

利用迈克尔逊干涉仪测量玻璃薄片的折射率

迈克尔逊干涉仪是美国物理学家迈克尔逊和穆雷合作设计制作出来的光学仪器。迈克尔逊干涉仪使用分振幅法产生双光束以实现干涉的仪器。迈克尔逊干涉仪在基本结构和设计思想上给科学工作以重要启迪,为后人研制各种干涉仪打下了基础。迈克尔逊干涉仪在物理学中有十分广泛的应用,如利用迈克尔逊干涉仪我们可以测定某一光波的波长,同样,利用迈克尔逊干涉仪,利用光的等厚干涉现象,可以测定某一已知厚度的普通透明物质(玻璃,水等)的折射率。本次实验,就是利用迈克尔逊干涉仪和光的等厚干涉知识,来测定一玻璃片的折射率。

【实验目的】

1. 了解迈克尔逊干涉仪的原理、结构以及调整方法;
2. 观察迈克尔逊干涉仪的白光干涉条纹;
3. 掌握迈克尔逊干涉仪测量玻璃片折射率的方法。

【实验仪器】

迈克尔逊干涉仪、氦氖激光器、扩束透镜、白光光源、待测薄玻璃样品、千分尺。

【实验原理】

迈克尔逊干涉仪工作原理见实验教材 258 页。若迈克尔逊干涉仪的 M_1 与 M_2' 成一很小的交角,同时将光源更换为面光源,则能在 M_1 附近直接观察到等厚干涉条纹(不是在屏幕上)。由于入射光倾角 θ 的影响,只有在 M_1 与 M_2' 之间距离等于零时,两面之间相交的一条直线附近的干涉条纹才近似是等厚条纹(见图 1)。随着 θ 的增大,直条纹将逐渐弯曲。因此使用白光做光源时,在正中央 M_1 、 M_2' 交线处 ($d \neq 0$) 及附近才能看到干涉花纹。对各种波长的光来说,在交线上的光程差都为 0,故中央条纹是白色的。特别地,由于 M_1 与 M_2' 形成两劈尖正对的结构,所以中央白条纹两旁有十几条对称分布的彩色条纹。据此可以很容易判别出中央明条纹的位置(见图 2)。

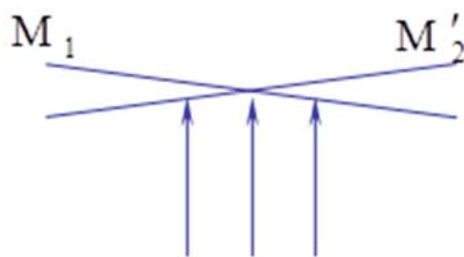


图 1 等厚干涉光路示意图

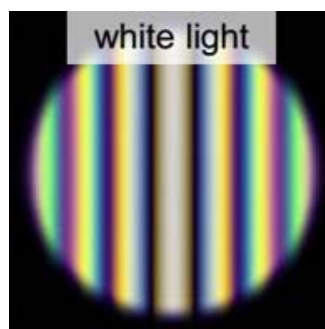


图 2 白光干涉条纹示意图

实验时，首先调节出白光的等厚干涉花样，形成中央一条亮线、两侧彩色条纹对称分布的状态，记下此时的鼓轮读数 m_1 。然后将厚度为 l 的待测薄玻璃片放入 M_1 镜所在光路中，注意玻璃片相对 M_1 镜平行。接下来转动微动鼓轮，使 M_1 镜向屏幕方向移动，直到白光的等厚干涉条纹再次出现(特别注意途中微动鼓轮不能反转)。记下这时的鼓轮读数 m_2 。 m_1 与 m_2 之差就是 M_1 镜移动的距离 Δd ，这一距离与薄玻璃片带来的附加光程差 $l(n-1)$ 相等，即：

$$\Delta d = l(n-1) , \quad (1)$$

进而有：

$$n = \frac{\Delta d}{l} + 1 \quad (2)$$

利用 (2) 式可以求得玻璃片折射率。

【实验内容与步骤】

1. 观察等厚干涉的变化

先利用氦氖激光器，在观察等倾干涉的基础上，继续增大或减少光程差，使 $d \rightarrow 0$ (即转动微动鼓轮，使 M_1 、 G_1 镜的距离逐渐等于 M_2 、 G_1 镜之间的距离)，则逐渐可以看到等倾干涉条纹的曲率由大变小 (条纹慢慢变直)，再由小变大 (条纹反向弯曲又成等倾条纹) 的全过程。将位置调整在条纹曲率由大变小和由小变大的临界处。

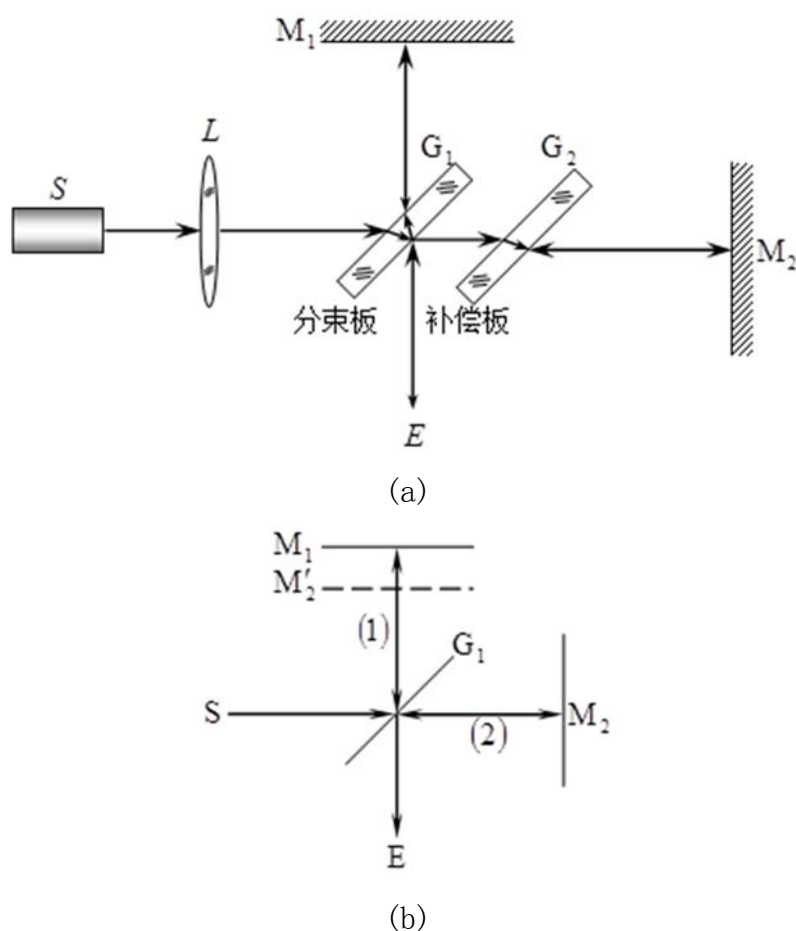


图 3 迈克尔逊干涉仪原理图

2. 观察白光彩色条纹，测量薄玻璃片的折射率

接上一步，去掉屏幕，用眼睛直接观察。利用白光光源代替激光光源，注意在白光光源前放一块毛玻璃片。慢慢转动**微动鼓轮**，可以在 M_1 镜附近看到彩色条纹(如图 2 所示)。中间一条条纹呈白(或黑)色，两旁等距对称地分布有十余条外红内紫的彩带。依据彩色条纹的对称性，可以判别中央条纹的位置。将中央条纹移至视场中央，记下此时的鼓轮读数 m_1 。将厚度为 l 的待测薄玻璃片放入 M_1 镜所在光路中。注意玻璃片相对 M_1 镜平行。接下来转动**微动鼓轮**，使 M_1 镜向屏幕方向移动（**思考为什么？**），直到白光的等厚干涉条纹再次出现(特别注意途中微动鼓轮不能反转)。记下这时的鼓轮读数 m_2 。 m_1 与 m_2 之差就是 M_1 镜移动的距离 Δd ，利用 (2) 式可以求得薄玻璃片的折射率

【实验数据记录】

- 1、以上实验步骤重复 6 次，记录 6 组数据，并填入参考表格。
- 2、利用千分尺测出该待测厚度均匀玻璃的厚度 D ，测 6 次，取平均值。
- 3、利用公式计算出玻璃的折射率。

表格 1: 测玻璃折射率

	1	2	3	4	5	6	平均值
d1/mm							
d2/mm							
D/mm							

【思考题】

1. 什么是等厚干涉和等倾干涉？它们分别在什么条件下出现？能举出你见到过的等厚和等倾干涉的例子吗？
2. 在本实验的操作过程中，你认为特别要注意的操作有哪些？你认为误差来源有哪些？
3. 测量玻璃片的折射率，你还能想到哪些方法，试举例一二。
4. 试举出迈克尔逊干涉仪的其它应用。