

大学物理实验报告

第一部分（实验目的与原理）

学部（院） 电子信息学院 姓名 乔洪煜寒 学号 2028410073 专业 电科

实验日期 _____ 成绩 _____

【实验名称】

迈克耳逊干涉仪的调节和使用

【实验目的】

1. 了解迈克耳逊干涉仪的结构特点，学会其调节和使用方法
2. 通过调节和观察干涉仪产生的干涉图，加深对各种干涉条纹特点及其干涉条纹特点及其干涉原理的理解
3. 学会用迈克耳逊干涉仪测光波波长的方法

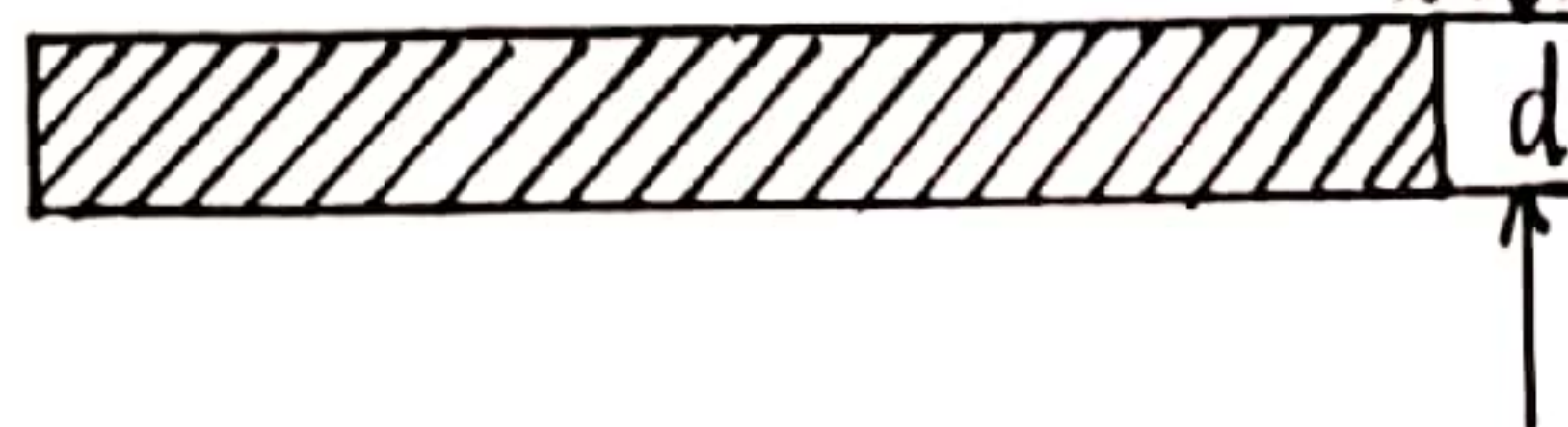
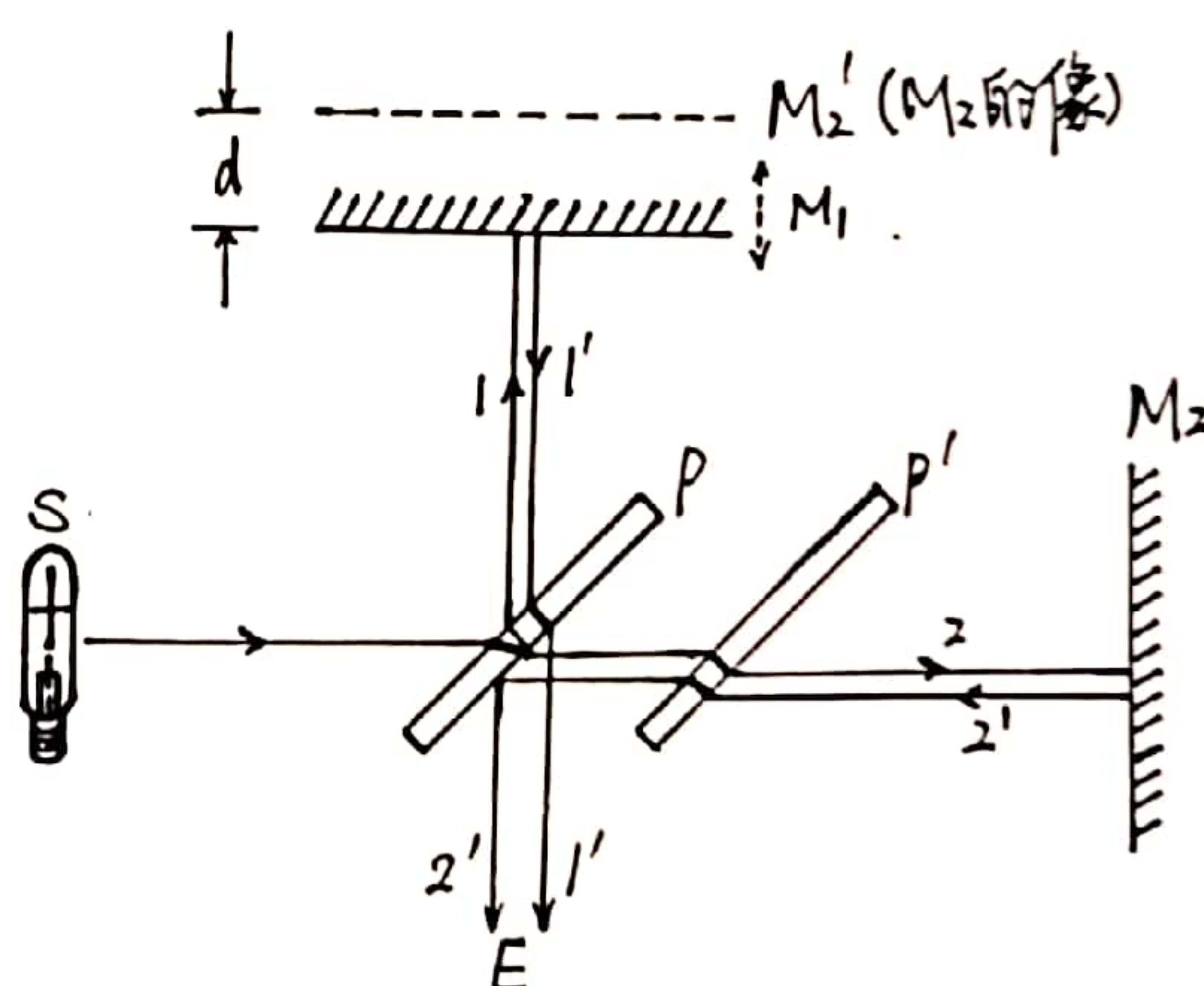
【实验原理】

迈克耳逊干涉仪的工作原理：

如图所示，光源 S 发出的单色光经分光板 P 分成振幅近乎相等的两束反射光 1 和 2 。光束 1 经反射镜 M_1 反射后穿过分光板 P 到达 E 处；光束 2 经反射镜 M_2 反射后穿过补偿板 P' ，再经分光板 P 反射也到达 E 处，两束反射光 $1'$ 、 $2'$ 在 E 处相交叠加，它们是相干光，因而产生光的干涉现象。

由上可知：补偿板 P' 是使两束光经过玻璃板的次数相等，波阵面不发生横向平移。

迈克耳逊干涉仪光路图



图中, M_2' 是 M_2 经分光板 P 反射的虚像, 相当于厚度为 d 的空气薄膜产生的干涉。

当 M_1 与 M_2 垂直时, 即 M_1 与 M_2' 平行时, 将产生等倾干涉, 形成干涉圆条纹。

在条纹中心处两束相干光的光程差为: $\delta = 2d$

图中可看出: d 增大时, 圆条纹涌出

d 减小时, 圆条纹陷入

若中心处为明条纹, 则:

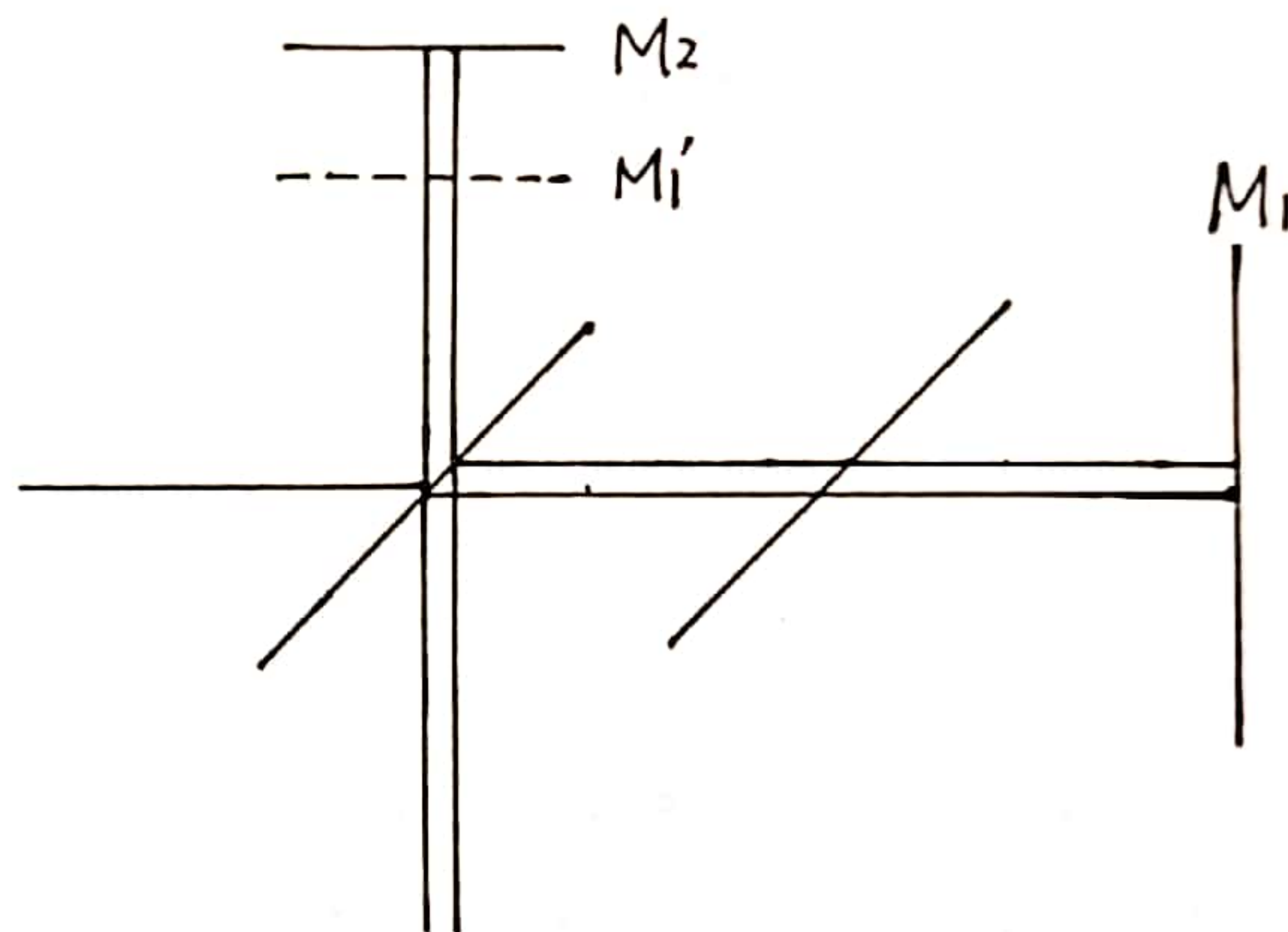
$$\delta_1 = 2d = k_1 \lambda$$

若改变反射镜 M_1 的位置, 使中心仍为明条纹, 则:

$$\delta_2 = 2(d + \Delta d) = k_2 \lambda$$

$$\Delta d = \frac{1}{2}(\delta_2 - \delta_1) = \frac{1}{2}(k_2 - k_1)\lambda = \frac{1}{2}\Delta k \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{2\Delta d}{\Delta k}$$

因此只要测出干涉仪中 M_1 移动的距离 Δd , 并数出相应的“吞吐”环数 Δk , 就可以求出波长 λ



【实验仪器】

迈克尔逊干涉仪, 低压钠灯

大学物理实验报告

第二部分（实验记录）

学部（院）电子信息学院 姓名乔洪煜寒 学号2028410073 专业电科

实验日期_____ 成绩_____

【原始实验数据及实验现象记录】

项目 次数	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$	$\Delta d(\text{mm})$	$\lambda(\text{nm})$
1	52.00610	52.02154	0.01544	
2	52.02154	52.03695	0.01541	
3	52.03695	52.05242	0.01547	
4	52.05242	52.06756	0.01514	
5	52.06756	52.08280	0.01524	
6	52.08280	52.09762	0.01482	
7	52.09762	52.11242	0.01480	
				$\bar{\lambda} =$

大学物理实验报告

第三部分 (实验方法与结果讨论)

学部(院) 电子信息学院 姓名 乔洪煜寒 学号 2028410073 专业 电科

实验日期 _____ 成绩 _____

【实验方法及步骤】

1. 打开钠灯电源,熟悉干涉仪的仪器结构,并调整好实验光路。
 - ① 移开仪器罩,并打开钠灯电源,使钠灯预热。
 - ② 熟悉干涉仪的各部件功能,转动粗动和微动手轮,了解其与动镜位置之间的联动关系,学会如何进行动镜位置的刻度读数。
 - ③ 移动钠灯适当靠近干涉仪,并使之与分光板、固定反射镜 M_1 共线。
从小孔屏观察钠灯的光斑,可微调钠灯的高度,使光源的十字叉丝像位于分光板中央位置。
 - ④ 通过小孔屏观察到视场中有三个十字叉丝像但看不到干涉条纹,或只看到两个十字叉丝像但看到明暗相间的干涉圆弧或圆环。
 - ⑤ 调节固定镜后面的两个调节螺丝,将看到其中一个十字叉丝相对移动或干涉圆环变成圆弧。
 2. 将迈克耳逊干涉仪调整为待测状态,调节出等倾干涉圆条纹
 - ① 转动粗动手轮,以改变动镜 M_2 的位置,用目测使通过分光板分开的两路光的光程大致相等。
(动镜在导轨上的刻度为52mm左右)
 - ② 调节固定镜 M_2 后面的两个调节螺丝,透过小孔屏观察到视场中有三个十字叉丝像,其中一个十字叉丝与另外两个叉丝发生相对位移,而这另外两个叉丝之间的距离不发生改变(这两叉丝左边的一个较暗,右边的一个较亮)。
(动镜 M_2 的倾斜度已调好,实验中禁止调节)
 - ③ 继续调节固定镜 M_2 后面的两个调节螺丝,使移动的十字叉丝与两个不动的十字叉丝中的右边一个(较亮的)重合。将先看到干涉圆弧状条纹出现,再适当调节螺丝,出现明暗相间的同心圆环条纹,最后调节微调螺丝,将干涉圆环的圆心移动到视场的中央位置,这就将等倾干涉调好了。(属于非定域等倾干涉)
 3. 用迈克耳逊干涉仪测量光源光波的波长。
 - ① 根据观察到的圆环状干涉条纹粗细,可适当调节粗动手轮,以改变动镜距离,使看到的圆环又粗又清晰。
 - ② 对改变动镜位置的粗、微动手轮进行调零。即:先将微动手轮在某一方(按读数的增或减)旋转至指针与零刻度线对齐,然后再同方向转动粗动手轮使读数窗口中指针与刻度盘靠近的某刻度线对齐。
 - ③ 按以上同一方向转动微动手轮,观察干涉圆条纹的变化,如果开始条件没变化,则继续同方向转动微动手轮,直至观察到圆环的中心随手轮的转动均匀地产生条纹涌出或陷入的现象,同时还观察到圆环的圆心重复产生亮暗变化。
 - ④ 再缓缓转动微动手轮,使圆环的圆心为最暗,此时停止转动,读出并记录下动镜所在位置的刻度值。
 - ⑤ 继续同方向缓缓转动微动手轮,同时观察并计数圆环的圆心变暗的次数,一直计数到圆心50次变暗为止,再次读出并记录下动镜位置的刻度值。
 - ⑥ 继续重复⑤的操作步骤,再测量6次。
 - ⑦ 根据7次的测量值,分别计算钠光的波长,如果有误差太大的舍去,保证至少有5次的有效测量数据(若有效次数不够,继续补测),最后计算波长的平均值和总不确定度。
- 注:测量过程中可能测量几次,圆环变得太小或模糊不清,可继续同向或反向转动微动手轮直到条纹再次变大且清晰以后,再重复④和⑤操作步骤测量几次,使测量次数达到7次。

【实验数据处理及实验结果】

次数 \ 项目	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$	$\Delta d(\text{mm})$	$\lambda(\text{nm})$
1	52.00610	52.02154	0.01544	617.60000
2	52.02154	52.03695	0.01541	616.40000
3	52.03695	52.05242	0.01547	618.80000
4	52.05242	52.06756	0.01514	605.60000
5	52.06756	52.08280	0.01524	609.60000
6	52.08280	52.09762	0.01482	592.80000
7	52.09762	52.11242	0.01480	592.00000
			$\bar{\lambda} = 607.54286 \text{ nm}$	

A类: $S_{\Delta d} = \sqrt{\frac{\sum(\Delta d_i - \bar{\Delta d})^2}{n(n-1)}} = 1.07271 \times 10^{-4} \text{ mm}$

B类: $\sigma_{\Delta d} = \frac{\Delta d_{\text{允}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.0001 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 5.77350 \times 10^{-5} \text{ mm}$

$U_{C,\Delta d} = \sqrt{S_{\Delta d}^2 + \sigma_{\Delta d}^2} = 1.21821 \times 10^{-4} \text{ mm}$

$\Delta k = 50$

$\Delta \lambda = \frac{2}{\Delta k} U_{C,\Delta d} = 4.87285 \text{ nm}$

$\bar{\lambda} = 607.54286 \text{ nm}$

$\frac{k(\lambda)}{\bar{\lambda}} = \sqrt{\left(\frac{U_{C,\Delta d}}{\bar{\Delta d}}\right)^2} = 8.01984 \times 10^{-3}$

$k(\lambda) = 5 \text{ nm}$

$\lambda = \bar{\lambda} \pm k(\lambda) = (607.54286 \pm 5.00000) \text{ nm}$

【问题讨论】

分析扩束激光和钠光产生的圆形干涉条纹的差别。

答: 只有一点, 就是最大光程差的差别。由于扩束激光的相干性比钠光灯好得多, 因此其波列长度也长, 继而相干光束的最大光程差等于波列长度。因此用扩束激光干涉, 能看到条纹的最大光程差大于用钠光时的。