

# 重庆大学物理实验报告

开课学院、实验室 大学物理实验中心 实验时间: 2021 年 9 月 23 日

课程名称	大学物理实验	实验项目名称	霍尔效应及螺线管内磁场分布测量	实验项目类型				
				验证	演示	综合	设计	其他
指导教师		成绩	40					

实验目的: ① 了解霍尔效应及其产生机制  
② 学习用霍尔效应测量磁场的原理和方法  
③ 学习用霍尔元件测绘长直螺线管的轴向磁场分布

实验原理:

## 1. 霍尔效应

如图, 将一块导体薄片放置在磁场  $B$  中,  $B$  沿  $z$  方向. 电流  $I$  沿  $x$  方向通过半导体, 薄片中的载流子  $e$  以平均速度  $v$  沿  $x$  轴负方向做定向运动. 在洛伦兹力作用下电子受力偏转, 向板面  $I$  聚集. 同时在板面  $II$  形成相同量的正电荷聚集, 形成霍尔电场, 用  $E_H$  表示. 当  $f_B = f_E$  时达到平衡

此时  $e v B = f_E = e \frac{U_H}{b}$ ,  $\therefore U_H = v b B$ . 又  $I_H = n e b d v$ , 代入得  $U_H = \frac{I_H}{n e d} B$

## 2. 螺线管内磁场分布

根据毕萨定律, 螺线管内轴线上  $B = \frac{1}{2} \mu_0 n I$   
当  $r \ll L$  时,  $L$  可视为  $\infty$ , 因此  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = \pi$   
即  $B = \mu_0 n I$ , 而轴线端点处  $B = \frac{1}{2} \mu_0 n I$ .  
由此可见, 螺线管内轴线上  $B$  中间最强, 两端最弱.

实验仪器:

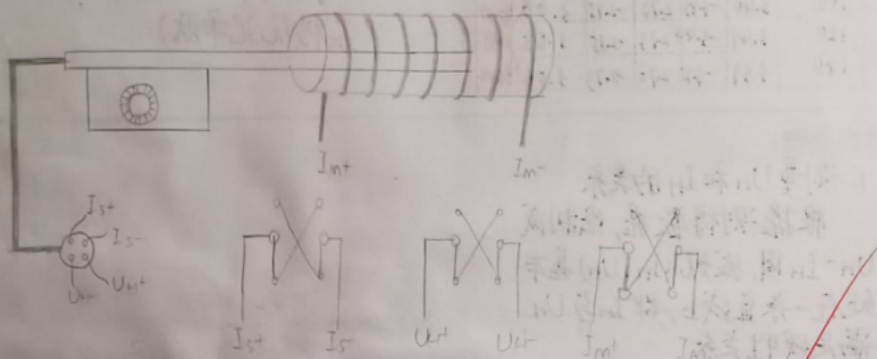
螺旋管实验仪器一套

霍尔片

连接导线若干

实验步骤:

① 连接实验仪器的连接线, 预热 5min



② 测量霍尔元件的霍尔电势  $V_H$  和不等位电阻  $R_0$

③ 测量霍尔片的霍尔电压  $U_H$  与工作电流  $I_s$  的关系曲线,  $I_s$  从 0 到 3.6mA, 每次增加 0.2mA

④ 测量螺旋管磁场分布

保持  $I_s$  不变, 测绘  $I_m$  在不同值下的  $U_H-I_m$  曲线

⑤ 在坐标纸上分别描述  $U_H$  与  $I_s$  的关系曲线和测量螺旋管内磁场分布曲线

⑥ 保持  $I_H = 3mA$  不变,  $I_m$  取 0.1A, 0.2A, 0.3A, 0.4A, 0.5A, 以及不同情况下  $U$

⑦ 其中  $U_H$  为消除误差, 测  $\pm I_m$ ,  $\pm B$  下的 4 个  $U_H$ . 取  $U_H = \frac{U_1 - U_2 + U_3 - U_4}{4}$

### 实验记录: 3. 测量B随X分布

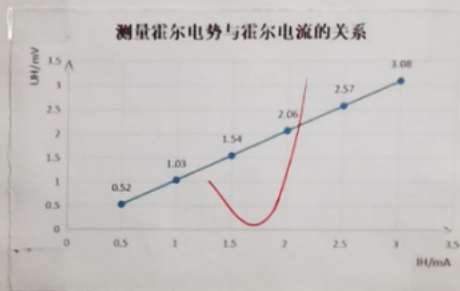
X/mm	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>H</sub>	B
0	0.73	-0.76	0.06	-0.09	0.41	8.04
5	0.89	-0.92	0.17	-0.19	0.54	10.54
10	1.07	-1.10	0.38	-0.41	0.74	14.51
15	1.36	-1.38	0.65	-0.67	1.02	20.00
20	1.64	-1.67	0.96	-0.99	1.32	25.88
25	2.03	-2.05	1.33	-1.35	1.69	31.14
30	2.36	-2.38	1.68	-1.71	2.03	37.80
35	2.68	-2.70	1.98	-2.00	2.34	45.88
40	2.86	-2.89	2.19	-2.21	2.54	49.80
60	3.25	-3.27	2.58	-2.61	2.93	57.05
80	3.37	-3.39	2.63	-2.71	3.04	59.61
100	3.40	-3.43	2.72	-2.75	3.08	60.19
120	3.41	-3.44	2.73	-2.75	3.08	60.19
140	3.39	-3.42	2.70	-2.73	3.06	60.00

(由于空间不足, 前2个实验数据表格见记录纸)

#### 数据处理:

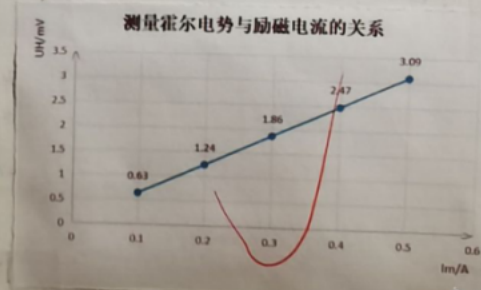
##### 1. 测量U<sub>H</sub>和I<sub>H</sub>的关系

根据测得数据, 绘制成U<sub>H</sub>-I<sub>H</sub>图, 发现(I<sub>H</sub>, U<sub>H</sub>)基本处在一条直线上, 即I<sub>H</sub>与U<sub>H</sub>满足线性关系



##### 2. 测量U<sub>H</sub>与I<sub>m</sub>的关系

固定I<sub>H</sub>=3mA, 根据测量数据绘制U<sub>H</sub>-I<sub>m</sub>图, 发现U<sub>H</sub>与I<sub>m</sub>也基本满足线性关系

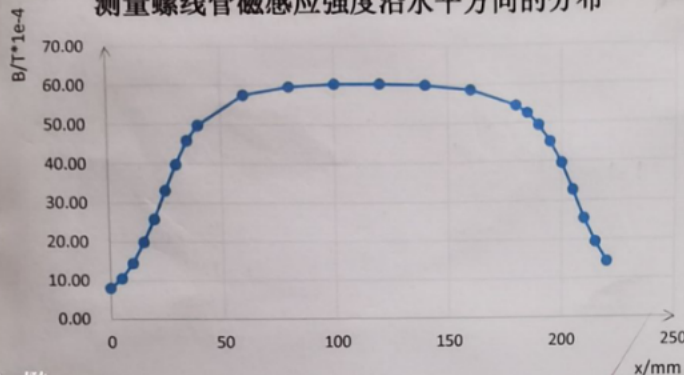


数据处理:

3. 测量螺线管磁感应强度沿水平方向分布

B由 $I_m$ 激发,但无法通过 $I_m$ 直接测量,因此根据 $B = \frac{U_H}{K_H I_H}$ 求得  
由实验1,  $U_H$ 近似正比于 $I_H$ ,  $U_H/I_H \approx 1.03 \Omega$ , 实验仪器上 $K_H = 170 \text{ mV/mA} \cdot T$   
于是计算得 $B = 6.06 \times 10^{-3} T$ . 实验3中, 取 $I_H = 3 \text{ mA}$ , 因此代入即可得到每个 $U_H$ 下的B

测量螺线管磁感应强度沿水平方向的分布



根据数据绘图得B沿x方向的分布. 由图像可知, B中间高 两边低, 与公式 $B = \frac{1}{2} \mu_0 n I (a_2^2 - a_1^2)$ 吻合 (其中 $a_1 = d/2$ ,  $a_2 = L/2 - x$ )  
在 $60 < x < 160$ 处, B基本稳定持平

high  
in B

讨论: ① 注意区分 $I_H$ 和 $I_m$ ,  $I_H$ 为通过霍尔元件的电流,  $I_m$ 为激发B的电流

② B没法直接测得, 用公式 $B = \frac{U_H}{K_H I_H}$ 求得

③ 为消除不等位电势, 测量时分别取正反方向 $U_H$ 和 $I_H$ , 最后 $U_H = \frac{U_1 + U_2 - U_3 - U_4}{4}$

④ 绘制B-x图时,  $0 < x < 40$ ,  $180 < x < 220$ 时每次x增量小一些, 以保持绘出曲线尽量逼真



# 物理实验 原始实验数据记录

2021年 9月 23日

实验名称 霍尔效应及螺线管内磁场分布测量

实验仪器:

仪器名称	量程	最小量	估读误差	仪器误差	零位误差
励磁电流 / A	-0.500~0.500	0.001	0.001	0.001	0
霍尔电流 / mA	-3.00~3.00	0.01	0.01	0.01	0
霍尔电压 / mV	-3.45~3.45	0.01	0.01	0.01	0
移动尺装置 / mm	0~230mm	1mm	1mm	1mm	0

物理现象及数据记录 (表格自拟):

1. 测量  $U_H$  和  $I_H$  的关系

$I_H / \text{mA}$	$U_1 / \text{mV}$	$U_2 / \text{mV}$	$U_3 / \text{mV}$	$U_4 / \text{mV}$	$U_H = \frac{U_1 - U_2 + U_3 - U_4}{4} / \text{mV}$
0.5	0.58	-0.57	0.46	-0.45	0.52
1.0	1.15	-1.15	0.91	-0.91	1.03
1.5	1.72	-1.72	1.36	-1.36	1.54
2.0	2.29	-2.30	1.82	-1.83	2.06
2.5	2.86	-2.87	2.27	-2.29	2.57
3.0	3.42	-3.45	2.72	-2.75	3.08

2. 测量  $U_H$  和  $I_m$  关系

$U_H / \text{mV}$ $I_m / \text{A}$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_H = \frac{U_1 - U_2 + U_3 - U_4}{4}$
0.1	0.95	-0.99	0.27	-0.30	0.63
0.2	1.57	-1.59	0.88	-0.90	1.24
0.3	2.19	-2.22	1.49	-1.52	1.86
0.4	2.81	-2.83	2.10	-2.13	2.48
0.5	3.43	-3.45	2.72	-2.75	3.09

3. 测量  $B$  随  $x$  分布

(报告纸长度有限, 此表格附于报告纸 P3 实验记录)

指导教师:

856  
4124