

重修

中国民航飞行学院学生实验报告

课程名称：大学物理实验 姓名：苏海彦 学号：20180511085
专业：空管 班级：1816 教学单位：计算机学院
实验室名称：物理实验室 实验日期：10.18

实验成绩： 批阅教师： 日期：10.18

一、实验项目名称 光的偏振

二、实验目的：

1. 理解并观察光的偏现象，加深对偏振基本规律的认识。
2. 掌握产生偏振光和检验偏振光的基本方法和在偏振光的测量方法。
1. 观察光的偏振现象
2. 掌握产生偏振光和检验偏振光的基本方法。
3. 验证马吕斯定律。
4. 观察 $1/4$ 波片对线偏振光的作用。

三、实验设备及材料

1. 偏振片 $\times 2$
2. $1/4$ 波片
3. 白屏
4. 光源
5. 数字式检偏计
6. WZP-1 型偏振实验仪 (2号位)

四、实验原理简述：

1. 偏振光的基本概念

光波是一种电磁波，它的电矢量 E (光矢量) 和磁矢量 B 相互垂直，并垂直于光的传播方向。通常人们用电矢量 E 代表光的振动方向，并将电矢量 E 和光的传播方向所构成的平面称为光的振动面。在传播过程中，电矢量的振动始终在某一确定方向的光称为平面偏振光或线偏振光。将自然光变成偏振光的器件称为起偏器，用来检验偏振光的器件称为检偏器。实际上起偏器和检偏器，用来检验偏振光的器件称为检偏器。

2. 利用偏振片起偏、检验平面偏振光和马吕斯定律

当自然光通过偏振片时，振动方向与偏振化方向垂直的光振动通过，被吸收，振动方向与偏振化方向平行的光通过偏振片，从而获得偏振光。

若在偏振片 P_1 后面再放一偏振片 P_2 ， P_2 就可以用作检验 P_1 后的光是否为偏振

光,即 P_2 起了检偏器的作用,两偏振器夹角记为 θ 。

马吕斯定律: $I = I_0 \cos^2 \theta$
当 $\theta=0$ 时, $I=I_0$, 光强最大; 当 $\theta=\pi/2$ 时, $I=0$, 出现消光现象; 当 θ 为锐角时, 透射光介于 $0 \sim I_0$ 之间。

布儒斯特角: 当改变入射角 i 时, 反射光的偏振程度也随之改变, 当等于特定角 i_0 时, 反射光只有垂直于入射面的振动, 成为平面偏振光。此时入射角满足 $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$, 称为布儒斯特角。当光线自空气射向玻璃($n_2=1.5$)时, $i_0=56.3^\circ$ 。

3. 波片, 圆偏振光和椭圆偏振光

当平面偏振光垂直入射到厚度为 d , 表面平行于自光轴的单轴晶片时, o 光和 e 光沿同一方向前进, 但传播速度不同, 因而会产生相位差。

$$\text{光程差: } \delta = (n_o - n_e)d \quad \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e)d$$

五、实验内容与步骤

1. 调整偏振光实验仪水平, 打开光源预热三分钟, 保证光线水平并正对传感器中心。将检流计校零。

2. 偏振光的观察, 起偏和检偏

(1) 以偏振片 P_1 为检偏器, 将光线直接射到偏振片上, 以传播方向为轴转动 P_1 一周, 观察光接收器上光强度的变化, 也可用肉眼直接观察。

(2) 在 P_1 偏振片的后面放上 P_2 偏振片, 再转动 P_2 一周, 观察透射光强变化情况。

3. 验证马吕斯定律

(1) 保持 P_1 的透射光光强为最大, 加上 P_2 后转动 P_2 使出射光光强为最大, 此时 P_1 与 P_2 的夹角 θ 为 0° 。

(2) 转动 P_2 开始测量, 每转 15° 测量一次光强的数值(即电数值), 并

(3) 以 I 为纵坐标, $\cos^2 \theta$ 为横坐标作图。如果圆线为通过坐标原点的直线, 则表明马吕斯定律已被验证。

4. 圆偏振光和椭圆偏振光的产生与观察

(1) 在光路上依次调整光源, 起偏器 P_1 及检偏器 P_2 , 转动 P_2 到消光位置, 即 P_1 与 P_2 正交, 这时应看到消光现象。

(2) 插入 $1/4$ 波片 C_1 , 转动 C_1 , 使光通过检偏器 P_2 后处于消光位置。

(3) 依次把 $1/4$ 波片 C_1 转动(从消光位置起计) $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$, 并每次把偏振片 P_2 转动 36° 。

5. 布儒斯特角的测量

(1) 转动测角度盘, 观察并记录反射光亮度的变化, 调整至亮度最弱, 接近全暗。

(2) 这时再转偏振片, 如果反射光的亮度由黑变亮, 再变黑, 说明此时反射光已是线偏振光, 记下测角盘读数 θ_1 。

(3) 转动测角度盘, 使入射光与玻璃堆的法线同轴并射到光电池上, 使数显表读数最大, 记下测角盘读数 θ_2 。

$$\text{布儒斯特角 } i_0 = |\theta_1 - \theta_2|$$

六、实验现象、测试数据与结果记录

1. 偏振光的观察, 起偏和检偏

1) 加偏振片 P_1

P_1 转动 360° 观察到的现象	P_1 入射光的性质	最大光强方位角	最小光强方位角
两明两暗	自然偏振光	22°	113°

2) 加偏振片 P_2

P_2 转动 360° 观察到的现象	P_2 入射光的性质	最大光强方位角	最小光强方位角
两明两暗	线偏振光	183°	92°

2. 验证马吕斯定律

θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
$I (10^{-4}A)$	7.7	6.51	5.1	3.32	1.59	4.2	0

3. 圆偏振光, 椭圆偏振光的产生和检验记录表

$1/4$ 波片转动	P_2 转动 360° 观察到的现象	P_2 入射光的性质	I_{max}	I_{min}
0°	两明两暗	线偏振光	319	0
15°	两明两暗	椭圆偏振光	301	22
30°	两明两暗	椭圆偏振光	247	81
45°	出射光光强无变化	圆偏振光	182	134
60°	两明两暗	椭圆偏振光	240	69
75°	两明两暗	椭圆偏振光	289	17
90°	两明两暗	线偏振光	293	0

4. 布儒斯特角的测量

$$i_0 = |\theta_1 - \theta_2|$$

$$\theta_1 = 235.8$$

$$\theta_2 = 290.3$$

$$i_0 = |235.8 - 290.3| = 54.5$$

七、对实验现象、实验结果的分析及结论

实验结果分析及结论

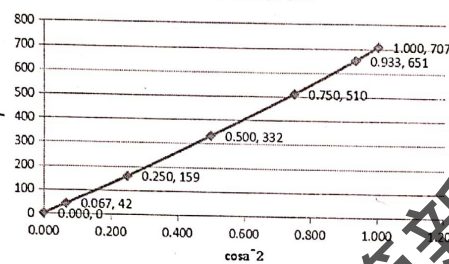
1. 偏振光的观察、起偏和检偏

- (1) 加偏振片P1后, 光变成了部分偏振光
- (2) 加偏振片P2后, P2入射光为线偏振光

2. 验证马吕斯定律

a	0	15	30	45	60	75	90
cosa	1.000	0.966	0.866	0.707	0.500	0.259	0.000
cosa ²	1.000	0.933	0.750	0.500	0.250	0.067	0.000
I	707	651	510	332	159	42	0

图表标题



由图像可知, 其连线几乎为通过原点的直线, 说明 $I \propto \cos^2 \alpha$, 马吕斯定律得以验证。

3. 圆偏振光、椭圆偏振光的产生和检验原理

由实验数据及分析可得:

当 $1/4$ 波片角度为 0° 和 90° 时, 即为线偏振光, 而当 $1/4$ 波片角度为 45° 时, 为圆偏振光。在中间过渡阶段 ($0^\circ < 45^\circ$, $45^\circ < 90^\circ$) 时, 为椭圆偏振光。

4. 布儒斯特角的测量

由实验数据可得布儒斯特角为 $i_0 = 56.5^\circ$ 。根据查询可知, 公认的值 $i_0 = 56.3^\circ$ 。本次实验相对误差为 $\frac{56.5 - 56.3}{56.3} = 0.36\%$, 在可以接受范围内。