



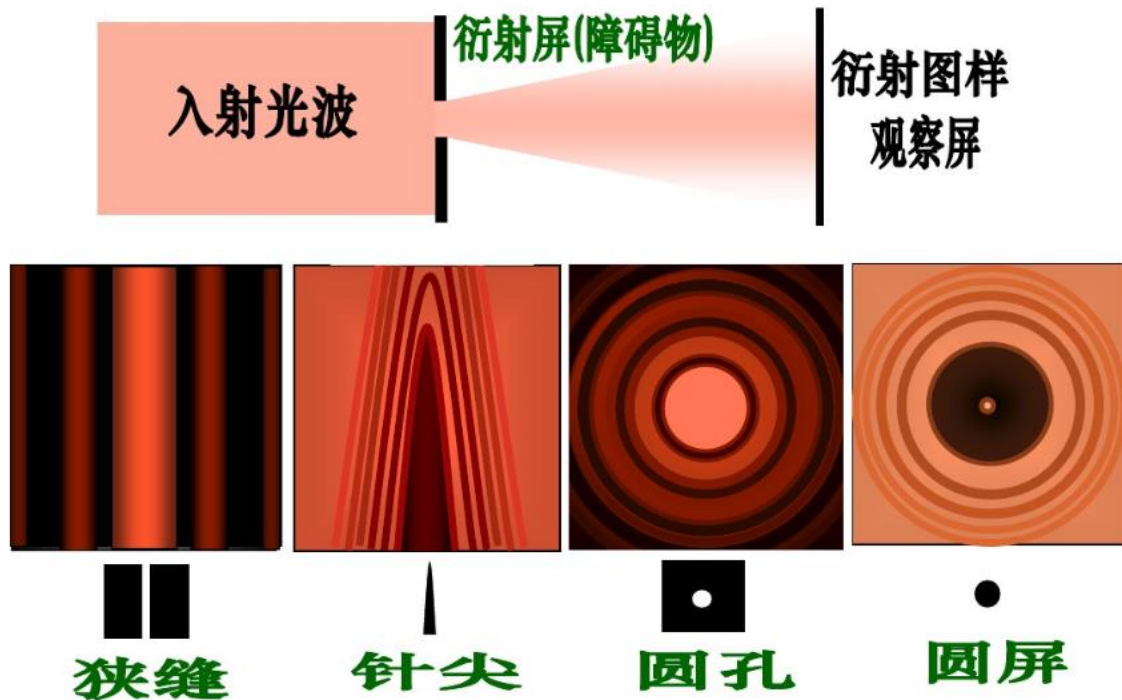
光的衍射

浙江大学物理实验教学中心

一、实验背景

1、光的衍射

光在传播过程中，遇到障碍物或小孔时，光将偏离直线传播的路径而绕到障碍物后面传播的现象，叫光的衍射(Diffraction of light)。

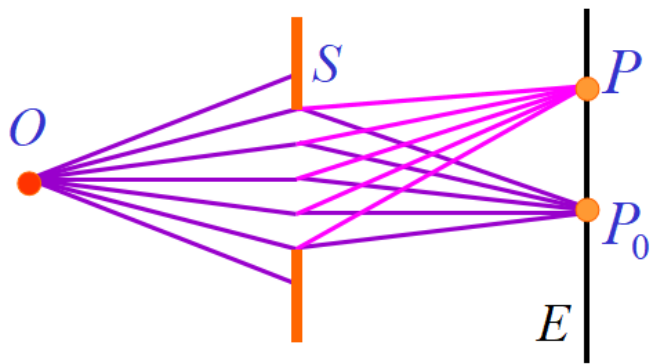


一、实验背景

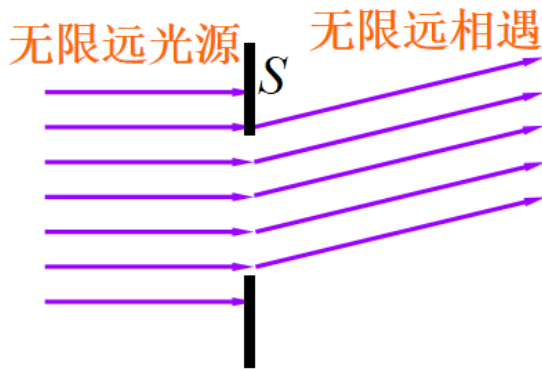
2、光的衍射分类

菲涅耳衍射 (近场衍射): 光源 O , 观察屏 E 到衍射屏 S 的距离为有限远的衍射

夫琅禾费衍射 (远场衍射): 光源 O , 观察屏 E 到衍射屏 S 的距离均为无穷远的衍射



菲涅尔衍射



夫琅禾费衍射

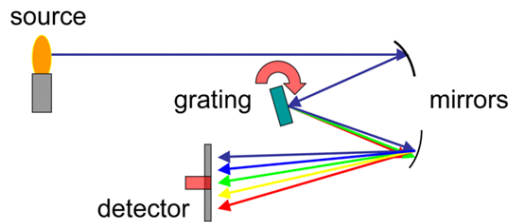
一、实验背景

3、光的衍射应用

- (1) 衍射用于光谱分析。衍射光栅光谱仪
- (2) 衍射用于结构分析。X射线衍射仪
- (3) 衍射成像。在相干光成像系统中，引进两次衍射成像概念，空间滤波技术和光学信息处理。



光栅光谱仪



X射线衍射仪



二、实验目的

1. 了解光的衍射，观察光栅板中光学单元的衍射特征；
2. 利用光栅的衍射原理，测量激光的波长；；
3. 测量单缝衍射的光强分布，加深对衍射理论的理解，测量缝的宽度。

三、实验原理

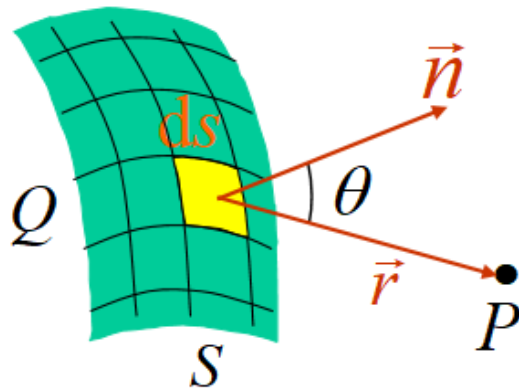
1、惠更斯-菲涅尔原理

(1)同一波前上的各点发出的都是相干子波。

(2)各子波在空间某点的相干叠加，就决定了该点波的强度。

$$E_{(P)} = C \int_S \frac{k(\theta)}{r} \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda})] ds$$

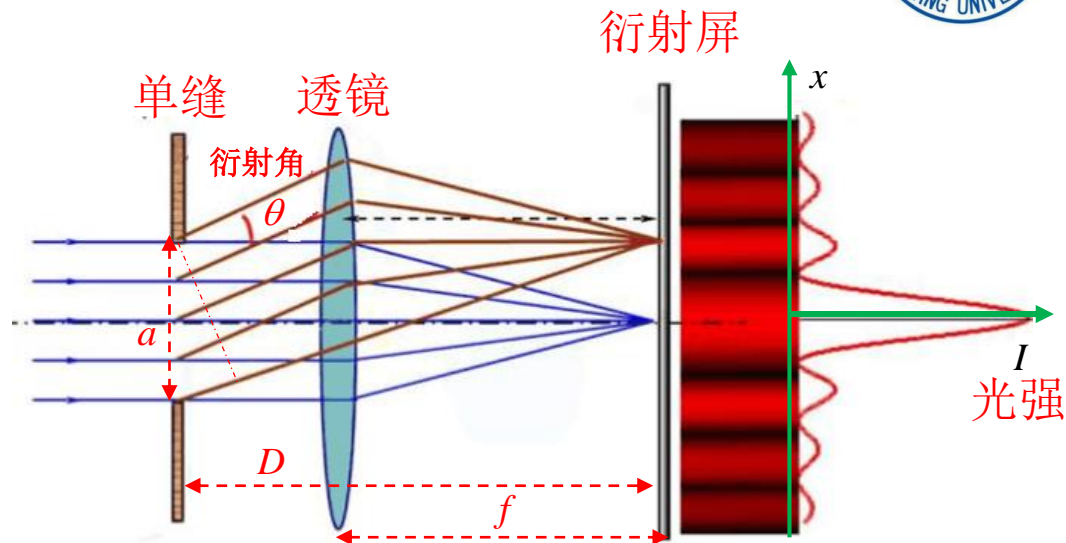
其中 C 由光强决定； $k(\theta)$ 为倾斜因子



2、单缝夫琅和费衍射

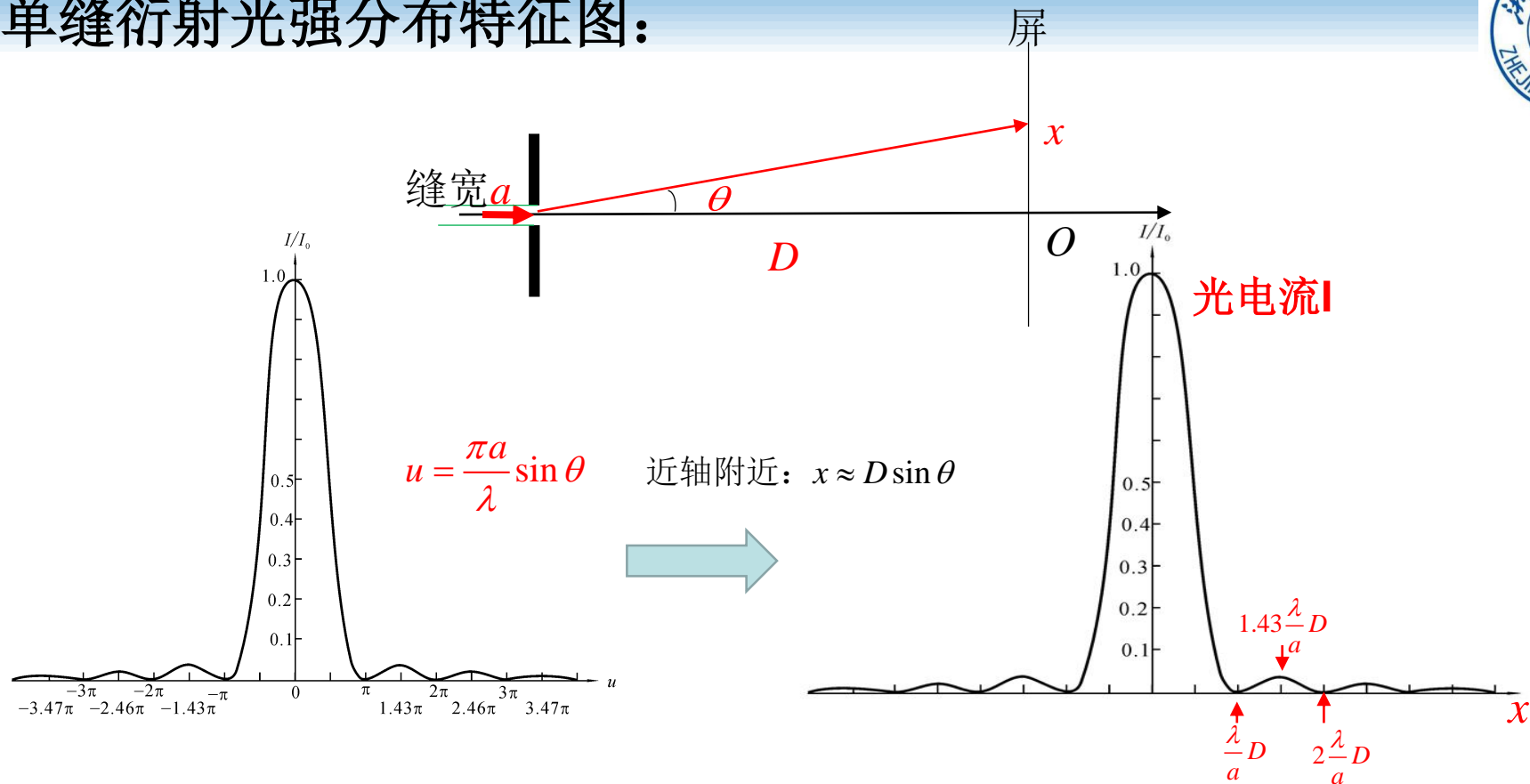
半波带理论：

$$\begin{cases} x_k = f \tan \theta_k \\ a \sin \theta_k = \pm k \lambda \end{cases} \text{---暗纹中心}$$



$$\text{近轴附近, } D \gg x, \quad f \approx D, \sin \theta \approx \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{D}$$

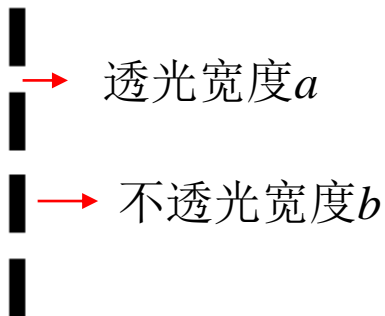
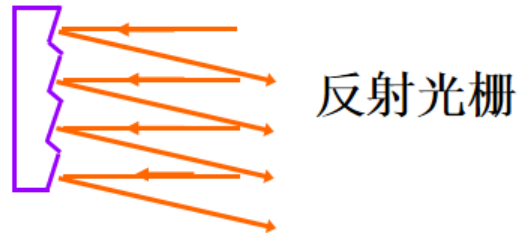
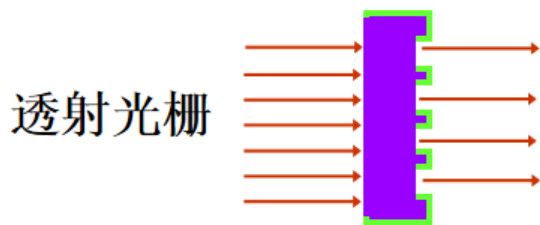
单缝衍射光强分布特征图:



\Rightarrow 测量缝宽: $a = k \frac{D}{x} \lambda$

3、光栅衍射

光栅：大量等宽等间距的平行狭缝(或反射面)构成的光学元件



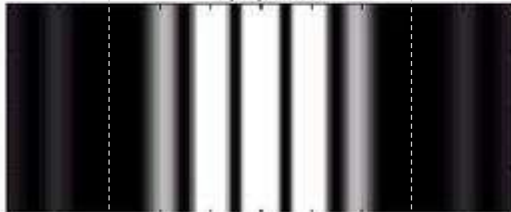
光栅常数： $d = a + b$
 N

光栅中狭缝条数越多 (N 越大), 明纹越细.

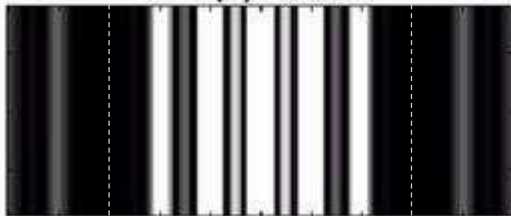
(a) 1条缝



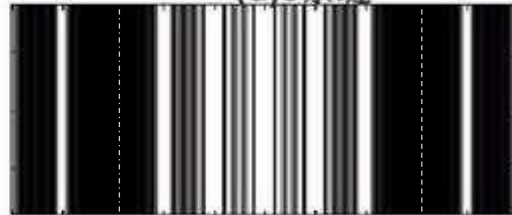
(b) 2条缝



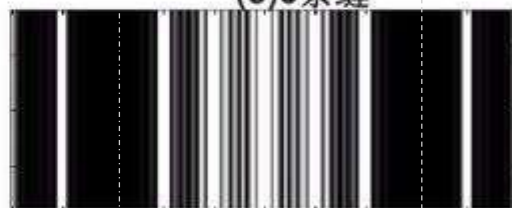
(c) 3条缝



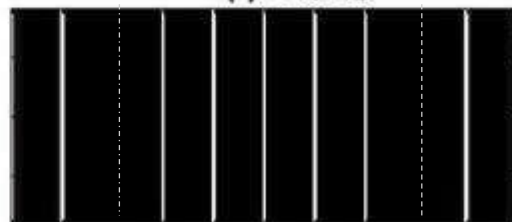
(d) 5条缝



(e) 6条缝



(f) 20条缝



光栅方程 (主极大条件)

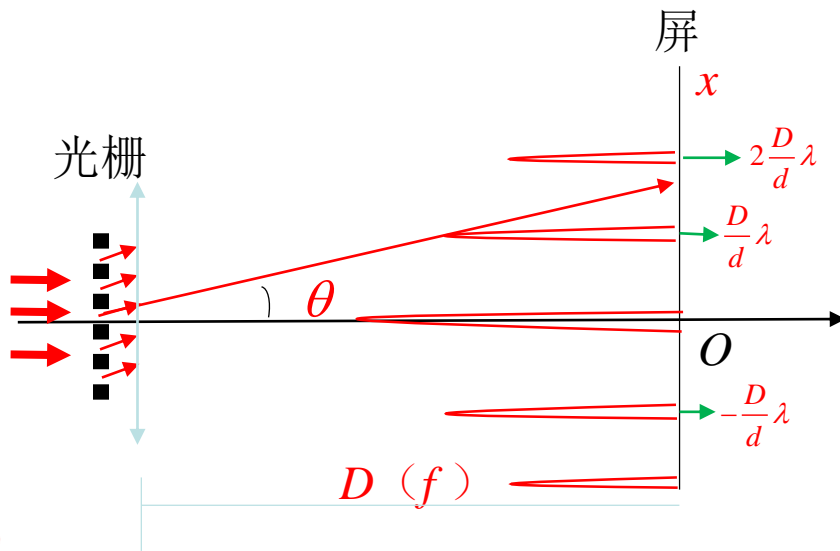
$$d \sin \theta = \pm k \lambda$$

$$k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

$$\text{近轴: } \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{D}$$

$$\text{近轴主极大条件: } x_k \approx k \frac{D}{d} \lambda$$

$$\frac{x_1 - x_{-1}}{2} \approx \frac{D}{d} \lambda \Rightarrow \text{测量激光波长 } \lambda$$

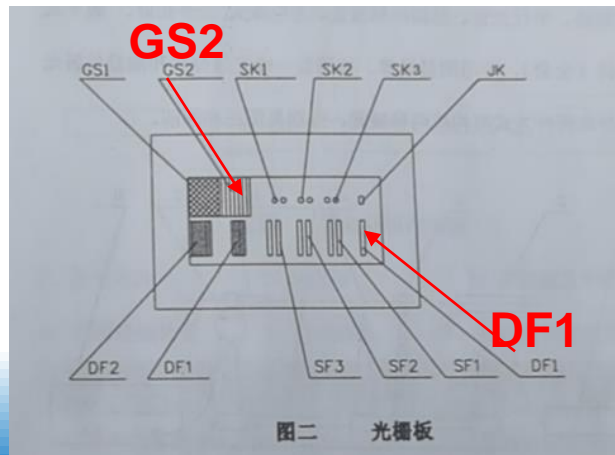


四、实验内容



- 1、调节光学导轨，确保各光学元件共轴等高；
- 2、观察光栅板上不同形状衍射图案，判断衍射点“形状”；
- 3、观察一维光栅(GS2)衍射，测量正负一级干涉点间距，根据光栅方程测量激光波长；
- 4、观察单缝(DF1)衍射图案，绘制光强分布图（测量到 ± 1 ， ± 2 级暗纹位置）测量单缝宽度。

右图光栅板：
实验光栅GS2，50条/mm
实验单缝DF1



图二 光栅板



五、实验思考

- 1、用白光光源观察单缝夫琅禾费衍射，衍射图案将会如何？
- 2、影响单缝衍射强度不对称的因素？
- 3、缝宽对光栅衍射条纹有什么影响？



- 1、不同形状的障碍物衍射图案的特征，举一两个例子详细说明。
- 2、单缝衍射图案随着入射光波长和狭缝尺寸的改变会如何变化；
- 3、光栅衍射亮纹分布和单缝衍射亮纹分布有何区别，原因是什么；
- 4、单缝衍射两侧光强不是严格对称的原因是什么。