

晶体的磁光效应实验

实验讲义

磁致旋光（法拉第）效应

一、引言

磁光效应是指光与磁场中的物质，或光与具有自发磁化强度的物质之间相互作用所产生的各种现象，主要包括法拉第（Faraday）效应、柯顿-莫顿（Cotton-Mouton）效应、克尔（Kerr）效应、塞曼（Zeeman）效应、光磁效应等。

磁场中某些非旋光物质具有旋光性，该现象称为“法拉第（Faraday）效应”或“磁致旋光效应”。法拉第于 1845 年发现该效应，故称法拉第效应。

二、实验目的

- 1、掌握磁光效应的原理和实验方法
- 2、计算磁光介质的 Verdet 常数

三、实验原理

1、磁致旋光（法拉第）效应

磁场可以使某些非旋光物质具有旋光性。该现象称为磁致旋光（法拉第）效应，是磁光效应的一种形式。当线偏振光在媒质中沿磁场方向传播距离 d 后，振动方向旋转的角度 α 等于：

$$\alpha = V_e d B \quad (1)$$

式中 B 是磁感应强度， V_e 是物质常数，称为费尔德（Verdet）常数。

法拉第效应产生的旋光与自然旋光物质产生的旋光有一个重大区别。自然旋光物质有确定的右旋或左旋性质，当光沿某一传播方向通过物质时，若振动方向由 α 方向变为 β 方向，则当光波反向通过同一物质时， β 方向的振动将回复到 α 方向。磁致旋光的情况则不同。产生法拉第效应的原因是，外磁场使物质分子的磁矩定向排列，出现了定向旋转的磁矩电流，可以设想，顺着磁矩电流方向旋转的光波电场和逆向旋转的光波电场与物质的作用情况不同，从而左、右旋圆偏振光对应的折射率不同，出现了旋光，然而应该注意，上述的作用情况仅仅取决于圆偏振光的电场旋转方向是否与磁矩电流一致，而不取决于它是左旋的或右旋的，因为后者与光波的传播方向有关。因此，不论光波的传播方向如何，通过磁致旋光媒质时，偏振方向的旋转方向是确定的，它只和磁场方向有关。

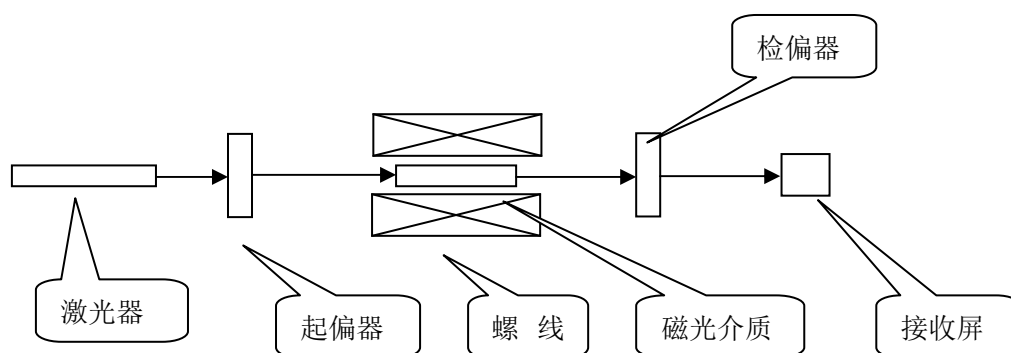


图 2 实验光路图

四、实验内容

1、磁光效应光路搭建

(1)参考图 3 搭建磁光效应光路。自左向右依次为**激光器**(激光波长 650nm)、**起偏器**、**磁光晶体**、**检偏器**和**白屏**。



图 3 磁光晶体效应测量光路

(2) 安装**激光器**，可以将白屏调整到合适高度，以白屏刻线作为参考高度，将白屏移到激光器近处和远处，分别调整激光器的高低和激光器夹持器的俯仰使激光均能打在刻线上，反复两次即可将激光调平。

(3) 安装**白屏**，将白屏移动到导轨右端，并将其固定在导轨上。

(4) 安装**磁光线圈**和**磁光晶体**，磁光线圈直接固定在滑块上，并将磁光晶体安装在上面，调整激光器高度让激光通过晶体。

(5) 安装**起偏器**，在激光器后安装起偏器，并调整起偏器高低，使光束通过起偏器中心。

(6) 安装**检偏器**，磁光晶体后安装检偏器，并调整检偏器高低，是光束通过检偏器中心。

2、数据记录与处理

(1) 旋转起偏器使透过起偏器的激光最强。

(2) 旋转检偏器直至在白屏看到完全消光，此时记下检偏器偏振角度 θ_0 。

(3) 将磁光线圈与磁光电源正负极相连，调整电流并记录偏转的角度，线圈两端电压及电流如下表所示，并记录旋转角度，其中线圈电阻为 150 欧姆，磁光玻璃棒（TGG）长度 $d=17.9\text{mm}$ ，直径 5.5mm ，完成表 1。

线圈电压 (V)	0	25	50	75	100	125	150	175	200
磁场强度 (mT)	0	49	75	91	105	114	124	132	140
线圈电流 (A)	0	0.17	0.33	0.5	0.67	0.83	1.0	1.17	1.33
旋转角度 (mrad)	θ_0	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8
Verdet 常数	$V_e = \alpha / (dB)$								
计算平均值：									

表 1 Verdet 常数记录表

注意事项

!! 电磁线圈长时间通电将导致表面温度升高，测量数据后应及时关闭点源。!!