

一 计算题 (共211分)

1. (本题 5分)(3210)

解: (1) 由单缝衍射暗纹公式得

$$a \sin \theta_1 = 1 \lambda_1 \quad a \sin \theta_2 = 2 \lambda_2$$

由题意可知 $\theta_1 = \theta_2$, $\sin \theta_1 = \sin \theta_2$

代入上式可得 $\lambda_1 = 2 \lambda_2$ 3 分

$$(2) \quad a \sin \theta_1 = k_1 \lambda_1 = 2 k_1 \lambda_2 \quad (k_1 = 1, 2, \dots)$$

$$\sin \theta_1 = 2 k_1 \lambda_2 / a$$

$$a \sin \theta_2 = k_2 \lambda_2 \quad (k_2 = 1, 2, \dots)$$

$$\sin \theta_2 = k_2 \lambda_2 / a$$

若 $k_2 = 2 k_1$, 则 $\theta_1 = \theta_2$, 即 λ_1 的任一 k_1 级极小都有 λ_2 的 $2 k_1$ 级极小与之重合. 2 分

2. (本题 5分)(3359)

解: (1) 对于第一级暗纹, 有 $a \sin \phi_1 \approx \lambda$

因 ϕ_1 很小, 故 $\tan \phi_1 \approx \sin \phi_1 = \lambda / a$

故中央明纹宽度 $\Delta x_0 = 2 f \tan \phi_1 = 2 f \lambda / a = 1.2 \text{ cm}$ 3 分

$$(2) \text{ 对于第二级暗纹, 有 } a \sin \phi_2 \approx 2 \lambda$$

$$x_2 = f \tan \phi_2 \approx f \sin \phi_2 = 2 f \lambda / a = 1.2 \text{ cm} \quad 2 \text{ 分}$$

3. (本题 5分)(3714)

解: $a \sin \phi = \lambda$ 2 分

$$x_1 = f \tan \phi \approx f \sin \phi = f \lambda / a = 0.825 \text{ mm} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\Delta x = 2 x_1 = 1.65 \text{ mm} \quad 1 \text{ 分}$$

4. (本题 5分)(3724)

解: $a \sin \phi = k \lambda, k=1.$ 2 分

$$a = \lambda / \sin \phi = 7.26 \times 10^{-3} \text{ mm} \quad 3 \text{ 分}$$

5. (本题 5分)(3725)

解: 设第三级暗纹在 ϕ_3 方向上, 则有

$$a \sin \phi_3 = 3 \lambda$$

此暗纹到中心的距离为 $x_3 = f \tan \phi_3$ 2 分

因为 ϕ_3 很小, 可认为 $\tan \phi_3 \approx \sin \phi_3$, 所以

$$x_3 \approx 3 f \lambda / a .$$

两侧第三级暗纹的距离是 $2 x_3 = 6 f \lambda / a = 8.0 \text{ mm}$

$$\therefore \lambda = (2 x_3) a / 6 f \quad 2 \text{ 分}$$

$$= 500 \text{ nm} \quad 1 \text{ 分}$$

6. (本题 5分)(3726)

解: 中央明纹宽度

$$\Delta x \approx 2 f \lambda / a = 2 \times 5.46 \times 10^{-4} \times 500 / 0.10 \text{ mm} \quad 4 \text{ 分}$$

$$= 5.46 \text{ mm} \quad 1 \text{ 分}$$

7. (本题 5分)(3727)

解: 第二级与第三级暗纹之间的距离

$$\Delta x = x_3 - x_2 \approx f \lambda / a. \quad 2 \text{ 分}$$

$$\therefore f \approx a \Delta x / \lambda = 400 \text{ mm} \quad 3 \text{ 分}$$

8. (本题 8分)(3729)

解: (1) $a=\lambda$, $\sin\varphi = \lambda/\lambda=1$, $\varphi=90^\circ$ 1分

(2) $a=10\lambda$, $\sin\varphi = \lambda/10$ $\lambda=0.1$ $\varphi=5^\circ44'$ 2分

(3) $a=100\lambda$, $\sin\varphi = \lambda/100$ $\lambda=0.01$ $\varphi=34'$ 2分

这说明, 比值 λ/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

$(\lambda/a)\rightarrow 0$ 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. (本题 5分)(3730)

解: 中央明纹宽度 $\Delta x = 2x \approx 2f\lambda/a$ 2分

单缝的宽度 $a = 2f\lambda/\Delta x = 2 \times 400 \times 6328 \times 10^{-9} / 3.4 \text{ m}$ 2分
 $= 0.15 \text{ mm}$ 1分

10. (本题 5分)(3743)

解: 1、2 两光线的光程差, 在如图情况下为

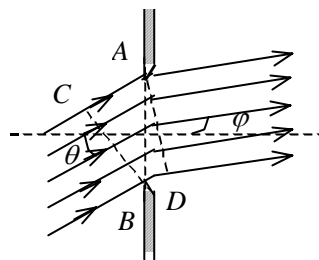
$$\delta = \overline{CA} - \overline{BD} = a \sin \theta - a \sin \varphi \quad 2 \text{ 分}$$

由单缝衍射极小值条件

$$a(\sin\theta - \sin\varphi) = \pm k\lambda \quad k = 1, 2, \dots \quad 2 \text{ 分}$$

(未排除 $k=0$ 的扣 1 分)

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



11. (本题 5分)(5654)

解: 单缝衍射第 1 个暗纹条件和位置坐标 x_1 为:

$$a \sin\theta_1 = \lambda$$

$$x_1 = f \tan\theta_1 \approx f \sin\theta_1 \approx f\lambda/a \quad (\because \theta_1 \text{ 很小}) \quad 2 \text{ 分}$$

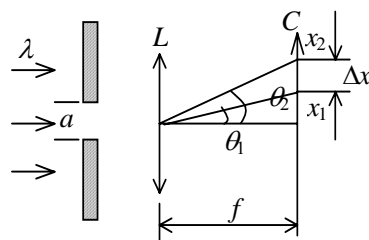
单缝衍射第 2 个暗纹条件和位置坐标 x_2 为:

$$a \sin\theta_2 = 2\lambda$$

$$x_2 = f \tan\theta_2 \approx f \sin\theta_2 \approx f2\lambda/a \quad (\because \theta_2 \text{ 很小}) \quad 2 \text{ 分}$$

单缝衍射中央亮纹旁第一个亮纹的宽度

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= x_2 - x_1 \approx f(2\lambda/a - \lambda/a) \\ &= f\lambda/a \\ &= 1.00 \times 5.00 \times 10^{-7} / (1.00 \times 10^{-4}) \text{ m} \quad 2 \text{ 分} \\ &= 5.00 \text{ mm} \end{aligned}$$



12. (本题10分)(0470)

解: $\because a+b=(1/300)\text{ mm}=3.33\text{ }\mu\text{m}$ 1 分

$$(1) \quad (a+b)\sin\psi=k\lambda$$

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

$$\therefore \lambda_R=0.63\text{—}0.76\text{ }\mu\text{m}; \lambda_B=0.43\text{—}0.49\text{ }\mu\text{m}$$

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

对于蓝光, 取 $k=3$, 则 $\lambda_B=0.46\text{ }\mu\text{m}$ 1 分

$$\text{红光最大级次} \quad k_{\max}=(a+b)/\lambda_R=4.8, \quad 1 \text{ 分}$$

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 ψ' , 则

$$\sin\psi'=4\lambda_R/(a+b)=0.828$$

$$\therefore \psi'=55.9^\circ \quad 2 \text{ 分}$$

(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.

$$\sin\psi_1=\lambda_R/(a+b)=0.207 \quad \psi_1=11.9^\circ \quad 2 \text{ 分}$$

$$\sin\psi_3=3\lambda_R/(a+b)=0.621 \quad \psi_3=38.4^\circ \quad 1 \text{ 分}$$

13. (本题10分)(3211)

解: (1) 由单缝衍射明纹公式可知

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

$$a\sin\varphi_2=\frac{1}{2}(2k+1)\lambda_2=\frac{3}{2}\lambda_2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{tg}\varphi_1=x_1/f, \quad \text{tg}\varphi_2=x_2/f$$

$$\text{由于} \quad \sin\varphi_1\approx\text{tg}\varphi_1, \quad \sin\varphi_2\approx\text{tg}\varphi_2$$

$$\text{所以} \quad x_1=\frac{3}{2}f\lambda_1/a \quad 1 \text{ 分}$$

$$x_2=\frac{3}{2}f\lambda_2/a \quad 1 \text{ 分}$$

则两个第一级明纹之间距为

$$\Delta x=x_2-x_1=\frac{3}{2}f\Delta\lambda/a=0.27\text{ cm} \quad 2 \text{ 分}$$

(2) 由光栅衍射主极大的公式

$$d\sin\varphi_1=k\lambda_1=1\lambda_1$$

$$d\sin\varphi_2=k\lambda_2=1\lambda_2 \quad 2 \text{ 分}$$

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

$$\text{所以} \quad \Delta x=x_2-x_1=f\Delta\lambda/d=1.8\text{ cm} \quad 2 \text{ 分}$$

14. (本题10分)(3220)

解：(1) 由光栅衍射主极大公式得

$$a + b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 若第三级不缺级，则由光栅公式得

$$(a + b) \sin \varphi' = 3\lambda$$

由于第三级缺级，则对应于最小可能的 a ， φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹：
两式比较，得

$$a \sin \varphi' = \lambda$$

$$a = (a + b)/3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad 3 \text{ 分}$$

(3) $(a + b) \sin \varphi = k\lambda$ ，(主极大)

$$a \sin \varphi = k'\lambda, \text{ (单缝衍射极小)} \quad (k' = 1, 2, 3, \dots)$$

因此 $k=3, 6, 9, \dots$ 缺级。 2 分

又因为 $k_{\max} = (a + b) / \lambda = 4$ ，所以实际呈现 $k=0, \pm 1, \pm 2$ 级明纹。($k=\pm 4$ 在 $\pi/2$ 处看不到。) 2 分

15. (本题10分)(3221)

解：由光栅衍射主极大公式得

$$d \sin \varphi_1 = k_1 \lambda_1$$

$$d \sin \varphi_2 = k_2 \lambda_2$$

$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2 \lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2} \quad 4 \text{ 分}$$

当两谱线重合时有 $\varphi_1 = \varphi_2$ 1 分

即 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \dots\dots\dots$ 1 分

两谱线第二次重合即是

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}, \quad k_1=6, \quad k_2=4 \quad 2 \text{ 分}$$

由光栅公式可知 $d \sin 60^\circ = 6\lambda_1$

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{ mm} \quad 2 \text{ 分}$$

16. (本题 5分)(3222)

解：(1) 由光栅衍射主极大公式得

$$(a + b) \sin 30^\circ = 3\lambda_1$$

$$a + b = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad 3 \text{ 分}$$

(2) $(a + b) \sin 30^\circ = 4\lambda_2$

$$\lambda_2 = (a + b) \sin 30^\circ / 4 = 420 \text{ nm} \quad 2 \text{ 分}$$

17. (本题 8分)(3223)

解: (1) 由题意, λ_1 的 k 级与 λ_2 的 $(k+1)$ 级谱线相重合所以 $d \sin \varphi_1 = k \lambda_1$, $d \sin \varphi_1 =$

$$(k+1) \lambda_2, \text{或} \quad k \lambda_1 = (k+1) \lambda_2 \quad 3 \text{ 分}$$

$$k = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = 2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$(2) \text{ 因 } x/f \text{ 很小,} \quad \text{tg } \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 \approx x/f \quad 2 \text{ 分}$$

$$\therefore \quad d = k \lambda_1 f / x = 1.2 \times 10^{-3} \text{ cm} \quad 2 \text{ 分}$$

18. (本题 5分)(3365)

解: 对于第一级谱线, 有:

$$x_1 = f \text{tg } \varphi_1, \quad \sin \varphi_1 = \lambda / d \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore \quad \sin \varphi \approx \text{tg } \varphi \quad \therefore \quad x_1 = f \text{tg } \varphi_1 \approx f \lambda / d \quad 2 \text{ 分}$$

λ 和 λ' 两种波长光的第一级谱线之间的距离

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_1 - x_1' = f(\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_1') \\ &= f(\lambda - \lambda') / d = 1 \text{ cm} \end{aligned} \quad 2 \text{ 分}$$

19. (本题 5分)(3529)

解: 令第三级光谱中 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 的光与第二级光谱中波长为 λ' 的光对应的衍射角都为 θ , 则

$$d \sin \theta = 3\lambda, \quad d \sin \theta = 2\lambda'$$

$$\lambda' = (d \sin \theta) / 2 = \frac{3}{2} \lambda = 600 \text{ nm} \quad 4 \text{ 分}$$

$$\therefore \text{第二级光谱被重叠的波长范围是 } 600 \text{ nm} \text{---} 760 \text{ nm} \quad 1 \text{ 分}$$

20. (本题 8分)(3530)

$$\text{解: (1)} \quad a \sin \varphi = k\lambda \quad \text{tg } \varphi = x / f \quad 2 \text{ 分}$$

当 $x \ll f$ 时, $\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$, $a x / f = k\lambda$, 取 $k = 1$ 有

$$x = f l / a = 0.03 \text{ m} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore \text{中央明纹宽度为} \quad \Delta x = 2x = 0.06 \text{ m} \quad 1 \text{ 分}$$

$$(2) \quad (a + b) \sin \varphi = k' \lambda$$

$$k' = (a + b) x / (f \lambda) = 2.5 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{取 } k' = 2, \text{ 共有 } k' = 0, \pm 1, \pm 2 \text{ 等 } 5 \text{ 个主极大} \quad 2 \text{ 分}$$

21. (本题 8分)(3736)

解: 由光栅公式得

$$\sin \varphi = k_1 \lambda_1 / (a + b) = k_2 \lambda_2 / (a + b)$$

$$k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

$$k_2 / k_1 = \lambda_1 / \lambda_2 = 0.668 / 0.447 \quad 3 \text{ 分}$$

将 k_2 / k_1 约化为整数比 $k_2 / k_1 = 3 / 2 = 6 / 4 = 12 / 8 \dots\dots$

$$\text{取最小的 } k_1 \text{ 和 } k_2, \quad k_1 = 2, \quad k_2 = 3, \quad 3 \text{ 分}$$

$$\text{则对应的光栅常数 } (a + b) = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 3.92 \mu\text{m} \quad 2 \text{ 分}$$

22. (本题 8分)(3737)

解: $(a+b) \sin \varphi = k \lambda$

在 $\varphi=41^\circ$ 处, $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$

$$k_2 / k_1 = \lambda_1 / \lambda_2 = 656.2 / 410.1 = 8 / 5 = 16 / 10 = 24 / 15 = \dots\dots$$

取 $k_1=5$, $k_2=8$, 即让 λ_1 的第 5 级与 λ_2 的第 8 级相重合

$$\therefore a+b = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 5 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

3 分

3 分

2 分

23. (本题 10分)(3738)

解: (1) $(a+b) \sin \varphi = 3 \lambda$

$$a+b = 3 \lambda / \sin \varphi, \quad \varphi=60^\circ \quad 2 \text{ 分}$$

$$a+b = 2 \lambda' / \sin \varphi' \quad \varphi'=30^\circ \quad 1 \text{ 分}$$

$$3 \lambda / \sin \varphi = 2 \lambda' / \sin \varphi' \quad 1 \text{ 分}$$

$$\lambda' = 510.3 \text{ nm} \quad 1 \text{ 分}$$

(2) $(a+b) = 3 \lambda / \sin \varphi = 2041.4 \text{ nm}$ 2 分

$$\varphi'_2 = \sin^{-1}(2 \times 400 / 2041.4) \quad (\lambda=400\text{nm}) \quad 1 \text{ 分}$$

$$\varphi''_2 = \sin^{-1}(2 \times 760 / 2041.4) \quad (\lambda=760\text{nm}) \quad 1 \text{ 分}$$

白光第二级光谱的张角 $\Delta \varphi = \varphi''_2 - \varphi'_2 = 25^\circ$ 1 分

24. (本题 8分)(3754)

解: 由光栅公式 $(a+b) \sin \varphi = k \lambda$ 1 分

$$\sin \varphi = k \lambda / (a+b) = 0.2357k \quad 2 \text{ 分}$$

$k=0$ $\varphi=0$ 1 分

$k=\pm 1$ $\varphi_1 = \pm \sin^{-1} 0.2357 = \pm 13.6^\circ$ 1 分

$k=\pm 2$ $\varphi_2 = \pm \sin^{-1} 0.4714 = \pm 28.1^\circ$ 1 分

$k=\pm 3$ $\varphi_3 = \pm \sin^{-1} 0.7071 = \pm 45.0^\circ$ 1 分

$k=\pm 4$ $\varphi_4 = \pm \sin^{-1} 0.9428 = \pm 70.5^\circ$ 1 分

25. (本题 5分)(3757)

解: 由光栅公式 $(a+b) \sin \varphi = k \lambda$

$k=1$, $\varphi=30^\circ$, $\sin \varphi_1 = 1/2$

$$\therefore \lambda = (a+b) \sin \varphi_1 / k = 625 \text{ nm} \quad 3 \text{ 分}$$

若 $k=2$, 则 $\sin \varphi_2 = 2 \lambda / (a+b) = 1$, $\varphi_2 = 90^\circ$

实际观察不到第二级谱线 2 分

26. (本题 5分)(5216)

解: $d=1/500 \text{ mm}$, $\lambda=589.3 \text{ nm}$,

第一级衍射主极大: $d \sin \theta = \lambda$ 2 分

$$\therefore \sin \theta = \lambda / d = 0.295 \quad \theta = \sin^{-1} 0.295 = 17.1^\circ \quad 3 \text{ 分}$$

27. (本题 5分)(5217)

解: 光栅公式, $d \sin \theta = k \lambda$.

现 $d=1/500 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ mm}$, $\lambda_1=589.6 \text{ nm}$, $\lambda_2=589.0 \text{ nm}$, $k=2$.

$$\therefore \sin \theta_1 = k \lambda_1 / d = 0.5896, \quad \theta_1 = 36.129^\circ \quad 2 \text{ 分}$$

$$\sin \theta_2 = k \lambda_2 / d = 0.5890, \quad \theta_2 = 36.086^\circ \quad 2 \text{ 分}$$

$$\delta \theta = \theta_1 - \theta_2 = 0.043^\circ \quad 1 \text{ 分}$$

28. (本题 8 分)(5535)

解：光栅常数 $d = 1\text{m} / (5 \times 10^5) = 2 \times 10^{-5}\text{m}$. 2 分

设 $\lambda_1 = 450\text{nm}$, $\lambda_2 = 650\text{nm}$,

则据光栅方程, λ_1 和 λ_2 的第 2 级谱线有

$$d \sin \theta_1 = 2\lambda_1; \quad d \sin \theta_2 = 2\lambda_2$$

据上式得: $\theta_1 = \sin^{-1} 2\lambda_1 / d = 26.74^\circ$

$$\theta_2 = \sin^{-1} 2\lambda_2 / d = 40.54^\circ \quad 3 \text{ 分}$$

第 2 级光谱的宽度 $x_2 - x_1 = f(\tan \theta_2 - \tan \theta_1)$

\therefore 透镜的焦距 $f = (x_2 - x_1) / (\tan \theta_2 - \tan \theta_1) = 100 \text{ cm}$. 3 分

29. (本题 10 分)(5536)

解：光栅常数 $d = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ 1 分

(1) 垂直入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k_m , 则据光栅方程有

$$d \sin \theta = k_m \lambda$$

$\because \sin \theta \leq 1 \quad \therefore k_m \lambda / d \leq 1, \quad \therefore k_m \leq d / \lambda = 3.39$

$\because k_m$ 为整数, 有 $k_m = 3$ 4 分

(2) 斜入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k'_m , 则据斜入射时的光栅方

程有 $d(\sin 30^\circ + \sin \theta') = k'_m \lambda$

$$\frac{1}{2} + \sin \theta' = k'_m \lambda / d$$

$\because \sin \theta' \leq 1 \quad \therefore k'_m \lambda / d \leq 1.5$

$\therefore k'_m \leq 1.5d / \lambda = 5.09$

$\because k'_m$ 为整数, 有 $k'_m = 5$ 5 分

30. (本题 5 分)(5662)

解：光栅常数 $d = (1/600) \text{ mm} = (10^6/600) \text{ nm}$

$$= 1667 \text{ nm} \quad 1 \text{ 分}$$

据光栅公式, λ_1 的第 2 级谱线

$$d \sin \theta_1 = 2\lambda_1$$

$$\sin \theta_1 = 2\lambda_1 / d = 2 \times 589 / 1667 = 0.70666$$

$$\theta_1 = 44.96^\circ \quad 1 \text{ 分}$$

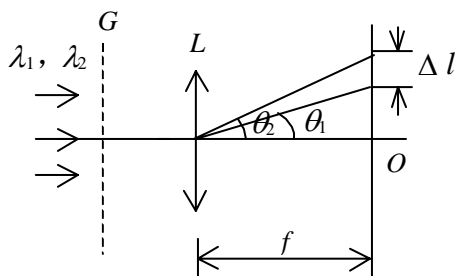
λ_2 的第 2 级谱线 $d \sin \theta_2 = \lambda_2$

$$\sin \theta_2 = 2\lambda_2 / d = 2 \times 589.6 / 1667 = 0.70738$$

$$\theta_2 = 45.02^\circ \quad 1 \text{ 分}$$

两谱线间隔 $\Delta l = f(\tan \theta_2 - \tan \theta_1)$

$$= 1.00 \times 10^3 (\tan 45.02^\circ - \tan 44.96^\circ) = 2.04 \text{ mm} \quad 2 \text{ 分}$$



31. (本题10分)(5226)

解：双缝干涉条纹：

$$(1) \text{ 第 } k \text{ 级亮纹条件: } d \sin \theta = k\lambda$$

$$\text{第 } k \text{ 级亮条纹位置: } x_k = f \tan \theta \approx f \sin \theta \approx k f \lambda / d$$

$$\text{相邻两亮纹的间距: } \Delta x = x_{k+1} - x_k = (k+1) f \lambda / d - k f \lambda / d = f \lambda / d$$

$$= 2.4 \times 10^{-3} \text{ m} = 2.4 \text{ mm} \quad 5 \text{ 分}$$

$$(2) \text{ 单缝衍射第一暗纹: } a \sin \theta_1 = \lambda$$

$$\text{单缝衍射中央亮纹半宽度: } \Delta x_0 = f \tan \theta_1 \approx f \sin \theta_1$$

$$\approx f \lambda / a = 12 \text{ mm}$$

$$\Delta x_0 / \Delta x = 5$$

\therefore 双缝干涉第 ± 5 级主级大缺级. 3 分

\therefore 在单缝衍射中央亮纹范围内, 双缝干涉亮纹数目 $N = 9$ 1 分

分别为 $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$ 级亮纹 1 分

或根据 $d/a = 5$ 指出双缝干涉缺第 ± 5 级主级, 同样得该结论的 3 分.

二 理论推导与证明题 (共 5分)**32. (本题 5分)(5329)**

证：据光栅方程有

$$d \sin \theta = k\lambda \quad ①$$

$$d \sin(\theta + \Delta \theta) = k(\lambda + \Delta \lambda) \quad ② \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore \sin(\theta + \Delta \theta) - \sin \theta \approx \frac{d}{d\theta}(\sin \theta) \cdot \Delta \theta = \cos \theta \cdot \Delta \theta \quad 2 \text{ 分}$$

$$② - ①, \text{ 得 } d \cdot \cos \theta \cdot \Delta \theta \approx k \Delta \lambda$$

$$\therefore \Delta \theta \approx k \Delta \lambda / d \cos \theta = \frac{k \Delta \lambda}{d \sqrt{1 - \sin^2 \theta}}$$

$$\Delta \theta \approx \frac{k \Delta \lambda}{\sqrt{d^2 - d^2 \sin^2 \theta}} = \frac{\Delta \lambda}{\sqrt{(d/k)^2 - \lambda^2}} \quad 2 \text{ 分}$$

三 回答问题 (共45分)**33. (本题 5分)(3745)**

答：会聚在 P 点的光线不只是 1,2,3,4 四条光线, 而是从 1 到 4 之间的无数条衍射的光线, 它们的相干叠加结果才决定 P 点的光强. 现用半波带法分析 P 点的光强. 由于缝被分成三个半波带, 其中相邻两个半波带上对应点发的光线的光程差为 $\lambda/2$, 在 P 点均发生相消干涉, 对总光强无贡献, 但剩下的一个半波带上各点发出的衍射光线聚于 P 点, 叠加后结果是光矢量合振幅(差不多)为极大值(与 P 点附近的点相比), 使 P 点光强为极大. 5 分

34. (本题 5分)(3746)

答：主要是因为声波(空气中)波长数量级为 0.1 米到 10 米的范围, 而可见光波长数量级为 1 微米, 日常生活中遇到的孔或屏的线度接近或小于声波波长, 又远大于光波波长, 所以声波衍射现象很明显, 而光波衍射现象不容易观察到. 5 分

35. (本题 5分)(3747)

答：远处光源发出的光射到狭缝上，可认为是平行光入射。 2 分

同时，眼睛直接观察光源，就是调焦到远处，视网膜正好是在眼球(相当于凸透镜)的焦平面上，所以观察到的是平行光衍射。 2 分

由以上两点，观察到的是夫琅禾费衍射图样。 1 分

36. (本题 5分)(3749)

答：由单缝衍射暗纹条件

$$\sin\theta = k\lambda / a, (k = \pm 1, \pm 2, \dots)$$

可知，当 λ / a 很小的时候， k 不太大的那些暗纹都密集在狭窄的中央明纹附近，以致不能分辨出条纹。 4 分

而且 k 很大的暗纹之间的明纹本来就弱到看不见了，不必加以考虑。这样，就观察不到衍射条纹。 1 分

37. (本题 5分)(3750)

答：除中央明纹(零级)外，其他明纹的衍射方向对应着奇数个半波带(一级对应三个，二级对应五个，.....)，级数越大，则单缝处的波阵面可以分成的半波带数目越多。其中偶数个半波带的作用两两相消之后，剩下的光振动未相消的一个半波带的面积就越小，由它决定的该明条纹的亮度也就越小。 5 分

38. (本题 5分)(3758)

答：因 $k = \pm 4$ 的主极大出现在 $\theta = \pm 90^\circ$ 的方向上，实际观察不到。 2 分

所以，可观察到的有 $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ 共 7 条明条纹。 3 分

39. (本题 5分)(3759)

答：光栅常数 $(a+b) = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$ ，按光栅公式 1 分

$$(a+b)\sin\theta = k\lambda$$

θ 最大为 90° ，所以 $k_{\max} \leq (a+b)\sin 90^\circ / \lambda$

$$k_{\max} \leq 2 \times 10^{-4} / 5000 \times 10^{-8} = 4 \quad 2 \text{ 分}$$

实际上 $\theta = 90^\circ$ 的第四级观察不到，所以可观察到最高级次是 $k = 3$ 2 分

40. (本题 5分)(3762)

答：在棱镜光谱中，各谱线间的距离决定于棱镜材料和顶角的大小，谱线分布规律比较复杂(不是按波长大小均匀排列的)。在光栅光谱中，不同波长的谱线按公式 $(a+b)\sin\phi = \pm k\lambda$ 的简单规律排列(在小角度范围近似是均匀排列的)。 4 分

另外，棱镜光谱只有一级，而光栅光谱可能不止一级。 1 分

41. (本题 5分)(3763)

答：衍射光栅是因它对入射光的衍射而起分光作用的。由光栅公式

$$(a+b)\sin\phi = k\lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

可知， $(a+b)$ 和 k 给定后($k \neq 0$ 时)，波长 λ 较大的光，衍射角 ϕ 也较大。因此，在除零级光谱以外的各级光谱中，不同波长的光衍射后，主极大(谱线)出现在不同方向上，这就是光栅的分光作用。 5 分