

光的干涉实验(1081) 预习报告

一、实验目的

1. 熟练掌握采用不同光源进行光路等高共轴调节的方法和技术
2. 用实验研究菲涅尔双棱镜干涉和劳埃镜干涉并测定单色光波长
3. 学习用激光和其他光源进行实验时不同的调节方法

二、实验原理

实验一 激光双棱镜

1. 基本原理

菲涅尔双棱镜可看成有两块底面相接，棱角很小（约 1° ）的直角棱镜合成，若置单色光源 S_0 于双棱镜正前方，则从 S_0 射来的光通过双棱镜折射后，变为两束相重叠的光。这两束光仿佛是从 S_0 的两个虚像 S_1, S_2 射出的一样。由于 S_1, S_2 是两个不相干光源，所以若在两数光重叠的区域内放屏，即可观察到干涉条纹。

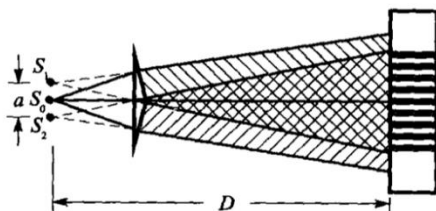


图 4.11.1 双棱镜干涉光路

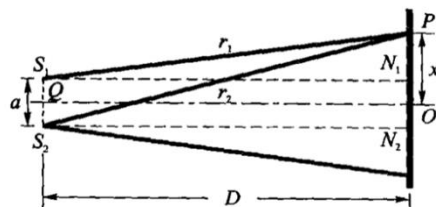


图 4.11.2 双棱镜干涉光程差计算图

若 p 为屏上任意一点， r_1, r_2 分别为从 S_1, S_2 到 p 的距离，则由 S_1, S_2 发出的光线到 p 的光程差为 $\Delta L = r_1 - r_2$

令 N_1, N_2 分别为 S_1, S_2 在屏上的投影, o 为 N_1, N_2 中点，并设 $op = x$ ，则有：

$$r_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{a^2}{2}\right) \quad r_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{a^2}{2}\right)$$

可得 $r_2^2 - r_1^2 = 2ax$

又有 $r_2^2 - r_1^2 = \Delta L(r_2 + r_1)$ 通常 $D \gg a$ ，于是有 $r_1 + r_2 \approx 2D$ ，得光程差为 $\Delta L = \frac{ax}{D}$

$$\text{有 } \Delta L = \frac{ax}{D} = \begin{cases} k\lambda & (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \text{ 明纹} \\ \frac{2k\pi}{2} \lambda & (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \text{ 暗纹} \end{cases}$$

$$x = \begin{cases} \frac{D}{a} k\lambda & (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \text{ 明纹} \\ (2k + 1) \frac{D}{a} \frac{\lambda}{2} & (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \text{ 暗纹} \end{cases}$$

可知，两干涉条纹（暗纹）间距离为 $\Delta x = \frac{D}{a} \lambda$

测定 $\Delta x, D, a$ 后得波长 $\lambda = \frac{a}{D} \Delta x$

2.实验方案

(1) 光源的选择：单色光源，如激光、钠光等

(2) 测量方法：

Δx 可直接用测微目镜测出,虚光源间距用二次成像法测得。当保持物、屏位置不变且间距 D 大于 $4f$ ，移动透镜可在其间两个位置成清晰的实像，一个是放大像，一个是缩小。设 b 为虚光源缩小像间距， b' 为放大像间距，则 $a = \sqrt{bb'}$ 。 b, b' 由侧微目镜读出，同时根据两次成像规律，若分别测出缩小像和放大像是物距 S, S' ，测物距间距 $D = S + S'$ 。

于是有：
$$\lambda = \frac{\Delta x \sqrt{bb'}}{S + S'}$$

(3) 光路组成：

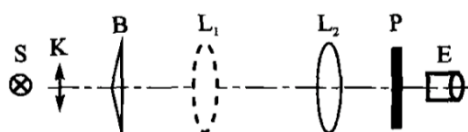


图 4.11.3 双棱镜实验光路图

实验二 激光劳埃镜

单色光源 S 发出的光以几乎掠入射的方式在平面镜 MN 上发生反射，反射光可看作是在镜中的虚像， S' 发出的发出的。 S, S' 发出的光波在交叠区发生干涉， $\Delta x = \frac{D}{a} \lambda, \lambda = \frac{a}{D} \Delta x$

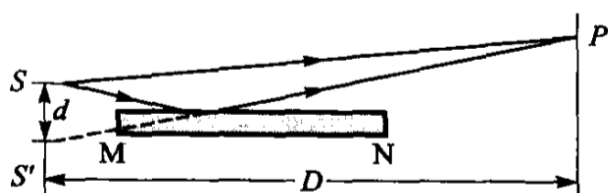


图 4.11.4 劳埃镜干涉原理图

三、实验仪器

光具座、双棱镜、测微目镜、透视凸透镜，扩束镜、偏振片、白屏，可调狭缝、半导体激光器。

四、实验内容

1.各光学元件的共轴调节

- (1) 调节激光束平行于光距座
- (2) 调节双棱镜或劳埃镜与光源共轴
- (3) 粗调测微目镜与其他元件等高共轴
- (4) 粗调凸透镜与其他元件等高共轴
- (5) 用扩束镜使激光束变为点光源。
- (6) 用二次成像法细调凸透镜与测微目镜等高共轴
- (7) 干涉条纹调整

2.波长的测量

- (1) 侧条纹间距 Δx 连续测量 20 个条纹的位置 x_i
- (2) 测量虚光源缩小像间距 b 及透镜物距 S
- (3) 用同样的方法测量虚光源放大相间距 b' 及 S'