

# 電 磁 磁 力 的 研 究

## 國 中 組 物 理

屏東市大同國民中學

製作學生：劉嘉羣 楊竣雄

指導老師：李得賢 張錫昌

### 一、動 機：

在物理課本十九章提到磁鐵磁力的大小和磁極所含磁量的多寡有密切的關係，然而一個磁鐵磁量到底有多大，無法測出來，雖然課內將磁量單位定為單位磁極，但單位磁極沒有一定的大小，故引起我們研究電磁磁力來定實際磁量的多少的興趣。

### 二、目 的：

利用「安培匝數」測定磁量的大小。

### 三、儀 器：

漆包線、鑄鐵棒（直徑為1.2cm，長8.35cm）、刻度尺、羅盤、電源器。

### 四、步 驟：

1. 利用漆包線和鑄鐵棒繞成1匝、10匝、20匝、30匝等，通入1 A、2 A、3 A……的電流，並觀察其磁力的變化。
2. 將1匝的鑄鐵棒，分別通入1 A、2 A、3 A……的電流，並分別測量當鑄鐵棒吸引磁針指向30刻度（ $F=30^\circ$ ），20刻度（ $F=20^\circ$ ），10刻度（ $F=10^\circ$ ）時，鑄鐵棒與磁針的距離。
3. 改以10匝、20匝、30匝的鑄鐵棒，重做步驟2的實驗。

### 五、結 果：

刻度	F = 30°				F = 20°				F = 10°			
	總匝數	匝數	安培	安培 × 匝數 距離 cm	匝數	安培	安培 × 匝數 距離 cm	匝數	安培	安培 × 匝數 距離 cm		
1 匝	1	1	1	3.65	1	1	1	4.57	1	1	1	5.49
	1	2	2	3.67	1	2	2	4.59	1	2	2	5.51
	1	3	3	3.69	1	3	3	4.61	1	3	3	5.53
10 匝	10	1	10	4.1	10	1	10	5.2	10	1	10	6.3
	10	2	20	4.3	10	2	20	5.4	10	2	20	6.5
	10	3	30	4.5	10	3	30	5.6	10	3	30	6.7
20 匝	20	1	20	4.6	20	1	20	5.90	20	1	20	7.2
	20	2	40	4.93	20	2	40	6.23	20	2	40	7.53
	20	3	60	5.26	20	3	60	6.56	20	3	60	7.86
30 匝	30	1	30	5.1	30	1	30	6.6	30	1	30	8.1
	30	2	60	5.6	30	2	60	7.1	30	2	60	8.6
	30	3	90	6.1	30	3	90	7.6	30	3	90	9.1

六、討 論：（由實驗結果得知）

1. 以磁棒吸引磁針，使磁針指向 30 刻度為準，則 1 安培匝數的距離為 3.65cm。

2. 磁力一定，電流強度為 1 安培，則各匝間的距離差一定。

例如：（一）當電流強度 1 安培，刻度 30（F = 30°）。

(1) 30 匝與 20 匝的距離差為  $5.1 - 4.6 = 0.5$  (cm)，  
平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.5 \div (30 - 20) = 0.05$  (cm)。

(2) 20 匝與 10 匝的距離差為  $4.6 - 4.1 = 0.5$  (cm) 平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.5 \div (20 - 10) = 0.05$  (cm)。

(3) 10 匝與 1 匝的距離差為  $4.1 - 3.65 = 0.45$  (cm)

，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.45 \div (10 - 1) = 0.05$  (cm) 故可知，電流強度為 1 安培時，每增加 1 匝時，距離就增加 0.05cm。

例如：(二) 刻度均為 20 ( $F = 20^\circ$ )，電流強度為 1 安培。

(1) 30 匝與 20 匝的距離差為  $6.6 - 5.9 = 0.7$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.7 \div (30 - 20) = 0.07$  (cm)。

(2) 20 匝與 10 匝的距離差為  $5.9 - 5.2 = 0.7$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.7 \div (20 - 10) = 0.07$  (cm)。

(3) 10 匝與 1 匝的距離差為  $5.2 - 4.57 = 0.63$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.63 \div (10 - 1) = 0.07$  (cm)。

故可知，電流強度為 1 安培時，每增加 1 匝時距離就增加 0.07cm。

例如：(三) 當電流強度為 1 安培刻度為 10 ( $F = 10^\circ$ ) 時。

(1) 30 匝與 20 匝的距離差為  $8.1 - 7.2 = 0.9$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.9 \div (30 - 20) = 0.09$  (cm)。

(2) 20 匝與 10 匝的距離差為  $7.2 - 6.3 = 0.9$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.9 \div (20 - 10) = 0.09$  (cm)。

(3) 10 匝與 1 匝的距離差為  $6.3 - 5.49 = 0.81$  (cm)，平均每增加 1 匝，距離就增加  $0.81 \div (10 - 1) = 0.09$  (cm)。

故可知，電流強度為 1 安培時，每增加 1 匝，距離就增加 0.09 (cm)。

3. 由討論 2，例(一)、例(二)、例(三)，可知刻度不同時每匝的距離差為 0.02 (cm)。

例如：當  $F = 30^\circ$  與  $F = 20^\circ$ ，每匝的距離差即為  $0.07 - 0.05 = 0.02$  (cm)。當  $F = 20^\circ$  與  $F = 10^\circ$ ，每匝的距離差

即為  $0.09 - 0.07 = 0.02$  ( cm ) 。

4. 當匝數一定，通入各電流的時候，距離差也一定。

例如：30 匝刻度分別為  $30^\circ, 20^\circ, 10^\circ$  距離差均為  $0.5\text{cm}$ 。

20 匝刻度分別為  $30^\circ, 20^\circ, 10^\circ$  距離差均為  $0.33\text{cm}$ 。

10 匝刻度分別為  $30^\circ, 20^\circ, 10^\circ$  距離差均為  $0.2\text{cm}$ 。

則  $\frac{20\text{匝}}{30\text{匝}} = \frac{X\text{cm}}{0.5\text{cm}}$   $X = 0.33\text{cm}$  與實驗數據相符合，可見電

流一定時，匝數與距離差成正比。

又  $\frac{20\text{匝}}{1\text{匝}} = \frac{0.33\text{cm}}{Y\text{cm}}$   $Y = 0.0165\text{cm} \div 0.02\text{cm}$ ，與實驗數據也

相符合。

5. 電磁棒 1 匝，並分別吸引磁針指向 30 刻度時，距離差為  $0.92\text{cm}$ 。

例如：1 匝、1 A， $F = 30^\circ$ ，距離差為  $3.65\text{cm}$ ，1 匝、1 A

、 $F = 20^\circ$ ，距離差為  $4.57\text{cm}$ ， $4.57 - 3.65 = 0.92$  ( cm ) 。

6. 綜合上述討論，可得一公式如下：

$S = ( 3.65 + 0.92n ) + ( N - 1 ) ( 0.05 + 0.02n ) + 0.0165$

$( A - 1 ) N$  其中  $n$  為以刻度 30 為準，刻度差之十分之一。

如：電磁鐵與磁針吸引之刻度為 20 (  $F = 20$  ) 。

則： $n = ( F_1 - F_2 ) \times 1/10 = ( 30 - 20 ) \times 1/10 = 1$ 。

$N$  為匝數       $A$  為安培數       $S$  為磁棒與磁針的距離。

七、結 論：

1. 公式  $S = ( 3.65 + 0.92n ) + ( N - 1 ) ( 0.05 + 0.02n ) + 0.0165 ( A - 1 ) N$  的應用。例如： $F = 30^\circ$ ， $n = ( 30 - 30 ) \times 1/10 = 0$ ， $N = 40$  匝， $A = 1\text{A}$ ，代入公式  $S = ( 3.65 + 0.92 \times 0 ) + ( 40 - 1 ) ( 0.05 + 0.02 \times 0 ) + 0.0165 ( 1 - 1 ) \times 40 = 5.6\text{cm}$ ，依此類推可得表如下：

刻度	F = 30°			F = 20°			F = 10°		
	總匝數	匝數	安培 × 距離 匝數 cm	匝數	安培 × 距離 匝數 cm	匝數	安培 × 距離 匝數 cm	匝數	安培 × 距離 匝數 cm
40匝	40	1	405.6	40	1	407.3	40	1	409.0
	40	2	806.26	40	2	807.96	40	2	809.66
	40	3	1206.92	40	3	1208.62	40	3	1210.32
50匝	50	1	506.1	50	1	508	50	1	509.9
	50	2	1006.93	50	2	1008.83	50	2	1010.73
	50	3	1507.75	50	3	1509.65	50	3	1511.55
60匝	60	1	606.6	60	1	608.7	60	1	610.8
	60	2	1207.59	60	2	1209.69	60	2	1211.79
	60	3	1808.58	60	3	1810.68	60	3	1812.78

經實驗結果與公式推算完全符合。

2. 公式化簡後得  $N = \frac{S - (3.6 + 0.9n)}{0.034 + 0.02n + 0.0165A}$ ，可算出磁棒

磁量且以安培匝數定其單位的大小。

如：一支未知磁棒的磁量，放置於磁力箱上，使磁針指向30刻度得距離  $S = 5.5\text{cm}$ ，規定  $A = 1\text{Amp}$ ， $n = (30 - 30) \times 1/10 = 0$  代入公式。

$$N = \frac{5.5 - (3.6 + 0.9 \times 0)}{0.034 + 0.02 \times 0 + 0.0165 \times 1} = \frac{1.9}{0.0505} = 38\text{匝}，故$$

此磁棒的磁量實際大小為  $1\text{A} \times 38\text{匝} = 38\text{安培匝數}$ 。

3. 即任何磁性物質磁量均可以安培匝數為單位。