

实验四十四 小孔衍射

一 实验目的

观察不同形状的衍射物对光的衍射作用，了解光产生衍射的条件及基本的衍射规律，认识光的波动性。

二 实验装置

实验装置如图44-1所示，由氦氖激光器、金属转盘、衍射物、观察屏组成。金属转盘边缘等间隔分布着12个透光圆孔，每个透光孔中依次用小磁铁吸附着不同形状的衍射物，衍射物的形状见图44-2。转动圆盘时，圆孔中的衍射物依次被激光照射，在观察屏上便可看到相应的衍射花样。

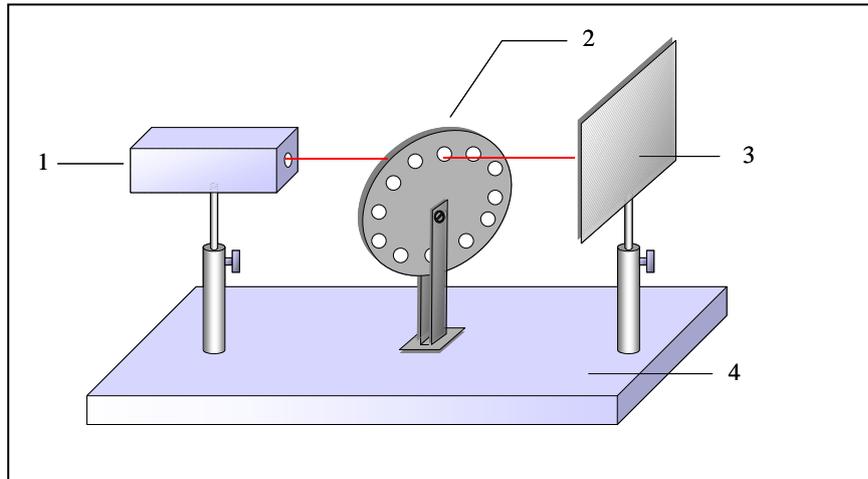


图44-1

图中：1-氦氖激光器，2-带衍射物的金属转盘，3-观察屏，4-底座

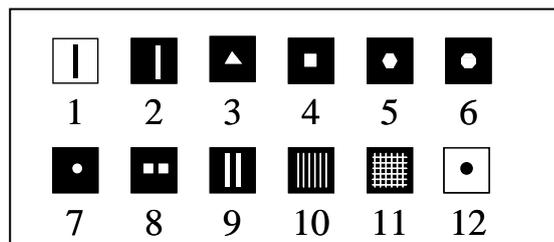


图44-2

图中：1-单丝，2-单缝，3-三角形孔，4-正方形孔，5-六边形孔，6-八边形孔，7-圆孔，8-双矩孔，9-双缝，10-一维光栅，11-二维光栅，12-圆屏

三 实验步骤及现象

- 1 接通氦氖激光器的电源，转动转盘，使圆孔衍射物正对激光，观看屏上圆孔的衍射花样是否为一个一个明亮的同心圆。如果不是，则可微调激光管或圆孔位置。
- 2 转动转盘，让激光照射转盘边缘上其他形状的孔、丝、缝、光栅等衍射物，微调衍射物的位置，通过观察屏依次观察它们产生的衍射花样。

四 实验原理

光波是电磁波,在光的传播过程中,当遇到尺寸和光波波长相差不多的障碍物或孔隙时,不再遵循直线传播的规律,而会绕过障碍物或孔隙,形成明暗相间的条纹,这就是光的衍射现象。衍射图样的形状与衍射物的形状、尺寸及光的波长等密切相关。缝或孔的尺寸越小,衍射现象越明显。典型的单缝衍射、圆孔衍射、光栅衍射的规律如下:

1 单缝衍射

波长为 λ 的平行光垂直照射到宽度为 a 的单缝上,当衍射角 θ 满足

$$a \sin \theta = k\lambda, \quad k = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

时,为单缝衍射的暗条纹,当衍射角 θ 满足

$$a \sin \theta = k\lambda + \frac{\lambda}{2}, \quad k = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2)$$

时,为单缝衍射的明条纹。单缝衍射花样的中央主极大,位于两个第一级暗纹之间,其宽度为其他各级明纹宽度的两倍。单缝衍射条纹形状如图 44-3 所示。

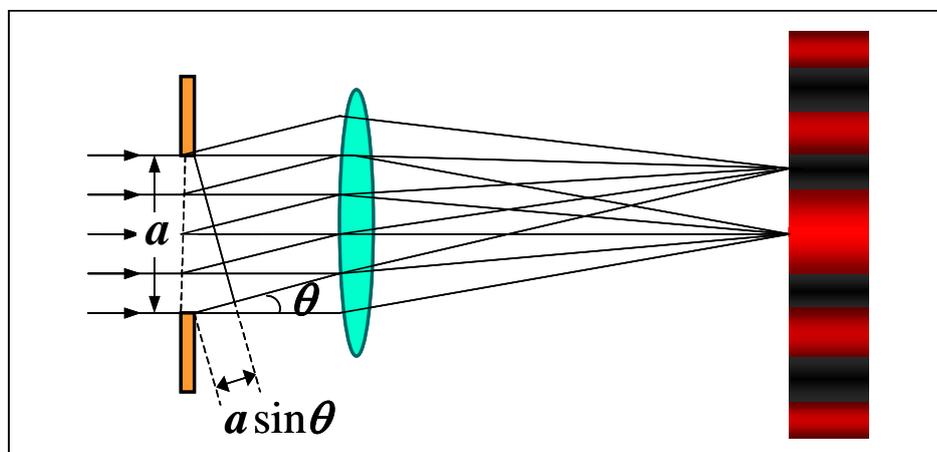


图 44-3

2 圆孔衍射

波长为 λ 的平行光垂直照射到直径为 D 的圆孔上,在屏上出现明暗交替的环形圆孔衍射花样,如图 44-4 所示,中央光斑最亮,称为艾里斑。艾里斑的半角宽度为

$$\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} \quad (3)$$

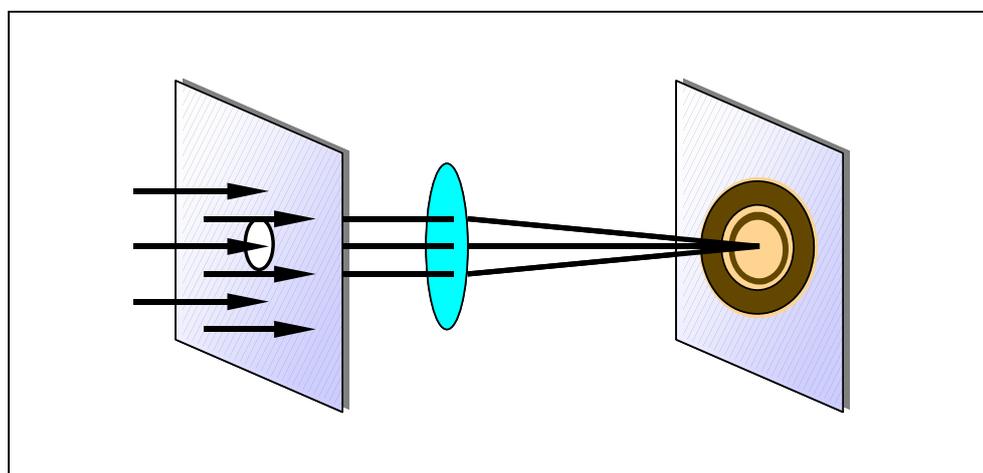


图 44-4

3 光栅衍射

波长为 λ 的平行光垂直照射到光栅常数为 d 的衍射光栅上，当衍射角 θ 满足光栅方程

$$d \sin \theta = k\lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (4)$$

时，出现光栅衍射的明条纹。光栅衍射条纹的形状如图 44-5 所示。

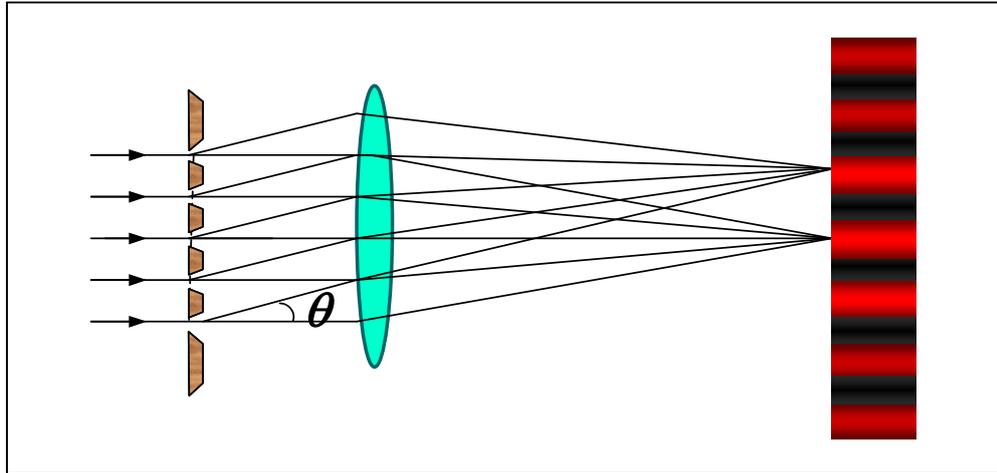


图 44-5

五 注意事项

- 1 实验时，应细心调节每个衍射物在圆盘上的位置，以便在激光的照射下，看到最佳的衍射效果。
- 2 若空间允许，可不用观察屏，而让衍射花样直接打在远处的白墙上，效果会更好。

六 思考题

- 1 拔下你的一根头发丝，用手握住发丝的一端让其竖直垂下，用激光照射发丝，会在屏上看到什么图样？能否利用这个图样测量发丝的直径？
- 2 光的衍射现象与光的干涉现象从本质上讲都是光波的相干叠加，那么衍射与干涉有何区别与联系？