

## 七、光的衍射

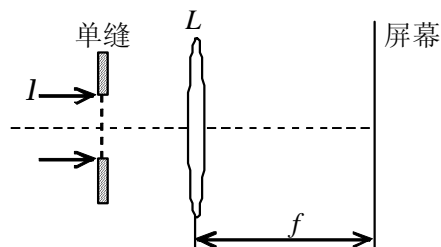
### 一、选择题

1. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射在宽度为  $a=4\lambda$  的单缝上, 对应于衍射角为  $30^\circ$  的方向, 单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- (A) 2 个. (B) 4 个.  
(C) 6 个. (D) 8 个.

2. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中, 若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移, 则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大.  
(B) 间距变小.  
(C) 不发生变化.  
(D) 间距不变, 但明暗条纹的位置交替变化.



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

- (A)  $a+b=2a$ . (B)  $a+b=3a$ .  
(C)  $a+b=4a$ . (D)  $a+b=6a$ .

4. 波长  $\lambda=550\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ ) 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) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5.

### 二、填空题

5. He-Ne 激光器发出  $\lambda=632.8\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ ) 的平行光束, 垂直照射到一单缝上, 在距单缝  $3\text{ m}$  远的屏上观察夫琅禾费衍射图样, 测得两个第二级暗纹间的距离

是  $10\text{ cm}$ , 则单缝的宽度  $a=\underline{\hspace{2cm}}$ .

6. 一束单色光垂直入射在光栅上, 衍射光谱中共出现 5 条明纹. 若已知此光栅缝宽度与不透明部分宽度相等, 那么在中央明纹一侧的两条明纹分别是第

        级和第         级谱线.

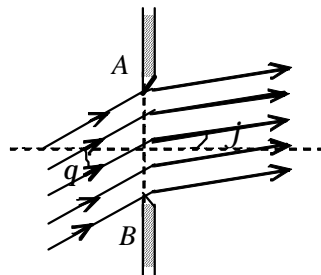
7. 惠更斯引入                                  的概念提出了惠更斯原理, 菲涅耳再用

                                 的思想补充了惠更斯原理, 发展成了惠更斯-菲涅耳原理.

### 三、计算题

8. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 如果缝宽  $a$  与入射光波长  $\lambda$  的比值分别为 (1) 1, (2) 10, (3) 100, 试分别计算中央明条纹边缘的衍射角. 再讨论计算结果说明什么问题.

9. 如图所示, 设波长为  $\lambda$  的平面波沿与单缝平面法线成  $\theta$  角的方向入射, 单缝  $AB$  的宽度为  $a$ , 观察夫琅禾费衍射. 试求出各极小值(即各暗条纹)的衍射角  $\varphi$ .



10. 用每毫米 300 条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱. 已知红谱线波长  $\lambda_R$  在  $0.63\text{—}0.76\mu\text{m}$  范围内, 蓝谱线波长  $\lambda_B$  在  $0.43\text{—}0.49\mu\text{m}$  范围内. 当光垂直入射到光栅时, 发现在衍射角为  $24.46^\circ$  处, 红蓝两谱线同时出现.

- (1) 在什么角度下红蓝两谱线还会同时出现?  
 (2) 在什么角度下只有红谱线出现?

参考答案

一、选择题

B C B B

二、填空题

5.  $7.6 \times 10^{-2} \text{ mm}$

6. 一 三

7. 子波 子波干涉(或答“子波相干叠加”)

三、计算题

8. 解: (1)  $a=l$ ,  $\sin j = l/l=1$ ,  $j=90^\circ$  1 分  
 (2)  $a=10l$ ,  $\sin j = l/10l=0.1$   $j=5^\circ 44'$  2 分  
 (3)  $a=100l$ ,  $\sin j = l/100l=0.01$   $j=34'$  2 分  
 这说明, 比值  $l/a$  变小的时候, 所求的衍射角变小, 中央明纹变窄(其它明纹也相应地变为更靠近中心点), 衍射效应越来越不明显. 2 分  
 ( $l/a \rightarrow 0$  的极限情形即几何光学的情形: 光线沿直传播, 无衍射效应. 1 分)

9. 解: 1、2 两光线的光程差, 在如图情况下为

$$d = \overline{CA} - \overline{BD} = a \sin q - a \sin j \quad 2 \text{ 分}$$

由单缝衍射极小值条件

$$a(\sin q - \sin j) = \pm kl \quad k = 1, 2, \dots \quad 2 \text{ 分}$$

(未排除  $k=0$  的扣 1 分)

$$\text{得 } j = \sin^{-1}(\pm kl / a + \sin q) \quad k = 1, 2, \dots (k \neq 0) \quad 1 \text{ 分}$$

10. 解:  $\therefore a+b = (1/300) \text{ mm} = 3.33 \mu\text{m}$   
 (1)  $(a+b) \sin y = kl$

$$\therefore kl = (a+b) \sin 24.46^\circ = 1.38 \mu\text{m}$$

$$\therefore I_R = 0.63 - 0.76 \mu\text{m}; I_B = 0.43 - 0.49 \mu\text{m}$$

$$\text{对于红光, 取 } k=2, \text{ 则 } I_R = 0.69 \mu\text{m}$$

$$\text{对于蓝光, 取 } k=3, \text{ 则 } I_B = 0.46 \mu\text{m}$$

$$\text{红光最大级次 } k_{\max} = (a+b) / I_R = 4.8,$$

取  $k_{\max}=4$  则红光的第 4 级与蓝光的第 6 级还会重合. 设重合处的衍射角为  $y'$ , 则

$$\sin y' = 4I_R / (a+b) = 0.828$$

$$\therefore y' = 55.9^\circ$$

(2) 红光的第二、四级与蓝光重合, 且最多只能看到四级, 所以纯红光谱的第一、三级将出现.

$$\sin y_1 = I_R / (a+b) = 0.207 \quad y_1 = 11.9^\circ$$

$$\sin y_3 = 3I_R / (a+b) = 0.621 \quad y_3 = 38.4^\circ$$

