

实验十七 光偏振现象的研究

- 目的：1. 观察光的偏振现象，验证偏振光的性质。  
 2. 研究反射光的偏振现象，并验证马吕斯定律。  
 3. 测定波片的光程差，并验证波片的光程差与厚度、光偏振状态的关系。

原理：1. 偏振光的基本知识

光的偏振是指光波中电场矢量的振动方向。自然光是由各个方向的振动组成的，其振动面是各向同性。当光通过某些介质或反射时，其振动面会变得单一，成为偏振光。偏振光的振动面与传播方向垂直。偏振光的振动面与传播方向的夹角为  $\theta$ ，其振动面的面积为  $A \sin^2 \theta$ 。当  $\theta = 0$  时，光为自然光；当  $\theta = 90^\circ$  时，光为偏振光。

偏振光的产生方法：  
 1. 反射和折射：当自然光以布儒斯特角入射到介质表面时，反射光和折射光都是偏振光。  
 2. 双折射：某些晶体具有双折射性质，自然光入射后会分成两束偏振光。  
 3. 偏振片：偏振片具有选择性吸收作用，只允许某一方向的偏振光通过。

马吕斯定律：当偏振光通过检偏器时，其光强  $I$  与入射角  $\theta$  的关系为：  

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$
 其中  $I_0$  为入射光的强度， $\theta$  为入射光的振动面与检偏器的透光轴之间的夹角。

波片：波片是厚度为  $d$  的透明介质，其折射率为  $n$ 。当光通过波片时，其光程差为：  

$$\Delta L = (n - n_0) d$$
 其中  $n_0$  为空气的折射率。波片可以改变光的偏振状态。

半波片：半波片的光程差为  $\Delta L = \lambda/2$ 。当光通过半波片时，其偏振方向会旋转  $2\theta$ 。  

$$2\theta = \frac{\Delta L}{\lambda} \cdot 2\pi = \pi$$
 因此  $\theta = \pi/2$ ，即偏振方向旋转  $180^\circ$ 。

四分之一波片：四分之一波片的光程差为  $\Delta L = \lambda/4$ 。当光通过四分之一波片时，其偏振状态会从线偏振光变为圆偏振光或椭圆偏振光。

- 数据记录及计算分析
- 观察自然光的偏振光（相机偏振器在望远镜物镜前）  
 ① 观察自然光与透偏光，自然光与透偏光，自然光与透偏光，自然光与透偏光。  
 ② 观察透偏光的偏振光与透偏光，自然光与透偏光，自然光与透偏光，自然光与透偏光。
  - 测定波片的光程差  
 ① 偏振器偏振光方向为  $0^\circ$   
 ② 偏振器偏振光方向为  $45^\circ$   
 ③ 偏振器偏振光方向为  $90^\circ$
  - 测量波片的布儒斯特角并计算波片的折射率  
 当反射光为线偏振光时，测量光的入射角  $\theta = 51^\circ 17'$ 。  

$$\tan \theta = n$$

$$n = \tan 51^\circ 17' = 1.25$$

入射光方向 $\theta$	左偏振	右偏振
透偏光方向 $\theta'$	$11^\circ 38'$	$37^\circ 39'$

反射光方向  $\theta$

$51^\circ 17'$	$37^\circ 39'$
----------------	----------------

- 观察线偏振光经过检偏器后，偏振态的变化  
 ① 使起偏器 P<sub>1</sub> 与检偏器 P<sub>2</sub> 的偏振化方向相互垂直  
 ② 插入 A 波片  
 ③ 转动 C 一周（使波片 P 或 P<sub>2</sub> 偏振轴的光轴从  $0^\circ$  变为  $360^\circ$ ），观察其偏振光强的变化，确定其偏振态的类型。

C 位置	转动 P <sub>1</sub> 一周其偏振光强变化情况	光的偏振态
$0^\circ$	先变亮后变暗，再变亮，最后变暗	线偏振光
$15^\circ$	先变亮，后变暗，再变亮，最后变暗	椭圆偏振光
$45^\circ$	先变亮，后变暗，再变亮，最后变暗	圆偏振光
$75^\circ$	先变暗，后变亮，再变暗，最后变亮	椭圆偏振光
$90^\circ$	先变暗，后变亮，再变暗，最后变亮	线偏振光

思考题  
 1. 如果在正交偏振片 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 之间插入一块 A/2 波片，使其光轴和起偏器的偏振轴平行，通过 P<sub>2</sub> 的光是亮的还是暗的？为什么？将检偏器 P<sub>2</sub> 转过  $90^\circ$  后，光的强度是否变化？为什么？

答：暗。光轴与偏振片平行， $\alpha = 0$ ，波片相当于不起作用， $I = I_0 \cos^2 \alpha = 0$ 。亮。此时两个元件偏振方向相同，通过 P<sub>2</sub> 的光强等于通过 P<sub>1</sub> 的光强。

