

光学·突击课

1.5小时突击

课程讲义

江 苏 博 事 达 律 师 事 务 所

J I A N G S U B O O M S T A R L A W O F F I C E

中国 南京 奥体大街 68 号国际研发总部园 4A 栋 17 楼 邮编: 210019
17F 4ABuilding NO.68 Aoti Street, Nanjing, China P.C: 210000
电话(Tel): (86)-25-82226685 传真(Fax): (86)-25-82226696

律 师 声 明

江苏博事达律师事务所接受蜂考品牌公司的委托,发表以下律师声明:

“蜂考系列课程”(含视频、讲义、音频等)内容均为蜂考原创,蜂考品牌公司对此依法享有著作权,任何单位或个人不得侵犯。

蜂考品牌公司为维护创作作品的合法权益,已与江苏博事达律师事务所开展长期法律顾问合作,凡侵犯课程版权等知识产权的,蜂考品牌公司将授权江苏博事达律师事务所依据国家法律法规提起民事诉讼。对严重的侵权盗版分子将报送公安部门采取刑事手段予以严厉打击。

感谢大家对蜂考品牌的长期支持,愿与各位携手共同维护知识产权保护。遵守国家法律法规,从自身做起,抵制盗版!

特此声明!

江苏博事达律师事务所
二〇二一年七月十四日



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

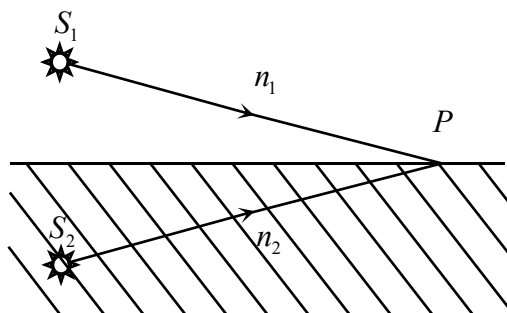
题 1. 如图所示，两光源 S_1 ， S_2 发出波长为 λ 的单色光，分别通过两种介质（折射率分别为 n_1 和 n_2 ）射到介质的分界面上的 P 点，已知 $S_1P = S_2P = r$ ，则这两条光的几何路程 Δr ，光程差 δ 和相位差 $\Delta\varphi$ 分别是：（ ）

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

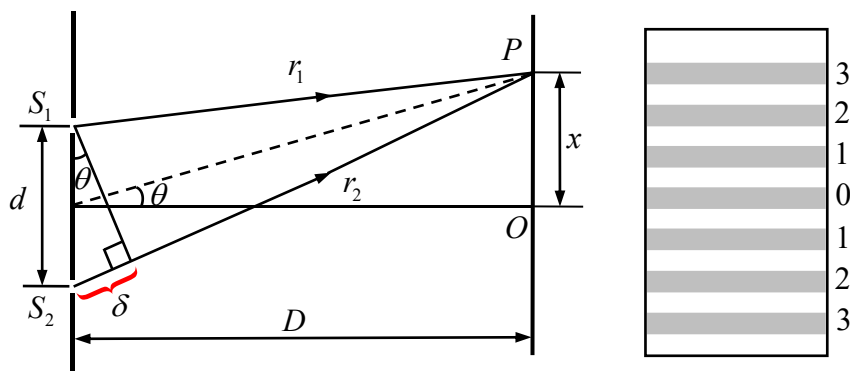
相位差 $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = \frac{2\pi(n_2 - n_1)r}{\lambda}$

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. 3.1mm B. 0.9mm C. 0.45mm D. 1.2mm

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

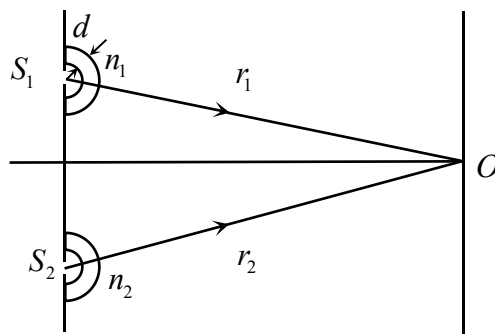
题 4. 在图示的双缝干涉实验中, 若用半圆筒形的薄玻璃片 (折射率 $n_1 = 1.4$) 覆盖缝 S_1 , 用同样厚度的玻璃片 (折射率 $n_2 = 1.7$) 覆盖缝 S_2 , 将使屏上原来未放玻璃时的中央明纹所在处 O 变为第五级明纹, 设单色光波长 $\lambda = 480\text{nm}$, 求玻璃片的厚度 d 。

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



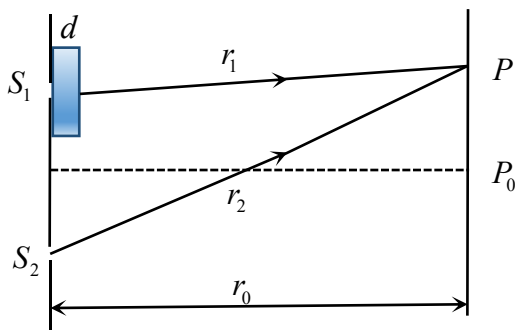
题 5. 如图所示, 把折射率 $n = 1.5$ 的玻璃插入杨氏双缝干涉实验的一束光路中, 光屏原来是 5 级亮纹所在的位置变为中央亮纹, 已知光波长 $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}\text{m}$, 求插入玻璃片的厚度。

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



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 4π ，则此路径 AB 的光程为（ ）。

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

3. 在相同时间内，一束波长为 λ 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 1mm ，离屏幕 400cm ，用 600nm 的光照射时，干涉条纹的相邻明纹间距为_____ mm 。

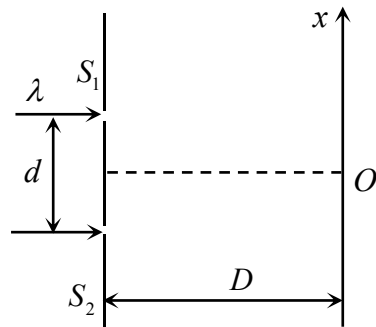
5. 在双缝干涉实验中，若使两缝之间的距离增大，则屏幕上干涉条纹间距_____，若使单色光波长减小，则干涉条纹间距_____（填增大，减小或不变）。

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 12.2mm ，则双缝间的距离为多少？

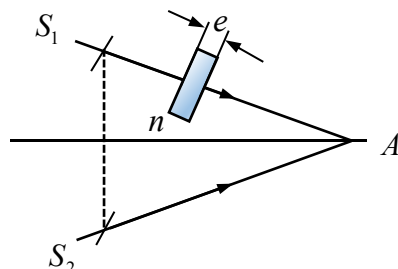
7. 双缝干涉实验装置如图所示，双缝与屏之间的距离 $D=120\text{cm}$ ，两缝之间的距离 $d=0.50\text{mm}$ ，用波长 $\lambda=500\text{nm}$ （ $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ）的单色光垂直照射双缝。

(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。



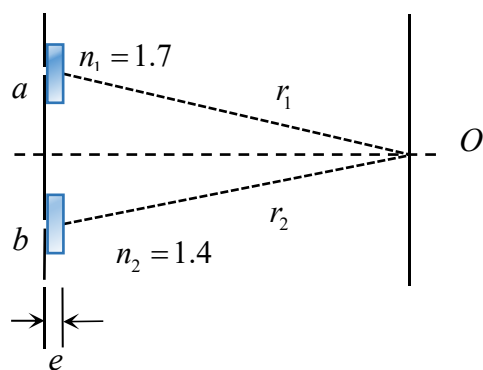
8. 如图所示, 假设有两个相干点光源 S_1 和 S_2 , 波长为 λ , A 是它们连线的中垂线上的一点。若 S_1 与 A 之间插入厚度为 e , 折射率为 n 的薄玻璃片, 则两光源发出的光在 A 点的相位差 $\Delta\varphi =$ _____, 若已知 $\lambda = 500\text{nm}$, $n = 1.5$, A 点恰为第四级明纹中心, 则 $e =$ _____ nm 。



9. 用一束 $\lambda = 632.8\text{nm}$ 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)

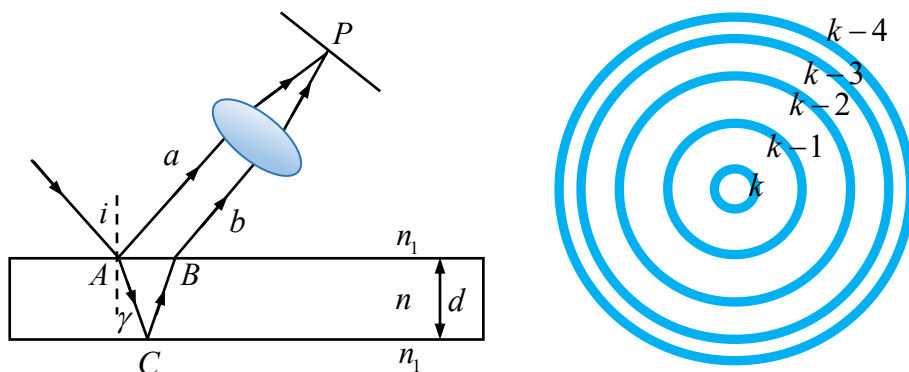
10. 如图, 在双缝干涉实验中, 原来的零级明纹在 O 处, 若用薄玻璃片(折射率 $n_1 = 1.7$)覆盖缝 a , 用同样厚度为 e 的玻璃片(折射率 $n_2 = 1.4$)覆盖缝 b , 零级明纹将向 _____ 移动。两束相干光至原中央明纹 O 处的光程差为 _____。



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

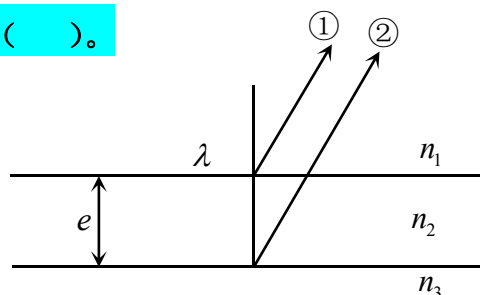
(3) 半波损失: 光疏介质到光密介质有半波损失, 光密介质到光疏介质无半波损失

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

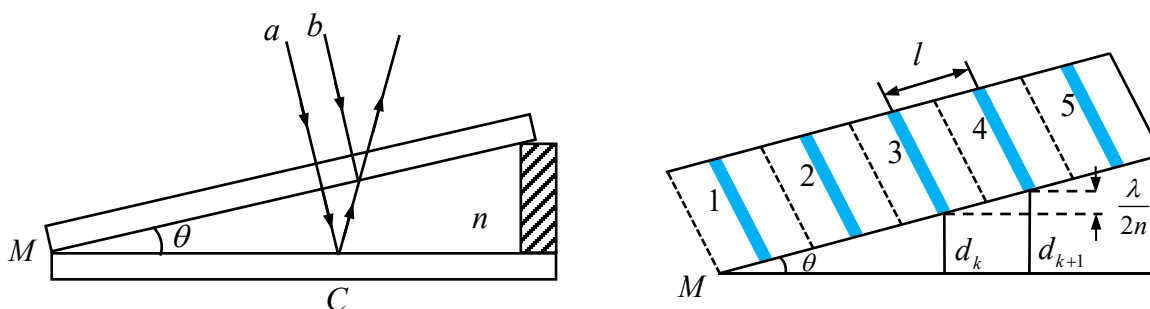
$$\lambda = \frac{2ne}{k} = \frac{2 \times 1.5 \times 0.4 \times 10^3}{k} = \frac{1200}{k}$$

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



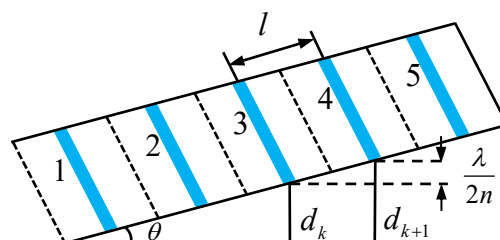
$$\text{光程差: } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & \text{明纹 } (k=1, 2, 3, \dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹 } (k=0, 1, 2, \dots) \end{cases}$$

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

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

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 θ ;
- (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

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

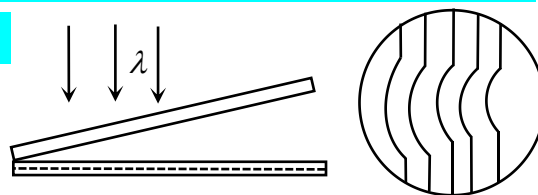
题 2. 两块平板玻璃构成空气劈尖, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射, 若上面的平玻璃以棱边为轴, 沿逆时针方向作微小转动, 则干涉条纹的 ()。

- 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

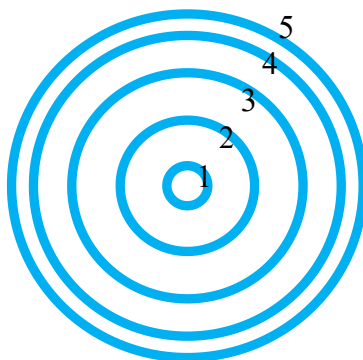
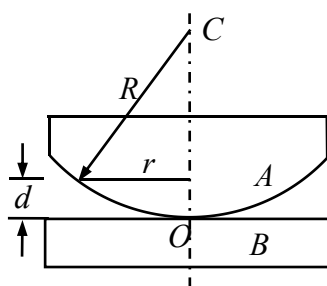
答案: A (涉及动画演示, 详情见视频课程)

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



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

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

蜂考

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 ()。

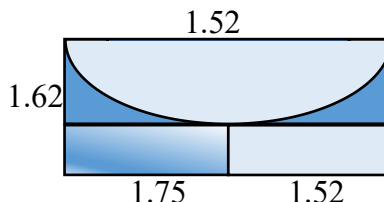
- A. 全明 B. 左半部暗, 右半部明 C. 全暗 D. 左半部明, 右半部暗

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 。

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

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

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

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

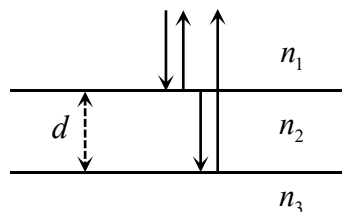
5. 迈克尔逊干涉

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 λ 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 λ 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. $\frac{4\pi n_2 e}{\lambda}$

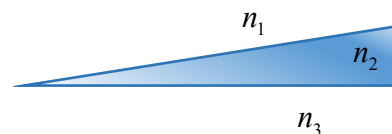
B. $\frac{2\pi n_2 e}{\lambda}$

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

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

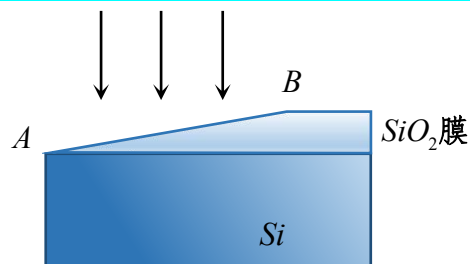
4. 用白光垂直照射置于空气中的厚度为 $0.50\mu m$ 的玻璃片，玻璃片的折射率为 1.50 ，在可见光范围内（ $400nm \sim 760nm$ ），哪些波长的反射光有最大限度的增强？

5. 用波长为 λ 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，从劈形棱边开始，第二条明条纹的中心所对应的膜厚度 $e =$ _____。



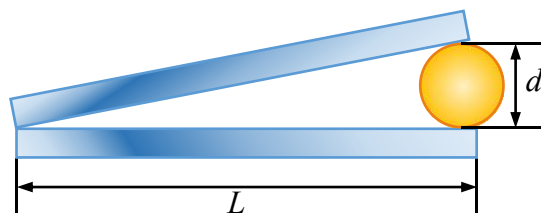
6. 波长为 λ 的单色光垂直照射到劈尖薄膜上，劈尖角为 θ ，劈尖薄膜的折射率为 n ，第 k 级明条纹与 $k+5$ 级明条纹之间的间距为 _____。

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)

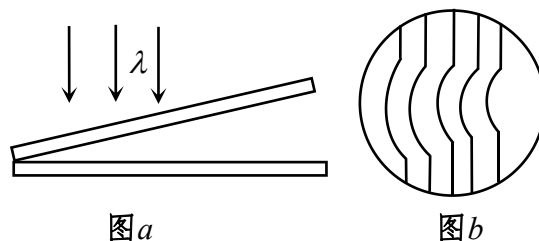


8. 如图所示, 波长为 $680nm$ 的平行光垂直照射到 $L = 0.12m$ 长的两块玻璃片上, 两块玻璃片一边相互接触, 另一边被直径 $d = 0.048mm$ 的细钢丝隔开, 求:

- (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?

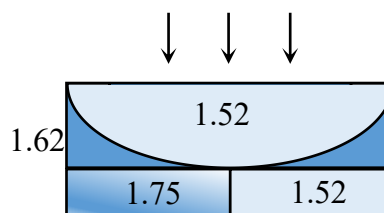


9. 如图 a 所示, 一光学平板玻璃 A 与待测工件 B 之间形成空气劈尖, 看到的反射光的干涉条纹如图 b 所示, 则工件的上表面缺陷是_____ (填“凸起”或“凹陷”)。



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

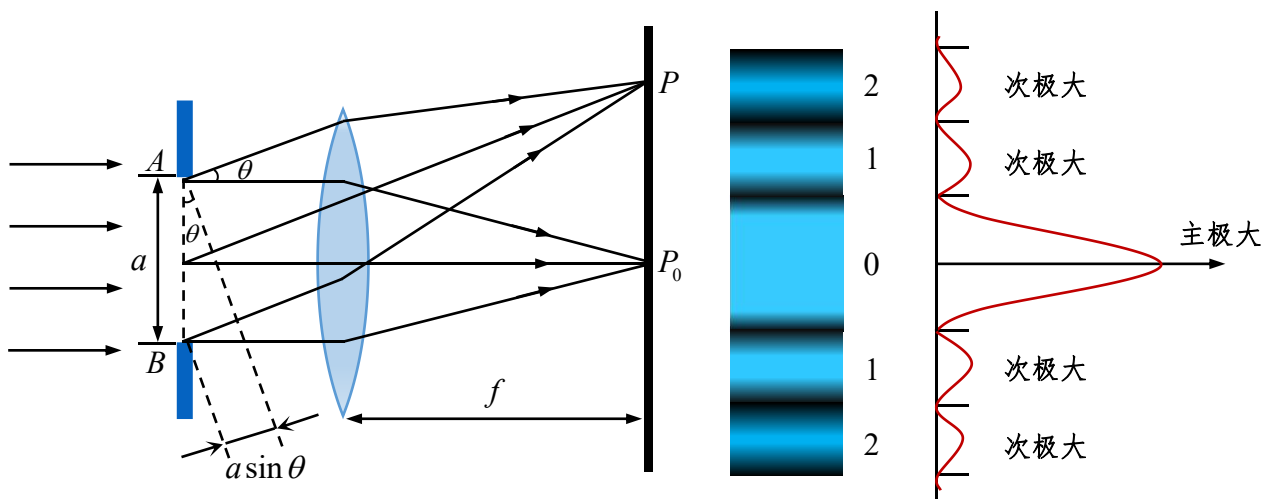
16. 在迈克尔逊干涉仪的反射镜 M 移动 Δd 的过程中，观察到干涉条纹移动了 N 条，则该光的波长为（ ）。

- 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

1. 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 θ 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 λ 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. $a \sin \theta = k\lambda \Rightarrow 4\lambda \sin \theta = 2\lambda \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{6}$

题 2. 平行单色光垂直入射单缝上, 观察夫琅禾费衍射, 若屏上 P 点为第三级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为_____个半波带, 若将单缝宽度缩小一半, P 点将是第_____级_____纹。

解: $\delta = a \sin \theta = 3\lambda = 6 \times \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 6 \text{ 个半波带}$

题 3. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 设第一级暗纹衍射角很小, 若钠黄光($\lambda_1=589nm$)为入射光, 中央明纹宽度为 $4.0mm$; 若以蓝紫光($\lambda_2=442nm$)为入射光, 则中央明纹宽度为 _____ mm 。

$$\text{解: 由 } \Delta x = \frac{2f\lambda}{a} \Rightarrow \begin{cases} 4 \times 10^{-3} = \frac{2f \times 589 \times 10^{-9}}{a} \\ \Delta x = \frac{2f \times 442 \times 10^{-9}}{a} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = 3 \times 10^{-3} \text{ m} = 3 \text{ mm}$$

题 4. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若减小缝宽其他条件不变, 则中央明纹 ()

- 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

答案: B. 由 $\Delta x = \frac{2f\lambda}{a}$ 若 $a \searrow$ 则 $\Delta x \nearrow$

题 5. 波长为 600nm 的单色平行光，垂直入射到缝宽为 $a = 0.60\text{mm}$ 的单缝上，缝后有一焦距 $f = 60\text{cm}$ 的透镜，在透镜焦平面上观察衍射图样。

- (1) 第二级明纹距中心的距离;
- (2) 中心明纹的宽度 Δx_0 和其他明纹的宽度 Δx ;
- (3) 两个第三级暗纹之间的距离。

解: (1) 明纹位置
$$x = \frac{(2k+1)f\lambda}{2a} = \frac{(2 \times 2 + 1)}{2} \times \frac{60 \times 10^{-2} \times 600 \times 10^{-9}}{0.6 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-3} m$$

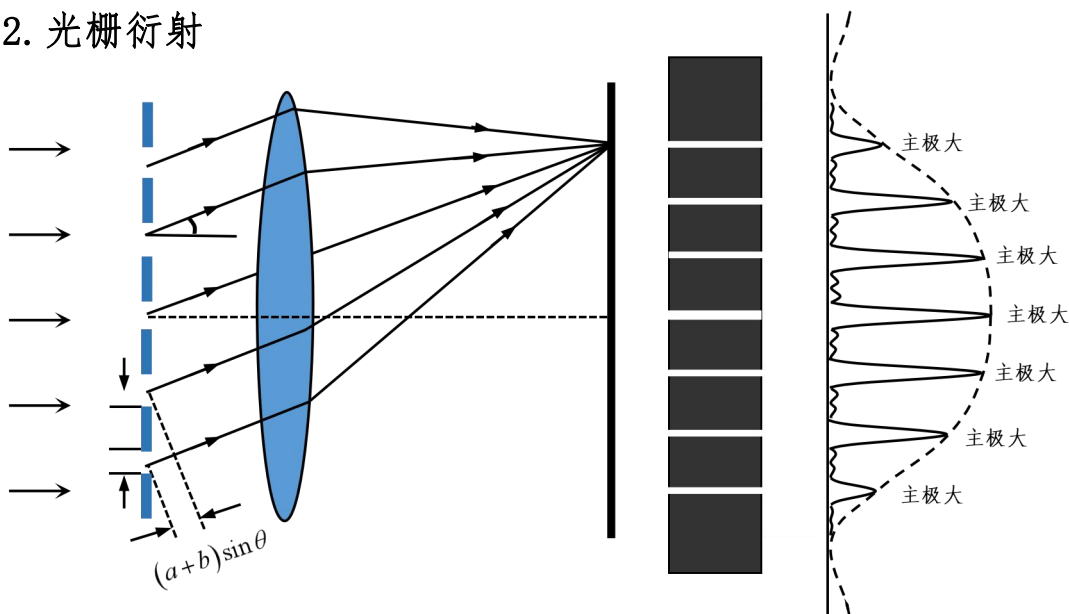
$$(2) \Delta x_0 = \frac{2f\lambda}{a} = \frac{2 \times 60 \times 10^{-2} \times 600 \times 10^{-9}}{0.6 \times 10^{-3}} = 1.2 \times 10^{-3} m$$

$$\Delta x = \frac{\Delta x_0}{2} = \frac{1.2 \times 10^{-3}}{2} = 6 \times 10^{-4} m$$

(3) 暗纹位置 $x = k \frac{f\lambda}{a} = 3 \times \frac{f\lambda}{a} = 3 \times 6 \times 10^{-4} = 1.8 \times 10^{-3} m$

$$\Delta x_3 = 2 \times 1.8 \times 10^{-3} = 3.6 \times 10^{-3} m$$

2. 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° ，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: $(a+b)\sin\theta = k\lambda \Rightarrow \sin\theta = \frac{k\lambda}{(a+b)}$ λ 越大, 离中心越远, 故为红光

题 4. 波长为 $\lambda = 600nm$ 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° , 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 $(a+b)\sin\theta = k\lambda$

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

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

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

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

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

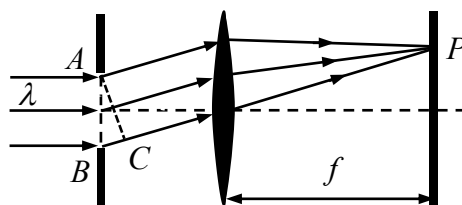
即 $k = 0, \pm 1, \pm 2$ 主极大, $k = \pm 3$ 缺级, $k = \pm 4$ 不可见

课时三 练习题

1. 如图所示, 一束波长为 λ 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. λ
D. 2λ



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 $\varphi =$ _____。

蜂考

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

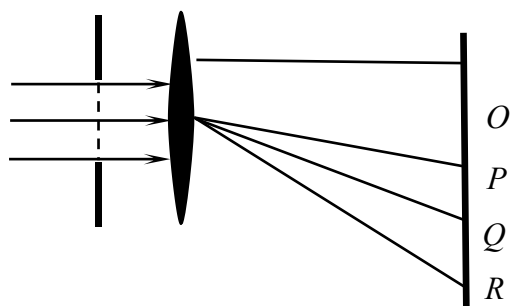
- A. 2个 B. 3个 C. 4个 D. 6个

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 600nm ，缝宽 $a=0.6\text{mm}$ ，透镜焦距 $T=1\text{m}$ ，则中央明纹宽度 $\Delta x=$ _____ mm 。

6. 如图波长为 λ 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 2λ ， 2.5λ ， 3.5λ ，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 428.6nm 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 8.0mm ，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 600nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 的单色光垂直入射到宽度为 0.1mm 的单缝上，观察夫琅禾费衍射图样，透镜焦距为 1.0m ，屏在透镜的焦平面处，求：

- ①中央明纹的宽度 Δx_0 和其他明纹的宽度 Δx ；
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 θ ;

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 θ 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° , 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			

1. 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° 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 $I_1 = \frac{I_0}{2}$

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

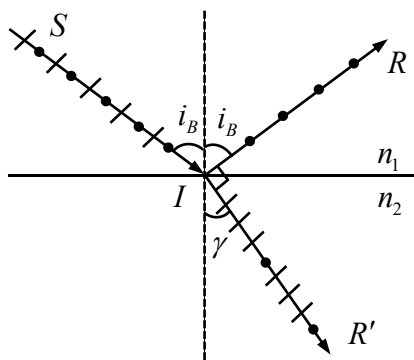
题 2. 设偏振片没有吸收，光强为 I_0 的自然光垂直通过，两个偏振片后，出射光强 $I = \frac{I_0}{8}$ ，则两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为_____。

解: 第一次穿过偏振片 $I_1 = \frac{I_0}{2}$

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

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

2. 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: $i_B + \gamma = \frac{\pi}{2}$

④ $\tan i_B = \frac{n_2}{n_1}$

题 1. 一束平行的自然光，以 60° 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° 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° , 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° , 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° 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)

恭喜你完成本课程学习!

丰富校园资讯

精彩大学生活

更多课程和学习资料

请关注公众号【蜂考】



一起学习，答疑解惑
请加蜂考学习微信群

