

15号

实验报告

序号: 15	15	15
10	22	17

课程名称: 物理实验BII 实验名称: 光的偏振 实验日期: 2024 年 10 月 22 日 上午
班 级: 2315 教学班级: 2302 学 号: 1120233629 姓 名: 陈保真

- 一、实验目的:
- (1) 熟悉各种偏振光的获得与检验的方法
 - (2) 熟练使用产生与检验偏振光的器件
 - (3) 了解波片的原理和作用

二、实验仪器: 钠光灯、半导体激光器、偏振片两片、全片、半片、聚光透镜、光阑、接收屏、光电接收器、光具座

三、实验原理: 按振动形式, 光可分为线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光、部分偏振光和自然光。线偏振光是最基本、应用上十分重要的一种。

1. 偏振光的获得:

(1) 利用布儒斯特定律产生偏振光:

当自然光以某一个特定的角度 i_p 入射到界面上时, 这时反射光中会只含有一个振动方向, 另一个与它垂直的振动方向的分量完全没有, 这种光通常称为线偏振光, 反射光的振动方向垂直于入射面。这时透射光仍为部分偏振光。这一特殊的角度 i_p 满足:

$$n_2 = \tan i_p \quad (1)$$

此入射角 i_p 称为布儒斯特角, 式(1)为布儒斯特定律。很明显, 式(1)中 i_p 的大小与两种介质的特性(折射率)有密切关系。

2) 利用偏振片的二向色性产生线偏振光。

物质有选择地吸收光波中两个垂直分量之一, 而对另一个振动分量基本不吸收的性质称为物质的二向色性。偏振片中允许光矢量无衰减地透过的方向, 称为偏振片的偏振化方向, 如图1所示。



图1

联系方式: _____

(3) 晶体的双折射性产生线偏振光

自然光通过各向异性的晶体时会发生双折射现象, 双折射产生的光为偏振光。当入射光垂直于晶体表面入射时, 其中一束光总是遵守折射定律, 这束光称为寻常光, 也称为O光, 而另一束光不遵

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

遵守折射定律,被称为非常光,或e光。o光光矢量振动方向垂直于自己的主截面(主截面是包含晶体光轴和入射光线的平面);e光光矢量振动方向在自己的主截面内。

2. 偏振光的检测: 当自然光通过起偏器P后,就会产生偏振光,如果在偏振片P前方偏振片A,透过A的光强I满足马吕斯定律: $I = I_0 \cos^2 \theta$ (2), 式中 I_0 是透过P的偏振光的强度, θ 是透过P和A偏振光的夹角,如图2所示



图2

3. 波片、圆偏振光和椭圆偏振光

1) 波片: 单轴双折射晶体上切下来的一个薄片, 偏振光通过波片时, 被分解成o光和e光, 透过波片后, 这两束光之间就产生了一个相位差 δ , 假设晶片厚度为d, 则o光的光程为 $n_o d$, e光的光程为 $n_e d$, 这两束光相位差为 $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (n_e - n_o) d$ (3)

(3) 中 λ 为入射光波长, n_e, n_o 分别为晶体对o光和e光的折射率, 透过波片后o光和e光的光程差为 $\Delta = (n_e - n_o) d$ (4)

(2) 全波片、半波片和四分之一波片: 波片的厚度愈厚, 光线通过波片后, 透射出来的o光与e光之间的额外光程差相位差就愈大, 当 Δ 正好等于入射光的波长(或其整数倍)的波片, 称为全波片。正好等于半个波长(或半个波长的奇数倍), 称为半波片或立波片。当正好等于四分之一波长, 称这种波片为四分之一波片。

3) 线偏振光、圆偏振光和椭圆偏振光

光波沿z方向传播时有 $E_x = E_o \sin(\omega t + \phi + \delta)$, $E_y = E_o \sin \omega t$, E_o, E_o 为e光、o光振幅, ϕ 为入射偏振光中, o光与e光间的相对位相差, 它们合振动方程:

$$\frac{x^2}{E_o^2} + \frac{y^2}{E_o^2} - \frac{2xy}{E_o E_o} \cos(\delta + \phi) = \sin^2(\delta + \phi)$$

这是一个椭圆方程, 形状取决于 $(\delta + \phi)$ 与 $\frac{E_o}{E_o}$ 值, 即与晶片产生的额外位相差和入射偏振光的振动方向与OE与晶片的光轴方向夹角 α 有关, 其中 $E_o = E_o \cos \alpha$, $E_o = E_o \sin \alpha$

① 当 $\delta + \phi = 2k\pi$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 时, (15)变为 $\frac{x}{E_o} = \frac{y}{E_o}$
 线振动如图3中实线E所示

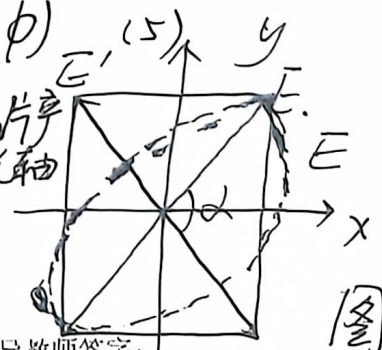


图3

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

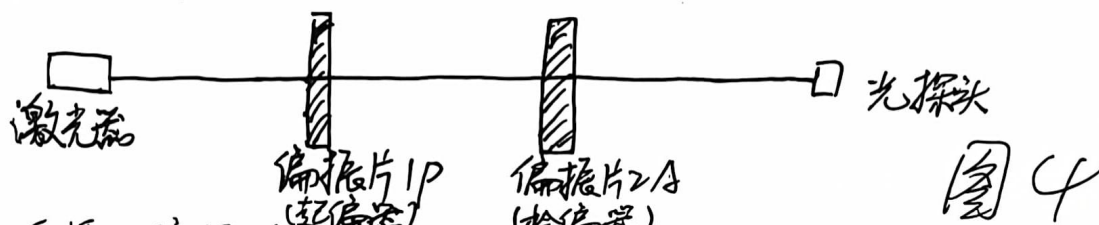
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

当 $\delta + \phi = (2k+1)\pi$ 时, $\frac{E_x}{E_y} = -\frac{y}{x}$, 出射光仍为线偏振光如图3中实线E所示
当 $\delta + \phi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ 时式(5)为: $\frac{x^2}{E_0^2} + \frac{y^2}{E_0^2} = 1$ (6), 合成振动为椭圆偏振光如图3
椭圆虚线所示。利用半波片可以将椭圆偏振光转变为圆偏振光

2. 实验内容及数据处理:

1. 验证马吕斯定律:

2. 调节光源与各元件共轴如图4所示, 转动偏振片P, 用白屏来观察光束经P后的线偏振光的光强变化。



(2) 在P后插入偏振片A作为检偏器, 然后转动A, 由白屏观察光强变化
(3) 验证马吕斯定律

2. 观察偏振光通过半波片后的现象

(1) 步骤同(2), 将A转动为0°, 再将A从0°开始每隔30°转动一次并记录光强I, 直至360°
重复以上步骤观测15°, 45°, 60°, 75°, 90°所对应A从0°~360°的光强, 作I~θ关系曲线。
从关系曲线找出透射光的光强比 I_{min}/I_{max}
检测偏振光经过旋光晶体后的偏振方向

联系方式: _____

指导教师签字: _____

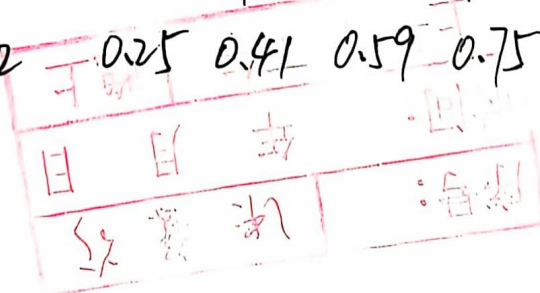
原始数据

作业纸

课程名称: _____

班级: _____ 教学班级: _____ 姓名: _____ 学号: _____ 第 _____ 页

1、	0°	$0^\circ(360^\circ)$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
相对功率P		1178	1086	983	817	593	397	223	62	7
$\cos^2\theta$		1	0.97	0.88	0.75	0.59	0.41	0.25	0.12	0.03
θ		90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°
相对功率P		0	65	210	406	619	819	992	1115	1178 1140
$\cos^2\theta$		0	0.03	0.12	0.25	0.41	0.59	0.75	0.88	0.97
θ		180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°
相对功率P		1180	1106	978	810	596	402	218	74	9
$\cos^2\theta$		1	0.97	0.88	0.75	0.59	0.41	0.25	0.12	0.03
θ		270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
相对功率P		5	69	201	408	592	792	980	1093	1139
$\cos^2\theta$		0	0.03	0.12	0.25	0.41	0.59	0.75	0.88	0.97



联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 _____ 页

2.	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
0°	906	710	268	2	212	693	961	727	262	2	187	620
15°	747	789	451	120	96	458	876	826	468	116	100	431
30°	474	543	456	309	266	365	515	566	461	295	245	333
45°	368	366	372	361	358	354	356	359	357	367	365	362
60°	401	238	171	252	397	487	405	248	164	250	411	482
75°	524	304	77	89	329	558	555	317	84	93	323	560
90°	626	448	145	2	167	471	618	484	464	2	162	484

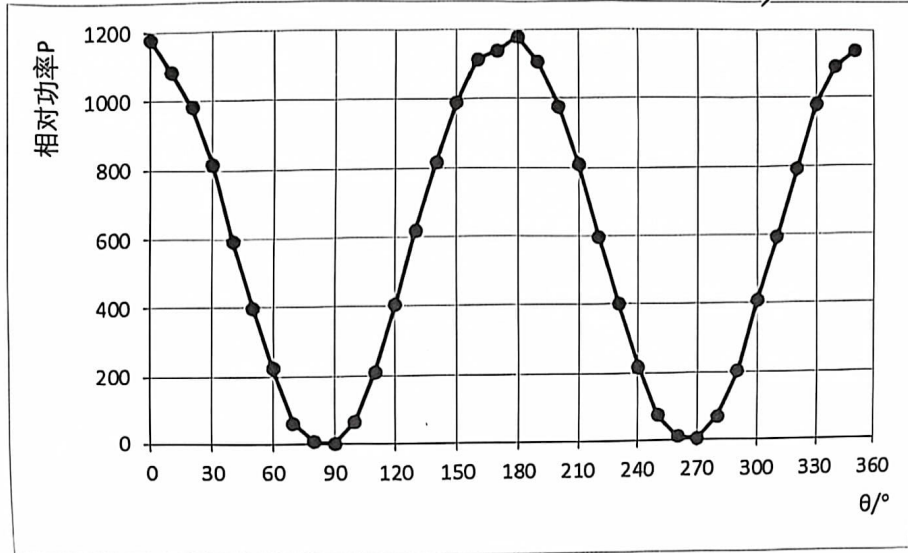
上午	下午	晚上
时间: 年 月 日		
学号: 123456		姓名: 张三

联系方式: _____

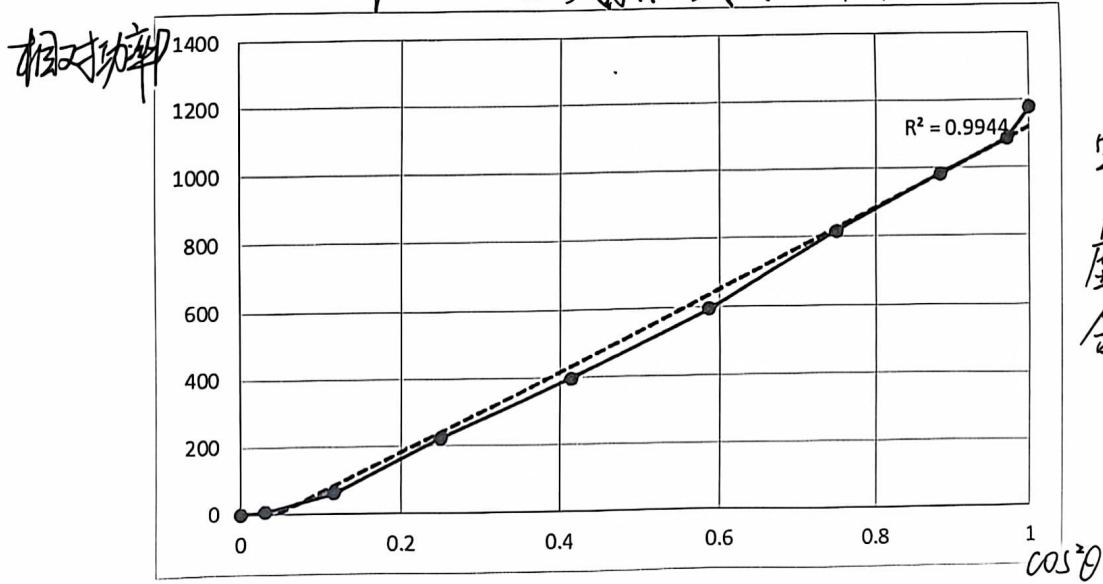
数据处理及作图

1. 验证马吕斯定律

$P \sim \theta$ 关系曲线 ($0 \sim 360^\circ$)



$P \sim \cos^2 \theta$ 关系曲线 ($0 \sim 90^\circ$)



实线(——)是
数据曲线
虚线(---)是拟
合线

$R^2 = 0.9944$, 拟合效果相对较好, 说明马吕斯定律成立

波片转动时偏振态变化情况

1/4 波片 转动 角度 θ	检偏器转360° 过程中观察到的现象及对应的功率值												光的偏振态
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	
0°	906	710	268	2	212	693	961	727	262	2	187	620	<p>$P=0$</p> <p>$\theta=0^\circ$和270°时, $P=0$, $\theta=0^\circ$和180°时, P最大, P随θ先减后增,再减再增,此时为线偏振光</p> <p>\uparrow P随θ也呈先减后增,再减再增,但P不为0,此时为椭圆偏振光</p> <p>\uparrow P随θ变化情况与$\theta=15^\circ$时类似,但P最小值比$\theta=15^\circ$时大,此时为椭圆偏振光</p> <p>\uparrow 不论θ如何变化, P值在一定范围内上下浮动,大致相等,为圆偏振光</p> <p>\rightarrow P随θ变化情况与$\theta=30^\circ$类似,但偏振光矢量方向改变,为椭圆偏振光</p> <p>\rightarrow P随θ变化情况与$\theta=60^\circ$类似,但P最小值更小,此时是椭圆偏振光</p> <p>\leftarrow P的变化与$\theta=0^\circ$时相同,但线偏振光方向改变。</p>
15°	747	789	451	120	96	458	876	826	468	116	100	431	
30°	474	543	456	309	266	365	515	566	461	295	245	333	
45°	368	366	372	361	358	354	356	359	357	367	365	362	
60°	401	238	171	252	397	487	405	248	164	250	411	482	
75°	524	304	77	89	329	558	555	317	84	93	323	560	
90°	626	448	145	2	167	471	618	484	464	2	162	484	

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 _____

页

思考题:

①普通墨镜的减光原理为减少通光量,但是是以成像黑色的方式,改变了物体颜色。偏振片是通过过滤掉线偏振光的方式减少通光量,并不影响物体颜色,优点为成像更清晰更真实。

②方向:把偏振轴放在竖直方向,可以将水平方向的振动屏蔽掉,这样路面的反光就无法到达人眼,消除眩光。(由于反射光偏振方向大多水平)

2.①可以让两束光都以最大透振方向对准半波片的光轴方向,通过波片,然后再将出射光透过偏振片,转动偏振片。有消光现象的为椭圆偏振光,只有光强变化的,为部分偏振光。

②原因是椭圆偏振光是光矢量 \vec{E} 在沿着光的传播方向前进的同时还绕着传播方向均匀转动,其光矢量大小不断改变,从而其端点描绘出一个椭圆。故椭圆偏振光为完全偏振光,会产生消光现象,可用来区分椭圆偏振光和部分偏振光。

联系方式: _____