

实验名称：迈克耳孙干涉仪

15 实验 O-4 迈克耳孙干涉仪

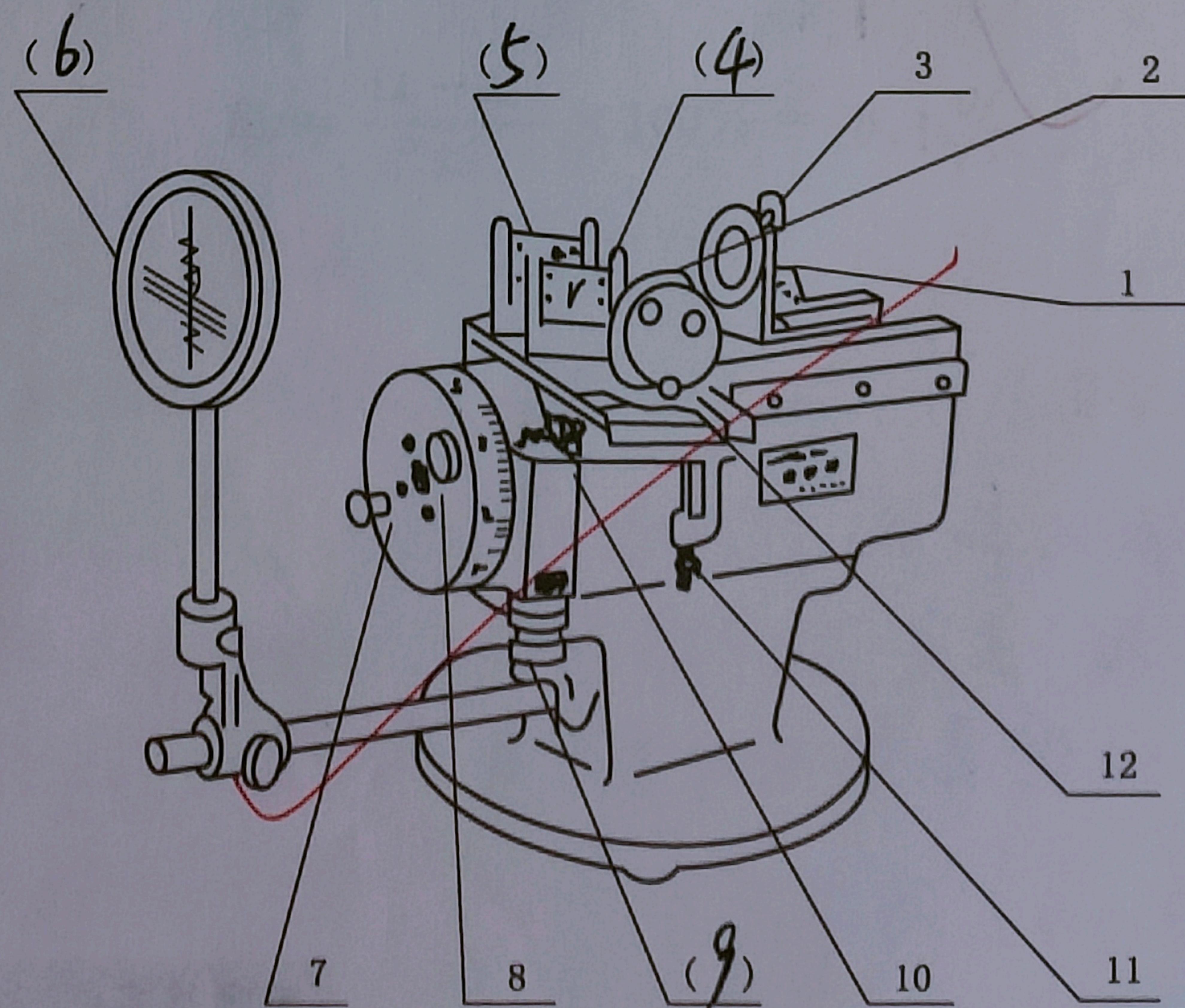
姓名：林继申 学号：2250758 成绩：90 合作者：
指导教师： 实验编号：周三 第7-8 节C 组6 号

一、实验目的

- 掌握迈克耳孙干涉仪的调节方法。
- 了解非定域干涉、等倾干涉和等厚干涉。
- 测定 He-Ne 激光波长。

二、实验原理知识准备与预习自测

- 图 15-1 为迈克耳孙干涉仪结构图，在括号中填上主要部件的序号。



1—活动反光镜； 2—固定反光镜； 3—固定螺钉； 4—补偿板；
5—分光板； 6—毛玻璃屏； 7—刻度轮； 8—刻度轮止动螺钉；
9—微量读数鼓轮； 10,11,12—调节螺钉

图 15-1 迈克耳孙干涉仪结构图

2. 什么是等倾干涉？什么是等厚干涉？它们对光源有什么要求？

答：等倾干涉是薄膜干涉的一种，光线以倾角入射。上下两条反射光线经过透镜作用汇聚一起，形成干涉，由于入射角相同的光程均匀。薄膜表面反射形成的反射光在相同点有相同的光程差，故形成明暗相间的同心圆环。等厚干涉是由平行光入射到厚度变化均匀，折射率均匀的薄膜上，下表面形成的干涉条纹。对光源的要求：等倾干涉：点光源。

3. 形成干涉加强的条件是 ~~光程差是半波长的偶数倍~~； 等厚干涉：平行光

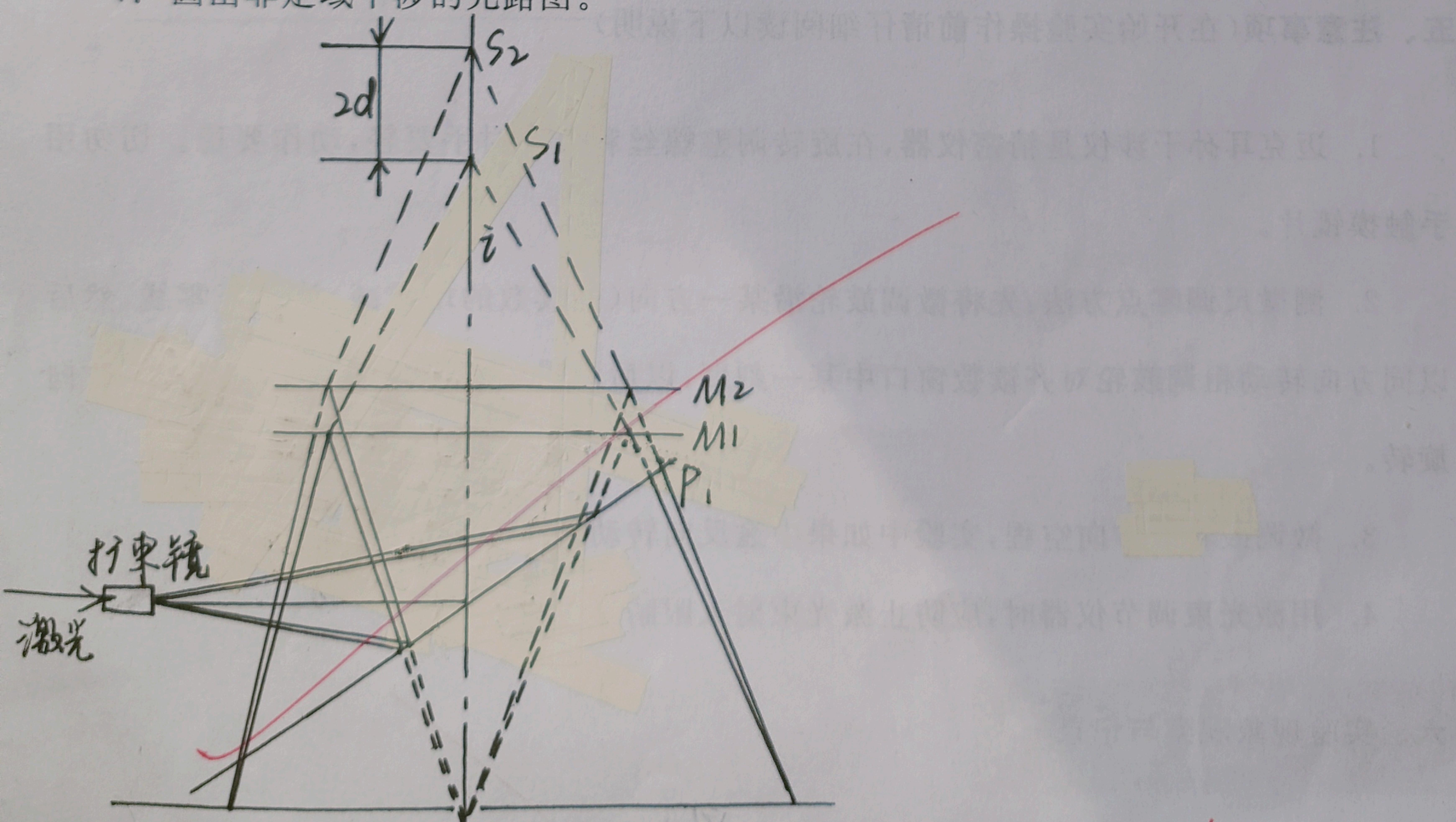
形成干涉减弱的条件是 ~~光程差是半波长的奇数倍~~。

4. 迈克耳孙干涉仪实验是利用分振幅产生双光束以实现干涉。在空间中 P 点的光程差是 ~~$\Delta = 2d \cos i$~~ 。干涉图样为 ~~圆形~~ (圆形，椭圆形)。

5. 在点光源非定域干涉图像中，干涉环半径大的级次 ~~低~~ (高，低)；干涉环半径小的级次 ~~高~~ (高，低)。

6. He-Ne 激光波长值为 ~~632.8~~ (nm)

7. 画出非定域干涉的光路图。



O-4

教师签名：

5/6页

三、实验测量步骤

1. 激光穿过小孔,使 M_1 、 M_2 板的中心反射光在小孔附近严格重合(或在观察屏上两反射光严格重合)。
2. 激光通过凸透镜形成扩束光均匀照射在分光板上,屏上显示非定域干涉条纹。
3. 转动微调鼓轮,在观察屏中心出现圆形图像,使 M_1 、 M_2 的板间距在 $d \approx 0$ 位置。

四、实验仪器

主要实验仪器名称	规格型号	仪器误差 $\Delta_{仪}$
迈克尔逊干涉仪	WSM-100	10^{-4} mm
He-Ne激光器	GY-11	
扩束镜		
氦氖激光器电源	GY-11型	

五、注意事项(在开始实验操作前请仔细阅读以下说明)

1. 迈克耳孙干涉仪是精密仪器,在旋转调整螺丝和鼓轮时手要轻,动作要稳。切勿用手触摸镜片。
2. 测微尺调零点方法:先将微调鼓轮沿某一方向(按读数的增或减)旋转至零线,然后以同方向转动粗调鼓轮对齐读数窗口中某一刻度,以后测量时使用微调鼓轮须向同一方向旋转。
3. 微调鼓轮有方向空程,实验中如果中途反向转动,则须重新调整。
4. 用激光束调节仪器时,应防止激光束射入眼睛,使视网膜受伤。

六、实验现象观察与记录

1. 当 M_1 、 M_2 的板间距 d 增大时,条纹 冒出 (冒出,陷入)。
2. 离干涉中心越远处,条纹 越细 (越粗,越细)。

3. 实验数据记录

氯气激光波长测定

i	d_i / mm
1	41.11352
2	41.12258
3	41.13222
4	41.14172
5	41.15107
6	41.16095
7	41.17022
8	41.17964
9	41.18889
10	41.19841

教师签名:

5/6王

原始数据记录必须用圆珠笔或钢笔书写;经教师签名有效。

七、实验数据处理

移动 M_1 观察条纹的变化,每当中心条纹一个一个向外“冒出”或“缩进”30个条纹时,记录 M_1 的位置 d_i ,共记录10个 d 值(表 15-1)。

激光的波长为

$$\lambda = \frac{2\Delta d}{\Delta K} = \frac{\Delta d}{15}$$

表 15-1

氦氖激光波长测定

$$\lambda_0 = 632.8 \text{ nm}$$

i	d_i / mm	i	d_{i+5} / mm	$\Delta d_i = d_{i+5} - d_i / \text{mm}$	λ / nm
1	41.11352	6	41.16095	0.04743	632.4
2	41.12258	7	41.17022	0.04764	635.2
3	41.13222	8	41.17964	0.04742	632.3
4	41.14172	9	41.18889	0.04717	628.9
5	41.15107	10	41.19841	0.04734	631.2

实验结果表达式: $\bar{\lambda} = 632.0 \text{ (nm)}$

百分差为

$$E_0 = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} \times 100\% = 0.1\%$$

八、实验分析与讨论

一、对实验仪器、实验方法和实验过程的讨论。

1. 迈克尔逊干涉仪是精密仪器，在旋转调整螺丝和鼓轮时动作要稳，切勿用手触摸镜片。
2. 调测微尺零点的方法：先将微调鼓轮沿某一方向（按读数的增或减）旋转至零线，然后以同方向转动粗调鼓轮对齐读数窗口中某一刻度，以后测量时使用微调鼓轮须向同一方向旋转。
3. 微调鼓轮有方向空程，实验中如果中途反向转动，则须重新调整。
4. 用激光束调节仪器时，应防止激光束射入眼睛，使视网膜受伤。
5. 要待条纹稳定后再开始实验读条纹与数据记录。

二、本实验的误差来源与类别分析

本实验的误差主要来源于由于视觉因素引起的读数误差。类别为随机误差。（即偶然误差）。不合理的估读也会造成误差。

三、提高实验测量精度的方法

1. 多次测量取平均值
2. 逐差法处理数据
3. 避免反向转动以引入空程误差。

九、思考题

1. 定域干涉和非定域干涉有何区别?

答:两个单色相干点光源发出的光,总有一个确定的光程差,从而产生一定的强度分布,并能观察到清晰的干涉条纹,这种干涉称为定域干涉。在扩展光源情况下,由光源上不同点发出到达空间该点,产生双光束干涉的两支相干光的光程差不同,在光程差变化大于四分之一波长的区域观察不到干涉波纹,小于四分之一波长的区域,尽管采用了扩展光源,仍可观察到清晰的干涉条纹,并且该区域称为定域区。

2. 等倾干涉和等厚干涉有何区别?

答:等倾干涉是以倾角入射,上下两条反射光线经透镜作用汇聚在一起时形成的干涉。

等厚干涉是由平行光入射到厚度变化均匀、折射率均匀的薄膜上下表面而形成的干涉条纹。

3. 试说明,为什么等倾干涉随光程差增加,干涉条纹变细变密?

答:等倾干涉从中间起第N个亮条纹半径公式: $r_N = \frac{f}{n_0} \sqrt{\frac{n\lambda}{h}} \cdot \sqrt{N-1+\epsilon}$. 其中 r_N 是半径, N 是从中心向外数第 N 个圆环的数量, f 是透镜焦距, n_0 是空气折射率, n 是介质折射率, 条纹半径与 h 反相关, 当 m_1 与 m_2 间距增大时, (h 增加) 光程差增加, 此时 r_N 变小, 故干涉条纹变细变密。

十、实验拓展

测量光源的相干长度

对于光源的时间相干性有两种解释:一种认为光源所发射的光波是由一段段有限长的波列组成,各段之间无固定的位相关系。在迈克耳孙干涉仪中,当波列的长度小于两路光的光程差时,一个波列由分光板 P_1 分成两个波列,分别经 M_1 和 M_2 反射回来到底片 P_1 处,其中一列光波已通过 P_1 而另一列光波却还没有到达,它们之间就不能发生干涉。只有当波列长度大于两路光的光程差时,两束光才能在 P_1 处相遇,才能发生干涉现象,所以波列的长度就

表征了相干长度。另一种看法是，实际的光源发射出的光波并不是只含一种波长的光，即不可能是绝对单色的，总有一定的波长范围，我们假设单色光的中心波长为 λ_0 ，其谱线宽度为 $\Delta\lambda$ 。这个单色光由 $\lambda_0 \pm \Delta\lambda/2$ 范围内的许多不同波长的光波组成，各个波长对应一套干涉条纹，干涉条纹的间距正比于波长。随着 d 的增加，各个波长的干涉条纹就逐渐错开，当 d 增加到错开半条条纹宽度时，干涉条纹就看不到了，这时对应的 $2d' = L$ 就叫做相干长度。这样我们就把光源的单色性和时间相干性联系起来了，它们之间的数学关系为

$$L = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda}$$

谱线的宽度 $\Delta\lambda$ 越小，光源的单色性越好，相干长度就越长，时间相干性也就越好。相干长度所对应的时间 t 叫做相干时间，则 t 为

$$t = \frac{L}{c} = \frac{\lambda_0^2}{c\Delta\lambda}$$

显然相干时间越长，时间相干性就越好。

如何测量白光的相干长度？

答：利用激光束，调节 M_1 和 M_2' 平行，仔细移动 M_2 ，使两束光程差接近于零，即干涉条纹变为直线，产生白光干涉条件。换用白光光源，用微调手轮由 b 向 a 旋转，则可在 ab 间的某一位置看到 E 处纸屏上出现彩色的白光条纹，花纹的中心就是 M_2' 、 M_1 的交线。此时 M_1 镜的位置准确地和 M_2' 镜重合，产生白光干涉条纹。利用等厚干涉条纹来测量白光相干长度，从干涉条纹出现到消失再到出现的过程中， M_1 移动的距离就是所需要的相干长度。若移动距离为 d ，则 $2d$ 为所需测量的白光相干长度。

教师签名：

5/202