

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 理化科

031604

由液生磁~探討電解質溶液中磁場的變化

學校名稱：彰化縣立秀水國民中學

作者： 國二 劉裕璋 國二 楊佩瑜 國二 林孟儒 國二 鄭仲惠	指導老師： 洪錫裕
---	--------------

關鍵詞：電解質、磁場

# 由液生磁~

## 探討電解質溶液中磁場的變化

### 摘要：

一般人總是認為磁場的產生是由於電子移動而產生，因此認為只有在電器用品附近才會產生磁場，而忽略了事實上電也可經由電解質溶液而傳導。因此本實驗在探討電解質溶液中離子的游動是否也可以產生磁場，而由離子產生的磁場是否也會跟電子移動時產生的磁場一樣符合安培定律，結果發現電解質溶液也符合此定律，但電解質所產生的磁場其所受的影響因素還包括濃度、液體中有雜質等因素，而且產生之磁場會慢慢消失；跟由電子所引起之磁場不同。

### 壹、研究動機：

本學期在一開學我們就學習的有關電的學問，上課中聽到老師說起電學很重要特別是以後三年級還會學到電生磁，趕緊問老師什麼是電生磁，老師說是由電流產生磁場，我突然想到上學期老師在教化合物時，有提到電解質，因此我隨口問到那電解質能不能產生磁場阿，沒想到開啓的這次的研究。

### 原理：

安培定律提到載流長直導線周圍會產生磁場，其磁場大小與電流大小成正比，與距離大小成反比。

### 貳、實驗目的：

把導線換成電解質溶液，觀看由離子產生的電荷游動，是否也會跟導線中電流流動一樣產生磁場，利用指南針的偏轉角度大小來替代磁場的變化。

### 探討問題：

一、 電解質溶液中離子的游動是否能產生磁場？

- 二、 改變電解質中電流的大小是否會造成磁場發生變化？
- 三、 改變指針與電解質的距離時磁場是否也會發生變化？
- 四、 改變電解質之濃度大小時磁場是否發生變化？
- 五、 在電解質中增加固體物質時是否會令磁場大小產生變化？

### 參、研究器材與設備：

實驗物品：蒸餾水、木屑、鐵釘、銅片、鋅片、砂子。

實驗器材：30cm 直尺兩支、保鮮膜、碳棒兩根、1000ml 燒杯、攪拌棒、鱷魚夾導線 4 條、指南針 4 個、電子天平、秤量紙、安培計。

### 肆、研究步驟：

#### 一、電解質溶液中離子的游動是否能產生磁場？

##### 實驗步驟：

(一)、調 1M NaCl 1 公升。

1、先秤 58.5g 之 NaCl，倒入 1000ml 燒杯中。

2、倒入 1000ml 的蒸餾水，攪拌均勻成 1 M NaCl 水溶液。

(二)、將 1.0M 的 NaCl 溶液加入塑膠軟水管中。分別在兩側插入碳棒，用附鱷魚夾之導線接上電源供應器，通以 15V 之電流，測通過導線之電流大小。

(三)、調整水管為南北走向，其上置一指南針看是否會偏轉。(如圖一)



圖一

## 二、改變電解質中電流的大小是否會造成磁場發生變化？

### 實驗步驟：

- (一)、將 1.0M 的 NaCl 溶液加入塑膠軟水管（20cm）中。分別在兩側插入碳棒，用附鱷魚夾之導線接上電源供應器，通以不同大小的電流，觀察紀錄指針偏轉角度。
- (二)、分別通以 10mA、20mA、30mA、40mA、45mA 之電流測量指針偏轉角度。

## 三、改變指針與電解質的距離時磁場是否也會發生變化？

### 實驗步驟：

- (一)、將 1.0M 的 NaCl 溶液加入不同長度的塑膠軟水管中。分別在兩側插入碳棒，用附鱷魚夾之導線接上電源供應器，通以 15V、45mA 的電流的大小。
- (二)、將指針放在不同的高度（5cm、10cm、15cm、20cm、25cm）之上，測量指針偏轉程度。

## 四、改變電解質之濃度大小時磁場是否發生變化？

### 實驗步驟：

- (一)、分別調配 1M、2M、3M、4M、5M 之 NaCl 溶液。
- (二)、1M 使用上面留下之溶液。
- (三)、分別秤重 11.7g、17.5g、23.4g、29.2g 的 NaCl 加入 100ml 燒杯中。
- (四)、並分別加入 100ml 蒸餾水，用攪拌棒攪拌均勻，製成 2M、3M、4M、5M 之 NaCl 溶液。
- (五)、將 1M、2M、3M、4M、5M 之 NaCl 溶液加入塑膠軟水管（20cm）中。分別在兩側插入碳棒，用附鱷魚夾之導線接上電源供應器，通以 15V 的電壓，觀察紀錄指針偏轉角度和電流大小變化。

## 五、在電解質中增加固體物質時是否會令磁場大小產生變化？

### 實驗步驟：

- (一)、將 1.0M 的 NaCl 溶液加入不同長度的塑膠軟水管中。分別在兩側插入碳棒，用

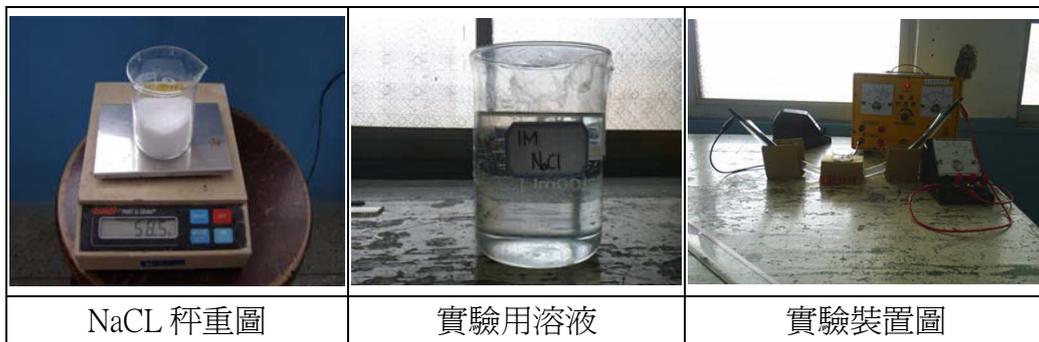
附鱷魚夾之導線接上電源供應器，通以 15V 的電壓的大小。

(二)、測量未加入物質前之電流與指針偏轉角度，測量記錄在分別加入等量之木屑、鐵釘、銅片、鋅片、砂子後之磁場變化、電流變化、水管內產生之現象。

## 伍、研究結果：

### 一、電解質溶液中離子的游動是否能產生磁場？

實驗記錄：

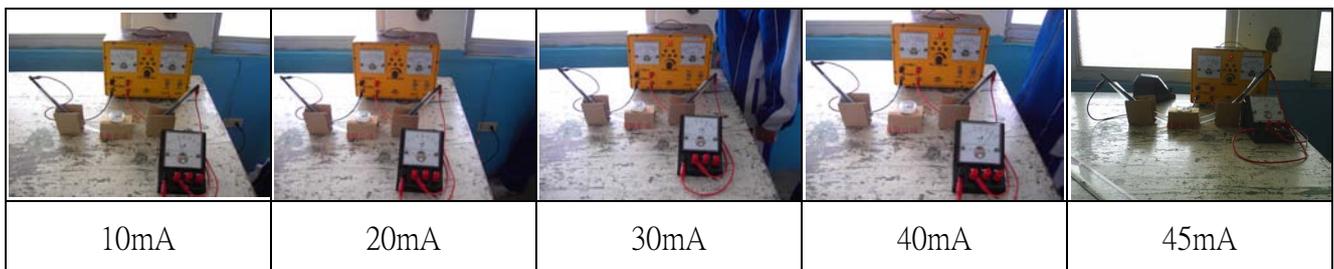


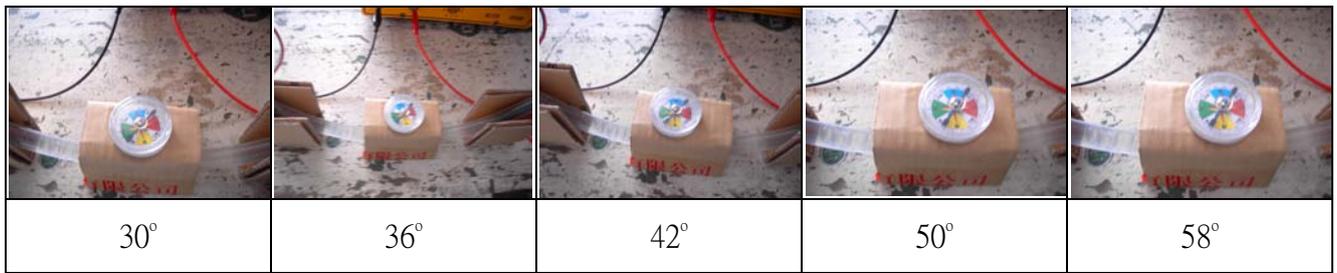
結果：指針會偏轉  $60^\circ$ ，電壓 15V 電流大小為 45mA。

### 二、改變電解質中電流的大小是否會造成磁場發生變化？

實驗記錄：

電流大小	10mA	20mA	30mA	40mA	45mA
指針偏轉角度	$30^\circ$	$36^\circ$	$42^\circ$	$50^\circ$	$58^\circ$
溶液濃度	1M	1M	1M	1M	1M





電流變大指針偏轉角度也變大與安培定律相同。

### 三、改變指針與電解質的距離時磁場是否也會發生變化？

實驗記錄：

電壓 15V 電流 45mA					
距離	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
指針偏轉角度	44°	38°	30°	24°	20°

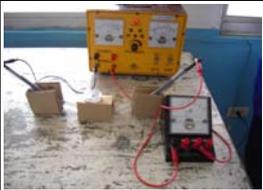


距離變大指針偏轉角度也變小與安培定律相同。

### 四、改變電解質之濃度大小時磁場是否發生變化？

實驗記錄：固定電壓 15V

NaCl 濃度	1M	2M	3M	4M	5M
電流大小	50mA	90mA	120mA	135mA	150mA
指針偏轉角度	60°	64°	66°	78°	87°

				
11.7g	17.5g	23.4g	29.2g	NaCl 溶液
				
1M ; 50mA	2M ; 90mA	3M ; 120mA	4M ; 135mA	5M ; 150mA
				
60°	64°	66°	78°	87°

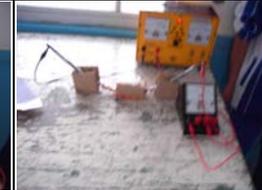
實驗中發現濃度加大，電流會變大，指針偏轉角度變大。

## 五、在電解質中增加固體物質時是否會令磁場大小產生變化？

實驗記錄：

物質	不加	木屑	鐵釘	銅片	鋅片	砂子
原指針偏轉角度	60°	60°	60°	60°	60°	60°
後來角度	60°	60°	50°	60°	60°	60°
增加的偏轉角度	0°	0°	-10°	0°	0°	0°
電流大小	45mA	45mA	50mA	100mA	60mA	45mA
有無變化	無	無	出現大量氣體	出現綠色氣體	微小氣泡	無

				
木屑重	鐵釘重	銅片重	鋅片重	砂子重

				
無任何物質	添加木屑	添加鐵釘	添加銅片	添加鋅片
				
60°	60°	50°	60°	60°
				
添加砂子	添加砂子 60°	鐵釘周圍產生氣體	銅片產生黃綠色氣體	鋅片產生小氣泡

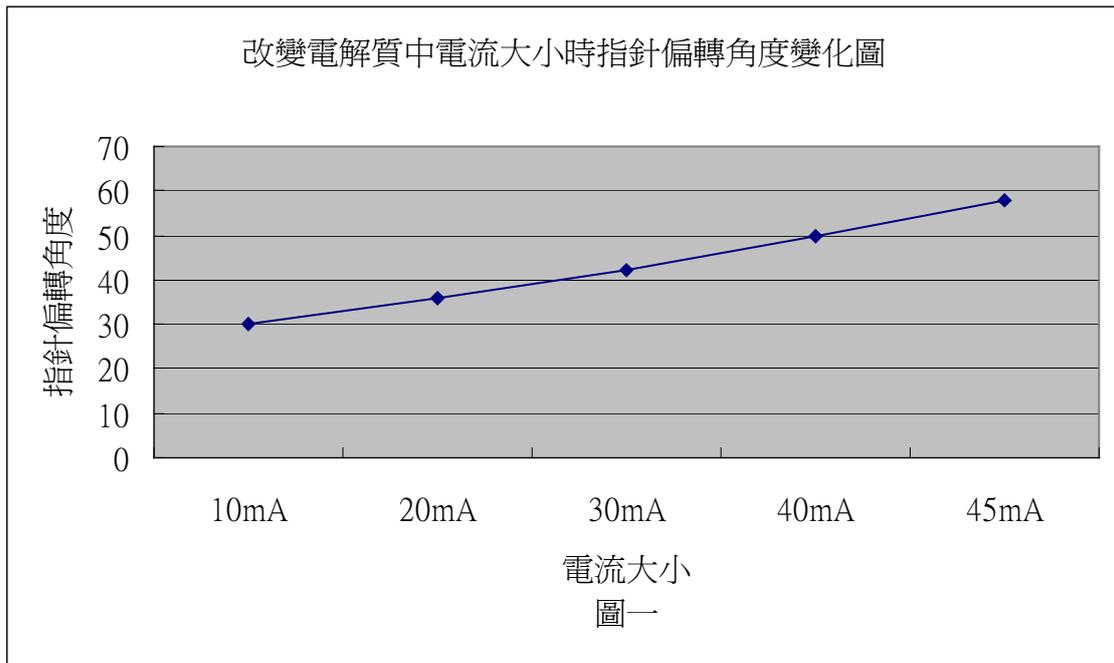
## 陸、討論：

### 一、電解質溶液中離子的游動是否能產生磁場？

- (一)、實驗中我們得到在電壓 15V 電流大小為 45mA 指針會偏轉 60°，這表示溶液中的離子向正負兩端流動時會產生磁場。
- (二)、用實驗二、三來觀察由離子游動產生的磁場是否跟導線中產生的磁場一樣受安培定律的影響
- (三)、由實驗四、五來探討是否有其他因素會影響由離子所引起的磁場大小。

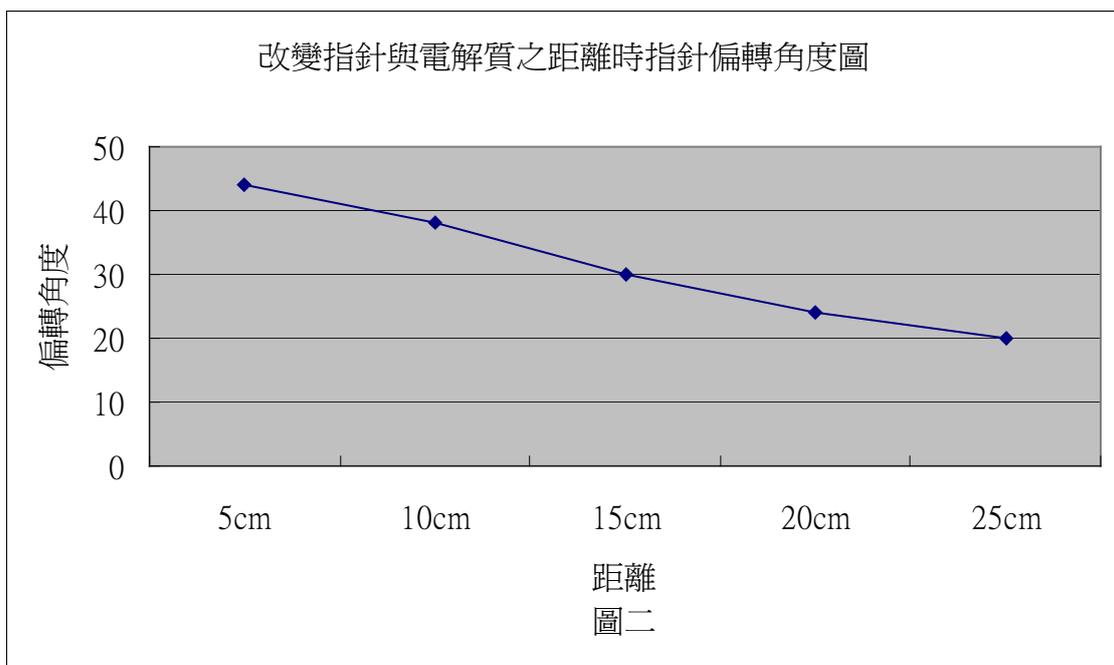
### 二、改變電解質中電流的大小是否會造成磁場發生變化？

- (一)、由實驗的數據中可以發現溶液中的電流越小指針偏轉越小，表示磁場變小的。
- (二)、實驗中也發現當電源停止後電流大概過 1 分鐘才消失，而指針要過 2 分鐘才會恢復原狀，由此可見停電後離子還是在電游中。
- (三)、由（圖一）可知當溶液中電流大小變化時磁場也跟著變化，而且電流大小跟磁場的變化大小成正比。



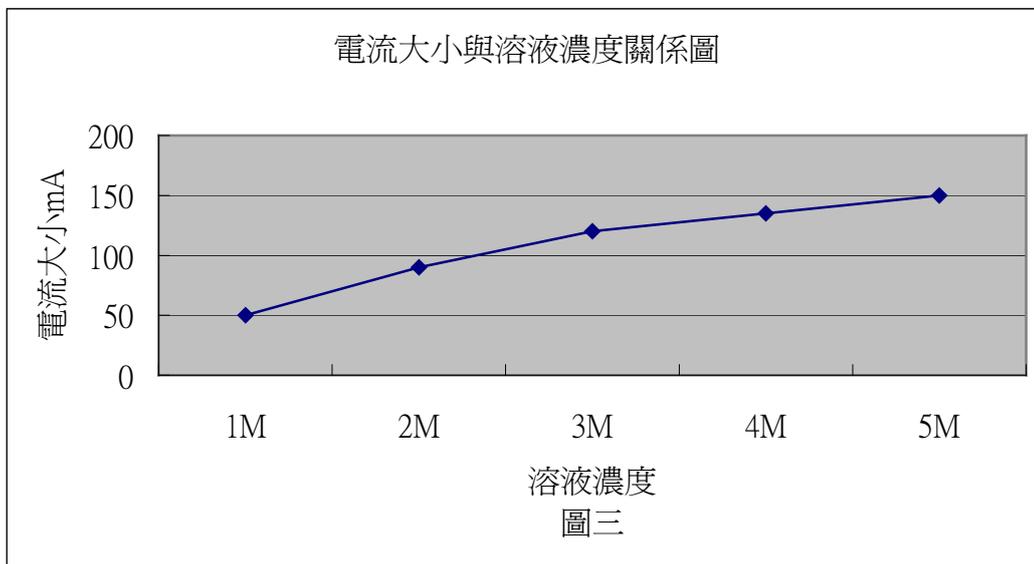
### 三、改變指針與電解質的距離時磁場是否也會發生變化？

- (一)、由數據中可知當距離越遠時，指針偏轉角度越小，表示磁場大小與距離電解質的遠近有關。
- (二)、由（圖二）可知在電流大小相同情況下，當距離變化時磁場也跟著變化，而且距離跟磁場的變化大小成反比。

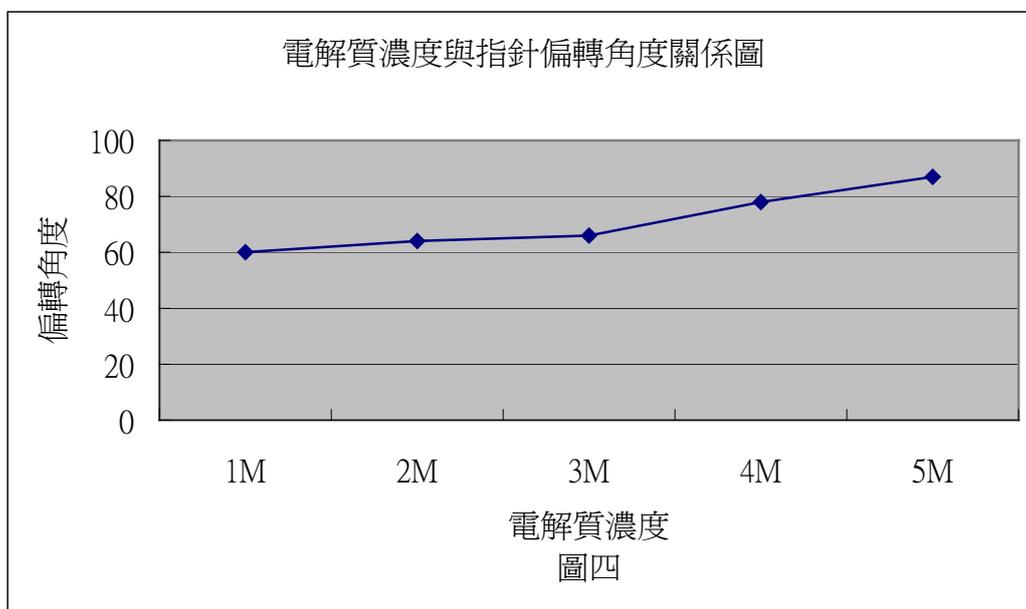


#### 四、改變電解質之濃度大小時磁場是否發生變化？

- (一)、由（圖三）可知當電壓固定時，溶液濃度越大，通過電解質的電流越大，可知離子數的增加會增加導電的功能，降低溶液的電阻。



- (二)、由（圖四）可看出當濃度變大時指針偏轉角度也跟著變大，由此可知電解質濃度跟磁場變化成正向關係。



#### 五、在電解質中增加固體物質時是否會令磁場大小產生變化？

- (一)、由實驗結果可知木屑、砂子對電解質溶液產生之磁場無影響。
- (二)、而鋅片表面出現微小氣泡但對磁場跟電流都沒有影響。

- (三)、鐵片表面瞬間出現大氣泡，而且電流變小指針偏轉角度變小，可能是氣泡阻止的離子的流動，導致電阻變大。
- (四)、銅片表面出現黃綠色氣體，研判為 NaCl 中的氯離子因電解反應而產生氯氣，但因電流增加雖然產生氣泡一增一減間導致偏轉角度無變化。
- (五)、絕緣體物質本身不會引起任何的變化，金屬導體本身卻會在管中引發電解反應，產生其他物質影響到磁場的變化。

## 柒、結論：

- 一、電流流經電解質溶液時其周圍會產生磁場，只是因為溶液內為離子的流動取代導線中電子的流動，而導致電阻上升，使其產生的磁場較弱。
- 二、實驗二得到電解質中由離子流動而產生的磁場符合安培定律，其溶液中電流大小變化時磁場也跟著變化，而且電流大小跟磁場的變化大小成正比。
- 三、實驗三中得到電解質中由離子流動而產生的磁場符合安培定律，其在電流大小相同情況下，當距離變化時磁場也跟著變化，而且距離跟磁場的變化大小成反比。
- 四、由實驗三、四我們知道由電解質中離子游動所產生的磁場符合安培定律，所以我們可以大膽推論安培定律也適用於由電解質所產生的磁場大小。
- 五、實驗中我們也發現由離子游動所產生的磁場，消失的速度比由導線所引起的磁場慢。
- 六、實驗四中我們發現離子的數目增加有利於降低溶液中的電阻，進一步增加溶液中的電流大小，以此來提高磁場的大小，但由數據中表現出來的只是正向的關係，而不是正比關係，箇中原因可能是誤差也可能是我們未知的因素吧。
- 七、實驗五在原先的假設中以為磁性物質可以增加磁場強度，但卻發現在溶液中的金屬物質會因為電流的關係，而引發電解的電化學反應，導致產生的新物質會破壞離子的游動，增加溶液的電阻，進而導致磁場大小變小。
- 八、由上述五個實驗我們知道由電解質溶液產生的磁場大小雖然跟安培定律有關，但也存在著一些不同於導線的變化，而這些變化正是我們探討這個實驗所要追求的。

## 捌、參考資料：

- 一、南一書局企業股份有限公司,中華民國 95 年 2 月修訂版,自然與生活科技南一版第六冊

2-2 電流的磁效應,台北市,南一書局企業股份有限公司,p15-19

二、南一書局企業股份有限公司,中華民國 95 年 2 月修訂版,自然與生活科技南一版第四冊

3-1 認識電解質,台北市,南一書局企業股份有限公司,p52-55

## 評 語

031604 由液生磁~探討電解質溶液中磁場的變化

1. 本件作品改變數項控制變因探討電解質造成電流產生之磁場變化，能系統化從事探討，具科學實驗探討基本精神。
2. 對所得實驗數據予以定量化，並製圖討論，惟對數據應可進一步使用 Excel 內建分析與控制項關係。
3. 建議對磁場之量測，可以使用較精準之磁場測量電表（如數位高斯計）使本作品內容得更精確之討論與結論。