

原始记录

测量用

测量次数	x_1/mm	x_2/mm	sd/mm	\bar{sd}/mm
1	20.000	19.604	0.01584	
2	15.000	15.412	0.01648	0.0156
3	20.000	19.740 19.640	0.01440	

同

同

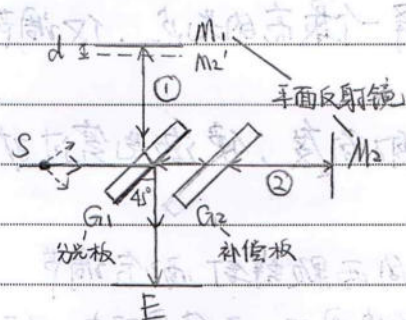
同

实验目的

1. 观察等倾干涉现象, 加深对等倾干涉理论的理解.
2. 了解迈克尔逊干涉仪的结构、原理和调节方法.
3. 测量激光的波长.

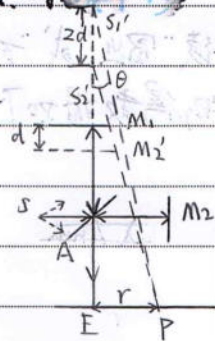
实验原理

1. 迈克尔逊干涉仪的光路组成及结构



G_1 和 G_2 是两个平行放置, 折射率和厚度都完全相同的平面玻璃板, 其中 G_1 称为分光板, G_2 称为补偿板。 M_1 和 M_2 是两个平面反射镜, 其中 M_1 固定不动, M_2 可左右平移。

2. 等倾干涉



当 M_2 与 M_1 严格垂直时, 经 M_2 与 M_1 反射发出的光束在 P 点的光程差为

$$\delta = 2d \cos \theta$$

当 d 一定时, δ 的大小随入射角 θ 的变化而变化。入射角相等的光线将具有相同的光程差, 且在垂直于轴臂方向的截面上叠加形成干涉图样, 称为等倾干涉。

3. 测量激光波长

当光程差 $\delta = k\lambda$ 时, 干涉环为亮环; 当 $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ 时为暗环。每从中心“陷入”或“冒出”一个圆环, d 相应减少或增加 $\frac{\lambda}{2}$ 的距离。

设“陷入”或“冒出”环数为 N , 相应 d 的改变量为 Δd , 则

$$\Delta d = N \cdot \frac{\lambda}{2}, \text{ 即 } \lambda = \frac{2\Delta d}{N}$$

若 N 已知, 测得 Δd 可得激光的波长 λ 。

实验仪器

迈克尔逊干涉仪、氦-氖激光发生器

实验步骤与数据记录

1. 开启激光发生器电源，取下扩束镜。
2. 通过粗调测微头移动 M_2 ，观察使 M_1 、 M_2 到分光板 G_1 的距离大致相等。
3. 透过观察屏，从每排激光亮斑中各自选择一个最亮的光点，仅调节 M_2 后的两颗调节螺钉，使这两个光点重合。
4. 放入扩束镜，调节激光发生器的俯仰角及入射角度，使激光穿过扩束器中心。
5. 透过观察屏可见大面积红光，再次微调 M_2 后方的两颗螺钉，配合调节粗调测微头，直至视场中出现稀疏合适、清晰的圆环，并使圆环中心位于视场中央。
6. 记录 M_2 的初始位置 x_1 ，缓慢转动精调测微头，观察连续“冒出”或“陷入”50个条纹后， M_2 的末位置 x_2 ，重复以上测量过程3次，测得数据如下：

测量次数	x_1/mm	x_2/mm	$\Delta d/\text{mm}$	$\bar{\Delta d}/\text{mm}$
1	20.000	19.604	0.01584	
2	15.000	15.412	0.01648	0.0156
3	20.000	19.640	0.01440	

实验数据处理

已知标准值 $\lambda_0 = 650 \text{ nm}$, 环数 $N = 50$

由测量数据得, $\lambda = \frac{2\alpha d}{N} \approx 623 \text{ nm}$

$$E = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} \approx 4.2\%$$

实验结论

通过此次实验，我学会了迈克耳逊干涉仪的调整与使用，并测得激光波长为 623 nm ，相对误差为 4.2% 。

实验讨论

1. 本实验存在的误差以及迈克耳逊干涉仪的改进。

- ① 光源并非严格单色，实际光源会发射一个非常窄但并非理想单色的谱线，包含一定的波长范围 $\Delta\lambda$ ，导致测量结果的不确定性。
- ② 分光板和补偿板并非严格平行，引入额外的光程差。
- ③ 反射镜表面存在污渍或微小不平整，导致条纹的清晰度和对称性降低。
- ④ 环境因素干扰读数，如振动或空气扰动。

改进：在入射光后加装滤光片，进一步提高入射光的单色性；
在光学元件表面镀膜，提高效率并减少杂散光；
采用影像设备辅助读数，减少读数误差。

2. 迈克耳逊干涉原理的应用

- ① 精密长度（位移）测量
- ② 测量光的波长
- ③ 测量透明介质的折射率。

思考题

1. 迈克耳孙干涉仪是利用分光板的反射和透射,把来自同一光源的光线用分振幅法分成两束相干光,以实现光的干涉的一种精密光学仪器,主要用于测量长度的微小变化或光的波长.
2. 补偿板的作用是什么?
消除两束光因通过分光板次数不同而产生的光程差.
3. 如何调出同心干涉条纹?
调整干涉仪的两个^{分光}反射镜,使两个镜面严格平行.通过观察屏,缓慢转动精密调测微头,当出现中心明暗交替变化的圆形条纹时即表示调出同心干涉条纹.若条纹不对称,则需重新调平平行度.
4. 薄膜厚度对条纹间距有何影响?
由 $\Delta x \propto \frac{\lambda}{2\theta}$ 得,当薄膜厚度变大时,条纹间距减小.