

物理实验预习报告

实验名称： 用霍尔法测直流圆线圈与亥姆霍兹线圈磁场

指导教师： 费莹老师

班级： -

姓名： -

学号： -

实验日期： 2025 年 12 月 29 日 星期 一 上午

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告（10 分）

1. 实验综述（5 分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过 500 字。）

用霍尔法测直流圆线圈与亥姆霍兹线圈磁场实验旨在利用霍尔效应原理，测量载流圆线圈及亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布，并验证磁场叠加原理及亥姆霍兹线圈产生匀强磁场的条件。

实验原理：

1. 霍尔效应测磁场原理

如图 1 所示，厚度为 d 的矩形半导体薄片垂直磁场 B 放置，通有电流 I 。载流子在洛伦兹力的作用下运动方向发生改变，产生横向偏转，在边界累积产生横向电场 E 。直到 E 产生的 F_E 作用与洛伦兹力 F_B 抵消，即：

$$q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = q \cdot \vec{E} \quad (1)$$

时，电荷不再发生偏转。

由于 $I = nqSv = nq\omega dv$ ，则 $v = \frac{I}{nq\omega d}$

因此我们有 $U_H = \frac{IB}{nqd}$ 。记霍尔系数 $R_H = \frac{1}{nq}$ ，霍尔元件的灵敏度 $K_H = \frac{R_H}{d} = \frac{1}{nqd}$ ，则 $U_H = K_H IB$ 。

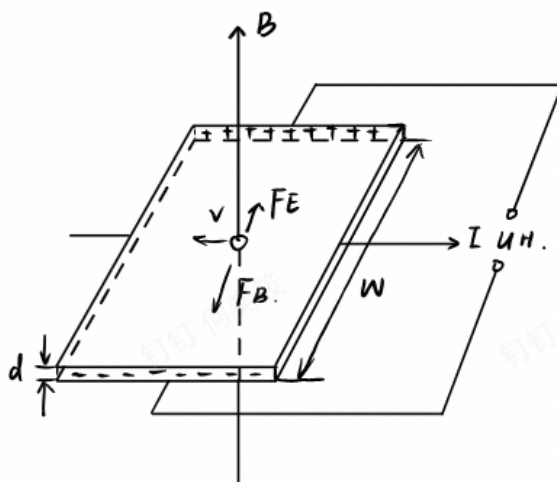


图 1: 霍尔效应原理图

2. 载流圆线圈与亥姆霍兹线圈的磁场

- 载流圆线圈：半径为 R ，匝数为 N ，通以电流 I 的圆线圈，其轴线上距圆心 X 处的磁感应强度为：

$$B = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + X^2)^{3/2}} \quad (2)$$

其分布图为关于圆心对称的单峰曲线。

- 亥姆霍兹线圈：由两个半径 R 、匝数 N 相同的线圈平行共轴放置，通以同向等大电流 I 。当线圈间距 $d = R$ 时，两线圈产生的磁场叠加，在两线圈中心连线区域内磁场导数 $\frac{dB}{dX} = 0$ 且 $\frac{d^2B}{dX^2} = 0$ ，形成较宽的匀强磁场区。

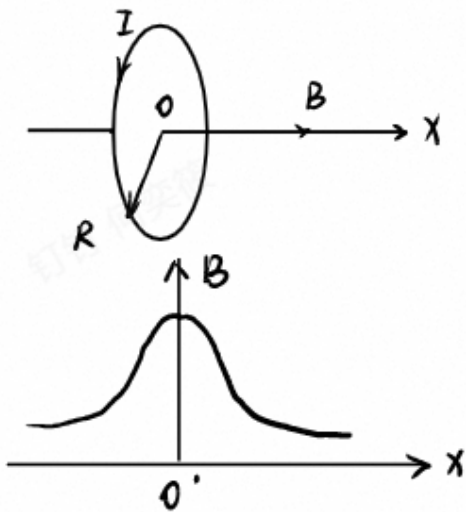


图 2: 载流圆线圈原理图

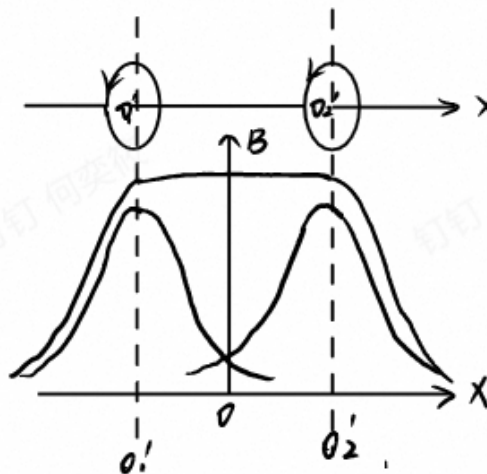


图 3: 亥姆霍兹线圈原理图

实验方法:

1. 测量载流圆线圈轴线上的磁场分布

- 连接 FB511 型实验仪，将霍尔探头固定在测试架上。
- **调零**：在励磁电流 $I = 0$ 时，调节微特斯拉计的调零旋钮，以消除地磁场及不等位电势的影响。
- 设置励磁电流 $I = 0.400\text{A}$ ，移动探头，以线圈中心为原点，每隔 1.0cm 测量一次 B 值，记录数据并绘制 $B - X$ 曲线。

2. 测量亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布

- 调节两个线圈间距 $d = R$ （即移动线圈至刻度 R 处）。
- 同样通以 $I = 0.400\text{A}$ 电流，以两线圈中心连线中点为原点，沿轴线测量磁场分布。
- 观察并记录中心区域磁场出现的“平台”现象，验证匀强磁场特性。

2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

1. 深入理解霍尔效应测量磁场的物理机制，以及亥姆霍兹线圈产生匀强磁场的几何条件（ $d = R$ ）。
2. 通过实测数据绘制磁场分布曲线，验证载流圆线圈的理论公式，并分析亥姆霍兹线圈中心区域磁场的均匀性。
3. 掌握 FB511 型磁场实验仪的操作，特别是霍尔探头的定标与调零方法。

3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

1. **地磁场与环境干扰的消除：**霍尔传感器灵敏度高，地磁场及周围铁磁物质会引入误差，因此必须在电流为零时仔细调零，且实验过程中探头方向改变或仪器移动后均需重新调零。

2. **探头位置的准确定位：**霍尔探头必须严格处于线圈轴线上并保持垂直于磁场方向，探头的径向或角度偏差会导致测量值 B 偏小。

3. **微弱变化的观测：**在亥姆霍兹线圈中心匀强区，磁场变化极小，需仔细读取数据以分辨微小差异。

注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。

浙江大学物理实验教学中心制