

班号 2103206 学号 210320621 姓名 吴俊达 教师签字 _____

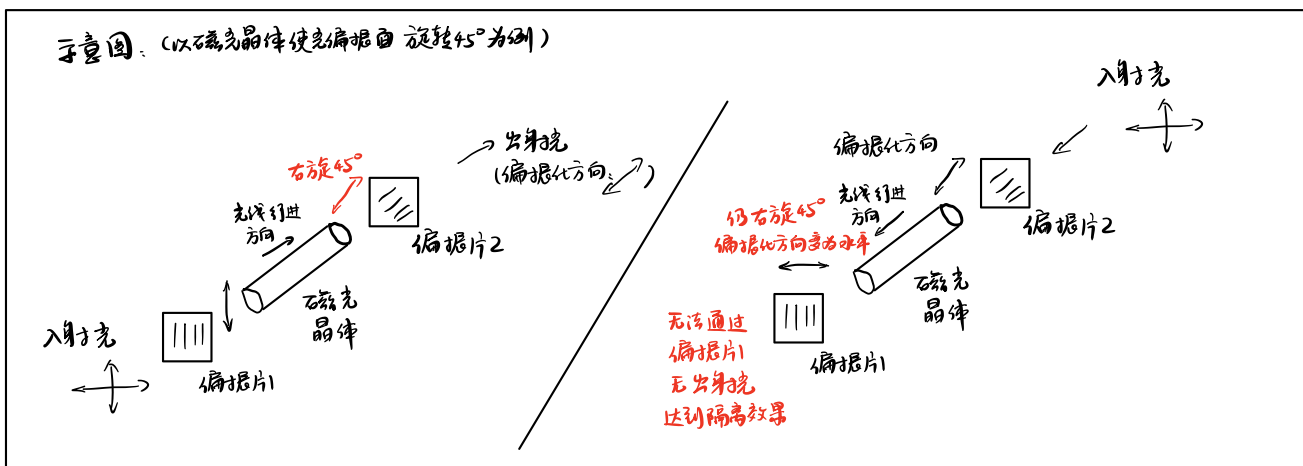
实验日期 2023.3.3 组号 5 预习成绩 20 总成绩 _____

实验名称 磁光效应及其在光通信中的应用

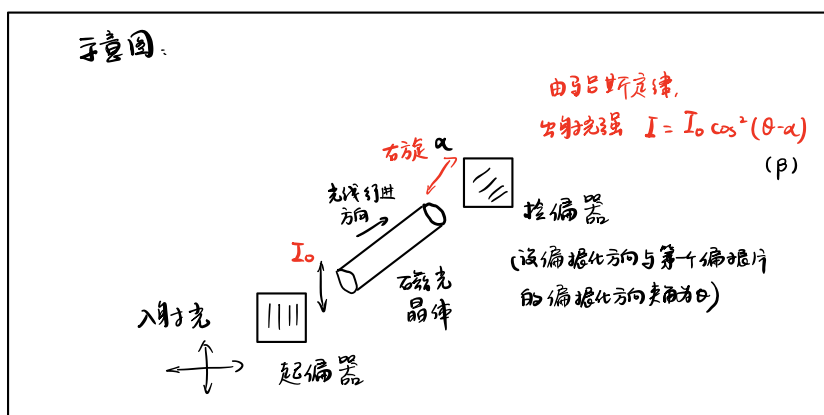
一、预习

1. 简述采用磁光效应的非互易性制作光隔离器的原理。
2. 在光通信应用中，可以采用不同的光功率大小表示二进制“0”和“1”，例如光功率高于某一数值时代表“1”，低于这一数值时代表“0”。简述采用磁光效应实现这一功能的原理。

1. 答、非互易性是指，法拉第效应产生的旋光只与磁场方向有关，而同光传播方向无关。
 也即：光线往返一周，旋光角不是相互抵消，而是倍增。
 那么，光从装置一侧(正向)射入时，光偏振面旋转 θ ，若设置第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向夹角为 θ ，则可以射出；但光从装置另一侧射入时，经过第二个偏振片又经过磁光晶体后，其光偏振面角度不是变为与第一个偏振片的偏振化方向平行，而是对增加了 θ 的偏转，从而无法通过第一个偏振片。这就达到了光隔离效果。



2. 答、用起偏器获取线偏振光，再设置一个检偏器。通过改变励磁线圈的电流，可改变磁感应强度，进而可改变偏振光通过磁光晶体后光偏振面相对于原光改变的夹角，从而改变从磁光晶体射出光与检偏器偏振化方向的夹角 β 。由于马利定律，**射出光强与 $\cos^2\beta$ 成正比**，即：**通过改变励磁线圈的电流，可改变射出光的光强，进而改变光的功率，功率低时作为“0”，高时作为“1”。**



二、原始数据记录

1.

磁致旋光角与励磁电流大小的关系数据记录

| 电流大小 (A) | 消光时偏振片 P ₂ 的角度读数 θ | 旋光角 $\Delta\theta$ (包含正负号) |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|
| 0.00 | 212.8° | 0.0° |
| 0.25 | 214.9° | 2.1° |
| 0.50 | 217.5° | 4.7° |
| 0.75 | 218.5° | 5.7° |
| 1.00 | 220.2° | 7.4° |
| 1.25 | 221.8° | 9.0° |
| 1.50 | 223.0° | 10.2° |
| 1.75 | 224.6° | 11.8° |
| 2.00 | 227.0° | 14.2° |
| 2.25 | 228.5° | 15.7° |
| 2.50 | 229.7° | 16.9° |
| 2.75 | 231.2° | 18.4° |

2.

磁致旋光角方向与光束传播方向的关系数据记录

| 电流大小 (A) | 消光时偏振片 P ₂ 的角度读数 θ | 旋光角 $\Delta\theta$ (包含正负号) |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|
| 0.00 | 213.0° | 0.0° |
| 0.25 | 211.2° | 1.8° |
| 0.50 | 209.5° | 3.5° |
| 0.75 | 208.1° | 4.9° |
| 1.00 | 206.5° | 6.5° |
| 1.25 | 205.0° | 8.0° |
| 1.50 | 203.1° | 9.9° |
| 1.75 | 202.0° | 11.0° |
| 2.00 | 200.0° | 13.0° |
| 2.25 | 198.6° | 14.4° |
| 2.50 | 197.2° | 15.8° |
| 2.75 | 195.2° | 17.8° |

3.

磁致旋光角方向与励磁电流方向的关系数据记录

| 反向电流大小 (A) | 消光时偏振片 P ₂ 的角度读数 θ | 旋光角 $\Delta\theta$ (包含正负号) |
|------------|--------------------------------------|----------------------------|
|------------|--------------------------------------|----------------------------|

| | | |
|------|--------|--------|
| 0.00 | 213.0° | 0.0° |
| 0.25 | 215.1° | -2.1° |
| 0.50 | 216.6° | -3.6° |
| 0.75 | 217.5° | -4.5° |
| 1.00 | 219.6° | -6.6° |
| 1.25 | 221.1° | -8.1° |
| 1.50 | 222.9° | -9.9° |
| 1.75 | 224.5° | -11.5° |
| 2.00 | 225.7° | -12.7° |
| 2.25 | 227.5° | -14.5° |
| 2.50 | 228.7° | -15.7° |
| 2.75 | 230.7° | -17.7° |

4.

磁光材料对不同波长的光的响应情况数据记录 (选做)

| 波长 (nm) | 电流大小 (A) | 消光时偏振片 P ₂ 的角度 读数 θ | 旋光角 $\Delta\theta$ (包含正负号) |
|---------|----------|---------------------------------------|----------------------------|
| | 0.00 | | 0.0° |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

S.O

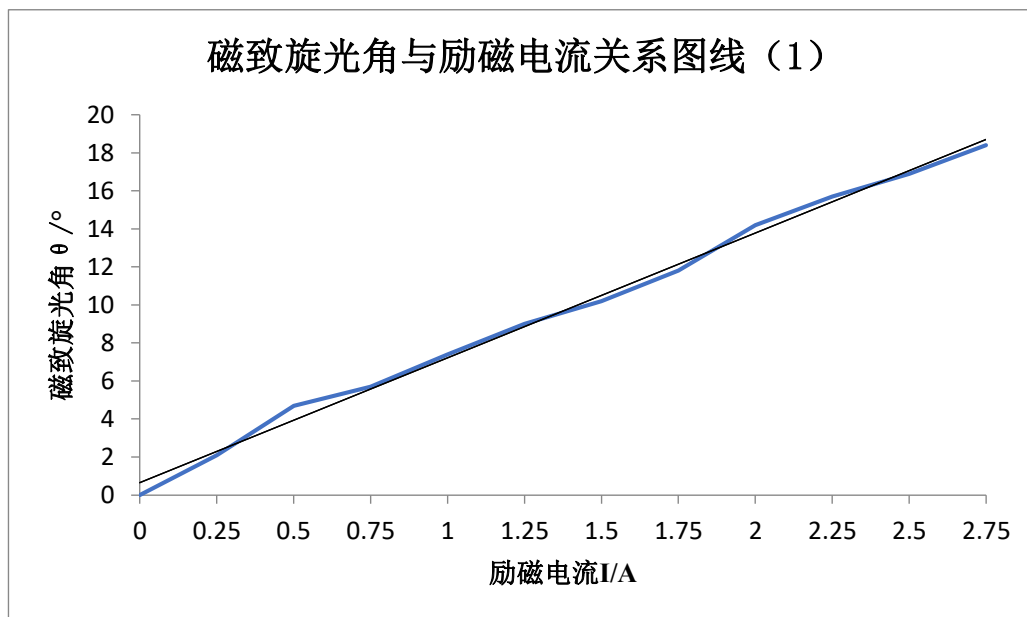
| | |
|----|----|
| 教师 | 姓名 |
| 签字 | 尉瑞 |

2023.3.3.

三、数据处理及实验现象、结论

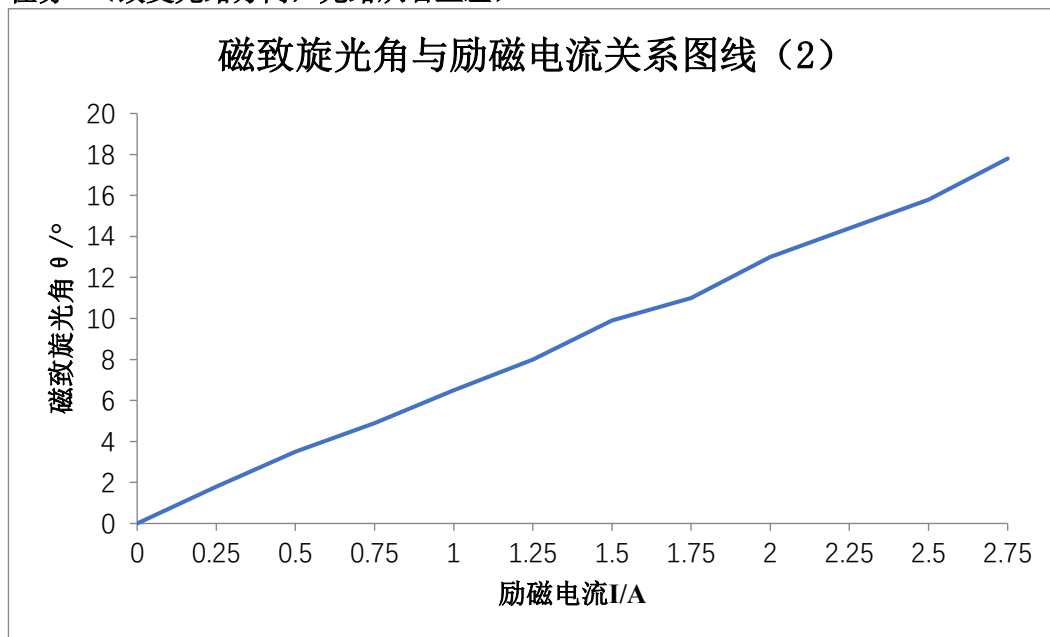
绘制各实验任务中偏振片 2 的角度变化值（即磁致旋光角）与励磁电流的关系曲线，注意正负号，根据结果总结磁致旋光角与磁感应强度大小、光束传播方向、磁场方向的关系；描述利用磁光效应调制音频信号的实验现象。

解：任务 1（磁致旋光角与励磁电流的关系，光路从左至右）



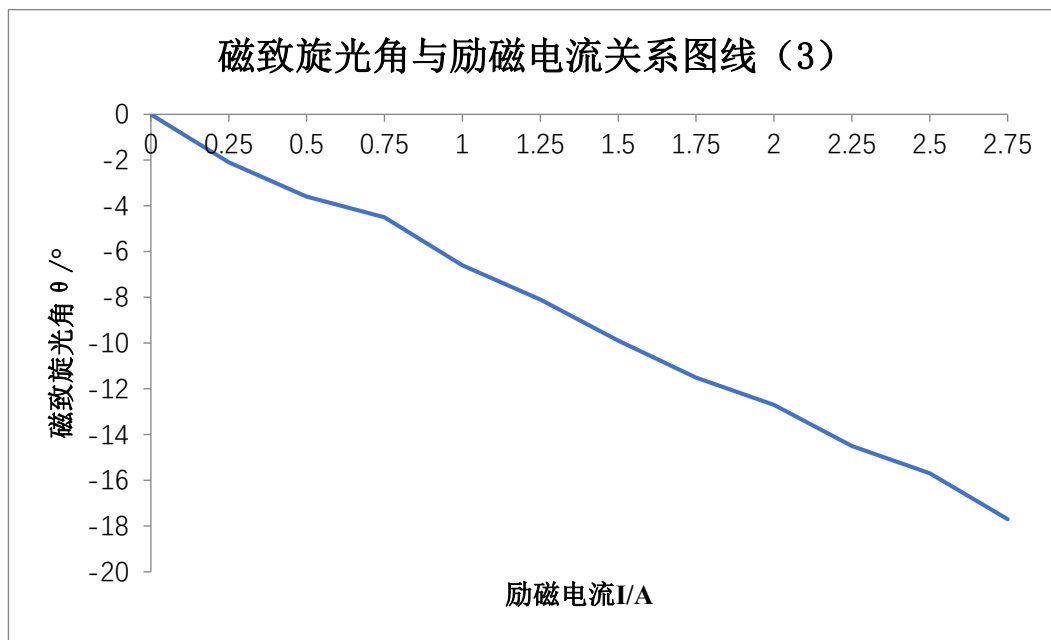
利用 Excel 作出拟合直线，得直线方程 $y = 1.6416x - 0.9955$ ，相关系数 $R^2 = 0.9956$ 。相关系数接近于 1，说明磁致旋光角和励磁电流的线性关系很强；且图线近似通过原点，说明磁致旋光角和励磁电流成正比关系。又由于磁感应强度和励磁电流大小成正比，所以得出结论：**磁致旋光角和磁感应强度成正比关系。**【此时计算某电流大小对应的旋光角，是用此电流下偏振片 P_2 的角度值减去电流为 0 时偏振片 P_2 的角度值】

任务 2（改变光路方向，光路从右至左）



可以看出，改变光束传播方向，旋光角并未改变符号，趋势也与之前相同，说明磁致旋光角和光束传播方向**无关**。【任务 2 和任务 3 中，计算某电流大小对应的旋光角，是用电流为 0 时偏振片 P_2 的角度值减去此电流下偏振片 P_2 的角度值，和任务 1 中相反，因为只有这样，才能确保从同侧看进去，各任务中旋光角正值对应的旋光方向相同，否则会出现“任务 1 中旋光角正值代表右旋、任务 2 中旋光角正值代表左旋”这样的情况。】

任务 3（改变励磁电流方向，即改变磁感应强度方向）



可以看出，改变励磁电流方向（磁感应强度方向），旋光角改变符号，说明磁致旋光角和励磁电流方向（磁感应强度方向）**有关**。

利用磁光效应调制音频信号的实验现象：

- ① 对于一定的励磁电流（中等大小，1A 左右），调节偏振片角度，当两偏振片的偏振化方向垂直时，听不到声音；而当两偏振片的偏振化方向夹角逐渐减小时，噪声逐渐增大随后减小，乐声逐渐增大；接近平行时，声音最为清晰和响亮；恰好平行时，声音响度最大，但反而不如之前清晰。
- ② 对于一定偏振片夹角（两偏振片的偏振化方向夹角接近平行），调节励磁电流大小，发现随着励磁电流增大，声音响度先增大后减小，但减小不明显；声音清晰度增加，但增加越来越不明显。

四、讨论题

如图 1 所示，一束偏振光穿过置于线圈之中、长度为 d 的磁光晶体，线圈中通有大小为 I 的电流，电流方向如箭头所示。在磁场作用下，偏振光的偏振方向发生旋转。请根据该结果，画出图 2 和图 3 中出射光的偏振方向，标出角度值。

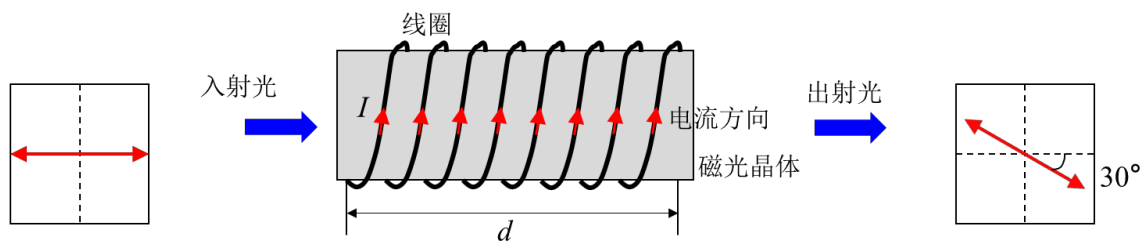


图 1

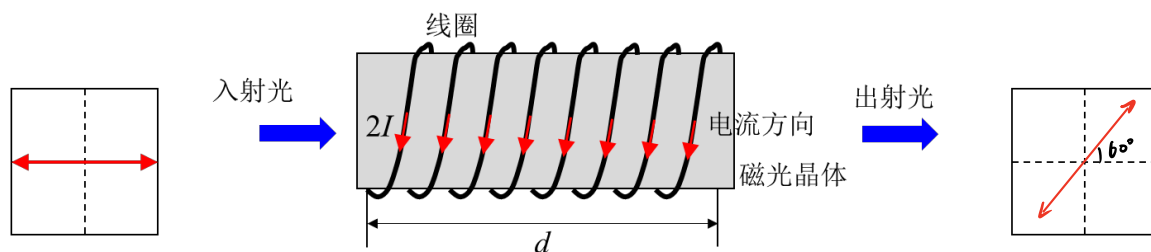


图 2

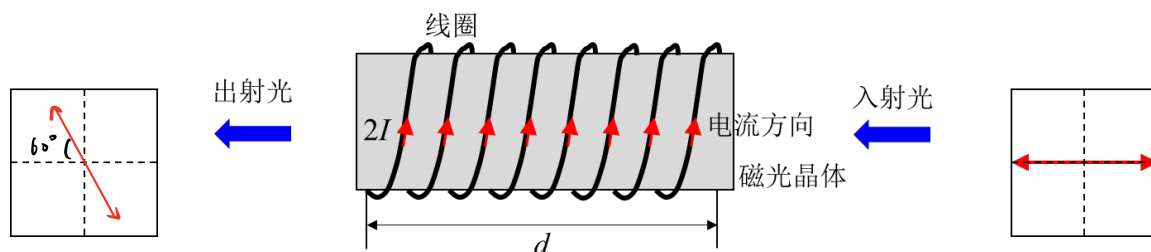


图 3