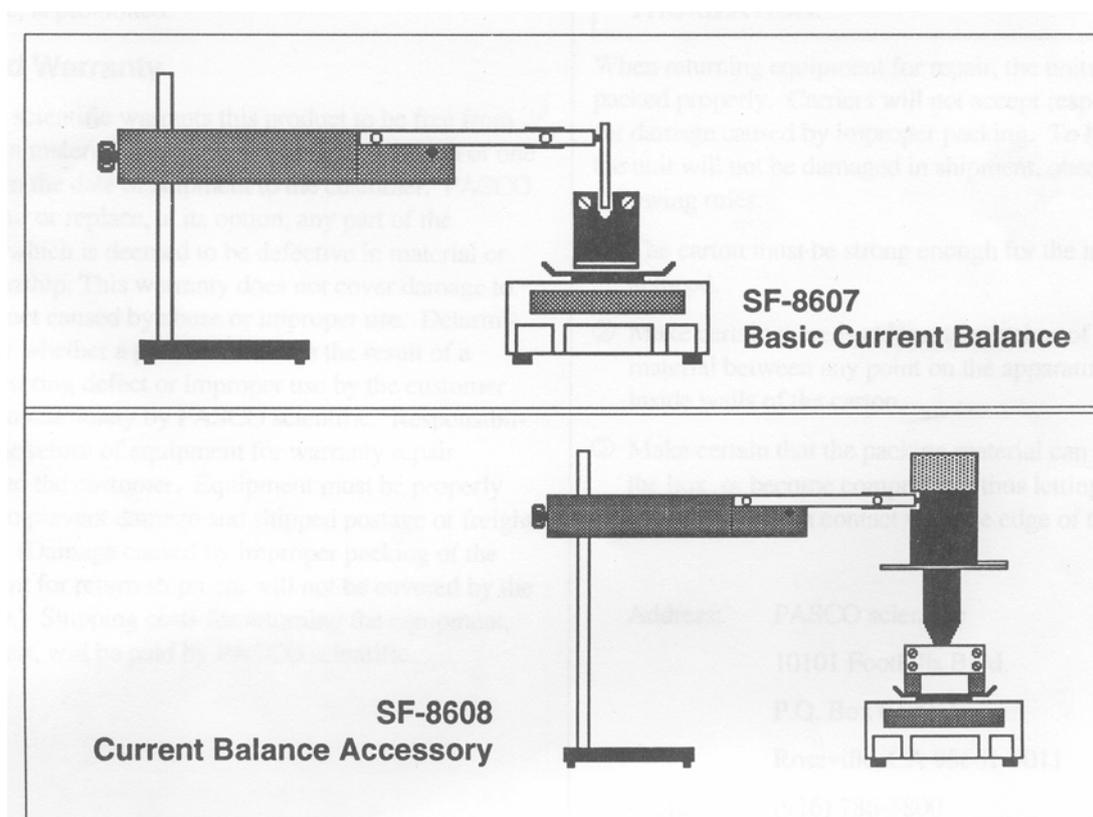


PASCO 物理组合实验系列

基本电流平衡组合实验

陈新雷 编译



上海交通大学物理实验中心

基础电流平衡组合实验

实验目的

研究带电导线在磁场中产生的磁场力的大小、方向与电流的大小、磁场强度、导线长度、磁场与导线之间夹角等四个因素的关系。

实验原理

带电导线在磁场中会产生一个力，通常称为磁场力。此力的大小、方向与电流(\vec{I})的大小，导线(L)的长度、磁场(\vec{B})的强度和导线与磁场之间的夹角(θ)等四个因素有关。

磁场力的数学表示：

$$\text{矢量形式: } \vec{F}_m = L\vec{I} \times \vec{B}$$

$$\text{标量形式: } F_m = LIB \sin \theta$$

应用 Pasco SF-8607 基础电流平衡仪，可改变电流、导线长度和磁场强度，算出由此得到的磁场力的大小。而使用 Pasco SF-8608 电流平衡附件，可改变导线与磁场之间的夹角，从而完整地研究带电导线与磁场间的相互作用。

实验内容：

1. 力与电流关系

- (1) 将实验仪器按图 1 按装，并选定一线路板。
- (2) 测定线路板无电流通过时，此磁铁组合的质量 m_0 ，并记录。
- (3) 调节电流至 0.5A，记录下新的质量 m_1 ，二者相减 $m_1 - m_0$ 。即为电流强度为 0.5A 时的磁场力。
- (4) 每次增加电流 0.5A 直至 5.0A。并重复 (2) - (3) 步骤。

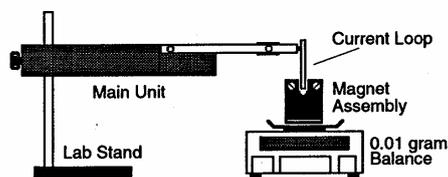


图 1

表 1

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I (A)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
m(g)											
F (g)											

2. 力与导线长度之关系

- (1) 仪器仍按图 (1) 按装，先使用编号为最小的线路板，并记录长度 L (mm)
- (2) 先不通电流，测定磁铁组合的质量 m。
- (3) 调节电流至 2.0A，并测定此时磁铁组合的质量 m ， $m - m_0$ 即为力 F 值。

(4) 关闭电流，取下电路板，换上新的线路板，并重复（1）-（3）步骤。

注：共有六块线路板，按编号顺序由小到大依次使用

表 2

$m_0 (I=0)$ _____ g						
编号	37	38	39	40	41	42
L(mm)						
M(g)						
F(g)						

3. 力与磁场强度的关系

- (1) 仪器仍按图 1 安装，使用电路最短的一块板。
- (2) 在盒中只放一块磁铁，不通电流，称出磁铁盒的质量，并记下数据 m_0 。
- (3) 调节电流至 2.0A，测定新的质量 m' ，二者相减即为磁场力 F 。 $F = m' - m_0$ 。
- (4) 每次增加一块磁铁（使每块磁铁的北极都在同一边），并重复（2）-（3）步骤，直至六块磁铁全装上。

表 3

磁铁块数	1	2	3	4	5	6
$m(I=0)$ (g)						
$M'(I \neq 0)$ (g)						
$F=(m'-m)$ (g)						

4. 力与角度的关系

- (1) 仪器按图 2 安装
- (2) 测定无电流时磁铁组合的质量，并记录在表四之上的 m_0 的一格内。
- (3) 调节角度为 0° ，即金属线圈几乎与磁场平行。然后将电流调至 1.0A。测定新的磁铁组质量 m ，并记录。

测磁场力即为 $F = (m - m_0) g$

- (4) 每次增加角度 5° 直至 90° ，然后每次减小角度 5° 直至 -90° ，在每一角度读出质量 m ，并计算力 F 值。

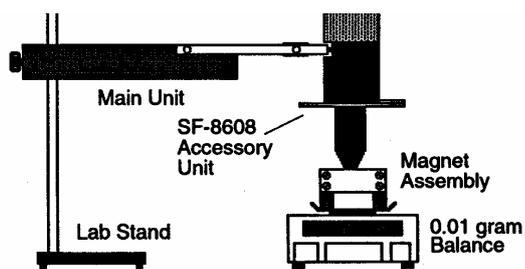


图 2

表 4

$m_0 (I=0)$ _____ g

Angle (θ)	"Mass" (gram)	"Force" (gram)									
0			50			0			-50		
5			55			-5			-55		
10			60			-10			-60		
15			65			-15			-65		
20			70			-20			-70		
25			75			-25			-75		
30			80			-30			-80		
35			85			-35			-85		
40			90			-40			-90		
45						-45					

数据处理

1. 分别以电流，导线长度，磁铁块数及磁场与导线的夹角为横轴，而以力为纵坐标，画出四种对应关系的图线。并得出相应的结论。
2. 尝试一下测定不同编号的线路板，其电流与力的关系。
3. 尝试测定不同编号的线路板，其磁铁块数与力的关系。

分析讨论

1. 分析一下当一块磁铁的北极与另一块磁铁的南极相挨时，此刻磁场力与磁场强度的关系将发生怎样变化，可以实际操作一下。
2. 讨论一下在怎样的角度下产生的磁场力最大。而当线圈与磁场面的夹角处于什么量值时，磁场力最小。作一下试验。

实验仪器

1. SF-8607 基础电流平衡仪（图 3）

- (1) 主部件；
- (2) 六块不同长度的导线板；
- (3) 可装六块磁铁的磁铁组合。

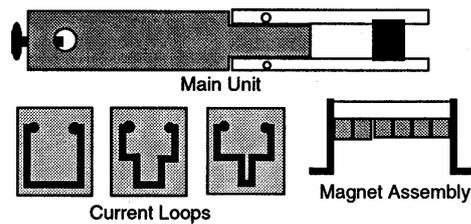


图 3

2. SF-8608 电流平衡组合（图 4）

- (1) 电流平衡附件；
- (2) 磁铁组合件。

3. 电源 0-5A。

4. 电流表。

5. 精度为 0.01g 的四通道称。

6. 实验接线图。（图 5）

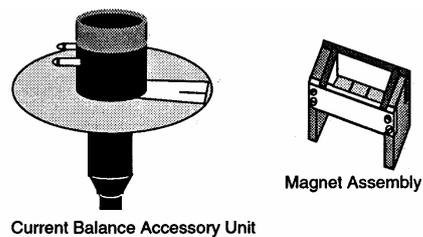


图 4

7. 不同长度的线路板编号。

Current Loop	Length
SF40	1.2cm
SF37	2.2cm
SF39	3.2cm
SF38	4.2cm
SF41	6.4cm
SF42	8.4cm

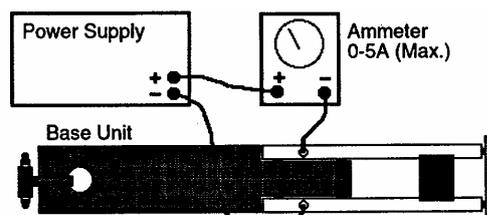


图 5

实验提示

BF-8608 电流平衡组合也能固定角度而改变电流，从而测定电流与力的对应关系。

注意事项

1. 通过 SF-8608 电流平衡组合的电流量，最大不能超过 2A。
2. 当贮藏 SF-8607 基础电流平衡仪的磁铁时，为了保持最大的磁场强度，建议磁铁块交替排列，即一块磁铁的北极紧挨下一块磁铁的南极。而 SF-8608 电流平衡组合的磁铁组合，有一保管盒，盒上有一软铁横穿过磁铁的极端，有助于磁铁磁场的保存。

说明

1. 可用电子称代替四通道称。对研究力与电流，导线长度，磁场强度和导线与磁场之间的夹角关系的研究没根本性的突破，只是利用电子称可去除皮重，测出的质量即直接作为力，省去一运算过程。
2. 我们利用平衡时读得的质量（克）作为测得的力，而大多数学者都知道质量是正比于确定的力，由公式 $F=mg$ 给定。如果要得到确切力的量值，直接用测得的质量乘以 0.0098N/g，得到以牛顿为单位的力值，或者乘以 980/g，将得到以达因为单位的量值。