



北京航空航天大学

实验报告

学
班
姓
同
日
评

实验名称：磁光效应

实验内容

1. 电磁铁磁头中心磁场的测量

- ① 直流稳压电源连接电磁铁，且线圈并联，特斯拉计探头位于磁头正中心，使磁力线垂直穿过霍尔传感器。磁头间隙 10mm。
② 增大电流，记录电流和对应磁感应强度。（ $C \sim 2A$ 测 26 个点）

2. 正交消光头测量法拉第效应实验

需测 θ （消光法）， B （用 $B = \mu_0 I$ 由计算得到）。样品长度 d （游标卡尺）

① 测量：使出检偏器与起偏器正交，即光功率最小时的角度 θ_1 ；
测出加恒定磁场后光功率最小的角度 θ_2 ，则 $\theta = \theta_2 - \theta_1$ 。

连接：激光器 - DC 3V，探测器输入

3. 磁光调制实验

连接：DC 3V - 激光器 - 探出 - 调制线圈 - 示波器 - CH₁

探测器 - 基频 / 倍频 - CH₂ - 基 / 倍频

记录调制输出波形随 α 的变化：

记录 $\alpha = 45^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ 及 $\alpha \rightarrow 90^\circ$ 时，磁光调制幅度仪波形

通过李萨如图形观测输入 / 输出 信号的关系。

记下倍频点时的李萨如图（此时 α 取 90° ） $A = I_{\max} - I_{\min} = I_0 \sin \alpha \sin 2\theta$

记录倍频点。

4. 磁光调制倍频头测量法拉第效应实验

θ_1 ：消光位置附近倍频宽度旋转

θ_2 ：通电后稳定倍频信号。

$$\theta = \theta_2 - \theta_1, \text{ 由 } \theta = V B d \frac{\pi}{\lambda} \text{ 得出 } V.$$

实验数据处理

1. 该线性范围 [0.1, 2.00] A, 拟合方程为 $y = a + bx$, y 为 B (mt), x 为 I (A)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{26} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{26} (x_i - \bar{x})^2} \quad a = \bar{y} - b\bar{x} \quad R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{26} (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}$$

$$\text{得 } y \quad b = 9.714 \quad a = 9.7733 \quad R^2 = 0.9914$$

$\Rightarrow y = 9.7733x + 9.714$ 具有强烈相关关系

不确定度

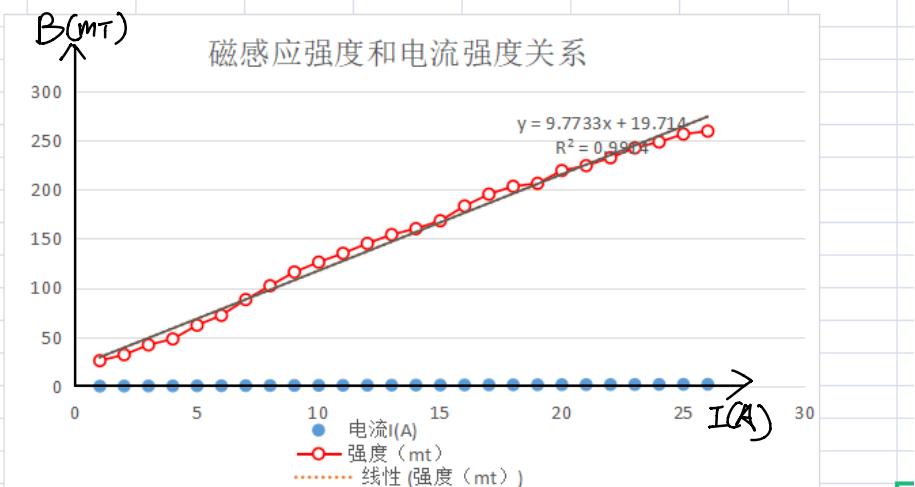
$$U_a(b) = b \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(\frac{1}{R^2} - 1 \right)} = 9.714 \times \sqrt{\frac{1}{24} \times \left(\frac{1}{0.9914} - 1 \right)} = 0.3748$$

$$U_b(b) = U_b(A) \sqrt{\frac{1}{n(x-\bar{x})}} = \frac{0.045}{\sqrt{3}} \times \sqrt{\frac{1}{26} \times (1.5968 - 1.5714)} = 0.00988$$

$$U(b) \approx U_a(b) = 0.4$$

$$U_a(a) = \sqrt{R^2} U(b) = 0.5$$

0.1	26
0.18	32
0.28	42
0.33	48
0.45	62
0.51	72
0.63	88
0.72	102
0.81	116
0.88	126
0.95	135
1.02	145
1.09	154
1.15	160
1.21	168
1.32	183
1.41	195
1.48	203
1.52	206
1.61	219
1.66	224
1.73	232
1.82	242
1.88	248
1.96	256
2.00	259



2. 电光(A)

$\theta(\cdot)$	1.5	1.5	1.5
θ_1	58	58	58
θ_2	52	53	53
$ \theta_2 - \theta_1 $	6	5	5

不确定度计算

$$U(B) = U(y) = \sqrt{\frac{\sum (y_i - (\alpha + \beta x_i))^2}{k-2}} = 0.64075 \text{ mT}$$

(只识别一次无 A 类不确定度 $\therefore U_b(\theta) = U(\theta)$)

$$U(\theta) = \frac{1}{\sqrt{B}} = 0.0108 \text{ rad} = 0.57735^\circ$$

$$\therefore V = \frac{\theta}{B \alpha} \quad \ln V = \ln \theta - \ln B - \ln \alpha$$

$$\frac{\partial \ln V}{\partial \theta} = \frac{1}{\theta}, \quad \frac{\partial \ln V}{\partial B} = -\frac{1}{B}$$

$$\therefore \frac{U(V)}{V} = \sqrt{\left(\frac{U(\theta)}{\theta}\right)^2 + \left(\frac{U(B)}{B}\right)^2}$$

$$V_1 = 50.83 \text{ rad/T.m} \quad V_2 = 42.36 \text{ rad/T.m} = V_3$$

$$\begin{aligned}
 & U(V_1) = V_1 \cdot \sqrt{\frac{U^2(V_1)}{U^2(V_2) + U^2(V_3)}} = 50.83 \times \sqrt{\left(\frac{42.475}{206}\right)^2 + \left(\frac{42.475}{206}\right)^2} = 42.475 \\
 & U(V_2) = 4.8931 = U(V_3) \\
 & U_1 \pm U(V_1) = (50.8 \pm 4.9) \text{ rad} \cdot T^{-1} \cdot m^{-1} \quad U_2 \pm U(V_2) = (42.4 \pm 4.9) \text{ rad} \cdot T^{-1} \cdot m^{-1} \\
 & U_1 \pm U(V_1) = (50.8 \pm 4.9) \text{ rad} \cdot T^{-1} \cdot m^{-1} \quad U_2 \pm U(V_2) = (42.4 \pm 4.9) \text{ rad} \cdot T^{-1} \cdot m^{-1} \\
 & \bar{V} = U^2(\bar{V}) \times \left[\frac{V_1}{U^2(V_1)} + \frac{V_2}{U^2(V_2)} + \frac{V_3}{U^2(V_3)} \right] \quad U^2(\bar{V}) = \left(\frac{1}{U^2(V_1)} + \frac{1}{U^2(V_2)} + \frac{1}{U^2(V_3)} \right)^{-1} \\
 & \therefore U^2(\bar{V}) = 7.9814 \\
 & U(\bar{V}) = 2.8251 \quad \bar{V} = 7.9814 \times \left(\frac{50.83}{42.475^2} + \frac{42.475}{4.8931^2} + \frac{42.475}{4.8931^2} \right) = 45.19 \\
 & \therefore \bar{V} \pm U(\bar{V}) = (45 \pm 3) \text{ rad} \cdot T^{-1} \cdot m^{-1}.
 \end{aligned}$$

3. 磁光调制实验

图一: $\alpha = 45^\circ$ 的信频图像, 此时同频

图二: $\alpha = 90^\circ$ 的信频图像, 此时频率比为 1:2

$$\text{解: } ① I / 2\pi f_0 = \frac{I_0}{2} (\cos \theta) = \frac{I_0}{2} (1 - 2 \sin^2 \theta) = -2 \sin^2 \theta = A \sin^2 \theta$$

显然 频率为 W

$$②. I / 2\pi f_0 = I_0 \sin^2 \theta = \frac{I_0}{2} (1 - \cos 2\theta) \xrightarrow{\cos 2\theta = 1 - \frac{4\theta^2}{2}} 2I_0 \theta^2 = 2I_0 (2 \sin^2 \theta)^2$$

$$= 2I_0 \theta^2 \sin^2 \theta = 2I_0 \theta^2 (1 - \cos 2\theta) = A \cos 2\theta$$

显然 频率为 $2W$

(4) 磁光测制倍数及测量误差与校正			
电流(A)	1.5	1.5	1.5
G(C)			
θ_1	3° 748mm	3° 7.01mm	3° 746mm
θ_2	4° 788mm	4° 7.85mm	4° 783mm
$\theta = \theta_2 - \theta_1$	1° 0.40mm	1° 0.84mm	1° 0.37mm
$B = 109 \text{ mT}$			
$d(\text{cm})$	1.994	1.995	1.996
测量次数	1	2	3
长度 $d(\text{cm})$	1.994	2.002	1.996

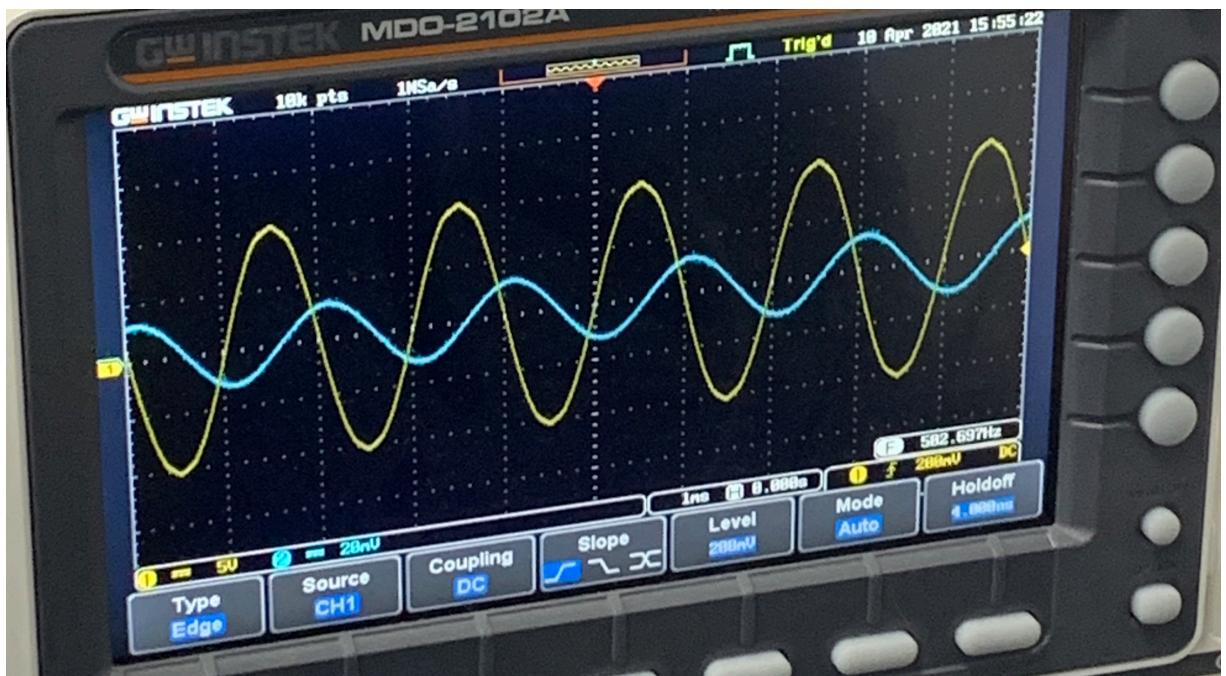
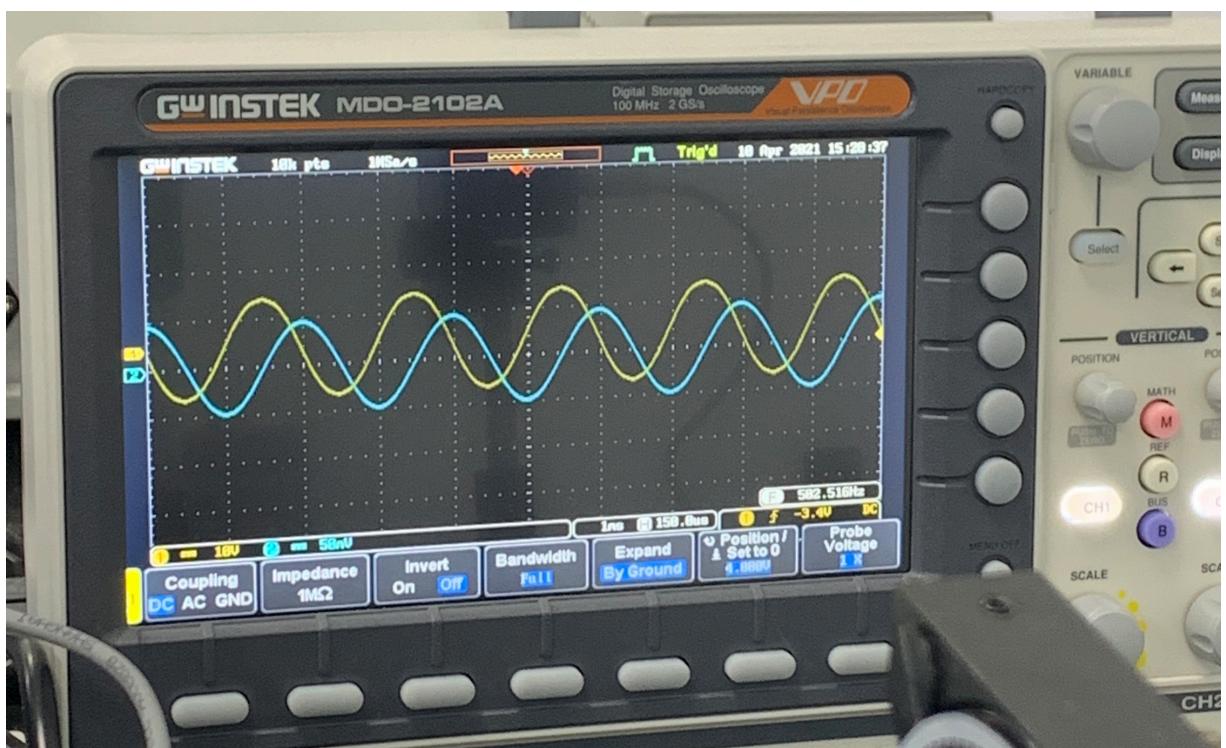
$\therefore d = 1.997 \text{ cm}$ 且 $\bar{\theta} = 1^\circ 0.54 \text{ mm}$ 为数据表中取平均值，更准确。

$$\text{因 } G = VBd \Rightarrow V = \frac{\theta}{Bd} = 80.2 \text{ rad T}^{-1} \text{ m}^{-1} + 0.25 \text{ T}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

(抱歉，实在不知道如何在不知道测微器半径的情况下实现 rad 和 mm/s 转换)

思考题

- 答：先通入反向电流，再通入正向电流。
- 答：通光孔小时，不能接收所有的激光，使接收信号失真。
通光孔过大时，会吸收杂光，影响信号真实性。
- 答：变小。
因为当角度变小时，接收的光斑变大，从而接收的光强变大，所以输出的信号也变大。





北京航空航天大学
实验报告

学号: _____
班级: _____
姓名: _____
同组者: _____
日期: _____
评分: _____

(1). 实验名称: _____

电流(A)	0.10	0.18	0.28	0.33	0.45	0.51	0.63	0.72	0.81
速度(m/s)	26	32	42	48	62	72	88	102	116
电流(A)	0.88	0.95	1.02	1.09	1.15	1.21	1.32	1.41	1.48
速度(m/s)	126	135	145	154	160	168	183	195	203
电流(A)	1.52	1.61	1.66	1.73	1.82	1.88	1.96	2.00	
速度(m/s)	206	219	224	232	242	248	256	259	

(2).

$$I(A) \quad \theta_1(^{\circ}) \quad \theta_2(^{\circ}) \quad |\theta_2 - \theta_1|(^{\circ})$$

~~2.0~~

~~55~~

43

12

~~2.0~~

~~55~~

42

11

~~2.0~~

~~55~~

43

12

~~1.0~~ 1.5

~~58~~

52

26

41 / 10 pm

~~1.0~~ 1.5

~~58~~

53

5

1.0 1.5

~~58~~

53

5

$$(4). \quad \underline{\theta_1 = 47.028^\circ} \quad \underline{\theta_2 = 57.38^\circ}$$

$$I=1.5A \quad \theta_1 (^\circ) \quad \theta_2 (^\circ) \quad \theta_2 - \theta_1 (^\circ)$$

$$\begin{array}{c} 4.708 \\ \underline{3.747} \end{array} \quad \begin{array}{c} 4.727 \\ \underline{4.778} \end{array}$$

$$3.748 \quad 4.788 \quad 1.040$$

$$3.701 \quad 4.785 \quad 1.084$$

$$3.746 \quad 4.783 \quad 1.037$$

$$B=109\text{ mT.}$$

$$d = 1.994\text{ cm}, 2.002\text{ cm}, 1.996\text{ cm}$$

$$\bar{d} = 1.997\text{ cm}$$

$$\Delta\theta = 1.054^\circ$$

$$B = 109\text{ mT}$$

$$\text{由 } \theta = VBd \quad V = \frac{\theta}{Bd} = \underline{\underline{1.072\text{ m}}}$$