

工科物理大作业参考答案

【第 10 章】波动光学 2 参考答案

一、选择题

1.B 2.C 3.B 4.C 5.B 6.B 7.B 8.D 9.C

二、填空题

10. 子波;子波相干叠加(或子波干涉)

11. 4;第一;暗

12. 625nm

13. 自然光或(和)圆偏振光;线偏振光(完全偏振光);部分偏振光或椭圆偏振光

14. 30° ;1.73

15. 37° ;垂直于入射面

三、综合应用题

16.解 (1) 单缝衍射的中央衍射明纹区, 是由两个第一级暗纹中心所界定的区域, 两个第一级暗纹中心间的距离即为中央明纹宽度。

对于第一级暗纹有

$$a \sin \varphi_1 = \lambda$$

因 φ_1 很小, 故

$$\tan \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 = \lambda / a$$

中央明纹宽度

$$\Delta x_0 = 2f \tan \varphi_1 = 2f \lambda / a$$

$$= 2 \times 1.0 \times 600 \times 10^{-9} / 0.10 \times 10^{-3}$$

$$= 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

(2) 对于第二级明纹, 有

$$a \sin \varphi_2 = (2k+1) \lambda / 2$$

$$x_2 = f \tan \varphi_2 \approx f \sin \varphi_2 = 5f \lambda / 2a$$

$$= 5 \times 1.0 \times 600 \times 10^{-9} / 0.20 \times 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

17.解 (1) 由单缝衍射的暗纹条件

$$a \sin \varphi = k \lambda$$

由题意知

$$\tan \varphi = x / f$$

当 $x \ll f$ 时

$$\tan \varphi \approx \sin \varphi = k \lambda / a$$

所以
$$x = f \tan \varphi \approx f \sin \varphi = \varphi k f \frac{\lambda}{a}$$

取 $k=1$,
$$x = \frac{f \lambda}{a} = \frac{1 \times 600 \times 10^{-9}}{2 \times 10^{-3} \times 10^{-2}} = 0.03$$

所以, 中央明纹宽度为

$$\Delta x = 2x = 2 \times 0.03 = 0.06 \text{m}$$

(2) 由光栅方程

$$(a+b) \sin \phi = k' \lambda$$

$$k' = \frac{(a+b) \sin \phi}{\lambda} = \frac{(a+b) \frac{\lambda}{a}}{\lambda} = \frac{a+b}{a} = \frac{1/200}{2 \times 10^{-3}} = 2.5$$

取 $k' = 2$, 所以在单缝衍射的中央明纹宽度内, 共有 $k' = 0, \pm 1, \pm 2$ 等五个光栅衍射主极大。

18.解 (1) 由单缝衍射明纹公式可知

$$a \sin \varphi_1 = (2k+1) \lambda_1 / 2 = 3 \lambda_1 / 2 \quad (\text{取 } k=1)$$

$$a \sin \varphi_2 = (2k+1) \lambda_2 / 2 = 3 \lambda_2 / 2$$

$$\tan \varphi_1 = x_1 / f, \quad \tan \varphi_2 = x_2 / f$$

$$\text{由于 } \sin \varphi_1 \approx \tan \varphi_1 \quad \sin \varphi_2 \approx \tan \varphi_2$$

$$\text{所以 } x_1 = 3f \lambda_1 / 2a \quad x_2 = 3 \lambda_2 f / 2a$$

设两个第一级明纹之间的间距为 Δx

$$\Delta x = 3f \Delta \lambda / 2a$$

$$= 3 \times 50 \times 10^{-2} \times (760-400) \times 10^{-9} / 2 \times 1.0 \times 10^{-4}$$

$$= 2.7 \times 10^{-3} \text{m}$$

(2) 由光栅衍射主极大的公式

$$d \sin \varphi_1 = k \lambda_1 = 2 \lambda_1$$

$$d \sin \varphi_2 = k \lambda_2 = 2 \lambda_2$$

$$\text{且有 } \sin \varphi \approx \tan \varphi = x/f$$

所以

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 2f \Delta \lambda / d$$

$$= 2 \times 50 \times 10^{-2} \times (760-400) \times 10^{-9} / 1.0 \times 10^{-5}$$

$$= 3.6 \times 10^{-2} \text{m}$$

19.解 (1) 自然光通过第一偏振片后, 其强度

$$I_1 = I_0 / 2$$

通过第二偏振片后

$$I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = I_0 / 4$$

通过第三偏振片后

$$I_3 = I_2 \cos^2 45^\circ = I_0 / 8$$

通过每一偏振片后的光皆为线偏振光, 其光振动方向与刚通过的偏振片的偏振化方向平行。

(2) 若抽去第 2 片, 因为第 3 片与第 1 片的偏振化方向相互垂直。所以此时 $I_3 = 0$, I_1 仍不变。