

# 光源的时间相干性

郑熔 2300011359 1组 13号

## 1. 观测白光的相干长度:

用等厚条纹观察, 将M - 干涉仪调出自光干涉条纹, 得到M<sub>1</sub>镜此时的位置(等光程位置)读数d<sub>0</sub>:

$$d_0 = 50.010 \text{ mm}$$

白光干涉条纹的对称中心两侧的黑色条纹数:

$$k_1 \approx 2$$

估算白光的相干长度:

$$\Delta L_{1\max} \approx k_1 \lambda_1 = 1.10 \times 10^3 \text{ nm}$$

求出相干时间t:

$$t = \frac{\Delta L_{1\max}}{c} = \frac{1.10 \times 10^3 \text{ nm}}{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}} = 3.67 \times 10^{-15} \text{ s}$$

## 2. 观测窄带白光的相干长度:

白光经黄干涉滤光片滤光后:

移过视场中央的条纹数:

$$k_3 \approx 48$$

投射黄光的相干长度:

$$\Delta L_{3\max} \approx k_3 \lambda_3 = 48 \times 5.78 \times 10^2 \text{ nm} = 2.7744 \times 10^4 \text{ nm}$$

求出相干时间t:

$$t = \frac{\Delta L_{3\max}}{c} = \frac{2.7744 \times 10^4 \text{ nm}}{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}} = 9.248 \times 10^{-14} \text{ s}$$

## 3. 观察汞灯黄光的相干长度:

低压汞灯经黄干涉滤光片后得到汞黄光。用近似的等倾条纹观测。M<sub>1</sub>镜到某位置d<sub>max</sub>时可见度降为0, 再也看不见条纹了。

$$d_{\max} = 64.300 \text{ mm}$$

则低压汞灯黄光的相干长度:

$$\Delta L_{5\max} = 2(d_{\max} - d_0) = 28.580 \text{ mm}$$

相干时间t:

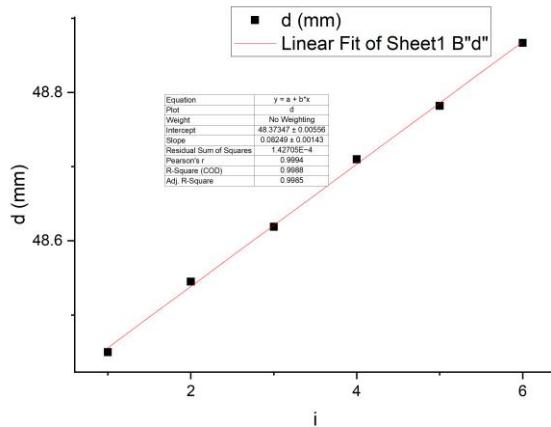
$$t = \frac{\Delta L_{5\max}}{c} = \frac{28.580 \text{ mm}}{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}} = 9.53 \times 10^{-11} \text{ s}$$

#### 4. 测定汞黄双线的波长差 $\Delta\lambda$

依次记下可见度为零时，M<sub>1</sub>镜的位置读数d<sub>i</sub>，填入下表：

拍的节点	1	2	3	4	5	6
d <sub>i</sub> /mm	48.450	48.545	48.619	48.710	48.782	48.867

使用 Origin 进行最小二乘拟合，图像呈现在下方：



相应的拟合数据为：

$$k = 0.0825 \text{ mm}$$

$$b = 48.375 \text{ mm}$$

$$r = 0.9994$$

不确定度分析：

$$\sigma_k = 0.00143 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 0.00556 \text{ mm}$$

可见度两次相继为零的过程中M<sub>1</sub>镜移动的距离 $\Delta d$ ：

$$\Delta d \pm \sigma_{\Delta d} = (0.0825 \pm 0.0014) \text{ mm}$$

$$\Delta\lambda \approx \frac{\lambda^2}{2\Delta d} = 2.03 \text{ nm}$$

$$\sigma_{\Delta\lambda} = \Delta\lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{2\sigma_{\lambda}}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\Delta d}}{\Delta d}\right)^2} = 0.03 \text{ nm}$$

故：

$$\Delta\lambda = (2.03 \pm 0.03) \text{ nm}$$

其中，将 $\sigma_{\lambda}$ 估计为两条谱线的波长差，也就是

$$\sigma_{\lambda} = \lambda_{Hg1} - \lambda_{Hg2} = 579.1 - 577.0 = 2.1 \text{ nm}$$

因此还可以得出，测量值与参考值的相对误差为：

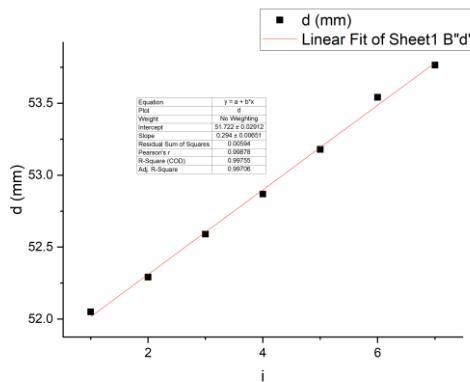
$$E_{\Delta\lambda} = \frac{\Delta\lambda - \Delta\lambda_c}{\Delta\lambda_c} = 0.33\%$$

## 5. 测定钠双黄线的波长差

依次记下可见度为零时， $M_1$ 镜的位置读数 $d_i$ ，填入下表：

拍的节点	1	2	3	4	5	6	7
$d_i/mm$	52.050	52.292	52.590	52.869	53.179	53.541	53.765

使用 Origin 进行最小二乘拟合，图像呈现在下方：



相应的拟合数据为：

$$k = 0.294 \text{ mm}$$

$$b = 51.722 \text{ mm}$$

$$r = 0.9988$$

不确定度分析：

$$\sigma_k = 0.006 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 0.02912 \text{ mm}$$

可见度两次相继为零的过程中 $M_1$ 镜移动的距离 $\Delta d$ :

$$\begin{aligned} \Delta d \pm \sigma_{\Delta d} &= (0.294 \pm 0.006) \text{ mm} \\ \Delta \lambda &\approx \frac{\lambda^2}{2\Delta d} = 0.591 \text{ nm} \\ \sigma_{\Delta \lambda} &= \Delta \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{2\sigma_\lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\Delta d}}{\Delta d}\right)^2} = 0.012 \text{ nm} \end{aligned}$$

故：

$$\Delta \lambda = (0.591 \pm 0.012) \text{ nm}$$

其中，将 $\sigma_\lambda$ 估计为两条谱线的波长差，也就是

$$\sigma_\lambda = \lambda_{\text{Na}1} - \lambda_{\text{Na}2} = 589.592 - 588.995 = 0.597 \text{ nm}$$

因此还可以得出，测量值与参考值的相对误差为：

$$E_{\Delta \lambda} = \frac{\Delta \lambda - \Delta \lambda_c}{\Delta \lambda_c} = 1.00\%$$

## 6. 分析与讨论

在调节白光干涉，要旋转许久的细准焦螺旋才能看到稍纵即逝的白光干涉；在调节等倾干涉时，去要反复调节旋钮才能让条纹不吞不吐。这些都需要耐心和眼力。

本实验在测量汞双黄线和钠双黄线的波长时，需要用眼判断条纹是否消失，受主观因素影响大。因此若在脑海中制定一套统一的判断标准，并且测量尽可能多的数据，则可以让实验数据误差更小一些。