

南昌大学物理实验报告

课程名称： 大学物理实验

实验名称： 亥姆霍兹线圈磁场

学院： 理学院 专业班级： 应用物理学 152 班

学生姓名： 马文青 学号： 5502215035

实验地点： 基础实验大楼 B212 座位号： 24

实验时间： 第 7 周星期四上午十点十分开始

一、实验目的：

- 1、学习和掌握霍尔效应原理测量磁场的方法。
- 2、测量载流线圈和亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布。

二、实验原理：

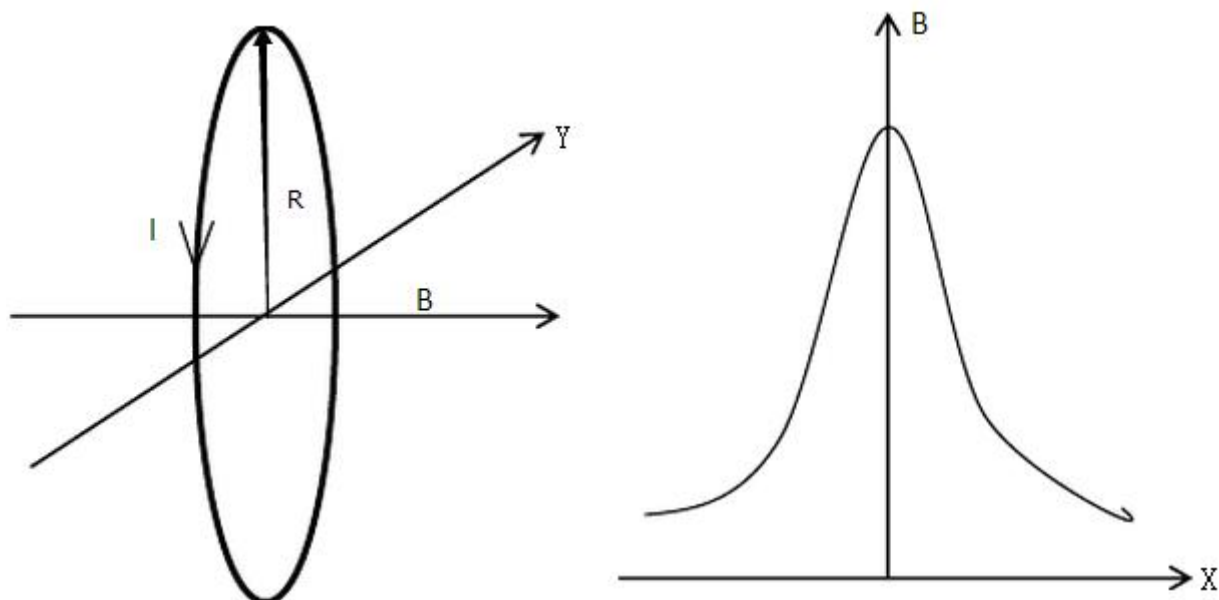
1、载流线圈与亥姆霍兹线圈磁场

(1) 载流线圈磁场

载流线圈在轴线（通过圆心并与线圈平面垂直的直线）上某点磁感应强度 B 为

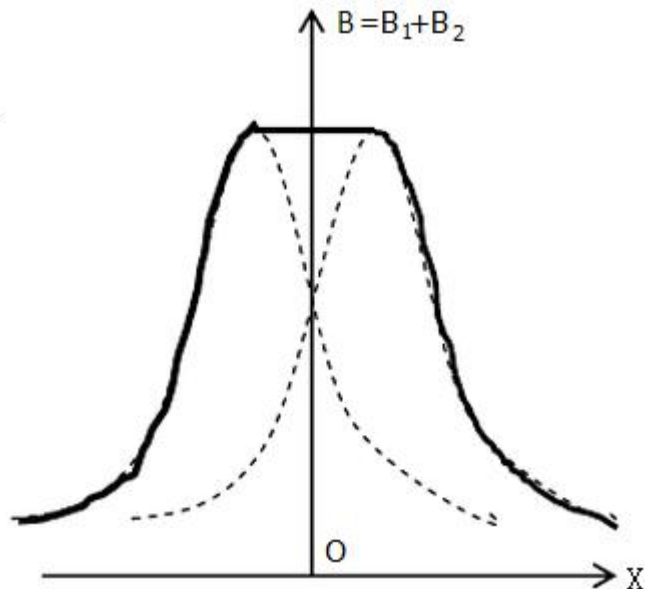
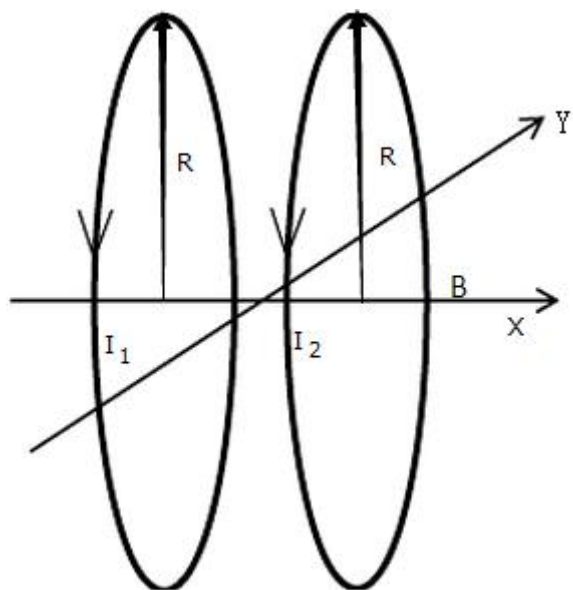
$$B = \frac{\mu_0 N_0 I R^2}{2(R^2 + x)^{3/2}}$$

式中 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 为真空导率， R 为线圈的平均半径， N_0 为圆线圈的匝数， I 为通过线圈的电流， x 为轴线上某一点到圆心 O 的距离。因此它在轴线上磁场分布如图所示。



(2) 亥姆霍兹线圈

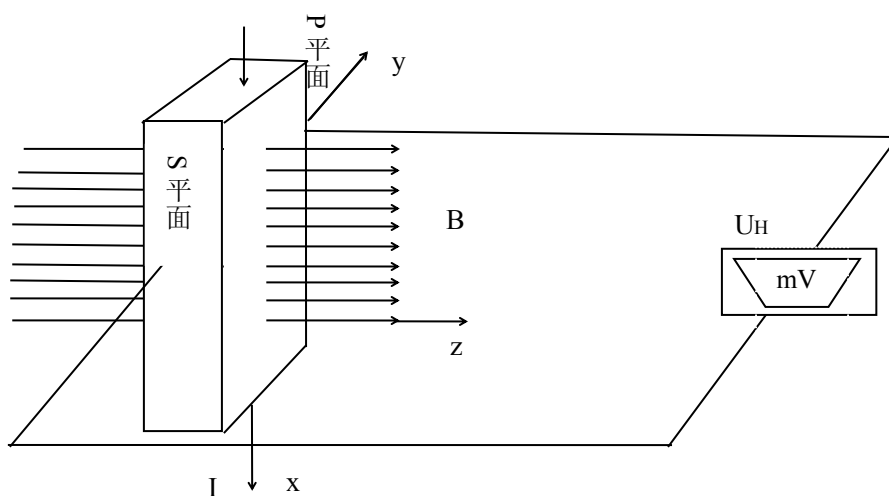
所谓亥姆霍兹线圈是两个相同的圆线圈，彼此平行且共轴，通以同方向电流 I ，理论计算证明：当线圈间距 a 等于线圈半径 R 时，两线圈合磁场在轴线上（两线圈圆心连线）附近较大范围内是均匀的，如下图。



2、霍尔效应法测磁场

(1) 霍尔效应法测量原理

将通有电流 I 的导体置于磁场中则在垂直于电流 I 和磁场 B 方向上将产生一个附加电势差，电势差 U_H 称为霍尔电压。



如上图所示 n 型半导体，若导体电流 I 沿 x 轴方向流动（有速度为 v 运动的电子），此时在 z 轴方向加上强度为 B 的磁场后，运动着的电子受洛伦兹力 F_B 的作用而偏移、聚集在 S 平面；同时随着电子向 S 平面偏移和聚集，在 P 平面出现等量的正电荷，结果在 S 、 P 平面之间形成一个电场 E_H （此电场称之为霍尔电场）。

这个电场反过来阻止电子继续向 S 平面偏移。当电子受到洛伦兹力和霍尔电场的反作用力达到平衡时，就不能向 S 面偏移。此时在 S 、 P 平面间形成一个稳定的电压 U_H （霍尔电压）。

(2) 霍尔系数、霍尔灵敏度、霍尔电压

设材料的长度为 l ，宽度为 b 厚度为 d ，载流电子浓度为 n ，载流子速度为 v ，它们与通过材料的电流 I 有如下关系

$$I = nevbd$$

霍尔电压

$$U_H = IB / ned = R_H IB / d = K_H IB$$

式中霍尔系数 $R_H = 1/ne$ ，单位为 m^3/C ；霍尔灵敏度 $K_H = R_H/d$ ，单位为 nV/mA 。由此可见，当 I 为常量时，有 $U_H = K_H IB = k_0 B$ ，通过测量霍尔电压 U_H ，就可计算出未知磁场强度 B 。

本实验使用霍尔效应法测磁场，并且本实验使用的仪器用集成霍尔元件，已经与显示模块联调，直接显示磁场强度。

三、实验仪器：

4501A 型亥姆霍兹线圈磁场实验仪（分为励磁线圈架部分和磁场测量仪器部分两个部分）。

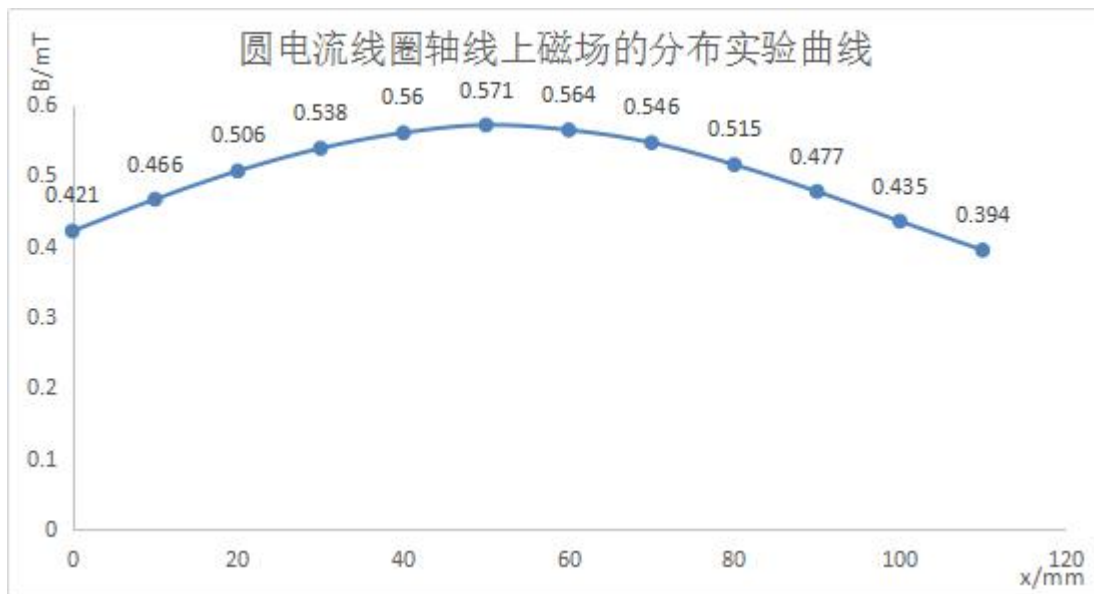
四、实验内容和步骤：

- 1、测量圆电流线圈轴线上磁场的分布
- (1) 仪器使用前，先开机预热 5min 接好电路，调零。
- (2) 调节磁场实验仪的输出功率，使励磁电流有效值为 $I=200mA$ ，以圆电流线圈中心为坐标原点，每隔 10.0mm 测一个 B_m 值，测量过程中注意保持励磁电流值不变，记录数据并作出磁场分布曲线图。
- 2、测量亥姆霍兹线圈轴线上磁场的分布
- (1) 关掉电源，把磁场实验仪的两组线圈串联起来（注意极性不要接反），接到磁场测试仪的输出端钮，调零。
- (2) 调节磁场测试仪输出功率，使励磁电流有效值仍为 $I=200mA$ 。以两个线圈轴线上的中心点为坐标原点，每隔 10.0mm 测一个 B_m 值。记录数据并作出磁场分布曲线图。

五、实验数据与处理：

1、圆电流线圈轴线上磁场分布的测量数据记录

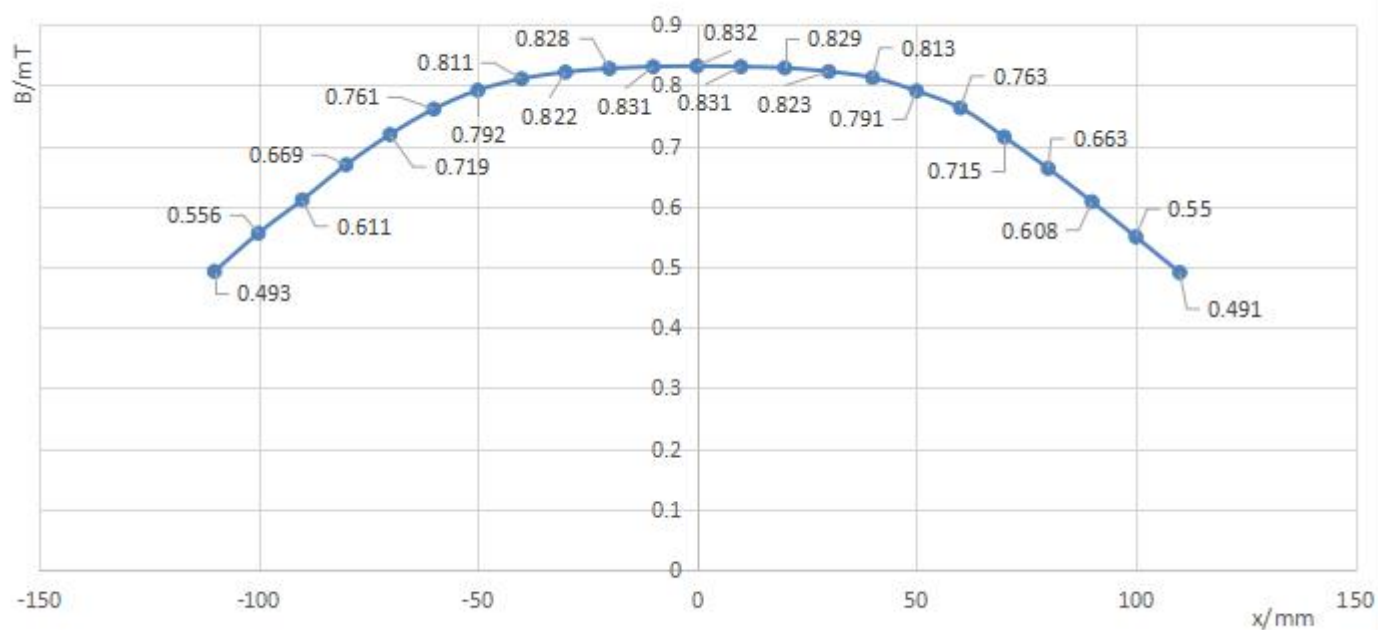
坐标/mm	0	10	20	30	40	50
理论值/mT	0.440	0.488	0.532	0.567	0.590	0.598
磁感应强度/mT	0.421	0.466	0.506	0.538	0.560	0.571
坐标/mm	60	70	80	90	100	110
理论值/mT	0.590	0.567	0.532	0.488	0.440	0.392
磁感应强度/mT	0.564	0.546	0.515	0.477	0.435	0.394



2、亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布的测量数据记录

坐标/mm	110	100	90	80	70	60
磁感应强度/mT	0.491	0.550	0.608	0.663	0.715	0.763
坐标/mm	50	40	30	20	10	0
磁感应强度/mT	0.791	0.813	0.823	0.829	0.831	0.832
坐标/mm	-10	-20	-30	-40	-50	-60
磁感应强度/mT	0.831	0.828	0.822	0.811	0.792	0.761
坐标/mm	-70	-80	-90	-100	-110	
磁感应强度/mT	0.719	0.669	0.611	0.556	0.493	

亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布的实验曲线



六、误差分析：

- 1、周围其他磁场（如地磁场等）对线圈磁场强度测量的干扰；
- 2、亥姆霍兹线圈的两个线圈的圆心可能不在同一水平线上，导致实验误差；
- 3、实验仪器本身所具有的误差。

七、思考题：

1、单线圈轴线上磁场的分布规律基本上是呈左右对称分布（正态分布）；亥姆霍兹线圈是两个相同的圆线圈，其基本条件是彼此平行且共轴，通以同方向的电流，线圈间距 a 等于线圈半径 R ，分布特点是磁场在附近较大范围内是均匀的。

2、因为实验仪器受到地磁场以及周围其他磁场的干扰，所以显示的值不为零，此时要进行调零。

3、①周围环境造成的影响；

②测试仪器的误差；

③电阻温度系数的干扰；

④实验操作的误差等。

八、附上原始数据：



南昌大学物理实验报告

学生姓名：马文青 学号：5502211035 专业班级：应用物理 班级编号：152班

实验时间：10时10分 第七周 星期四 座位号：24 教师编号： 成绩：

1. 坐标/mm 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110

磁感应强度/mT 0.421 0.446 0.506 0.538 0.560 0.571 0.564 0.546 0.515 0.477 0.435 0.394

2. 坐标/mm 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

磁感应强度/mT 0.491 0.550 0.608 0.663 0.715 0.763 0.791 0.813 0.823 0.829 0.831 0.832

坐标/mm -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -100 -110

磁感应强度/mT 0.831 0.828 0.823 0.811 0.792 0.761 0.719 0.669 0.611 0.556 0.493

