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,lpha 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:?

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:

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

作差得:

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

由物像等光程性:

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

于是:

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

于是:

$$arphi(O)-arphi(Q)=-rac{2\pi}{\lambda_0}(L(SO)-L(SQ))=-rac{2\pi}{\lambda_0}\cdotrac{\lambda}{3}=rac{rac{1}{2}}{2}-rac{2\pi}{3}$$

(2)

$$arphi_Q(P) = arphi(Q) - rac{2\pi}{\lambda_0} L(QP)$$

$$arphi_O(P) = arphi(O) - rac{2\pi}{\lambda_0} L(OP)$$

作差得:

$$arphi_O(P)-arphi_Q(P)=arphi(O)-arphi(Q)-rac{2\pi}{\lambda_0}(L(OP)-L(QP)) = rac{2\pi}{3}-rac{2\pi}{3}-rac{2\pi}{\lambda_0}(r_0-r)=-rac{65}{3}\pi$$

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:

$$\tilde{U}_1(x,y) = A_1 e^{-\mathrm{i}\varphi(P)} = A_1 e^{-\mathrm{i}(\varphi_0 - k(2b+a))}$$

傍轴球面波在场点 P(x,y) 产生的波前函数为:

$$ilde{U}_2(x,y)=A_2e^{-\mathrm{i}(arphi_0-k(a+rac{x^2+y^2}{2a}))}$$

为了让波前函数看起来更简单,不妨取:

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

于是:

$$egin{aligned} ilde{U}_1(x,y) &= A_1 \ & ilde{U}_2(x,y) = A_2 e^{-\mathrm{i}k(2b - rac{x^2 + y^2}{2a})} \ & ilde{U}(x,y) = ilde{U}_1(x,y) + ilde{U}_2(x,y) = A_1 + A_2 e^{\mathrm{i}krac{x^2 + y^2}{2a}} \cdot e^{-\mathrm{i}2bk} \ & ilde{I}(x,y) = ilde{U} ilde{U}^* = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(krac{x^2 + y^2}{2a} - 2bk) \end{aligned}$$

(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 $\delta_{\rm A}=\pm\frac{\pi}{2}$

$$rac{A_o}{A_e} = rac{1}{ an 22^\circ} pprox 2.5$$

(2)

可以。已知 $\delta_{oe}=+rac{\pi}{2}$

左旋, $\delta_{\rm A}=-\frac{\pi}{2}$, $\delta_{\rm H}=\delta_{\rm A}+\delta_{oe}=0$,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, $\delta_{\rm A}=+{\pi\over2}$, $\delta_{\rm H}=\delta_{\rm A}+\delta_{oe}=\pi$,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 $22\degree$ 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:

$$ilde{U}(heta) = ilde{c}e^{\mathrm{i}k_0L_0}\cdotrac{\sinlpha}{lpha}$$

其中,
$$ilde{c}=rac{-\mathrm{i}}{\lambda f}(ab)A, lpha=rac{\pi a\sin heta}{\lambda},$$

 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

 $k_0=rac{2\pi}{\lambda_0}$ 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 heta 的场点的光程,作为参考光程.

单缝夫琅禾费衍射强度:

$$I(heta) = ilde{U} ilde{U}^* = ilde{c} ilde{c}^*(rac{\sinlpha}{lpha})^2 = rac{(ab)^2}{(\lambda f)^2}A^2(rac{\sinlpha}{lpha})^2 = I_0(rac{\sinlpha}{lpha})^2$$

其中, $I_0=rac{(ab)^2}{(\lambda f)^2}A^2$ 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 :

$$egin{aligned} \delta_1 &= -kx_0\sin heta_1\ \delta_2 &= -ky_0\sin heta_2 \end{aligned} \ ilde U'(heta_1, heta_2) &= ilde U(heta_1, heta_2)\cdot e^{\mathrm{i}(\delta_1+\delta_2)} \end{aligned}$$

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:

$$ilde{U}_1(heta) = ilde{c} e^{\mathrm{i} k_0 L_0} \cdot rac{\sin lpha}{lpha}$$

其中,
$$lpha=rac{\pi a\sin heta}{\lambda}, ilde{c}=rac{-\mathrm{i}}{\lambda f}(ab)A$$

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:

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

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:

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

于是总的夫琅禾费场为三个场的叠加:

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

光强为:

$$egin{aligned} I(heta) &= ilde{U} ilde{U}^* \ &= (1+e^{\mathrm{i}\delta_1}+e^{\mathrm{i}\delta_2})(1+e^{-\mathrm{i}\delta_1}+e^{-\mathrm{i}\delta_2}) ilde{U}_1 ilde{U}_1^* \ &= I_0(rac{\sinlpha}{lpha})^2(3+2\cos\delta_1+2\cos\delta_2+2\cos(\delta_1-\delta_2)) \ &= I_0(rac{\sinlpha}{lpha})^2(3+2(\cos(kd\sin heta)+\cos(2kd\sin heta)+\cos(3kd\sin heta))) \ &= I_0(rac{\sinlpha}{lpha})^2(3+2(\cos2eta+\cos4eta+\cos6eta)) \end{aligned}$$

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: $k=\frac{2\pi}{\lambda}$)