}=\sqrt{(k+5)R\lambda}=\sqrt{10(k+5)\lambda}=6\times 10^{-3}$$

$$\text{解得 } k=4 \quad \lambda=4\times 10^{-7}m$$

## 5. 迈克尔逊干涉

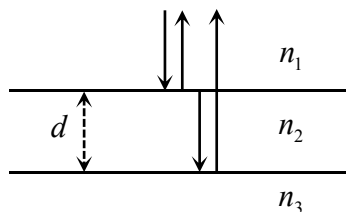
题 1. 若在迈克尔逊干涉仪的可动反射镜  $M$  移动  $0.600mm$  过程中，观察到干涉条纹移动了 2000 条，则所用光波的波长为\_\_\_\_\_nm。

$$\text{解：由 } d=N\frac{\lambda}{2} \quad \lambda=\frac{2d}{N}=\frac{2\times 0.6\times 10^{-3}}{2000}=6\times 10^{-7}m=600nm$$



## 课时二 练习题

1. 如图所示，折射率为  $n_2$ ，厚度为  $d$  的薄膜上方和下方的介质的折射率分别是  $n_1$  和  $n_3$ ，已知  $n_1 > n_2 > n_3$ ，如果波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射到该薄膜上，则上下两表面的反射光的光程差为  $\delta =$  \_\_\_\_\_



2. 在玻璃（折射率  $n_3 = 1.60$ ）表面镀一层  $MgF_2$ （折射率  $n_2 = 1.38$ ）薄膜作为增透膜，为了使波长为  $500nm$  的光从空气（ $n_1 = 1.00$ ）正入射时尽可能减少反射， $MgF_2$  薄膜的最少厚度应是 \_\_\_\_\_  $nm$

3. 波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射在折射率为  $n_2$  的薄膜上，经上下两个表面反射的两束光发生干涉，若薄膜厚度为  $e$ ，而且  $n_1 > n_2$ ， $n_2 < n_3$ ，则两束光在相遇点的相位差为（ ）。

A.  $\frac{4\pi n_2 e}{\lambda}$

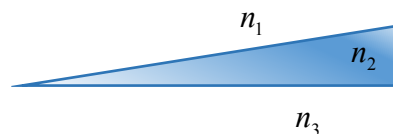
B.  $\frac{2\pi n_2 e}{\lambda}$

C.  $\frac{4\pi n_2 e}{\lambda} + \pi$

D.  $\frac{2\pi n_2 e}{\lambda} + \pi$

4. 用白光垂直照射置于空气中的厚度为  $0.50\mu m$  的玻璃片，玻璃片的折射率为  $1.50$ ，在可见光范围内（ $400nm \sim 760nm$ ），哪些波长的反射光有最大限度的增强？

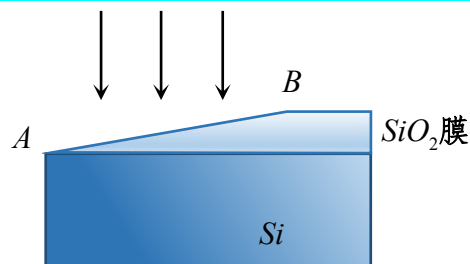
5. 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射如图所示的，折射率为  $n_2$  的劈形膜（ $n_1 > n_2$ ， $n_3 > n_2$ ），观察反射光干涉，棱边处为 \_\_\_\_\_ 纹，从劈形膜顶开始，第二条明条纹的中心所对应的膜厚度  $e =$  \_\_\_\_\_。



6. 波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射到劈尖薄膜上，劈尖角为  $\theta$ ，劈尖薄膜的折射率为  $n$ ，第  $k$  级明条纹与  $k+5$  级明条纹之间的间距为 \_\_\_\_\_。

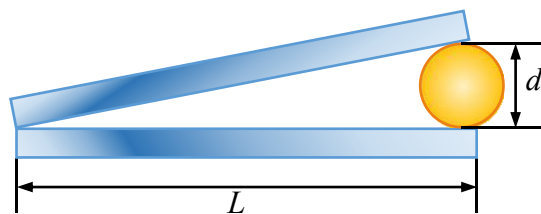


7. 在  $Si$  的平表面上形成了一层厚度均匀的  $SiO_2$  的薄膜，为了测量它的厚度，将它的一部分置成劈形（图中  $AB$  段）。现用波长为  $600nm$  的平行光垂直照射，观察反射光形成的干涉条纹，在图中  $AB$  段共有 6 条暗纹，且  $B$  处恰为一条暗纹，求薄膜的厚度（ $Si$  的折射率为 3.42， $SiO_2$  的折射率为 1.50）

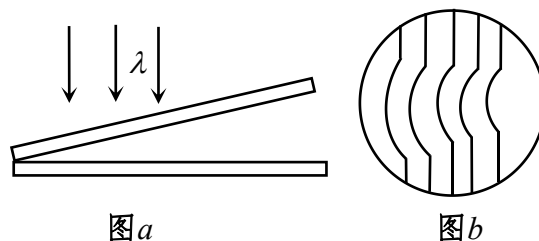


8. 如图所示，波长为  $680nm$  的平行光垂直照射到  $L = 0.12m$  长的两块玻璃片上，两块玻璃片一边相互接触，另一边被直径  $d = 0.048mm$  的细钢丝隔开，求：

- (1) 两片玻璃片间的夹角是多少？
- (2) 相邻两明条纹间的厚度差是多少？
- (3) 相邻两暗条纹的间距是多少？

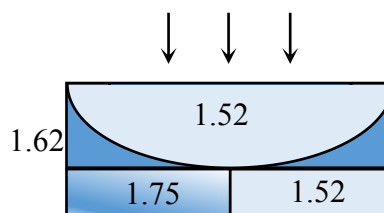


9. 如图  $a$  所示，一光学平板玻璃  $A$  与待测工件  $B$  之间形成空气劈尖，看到的反射光的干涉条纹如图  $b$  所示，则工件的上表面缺陷是\_\_\_\_\_（填“凸起”或“凹陷”）。



10. [判断] 牛顿环中相邻的暗环间的距离是相等的。 ( )

11. 下图为牛顿环干涉装置，单色光垂直照射，则牛顿环中心  $P$  点处的圆斑是\_\_\_\_\_的。（填“左明右暗”、“左暗右明”、“全明”、“全暗”）



图中各数字为折射率



12. 把牛顿环装置（都是用折射率为1.52的玻璃制成的）由空气搬入折射率为1.33的水中，则干涉条纹（ ）。

- A. 中心暗斑变成亮斑      B. 变疏      C. 变密      D. 间距不变

13. 用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上，当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时，可以观察到这些环状干涉条纹（ ）。

- A. 向右平移      B. 向中心收缩      C. 向外扩张      D. 静止不动

14. 在牛顿环装置的平凸透镜和平板玻璃间充以某种透明液体，观察到10个明环的直径由充液前的14.8cm，变成充液后的12.7cm，则这种液体的折射率 $n =$ \_\_\_\_\_。

15. 若在迈克尔逊干涉仪的可动反光镜 $M$ 移动0.600mm的过程中，观察到干涉条纹移动了2000条，则所用光波的波长为\_\_\_\_\_nm

16. 在迈克尔逊干涉仪的反射镜 $M$ 移动 $\Delta d$ 的过程中，观察到干涉条纹移动了 $N$ 条，则该光的波长为（ ）。

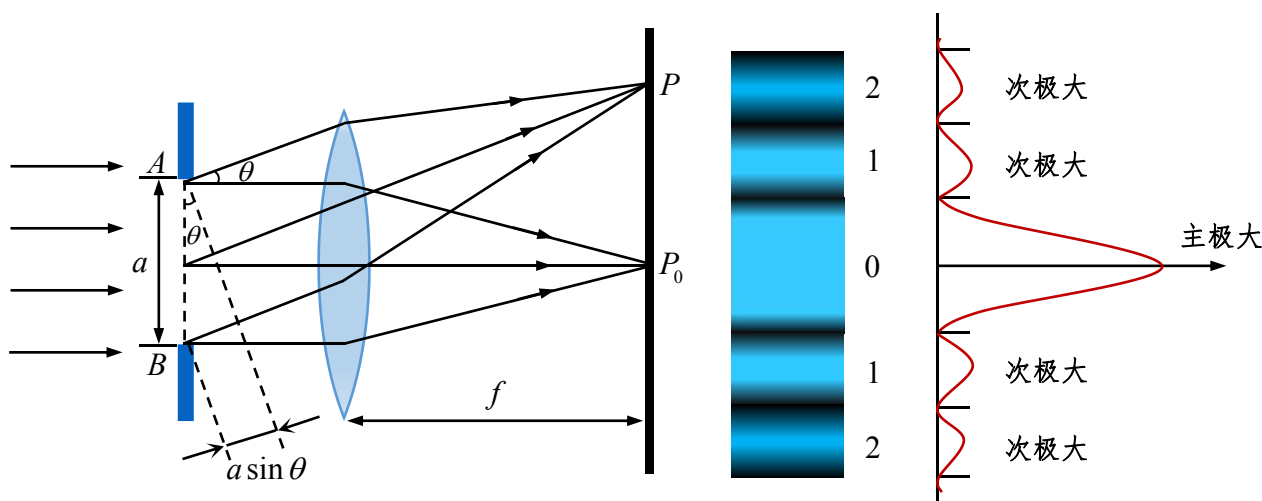
- A.  $2\Delta d/N$       B.  $2N/\Delta d$       C.  $N/\Delta d$       D.  $\Delta d/N$



## 课时三 单缝衍射、光栅衍射

考点	重要程度	占分	常见题型
1. 单缝衍射	必考	5~10	选择、填空
2. 光栅衍射			大题

## 3. 单缝衍射



$$\text{光程差: } \delta = a \sin \theta = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{暗 } (k=1, 2, \dots) \\ \pm (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{明 } (k=1, 2, \dots) \end{cases}$$

$$\text{中央明条纹 (主极大) 宽度: } \Delta x_0 = \frac{2f\lambda}{a}$$

$$\text{次级明条纹 (次级大) 宽度: } \Delta x = \frac{f\lambda}{a}$$

$$\text{明条纹中心位置: } x = \pm \frac{(2k+1)f\lambda}{2a}$$

$$\text{暗条纹中心位置: } x = \pm k \frac{f\lambda}{a}$$

半角宽度

$$a \sin \theta = \lambda \Rightarrow \sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

当  $\theta$  很小时

$$\theta \approx \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{\lambda}{a}$$

题 1. 在单缝衍射实验中, 若所用的入射平行单色光的波长  $\lambda$  与缝宽  $a$  的关系为  $a = 4\lambda$ , 则对应与第二级暗纹的衍射角为 ( )。

A.  $\frac{\pi}{8}$

B.  $\frac{\pi}{4}$

C.  $\frac{\pi}{6}$

D.  $\frac{\pi}{3}$

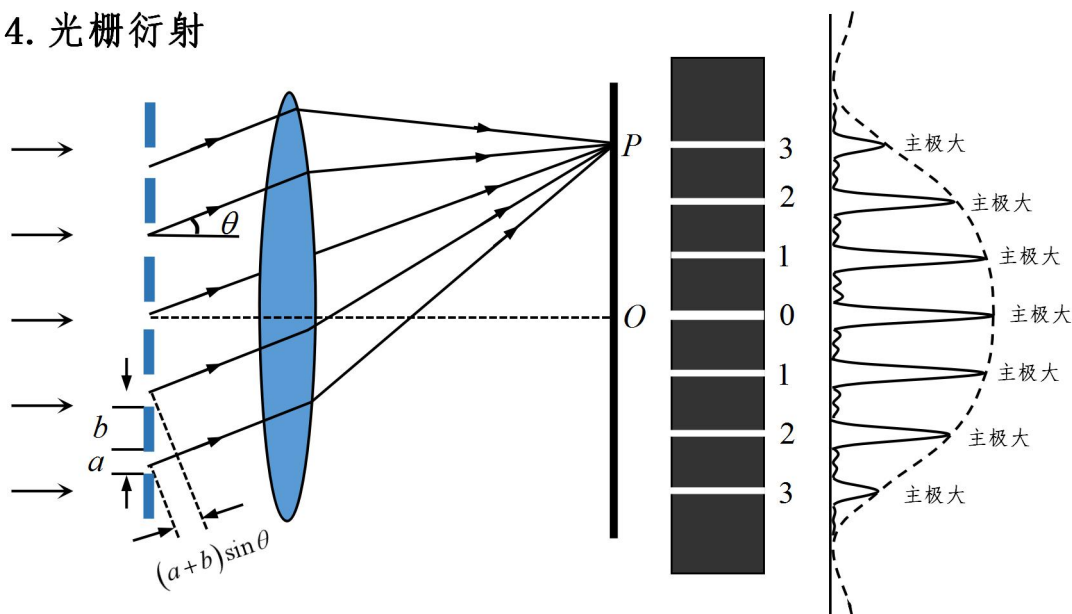
答案: C.  $a \sin \theta = k\lambda \Rightarrow 4\lambda \sin \theta = 2\lambda \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{6}$







## 4. 光栅衍射



光栅方程：  $(a+b)\sin\theta = \pm k\lambda$  ( $k=0,1,2\cdots$ ) 明纹

光栅常数：  $d = a+b$

主级大最大级数：  $k = \frac{a+b}{\lambda}$  (取整)

缺级：  $k = \frac{a+b}{a}k'$  ( $k' = \pm 1, \pm 2, \cdots$ )

题 1. 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上，光栅常数为\_\_\_\_\_。如果第一级谱线的衍射角为  $30^\circ$ ，则入射光的波长应为\_\_\_\_\_。

解：(1)  $a+b = \frac{1}{800} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mm}$

(2) 由  $(a+b)\sin\theta = k\lambda$

$$1.25 \times 10^{-3} \sin 30^\circ = \lambda$$

$$\lambda = 6.25 \times 10^{-4} \text{ mm} = 625 \text{ nm}$$

题 2. 波长为  $\lambda = 550 \text{ nm}$  的单色光垂直入射于光栅常数  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为 ( )。

A. 5

B. 4

C. 3

D. 2

答案: C.  $k = \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}{550 \times 10^{-9}} = 3$  (取整)



题 3. 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\_\_\_\_\_。(红光或紫光)

解：光栅方程： $(a+b)\sin\theta = k\lambda \Rightarrow \sin\theta = \frac{k\lambda}{(a+b)}$   $\lambda$  越大，离中心越远，故为红光

题 4. 波长为  $\lambda = 600\text{nm}$  的单色光垂直射到光栅上，测得第二级主级大的衍射角为  $30^\circ$ ，且第三级缺级，求：

(1) 光栅常数  $(a+b)$  是多少？透光缝可能的最小宽度  $a$  是多少？

(2) 在选定了上述  $(a+b)$  和  $a$  之后，屏幕上可能出现的全部主级大的级数。

解：(1) 光栅方程  $(a+b)\sin\theta = k\lambda$

$$\text{依题可得 } (a+b)\sin 30^\circ = 2\lambda \Rightarrow a+b = \frac{2\lambda}{\sin 30^\circ} = \frac{2 \times 600 \times 10^{-9}}{0.5} = 2.4 \times 10^{-6} \text{m}$$

$$\text{缺级公式： } k = \frac{a+b}{a} k'$$

$$\text{第三级缺级： } 3 = \frac{a+b}{a} k' \Rightarrow a = \frac{k'}{3} (a+b)$$

$$k' = 1 \text{ 时, } a_{\min} = \frac{1}{3} (a+b) = \frac{1}{3} \times 2.4 \times 10^{-6} = 8 \times 10^{-7} \text{m}$$

$$(2) \text{ 最大级数 } k = \frac{a+b}{\lambda} = \frac{2.4 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-9}} = 4$$

即  $k = 0, \pm 1, \pm 2$  主极大， $k = \pm 3$  缺级， $k = \pm 4$  不可见

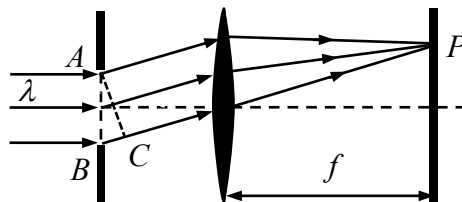
### 课时三 练习题

1. 如图所示，一束波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射到一单缝  $AB$  上，在屏幕上形成衍射图样，如果  $P$  是中央亮纹一侧第一个暗纹所在位置，则  $\overline{BC}$  的长度为 ( )。

A.  $\frac{\lambda}{2}$   
C.  $\frac{3\lambda}{2}$

B.  $\lambda$

D.  $2\lambda$



2. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，如果缝宽等于单色入射光波长的 2 倍，则中央明纹边缘对应的衍射角  $\varphi =$ \_\_\_\_\_。



3. 在夫琅禾费单缝衍射实验中，波长为 $\lambda$ 的单色光垂直入射在宽度为 $6\lambda$ 的单缝上，对应衍射角为 $30^\circ$ 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为（ ）。

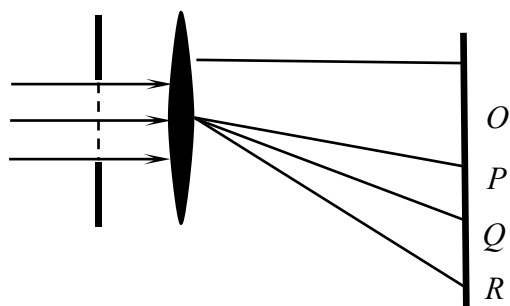
- A. 2个                      B. 3个                      C. 4个                      D. 6个

4. 单缝衍射中，如果单缝宽度变大，中央明纹位置\_\_\_\_\_，宽度\_\_\_\_\_。

5. 夫琅禾费单缝衍射实验中，若屏幕上 $P$ 点为第3级暗纹，则单缝处可分为\_\_\_\_\_个半波带；若入射光波长为 $600\text{nm}$ ，缝宽 $a = 0.6\text{mm}$ ，透镜焦距 $T = 1\text{m}$ ，则中央明纹宽度 $\Delta x = \text{_____mm}$ 。

6. 如图波长为 $\lambda$ 的单色平行光垂直照射单缝，若由单缝边缘发出的光到达光屏上 $P, Q, R$ 三点的光程差分别为 $2\lambda$ ， $2.5\lambda$ ， $3.5\lambda$ ，比较 $P, Q, R$ 三点的亮度，则有（ ）。

- A.  $P$ 点最亮， $Q$ 点次之， $R$ 点最暗  
B.  $Q, R$ 两点亮度相同， $P$ 点最暗  
C.  $P, Q, R$ 三点亮度相同  
D.  $Q$ 点最亮， $R$ 点次之， $P$ 点最暗



7. 一单色平行光垂直入射一单缝，其衍射第二级明纹位置恰好与另一波长为 $428.6\text{nm}$ 的单色光垂直入射该单缝时衍射的第三级明纹位置重合，求该单色光的波长。

8. 某单色平行光垂直入射在单缝上，单缝宽度为 $a = 0.15\text{mm}$ ，缝后放一个焦距 $f = 400\text{mm}$ 的透镜，透镜的焦平面上，测得中央明纹两侧第三级暗纹之间的距离为 $8.0\text{mm}$ ，求：

- ①入射光的波长  
②第一级衍射明纹中心与中央明纹中心间的距离。

9. 波长为 $600\text{nm}$  ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ )的单色光垂直入射到宽度为 $0.1\text{mm}$ 的单缝上，观察夫琅禾费衍射图样，透镜焦距为 $1.0\text{m}$ ，屏在透镜的焦平面处，求：

- ①中央明纹的宽度 $\Delta x_0$ 和其他明纹的宽度 $\Delta x$ ；  
②光屏上第二级明纹中心位置 $x_2$ 。

10. 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的第一段光栅光谱中，最靠近中央明纹的是（ ）。

- A. 紫光                      B. 绿光                      C. 黄光                      D. 红光



11. 透射光栅每厘米有 5000 条刻痕，此光栅的光栅常数为  $d = \underline{\hspace{2cm}} m$ ，用波长为  $589.0nm$  的平行光垂直入射到此光栅上，在衍射屏幕上一共可以看到  $\underline{\hspace{2cm}}$  条衍射谱线。

12. 一束平行单色光垂直入射在光栅上，当光栅常数  $(a+b)$  为下列哪些情况时（ $a$  代表每条缝的宽度）， $k=3, 6, 9$  等级次的主级大均不出现（ ）。

A.  $a+b=2a$

B.  $a+b=3a$

C.  $a+b=4a$

D.  $a+b=5a$

13. 一平面衍射光栅，每厘米有 2500 条透光缝，用波长  $\lambda=500nm$  的单色平行光垂直入射到此光栅上（ $1nm=10^{-9}m$ ），发现第五级主级大缺级，求：

- ①此光栅的光栅常数  $d$ ；
- ②第四级主级极大的衍射角  $\theta$ ；
- ③光栅透光缝的最小宽度  $a$ ；
- ④取上述  $a$  时能观察到的全部主级大的级数。

14. 用波长  $\lambda=600nm$  的单色平行光垂直入射到一平面光栅，测得第二级主级大的衍射角  $\theta$  满足  $\sin \theta=0.3$ ，第三级谱线缺失，求此光栅的光栅常数和最小缝宽。

15. 用波长  $\lambda=500nm$  的单色光垂直入射到一光栅上，测得第三级主级大的衍射角为  $30^\circ$ ，求：

- ①光栅常数  $(a+b)$
- ②若  $a=b$ ，则能观察到的全部主级大的级次是哪些？



## 课时四 偏振光

考点	重要程度	占分	常见题型
1. 马吕斯定律	必考	2~4	选择、填空
2. 布儒斯特定律			

## 5. 马吕斯定律

题 1. 一束光强为  $I_0$  的自然光垂直穿过两个偏振片，且两偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角。则穿过两个偏振片后的光强为（ ）。

A.  $\frac{I_0}{4\sqrt{2}}$       B.  $\frac{I_0}{4}$       C.  $\frac{I_0}{2}$       D.  $\frac{\sqrt{2}I_0}{2}$

答案: B. 第一次穿过偏振片  $I_1 = \frac{I_0}{2}$

$$\text{第二次穿过偏振片 } I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = \frac{I_0}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} I_0$$

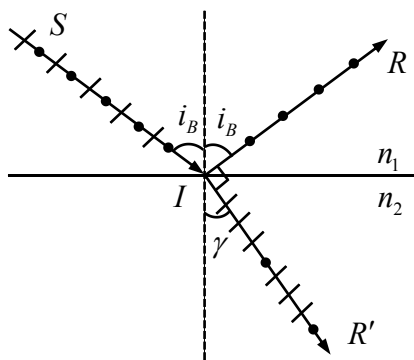
题 2. 设偏振片没有吸收，光强为  $I_0$  的自然光垂直通过，两个偏振片后，出射光强  $I = \frac{I_0}{8}$ ，则两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为\_\_\_\_\_。

解：第一次穿过偏振片  $I_1 = \frac{I_0}{2}$

$$\text{第二次穿过偏振片 } I_2 = I_1 \cos^2 \theta = \frac{I_0}{2} \cdot \cos^2 \theta = \frac{1}{8} I_0$$

$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{3}$$

## 6. 布儒斯特定律



①反射光为线偏振光（完全偏振光），

②折射光（透射光）为部分偏射光

③反射光与折射光垂直：  $i_B + \gamma = \frac{\pi}{2}$

$$\text{④ } \tan i_B = \frac{n_2}{n_1}$$

题 1. 一束平行的自然光，以  $60^\circ$  角入射到平玻璃表面上，若反射光束是完全偏振的，则透射光束的折射角为\_\_\_\_\_。

解：由  $i_B + \gamma = 90^\circ \Rightarrow \gamma = 90^\circ - i_B = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$



题 2. 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃平面上，反射光是\_\_\_\_\_。

- A. 在入射面内振动的完全偏振光      B. 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光  
C. 垂直于入射面振动的完全偏振光      D. 垂直入射面的振动占优势的部分偏振光

答案: C

题 3. 自然光入射到空气和玻璃的分界面上，当入射角为  $60^\circ$  时，反射光为完全偏振光，则此玻璃的折射率为\_\_\_\_\_。

解：由  $\tan i_B = \frac{n_2}{n_1} = n_2$     折射率为  $n_2 = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$

## 课时四 练习题

1. 如果两个偏振片堆叠在一起，且偏振化方向之间夹角为  $60^\circ$ ，光强为  $I_0$  的自然光垂直入射在偏振片上，则出射光强为（ ）。

- A.  $I_0/8$       B.  $I_0/4$       C.  $3I_0/8$       D.  $3I_0/4$

2. 光强为  $I_0$  的自然光，经过两块偏振片后，出射光强变为  $\frac{I_0}{8}$ ，则两块偏振片的偏振化方向之间的夹角为\_\_\_\_\_。（不考虑偏振片的吸收和反射）

3. 三个偏振片  $P_1, P_2$  和  $P_3$  堆叠在一起， $P_1$  和  $P_3$  的偏振化方向相互垂直， $P_2$  和  $P_1$  偏正化方向间的夹角为  $45^\circ$ ，光强为  $I_0$  的自然光入射于偏振片  $P_1$ ，并依次透过偏振片  $P_1, P_2$  和  $P_3$ ，则通过三个偏振片后的光强为\_\_\_\_\_。

4. 一束自然光从空气中射向一块平板玻璃，设入射角等于本儒特角  $i_B$ ，则在平板玻璃表面的反射光是（ ）。

- A. 部分偏振光      B. 线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面  
C. 自然光      D. 线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面

5. 一束平行的自然光，以  $60^\circ$  角入射到平玻璃表面上，若玻璃的折射率为  $\sqrt{3}$ ，则反射光束是\_\_\_\_\_。（填完全偏振光，部分偏振光，自然光）

