一、作图题

1

$$A=\sqrt{2}A_0$$

$$I=2I_0$$

2

二、简答题

1

费马原理：

惠更斯原理：波前上的每一点可以看作一个次波源，次波源向四周发射次波，下一时刻的波前是这些大量次波面的公共切面，次波中心与次波面上的切点给出了该处光传播方向

2

巴比涅原理：

设 Σ_a 和 Σ_b 是一对透光率互补的衍射屏，Σ_0 是光波通行无阻时的全波前，三者在场点 P 的衍射场分别为 $\tilde{U}_a(P),\tilde{U}_b(P),\tilde{U}_0(P)$，则有：

$$\tilde{U}_a(P)+\tilde{U}_b(P)=\tilde{U}_0(P)$$

马吕斯定律:

$$I_P(\alpha)=I_0\cos^2\alpha$$

其中，$I_0=A_0^2$ 为入射光强，α 是入射线偏振光的偏振方向与透振方向的夹角

3

符合光的时间相干性的仪器：迈克尔逊干涉仪

符合光的空间相干性的仪器：杨氏双缝干涉仪器

4

两束光相干的条件：有**方向一致的平行振动分量**；**频率相同**；有**稳定的相位差**

为使其干涉现象明显应满足的条件：参与干涉的两束光的**振幅**要尽可能**接近**；参与干涉的两束**光传播方向的夹角不要太大**

5

生活中常见的5种干涉、衍射、偏振现象：

干涉：彩色肥皂泡；路上漏了的油产生彩色条纹

衍射：声音从隔壁教室传来；太阳照射下树叶茂盛的树下婆娑的影子？

偏振：看3D电影时戴的眼镜；相机镜头;用偏振片观察水下的鱼

6

利用光学原理给天文台一些提高方案：？

三

1

知识点：物像等光程性、相位差与光程差的关系

(1)

由相位差与光程差的关系，有：

$$
\varphi(O)-\varphi(S)=-\frac{2\pi}{\lambda_0}L(SO)
$$
$$
\varphi(Q)-\varphi(S)=-\frac{2\pi}{\lambda_0}L(SQ)
$$

作差得：

$$\varphi(O)-\varphi(Q)=-\frac{2\pi}{\lambda_0}(L(SO)-L(SQ))$$

由物像等光程性：

$$L(SO)+L(OS')=L(SQ)+L(QS')$$

于是：

$$L(SO)-L(SQ)=L(QS')-L(OS')=z-z_0=\frac{\lambda}{3}$$

于是：

$$\varphi(O)-\varphi(Q)=-\frac{2\pi}{\lambda_0}(L(SO)-L(SQ))=-\frac{2\pi}{\lambda_0}\cdot\frac{\lambda}{3}\xlongequal{\text{空气}n\approx 1}-\frac{2\pi}{3}$$

(2)

$$\varphi_Q(P)=\varphi(Q)-\frac{2\pi}{\lambda_0}L(QP)$$

$$\varphi_O(P)=\varphi(O)-\frac{2\pi}{\lambda_0}L(OP)$$

作差得：

$$\varphi_O(P)-\varphi_Q(P)=\varphi(O)-\varphi(Q)-\frac{2\pi}{\lambda_0}(L(OP)-L(QP))\xlongequal{\text{空气}n\approx 1}-\frac{2\pi}{3}-\frac{2\pi}{\lambda_0}(r_0-r)=-\frac{65}{3}\pi$$

2

知识点：

波叠加原理、波函数、复振幅、波前函数的理解

(1)

平面波在场点 $P(x,y)$ 产生的波前函数为：

$$\tilde{U}_1(x,y)=A_1e^{-\mathrm{i}\varphi(P)}=A_1e^{-\mathrm{i}(\varphi_0-k(2b+a))}$$

傍轴球面波在场点 $P(x,y)$ 产生的波前函数为：

$$\tilde{U}_2(x,y)=A_2e^{-\mathrm{i}(\varphi_0-k(a+\frac{x^2+y^2}{2a}))}$$

为了让波前函数看起来更简单，不妨取：

$$\varphi_0 = k(2b+a)$$

于是:

$$\tilde{U}_1(x,y) = A_1$$

$$\tilde{U}_2(x,y) = A_2 e^{-\mathrm{i}k(2b-\frac{x^2+y^2}{2a})}$$

$$\tilde{U}(x,y) = \tilde{U}_1(x,y) + \tilde{U}_2(x,y) = A_1 + A_2 e^{\mathrm{i}k\frac{x^2+y^2}{2a}} \cdot e^{-\mathrm{i}2bk}$$

$$I(x,y) = \tilde{U}\tilde{U}^* = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(k\frac{x^2+y^2}{2a} - 2bk)$$

(2)

干涉花样：同心干涉圆环；内稀疏，外密集；中心光强取决于 $-2bk$

3

(1)

转动 P 过程中出现消光，说明入射 P 的光是线偏振光，而这线偏振光是一束椭圆偏振光通过一 $\frac{\lambda}{4}$ 片后得到的，故椭圆偏振光应是正椭圆偏振光，即 $\delta_{入} = \pm\frac{\pi}{2}$

$$\frac{A_o}{A_e} = \frac{1}{\tan 22^\circ} \approx 2.5$$

(2)

可以。已知 $\delta_{oe} = +\frac{\pi}{2}$

左旋，$\delta_{入} = -\frac{\pi}{2}$，$\delta_{出} = \delta_{入} + \delta_{oe} = 0$，线偏振于一、三象限，偏振片的透振方向相对于波晶片光轴方向**顺时针**转过 22° 时出现消光

右旋，$\delta_{入} = +\frac{\pi}{2}$，$\delta_{出} = \delta_{入} + \delta_{oe} = \pi$，线偏振于二、四象限，偏振片的透振方向相对于波晶片光轴方向**逆时针**转过 22° 时出现消光

4

知识点：单缝夫琅禾夫衍射、位移-相移定理

单缝夫琅禾费衍射场：

$$\tilde{U}(\theta) = \tilde{c}e^{\mathrm{i}k_0L_0} \cdot \frac{\sin\alpha}{\alpha}$$

其中，$\tilde{c}=\frac{-\mathrm{i}}{\lambda f}(ab)A, \alpha=\frac{\pi a\sin\theta}{\lambda}$,

θ 是接收屏上的场点相对透镜中心的衍射角.

A 是入射的平行光的振幅.

a 是狭缝的宽度，b 是狭缝的长度，$a\ll b, ab$是狭缝的面积

$k_0=\frac{2\pi}{\lambda_0}$ 是真空中的波数，L_0 是坐标原点出发到达接收屏上衍射角为 θ 的场点的光程，作为参考光程.

单缝夫琅禾费衍射强度:

$$I(\theta)=\tilde{U}\tilde{U}^*=\tilde{c}\tilde{c}^*(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2=\frac{(ab)^2}{(\lambda f)^2}A^2(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2=I_0(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2$$

其中，$I_0=\frac{(ab)^2}{(\lambda f)^2}A^2$ 是接收屏上衍射角为零处的光强，作为参考光强，也是最大光强.

位移-相移定理:

在一个夫琅禾费系统中，当一图像位移 (x_0,y_0) 时，其夫琅禾费衍射场将相应一个相移 δ_1,δ_2:

$$\delta_1=-kx_0\sin\theta_1$$
$$\delta_2=-ky_0\sin\theta_2$$

$$\tilde{U}'(\theta_1,\theta_2)=\tilde{U}(\theta_1,\theta_2)\cdot e^{\mathrm{i}(\delta_1+\delta_2)}$$

解:

以最左边的狭缝作为参考，其在接收屏上衍射角为 θ 处的场点产生的夫琅禾费场为:

$$\tilde{U}_1(\theta)=\tilde{c}e^{\mathrm{i}k_0L_0}\cdot\frac{\sin\alpha}{\alpha}$$

其中，$\alpha=\frac{\pi a\sin\theta}{\lambda}, \tilde{c}=\frac{-\mathrm{i}}{\lambda f}(ab)A$

中间的狭缝可看作最左边的狭缝整体向右平移距离 d，对应的相移为:

$$\delta_1=-kd\sin\theta$$

其在接受屏上衍射角为 θ 的场点处产生的夫琅禾费场为:

$$\tilde{U}_2(\theta)=\tilde{U}_1(\theta)\cdot e^{\mathrm{i}\delta_1}$$

最右边的狭缝可看作最左边的狭缝整体向右平移距离 $3d$, 对应的相移为:

$$\delta_2=-3kd\sin\theta$$

其在接收屏上衍射角为 θ 的场点处产生的夫琅禾费场为:

$$\tilde{U}_3(\theta) = \tilde{U}_1(\theta) \cdot e^{\mathrm{i}\delta_2}$$

于是总的夫琅禾费场为三个场的叠加：

$$\tilde{U}(\theta) = \tilde{U}_1(\theta) + \tilde{U}_2(\theta) + \tilde{U}_3(\theta) = (1 + e^{\mathrm{i}\delta_1} + e^{\mathrm{i}\delta_2}) \cdot \tilde{U}_1(\theta)$$

光强为：

$$\begin{aligned} I(\theta) &= \tilde{U}\tilde{U}^* \\ &= (1 + e^{\mathrm{i}\delta_1} + e^{\mathrm{i}\delta_2})(1 + e^{-\mathrm{i}\delta_1} + e^{-\mathrm{i}\delta_2})\tilde{U}_1\tilde{U}_1^* \\ &= I_0(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2(3 + 2\cos\delta_1 + 2\cos\delta_2 + 2\cos(\delta_1 - \delta_2)) \\ &= I_0(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2(3 + 2(\cos(kd\sin\theta) + \cos(2kd\sin\theta) + \cos(3kd\sin\theta))) \\ &= I_0(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2(3 + 2(\cos 2\beta + \cos 4\beta + \cos 6\beta)) \end{aligned}$$

其中，I_0 为最左边的单缝单独存在时接收屏上衍射角为 0 处的光强。$\alpha = \frac{\pi a \sin\theta}{\lambda}, \beta = \frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}$ (用到了代换：$k = \frac{2\pi}{\lambda}$)