# 光源的时间相干性

1．观测白光的相干长度:

用等厚条纹观察，将M－干涉仪调出白光干涉条纹，得到$M_1$镜此时的位 置（等光程 位置)读数$d_0$:

$$d_0 = 50.010mm$$

白光干涉条纹的对称中心两侧的黑色条纹数:

$$k_1 \simeq 2$$

估算白光的相干长度:

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

求出相干时间t:

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

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:

$$k_3 \simeq 48$$

投射黄光的相干长度:

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

求出相干时间t:

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

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。$M_1$镜到某位置$d_{max}$ 时 可 见度降为 0，再也看不见条纹了。

$$d_{max} = 64.300mm$$

则低压汞灯黄光的相干长度:

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

相干时间t:

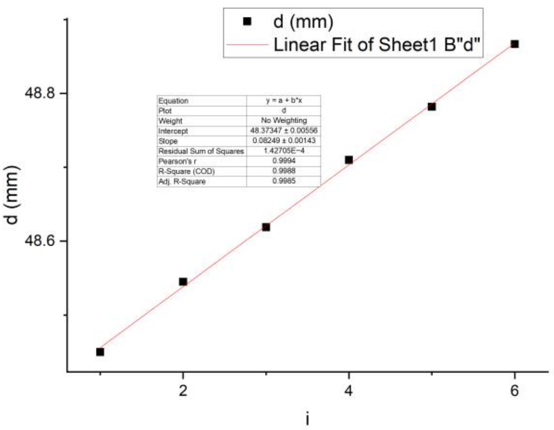
$$t = \frac{\Delta L_{5max}}{c} = \frac{28.580mm}{3.00 \times 10^8 m/s} = 9.53 \times 10^{-11} s$$

4．测定汞黄双线的波长差$\Delta\lambda$

依次记下可见度为零时，$M_1$镜的位置读数$d_i$，填入下表：

| 拍的节点 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_i/mm$ | 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：

$$\sigma_k = 0.00143mm$$
$$\sigma_b = 0.00556mm$$

可见度两次相继为零的过程中$M_1$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：

$$\Delta\lambda = (2.03 \pm 0.03)nm$$

其中，将$\sigma_\lambda$估计为两条谱线的波长差，也就是

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

因此还可以得出，测量值与参考值的相对误差为：

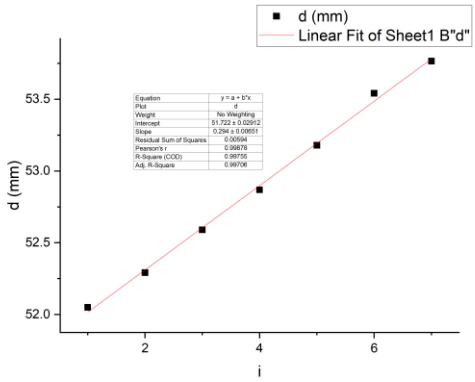
$$E_{\Delta\lambda} = \frac{\Delta\lambda - \Delta\lambda_c}{\Delta\lambda_c} = 0.33\%$$

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：

$$\sigma_k = 0.006mm$$
$$\sigma_b = 0.02912mm$$

可见度两次相继为零的过程中$M_1$镜移动的距离$\Delta d$：

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

故：

$$\Delta\lambda = (0.591 \pm 0.012)nm$$

其中，将$\sigma_\lambda$估计为两条谱线的波长差，也就是

$$\sigma_\lambda = \lambda_{\text{Na1}} - \lambda_{\text{Na2}} = 589.592 - 588.995 = 0.597nm$$

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，需要用人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。