

## 实验二十四 单缝和圆孔的夫琅禾费衍射

### 一、实验任务

1. 观察并研究单缝和圆孔的夫琅和费衍射现象及规律；
2. 利用夫琅禾费衍射测量单缝宽度和圆孔直径；
3. 拓展内容：观察多缝和矩孔的夫琅禾费衍射现象并分析其规律。

### 二、操作要点

打开记录仪电源，计算机电源和操作软件，等待初始化结束。熟悉操作软件界面。

#### 1. 光路调节

(1) 激光和探头等高调节：光路中放入狭缝，打开激光器电源，调节激光的高度并调节狭缝的角度，使衍射光与接收屏上标线重合。

(2) 调节狭缝宽度获得合适宽度的衍射条纹，要求+3 和-3 级衍射极小之间的距离在 3~5 cm 之间，移开接收屏准备测量。

#### 2. 扫描参数设置和数据测量

(1) 选择合适的横向扫描范围，注意使零级极大大致处于扫描范围的中央。

(2) 光电探头前的光阑狭缝宽度要和放大器增益配合好，不要太小或太大（为什么？）。

(3) 选择适当的采集间隔（0.2 mm），开始扫描，即可得到光强分布曲线。

扫描结束后，用屏幕读数工具读出位置  $x$  和相对光强  $I$ ，数据应包含 $\pm 3$  级极小以及之间所有极大、极小值，并且极大和极小之间至少有一个数据，所得数据填入下面的表格。

在导轨上读出衍射距离（狭缝到探测器的距离） $L_1$ 。

|                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|
| 位置 $x(\text{mm})$    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ... |
| 光强 $I(\text{a. u.})$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ... |

#### 3. 利用圆孔的夫琅禾费衍射计算圆孔直径

观察接收屏上的圆孔夫琅禾费衍射，测量圆孔衍射的艾里斑直径  $\phi_i$ ，测量圆孔到观察屏的距离  $L_2$ 。

4. 拓展内容：观察并记录多缝、矩孔的衍射现象。

### 三、报告要求

1. 做出单缝衍射光强分布曲线  $I(x)$ ，利用 $\pm 1$ 、 $\pm 2$ 、 $\pm 3$  级衍射极小位置计算狭缝宽度，数据填入下表。

|                                     |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 级次 $k$                              | +1 | -1 | +2 | -2 | +3 | -3 |
| 位置 $\boldsymbol{x}_k(\text{mm})$    |    |    |    |    |    |    |
| $\bar{\boldsymbol{x}}_k(\text{mm})$ |    |    |    |    |    |    |
| $\boldsymbol{a}_k(\text{mm})$       |    |    |    |    |    |    |
| $\bar{\boldsymbol{a}}(\text{mm})$   |    |    |    |    |    |    |

$$\bar{x}_k = \frac{|x_{+k} - x_{-k}|}{2}, a_k = \frac{k\lambda L_1}{\bar{x}_k}, \bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}, \lambda = 632.8 \text{ nm}$$

2. 计算圆孔的直径  $D$ 。

$$D = \frac{1.22\lambda L_2}{\phi_i/2}$$

3. 总结单缝、多缝、矩孔以及圆孔的夫琅禾费衍射现象及基本规律。

#### 四、讨论题

教材第 2 题。