

《普通物理实验》实验报告

实验名称 分光计的调节和掠入射法测量折射率 实验日期 2023 年 12 月 1 日
姓名 李灿辉 学号 2200017799 实验地点 南楼 333

第一部分 数据记录和数据处理

1 测定玻璃三棱镜顶角

表 1: 测定玻璃三棱镜顶角数据表

组数	θ'_1	θ''_1	θ'_2	θ''_2	$\psi = \frac{1}{2}(-\theta''_2 - \theta'_2 + \theta'_1 + \theta''_1)$	A
1	107°0'	286°54'	46°57'	226°57'	120°0'	60°0'
2	106°59'	286°54'	46°56'	226°57'	120°0'	60°0'
3	106°58'	286°54'	46°57'	226°57'	120°1'	59°59'

$$\bar{A} = 59^\circ 59' 40'' \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = e/\sqrt{3} = 1'/\sqrt{3} = 35'' \quad (2)$$

$$\sigma_{\bar{A}2} = \frac{1}{2}\sqrt{\sigma_{\theta'_1}^2 + \sigma_{\theta''_1}^2 + \sigma_{\theta'_2}^2 + \sigma_{\theta''_2}^2} = \sigma_\theta = 35'' \quad (3)$$

$$\sigma_{\bar{A}1} = 20'' \quad (4)$$

$$\sigma_{\bar{A}} = \sqrt{\sigma_{\bar{A}2}^2 + \sigma_{\bar{A}1}^2} = 40'' \quad (5)$$

$$\bar{A} = 59^\circ 59' 40'' \pm 40'' \quad (6)$$

2 用掠入射法测定三棱镜折射率

表 2: 出射极限角 φ 数据表

组数	θ'_3	θ''_3	θ'_4	θ''_4	$\phi = \frac{1}{2}(-\theta''_4 - \theta'_4 + \theta'_3 + \theta''_3)$
1	88°17'	268°18'	46°57'	226°58'	41°20'
2	88°21'	268°19'	46°58'	226°57'	41°22'
3	88°22'	268°18'	46°56'	226°57'	41°23'

$$\bar{\phi} = 41^\circ 21' 40'' \quad (7)$$

$$\sigma_\theta = e/\sqrt{3} = 1'/\sqrt{3} = 35'' \quad (8)$$

$$\sigma_{\bar{\phi}2} = \frac{1}{2}\sqrt{\sigma_{\theta'_3}^2 + \sigma_{\theta''_3}^2 + \sigma_{\theta'_4}^2 + \sigma_{\theta''_4}^2} = \sigma_\theta = 35'' \quad (9)$$

$$\sigma_{\bar{\phi}1} = 53'' \quad (10)$$

$$(11)$$

《普通物理实验》实验报告

实验名称 分光计的调节和掠入射法测量折射率 实验日期 2023 年 12 月 1 日
姓名 李灿辉 学号 2200017799 实验地点 南楼 333

$$\sigma_{\bar{\phi}} = \sqrt{\sigma_{\bar{\phi}2}^2 + \sigma_{\bar{\phi}1}^2} = 1'4'' \quad (12)$$

$$\bar{\phi} = 41^\circ 21'40'' \pm 1'4'' \quad (13)$$

$$n = \sqrt{1 + \left(\frac{\cos A + \sin \phi}{\sin A}\right)^2} = 1.6723 \quad (14)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \phi}\right)^2 \sigma_{\phi}^2} \quad (15)$$

$$= \sqrt{\left(\frac{(\cos A + \sin \phi) \cos \phi \sigma_{\phi}}{\sin A \sqrt{\sin^2 A + (\cos A + \sin \phi)^2}}\right)^2 + \left(\frac{(\cos A + \sin \phi)(1 + \cos A \sin \phi) \sigma_A}{\sin^2 A \sqrt{\sin^2 A + (\cos A + \sin \phi)^2}}\right)^2} = 0.0007 \quad (16)$$

$$\bar{n} = 1.6723 \pm 0.0007 \quad (17)$$

3 用最小偏向角法测定三棱镜折射率

使用颜色为绿色的汞灯谱线测量, 波长为 $\lambda = 546.07nm$

表 3: 最小偏向角法测定三棱镜折射率数据表

组数	θ'_6	θ''_6	θ'_5	θ''_5	$\delta_m = \frac{1}{2}(-\theta''_5 - \theta'_5 + \theta''_6 + \theta'_6)$
1	47°0'	227°3'	352°58'(-7°2')	173°1'	54°2'
2	107°7'	287°3'	53°7'	233°6'	53°59'
3	107°8'	287°5'	53°7'	233°6'	54°0'

$$\bar{\delta}_m = 54^\circ 0'20'' \quad (18)$$

$$\sigma_{\theta} = e/\sqrt{3} = 1'/\sqrt{3} = 35'' \quad (19)$$

$$\sigma_{\bar{\delta}2} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_{\theta'_5}^2 + \sigma_{\theta''_5}^2 + \sigma_{\theta'_6}^2 + \sigma_{\theta''_6}^2} = \sigma_{\theta} = 35'' \quad (20)$$

$$\sigma_{\bar{\delta}1} = 53'' \quad (21)$$

$$\sigma_{\bar{\delta}} = \sqrt{\sigma_{\bar{\delta}2}^2 + \sigma_{\bar{\delta}1}^2} = 1'4'' \quad (22)$$

$$\bar{\delta}_m = 54^\circ 0'20'' \pm 1'4'' \quad (23)$$

$$n = \frac{\sin((\delta_m + A)/2)}{\sin(A/2)} = 1.67762 \quad (24)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \delta_m}\right)^2 \sigma_{\delta}^2} \quad (25)$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\cos((\delta_m + A)/2) \sigma_{\delta}}{\sin(A/2)}\right)^2 + \left(\frac{\cos(\delta_m/2) \sigma_A}{\sin^2(A/2)}\right)^2} = 0.0004 \quad (26)$$

$$\bar{n} = 1.6776 \pm 0.0004 \quad (27)$$

《普通物理实验》实验报告

实验名称 分光计的调节和掠入射法测量折射率 实验日期 2023 年 12 月 1 日
姓名 李灿辉 学号 2200017799 实验地点 南楼 333

4 测定玻璃材料的色散曲线

由于光强和背景光因素,只能测到四条主要谱线。

表 4: 测定玻璃材料的色散曲线数据表

组数	颜色	波长 (nm)	θ'_6	θ''_6	θ'_5	θ''_5	$\delta_m = \frac{1}{2}(-\theta''_5 - \theta'_5 + \theta''_6 + \theta'_6)$	$n = \frac{\sin((\delta_m + A)/2)}{\sin(A/2)}$
1	绿	546.07	107°7'	287°3'	53°7'	233°6'	53°59'	1.6773
2	黄(中值)	578.02	107°20'	287°16'	53°41'	233°42'	53°25'	1.6719
3	蓝紫	435.84	108°35'	288°34'	52°13'	232°12'	56°22'	1.6996
4	暗绿	491.60	107°7'	287°4'	52°9'	232°10'	54°56'	1.6862

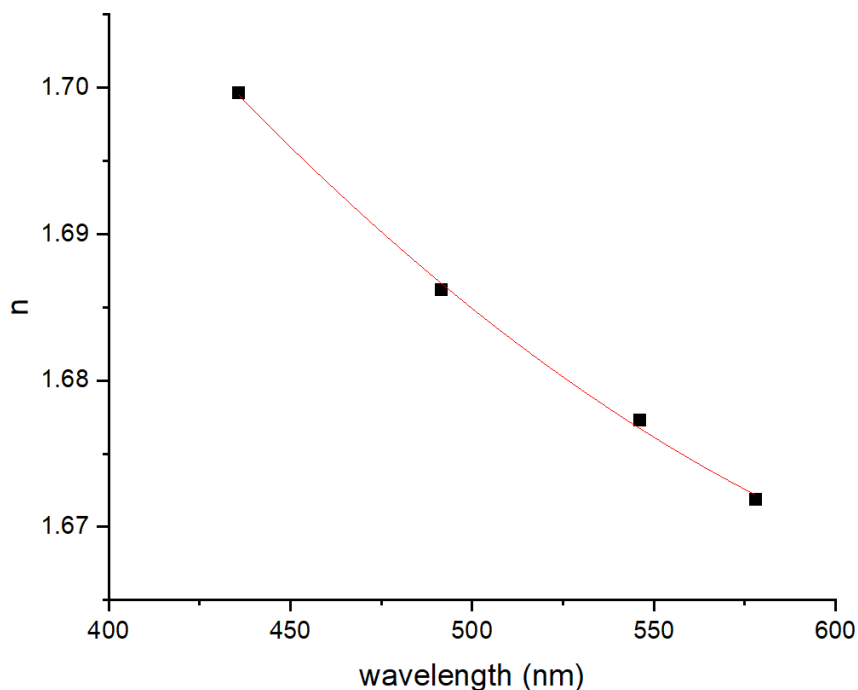


图 1: 玻璃材料的色散曲线数据图

利用柯西公式,拟合得到:

$$n = A + B/\lambda^2 + C/\lambda^4 \quad (28)$$

$$A = 1.630 \pm 0.010 \quad (29)$$

$$B = (0.015 \pm 0.005)\mu m^2 \quad (30)$$

$$C = (-3 \pm 6) \times 10^{-4}\mu m^4 \quad (31)$$

由于数据组数过少,无法得到比较精确的 C 值

《普通物理实验》实验报告

实验名称 分光计的调节和掠入射法测量折射率 实验日期 2023 年 12 月 1 日
姓名 李灿辉 学号 2200017799 实验地点 南楼 333

第二部分 分析、讨论、收获与感想

1 实验中测量误差来源分析

- 仪器允差: 本实验中, 分光计有 $1'$ 允差, 分光计仪表盘可能消除偏心差带来的二阶误差
- 分光计调节不够精确: 望远镜光轴、平行光管光轴与仪器转轴并未严格垂直或三棱镜光学面与镜筒不完全垂直
- 谱线宽度或像差和寻找最小偏向角位置带来的读数误差

2 调节过程中的注意事项

- 三棱镜的摆放方法应该使 b_1 、 b_2 、 b_3 能够独立调节
- 仪器每一部分调节完毕后, 应该锁死不能再调节
- 调节过程中应注意旋转时的施力位置防止滑移

3 收获与感想

- 通过本次实验, 学会了分光计的原理, 调节的基本操作和原因。
- 通过本次实验, 了解了光学实验中调节的重要性和光学实验与力学实验相比更高的精密度。
- 为了使谱线更清晰, 需要调节合适的谱线宽度, 并尽可能减小背景光强
- 实验调节过程的设计中应当尽可能优化调节方法, 使各自由度接近可以独立调节, 以加快调节速度, 提高精确度