

偏振光

学号: PB22511902 姓名: 王冬雪

实验仪器

半导体激光器（波长 650nm）、硅光电探头、偏振片、旋转样品台、光功率计（数字式检流计）、待测样品玻璃、光学调整支架，1/4 波片。

实验数据及处理

1. 测量半导体激光器的偏振度

表 1 半导体激光器光强极值与对应角度

光强极大值 (mW)	偏振片角度 (°)	光强极小值 (mW)	偏振片角度 (°)
4.890	80	0.036	168
4.898	259	0.038	348

由表，

$$\overline{I_M} = 4.894\text{mW}, \overline{I_m} = 0.037\text{mW}$$

于是偏振度

$$P = \frac{\overline{I_M} - \overline{I_m}}{\overline{I_M} + \overline{I_m}} = 0.9927$$

2. 验证马吕斯定律

根据实验数据，调整夹角+6°（这是由于起偏器透振方向并不与 0° 平行）。

表 2 调整后两偏振片夹角与透射光强

透振方向夹角 (°)	透射光强 (mW)	透振方向夹角 (°)	透射光强 (mW)	透振方向夹角 (°)	透射光强 (mW)
96	0.000	90	0.000	84	0.001
78	0.005	72	0.012	66	0.020
60	0.030	54	0.042	48	0.054
42	0.067	36	0.079	30	0.089
24	0.099	18	0.102	12	0.108
6	0.112	0	0.114	-6	0.112
-12	0.108	-18	0.102	-24	0.093

-30	0.083	-36	0.071	-42	0.059
-48	0.048	-54	0.035	-60	0.025
-66	0.015	-72	0.008	-78	0.002
-84	0.000	-90	0.000		

由上表数据，得下拟合曲线：

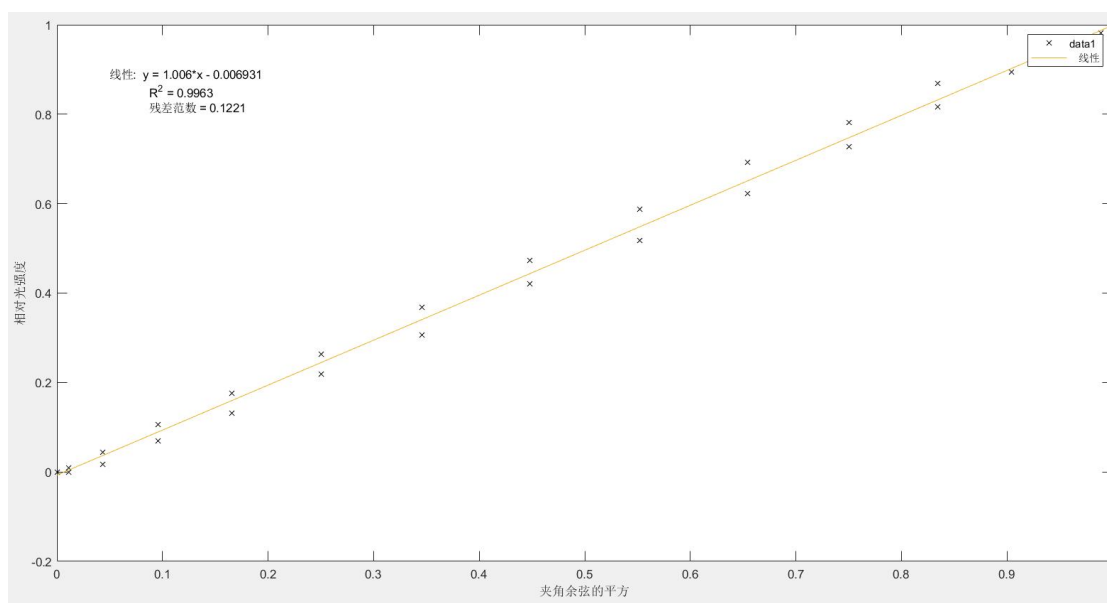


图 1 相对光强与夹角余弦平方拟合曲线

由图，

$$I/I_0 = 1.006\cos^2\theta - 0.006931$$

结果与马吕斯定律相符。

3. 测量样品折射率

原理：当入射角为布儒斯特角时，反射光只有s方向分量。通过起偏器的光为线偏振光。若使起偏器透振方向在反射平面内，那么反射光只有p方向分量，当入射角为布儒斯特角时，反射光消失。

仪器：半导体激光器（波长 650nm）、硅光电探头、偏振片、旋转样品台、光功率计（数字式检流计）、待测样品玻璃、光学调整支架。

步骤：1. 调节起偏器，使其透振方向在反射平面（水平面）内。2. 调整旋转样品台，使样品反射光斑与激光器出口重合，记录样品台示数 i_0 。3. 调节入射角，直至光屏上反射光斑最弱。4. 微调起偏器，使反射光斑最弱。5. 记录样品台示数 i' 。

光路图（当 $i = i_B$ 使反射光线消失）：

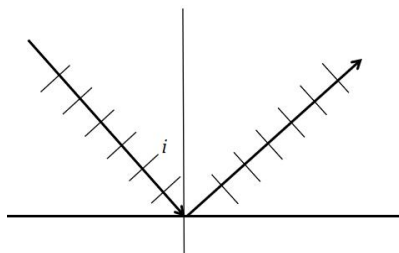


表 3 折射率测量数据 ($i_0 = 7^\circ 48'$)

i'	$65^\circ 11'$	$64^\circ 11'$	$65^\circ 10'$	$64^\circ 36'$	$64^\circ 20'$	$64^\circ 16'$
i_B	$57^\circ 23'$	$56^\circ 23'$	$57^\circ 22'$	$56^\circ 48'$	$56^\circ 32'$	$56^\circ 27'$

那么

$$\bar{i}_B = 56^\circ 49' 10''$$

$$\bar{n} = \tan \bar{i}_B \approx 1.530$$

下面计算它的不确定度（置信概率 0.950）。

实验用测量仪器为旋转样品台，故 $U_B = k_{0.950} \frac{\Delta_B}{C} = 1.960 \times \frac{1'}{3} \approx 0.001901$ 。

根据不确定度传递公式，

$$U_n^2 = \frac{1}{\cos^2 \bar{i}_B} (U_{i'}^2 + U_{i_0}^2)$$

其中， i_0 为定值，只有 B 类不确定度，

$$U_{i_0}^2 = U_B^2 \approx 3.612 \times 10^{-8}$$

由表 3，

$$\bar{i}' \approx 1.1278$$

$$U_{Ai'} = t_{0.950} \sqrt{\frac{\sum_1^6 (i' - \bar{i}')^2}{6 \times (6 - 1)}} \approx 7.611 \times 10^{-3}$$

那么，

$$U_{i'}^2 = U_{Ai'}^2 + U_{Bi'}^2 = U_{Ai'}^2 + U_B^2 \approx 5.797 \times 10^{-5}$$

则，

$$U_n = \sqrt{\frac{U_{i'}^2 + U_{i_0}^2}{\cos^2 56^\circ 49' 10''}} \approx 0.139$$

所以，

$$n = 1.530 \pm 0.139$$

由于 $\Delta n/n \approx 9.08\%$ ，测试结果较为理想。

4. 判断教室大屏显示器所发出光线的偏振状态

判断结果：线偏振光

判断过程：使光透过偏振片，旋转偏振片，现象为亮度有变化，存在消光。

5. 圆偏振光（或椭圆偏振光）的产生及检验

（1）产生

原理：偏振光产生线偏振光，偏振片透振方向与 $1/4$ 波片光轴有一定的角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) 时，产生椭圆偏振光。特别地，当 $\theta = \frac{\pi}{4}$ 时，产生圆偏振光。

仪器：半导体激光器（波长 650nm）、硅光电探头、偏振片、光功率计（数字式检流计）、 $1/4$ 波片、光学调整支架。

步骤：在激光器前置偏振片，测量透振方向；在偏振片后置 $1/4$ 波片，光轴与透振方向成 θ 角。

（2）检验

第一步，使光透过偏振片，旋转偏振片，观察光强变化及有无消光。第二步，使光通过依次 $1/4$ 波片（光轴与光强最大值或最小值方向平行）、偏振片，旋转偏振片，观察有无消光。

第一步有光强变化，无消光，第二步有消光的为椭圆偏振光。第一步无光强变化，第二步有消光的为圆偏振光。

思考题

1. 如何鉴别部分偏振光和椭圆偏振光？

使光通过依次 $1/4$ 波片（光轴与光强最大值或最小值方向平行）、偏振片，旋转偏振片，观察有无消光。椭圆偏振光有消光，而部分偏振光没有。

2. 在摄影的过程中，如果能合理地利用偏振光的原理就可以消除表面反射光的影响，拍摄出效果更佳的照片。请简述如何实现这一拍摄过程。

光在介质表面反射后是部分偏振光。调整拍摄角度，使反射光反射角大于布儒斯特角，这时反射光为线偏振光。在镜头上置偏振片，旋转直至偏振片透振方向与线偏振光偏振方向垂直，这时消光，使照片消除了反射光影响。