

班号

学号

姓名

教师签字

韩建巴

实验日期

组号

预习成绩

总成绩

## 实验名称 液晶光电效应及其应用

## 一. 实验预习

## 1. 什么是各向异性?

各向异性指物质在不同方向上的某些性质不一样的现象。即某些物体的全部或部分物理、化学性质随着方向的改变而有所变化。

## 2. 什么是双折射?

双折射是指一条入射光线产生两条折射光线的现象。当光束入射到各向异性的晶体时,它会分解成两束光,沿不同方向折射。



## 3. 液晶的特点?

在一定温度范围内,液晶既有液体的流动性,又有各向异性晶体的双折射性。在不同的方向上,液晶的光学和介电性质不同。

## 4. 偏振光的分类及其振动特性?

①线偏振光: 振动方向始终在光的同一偏振面内。

②圆偏振光: 电场振动方向按照一定规律沿着光线方向旋转。

③椭圆偏振光: 电矢量端点, 描出一个椭圆轨迹

④自然光/部分偏振光: 由多个方向的偏振光叠加而成。

## 二. 实验现象及原始数据记录

1. 观察发现:

2. 验证马吕斯定律

表 1 偏振片相对角度改变下, 光输出功率测量

相对角度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
输出功率										

用坐标纸或软件绘制夹角与输出功率的关系图, 并得出结论是否符合马吕斯定律

$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$ , 若不符合, 试着说明原因。

3. 液晶扭曲角的测量

检偏器的位置 1:


检偏器的位置 2:

扭曲角度为:

数据:

韩建已 3

二. 实验现象及原始数据记录

1. 观察发现: 显示器显示白色时, 观察到整齐排列的红、绿、蓝像素点, 显示不同颜色时, 只有部分颜色的像素点发光, 且亮度不同. 

2. 验证马吕斯定律

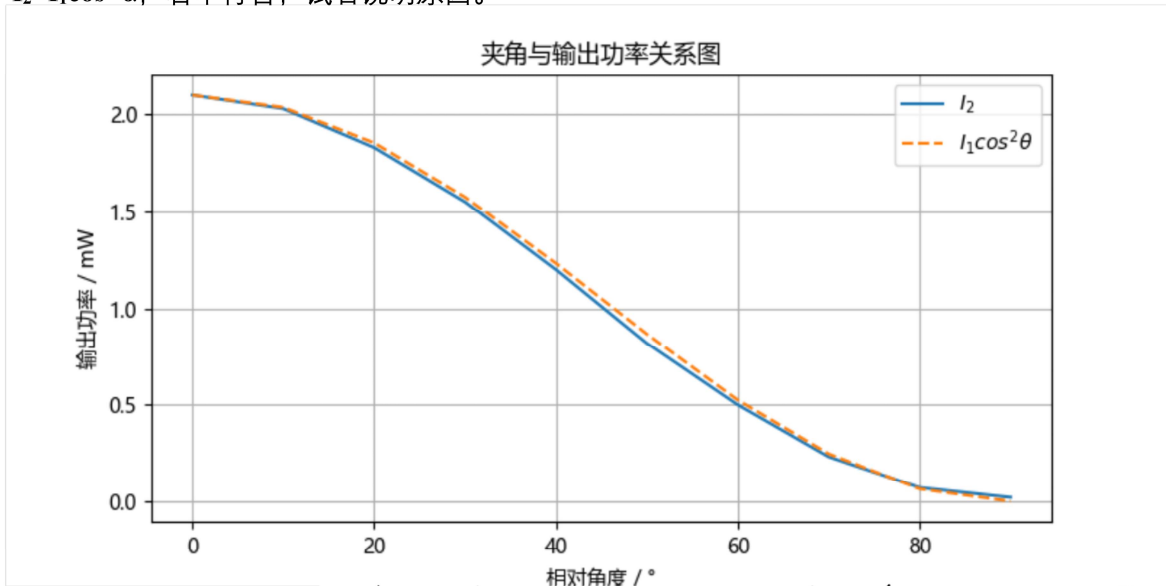
表 1 偏振片相对角度改变下, 光输出功率测量

相对角度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
输出功率	2.10	2.03	1.83	1.55	1.20	0.82	0.50	0.23	0.07	0.02

$I_0 = 2.65 \text{ mW}, I_1 = 2.10 \text{ mW}$

用坐标纸或软件绘制夹角与输出功率的关系图, 并得出结论是否符合马吕斯定律

$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$ , 若不符合, 试着说明原因。



从图中不难看出, 输出功率与  $I_1 \cos^2 \alpha$  的数值非常吻合, 因此可证明马吕斯定律成立.

3. 液晶扭曲角的测量

检偏器的位置 1:  $81^\circ$

检偏器的位置 2:  $3^\circ$

扭曲角度为:  $78^\circ$

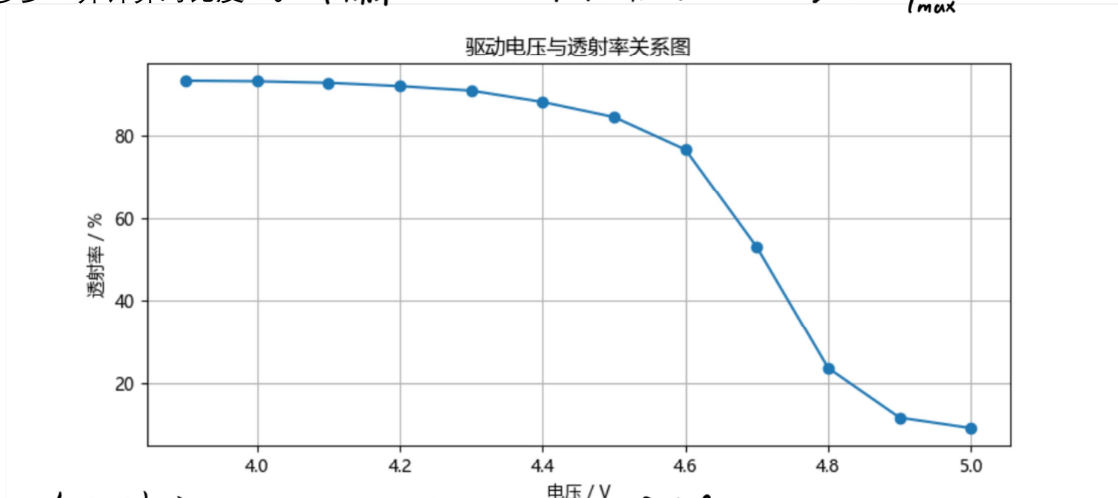
4. 液晶光开关电光特性及对比度测量

表 2 改变液晶驱动电压下光透射率的测量

电压 (伏)	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	
透射功率	1	1.130	1.128	1.123	1.114	1.097	1.054	1.019	0.900	0.642	0.293	0.152	0.112
	2	1.102	1.100	1.096	1.089	1.080	1.054	1.004	0.912	0.612	0.285	0.141	0.104
	3	1.129	1.128	1.124	1.111	1.098	1.068	1.022	0.950	0.652	0.269	0.123	0.109
	平均	1.120	1.119	1.114	1.105	1.092	1.059	1.015	0.921	0.635	0.282	0.139	0.108
透射率(%)	93.36	93.22	92.86	92.06	90.97	88.22	84.58	76.72	52.94	23.53	11.56	9.03	

用坐标纸或软件绘制驱动电压与透射率的关系图,并得出液晶的阈值电压和关断电压是

多少? 并计算对比度  $C$ 。  $T_{min} = 0.005mW, T_{max} = 1.20mW \Rightarrow C = \frac{T_{min}}{T_{max}} = 4.167 \times 10^{-3}$



估计液晶的阈值电压是 4.3V, 关断电压是 4.95V.

5. 液晶的时间响应的测量

附上示波器上显示的输出波形, 并计算上升沿时间和下降沿时间。



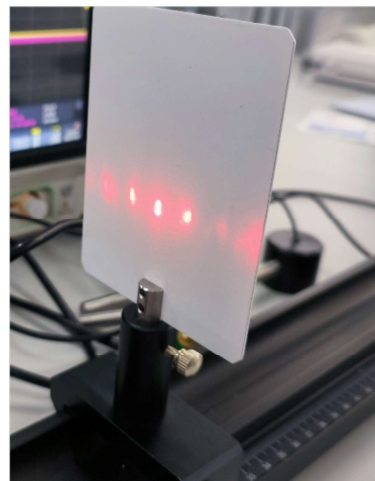
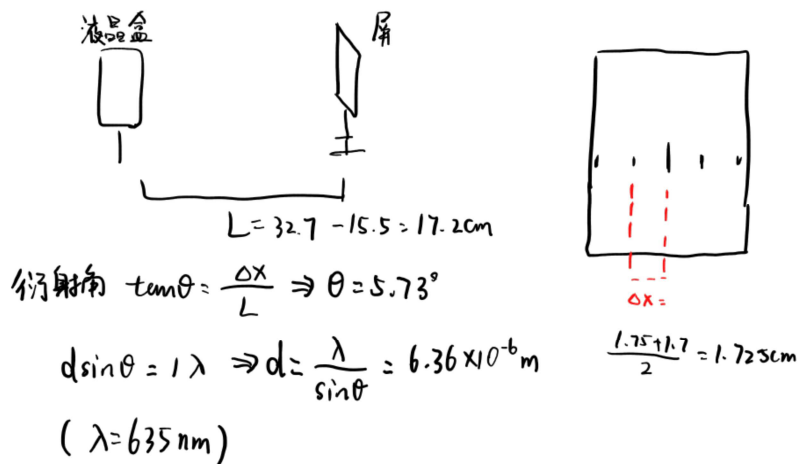
上升沿时间: 3.0µs



下降沿时间: 3.2µs

6. 通过测量衍射角推算出特定条件下, 液晶的结构尺寸

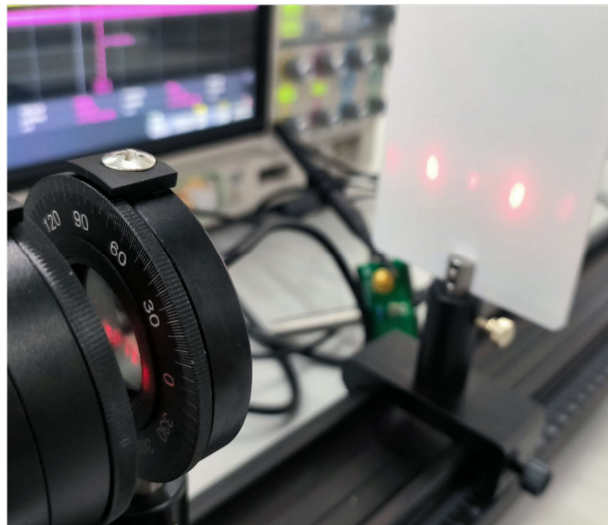
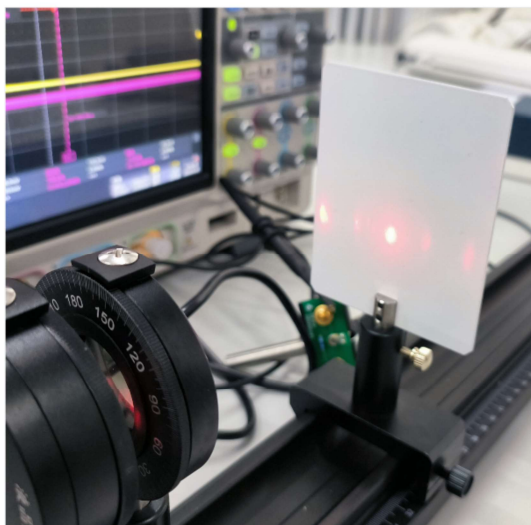
附上衍射图形，并通过测量衍射角，计算液晶“光栅”的光栅常数  $d$ 。



衍射图形

7. 观察测量衍射斑的偏振状态。(选做)

附上衍射图形，试着解释变化原因。



现象：调整偏振片使中央亮纹达到最亮时，第2、4、6.....级亮纹的亮度达到最暗，而第1、3、5.....级亮纹的亮度达到最亮。相反，调整偏振片使中央亮纹达到最暗时，偶数级亮纹的亮度达到最亮，而奇数级亮纹的亮度达到最暗。

原因：经过液晶“光栅”衍射后的光线，相邻两级亮纹的偏振角度均相差 $90^\circ$ ，因此相邻两级亮纹的亮度变化方向是相反的。

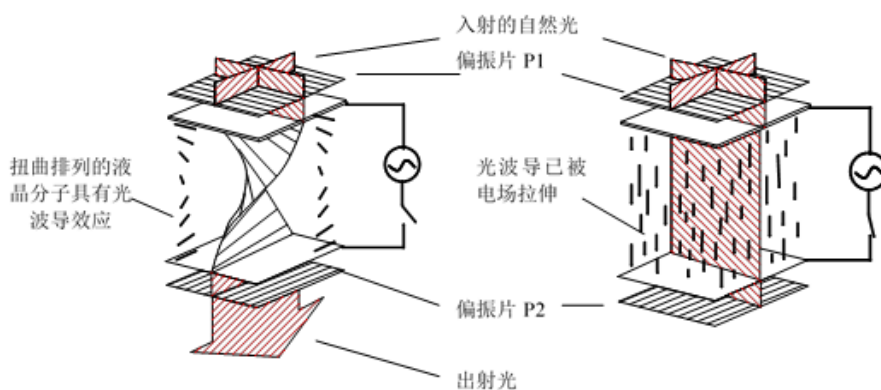
教师	姓名
签字	

### 三. 讨论题

#### 1. 试说明液晶开关工作原理。

液晶开关由两个透明电极和夹在中间的液晶层组成。当施加电压时，电极产生电场，使液晶分子发生定向排列。这种排列的变化会改变液晶层的光学性质，从而改变光的透过率，实现开关控制。

以 TN 型液晶为例，在两块玻璃板之间夹有正性向列相液晶，液晶分子形如同火柴一样的棍状。玻璃板的内表面涂有透明电极，电极的表面预先作了定向处理，使得液晶分子在透明电极表面能倒伏在摩擦所形成的微沟槽里。电极表面的液晶分子按一定方向排列，且上下电极上的定向方向相互垂直。



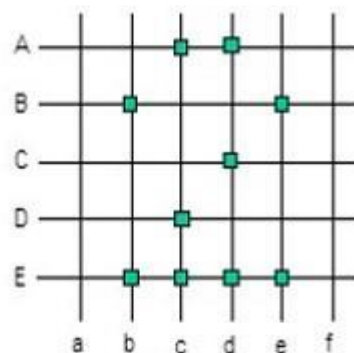
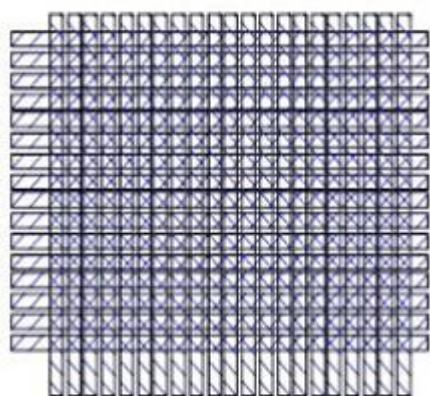
当开关不通电时，上下电极之间的液晶分子受到范德瓦尔斯力的作用趋向于平行排列。然而由于上下电极上液晶的定向方向相互垂直，所以从俯视方向看，液晶分子的排列从上电极的沿  $-45^\circ$  方向排列逐步均匀地扭曲到下电极的沿  $+45^\circ$  方向排列，整体扭曲了  $90^\circ$ 。此时来自光源的自然光经过偏振片 P1 后只剩下平行于透光轴的线偏振光，该线偏振光到达输出面时，其偏振面旋转了  $90^\circ$ 。这时光的偏振面与 P2 的透光轴平行，因而有光通过。

如果给开关施加足够电压，在静电场的作用下，除了基片附近的液晶分子被基片“锚定”以外，其他液晶分子趋于平行于电场方向排列。于是原来的扭曲结构被破坏，成了均匀结构。从 P1 透射出来的偏振光的偏振方向在液晶中传播时不再旋转，保持原来的偏振方向到达下电极。这时光的偏振方向与 P2 正交，因而光被关断。

#### 2. 请简述液晶光开关构成图像显示矩阵的方法。

图像显示矩阵，是把横条形状的透明电极做在一块玻璃片上，叫做行驱动电极，简称行电极（常用  $X_i$  表示），而把竖条形状的电极制在另一块玻璃片上，叫做列驱动电极，简称列电极（常用  $S_j$  表示）。把这两块玻璃片面对面组合起来，再把液晶灌注在这两片玻璃之间，

构成液晶盒。



欲显示上图右所示有方块的像素，则首先在第 A 行加上高电平，其余行加上低电平，同时在列电极的对应电极 c、d 加上低电平，于是 A 行的像素就被显示出来了。然后第 B 行加上高电平，其余行加上低电平，同时在列电极的对应电极 b、e 加上低电平，此时 B 行的像素就被显示出来了。接下来对第 C 行、第 D 行……重复操作，最后即可显示出一整张像素图像。

这种工作方式称为扫描方式。依这种方式，可以让每一个液晶光开关按照其上的电压的幅值让外界光关断或通过，从而显示出任意文字、图形和图像。