

经许可复制

著作权人姓名：王纪华

## 关于偏振片的研究

指导老师：王纪华

### 一、选题目的

研究偏振片的偏振现象，证实前人所作出的图象以及公式的正确性，并预想偏振片的应用

### 二、选用的仪器

#### 1、教师提供

T183-PLUS、CBL2、光强探头、激光灯、偏振片

#### 2、学生自备

自制课件

### 三、选用的实验程序

使用现有光强程序

### 四、实验初步方案

#### 研究方法

自行制作实验平台，研究与线偏振片滤光效果有关的内部、外部条件，从而得出线偏振片的最佳使用环境与方法。

#### 研究对象

初步估计线偏振片的滤光效果与两片线偏振片间的距离（ $d$ ）和它们所成的角度（ $0 < \theta < \pi/2$ ）有关，这是内部原因。而预计的外部原因为光源强弱和光源种类。

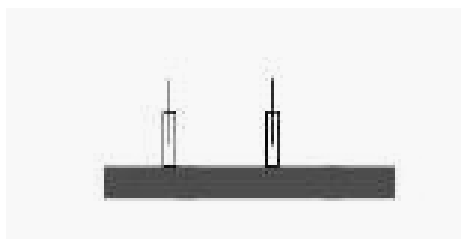
## 研究平台

为了便于研究与线偏振片滤光，本小组决定制作一个专用实验平台来进行研究。初步决定用激光作为光源，因为激光能够稳定的在短距离内几乎不扩散的传播，为我们采集实验数据提供了极大的方便。

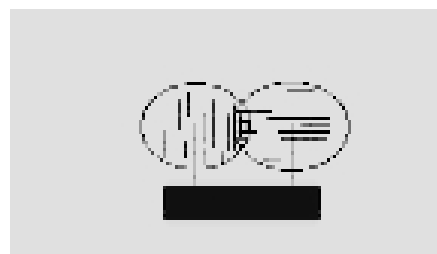
### 设计思想：

- 1、为了便于研究，平台应以便于携带为设计纲领；
- 2、应能够调节两片偏振片间的距离（ $d$ ）；
- 3、应能够调节一片偏振片的角度（ $\theta$ ）；
- 4、材料购置应以节约为主。

### 方案：



左图为设计平台侧视图



右图为设计平台正视图。

## 研究方法

以控制变量法为基本研究方法，视实际情况而改变研究方法。

在光源种类及光强不变的情况下，调节两片偏振片的距离和交角，来测试所得的偏振光的光强。

在两片偏振片的距离和交角不变的情况下，改变光源种类以及同种光源的不同光强，来测得在一定的距离和交角下，不同光源所成的偏振光的光强。

（注：同种光源的光强改变预计可通过改变光源与第一片偏振片的距离来调节。）

## 五、实验正式方案

### 明确实验对象

在网上查得马吕斯定理及布儒斯特定理，发现前者用于天然光和线偏振光，而后者用于反射光。出于对实验时间、数量及工作量的考虑，决定针对天然光与

线偏振光进行研究，验证马吕斯定理。

### 马吕斯定理

强度为  $I_0$  的偏振光透过偏振片后，强度变为：

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

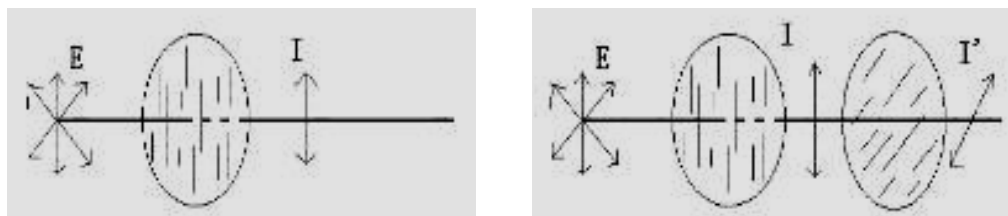
其中  $\alpha$  是偏振光振动方向与偏振片的偏振化方向之间的夹角。

自然光(强度为  $I_0$ )通过偏振片后强度变为

$$I = \frac{1}{2} I_0$$

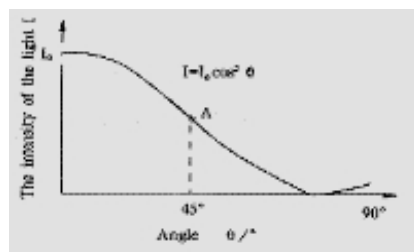
即强度为  $I_0$  的自然光通过起偏振片后，强度变为  $1/2 I_0$ ，而当这一偏振光通过检偏振片后，强度再次削弱，为  $1/2 I_0$  乘以  $\alpha$  余弦值的平方。

### 实验构思



如上两图所示，当检偏振片与起偏振片成  $\alpha$  角 ( $0 < \alpha < 90^\circ$ ) 时会产生被削弱的  $I'$ ，如使用稳恒电压，则可由马吕斯定理可推得  $I' \propto 1/(\cos \alpha \text{ 的平方})$ ，

当  $\alpha$  增大时  $I'$  减小，当  $\alpha$  减小时  $I'$  增大。



此图为一份英语讲义的图片资料，显示了  $I$  与  $\alpha$  的关系。

## 实验器材

自制平台（包括一个稳恒电压、若干导线、一个滑动变阻器）、TI-92PLUS83图形计算器 CBL、光强探头、秒表等。

## 实验过程

首先，用光强探头测试一下待测光源是否稳定。然后，调整滑动变阻器，用秒表测出  $\alpha$  从 0 度到 90 度所需时间，从而调整采样的总时间，每次采样 50 次，订出采样间隔，开始采样。

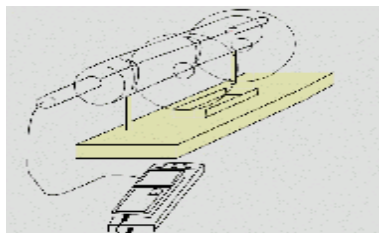
对于同种光源在不同转速下的削弱情况，以 15 次实验为基础，直到作出较为精确的图象，并进行横向对比，找出实验的缺陷。

对于不同种光源，在转速相同的情况下，比较削弱的程度，与理论相对照，得出结论。

## 六、实验过程

### 实验大事日表

- 2001/11/11 制订初步实验计划，商讨课件方案
- 2001/11/25 制订二次实验计划，商讨课件模拟图
- 2001/11/25—2002/03/06 搜集课件材料，制出马达
- 2002/03/13 完成马达齿轮理论比率计算
- 2002/03/20 制出 1: 57 马达齿轮减速组
- 2002/03/27 制出马达外壳
- 2002/04/03 制出课件外壳-1，提出修改意见
- 2002/04/11 制出改进型外壳-1，进行首次实验
- 2002/04/18 再次提出改进意见，商议新材料
- 2002/04/25 得到改进课件图纸，材料购置中



2002/04/30 组装出课件

2002/05/08 进行正式实验，采得第一次数据，利用 TI 进行分析，图象出错

2002/05/22 校对了实验数据，查出错误，更正了图象，图象不理想

2002/06/05 进行实验，得到数据，进行分析，拟合出符合数据的三角函数

光强 (LIGHT) 与时间 (TIME) 的实验数据

| L1 | LIGHT  | TIME  | 1 |
|----|--------|-------|---|
| 1  | .22626 | .0625 |   |
| 2  | .30799 | .125  |   |
| 3  | .3956  | .1875 |   |
| 4  | .31063 | .25   |   |
| 5  | .23339 | .3125 |   |
| 6  | .32079 | .375  |   |
| 7  | .39394 | .4375 |   |

L1(1)=1

| L1 | LIGHT  | TIME  | 1 |
|----|--------|-------|---|
| 8  | .31569 | .5    |   |
| 9  | .22756 | .5625 |   |
| 10 | .30905 | .625  |   |
| 11 | .39662 | .6875 |   |
| 12 | .31176 | .75   |   |
| 13 | .24073 | .8125 |   |
| 14 | .3937  | .875  |   |

L1(14)=14

| L1 | LIGHT  | TIME   | 1 |
|----|--------|--------|---|
| 15 | .31569 | .9375  |   |
| 16 | .23658 | 1      |   |
| 17 | .31504 | 1.0625 |   |
| 18 | .40079 | 1.125  |   |
| 19 | .31168 | 1.1875 |   |
| 20 | .22881 | 1.25   |   |
| 21 | .31557 | 1.3125 |   |

L1(21)=21

| L1 | LIGHT  | TIME   | 1 |
|----|--------|--------|---|
| 22 | .39273 | 1.375  |   |
| 23 | .3218  | 1.4375 |   |
| 24 | .23583 | 1.5    |   |
| 25 | .32055 | 1.5625 |   |
| 26 | .3933  | 1.625  |   |
| 27 | .321   | 1.6875 |   |
| 28 | .23618 | 1.75   |   |

L1(28)=28

| L1 | LIGHT  | TIME   | 1 |
|----|--------|--------|---|
| 29 | .31711 | 1.8125 |   |
| 30 | .39164 | 1.875  |   |
| 31 | .31403 | 1.9375 |   |
| 32 | .23687 | 2      |   |
| 33 | .32095 | 2.0625 |   |
| 34 | .39524 | 2.125  |   |
| 35 | .32545 | 2.1875 |   |

L1(35)=35

| L1 | LIGHT  | TIME   | 1 |
|----|--------|--------|---|
| 36 | .23132 | 2.25   |   |
| 37 | .32031 | 2.3125 |   |
| 38 | .38719 | 2.375  |   |
| 39 | .21431 | 2.4375 |   |
| 40 | .24104 | 2.5    |   |
| 41 | .33019 | 2.5625 |   |
| 42 | .38873 | 2.625  |   |

L1(42)=42

| L1 | LIGHT  | TIME   | 1 |
|----|--------|--------|---|
| 39 | .31431 | 2.4375 |   |
| 40 | .24104 | 2.5    |   |
| 41 | .33019 | 2.5625 |   |
| 42 | .38873 | 2.625  |   |
| 43 | .31249 | 2.6875 |   |
| 44 | .234   | 2.75   |   |

L1(45)=

时间 (TIME) 与偏振片转过角度 ( $\theta$ ) 的实验数据

| TIME  | $\theta$ | L2 | 5 |
|-------|----------|----|---|
| .0625 | 67.5     | 1  |   |
| .125  | 135      | 2  |   |
| .1875 | 202.5    | 3  |   |
| .25   | 270      | 4  |   |
| .3125 | 337.5    | 5  |   |
| .375  | 405      | 6  |   |
| .4375 | 472.5    | 7  |   |

L2(1)=1

| TIME  | $\theta$ | L2 | 5 |
|-------|----------|----|---|
| .5    | 540      | 8  |   |
| .5625 | 607.5    | 9  |   |
| .625  | 675      | 10 |   |
| .6875 | 742.5    | 11 |   |
| .75   | 810      | 12 |   |
| .8125 | 877.5    | 13 |   |
| .875  | 945      | 14 |   |

L2(14)=14

| TIME   | $\theta$ | L2 | 5 |
|--------|----------|----|---|
| .9375  | 1012.5   | 15 |   |
| 1      | 1080     | 16 |   |
| 1.0625 | 1147.5   | 17 |   |
| 1.125  | 1215     | 18 |   |
| 1.1875 | 1282.5   | 19 |   |
| 1.25   | 1350     | 20 |   |
| 1.3125 | 1417.5   | 21 |   |

L2(21)=21

| TIME   | θ      | L2 | S |
|--------|--------|----|---|
| 1.375  | 1485   | 22 |   |
| 1.4375 | 1552.5 | 23 |   |
| 1.5    | 1620   | 24 |   |
| 1.5625 | 1687.5 | 25 |   |
| 1.625  | 1755   | 26 |   |
| 1.6875 | 1822.5 | 27 |   |
| 1.75   | 1890   | 28 |   |

L2(28)=28

| TIME   | θ      | L2 | S |
|--------|--------|----|---|
| 1.8125 | 1957.5 | 29 |   |
| 1.875  | 2025   | 30 |   |
| 1.9375 | 2092.5 | 31 |   |
| 2      | 2160   | 32 |   |
| 2.0625 | 2227.5 | 33 |   |
| 2.125  | 2295   | 34 |   |
| 2.1875 | 2362.5 | 35 |   |

L2(35)=35

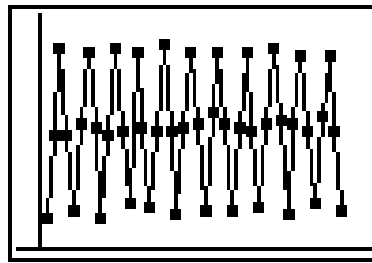
| TIME   | θ      | L2 | S |
|--------|--------|----|---|
| 2.25   | 2430   | 36 |   |
| 2.3125 | 2497.5 | 37 |   |
| 2.375  | 2565   | 38 |   |
| 2.4375 | 2632.5 | 39 |   |
| 2.5    | 2700   | 40 |   |
| 2.5625 | 2767.5 | 41 |   |
| 2.625  | 2835   | 42 |   |

L2(42)=42

| TIME   | θ      | L2 | S |
|--------|--------|----|---|
| 2.4375 | 2632.5 | 39 |   |
| 2.5    | 2700   | 40 |   |
| 2.5625 | 2767.5 | 41 |   |
| 2.625  | 2835   | 42 |   |
| 2.6875 | 2902.5 | 43 |   |
| 2.75   | 2970   | 44 |   |

L2(45)=

时间 (TIME) 与光强 (LIGHT) 的图象



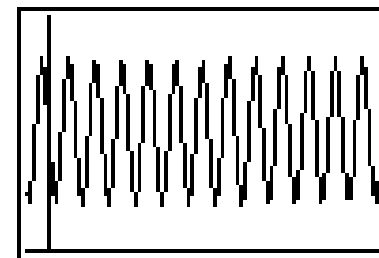
拟合方程

```
Plot1 Plot2 Plot3
\Y1=.07436561275
291*sin(.0239670
9695503x+-3.0721
155680286)+.3155
3060014734
\Y2=
\Y3=.08309293388
```

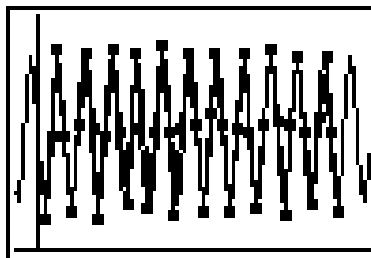
拟合方程

```
SinReg
y=a*sin(bx+c)+d
a=.0743656128
b=.023967097
c=-3.072115568
d=.3155306001
```

方程图象



叠加图象



2002/06/12 取九个数据进行拟合, 得到图象

拟合方程

拟合方程

叠加图象

```

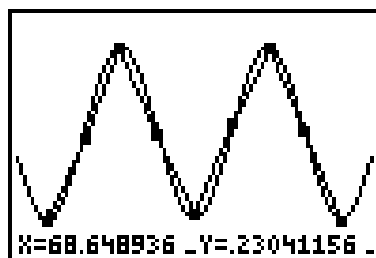
SinReg
y=a*sin(bx+c)+d
a=.0830929339
b=.0233774779
c=3.113265091
d=.3130301473

```

```

Plot1 Plot2 Plot3
\Y3=.08309293388
989*sin(.0233774
7786959X+3.11326
50913648)+.31303
014734958
\Y4=
\Y5=

```



## 七、实验结果 6

证得马吕斯定理正确，虽然图象与所查得图象有所差别，但是从图形的变化形态上还是一样的，即偏振片的偏振效果与偏振片间所成的角度有关，而之所以用时间做取值依据，是因为在单位时间内偏振片转过的角度是一定的，所以可以从时间上可以推导出角度的变化，从而得到光强与角度的关系。并得以证明出，马吕斯定理的正确。

### 点评

这个实验由来已久，当人们在观看立体电影的时候，偏振片就起到了非常重要的作用。中学生其实也可以做这样的研究。这个实验的难点在于对数据的处理，首先得到的是光强和时间的关系，然而学生非常清楚地知道这个时间完全是取决于偏振片旋转的角度的，所以怎样将旋转的速度控制到匀速和将统计数据中的时间转换为角度成为了实验的关键。学生最终还是将实验的数据转换作用统计表格中的运算功能实现了。实验的拟合获得了成功。