

物理实验预习报告

实验名称: 光的偏振应用研究

指导教师: 姚星星老师

班级: -

姓名: -

学号: -

实验日期: 2025 年 12 月 8 日 星期 二 上午

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告（10 分）

1. 实验综述（5 分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过 500 字。）

光的偏振及其应用研究实验旨在通过观测光在介质界面的反射特性，深入理解光的横波性质。本次实验的核心在于利用布儒斯特角原理测定介质的折射率，并验证线偏振光遵循马吕斯定律。

实验原理：

1. 菲涅尔公式与偏振光的反射特性

光波作为电磁波，在两种介质界面（如空气与玻璃）反射时，其反射特性强烈依赖于光的偏振态。如图 1 所示，将入射光矢量分解为两个正交分量：

- S 分量（图 1-1）：光矢量垂直于入射面（垂直纸面，用圆点表示）。
- P 分量（图 1-2）：光矢量平行于入射面（在纸面内，用箭头表示）。

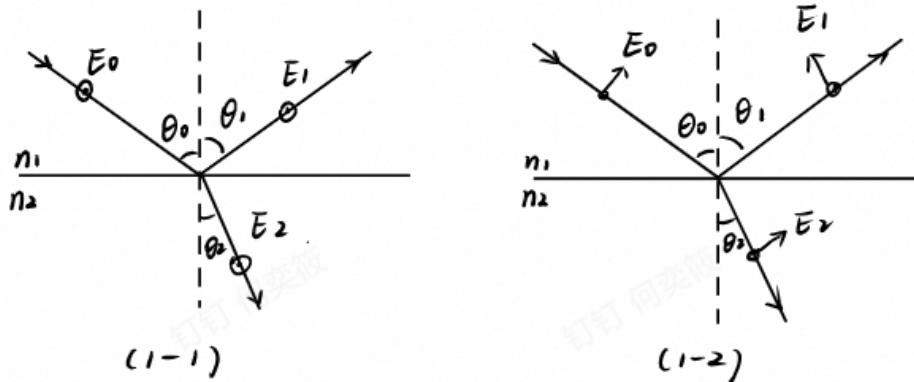


图 1: 菲涅尔公式原理图

根据菲涅尔公式，P 分量的反射振幅比为：

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{\tan(\theta_0 - \theta_2)}{\tan(\theta_0 + \theta_2)} \quad (1)$$

其中 θ_0 为入射角， θ_2 为折射角。

当入射角满足 $\theta_0 + \theta_2 = 90^\circ$ 时，公式分母趋于无穷大，反射系数为零。这意味着此时反射光中不包含 P 分量，只有 S 分量，反射光变为完全线偏振光。

该特定入射角称为布儒斯特角（Brewster's Angle, θ_B ），此时满足：

$$\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1} = n \quad (\text{空气中 } n_1 \approx 1) \quad (2)$$

实验通过测量使反射光中 P 分量消失的入射角 θ_B ，即可求得折射率 n 。

2. 马吕斯定律（Malus's Law）

当线偏振光（光强为 I_0 ）透过检偏器时，若线偏振光的振动方向与检偏器透光轴的夹角为 ϕ ，则透射光强 I 满足：

$$I = I_0 \cos^2 \phi$$

实验中利用硅光电池测量光电流 i 。由于在一定范围内光电流与入射光强成正比 ($i \propto I$)，通过测量光电流 i 随转角 ϕ 的变化，即可验证该线性关系。

实验方法：

1. 测量黑色平板的折射率（逐渐逼近法）

- 调节激光器、转盘中心、黑色平板及光探测器等高共轴。
- 旋转激光器（或加起偏器），使入射光为平行于入射面的线偏振光（ P 光）。
- 转动载物台改变入射角，观察反射光强。当反射光强达到最弱（消光）时，记录刻度盘读数。
- 为消除偏心差，在转台左右两侧分别测量布儒斯特角对应的位置读数 θ_L 和 θ_R ，则布儒斯特角 θ_B 可由相关几何关系（如 $|\theta_L - \theta_R|/2$ 或根据具体仪器零点公式）计算得出，进而求出 $n = \tan \theta_B$ 。

2. 验证光电流与光强的关系

- 固定入射角为布儒斯特角，此时反射光为垂直于入射面振动的线偏振光（ S 光）。
- 在反射光路中加入偏振片。旋转偏振片，测量并记录光电流出现极大值 i_{\max} 和极小值 i_{\min} 的角度，确定偏振片的透光轴方向；随后改变偏振片角度 ϕ （如每隔 10° ），记录对应的光电流 i 。同时测量遮挡光路时的本底电流 i' 。
- 绘制 $(i - i') \sim \cos^2 \phi$ 曲线，通过观察曲线是否拟合为通过原点的直线来验证马吕斯定律。

2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

1. 深刻理解光的偏振态（线偏振、自然光），以及布儒斯特角产生线偏振光（ p 分量反射为 0）的物理机制。
2. 掌握光学实验中的共轴调节技术，以及利用“逐渐逼近法”准确寻找反射光强极小值位置的方法。
3. 学会处理实验数据，通过扣除本底电流和作图分析，验证光电流与偏振角余弦平方的线性关系（马吕斯定律）。

3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

1. 极小值的精确判断：在布儒斯特角附近反射光强变化平缓，肉眼或仪器难以直接锁定唯一的最小值点，需通过测量光强对称点来辅助定位，操作要求高。
2. 系统误差控制：激光器、转台与检测器的共轴等高调节直接影响角度测量的准确性；此外，环境背景光会引入本底电流，若不进行有效遮蔽或修正，将导致马吕斯定律验证曲线偏离原点。

注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。

浙江大学物理实验教学中心制