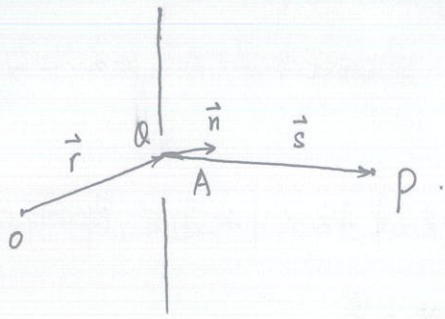
23000 11454

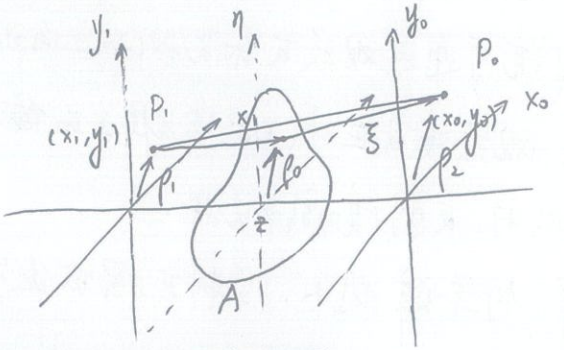
雷逸鸣

实验二十　光衍射的定量研究

史论生 11.27

1. $U(P)=\frac{i\tilde{A}}{\lambda}\iint_A \frac{e^{ik(r+s)}}{rs}[\cos(\vec{n},\vec{r})+\cos(\vec{n},\vec{s})]\,ds$.





~~取 $\cos(\vec{n},\vec{r})\approx\cos(\vec{n},\vec{s})\approx 2$.~~

取空间直角坐标系：

$$U(P)=\frac{i\tilde{A}}{\lambda}\iint_A d\xi\,d\eta\,\frac{\exp\left(ik\left[\sqrt{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2+z_1^2}+\sqrt{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2+z_2^2}\right]\right)}{\sqrt{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2+z_1^2}\cdot\sqrt{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2+z_2^2}}$$

~~$\Delta\vec{\rho}_1=\vec{\rho}_1-\vec{\rho}_0$.　$\Delta\vec{\rho}_2=\vec{\rho}_2-\vec{\rho}_0$.~~

~~傍轴~~ 上式由：

(1)

$$\cos(\vec{n},\vec{r})=1-\frac{1}{2}\frac{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2}{z_1^2}\approx 1$$

~~$\left(\frac{\Delta\rho_1}{z_1}\ll 1\right)$~~

$$\cos(\vec{n},\vec{s})=1-\frac{1}{2}\frac{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2}{z_2^2}\approx 1$$

~~$\left(\frac{\Delta\rho_2}{z_2}\ll 1\right)$~~

(2) 注意到 $\sqrt{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2+z_1^2}=z_1\left(1+\frac{1}{2}\frac{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2}{z_1^2}\right)\approx z_1$

$$\sqrt{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2+z_2^2}=z_2\left(1+\frac{1}{2}\frac{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2}{z_2^2}\right)\approx z_2.$$

为使(1)(2)两式成立，要求 $\frac{\rho_1^2}{z_1^2}\ll 1$　$\frac{\rho_2^2}{z_2^2}\ll 1$　（傍轴条件）.

(3) 于是：$U(P)=\frac{i\tilde{A}}{\lambda}\iint_A \frac{1}{z_1z_2}\exp\left[ik\left(z_1+\frac{1}{2}\frac{(x_1-\xi)^2+(y_1-\eta)^2}{z_1}\right)\right]\exp\left[ik\left(z_2+\frac{1}{2}\frac{(x_2-\xi)^2+(y_2-\eta)^2}{z_2}\right)\right]d\xi\,d\eta$

$$\varphi_1=\frac{1}{2}k\cdot\frac{x_1^2+y_1^2-2x_1\xi-2y_1\eta+\xi^2+\eta^2}{z_1}$$

$$\varphi_2=\frac{1}{2}\frac{x_2^2+y_2^2-2x_2\xi-2y_2\eta+\xi^2+\eta^2}{z_2}$$

~~为使 $\varphi_2=\frac{1}{2}\frac{k}{z_1}(\xi^2+\eta^2)$~~

为使 $\varphi_i=-\frac{x_i\xi+y_i\eta}{z_i}$

要求：远场条件，$z_1\gg\rho^2$.

推出：$\rho^2/z^2\ll 1$

$\frac{\rho^2}{\lambda z^2}\ll 1$

2. ① 先粗调，将各元件摆放在一起，用眼粗略放将几个元件调到同一高度。

② 再调激光器水平，可用光屏分别在前后多次调整激光器俯仰，使激光束在光屏上的位置不随光屏移动而发生变化，

③ 反射镜可通过观察反射光放在的方法调节，将反射镜移至远处某一固定距离处，观察激光在激光器发光屏上的像，光斑，当光斑与激光器出光处高度一致时，反射镜调节完毕。

④ 单缝：将单缝调小，控制其摆放位置使激光束恰从中央通过，即调节好。

⑤ 探测器调节：使光放在行射图样恰呈在其中央位置。

3. 控制接收光强大小，既能保护硅光电二极管免于电流过大烧坏，又能是观察到行射图样最清晰。

4. $\frac{\sigma_a}{a} = \sqrt{(\frac{\sigma_\lambda}{\lambda})^2 + \cot^2\theta\ \sigma_\theta^2}$.

$\frac{\sigma_\lambda}{\lambda}$ 由光源单色性决定；σ_θ 由行射条纹对比度，相干性即 θ 测量的准确性（精确性）决定。

5. $I_\theta = I_0 (\frac{\sin u}{u})^2 (\frac{\sin N\beta}{\sin\beta})^2$ 其中，$u = \frac{\pi a}{\lambda}\sin\theta$ $\beta = \frac{\pi d}{\lambda}\sin\theta$.

缝宽为 a，缝间距为 d.

通过测量级次与角度可将 a、d 的大小确定。