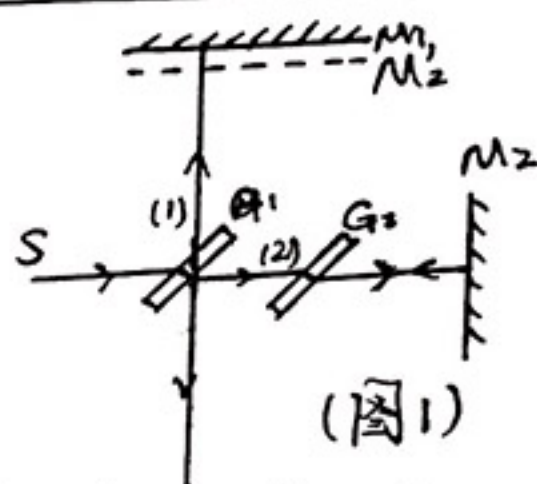


【实验目的】

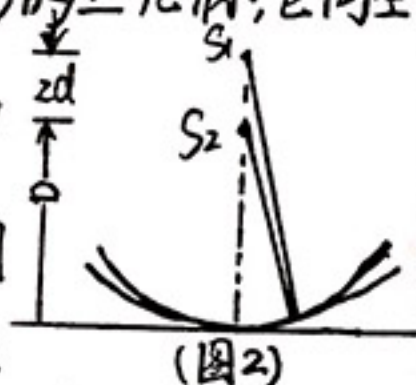
1. 了解迈克尔逊干涉仪的结构并掌握调节方法。
2. 观察等倾、等厚干涉现象，加深对干涉理论的理解。
3. 测量钠光波长及相干长度。
4. 设计测量空气折射率装置。

【实验原理】（电学、光学画出原理图）

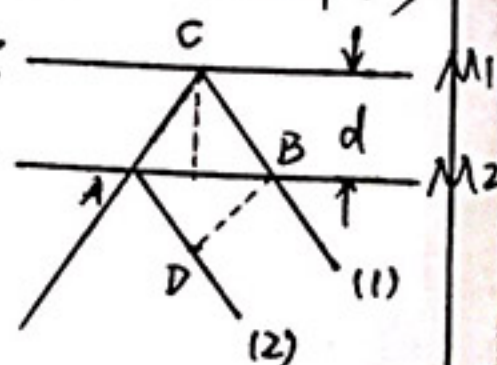
迈克尔逊干涉仪是利用分振幅法产生双光束以实现干涉的仪器。它的光路如图1所示。从光源S发出的一束光线射到分光板 G_1 上， G_1 的后表面有半透明的铬膜，它将入射光分成振幅近似相等的二束光。这束光射向互相垂直的互相垂直的全反射镜 M_1 和 M_2 ，经 M_1 和 M_2 反射后又汇于分光板 G_1 ，这二束光为相干光，所以我们可在E的方向观察到干涉条纹。 G_2 为补偿板，其物理性能和几何形状和 G_1 一样，但不镀膜，它的引进使二束相干光的光程差完全与波长无关，且保证了光束1在和光束2在玻璃中的光程相等。



1. 点光源产生的非定域干涉：用凸透镜会聚的激光束是一个很好的点光源，它向空间发射球面波，从 M_1 和 M_2 反射后可看成由两个光源 S_1 和 S_2 发出的。如图2，由 S_1 、 S_2 到屏上任一点A，两光线的光程差为： $L = 2d \cos \theta$ 。所以由上式可知，当 $\theta = 0$ 时光程差最大，即圆心E点所对应的干涉级数最高，且有 $\Delta d = \Delta N \cdot \frac{\lambda}{2}$ （ ΔN 为增加或减少的条纹数目；同时 d 增大时，程差 L 每改变一个波长 λ 所需要的 θ 的变化值减小。看上去条纹变细密，反之变粗稀。



2. 扩展的面光源产生的定域干涉：当扩展光源时，干涉条纹都有一定的位置。这种干涉被称为定域干涉，对于定域干涉中的等倾干涉条纹，定位于无穷远，而定域干涉中的等厚干涉条纹，定位于镜面附近。如图3，当 M_1 和 M_2 平行时，入射角 θ 的光线经从 M_1 和 M_2 反射成为“1”和“2”两束光（图3），这两束光的光程差为：



$$L = AC + CB - AD = \frac{2d}{\cos \theta} - 2d \tan \theta \cdot \sin \theta = 2d(1/\cos \theta - \sin^2 \theta / \cos \theta) = 2d \cdot \cos \theta \quad (\text{图3})$$

【实验内容】（重点说明）

1. 观察干涉条纹:

- (1) 非定域干涉条纹的调节: 为获得肉眼直接可观察得到的干涉条纹, 要求两束相干光的传播方向夹角很小。作如下调节: 在 He-Ne 激光器前设一小孔光阑, 使激光束通过小孔。然后调节后面三个螺丝, 使光点反射回光阑上与小孔重合, 再调节螺丝, 使光点反射恰与之前的反射光相遇, 这样就基本保证两光线平行了。接下来去掉光阑, 调节聚焦使成像。转动手轮观察条纹变化。
- (2) 定域干涉条纹的调节: 于倾条纹放一毛玻璃, 调节 M_2 螺丝, 使各圆大小不随眼睛位置变化而变化。等厚干涉使两光线有一个很小的夹角, 这时视场中会出现直线干涉条纹。

2. 测量:

- (1) 测量 He-Ne 的激光的波长: 利用非定域的干涉条纹测量波长。移动 M_1 以改变 d , 记下多出或减少的条纹数目, 利用公式计算出入, 每累进 50 条纹数目读取一次数据, 连续取 10 次, 用逐差法处理。
 - (2) 测量钠黄光的波长: 利用定域干涉等厚条纹测量波长, 数据记录表格自拟。
- ### 3. 观察白光干涉
- 用白炽灯照明毛玻璃作为光源, 调节迈克尔逊干涉仪两臂相导, 观察白光等厚干涉的特点条纹排列, 弯曲情况及条纹与光程差的关系。

【实验器材及注意事项】

实验器材: 迈克尔逊干涉仪、钠光灯、毛玻璃片。

注意事项: 1. 钠光灯需提前开启数分钟之后才会完全发光。

2. 注意调节钠光灯、毛玻璃片及干涉仪之间的直线关系, 使得入光量达到最大同时图线光线明晰。

3. 做完实验后要注意及时关闭钠光灯, 保护钠光灯的使用寿命。

4. 实验完成之后注意清理桌面, 关闭仪器电源等。

5. 读数时, 旋轮旋转方向只能往单方面旋转而计数。

【数据处理与结果】

冒出圈数	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
mm → 刻度读数	50.8721	50.8889	50.9039	50.9192	50.9343	50.9495	50.9645	50.9796	50.9947	51.0095
每50圈读数差 (mm)	0.07732 (d ₂₅₀ -d ₀)	0.07558 (d ₃₀₀ -d ₅₀)	0.07568 (d ₃₅₀ -d ₁₀₀)	0.07526 (d ₄₀₀ -d ₁₅₀)	0.07522 (d ₄₅₀ -d ₂₀₀)					

钠光灯的理论波长值为: 589.3 nm

每50圈读数差的平均数为: $\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \Delta d_i = 0.075812 \text{ mm}$

故通过逐差法可计算得 $\Delta d = \frac{\Delta d_i}{5} = 0.0151682 \text{ mm} = 1.51682 \times 10^{-5} \text{ m}$

由 $\Delta d = \Delta N \cdot \frac{\lambda}{2}$ 得: $\lambda_{\text{测}} = 2 \cdot \frac{\Delta d}{\Delta N}$ 此处 ΔN 为 50 即有:

$$\lambda_{\text{测}} = 2 \times \frac{1.516812}{50} \times 10^{-5} \text{ m} = 6.06496 \times 10^{-7} \text{ m} = 606.496 \text{ nm}$$

以下为误差计算:

$$d_{250} - d_{50}: \frac{0.07732 \text{ mm}}{5} \div 50 \times 2 = 618.56 \text{ nm} = \lambda_1$$

$$d_{300} - d_{50}: \frac{0.07558}{5} \div 50 \times 2 \text{ mm} = 604.64 \text{ nm} = \lambda_2$$

$$d_{350} - d_{100}: \frac{0.07568}{5} \div 50 \times 2 \text{ mm} = 605.44 \text{ nm} = \lambda_3$$

$$d_{400} - d_{150}: \frac{0.07526}{5} \div 50 \times 2 \text{ mm} = 602.08 \text{ nm} = \lambda_4$$

$$d_{450} - d_{200}: \frac{0.07522}{5} \div 50 \times 2 \text{ mm} = 601.76 \text{ nm} = \lambda_5$$

$$\text{故计算得标准差为: } S = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^5 (\lambda_i - \lambda_{\text{测}})^2} = 6.92876 \text{ nm}$$

$$\text{故 } \mu_A = \frac{S}{\sqrt{5}} = 3.09863 \text{ nm}, \mu_B = \pm 0.004 \text{ nm}, \text{ 故 } \mu = \sqrt{\mu_A^2 + \mu_B^2} = 3.09864 \text{ nm}$$

$$\text{故入测} = (606.496 \pm 3.09864) \text{ nm}$$

计算出的误差率为:

$$\frac{606.496 - 589.3}{589.3} \times 100\% = 2.97\%$$

【误差分析】

1. 分析我的数据可以发现除了第一组数据外其它组数据都还比较稳定。原因可能是刚开始读数时齿轮间隙有摩擦，没有先转几圈再读数。
2. 此外在数圈数时数到后来眼睛都快花了，可能多少有些视觉疲劳感。
3. 仪器自身的机械老化故障，读数齿轮有滑齿的现象出现。
4. 后面的时候条纹清晰度降低，影响了圈数计数。

【实验心得及思考题】

实验心得：光学实验中测量距离的转轮使用时一定要消除齿轮间隙中的误差，注意一定不能在计数的过程中反方向转。此外，保持眼睛的休息，做一段时间该稍微休息一下再行计数，对身体和实验都好。

思考题：1. 非定域干涉为点光源照明产生的干涉条纹，在任何地方都能看到，而定域干涉只有用凸透镜成像于后焦面或直接用人眼观察（等倾），等厚的定域干涉也要用凸透镜成像才能观测。（^可非为点光源，后者为面光源）

2. 两个最亮的像重合时可为 AA' 且干涉条纹为圆条纹时
3. 用自光的定域等厚干涉，找到没有色散的位置（即一条黑线的位置）
4. 齿轮间存在间隙，为对测量产生较大误差，可通过单向旋转和提前转完空程来避免。

5. 光程差为以表示为： $\delta = 2(n_1 L_1 - n_2 L_2)$ 其中 n_1, n_2 为光 L_1, L_2 介质上的折射率，当介质上折射率改变 Δn 时，干涉条纹变化 Δk ，故有

$\Delta n_1 = \frac{\Delta k \lambda_0}{2L_1}$ ，故利用压强改变和迈克^逊干涉仪可实现折射率测定。

【数据记录及草表】

0	50.87221 mm	50.87221 mm
50	50.88832 mm	50.88893 mm
100	50.90232 mm	50.90394 mm
150	50.91883 mm	50.91923 mm
200	50.93308 mm	50.93431 mm
250	50.94715 mm	50.94953 mm
300	50.96237 mm	50.96451 mm
350	50.97695 mm	50.97962 mm
400	50.99201 mm	50.99449 mm
450	51.00739 mm	51.00953 mm

教师签字: 李群飞