课程编号 1800440079

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（1）**

**实验名称： 磁特性综合实验**

**学 院： 计算机与软件学院**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 陈俊年 组号： 08**

**学号 2023150108 实验地点 致原楼213**

**实验时间： 2024 年 6 月 19 日**

**提交时间： 2024 年 6 月 19 日**

# 预习试卷

题目：   磁特性综合实验

学号：2023150108    姓名：陈俊年    总分：100    成绩：100  
开始时间：2024-06-19 00:57:35   结束时间：2024-06-19 01:08:05

一、单选题 共 8 小题 共 39 分 得 39 分

**1.** (5分)下列选项中不属于本实验的实验目的的是( )

**学生答案：**B   √

**A.**学会测量磁滞回线

**B.**了解磁特性在生活中的应用

**C.**学会测量磁化曲线

**D.**掌握矫顽力、剩磁和磁导率的概念

**2.** (5分)利用磁滞回线的不重合性，铁磁材料可用来（ ）

**学生答案：**D   √

**A.**磁化其它物体

**B.**探测电流

**C.**发电

**D.**作为记录介质

**3.** (5分)磁滞回线的横坐标和纵坐标通常是（ ）

**学生答案：**A   √

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1.掌握**磁滞、磁滞回线和磁化曲线**的概念，加深对磁性材料的主要物理量的理解，如矫顽力、剩磁和磁导率。  2.学会用**示波法**测绘基本磁化曲线和磁滞回线。  3.比较**不同频率**下磁滞回线的区别，并确定在某一频率下的**饱和磁感应强度Bs、剩磁Br和矫顽力Hc**的数值。 |
| 1. **实验原理** 2. **概念：**   **饱和磁场强度𝐻 𝑠:**当磁场强度H增加到这一值时，磁感应强度B不再增加，达到饱和。  **饱和磁感应强度Bs**:磁性材料磁化到饱和时的磁感应强度  **磁化曲线**是物质中的磁感应强度B与所施加的磁场强度H的关系  **B=*μ*H （1）**  其中是磁导率，对铁磁物质而言。**铁磁物质的磁导率*μ*并非常数，而是随H的变化而改变，即μ=ƒ(H)，为非线性函数。所以如图1所示，B与H也是非线性关系**。**注：电流决定H，B决定磁性强弱。**    **图1 磁化曲线和𝝁~𝑯曲线**  **2.磁滞回线：**  **磁滞：**磁化过程不可逆，B的变化始终落后于H变化——磁滞变化需要克服阻力，产生热；热力学过程是不可逆的。  **剩磁Br:** 剩余磁化强度，指磁体经磁化至饱和以后，撤去外磁场，在原来外磁场方向上仍能保持一定的磁化强度B=Br  **矫顽磁力Hc**:使磁感应强度B减少到0，必须加上一个反向磁场H=Hc时（图2上的c点）。图2中的的bc段曲线为退磁曲线。  **磁滞回线：**如图2所示，当H按O → Hs → O → -Hc → -Hs → O → Hc → Hs 的顺序变化时，B相应O → Bs → Br → O → -Bs → -Br → O → Bs 顺序变化。图中的Oa段曲线称起始磁化曲线，所形成的封闭曲线abcdefa称为磁滞回线。    **图2 起始磁化曲线和磁滞回线 图 3基本磁化曲线𝒂𝒂𝟏𝒂𝟐𝒂𝟑**   1. 把图3中原点O和各个磁滞回线的顶点a1,a2，…a所连成的曲线，称为铁磁性材料的基本磁化曲线。基本磁化曲线不同于起始磁化曲线。 2. 由于铁磁材料磁化过程的不可逆性及具有剩磁的特点，在测定磁化曲线和磁滞回线时，必须将铁磁材料预先退磁，以保证外加磁场H=0，B=0； 3. **退磁方法：**逐渐减少磁化电流，直到B和H都减小为零。   **3. 铁磁质的分类：**  磁性材料可分为顺磁质、抗磁质、铁磁质等。铁磁材料可分为硬磁和软磁两大类，区别在于Hc不同  不同铁磁质的磁滞回线形状不同，它们具有不同的剩磁和矫顽力，因此不同的铁磁质可应用于不同的领域    **图4 硬磁材料 图5 软磁材料**  **4. 示波器测量B-H曲线的原理：**    **图7 B—H曲线的实验线路**  示波器测量B—H曲线的实验线路如图7所示，其中输入端N1匝、输出端N2匝分别接示波器的X轴和Y轴输入。  铁磁物质是一个环状试样，充当铁芯。在试样上绕有励磁线圈和测量线圈。若在线圈N1中通过磁化电流**i1**，根据安培环路定律**HL=N1i1**，磁场强度H的大小为：  (2)  其中是为环状式样的平均磁路长度。由图4可知，示波器X轴偏转板的电压为  (3)  由式(1)和式(2)得：  （4）  **利用电流，建立起输入端电压与H的关系**  为了测量磁感应强度B，在次级线圈N2上串联一个电阻R2与电容C构成一个回路，R2与C构成一个积分电路。取电容C两端电压至示波器Y轴输入。若适当选择R2和C的值，使，则次级电流为  (5)  式中为电源的角频率，为次级线圈的感应电动势：  (6)  式中为磁通量，S为环状式样的截面积，示波器Y输入电压为  **利用电容充电电荷，建立起输出端电压与B的关系**  **B**  (7)  由(4)和(7)得 (8)  由(8)式可知，只要读出电阻和电容的值，然后通过示波器测出电压和，即可绘出磁滞回线。实验参数：平均磁路长度 ，磁芯样品截面积 ，线圈匝数 |
| 1. **实验仪器**   **1.DH4516N磁特性综合实验测试仪、示波器——本质是变压器**    **图8 DH4516N磁特性综合实验测试仪、示波器**  **2.GDS1104R数字示波器**    **图 9 GDS1104R数字示波器** |
| 1. **实验内容与步骤**   **（一）实验一：观察样品的磁滞回线**  **1、连接电路：**参考值：0.8，=2.0    **图10 磁特性综合测量实验仪面板**  **2、示波器的操作**  a)按Acquire键将模式改为xy。  b)按Cursor键两下出现坐标读取的横竖线，按H Cursor和V Cursor键对应的按钮选定某一组或两组坐标，再旋转Variable旋钮移动坐标读数  **3、 观察样品的磁滞回线**  打开电源前，先将信号源输出幅度调节旋钮逆时针调到底，使信号输出最小。  注意：由于信号源、电阻R1和电容C的一端已经与地相连，所以不能与其他接线端相连接。否则会短路信号源、UR或UC，从而无法正确做出实验。  观察两种样品在信号下的磁滞回线图形   1. 按图7所示连接好电路 2. 逆时针调节幅度旋钮至最小 3. 调节示波器显示方式为X-Y方式 4. 示波器X和Y输入选择为DC方式，X测量电阻的电压，Y测量电容的电压  1. 缓慢增加磁化电流，使示波器显示的磁滞回线上B的值增加缓慢，达到饱和。调节X、Y增益和电阻、的大小，使示波器上显示典型美观的磁滞回线图形——注意观察𝑅1、𝑅2对图形的影响。示波器上显示磁化电流对应的水平方向格数为 (-5, 5) 格。频率越高，相同幅度的磁滞回线包围面积越大   **（二）实验二：测量样品的磁化曲线**  **测量样品的磁化曲线（样品参数：L=0.075m，S=1.2，N1=N2=N3=150T）**  测量电源频率时的磁化曲线（**预热10分钟后**进行测量）：   1. 示波器上磁化电流在水平方向的格数为(-5, 5) 格时，逐渐减小磁化电流至0，使示波器上磁滞回线成为一个点，此后保持X、Y增益和其它参数不变。 2. 缓慢顺时针调节幅度调节旋钮，单调增加磁化电流，使磁化电流在X方向的读数为0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0，单位为格，记录电阻𝑅1、𝑅2和电容𝐶的值(表头)，根据样品参数和公式记录磁滞回线顶点在X、Y方向上的读数如表1，单位为V或mV。 3. 根据样品参数和公式(8)计算H和B的值，绘制磁化曲线。   样品1参数：L=0.130m，S=1.24，N1=N2=N3=150T  样品2参数：L=0.075m，S=1.2，N1=N2=N3=150T  **（三）实验三：测量样品的磁滞回线**  测量电源频率为时的磁滞回线：   1. 调节参数式示波器上磁化电流在水平方向的格数为(-5, 5) 格，在Y竖直方向上的格数为(-4,4)。 2. 记录示波器显示的磁滞回线在X坐标为5.0、4.0、3.0、2.0、1.0、0、-1.0、-2.0、-3.0、-4.0、-5.0格时，对应的Y坐标格数，同时记录Y坐标为4.0、3.0、2.0、1.0、0、-1.0、-2.0、-3.0、-4.0格时对应的X坐标格数，填入表2。 3. 记录电阻、 和电容的值，根据样品参数和公式(8)计算H和B的值，绘制磁滞回线。   **记录每次测量对应的电阻和电容的值** |
| **五、数据处理**  （注:需从原始数据记录表整理数据到此栏，再进行数据处理）   1. **实验二：测量样品的磁化曲线**   **由实验测得的电压和样品参数，分别计算出B和H**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | | Ux/mV | 60 | 100 | 140 | 180 | 220 | 260 | 300 | 340 | 380 | 420 | 460 | 500 | | H/(A/m) | 24 | 40 | 56 | 75 | 88 | 104 | 120 | 136 | 152 | 168 | 184 | 200 | | Uy/mV | 97 | 105 | 129 | 138 | 155 | 185 | 219 | 256 | 287 | 322 | 340 | 369 | | B/mT | 196 | 210 | 258 | 276 | 310 | 370 | 438 | 512 | 574 | 644 | 680 | 738 |   将样品数据导入，进行非线性拟合，结果如下图所示：    基于**B=*μ*H （1）**  **我们能透过微分的方式得到H-*μ的图形***    **（二）实验三：测量样品的磁化曲线，同（一）：计算出B和H**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Ux/mV** | **H(A/m)** | **Uy/mV** | **B/mT** | **Ux/mV** | **H(A/m)** | **Uy/mV** | **B/mT** | | **1200** | **480** | **552** | **1104** | **-660** | **-264** | **-320** | **-640** | | **520** | **208** | **464** | **928** | **-1200** | **-480** | **-464** | **-928** | | **220** | **88** | **408** | **816** | **-320** | **-128** | **-344** | **-688** | | **0** | **0** | **336** | **672** | **0** | **0** | **-248** | **-496** | | **-160** | **-64** | **256** | **512** | **140** | **56** | **-184** | **-368** | | **-220** | **-88** | **184** | **368** | **200** | **80** | **-120** | **-240** | | **-330** | **-132** | **88** | **176** | **260** | **104** | **-64** | **-128** | | **-360** | **-144** | **0** | **0** | **300** | **120** | **0** | **0** | | **-420** | **-168** | **-104** | **-208** | **370** | **148** | **104** | **208** | | **-500** | **-200** | **-208** | **-416** | **520** | **208** | **278** | **556** |   将样品数据导入，进行将散点连线成图，结果如下图所示： |
| **六、结果陈述**  **成功利用DH4516N磁特性综合实验测试仪、示波器完成三项具体实验**   1. 实验一:观察样品的磁滞回线。在实验中，通过逐渐增加磁化电流，观察两种样品的磁滞回线图形变化情况，了解了磁滞曲线的特性。 2. 实验二：测量样品的磁化曲线。根据样品参数和公式，测量磁化曲线的变化，记录不同磁化电流下电阻和电容的数值，并计算出相应的磁场强度(H)和磁感应强度(B)。通过这些数据成功拟合出磁化曲线 3. 实验三：测量样品的磁滞回线，特别是在特定电源频率下。通过调节参数确保正确测量，并记录示波器显示的磁滞回线在不同坐标格数时的数值。同样计算出对应的磁场强度和磁感应强度，成功绘制符合预期的磁滞回线图形。 |
| **七、思考题**   1. 本实验使用的交变电流在磁滞回线中体现在哪里？如果频率无限小结果会怎样？   **在交变电流作用下，磁场的方向会随着电流方向变化，导致磁滞回线的形状发生变化。**  **如果频率无限小，磁滞回线的形状将保持不变。**   1. 从测得的磁滞回线阐述磁导率随磁场的变化规律，并说明不同的电阻、电容值对磁导率的影响。   **磁导率随磁场的增大而增大，但增大的速率逐渐减缓，达到饱和值。**  **由μ=B/H，和公式**  **电阻越大磁导率越大，电容值越大磁导率越大。** |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述（30分） | 思考题  （10分） | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |

注：正文统一用5号字，标题可大一号，图表名可小一号；

原始数据记录表需单独起页（表格自拟，作为预习报告评分的一部分），提交报告时附在最后；

**原始数据记录表**

课程编号 1800440079 组号 08 姓名 陈俊年 实验名称 磁特性综合实验

1.**测量样品的磁化曲线（实验二数据记录表）**

**表1 磁化曲线顶点X和Y方向读数数据记录表 R1= R2= C=**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| Ux/mV |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| H/(A/m) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uy/mV |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B/mT |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2.**测量样品的磁滞回线（实验三数据记录表）**

**表2 磁滞回线XY坐标格数数据记录表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ux/mV** | **H(A/m)** | **Uy/mV** | **B/mT** | **Ux/mV** | **H(A/m)** | **Uy/mV** | **B/mT** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |