

2022-3-17

## 偏振光学实验(基础内容)数据记录表格

姓名: 刘若冰 学号: 202011126 班级: 605 座位号: 19 日期: 2022-3-17

### 注意事项:

1. 禁止眼睛直视激光束, 禁止将激光束照射他人;
2. 不准用手触摸元件的光学表面。如必须用手拿光学元件, 只能接触其磨砂面;

### 实验数据(实验报告中还应有必要的分析、讨论)

#### (0) 观察激光束的偏振特性

在起偏器P后放置一白纸屏, 转动起偏器, 观察激光器光源经起偏器P后的强度变化。记录光强极小时起偏器的度盘读数: 26.2°、104.8°。

将起偏器转至光强较强的角度。

因后续实验中需多次观测消光现象, 实验中应注意避免由激光器和起偏器P导致的消光。

#### (4)&(5) 观测布氏角、定起偏器P的透射轴方向

原理: 光束以布儒斯特角入射时, 反射光为电矢量垂直于入射面的完全线偏振光, 反射光中没有电矢量与入射面平行的分量。如起偏器透射轴在水平方向, 则入射光电矢量与入射面平行, 反射光强极小。

方法: 使激光束以布儒斯特角入射反射镜表面, 调整起偏器P方位角, 当反射光强极小时, 则起偏器P的透射轴位于水平方向。

步骤:

- 1) 测量光束正入射反射镜表面时的平台方位角: 将反射镜放在小平台上, 自制带小孔的纸片放置在出射光束处, 调整小平台使反射光束与激光器出射光束重合, 记录此时的平台方位角 $\alpha_{i=0}$ : 323°10';
- 2) 观测布儒斯特角、定起偏器P透射轴方向: 转动小平台, 使反射光束朝向实验者自身(反射光束禁止向照射他人方向转动), 并使入射角约为55°。用白纸屏观测光强。交替调整小平台(即入射角)和起偏器P方位角, 使反射光强极小。记录此时的小平台方位角和起偏器P方位角。重复测量3次。

序号	入射角为布儒斯特角时的平台方位角 $\alpha_B$	起偏器P透射轴在水平方向的方位角为 $p_{\perp}$
1	<u>267°20'</u>	<u>81.5°</u>
2	<u>267°51'</u>	<u>81.3°</u>
3	<u>267°12'</u>	<u>81.2°</u>
平均值	<u>267°12'</u>	<u>81.3°</u>

Brewster角测量值 $\theta_B = \alpha_B - \alpha_{i=0} = \underline{55.50^\circ}$ , 折射率 $n = \tan \theta_B = \underline{1.47}$ 。

#### 定检偏器A的透射轴方向:

原理: 起偏器P透射轴位于水平方位的方位角已确定, 当检偏器A透射轴在垂直方向时, 与起偏器P正交消光。

步骤: 1) 置起偏器P方位角于 $p_{\perp}$ 测量平均值位置; 2) 移去反射镜; 3) 用毫伏表测量光强; 4) 转动检偏器A使其与起偏器P正交消光, 此时检偏器A的透射轴在垂直方向, 记为 $\alpha_{\perp} = \underline{194.1^\circ}$ 。

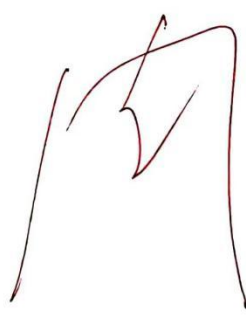
#### (6) 测消光比 e

P盘不动, 转动A盘, 交替测透射光强极值 $I_{\max}$ 和 $I_{\min}$ (用mV表示)。

测量次数	$I_{\max}$ (mV)	$I_{\min}$ (mV)
1	<u>6.882</u>	<u>-0.004</u>
2	<u>6.875</u>	<u>-0.004</u>
3	<u>6.879</u>	<u>-0.004</u>
平均值	<u>6.879</u>	<u>-0.004</u>

电阻箱阻值 R: 200  $\Omega$ 。

挡住光源时  $I_0 = \underline{-0.005}$  mV。



2020 3.17

$$\text{计算得到消光比 } e = \frac{I_{\min} - I_0}{2I_{\max}} = 7.2 \times 10^{-5}$$

注：电阻取值宜在50~200  $\Omega$ ，此时硅光电池接收的光强与输出电压基本线性；

$I_0$ ：挡住光源后，其它光如日光灯、红外线等不可避免地照射到光电池上，这些光可称为背景光或噪声。

### (7) 测量透射光强与两偏振器P与A之间夹角 $\theta$ 的关系

原理：起偏器P后的出射光束为线偏振光，设其光强为 $I_{\max}$ ，该线偏振光经检偏器A后，根据马吕斯定律，其出射光强为 $I_{\max} \cos^2 \theta$ 。

步骤：起偏器P置于水平方向且保持不动，转动检偏器A至不同方位角，测量经检偏器A后出射光强。

电阻箱示值 $R = 200 \Omega$ ， $p = p_{\pm} = 81.3^\circ$ ， $\alpha_1 = 194.1^\circ$ ，挡住光源时 $I_0 = -0.005 \text{ mV}$

序号	自变量：起偏器与检偏器夹角 $\theta(^{\circ})$	置A盘于方位角 $\alpha = \alpha_1 + 90 + \theta(^{\circ})$	出射光强测量值 $I_m \text{ (mV)}$	相对透射率 $I_m / I_{\max}$ 或 $(I_m - I_0) / (I_{\max} - I_0)$	$\cos^2 \theta$
1.	0.0 ( $I_{\max}$ )	284.1 $^\circ$	6.863	1	1
2.	15.0	299.1 $^\circ$	6.399	0.932	0.933
3.	30.0	314.1 $^\circ$	5.124	0.747	0.75
4.	45.0	329.1 $^\circ$	3.421	0.499	0.5
5.	60.0	344.1 $^\circ$	1.673	0.249	0.25
6.	75.0	359.1 $^\circ$	0.428	0.063	0.067
7.	80.0	4.1 $^\circ$	0.189	0.028	0.030
8.	84.0	8.1 $^\circ$	0.061	$9.61 \times 10^{-3}$	0.011
9.	87.0	11.1 $^\circ$	0.010	$2.48 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$
10.	90.0 ( $I_{\min}$ )	14.1 $^\circ$	-0.004	$1.46 \times 10^{-4}$	0

在实验报告中画出相对透射率随 $\theta$ 变化的关系曲线，并与理论值 $\cos^2 \theta$ 的曲线相比较，检验马吕斯定律的符合程度，给出结论。

$$\frac{I_m}{I_{\max}} \approx \cos^2 \theta$$

### (8) 定待测波片 $C_x$ 的轴向

原理：将待测波片放在已正交消光的起偏器P和检偏器A之间。旋转波片C，使三者仍保持消光状态，这时波片的一个轴就已平行于偏振器P的透射轴方向。

步骤：将起偏器P透射轴置于水平方向 $p_{\pm} = 81.3^\circ$ ，检偏器A透射轴置于垂直方向 $\alpha_1 = 194.1^\circ$ 。将待测波片 $C_x$ 置于小平台上。转动待测波片 $C_x$ ，使三者消光，记录待测波片 $C_x$ 的一个轴在垂直方向时的度盘示值 $c_x = 242^\circ$ 。

### (9) 定波片 $C_0$ 的快轴方向(大致方向已标出)

原理：同上。

步骤：移去待测波片 $C_x$ ，轻轻地装上仪器配套的波片盘 $C_0$ ，用上一步骤方法定出波片快轴在垂直方向时的度盘方位角 $c_0 = 53.2^\circ$ 。该波片快轴大致方向已在盘上用圆点标出。

### (10) 线偏振光经过 $1/4$ 波片

内容：观测线偏振光经过 $1/4$ 波片 $C_0$ 后的偏振态的改变。

方法：激光器经起偏器P后的出射光束为线偏振光。该线偏振光经过 $1/4$ 波片 $C_0$ 后，出射光的偏振态与波片和起偏器之间夹角 $\beta$ 有关。通过检偏器A和光强计（毫伏表）可检验出射光的偏振态。

2021.3.17

步骤：保持1/4波片C<sub>0</sub>快轴于垂直方向，转动起偏器P，使起偏器P的透射轴与波片慢轴之间的夹角 $\beta$ 分别为0°、22.5°、45°、67.5°。在每个夹角 $\beta$ 处，转动检偏器A，测出透射光的长轴方位角 $\alpha_1$ 和光强极大值 $I_{\max}$ 、极小值 $I_{\min}$ ，计算极值比。说明何时透射光近似为线偏振光或圆偏振光。

起偏器P透射轴置于水平方向 $p_{\perp} = 81.3^\circ$ ，波片C<sub>0</sub>度盘示值 $c_0 = 53.2^\circ$ 。

序号	$p-p_{\perp} (^\circ)$	$p (^\circ)$	检偏器A透射轴在出射光长轴方向时的方位角 $\alpha_1 (^\circ)$	$I_{\max}$ (mV)	$I_{\min}$ (mV)	出射光长轴与水平方向的夹角 $\psi = \alpha_1 + 90 - \alpha_0 (^\circ)$	$b^2/a^2 \approx I_{\min}/I_{\max}$	用(11)式计算 $\delta_r (^\circ)$	用(2)式计算 $\psi (^\circ)$
1	0.0	81.3°	284.4°	4.518	0.004	0.3°	$2.2 \times 10^{-4}$		
2	22.5	103.8°	284.4°	5.652	0.427	0.3°	0.164	79.8°	
3	45.0	126.3°	107.3°	2.470	3.257	177.1°	0.939	88.2°	
4	67.5	148.8°	14.4°	4.244	0.746	270.3°	0.176		

注：由于测量误差等原因，最后两列计算结果可能无解。

$P-P_{\perp} = 0^\circ$  时为线偏振光

$P-P_{\perp} = 45^\circ$  时为圆偏振光

#### (11) 线偏振光通过1/2波片或全波片

内容：令C<sub>0</sub>的快轴和C<sub>x</sub>的一轴平行。将起偏器P透射轴置于不同方位，观测起偏器P后出射的线偏振光经两波片后偏振态的改变（用检偏器A和毫伏表检验）。由测量数据判断它们组成了1/2波片还是全波片，并由此定出待测波片C<sub>x</sub>的快轴方向（写在表格右侧）。

C<sub>x</sub>某轴置于垂直方向，度盘示值 242°；C<sub>0</sub>快轴置于垂直方向，度盘示值 53.2°。

序号	$p-p_{\perp} (^\circ)$	$p (^\circ)$	消光时A盘度盘读数 $\alpha_1 (^\circ)$	消光时光强读数	$\alpha_1 - \alpha_0 (^\circ)$
1	0.0	81.3°	15.8°	0.003	178.3°
2	15.0	96.3°	1.2°	0.010	192.9°
3	30.0	111.3°	347.2°	0.069	206.9°
4	45.0	126.3°	333.3°	0.123	220.8°

全波片

C<sub>x</sub>快轴方向与C<sub>0</sub>快轴垂直

#### (12) 线偏振光通过全波片或1/2波片

令C<sub>0</sub>的慢轴和C<sub>x</sub>的同一个轴平行，观测线偏振光经过这两个1/4波片后偏振态的改变，由测量数据判断他们近似组成了全波片还是1/2波片，并由此判断出待测波片C<sub>x</sub>的快轴方向（写在表格右侧）。

C<sub>x</sub>某轴保持垂直方向不变，度盘示值 242°；C<sub>0</sub>快轴转动90°至水平方向，度盘示值 143.2°。

序号	$p-p_{\perp} (^\circ)$	$p (^\circ)$	消光时A盘度盘读数 $\alpha_1 (^\circ)$	消光时光强读数	$\alpha_1 - \alpha_0 (^\circ)$
1	0.0	81.3°	14.3°	0.000	179.8°
2	15.0	96.3°	30.3°	0.024	163.8°
3	30.0	111.3°	45.5°	0.065	148.6°
4	45.0	126.3°	61.6°	0.083	132.5°

半波片

C<sub>x</sub>快轴方向与C<sub>0</sub>快轴平行

实验完毕后，将光学元件放入盒内，仪器复原后才能离开。

反馈意见：1. 希望物理实验能配合大物课程进度进行，如今在学完光学后半学期才做实验，许多知识点有些遗忘，需花一定时间复习才能想起。如果在学到该知识点时即做实验，更能加深知识理解，可能效果更好。

2. 希望物理实验可增加一些自主设计内容，比如告诉学生要测量什么，让学生自己设计电路及方法。

19

## 偏振光学实验——预习思考题

刘若涵 自 05 2020011126

### 1. 观看视频

([https://www.bilibili.com/video/BV12h411H7YA?spm\\_id\\_from=333.999.0.0](https://www.bilibili.com/video/BV12h411H7YA?spm_id_from=333.999.0.0))，了解仪器操作。

### 2. 偏振光包括线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光，若要准确描述最一般的椭圆偏振光，需要给出哪些量？

椭圆偏振光的描述需要利用光强、椭圆长轴方位角 $\phi$ 、椭圆短半轴 $b$ 与长半轴 $a$ 之比和椭圆的旋向四个参量。

### 3. 简述实验检测上如何区分椭圆偏振光与部分偏振光。

在光源与光屏之间加一块偏振片，将偏振片旋转一周，停留在透射光强度最大的位置，在偏振片前插入 $1/4$ 波片，使波片的光轴与偏振片的投射方向平行，再次转动偏振片。若出现两次消光，即为椭圆偏振光；若不出现消光，则为部分偏振光。

### 4. 简述本实验中确定相位延迟器快慢轴方位的方法。

将待测波片 $C$ 放在已正交消光的偏振器 $P$ 和 $A$ 之间，旋转波片 $C$ ，使三者仍保持消光状态，这时波片的一个轴就已经平行于 $P$ 的透射轴的方向。将待测 $1/4$ 波片的轴和另一 $1/4$ 波片的已知快轴方向平行，若这两个波片合成了一个半波片，则待测波片的快轴方向与已知波片平行；若这两个波片合成了一个全波片，则待测波片的快轴方向与已知波片垂直。

### 5. 若线偏振光偏振方向与四分之一波片慢轴夹角分别为 $0^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $75^\circ$ 直射透过，请描述出射光的偏振情况。

线偏振光偏振方向与四分之一波片慢轴夹角为 $0^\circ$ 时，出射光为线偏振， $\phi = 0$  或  $\frac{\pi}{2}$ ；夹角为 $20^\circ$ 时，出射光为椭圆偏振， $\phi = 0$ ， $\frac{b^2}{a^2} = \tan^2 20^\circ$ ；夹角为 $75^\circ$ 时，出射光为椭圆偏振， $\phi = \frac{\pi}{2}$ ， $\frac{b^2}{a^2} = \cot^2 75^\circ$ 。

物理实验\_B 补课单 (请学生补课时交给上课老师)

丁 老师:

刘若涵 同学 (学号 202011126) 因故安排到您 3.17 4周的下 偏振 (日期) 的          实验  
课上 ( 正常、非正常) 补课, 请把该生信息添加到          组的上课名单上, 报告  
将由您来批改, 成绩由您来记录, 谢谢您的合作。

(请补课同学把实验报告提交到上课老师的作业箱。)

经办人 (签字)

丁

日期: 3.17