

五、实验数据处理

实验1.激光双棱镜干涉

(1)原始数据记录

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i/mm	6.855	6.578	6.321	6.024	5.705	5.476	5.234	4.932	4.633	4.382
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
x_i/mm	4.16	3.82	3.538	3.275	2.972	2.72	2.458	2.219	1.932	1.612

	扩束镜	透镜成小像	透镜成大像
X/cm	15.8	42.6	83.4

	b/mm(小像)		b'/mm(大像)	
左	4.845	4.876	7.273	7.125
右	3.825	3.892	2.69	2.685

(2)数据处理

用逐差法计算条纹间距 Δx :

$$\overline{\Delta x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} |x_{i+10} - x_i|}{10 \times 10} = 0.2743mm$$

计算波长 λ :

$$\bar{b} = \frac{b_{\text{正}} + b_{\text{反}}}{2} = \frac{(4.845 - 3.825) + (4.876 - 3.892)}{2} = 1.002mm$$

$$\bar{b}' = \frac{b'_{\text{正}} + b'_{\text{反}}}{2} = \frac{(7.273 - 2.69) + (7.125 - 2.685)}{2} = 4.511mm$$

$$S = |15.8 - 42.6| = 26.8cm$$

$$S' = |15.8 - 83.4| = 67.6cm$$

$$\lambda = \frac{\Delta x \sqrt{\bar{b}\bar{b}'}}{S + S'} = 617.9nm$$

(3) 不确定度计算

Δx 的不确定度:

$10\Delta x$ 的A类不确定度:

$$u_a(10\Delta x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (10\Delta x_i - 10\overline{\Delta x})^2}{10 \times (10 - 1)}} = 0.009952mm$$

$10\Delta x$ 的B类不确定度:

$$u_b(10\Delta x) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.01}{2 \times \sqrt{3}} = 0.00289mm$$

$10\Delta x$ 的不确定度:

$$u(10\Delta x) = \sqrt{u_a(10\Delta x)^2 + u_b(10\Delta x)^2} = 0.01036mm$$

Δx 的不确定度:

$$u(\Delta x) = \frac{u(10\Delta x)}{10} = 0.001036mm$$

$$\frac{\Delta b}{b} = \frac{\Delta b'}{b'} = 0.025$$

b' 的不确定度:

$$u(b') = \frac{1.002 \times 0.025}{\sqrt{3}} = 0.01446mm$$

b 的不确定度:

$$u(b) = \frac{4.511 \times 0.025}{\sqrt{3}} = 0.06512mm$$

S 的不确定度:

$$\Delta S = \Delta S' = 0.5cm$$

$$u(S + S') = \sqrt{2} \times 0.289 = 0.409cm$$

不确定度的合成:

$$\ln \lambda = \ln \Delta x + \frac{1}{2}(\ln b + \ln b') - \ln(S + S')$$

$$\frac{\ln \lambda}{\lambda} = \frac{\ln \Delta x}{\Delta x} + \frac{1}{2}\left(\frac{\ln b}{b} + \frac{\ln b'}{b'}\right) - \frac{\ln(S + S')}{S + S'}$$

$$\frac{u(\lambda)}{\lambda} = \sqrt{\left[\frac{u(\Delta x)}{\Delta x}\right]^2 + \frac{1}{4}\left[\frac{u(b)}{b}\right]^2 + \frac{1}{4}\left[\frac{u(b')}{b'}\right]^2 + \left[\frac{u(S + S')}{S + S'}\right]^2} = 0.005742$$

$$u(\lambda) = 3.548nm$$

最终结果为:

$$\lambda \pm u(\lambda) = 618 \pm 4nm$$