

南昌大学物理实验报告

课程名称: 普通物理实验 (3)

实验名称: 单缝衍射与光强分布测量

学院: 理学院 专业班级: 物理学 151 班

学生姓名: 黄泽豪 学号: 5502115014

实验地点: B407 座位号: 11

实验时间: 第十五周星期四上午九点四十五开始

【实验目的】

1. 观察单缝夫琅禾费衍射现象。
2. 学习利用光电元件测量相对光强的实验方法，观察单缝衍射中相对光强分布规律，并测出单缝宽度。

【实验仪器】

氦-氖激光器、单缝、光强分布测定仪、光具座各种支架、计算机及其相应软件。

【实验原理】

衍射现象分为两大类：夫琅禾费衍射（远场衍射）和菲涅耳衍射（近场衍射），本实验研究单缝的夫琅禾费衍射。

1. 夫琅禾费衍射的实验装置

夫琅禾费衍射要求光源和接受屏都距离衍射屏（如单缝）无限远，即入射光和衍射光都是平行光。在实际中距离无限远是办不到的，下面介绍两种实验室中接受夫琅禾费衍射常采用的装置。

(1) “焦面接收”装置

把光源 S 放在凸透镜 L_1 的前焦平面上，把接收屏放在凸透镜 L_2 的后焦平面上，则由几何光学知， S 、 P 与狭缝 D 的距离相当于无限远。

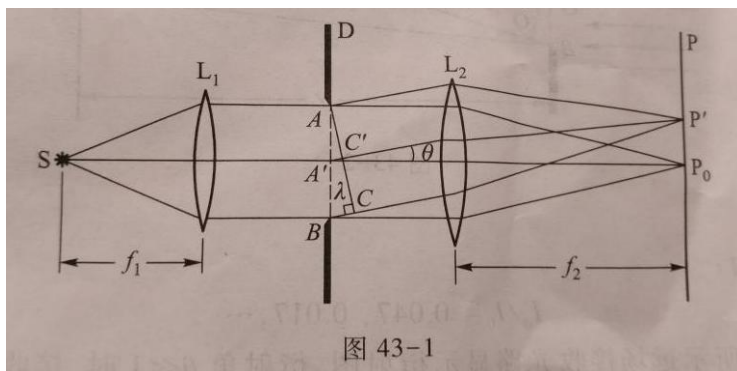


图 43-1

(2) “远场接收”装置

(a) 衍射屏透光部分线度很小而且离光源很远，即满足：

$$\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{a^2}{8R} \ll 1$$

其中 R 为光源到衍射屏 D 的距离， a 为缝隙 D 透光部分的线度。

(b) 接收屏离衍射屏足够远，即满足：

$$\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{a^2}{8Z} \ll 1$$

其中 Z 为 D 与接受屏 P 的距离。

2. 夫琅禾费衍射图样的规律：

理论计算得出单缝夫琅禾费衍射图样的光强分布规律为：

$$I_{\theta} = I_0 \cdot \frac{\sin^2 u}{u^2} \quad (1)$$

其中

$$u = \frac{2\pi a \sin \theta}{\lambda}$$

上式中 a 为单缝宽度, θ 为衍射角, λ 为单色光波长。

当 $\theta = 0$ 时, 光强具有极大值: $I_{\theta} = I_0$, 称为中央主极大

$$\text{当} \quad \sin \theta = k\lambda / a \quad (k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (2)$$

$u = k\pi$ 时, $I_{\theta} = 0$, 此时出现暗条纹, 于此对应的位置为暗条纹的中心。

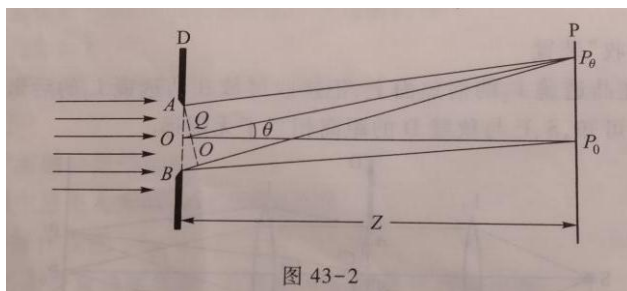


图 43-2

实际上, θ 很小, 因此式 (2) 可写成

$$\theta = k\lambda / a \quad (k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (2')$$

除中央主极大以外, 两相邻暗纹之间有一个次级大, 这些次级大位置分别在:

$$\theta = \pm 1.43\lambda / a, \pm 2.46\lambda / a, \dots$$

其相对光强分别为:

$$I_{\theta} / I_0 = 0.047, 0.017, \dots$$

若以图 43-2 所示原场接收光路显示衍射图, 衍射角 $\theta \ll 1$ 时, 接受屏 P 上坐标与衍射角近似有下列关系:

$$\sin \theta_k \approx \theta_k \approx x_k / Z \quad (3)$$

比较式 (2') 和式 (3) 可得

$$k\lambda / a = x_k / Z \quad (4)$$

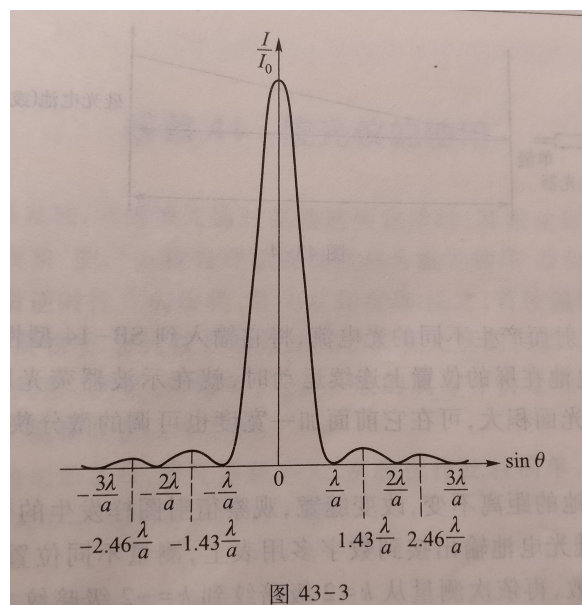


图 43-3

由以上讨论可知：

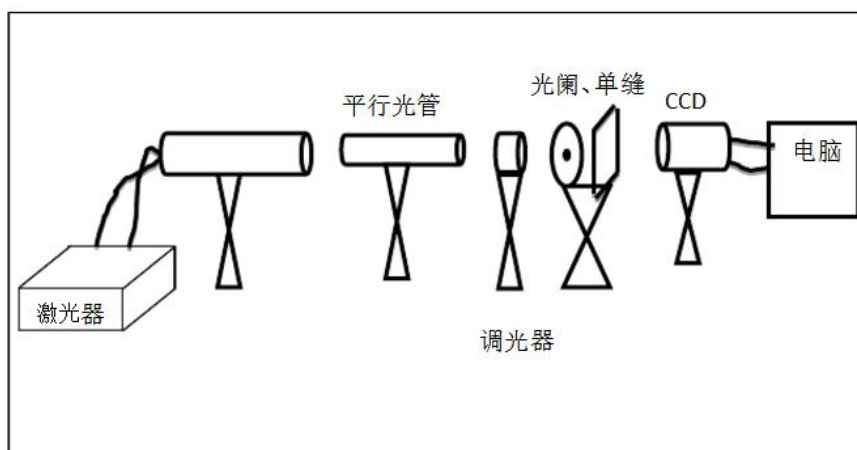
(1) 中央亮条纹的宽度由 $k = \pm 1$ 的两个暗条纹的衍射角所确定。即中央亮条纹的角宽度为：

$$\Delta\theta = 2\lambda/a$$

(2) 其余亮条纹(次级大)的角宽度为(两个相邻安条纹之间的角距离) λ/a 。故中央亮条纹的角宽度为其余各亮条纹角宽度的两倍。

(3) 衍射斑角宽与缝宽成反比，即 a 小， $\Delta\theta$ 大，衍射条纹铺展宽；缝宽增加，各级条纹向中央收缩；当缝宽 a 足够大 ($a \gg \lambda$) 时，衍射现象不明显，可忽略不计，此时将光看成沿直线传播。

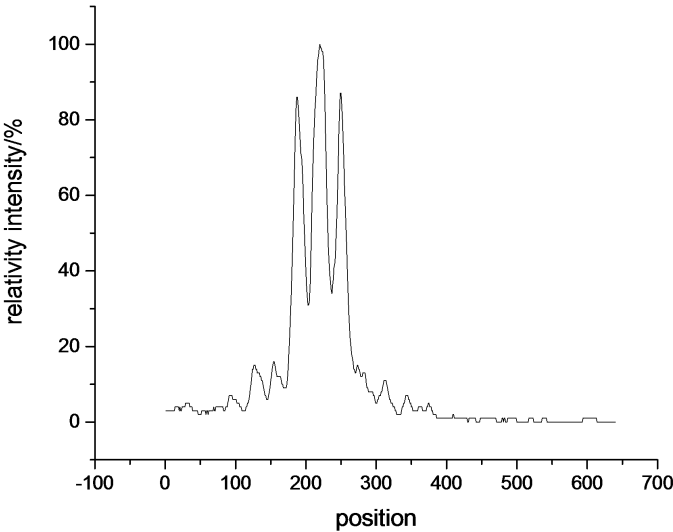
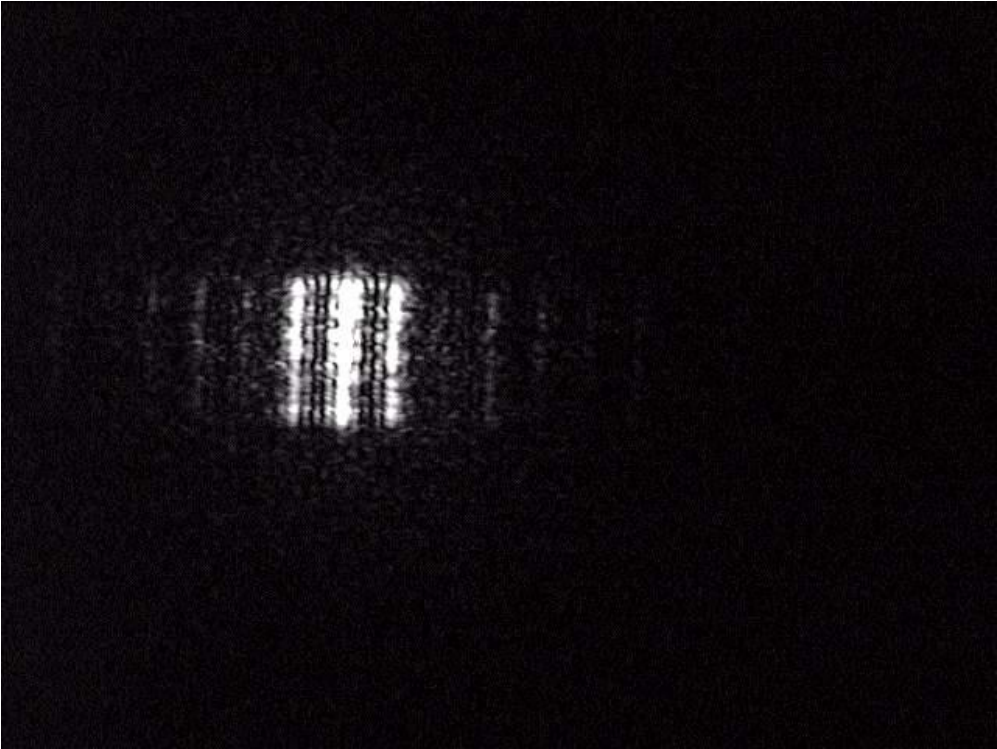
【实验内容及步骤】



- 1.按照上图在导轨上安放好各装置，注意保持共轴、等高要求。
- 2.打开激光器电源开关，等待光强稳定。

- 3.调节狭缝位置，使 CCD 拍摄到的衍射图像清晰锐利。
- 4.通过软件处理得到光强分布曲线。

【数据处理】

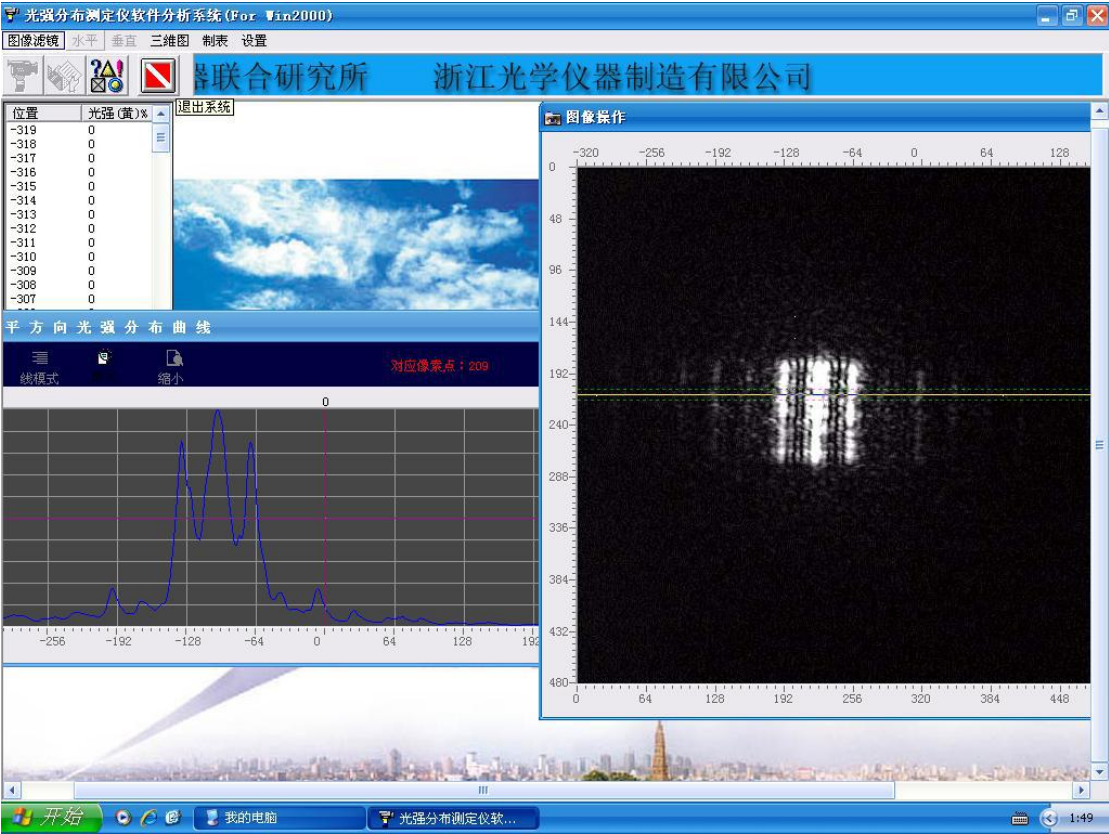


	位置	相对光强/%
-1 级次极大	187	86
主极大	220	100
+1 级次极大	250	87

【误差分析】

1. 实验图像没有完全对称，可能是因为实验仪器未完全调至等高、共轴
2. 图像中，光强大小变化不大，光强极小处并不为 0，都有可能是因为环境光线过强所致。
3. 由于长时间使用单缝，单缝间的宽度出现异常（如宽度变大），使图像与理论不相符。

【原始数据】



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	X
1	X	Y1	Y2	X	Y1	Y2	X	Y1	Y2	X	Y1	Y2	X	Y1	Y2	X	Y1	Y2	X
2		1	0	3	21	0	4	41	0	3	61	0	2	81	0	4	101	0	6
3		2	0	3	22	0	3	42	0	3	62	0	3	82	0	4	102	0	5
4		3	0	3	23	0	3	43	0	3	63	0	3	83	0	3	103	0	5
5		4	0	3	24	0	4	44	0	3	64	0	3	84	0	3	104	0	5
6		5	0	3	25	0	4	45	0	3	65	0	3	85	0	3	105	0	5
7		6	0	3	26	0	4	46	0	3	66	0	3	86	0	4	106	0	4
8		7	0	3	27	0	4	47	0	2	67	0	3	87	0	4	107	0	4
9		8	0	3	28	0	4	48	0	2	68	0	3	88	0	4	108	0	4
10		9	0	3	29	0	5	49	0	2	69	0	4	89	0	5	109	0	3
11		10	0	3	30	0	5	50	0	2	70	0	3	90	0	6	110	0	3
12		11	0	3	31	0	5	51	0	2	71	0	3	91	0	7	111	0	3
13		12	0	3	32	0	5	52	0	3	72	0	4	92	0	7	112	0	3
14		13	0	3	33	0	5	53	0	3	73	0	4	93	0	7	113	0	3
15		14	0	4	34	0	5	54	0	3	74	0	4	94	0	7	114	0	3
16		15	0	4	35	0	4	55	0	3	75	0	4	95	0	7	115	0	4
17		16	0	4	36	0	4	56	0	3	76	0	4	96	0	6	116	0	4
18		17	0	4	37	0	4	57	0	3	77	0	4	97	0	6	117	0	5
19		18	0	4	38	0	4	58	0	2	78	0	4	98	0	6	118	0	5
20		19	0	4	39	0	3	59	0	3	79	0	4	99	0	6	119	0	6
21		20	0	3	40	0	3	60	0	3	80	0	4	100	0	6	120	0	7
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			