课程编号 1800440001（76）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（一）**

**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： 田冰冰**

**报告人： 邓瑞霖 组号： 4**

**学号 2024150040 实验地点 致原楼213**

**实验时间： 2025 年 4 月 25 日**

**提交时间： 2025 年 月 日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  **1、学习用动态法测量铁磁质的磁滞回线、矫顽力、剩磁。**  **2、初步了解铁磁质相关知识，了解磁化原理。**  **3、学习变量转化法。** |
| 1. **实验原理**   **1.铁磁质的磁化规律：**  **设电流产生的磁场的磁场强度为H，材料磁化后总磁感应强度为B，由实验得知：当材料磁化时，磁感应强度B不仅与当时的磁场强度H有关，而且与以前的磁化状态有关（与历史有关）。如右图所示，曲线OA表示铁磁材料从没有磁性开始磁化，磁感应强度的大小B随磁场强度的大小H增加，但变化是非线性的，当磁场强度变化到一定大小（H=Hs）时，铁磁质内的磁感强度B几乎不再增大，此时的铁磁质称为达到了磁饱和状态，HS称为饱和磁场强度，对应的Bm称为饱和磁感应强度，曲线OA段称为磁化曲线。当磁性材料磁化后，如使H减小，B也会减小，但不沿原路返回，而是沿另外一条曲线下降，当H降为0时，铁磁质内部仍然保留一定的磁感应强度Br，Br称为剩磁。如果要完全消除Br需要加反向磁场，当B降为0时，对应的磁场强度的大小Hc叫矫顽力，矫顽力的大小反映了铁磁质保存剩磁的能力。**  **铁磁质中B的变化始终落后于H的变化，这种现象称为磁滞现象。当H变化一周回到原值时，B-H曲线形成一闭合曲线，称为磁滞回线。**  **要注意的是：反复磁化（Hs→－Hs→Hs）的开始几个循环内，每一个循环B和H不一定沿相同的路径进行，只有经过十几次反复磁化（称为“磁锻炼”）以后，每次循环的回路才相同，形成一个稳定的磁滞回线。只有经“磁锻炼”后所形成的磁滞回线，才能代表该材料的磁滞性质。**  **磁性材料的磁滞回线能较全面地反映该材料的磁特性，诸如剩磁Br、矫顽力Hc等。**    **2.铁磁质的分类：**  **如下图所示，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。**  **（1）硬磁材料（如碳钢、钨钢等）：剩磁、矫顽力都很大，适用于做永磁体。**  **（2）软磁材料（如软铁、硅钢片、铁氧体等）：剩磁、矫顽力都较小，适用于变压器、电磁铁、电机的铁芯等。**  **（3）矩磁材料：剩磁很大，但矫顽力很小，适用于做计算机的记忆元件。**    **3.磁滞回线测量原理：**  **本实验采用交流电对样品进行磁化，观测的是动态磁滞回线。实验所用线路的基本构思如下图所示。**    **线路包括三部分，即初级回路、次级回路以及和示波器、测试仪相连的取样线路。在初级回路里，取样电阻R1与样品的初级线圈N串联，并加以交流电压U，理论可以证明：R1两端电压U1和磁化电流的磁场强度H成正比，将R1两端电压U1加在示波器的X通道。在次级回路里接以Rc线路，理论可以证明：电容的电压Uc与样品的磁感应强度B成正比，将Uc加在示波器的Y通道，在示波器上就可以得到待测样品的磁滞回线图形。**  **这种把磁场强度和磁感应强度转化成电压测量的方法，是物理实验的一个基本方法，称为变量转换法。**  **本实验方法是测相关量的方法，无论初级还是次级，都存在暂态过程，这造成Uc和U1存在相位差，Uc总是落后U1，磁滞回线图形上方和下方均出现编织状小环。**  **这里还要考虑一个问题，那就是示波器的X输入U1是否和磁化电流（或磁场强度H）成正比，而示波器的Y输入Uc又是否与样品的B成正比，并且要一一对应，否则荧光屏上所得的图像将不是样品的磁滞回线。为此，有必要作以下的讨论。** |
| 1. **实验仪器**   **1.TH-MHC型磁滞回线实验仪：**  **TH-MHC型磁滞回线实验仪面板如下图所示，仪器主要参数如下所示。**    **（1）励磁电源：由220V，50Hz的市电经变电压器隔离、降压后供试样磁化。电源输出电压共分10挡，即0.5、1.0、1.2、1.5、1.8、2.0、2.2、2.5、2.8和3.0V，各挡电压通过安置在电路板上的波段开关“U选择”实现切换。**  **（2）铁磁材料样品：样品1和样品2为尺寸（平均磁路长度为L，截面积为S）相同而磁性不同的两只EI型铁芯，两者的励磁绕组匝数N和磁感应强度B的测量绕组匝数n亦相同，参数如下：**  **N=50，n=150，L=60mm，S=80m㎡**  **（3）电路板：X、Y为电压UB（正比于磁感应强度B的信号电压）和电压UB（正比于磁场强度H的信号电压）的输出插孔，用以连接示波器以观察磁滞回线波形，或连接测试仪作定量测试。**  **2.TH-MHC型磁滞回线测试仪：**  **TH-MHC型磁滞回线测试仪面板如下图所示。**    **TH-MHC型磁滞回线测试仪**  **（1）功能键：用于选取不同功能，每按一次键，将在数码显示器上显示出相应的功能。**  **（2）确认键：当选定某一功能后，按一下此键，即可进入此功能的执行程序。**  **（3）数位键：在选定某一位数码管为数据输入位后，连续按动此键，使小数点右移至所选定的数据输入位处，此时小数点呈闪动状。**  **（4）数据键：连续按动此键，可在有小数点闪动的数码管输入相应的数字。**  **（5）复位键：开机后，显示器将依次巡回显示P…8…P…8…的信号，表明测试系统已准备就绪。在测试过程中如果由于外来的干扰出现死机现象，应按此键，使仪器进入或恢复正常工作。** |
| **四、实验内容与步骤**  **1.观察测量铁磁质的磁滞回线：**  **（1）首先按照实验电路图连接好电路，并接上示波器，令R1=0.8Ω，R2=105kΩ，C=2μF。**  **（2）给实验箱通电，将交流电的频率调至50Hz。**  **（3）打开示波器，按“Autoset”键，使画面呈现，再按“Acquire”键，在菜单中点击从左往右数的第二个选项，呈现出磁滞回线，然后调节图像的大小和位置。（从左往右第一个选项一般是调出示数）**  **（4）按“Cursor”键调出光标，调整好光标位置，最好调到图像的最高点。**  **（5）转动“VARIABLE”，使光标移动（绕图线移动一圈），共记录30组光标的数据（电压），其中包括最高点、最低点、表示矫顽力和剩磁的点。**  **2.测绘磁化曲线：**  **（1）将光标移至图像最高点。**  **（2）改变幅度，一边转动实验箱上的旋钮，一边记录光标的数据，共记15组，数据不要小于0（但要越来越接近0）。**    **五、实验数据**  **1.观察测量铁磁质的磁滞回线：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **序号** | **X/mV** | **Y/mV** | | **1** | **0** | **-272** | | **2** | **-480** | **-384** | | **3** | **-360** | **-504** | | **4** | **-2040** | **-568** | | **5** | **-360** | **0** | | **6** | **-240** | **120** | | **7** | **-80** | **288** | | **8** | **0** | **336** | | **9** | **920** | **520** | | **10** | **1880** | **640** | | **11** | **2000** | **624** | | **12** | **520** | **240** | | **13** | **360** | **0** | | **14** | **280** | **-120** | | **15** | **160** | **-176** | | **16** | **-160** | **-328** | | **17** | **-760** | **-440** |  1. **测绘磁化曲线：**  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **X/mV** | **Y/mV** | **序号** | **X/mV** | **Y/mY** | | **1** | **50** | **10** | **9** | **640** | **432** | | **2** | **100** | **25** | **10** | **680** | **440** | | **3** | **150** | **46** | **11** | **760** | **448** | | **4** | **200** | **75** | **12** | **960** | **504** | | **5** | **240** | **130** | **13** | **1800** | **616** | | **6** | **280** | **160** | **14** | **0** | **0** | | **7** | **360** | **288** | **15** |  |  | | **8** | **520** | **368** | **R1=50Ω** | **R2=12kΩ** | **C=3μF** | |
| 1. **数据处理** 2. **铁磁质的磁滞曲线绘制：根据公式 :H=(N1\*Ux)/(L\*R1) B=C\*R2\*UY/(N2\*S)**   **(其中，L=0.075m, S=1.20✖10-4m2, N1=N2=N3=150, R1=50Ω, R2=12kΩ, C=3μF)**  **求得数据，绘制成表格和曲线如下：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **序号** | **H（A/m）** | **B/mT** | | **1** | 0 | -544 | | **2** | -19.2 | -768 | | **3** | -14.4 | -1008 | | **4** | -81.6 | -1136 | | **5** | -14.4 | 0 | | **6** | -9.6 | 240 | | **7** | -3.2 | 576 | | **8** | 0 | 672 | | **9** | 36.8 | 1040 | | **10** | 75.2 | 1280 | | **11** | 80 | 1248 | | **12** | 20.8 | 480 | | **13** | 14.4 | 0 | | **14** | 11.2 | -240 | | **15** | -6.4 | -656 | | **16** | -30.4 | -880 |  1. **磁化曲线的绘制：根据公式: H=UX\*N/(R1\*L) B=R2\*C\*UY/(N\*S) 求得数据，绘制表格和曲线如下：**  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **序号** | **H（A/m）** | **B/mT** | | **1** | 2 | 20 | | **2** | 4 | 50 | | **3** | 6 | 92 | | **4** | 8 | 150 | | **5** | 9.6 | 260 | | **6** | 11.2 | 320 | | **7** | 14.4 | 576 | | **8** | 20.8 | 736 | | **9** | 25.6 | 864 | | **10** | 27.2 | 880 | | **11** | 30.4 | 896 | | **12** | 38.4 | 1008 | | **13** | 72 | 1232 | | **14** | 0 | 0 | | **15** | 2 | 20 |      1. **结果陈述：**   **最终得到的铁磁质的磁滞曲线和磁化曲线的最高点几乎重合。当材料磁化时，磁感应强度B不仅与当时的磁场强度H有关，而且与以前的磁化状态有关。磁感应强度的大小B随磁场强度的大小H增加，但变化是非线性的，当磁场强度变化到一定大小（H=Hs）时，铁磁质内的磁感强度B几乎不再增大。磁化曲线的图像呈单调增长的趋势，且趋势由大渐小** | |
| **八、实验总结与思考题**  **1.实验总结：**  **本次实验学会了示波器的用法，初步了解了铁磁质相关知识，了解了磁化原理，对变量转化法有了深刻的认识。**  **2.思考题：**  **（1）Uc对应的是B还是H？请说明理由。**  **它对应的是B，因为感应电动势是由于B引起的。**  **（2）测量磁滞回线要使材料达到磁饱和，退磁也应从磁饱和开始，意义何在？**  **由于材料可能存有剩磁，先退磁是为了保证外力磁场H=0，B=0，从而使得图像形成一条闭合的曲线。** | |
| 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** | |  |  |  |  |  |  | | |