



北京航空航天大学 实验报告

实验名称：光的干涉实验 1(分波面法) 激光双棱镜干涉

一、实验重点

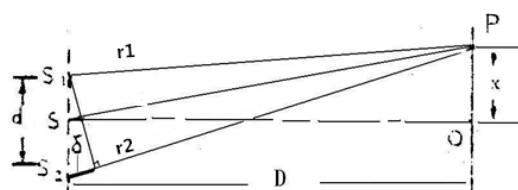
1. 熟练掌握采用不同光源进行光路等高共轴调节的方法和技术；
2. 用实验研究菲涅耳双棱镜干涉并测定单色光波长；
3. 学习用激光和其他光源进行实验时不同的调节方法。

二、实验原理

1. 菲涅耳双棱镜干涉

菲涅耳双棱镜可以看成是有两块底面相接、棱角很小的直角棱镜合成。若置单色光源 S 于双棱镜的正前方，则从 S 射来的光束通过双棱镜的折射后，变为两束相重叠的光，这两束光仿佛是从光源 S 的两个虚像 S_1 和 S_2 射出的一样。由于 S_1 和 S_2 是两个相干光源，所以若在两束光相重叠的区域内放置一个屏，即可观察到明暗相间的干涉条纹。

如图所示，设虚光源 S_1 和 S_2 的距离是 d ， D 是虚光源到屏的距离。令 P 为屏上任意一点， r_1 和 r_2 分别为从 S_1 和 S_2 到 P 点的距离，则从 S_1 和 S_2 发出的光线到达 M 点的光程差是：



$$\Delta L = r_2 - r_1$$

令 N_1 和 N_2 分别为 S_1 和 S_2 在屏上的投影， O 为 N_1N_2 的中点，并设 $OP=x$ ，则从 $\triangle S_1N_1P$ 及 $\triangle S_2N_2P$ 得：

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

$$r_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

两式相减，得：

$$r_2^2 - r_1^2 = 2dx$$

另外又有 $r_2^2 - r_1^2 = (r_2 - r_1)(r_2 + r_1) = \Delta L(r_2 + r_1)$ 。通常 D 较 d 大的很多，所以 $r_2 + r_1$ 近似等于 $2D$ ，因此光程差为：

$$\Delta L = \frac{dx}{D}$$

如果 λ 为光源发出的光波的波长，干涉极大和干涉极小处的光程差是：

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

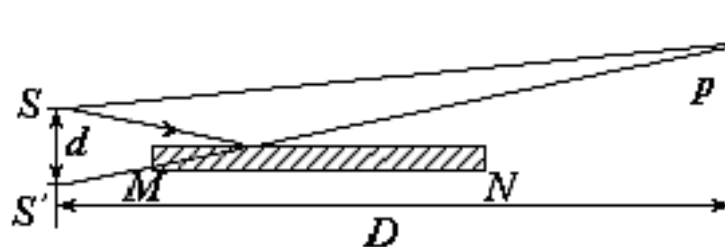
由上式可知，两干涉条纹之间的距离是：

$$\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$$

所以用实验方法测得 Δx ， D 和 d 后，即可算出该单色光源的波长：

$$\lambda = \frac{d}{D}\Delta x$$

2. 劳埃镜干涉



劳埃镜实验是由一块普通的平板玻璃构成的反射镜实现分波前干涉。单色光源 S 发出的光（波长为 λ ）以几乎掠入射的方式在平面镜 MN 上发生反射，反射光可以看做是在镜中的虚像 S' 发出的。 S 和 S' 发出的光波在其交迭区域发生干涉，可得条纹间距为：

$$\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$$

式中 d 为双光源 S 和 S' 间距， D 为观察屏到光源的距离。

三、实验方案

1. 光源的选择

当双棱镜与屏的位置确定之后，干涉条纹的间距 x 与光源的波长 λ 成正比。为了获得清晰的干涉条纹，本实验采用单色光源，如激光、钠光等。

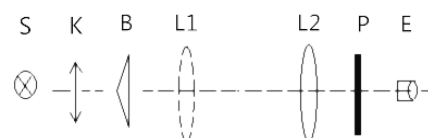
2. 测量方法

条纹间距 Δx 可直接用侧位目镜测出。虚光源间距 d 用二次成像的方法测 130 得：当保持物、屏位置不变且间距 D 大于 $4f$ 时，移动透镜可在其间的两个位置成清晰的实像，一个是放大像，一个是缩小像。设 b 为虚光源缩小像间距， b' 为放大像间距，则两虚光源的实际距离为 $d = \sqrt{bb'}$ ，其中 b 和 b' 由测微目镜读出，同时根据两次成像的规律，若分别测出呈缩小像和放大像时的物距 S 、 S' ，则物到像屏之间的距离 $D = S + S'$ 。根据波长的计算公式，得波长和各测量值之间的关系是：

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

3. 光路组成

具体的光路如图所示， S 为半导体激光器， K 为扩束镜， B 为双棱镜， P 为偏振片， E 为测微目镜。 L 为测虚光源间距 d 所用的凸透镜，透镜位于 L_1 位置将使虚光源 S_1S_2 在目镜处成放大像，透镜位于 L_2 处将使虚光源在目镜出成缩小像。所有光学元件都放在光具座上，光具座上附有米尺刻度读出各元件的位置。



四、实验仪器

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

五、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具座

沿导轨移动白屏，观察屏上激光光点的位置是否改变，相应调解激光方向，直至在整个导轨上移动白屏时光点的位置不再变化，至此激光光束与导轨平行。

2) 调双棱镜与光源共轴

将双棱镜插于横向可调支座上进行调节，使激光点打在棱脊正中位置，此时双棱镜后面的白屏上应观察到两个等亮并列的光点，这两个光点的质量对虚光源像距 b 及 b' 的测量至关重要。此后将双棱镜置于距激光器约 30cm 的位置。

3) 粗调测微目镜与其它元件等高共轴

将测微目镜放在距双棱镜约 70cm 处，调节测微目镜，使光点穿过其通光中心。此时激光尚未扩束，决不允许直视测微目镜内的视场，以防激光灼伤眼睛。

4) 粗调凸透镜与其他元件等高共轴

将凸透镜插于横向可调支座上，放在双棱镜后面，调节透镜，使双光点穿过透镜的正中心。

5) 用扩束镜使激光束变成点光源

在激光器与双棱镜之间距双棱镜 20cm 处放入扩束镜并进行调节，使激光穿过扩束镜。在测微目镜前放置偏振片，旋转偏振片使测微目镜内视场亮度适中。

6) 用二次成像法细挑凸透镜与测微目镜等高共轴

通过“大像追小像”，不断调节透镜和测微目镜位置，直至虚光源大、小像的中心与测微目镜叉丝重合。

7) 干涉条纹调整

去掉透镜，适当微调双棱镜，使通过测微目镜观察到清晰的干涉条纹。

2. 波长的测量

1) 测条纹间距 Δx

连续测量 20 个条纹的位置 x_i 。如果视场内干涉条纹没有布满，则可对测微目镜的水平位置略作调整；视场太暗可旋转偏振片调亮。

2) 测量虚光源缩小像间距 b 及透镜物距 S

测 b 时应在鼓轮正反向前进时，各做一次测量。注意：i) 不能改变扩束镜、双棱镜级测微目镜的位置；ii) 用测微目镜读数时要消空程。

3) 用上述同方法测量虚光源放大像间距 b' 及透镜物距 S' 。