

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	21.11.12
学号	202010401061	组别		成绩	46
日期	2021.11.12	题目	毕奥-萨伐尔定律验证		

[实验目的]

1. 测定直导体和圆形导体环路激发的磁感应强度与导体电流的关系
2. 测定直导体激发的磁感应强度与距导体轴线距离的关系
3. 测定圆形导体环路激发的磁感应强度与环路半径以及距环路距离的关系

[实验仪器]

毕奥-萨伐尔实验仪主机, 探头, 电流源, 待测圆环, 待测直导线, 槽式导轨及支架

[实验步骤]

一、直导体激发的磁场

1. 将直导线插入支座 2. 直导体接至恒流源 3. 将磁感应强度探测器与毕-萨实验仪连接, 方向切换为垂直方向, 调零
4. 将磁感应强度探测器与直导体中心对准 5. 向探测器方向移动直导体, 尽可能使其接近探测器(距离 $s=0$) 6. 从0开始, 逐渐增大电流强度 I , 每次增加1A, 直至8A。逐次记录测量到的磁感应强度 B 的值 7. 令 $I=8A$, 逐步向右移动磁感应强度探测器, 测量 B 与 r 的关系, 记录数据

二、圆形导体环路激发的磁场

1. 将直导体换为 $R=40mm$ 的圆环导体 2. 圆环导体接至恒流源 3. 将磁感应强度探测器与毕-萨实验仪连接, 方向切换为水平方向, 并调零 4. 调节磁感应强度测定仪位置至环中心 5. 从0开始, 逐加电流强度 I , 每次1A, 至8A, 记录 6. 令 $I=8A$, 移动探测器, 得到 B 与坐标 x 的关系, 记录数据 7. 更换导体环测量, 记录

[实验原理概述]

根据毕奥-萨伐尔定律, 导体所载电流强度为 I 时, 由导体线元产生的磁感应强度 B 为:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \cdot d\vec{l} \times \frac{\vec{r}}{r}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Wb}{Am} : \text{真空磁导率}$$

其中, 线元长度、方向由矢量 $d\vec{l}$ 表示, 从线元到空间某点的方向矢量由 $\vec{r}$ 表示

计算总磁感应强度意味着积分运算。只有当导体具有确定的几何形状, 才能得到解析解。例如, 一根无限长导体, 在距轴线 r 的空间产生的磁场为:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{2}{r}$$

其磁力线为同轴圆柱状分布

半径为 R 的圆形导体回路在沿圆环轴线距圆心 x 处产生的磁场为

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot 2\pi \cdot \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

其磁力线平行于轴线

本实验中, 上述导体产生的磁场将分别利用轴向以及切向磁感应强度探测器来测量。磁感应强度探测器件非常薄, 对于垂直其表面的磁场分量响应非常灵敏。因此, 探测器不仅可以测量磁场的大小, 也可以测量其方向。对于直导体, 实验测定了磁感应强度 B 与距离 r 之间的关系; 对于圆环导体, 测定了磁感应强度 B 与轴向坐标 x 之间的关系。另外实验还验证了磁感应强度 B 与电流强度 I 的关系。

(2) 1. 10

[实验数据记录] 长直导体激发的磁场与电流的关系 ($s=0\text{mm}$)									
I/A	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B/mT	0	0.038	0.065	0.092	0.122	0.147	0.178	0.204	0.232
圆形导体回路激发的磁场与电流的关系 ($\lambda=0$)									
I/A	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B/mT	0	0.016	0.030	0.046	0.060	0.075	0.090	0.104	0.118
长直导体激发的 磁场与距离 的关系 ($I=8\text{A}$)		圆形导体回路激发的磁感应强度与坐标的关系							
		x/cm	B/mT ($R=20\text{mm}$)	B/mT ($R=40\text{mm}$)	B/mT ($R=60\text{mm}$)				
r/mm	B/mT	-10.0	0.004	0.007	0.017				
5.7	0.134	-7.5	0.008	0.017	0.027				
6.7	0.123	-5.0	0.020	0.040	0.046				
7.7	0.112	-4.0	0.033	0.056	0.055				
8.7	0.105	-3.0	0.060	0.078	0.066				
10.7	0.092	-2.5	0.085	0.091	0.072				
14.7	0.072	-2.0	0.118	0.103	0.076				
17.7	0.062	-1.5	0.160	0.113	0.080				
21.7	0.051	-1.0	0.208	0.120	0.084				
26.7	0.042	-0.5	0.230	0.121	0.085				
37.7	0.030	0.0	0.238	0.117	0.085				
55.7	0.019	0.5	0.187	0.108	0.084				
		1.0	0.137	0.096	0.081				
		1.5	0.096	0.083	0.077				
		2.0	0.066	0.071	0.072				
		2.5	0.045	0.059	0.067				
		3.0	0.031	0.049	0.062				
		4.0	0.016	0.034	0.051				
		5.0	0.009	0.024	0.042				
		7.5	0.004	0.012	0.027				
		10.0	0.003	0.008	0.020				

说明：实验报告共 50 分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共 5 分，这三项要求课前完成；实验原理概述 15 分（课后完成）；数据记录 5 分（课上完成）；数据处理及结果表达 10 分（课后完成）；思考题 5 分（课后完成）；实验心得 5 分（课后完成）；报告整洁度 5 分。上课迟到扣 10 分，未按时交实验报告扣 10 分，补做实验扣 10 分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”，实验数据首先记录于此，经教师检查确定后再誊抄到实验报告上，无“原始实验数据记录本”扣 20 分。

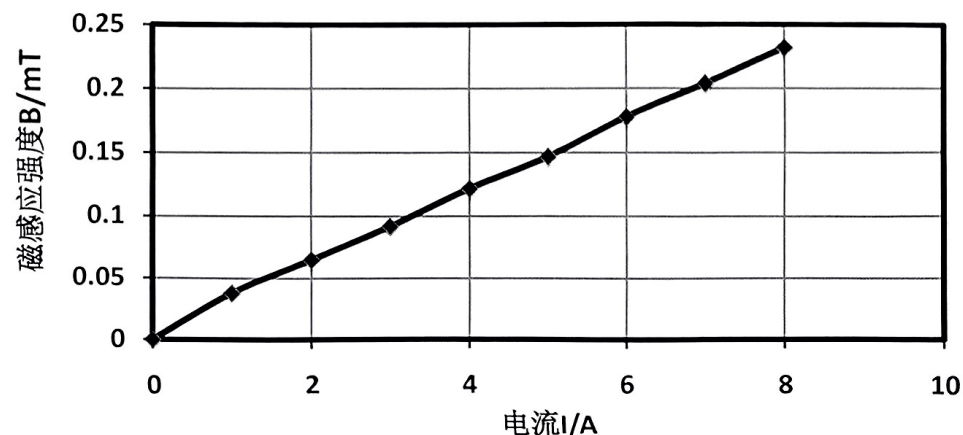
[思考题]

1. 当探测头沿垂直于圆环面的方向移动时，在圆环面上的点，磁感应强度最大；当探测头在圆环面上移动时，圆环中心的磁感应强度最小。只要观察探测仪示数，同时调节探测头，就可确定圆环中心。
2. 不是一条直线。空气的磁导率会随室温变化而变化，不是一个恒定的值，因此测量会有一些误差。

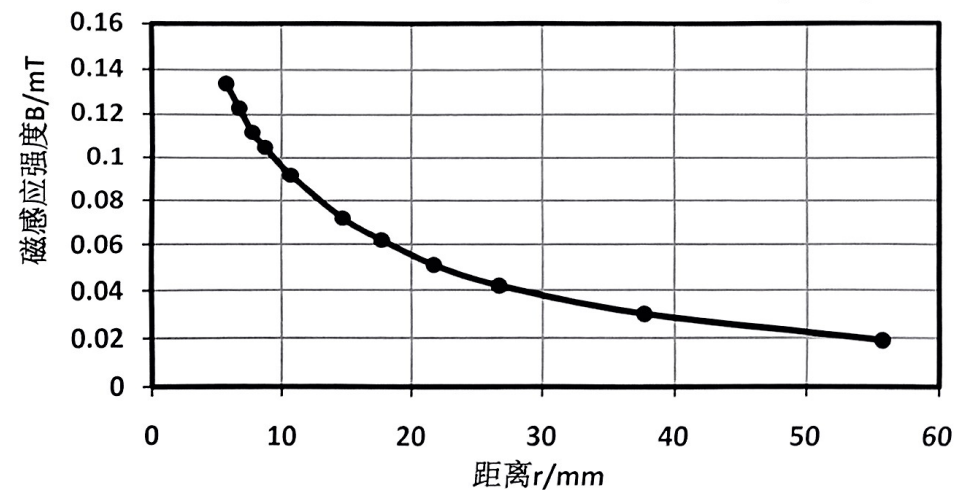
[实验心得]

1. 以实验的方式验证了毕奥-萨伐尔定律
2. 观察到了不同半径的圆环导体的磁感应强度的大小
3. 观察到了圆环导体面上非圆心位置的磁感应强度大小

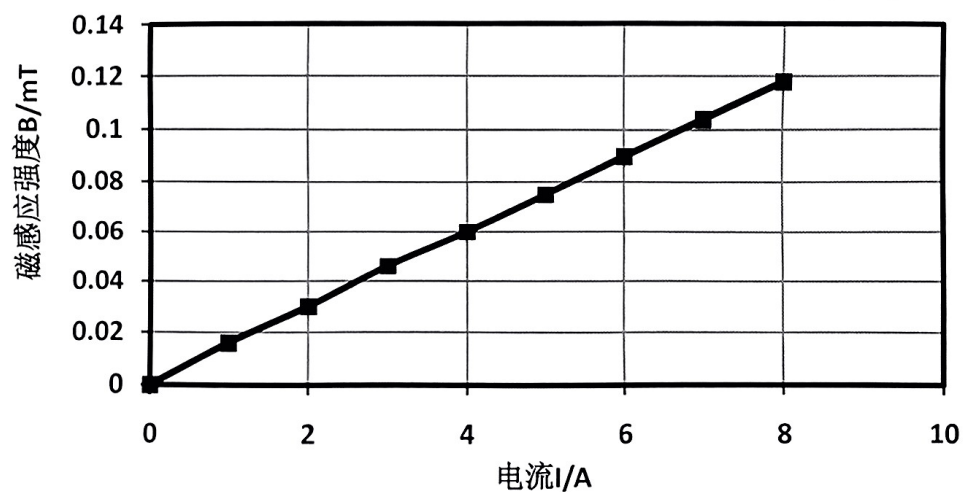
长直导线激发的磁场与电流的关系($s=0\text{mm}$)



长直导线激发的磁场与距离的关系($I=8\text{A}$)



圆形导体回路激发的磁场与电流的关系($x=0$)



圆形导体回路激发的磁感应强度与坐标的关系

