



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

实验二十四 单缝衍射光强分布测定

一. 实验目的

1. 测量夫琅禾费单缝衍射光强分布曲线, 加深对光衍射的现象和理论的认识.
2. 验证夫琅禾费单缝衍射条纹宽度与缝宽的关系.
3. 掌握使用光探测器测量相对光强的方法.

二. 实验仪器

半导体激光器、可调狭缝、带进光狭缝的光电探测器及其调节读数装置、光电流放大器

三. 实验原理

光的衍射现象是光波动性的一种表现, 可分为菲涅耳衍射与夫琅禾费衍射两类. 菲涅耳衍射是近场衍射, 夫琅禾费衍射是远场衍射, 又称平行光衍射.

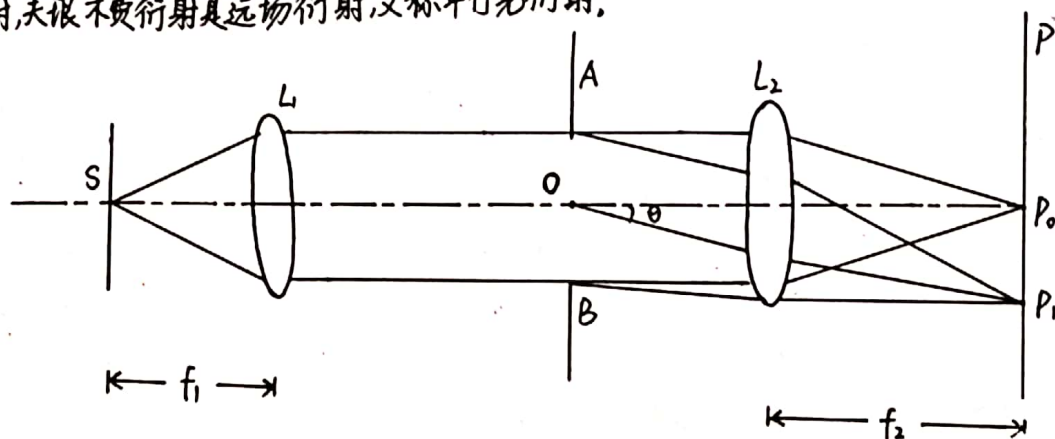


图1. 夫琅禾费单缝衍射示意图

将单色点光源 S 放置在透镜 L_1 的前焦平面上, 经透镜后的光束成为平行光垂直照射在单缝 AB 上, 按惠更斯-菲涅耳原理, 位于狭缝的波阵面上的每一点都可以看成一个折面子波源, 他们向各个方向发射波面子波, 这些子波相叠加经透镜 L_2 会聚后, 在 L_2 的后焦平面上形成明暗相间的衍射条纹. 其光强分布规律为 $I = I_0 \frac{\sin^2 \varphi}{\varphi^2}$, 其中 $\varphi = \pi a \sin \theta$, a 是单缝宽度, θ 是衍射角, λ 是入射光波长.

如图2所示, 由上式可得如下结论.

1. 当 $\theta = 0$ 时, $I = I_0$, 为中央主极大强度, 光强最强, 绝大部分光都落在中央明纹上.
2. 当 $\sin \theta = \frac{k\lambda}{a}$ ($k = \pm 1, \pm 2, \dots$) 时, $I = 0$, 为第 k 级暗纹. 由于夫琅禾费衍射时, θ 很小, 有 $\theta \approx \sin \theta$, 因此暗纹出现条件为 $\theta = \frac{k\lambda}{a}$.
3. 从上式可知, 当 $k = \pm 1$ 时, $\theta = \frac{\lambda}{a}$ 为主极大两侧第一级暗纹的衍射角, 由此决定了中央明纹的角宽度 $\Delta \theta = \frac{2\lambda}{a}$, 其余各级明纹角宽度 $\Delta \theta_k = \frac{\lambda}{a}$, 所以中央明纹角宽度是其他各级明角宽度的两倍.

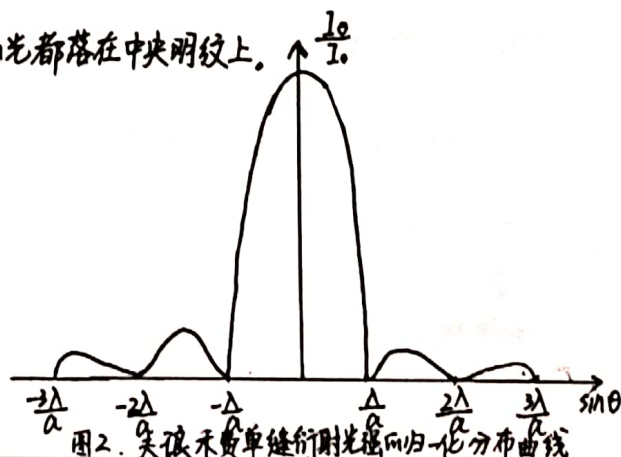


图2. 夫琅禾费单缝衍射光强分布曲线



扫描全能王 创建



廈門大學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN CABLE:0633 P.C:361005

4. 除中央主极大外,相邻两暗纹之间存在着一些次极大,这些次极大的位置可以从式求得使之等于零而得到。

级数 k	次级极大位置 θ	相对光强 $\frac{I_0}{I_k}$
± 1	$\pm 1.43 \frac{\lambda}{a}$	0.047
± 2	$\pm 2.46 \frac{\lambda}{a}$	0.017
± 3	$\pm 3.47 \frac{\lambda}{a}$	0.008

四. 实验内容

1. 测定单缝衍射光强的分布

(1) 衍射图样的调节, 如图所示, 安排好实验仪器, 打开半导体激光器, 在离可调狭缝距离为 D [注: 由于探测器接受面距导轨上的刻度尺有一固定距离, 所以在读刻度尺的读数时要加上约 60mm] 的位置放置带进光狭缝的光电探测器。光电探测器的进光狭缝应先调节到导轨中轴, 以保证左右两端均有可调余地。然后调整激光器、可调狭缝、光电探测器的进光狭缝在同一直线上。接着调节可调狭缝与光电探测器的进光狭缝平行, 调节激光器使光垂直入射到可调狭缝及光电探测器的进光狭缝中。在光电探测器前方放置观察屏, 小心调节可调狭缝宽度, 使落在观察屏上衍射条纹清晰明亮, 各级分开的距离适中。观察衍射图样, 微调可调狭缝垂直按钮, 使衍射图样水平 (自己设计水平参照线)。

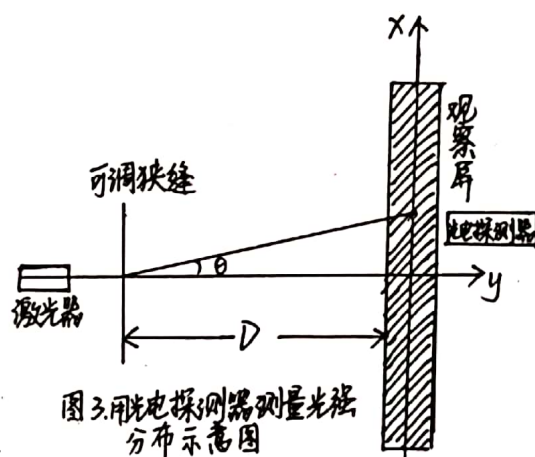


图 3. 用电探测器测量光强分布示意图

(2) 保持光电探测器进光狭缝位于衍射条纹中央主极大水平位置不变, 调节进光狭缝宽度 [为 0.2mm 左右], 并调节光电流放大器放大倍数, 使输出值在 600 ~ 900 左右。

(3) 转动百分鼓轮, 使光电探测器进光狭缝对准衍射条纹不同位置, 大致测量中央主极大光强和两边的第一级次极大光强比值是否都在 20 倍左右, 如果是, 则表明衍射条纹图像已基本对称, 如果不是, 则说明激光器与可调狭缝不垂直或进光狭缝不平行, 这时需要小心地改变激光器和可调狭缝的角度, 继续调节直至衍射条纹图像清晰对称。

(4) 衍射光强分布的测量: 首先对光电探测器进行校准 (即去掉本底光), 测出仪器本底值或对其进行调整, 可以通过遮断激光光线, 或者关掉激光器方法进行调整。

转动光电探测器百分鼓轮, 将光电探测器进光狭缝调到衍射图样左边 (或右边) 第三个极小的位置以外, 然后从衍射图样左边 (或右边) 第三个极小的位置至右边 (或左边) 第三个极小的位置进行逐点扫描 (这相当于改变衍射角), 并记录光强值 I_0 (检流计示读数) 及相应的位置 x (从光电探测器背面游标卡尺读出)。为了能够做出比较精确圆滑的光强分布曲线图, 要求至少测 21 个点 (应在极大极小附近多取一点)。

注意: α . 在测量过程中光电探测器面板上的水平调节旋钮只能朝着同一个方向旋转, 以避免引入回旋误差。



扫描全能王 创建



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

b. 在扫描之前,通过光路调整,使进光狭缝有足够 m 移动范围,可确保可测量完整 m 衍射图样。

c. 在逐点扫描过程中,不要将主极大、各次极大以及各极小的位置漏掉了!

以光电探测器进光狭缝的位置 x 为横坐标,对应的相对光强值 $\frac{I}{I_0}$ 为纵坐标,作出单缝衍射光强的归一化分布曲线

2. 求衍射单缝的缝宽 a

测量光电探测器至衍射单缝之间的距离 D ,并从归一化的单缝衍射光强分布图中求出左右两边第二极小光强极小位置之间的距离 $2d$,因为 $D \gg d$,衍射角 $\theta = \frac{m\lambda}{a} \approx \frac{d}{D}$,可得公式 $a = \frac{m\lambda D}{d}$ ($m=2$),把测量的数据代入该式,即可得衍射狭缝的宽度 a 。

五. 注意事项

1. 调节可调狭缝和进光狭缝宽度时动作要慢,避免力口相碰。

2. 特别要注意的是,测量开始前,应该检查光电探测器 m 进光狭缝是否位于其基座的中央,以保证测量过程中进光狭缝有足够的位置可移动。

六. 数据记录

1. 记录光强值 I_0 及对应的位置 x

位置 x													
光强值 I_0													

位置 x													
光强值 I_0													

2. 测量光电探测器至衍射单缝之间 m 距离 D .

$D =$ _____ cm

$\lambda =$ _____ nm

$I_0 =$ _____

位置 x						
光强值 I_0						



扫描全能王 创建

八. 分析总结

1. 调节光电流放大器时要避开机械旋钮由于设备因素而导致读数跃层的部分.
2. 将明暗交替的条纹尽量调至正中央, 且暗纹相对宽.
3. 切记中央主极大为第二次极大光强的 $15 \sim 25$ 倍
4. 读数时从左至右或从右至左逐点扫描

