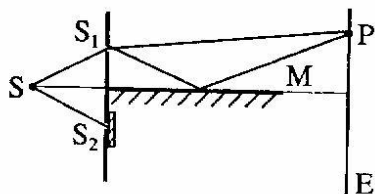


光学练习题

一、 选择题

1. 在空气中做双缝干涉实验，屏幕 E 上的 P 处是明条纹。若将缝 S_2 盖住，并在 S_1 、 S_2 连线的垂直平分面上放一平面反射镜 M，其它条件不变(如图)，则此时 (B)

- A. P 处仍为明条纹
B. P 处为暗条纹
C. P 处位于明、暗条纹之间
D. 屏幕 E 上无干涉条纹



2. 在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采的办法是 (B)

- A. 使屏靠近双缝
B. 使两缝的间距变小
C. 把两个缝的宽度稍微调窄
D. 改用波长较小的单色光源

3. 在杨氏双缝干涉实验中，若用折射率为 n 薄玻璃片将上面的狭缝挡住，则此时中央亮条纹的位置与原来相比应 (A)

- (A) 向上移动；
(B) 向下移动；
(C) 不动；
(D) 根据具体情况而定。

4. 在照相机镜头的玻璃上均匀镀有一层折射率 n 小于玻璃的介质薄膜，以增强某一波长 λ 的透射光能量，假定光线垂直入射，则介质膜的最小厚度应为 (D)

- (A) λ/n ；
(B) $\lambda/2n$ ；
(C) $\lambda/3n$ ；
(D) $\lambda/4n$ 。

5. 一折射率为 n_2 、厚度为 e 的薄膜处于折射率分别为 n_1 和 n_3 的介质中，现用一束波长为 λ

的平行光垂直照射该薄膜，如图，若 $n_1 < n_2 < n_3$ ，则反射光 a、b 的光程差为 (B)

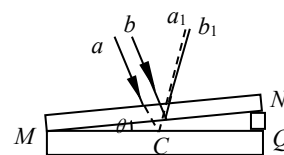
(A)、 $2n_2e + \frac{\lambda}{2}$ ；
(B)、 $2n_2e$ ；

(C)、 $2n_2e + \lambda$ ；
(D)、 n_2e 。

6. 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 3λ 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) 3 个
(C) 4 个
(D) 6 个

7. 当平行单色光垂直入射于如图所示空气劈尖, 两块平面玻璃的折射率为 $n_1 = 1.50$, 空气的折射率为 $n_2 = 1$, C 点处的厚度为 e , 在劈尖上下表面反射的两光线之间的光程差为 (B)



- A. $2n_2e$ B. $2n_2e + \lambda/2$ C. $2n_1e$ D.

$2n_1e + \lambda/2$

8. 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 , 夹在两块平面晶体的中间, 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 (C)

- (A) 数目减小, 间距变大 (B) 数目减小, 间距不变
(C) 数目不变, 间距变小 (D) 数目增加, 间距变小

9. 波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 的单色光垂直入射于光栅常数 $d = 1.0 \times 10^{-4}\text{cm}$ 的光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为 (D)

- (A) 4 (B) 3 (C) 2 (D) 1

10. 三个偏振片 P_1 、 P_2 与 P_3 堆叠在一起, P_1 与 P_3 的偏振化方向相互垂直, P_2 与 P_1 的偏振化方向间的夹角为 45° , 强度为 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 与 P_3 , 则通过三个偏振片后的光强为 (C)

- (A) $\frac{I_0}{16}$ (B) $\frac{3I_0}{8}$ (C) $\frac{I_0}{8}$ (D) $\frac{I_0}{4}$

11. 观察单缝夫琅和费衍射图样, 如果只将单缝宽度减小, 则 [A]

- A、中央主极大的宽度变大; B、中央主极大的宽度变小;
C、中央主极大的宽度不变; D、无法确定。

12. 观察单缝夫琅和费衍射图样, 如只是入射光波长变大, 中央明条纹宽度将 [C]

- A. 变小; B. 不变; C. 变大; D. 由其他情况而定。

13. 两偏振片紧贴着放在一盏灯的前面, 此时没有光通过。当其中一片转过 π 时, 将观察到 [A]

- A、透过的光强增强, 然后又减少到零; B、光强在整个过程中都逐渐增强;
C、光强增强, 然后减弱, 最后又增强; D、光强增强、减弱, 又再次增强、减弱。

二、填空题

1. 相干光的必要条件为____频率相同____、____相位差恒定或相位相同____、
振动方向平行____。
2. 在双缝干涉实验中，形成第三级明纹的两束光(波长为 λ) 的相位差为 6π ；光程差为 3λ 。
3. 一束波长为 λ 的单色光，从空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上，要使反射光得到加强，薄膜的最小厚度为 $\frac{\lambda}{4n}$ ，若要使反射光得到减弱，薄膜的最小厚度为 $\frac{\lambda}{2n}$ 。
4. 一束光强为 I_0 的自然光通过一个偏振片后，光强变为 $\frac{1}{2}I_0$ ，若通过两个偏振化方向夹角为 $\pi/6$ 的偏振片后，光强变为 $\frac{3}{8}I_0$ 。
5. 自然光从空气射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的玻璃上，欲使反射光成为偏振光，则起偏角应为 60° 。
6. 白光垂直照射到空气中一厚度为 $3.8 \times 10^{-7} \text{m}$ 的肥皂膜上，设肥皂膜的折射率为了 1.33，则反射干涉加强的光的波长为 674nm 、 403nm 。
7. 如图所示，把细丝夹在两块平玻璃板之间，已知细丝到棱边距离为 $2.888 \times 10^{-2} \text{m}$ ，入射光波长为 $5.893 \times 10^{-7} \text{m}$ ，测得 30 条亮条纹间的间距为 $4.295 \times 10^{-3} \text{m}$ ，则细丝的直径 d 为 $5.75 \times 10^{-5} \text{m}$ 。
8. 在白光照射单缝产生的夫琅禾费衍射公式中，某一波长为 λ_0 的光波的第三级暗条纹与红光 ($\lambda = 6 \times 10^{-7} \text{m}$) 的第二级暗条纹相重合，则 $\lambda_0 = 4 \times 10^{-7} \text{m}$ 。
9. 可见光的波长范围大约从 400nm 到 760nm ，将这个范围的可见光垂直入射到每厘米有 6000 条刻痕的平面光栅上，则第一级可见光谱的角宽度为 0.216 弧度。
10. 单缝的宽度 $a = 0.40\text{mm}$ ，以波长 $\lambda = 589\text{nm}$ 的单色光垂直照射，设透镜的焦距 $f = 1.0\text{m}$ ，则中央明纹的宽度为 2.945mm 。

三. 计算题

1. 已知单缝宽度 $b = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m}$, 透镜焦距 $f = 0.50 \text{ m}$, 用 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 760 \text{ nm}$ 的单色平行光分别垂直照射, 求这两种光的第一级明纹离屏中心的距离, 以及这两条明纹之间的距离。若用每厘米刻有 1000 条刻线的光栅代替这个单缝, 则这两种单色光的第一级明纹分别距屏中心多远? 这两条明纹之间的距离又是多少?

解: 明条纹的单缝衍射方程 $b \sin \theta = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$ 。当 $k=1$, 对于 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 760 \text{ nm}$,

$$\sin \theta_1 = 6 \times 10^{-3}, \sin \theta_2 = 1.14 \times 10^{-2} \text{。得 } x_1 = 3 \text{ mm}, x_2 = 5.7 \text{ mm}, \Delta x = 2.7 \text{ mm}$$

光栅方程 $d \sin \theta = k \lambda$,

$$\text{得 } \sin \theta'_1 = 0.04, \sin \theta'_2 = 0.076 \text{。得 } x'_1 = 2 \text{ cm}, x'_2 = 3.8 \text{ cm}, \Delta x' = 1.8 \text{ cm}$$

2. 用钠光灯发出的波长为 $5.893 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的光做牛顿环实验, 测得某一 k 级暗纹半径为 $4.0 \times 10^{-3} \text{ m}$, 测得 $k+5$ 级暗纹半径为 $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}$, 求凸透镜的曲率半径 R 和 k 的值。

解: $r = \sqrt{kR\lambda}$

$$\begin{aligned} \text{得 } 4.0 \times 10^{-3} &= \sqrt{kR \times 5.893 \times 10^{-7}} \\ 6.0 \times 10^{-3} &= \sqrt{(k+5)R \times 5.893 \times 10^{-7}} \end{aligned}$$

解得: $k = 4, R = 6.79 \text{ m}$

3. 用白光垂直照射到每厘米刻有 5000 条缝的光栅上, 求:

(1) 第二级光谱的张角 (2) 能看到几级完整光谱。

解: 光栅方程 $d \sin \theta = k \lambda$ 。当 $k=2, \lambda = 400 \text{ nm}, \lambda = 760 \text{ nm}$,

$$\text{得 } \sin \theta = 0.4, 0.76$$

所以第二级光谱的张角为 0.36

当 $\lambda = 760 \text{ nm}, \sin \theta = 1$ 时, k 取最大值 2

4. 波长为 400 nm 的单色光垂直入射到一透射光栅上, 接收屏上 2 个相邻主极大明条纹分别出现在 $\sin \varphi = 0.20$ 和 $\sin \varphi = 0.30$ 处, 并且第四级缺级。试求:

(1) 光栅常数;

(2) 光栅狭缝的最小宽度;

(3) 按上述选定的缝宽和光栅常数, 写出光屏上实际呈现的全部级数。

解: 光栅方程 $d \sin \theta = k\lambda$

$$d \times 0.2 = k \times 400$$

$$d \times 0.3 = (k+1) \times 400 \quad \text{解得, } k=2, d=4000nm$$

$$k = \frac{d}{a} k' = 4k' \text{ 缺级, 得 } a = \frac{d}{4} = 1000nm$$

k 最大值 $k = \frac{d}{\lambda} = 10$ 。故实际呈现的全部级数 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$

5、单缝的宽度 $a = 0.40mm$, 以波长 $\lambda = 589nm$ 的单色光垂直照射, 设透镜的焦距 $f = 1.0m$, 求:

(1) 最多能看到第几级明纹? (2) 中央明纹的角宽度和线宽度。

$$\text{解: (1) } a \sin \theta = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad \therefore k_m = \frac{a}{\lambda} = \frac{0.4 \times 10^{-3}}{589 \times 10^{-9}} = 679.1$$

所以明条纹最多 679 条。

$$(2) \text{ 中央明纹的角宽度: } \Delta\theta = 2 \frac{\lambda}{a} = 2 \frac{589 \times 10^{-9}}{0.4 \times 10^{-3}} = 2.945 \times 10^{-3}$$

$$\text{中央明纹的线宽度: } \Delta x = 2f \frac{\lambda}{a} = 2 \times 1 \times \frac{589 \times 10^{-9}}{0.4 \times 10^{-3}} = 2.945 \times 10^{-3} m$$

6. 在双缝干涉实验中, 用一云母片遮住其中一条缝后, 光屏上原来第 7 级明纹位置成为遮住后的中央明纹位置。入射光的波为 $5.5 \times 10^{-7}m$, 云母片的折射率为 1.58。求云母片的厚度。

解: 未放云母片: $r_1 - r_2 = 7\lambda$

放了后: $r_1 - (r_2 - d + nd) = 0$

$$r_1 - r_2 = (n-1)d = 7\lambda$$

$$\text{得: } d = \frac{7\lambda}{n-1} = 6.6 \times 10^{-6} m$$