

## 法拉第效应——磁光调制实验

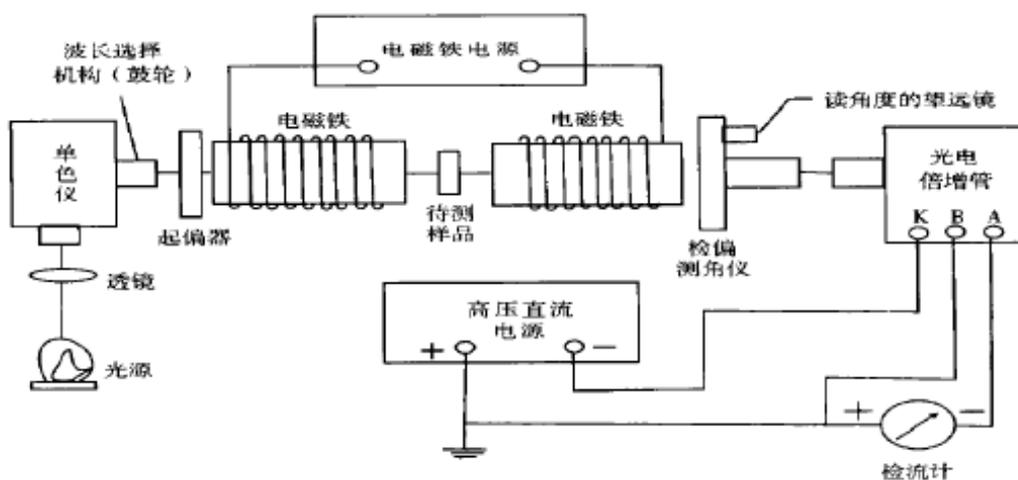
**【摘要】**：法拉第旋光效应给出的经验公式为  $\theta = VBL$ ，本实验在对单色仪进行定标和测量磁场  $B$  和电流  $I$  的关系的基础上，利用磁场与波长的变化，得出一系列旋光角与它们的关系，从而验证了法拉第效应和费尔德常数的色散关系。

**【关键词】**：法拉第效应、定标、旋光角、费尔德常数

### 1、引言：

法拉第效应——磁光调制实验是近代物理上十分重要的实验之一，它和磁光克尔效应一起揭示了光的电磁波本质。法拉第效应具体是指当线偏振光穿过介质时，若在介质中加一平行于光的传播方向的磁场，由于磁场中的磁性物质对线偏振光所分解成的两个同频率等振幅的左旋、右旋偏振光的折射率不一样，产生相位差，当他们介质时，合成新的线偏振光与入射光有一个转角。振动面转过的角度即法拉第效应旋光角与磁感应强度与介质的长度有关。实验发现， $\theta = VBL$ ， $V$  被称为费尔德（Verdet）常数。

### 2、实验装置实验图：



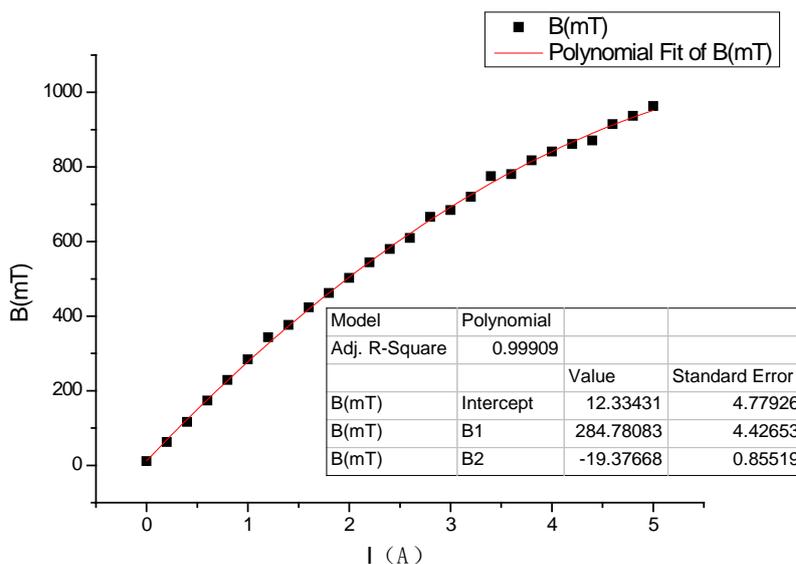
图表 1 实验装置示意图

如上图所示：白炽灯光源所发出的光经单色仪分光后通过起偏器变为线偏振

光，然后通过待测样品，再通过另一检偏器后进入光电倍增管，转化为电信号在数显表上显示，就可进行读数。实验中的磁场由导线圈提供，通过改变流过导线的电流可以得到的不同的磁场。实验时，将起偏器与检偏器的偏振方向夹角调为 90 度，通过寻找光强最弱的点来确定光转过的角度。

### 3、实验准备

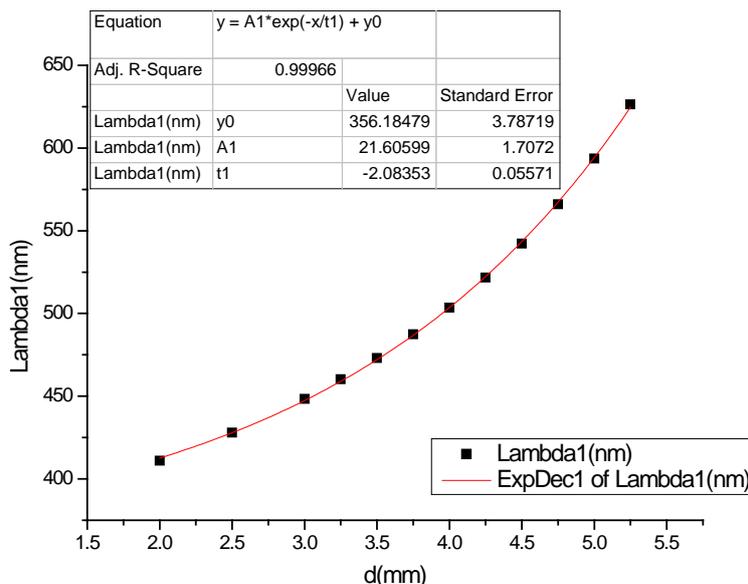
#### 3.1 磁场 B 与电圈电流 I 的关系



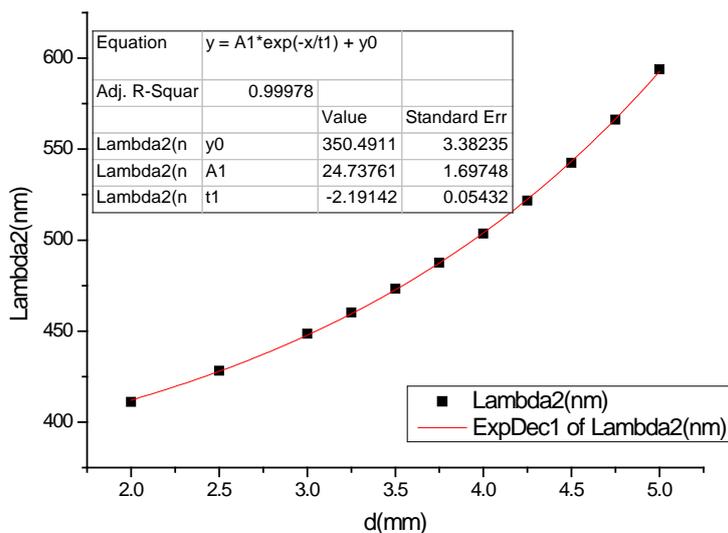
图表 2 磁场 B 与电圈电流 I 的关系

利用特斯拉计，对线圈中心磁场强度与通过线圈的电流大小建立关系，B 与 I 并不呈理论预期的线性关系（螺线圈），两个原因：一是电流表过大或者过小的时候，电流表的显示值和实际值有偏差，所以会呈一个略微上凸的曲线。二是特斯拉计的位置对测磁场有较大影响。

#### 3.2 单色仪定标



图表 3 d 由小到大时, Lambda 与 d 的关系

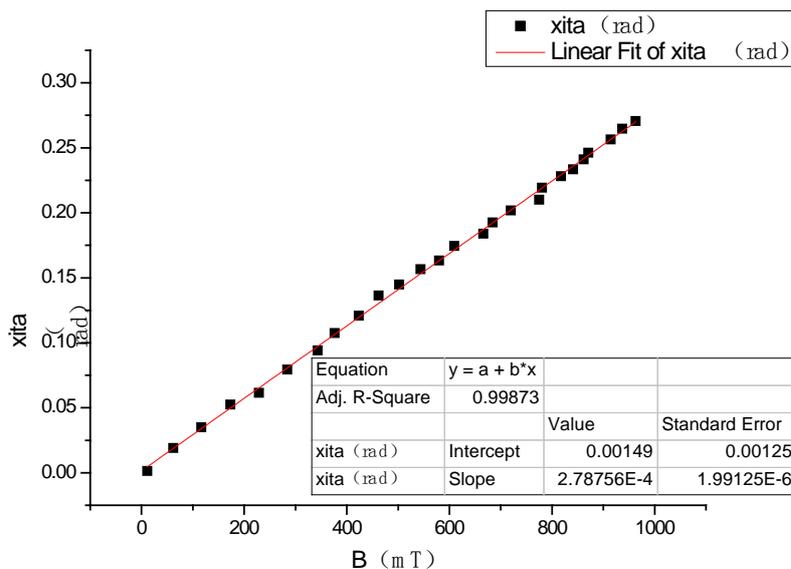


图表 4 d 由大到小时, Lambda 与 d 的关系

如上两图所示：存在螺距误差。光谱工作范围 410nm - 630nm。

#### 4、实验结果和讨论

##### 4.1 旋光角 $\theta$ 与 B 的关系

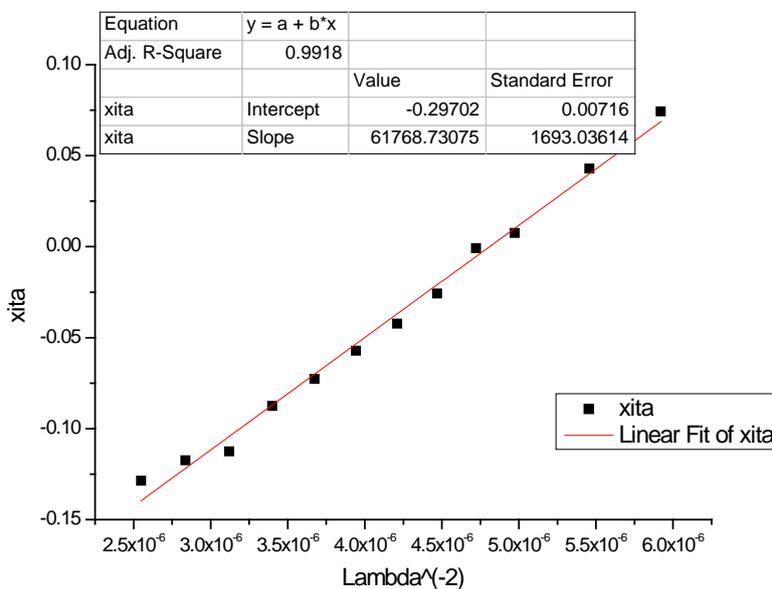


图表 5 旋光角  $\theta$  与 B 的关系

如上图所示：光振动面的旋转角和磁场成正比，验证了法拉第定律。

$L=1.007\text{cm}$ ，可以计算得到： $V=958\text{ T}^{-1}\text{cm}^{-1}$

#### 4.2 旋光角 $\theta$ 与波长的关系



图表 6 旋光角  $\theta$  与波长的负二次方的关系

如上图所示：旋光角  $\theta$  与波长的负二次方呈良好的线性关系。由

$$V(\lambda) = -e\lambda \frac{dn}{d\lambda} / 2mc \quad n = n_0 + A / \lambda^2$$

$$\text{所以有: } V(\lambda) = eA / mc\lambda^2$$

$V$  与波长的关系也成为费尔德常数的色散关系，由于旋光角  $\theta$  与费尔德常数呈正比，所以旋光角  $\theta$  与波长的负二次方呈正比。实验可以进一步通过测量样品的色散关系，求出  $A$  值，进而可求出电子荷质比。

### 实验总结：

- 1, 磁光调制实验主要在于旋光角  $\theta$  的测量，但理论上的消光在实际实验中并不能达到，因为从法拉第介质出来的光波原则上是一个椭圆偏振光，只是当  $d$  或  $B$  很小时这个椭圆偏振的短轴远小于长轴，才可视为线偏振光，因此实验中取两个边界角度的中间值。我们同时也可以通过测量光强最大值和最小值来得到椭圆偏度，用以表征椭圆偏振光的影响。
- 2, 单色仪的定标表明其存在螺距误差，实验中调节波长应沿一个固定的方向。在此基础上，验证了法拉第效应和费尔德常数的色散关系。

### 参考文献：

《法拉第磁致旋光效应及应用》，艾延宝 等，《物理与工程》2002 年第 5 期