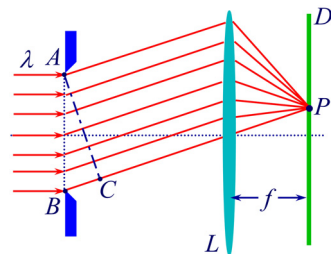


单元六 单缝衍射 光学仪器的分辨率

一 选择题

01. 在迈克尔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) $2(n-1)d + \frac{\lambda}{2}$;
 (D) nd ;
 (E) $(n-1)d$ 。



选择题_02 图示

02. 一束波长 λ 的平行单色光垂直入射到一单缝 AB 上, 装置如图所示, 在屏幕 D 上形成衍射图样, 如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置, 则 BC 的长度为 【 A 】

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

✎ BC 的长度 $BC = a \sin \varphi$, P 点为一级暗纹: $a \sin \varphi = \lambda$ —— $BC = \lambda$

03. 在单缝夫琅和费衍射实验中, 波长为 λ 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° 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。

04. 在单缝夫琅和费衍射实验中, 若增大缝宽, 其它条件不变, 则中央明条纹 【 A 】

- (A) 宽度变小;
 (B) 宽度变大;
 (B) 宽度不变, 且中心强度也不变;
 (D) 宽度不变, 但中心强度增大。

二 填空题

05. 惠更斯引进 子波 的概念提出了惠更斯原理, 菲涅耳再用 子波相干叠加 的思想补充了惠更斯原理, 发展成了惠更斯-菲涅耳原理。

06. 平行单色光垂直入射于单缝上, 观察夫琅和费衍射, 若屏上 P 点处为第二级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为 4 个半波带, 若将单缝缩小一半, P 点将是 1 级 暗 纹, 若衍射角 φ 增加, 则单缝被分的半波带数 增加, 每个半波带的面积 减小 (与 4 个半波带时的面积相比), 相应明纹亮度 减弱。

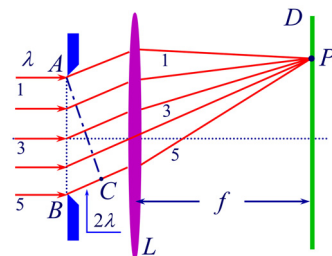
07. 测量未知单缝宽度 a 的一种方法是: 用已知波长 λ 的平行光垂直入射在单缝上, 在距单缝的距离为 D 处测出衍射花样的中央亮纹宽度 L , (实验上应保证 $D \approx 10^3 a$, 或 D 为几米), 则由单缝衍射的原理可标出 a 与 λ , D , L 的关系为: $a = 2D \frac{\lambda}{L}$ 。

08. 如果单缝夫琅和费衍射的第一级暗纹发生在衍射角 30° 的方向上, 所用单色光波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$, 则单缝宽度为 $1 \mu\text{m}$ 。

09. 当把单缝衍射装置放在水中时, 衍射图样发生的变化是 条纹收缩, 条纹间距变窄。用公式

$a \sin \varphi = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ 来测定光的波长, 测出光的波长是光在 水中 的波长。

10. 在单缝夫琅和费衍射示意图中, 所画出的各条正入射光线间距相等, 那末光线 1 与 3 在幕上 P 点上相遇时的相位差为 2π , P 点应为 二级暗条纹, 在该方向上, 单缝可分为 4 个半波带。



填空题_10 图示

11. 波长为 λ 的单色平行光, 经圆孔(直径为 D)衍射后, 在屏上形成同心圆形状(或圆环)的明暗条纹, 中央亮斑叫 爱里斑, 根据瑞利判据, 圆孔的最小分辨角 $\delta\varphi = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ 。

12. 通常亮度下, 人眼瞳孔直径约 3 mm , 人眼的最小分辨角 $\delta\varphi = 2.24 \times 10^{-4} \text{ rad}$ 。远处两根细丝之间的距离为 2.0 mm , 离开 8.93 m 恰能分辨。(人眼视觉最敏感的黄绿光波长 $\lambda = 550\text{ nm}$)

三 判断题

13. 在迈克尔孙干涉仪中使用波长为 λ 的单色光, 在干涉仪的可动反射镜移动一距离 d 的过程中, 干涉条纹将移动 $2\frac{d}{\lambda}$ 条。 【对】

14. 在夫琅和费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹对应的衍射角变大。 【对】

四 计算题

15. 波长为 500 nm 的平行光垂直入射于一宽为 1 mm 的狭缝, 若在缝的后面有一焦距 100 cm 的薄透镜, 使光线会聚于一屏幕上, 试求: 中央明纹宽度; 第一级明纹的位置, 两侧第二级暗纹之间的距离。

☛ 中央明纹宽度:

$$\Delta x_0 = f' \frac{2\lambda}{a} \longrightarrow \underline{\Delta x_0 = 10^{-3}\text{ m}}$$

第一级明纹的位置:

$$\sin \varphi = \pm \frac{3\lambda}{2a}$$

$$x_1 \approx f' \sin \varphi = \frac{3\lambda}{2a} f' \longrightarrow \underline{x_1 = 7.5 \times 10^{-4}\text{ m}}$$

两侧第二级暗纹之间的距离:

$$\Delta x = 2 \cdot \frac{2\lambda}{a} f' \longrightarrow \underline{\Delta x_2 = 2.0 \times 10^{-3}\text{ m}}$$

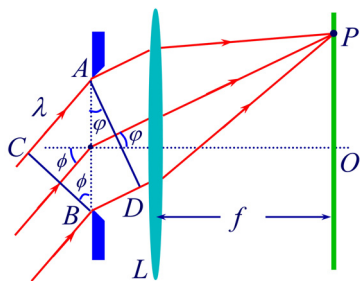
16. 今有白光形成的单缝夫琅和费衍射图样, 若其中某一光波的第 3 级明纹和红光($\lambda = 600 \text{ nm}$)的第二级明纹相重合, 求此这一光波的波长。

✎ 对于夫琅和费单缝衍射, 明纹的位置: $a \sin \varphi = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}$

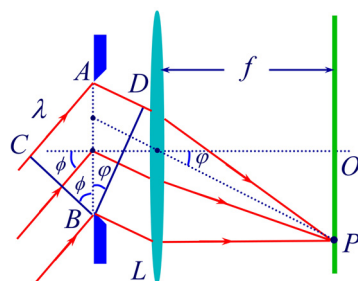
根据题意:
$$\begin{cases} a \sin \varphi = \pm(2 \cdot 3 + 1)\frac{\lambda'}{2} \\ a \sin \varphi = \pm(2 \cdot 2 + 1)\frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$$(2 \cdot 3 + 1)\frac{\lambda'}{2} = (2 \cdot 2 + 1)\frac{\lambda}{2} \longrightarrow \lambda' = 428.6 \text{ nm}$$

17. 如图所示, 设有一波长为 λ 的单色平面波沿着与缝面的法线成 ϕ 角的方向入射于宽为 a 的狭缝 AB 上, 试求出决定各极小值的衍射角 φ 的条件。



计算题_17 图示



计算题_17_01 图示

✎ 如果衍射光与入射光不在同一侧(如图计算题_17 所示), AB 两点到 P 点的光程差:

$$\delta = BD - AC \longrightarrow \delta = a \sin \varphi - a \sin \phi$$

衍射极小值满足:

$$\delta = a(\sin \varphi - \sin \phi) = k\lambda$$

如果衍射光与入射光在同一侧(如图计算题_17_01 所示), AB 两点到 P 点的光程差:

$$\delta = 0 - (AC + AD) \longrightarrow \delta = -a(\sin \varphi + \sin \phi)$$

衍射极小值满足:

$$\delta = -a(\sin \varphi + \sin \phi) = k\lambda$$

各极小值的衍射角 φ 的条件:

$$\underline{a(\sin \varphi \pm \sin \phi) = k\lambda} \dots\dots\dots k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots\dots; \varphi \text{ 和 } \phi \text{ 的取值均为正值。}$$