

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031613

懶人浮標

學校名稱：臺北縣立碧華國民中學

作者： 國二 李品儀 國二 許禎芸 國二 蔡欣穎 國二 林思慧	指導老師： 洪進財 歐建榮
---	-----------------------------

關鍵詞：浮力發電、電磁感應、漆包線圈

中華民國第 48 屆國中小學科學展覽

作品名稱 懶人浮標

摘要

「科技始終來自於人性」一句耳熟的廣告詞，人們爲了生活的方便而快速的發展科技，但地球環境卻付出了嚴重的代價，藉著本次的科學展覽，目標是製作出一個理想的發電裝置。本實驗決定以電磁感應爲原理來製作模型，再透過種種討論畫出微型化的設計圖。針對線圈數、軸心、場磁鐵等實驗變因對感應電流的影響，找出最佳值作爲本實驗的模型基礎，再應用於浮標，有效利用發電裝置所產生的電能使浮標上的LED燈亮起，做爲警示用途。使用替代性能源是最近流行的議題，進行這個實驗時，正是地球暖化危機籠罩的時候，使用浮力發電是全無污染的發電方式，不會產生二氧化碳或其他溫室氣體，最後，將發電裝置、蓄電池、LED燈等串聯以立體模型呈現。

壹、研究動機

有一天去釣魚，因爲要等魚來吃餌，要一直拿著釣竿而且晚上浮標很不清楚，於是便想到是不是可以利用魚吃餌時將浮標往水面下拉，使魚的拉力觸動裝置傳達訊息，由國二理化課學到液體壓力中液壓觀測器的原理，我們試著從此方面去設計壓力開關。

替代能源發電是2008年全球性的議題，我們在進行這個實驗時，也考慮到地球暖化的危機，因此我們想利用波浪的上下沉浮發電來做爲蓄電池的蓄電來源以取代乾電池的使用，在此之前實驗小組由各種參考資料(教師手冊、網路等)，發現有種搖晃式省電手電筒，而從中得到了靈感。所以我們最後決定設計一個使用大自然的現象—波浪，來使感應線圈發電。

在本實驗中我們探討線圈數、軸心直徑、軸心材質、波浪振幅、場磁鐵數目、場磁鐵排列方式等變因對感應電流產生的影響，最後利用實驗所得的最佳參數條件來製作浮標模型。

(單元：南一版自然與生科第四冊第五章力與壓力、南一版自然與生科第六冊第一章電與磁)

貳、研究目的

一、設計利用隨波浪沉浮的發電裝置。

在這個研究目的中，我們要設計出這個浮力發電的模型。這個模型將包含電樞、電線、LED燈、蓄電池、開關。

二、應用探討變因得到的最佳參數條件來製作浮標模型。

這個研究目的中，研究問題所含的變因，並從中找出最佳的參數，來設計浮標。而大致上分為 2 個部份——第一部分是電樞部份，研究問題（一）（二）（三）即屬之。而研究問題（五）及（六）是外部磁鐵排列的部份。研究目的（四）則是得知在何種環境下使用本裝置會得到較佳的發電效能。

參、研究問題

一、探討線圈數對感應電流產生的影響。

二、探討軸心直徑對感應電流產生的影響。

三、探討軸心材質對感應電流產生的影響。

四、探討波浪振幅對感應電流產生的影響。

五、探討場磁鐵數目對感應電流產生的影響。

六、探討場磁鐵排列方式對感應電流產生的影響。

七、設計出浮標的完成品。

肆、研究設備與器材（見表一）

【表一：研究設備與器材】

膠帶	3捲	直尺	1把	砂紙	數張
安培計	1台	磁鐵	24個	鱷魚夾	4條
剪刀	1把	鋰蓄電池	3V，兩個	鐵棒	3支
LED燈泡	2粒	焊槍	1隻	焊錫	1捲
銅棒	1根	保麗龍	1塊	棉線	1捲
漆包線	數捲， 線徑0.2mm、 0.5mm	寶特瓶	700ml，1只	硬質保麗龍	數塊

請參見圖一~圖八器材照片



【圖一：電樞】



【圖二：尺及膠帶】



【圖三：毫安培計及鱷魚夾】



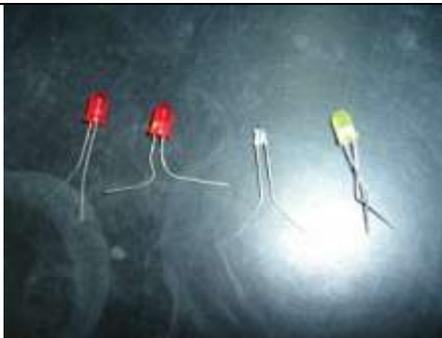
【圖四：漆包線、磁鐵、棉線及剪刀】



【圖五：砂紙、指北針、迴紋針及硬質保麗龍】



【圖六：焊槍及焊錫】



【圖七：LED 燈】



【圖八：保特瓶製之電樞滑動管】

伍、研究過程與方法

一、線圈製作

- (一) 在軸心上纏繞漆包線。
- (二) 將漆包線兩端的絕緣漆刮掉，將其用鱷魚夾夾住。(如圖一)

二、浮標製作

- (一) 將寶特瓶裁對半，留下下面的部份。
- (二) 用透明膠片製成圓筒，將其固定於寶特瓶中央。(如圖八)
- (三) 在寶特瓶管身黏上磁鐵。
- (四) 將透明膠片筒中入線圈，並用鱷魚夾夾住兩端，使用毫安培計測量電流。
- (五) 上述製作過程皆使用下列實驗得出的最佳數據。

三、實驗一：探討線圈軸心直徑與感應電流之關係實驗

(控制變因：磁鐵*5塊、細漆包線、線圈數100匝)

- (一) 依步驟一的方法纏繞不同支數的軸心線圈，共5個(軸心1~5支)
- (二) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，手持磁鐵以每秒2次來回的速度，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (三) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。

四、實驗二：探討線圈纏繞數目及漆包線粗細對感應電流量之關係

(控制變因：磁鐵*5塊、軸心數*1)

- (一) 將細漆包線纏繞於同一支鐵棒上分別繞20圈、40圈、60圈、80圈、100圈、120圈、140圈、160圈、180圈及200圈。
- (二) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，手持磁鐵以每秒2次來回的速度，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (三) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。
- (四) 改成粗漆包線，重覆實驗二前3步驟。

五、實驗三：探討磁鐵數目對感應電流量之影響

(控制變因：軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)

- (一) 依步驟一的方法製作細漆包線之線圈。
- (二) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，手分別持以1、3、5、7、9個磁鐵，磁鐵以每秒2次來回的速度，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (三) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。

六、實驗四：探討軸心材質對感應電流量之影響

(控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)

- (一) 依步驟一的方法分別以不同之軸心材質纏繞細漆包線之線圈。(鐵質、銅質)
- (二) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，手持磁鐵以每秒2次來回的速度，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (三) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。

七、實驗五：探討水波振幅對感應電流量之影響

(控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)

- (一) 以步驟一製作好的線圈，裝入步驟二的浮標模型中。
- (二) 分別將浮標引線往上拉，代表波浪振幅大小。
- (三) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (四) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。

八、實驗六：探討磁鐵排列方式對感應電流量的影響

(控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)

- (一) 在此我們選用了五種磁鐵排列方式，分別以這些不同的方式排列磁鐵於線圈滑動管周圍。(詳見表二)
- (二) 我們選用這些磁鐵排列方式的理由如下：第一至第三種磁鐵排列方式為兩顆磁鐵為一組串連排列，第一、三種方式是交錯排列，其不同點在於第一種和第三種只是排列方式剛好相反而已；第二種磁鐵排列方式是S極在上、N極在下交錯排列，我們想以這兩組數據探討磁鐵 S N 極相同一直線上時或是交錯排列時，何者輸出的感應電流會較

大。第四種排列方式和第五種排列方式為四顆磁鐵一組串聯排列。第四種磁鐵排列方式為N極朝外、S極朝內排列；第五種排列方式為S極朝外、N極朝內排列，我們想以這兩個實驗結果來探討SN極是否對電流產生有影響。

【表二：磁鐵的五種不同排列方式】

方式	圖示	說明
第一種		<p>S N S N N S N S</p>
第二種		<p>S S S S N N N N</p>
第三種		<p>N S N S S N S N</p>

<p>第四種</p>		<p>NN NN NN NN</p>
<p>第五種</p>		<p>SS SS SS SS</p>

- (三) 以步驟一製作好的線圈，裝入步驟二的浮標模型中，。
- (四) 分別改變浮標模型中之磁鐵排列方式。
- (五) 使用鱷魚夾夾住漆包線的兩端，改變漆包線線圈之磁場強度。
- (六) 以安培計記錄產生電流之大小。重覆5次。

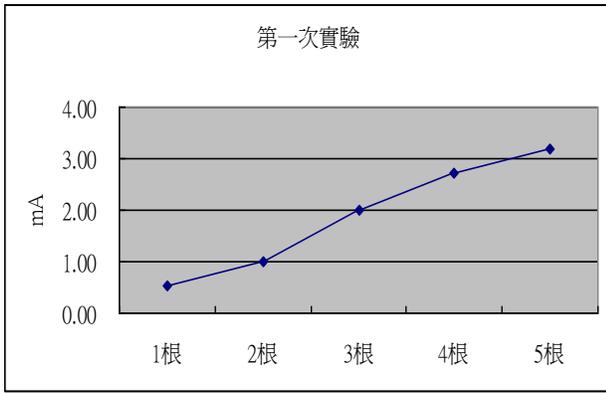
陸、研究結果

實驗一：探討線圈軸心直徑與感應電流之關係實驗

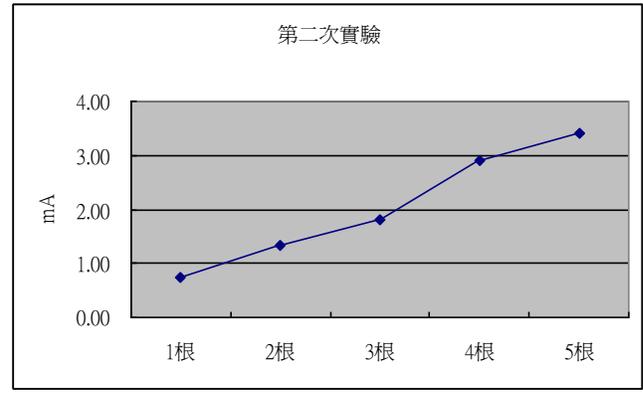
(控制變因：磁鐵*5塊、細漆包線、線圈數100匝)

【表三：線圈軸心直徑與感應電流之關係實驗數據】

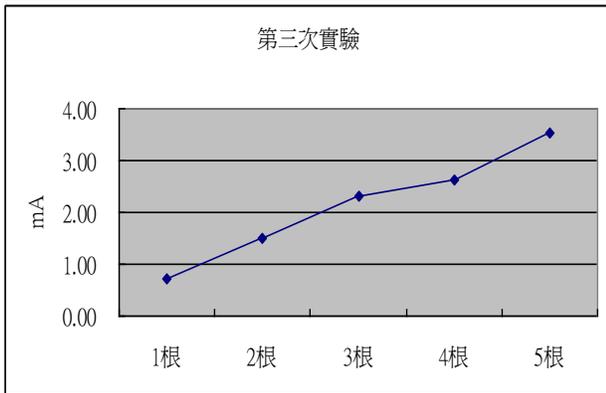
軸心數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
1根	0.52mA	0.73 mA	0.72 mA	0.80 mA	0.63 mA	0.68 mA
2根	1.00 mA	1.32 mA	1.50 mA	1.20 mA	1.40 mA	1.28 mA
3根	2.00 mA	1.80 mA	2.30 mA	1.70 mA	2.00 mA	1.96 mA
4根	2.71 mA	2.90 mA	2.63 mA	2.82 mA	3.10 mA	2.83 mA
5根	3.20 mA	3.40 mA	3.52 mA	3.12 mA	3.43 mA	3.33 mA



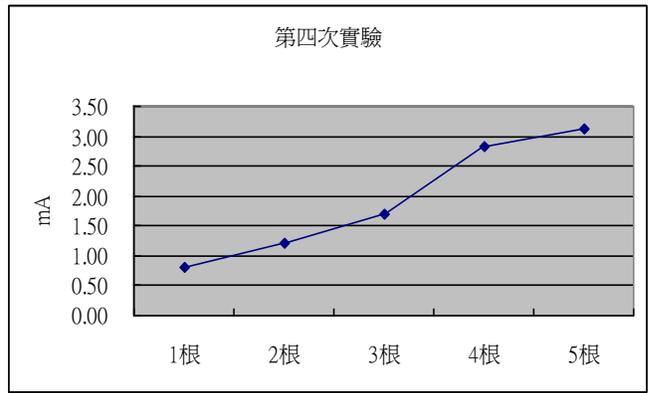
【圖九：線圈軸心直徑與感應電流之關係第一次實驗】



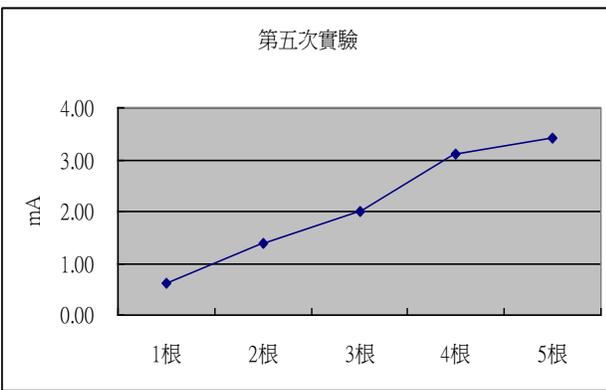
【圖十：線圈軸心直徑與感應電流之關係第二次實驗】



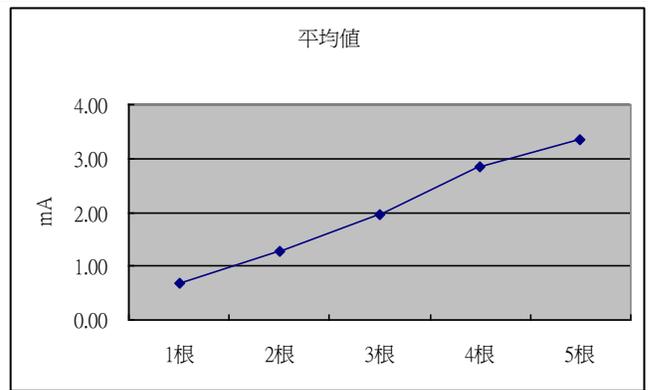
【圖十一：線圈軸心直徑與感應電流之關係第三次實驗】



【圖十二：線圈軸心直徑與感應電流之關係第四次實驗】



【圖十三：線圈軸心直徑與感應電流之關係第五次實驗】



【圖十四：線圈軸心直徑與感應電流之關係平均值】

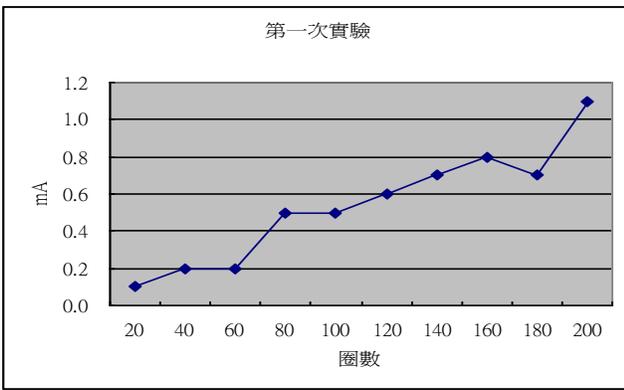
由實驗結果可以看出，軸心鐵棒數愈多，所產生的感應電流量也會增加。而我們認為這是因為軸心愈粗，由於電樞內能被磁化的物質變多，所以電樞被磁化得程度也會愈大，造成產生的感應電流量變大。

實驗二：探討線圈纏繞數目及漆包線粗細對感應電流量之關係

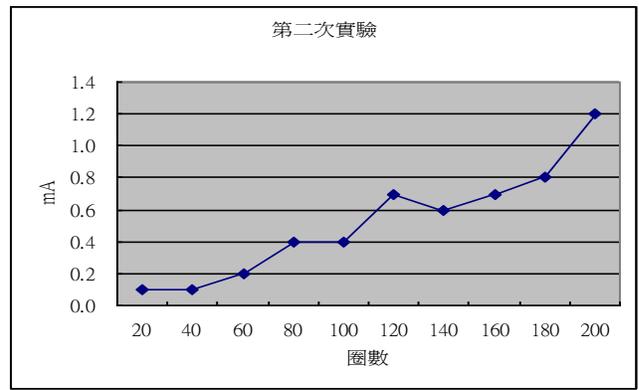
(控制變因：磁鐵*5塊、軸心數*1)

【表四：線圈纏繞數目及漆包線粗細對感應電流量之關係】

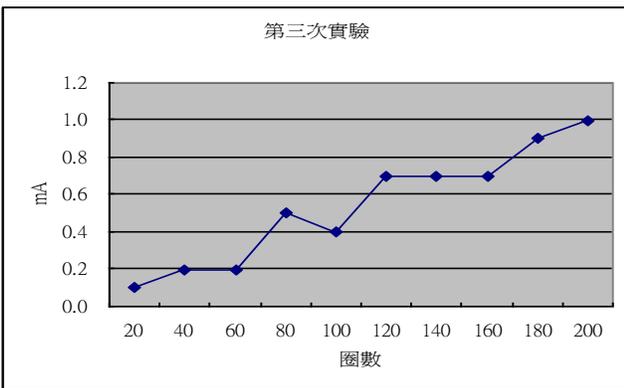
細漆包線	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
20	0.1 mA					
40	0.2 mA	0.1 mA	0.2 mA	0.2 mA	0.1 mA	0.2 mA
60	0.2 mA					
80	0.5 mA	0.4 mA	0.5 mA	0.5 mA	0.5 mA	0.5 mA
100	0.5 mA	0.4 mA	0.4 mA	0.5 mA	0.5 mA	0.5 mA
120	0.6 mA	0.7 mA	0.7 mA	0.6 mA	0.6 mA	0.6 mA
140	0.7 mA	0.6 mA	0.7 mA	0.6 mA	0.7 mA	0.7 mA
160	0.8 mA	0.7 mA	0.7 mA	0.7 mA	0.8 mA	0.7 mA
180	0.7 mA	0.8 mA	0.9 mA	0.8 mA	0.8 mA	0.8 mA
200	1.1 mA	1.2 mA	1.0 mA	1.0 mA	1.1 mA	1.1 mA
粗漆包線	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
20	0.2 mA	0.2 mA	0.3 mA	0.3 mA	0.2 mA	0.2 mA
40	0.3 mA	0.2 mA	0.3 mA	0.3 mA	0.2 mA	0.3 mA
60	0.4 mA	0.4 mA	0.4 mA	0.3 mA	0.4 mA	0.4 mA
80	0.4 mA	0.4 mA	0.3 mA	0.4 mA	0.4 mA	0.4 mA
100	0.5 mA	0.5 mA	0.4 mA	0.4 mA	0.5 mA	0.5 mA
120	0.6 mA	0.5 mA	0.7 mA	0.6 mA	0.6 mA	0.6 mA
140	0.8 mA	0.8 mA	0.7 mA	0.6 mA	0.6 mA	0.7 mA
160	0.6 mA	0.7 mA	0.8 mA	0.6 mA	0.8 mA	0.7 mA
180	0.7 mA	0.8 mA	0.6 mA	0.7 mA	0.8 mA	0.7 mA
200	0.7 mA	0.8 mA	0.9 mA	0.8 mA	0.8 mA	0.8 mA



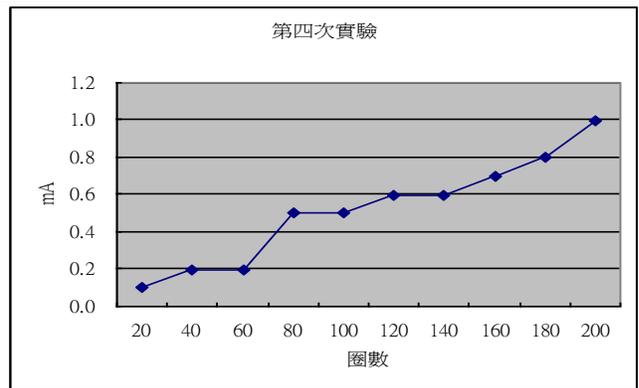
【圖十五：細漆包線線圈數與感應電流之關係第一次實驗】



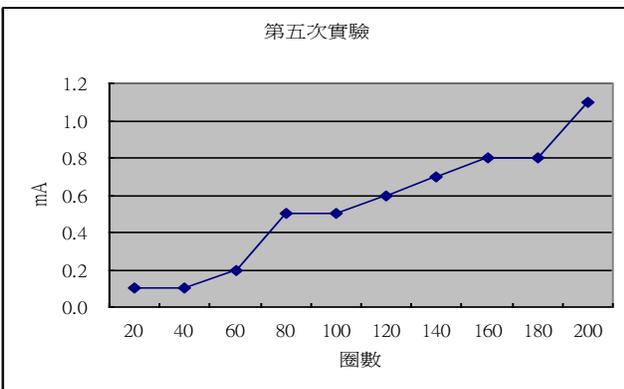
【圖十六：細漆包線線圈數與感應電流之關係第二次實驗】



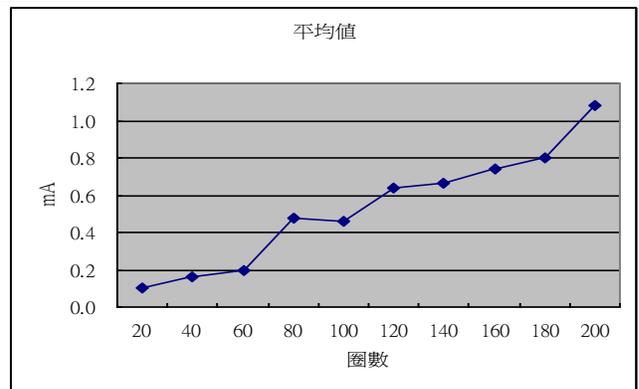
【圖十七：細漆包線線圈數與感應電流之關係第三次實驗】



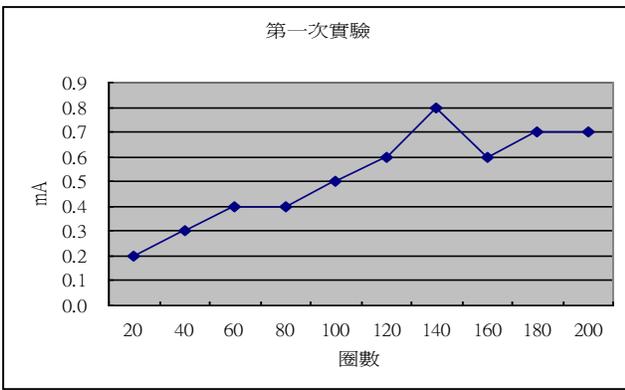
【圖十八：細漆包線線圈數與感應電流之關係第四次實驗】



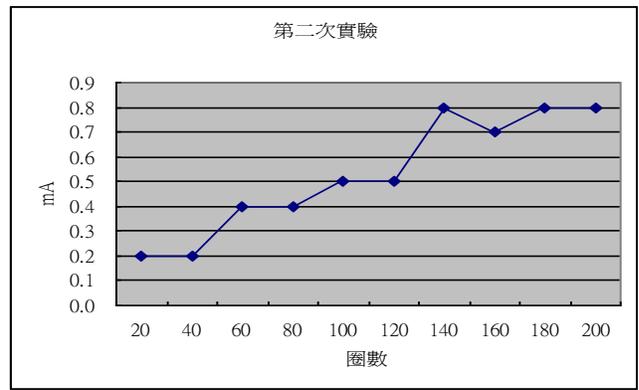
【圖十九：細漆包線線圈數與感應電流之關係第五次實驗】



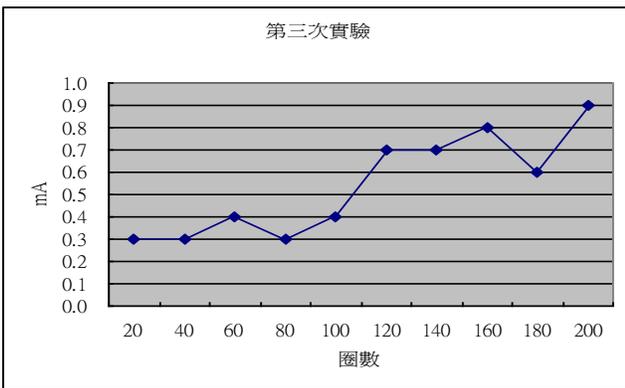
【圖二十：細漆包線線圈數與感應電流之關係平均值】



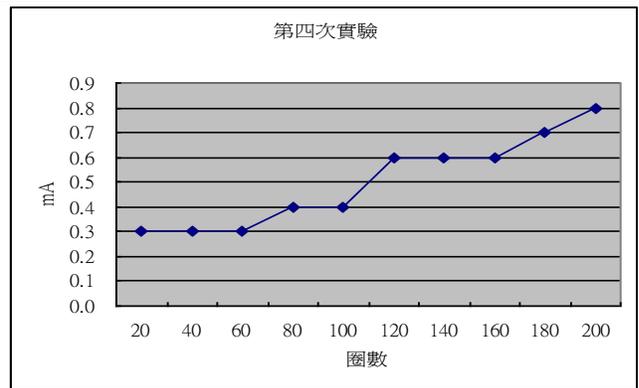
【圖二十一：粗漆包線線圈數與感應電流之關係第一次實驗】



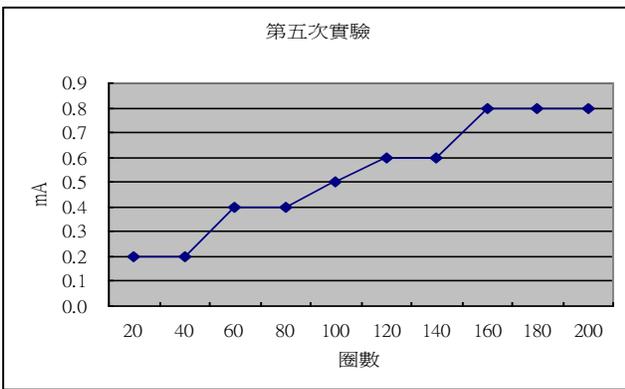
【圖二十二：粗漆包線線圈數與感應電流之關係第二次實驗】



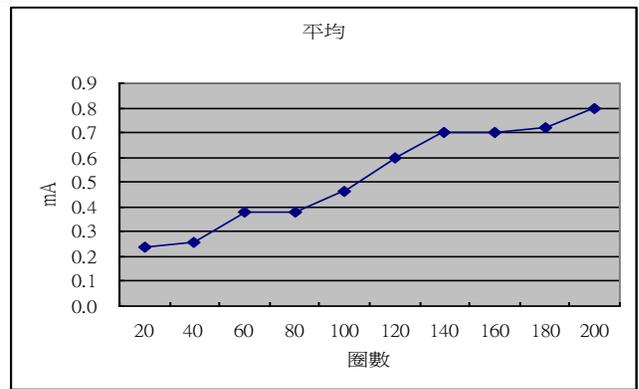
【圖二十三：粗漆包線線圈數與感應電流之關係第三次實驗】



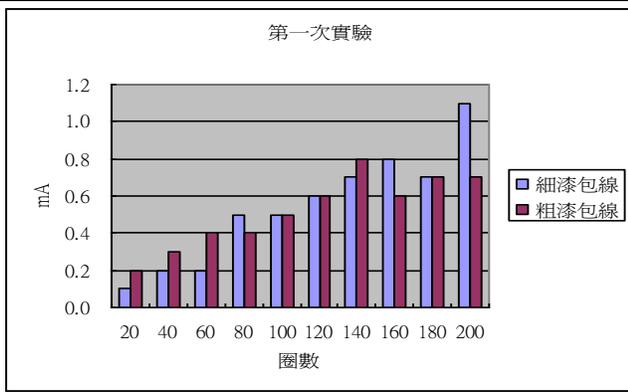
【圖二十四：粗漆包線線圈數與感應電流之關係第四次實驗】



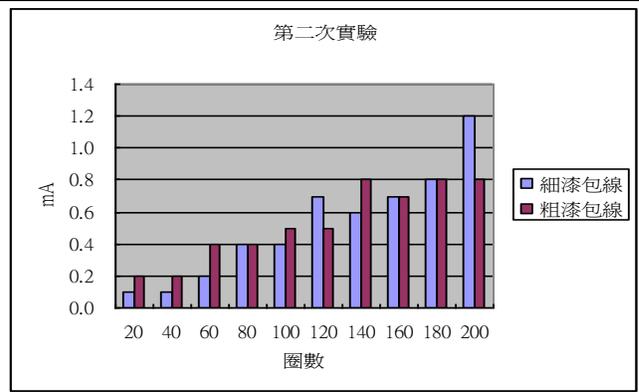
【圖二十五：粗漆包線線圈數與感應電流之關係第五次實驗】



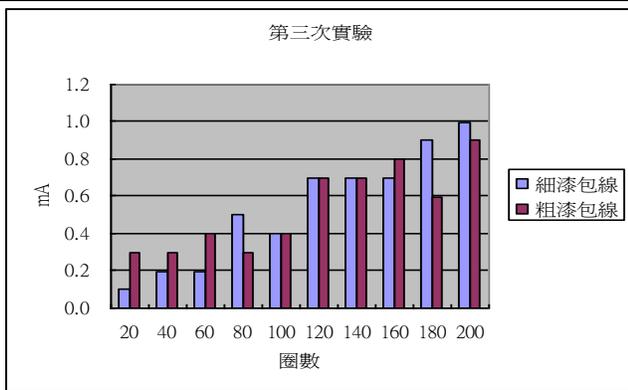
【圖二十六：粗漆包線線圈數與感應電流之關係平均值】



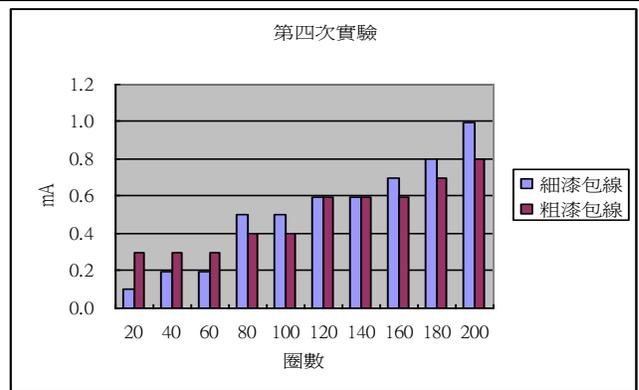
【圖二十七：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係第一次實驗比較圖】



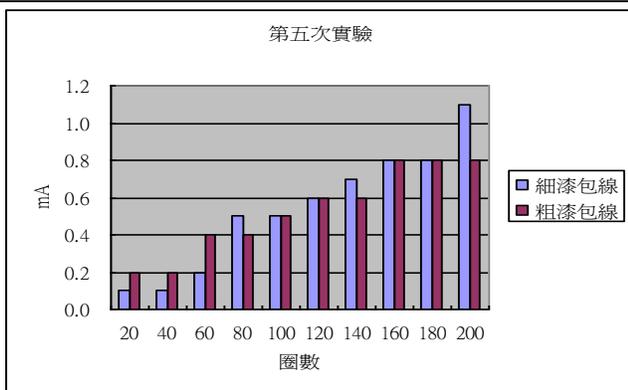
【圖二十八：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係第二次實驗比較圖】



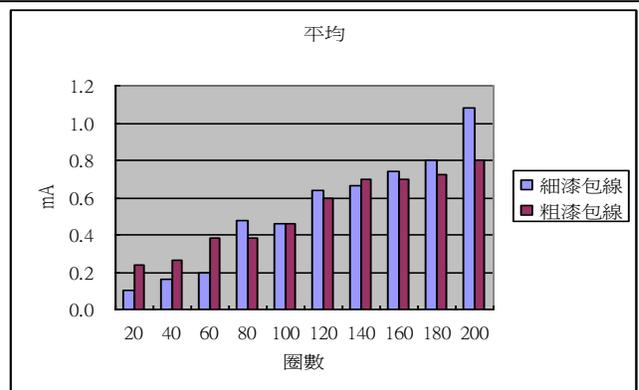
【圖二十九：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係第三次實驗比較圖】



【圖三十：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係第四次實驗比較圖】



【圖三十一：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係第五次實驗比較圖】



【圖三十二：細、粗漆包線線圈數與感應電流之關係平均值比較圖】

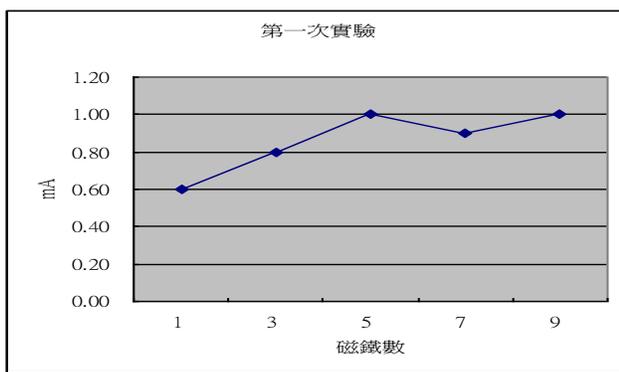
由實驗結果得知在相同長度內線圈數愈多，感應電流愈大；粗漆包線在圈數繞得較多時無法繞得很緊密，感應電流的產生比細漆包線少。

實驗三：探討磁鐵數目對感應電流量之影響

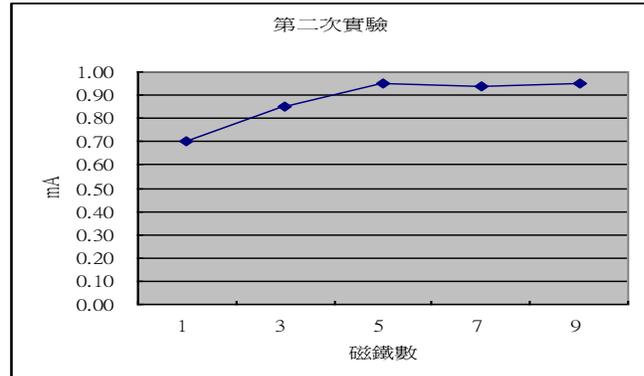
(控制變因：軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)\

【表五：磁鐵數目對感應電流量之影響】

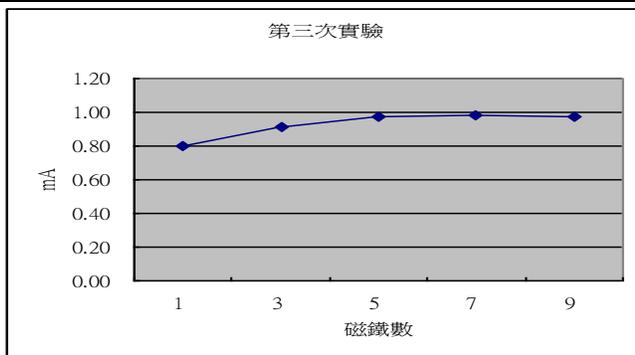
磁鐵數目	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
1	0.60 mA	0.70 mA	0.80 mA	0.63 mA	0.54 mA	0.65 mA
3	0.80 mA	0.85 mA	0.91 mA	0.73 mA	0.92 mA	0.84 mA
5	1.00 mA	0.95 mA	0.97 mA	0.99 mA	0.98 mA	0.98 mA
7	0.90 mA	0.94 mA	0.98 mA	1.00 mA	0.97 mA	0.96 mA
9	1.00 mA	0.95 mA	0.97 mA	1.00 mA	1.00 mA	0.98 mA



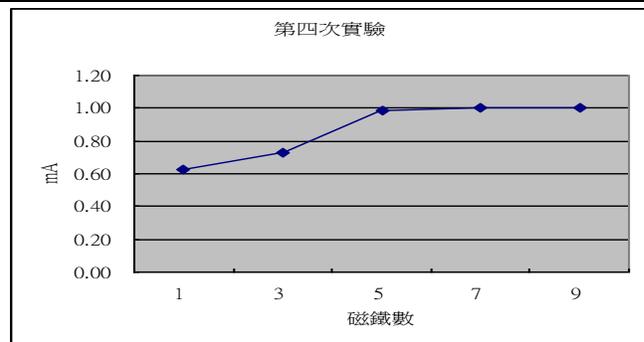
【圖三十三：磁鐵數目對感應電流量之影響第一次實驗】



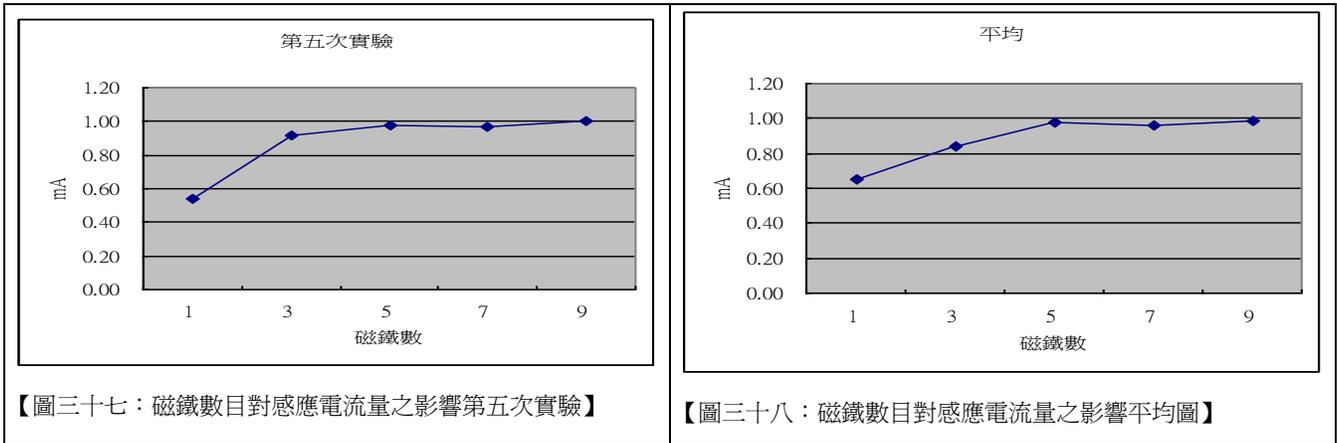
【圖三十四：磁鐵數目對感應電流量之影響第二次實驗】



【圖三十五：磁鐵數目對感應電流量之影響第三次實驗】



【圖三十六：磁鐵數目對感應電流量之影響第四次實驗】



【圖三十七：磁鐵數目對感應電流量之影響第五次實驗】

【圖三十八：磁鐵數目對感應電流量之影響平均圖】

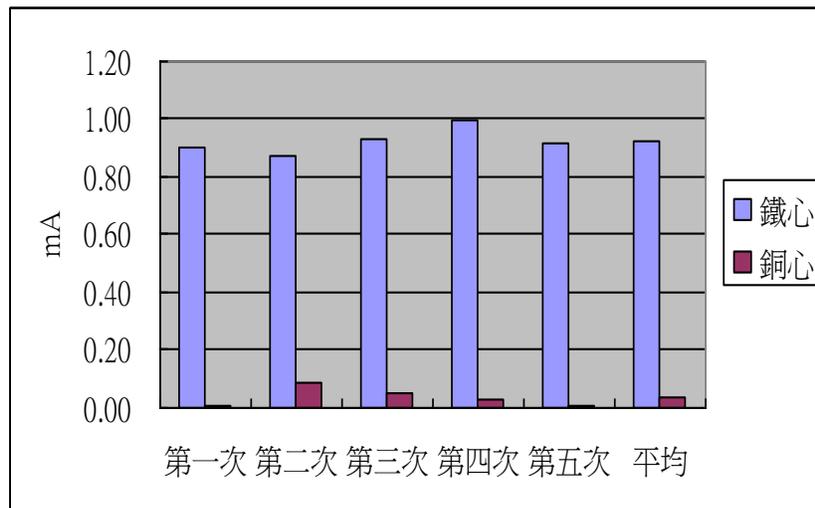
由此實驗可以看出，當磁鐵數為 5 顆時，所產生的感應電流量達到最大值，磁鐵數到 5 顆時，之後就沒有持續上升的趨勢，感應電流達到最大值，這可能是因為實驗時是以手拿著磁鐵來移動，造成磁鐵只有一邊對電樞產生影響，所以會有一個最大值出現。

實驗四：探討軸心材質對感應電流量之影響（磁性物質與否）

（控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝）

【表五：軸心材質對感應電流量之影響】

軸心材質	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
鐵心	0.90 mA	0.87 mA	0.93 mA	1.00 mA	0.92 mA	0.92 mA
銅心	0.01 mA	0.09 mA	0.05 mA	0.03 mA	0.01 mA	0.04 mA



【圖三十九：軸心材質對感應電流量之影響】

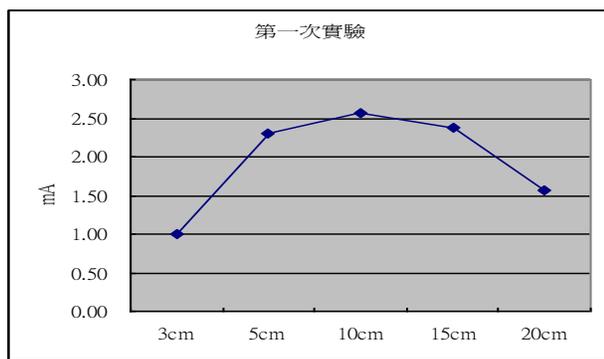
由實驗結果可以看出，鐵心明顯的比銅心多出許多，這可能是因為鐵心易被磁化，所以造成產生的電流量多出許多。

實驗五：探討水波振幅對感應電流量之影響

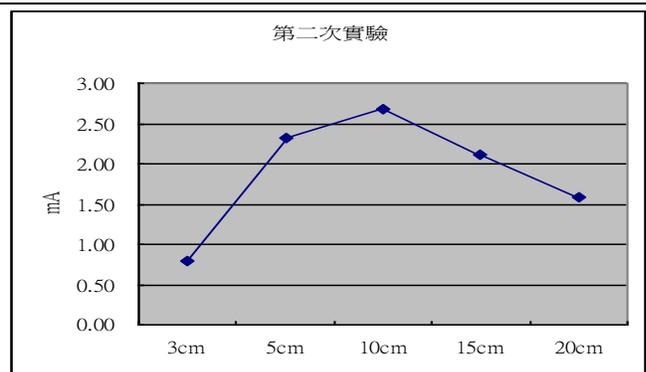
(控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)

【表六：水波振幅對感應電流量之影響】

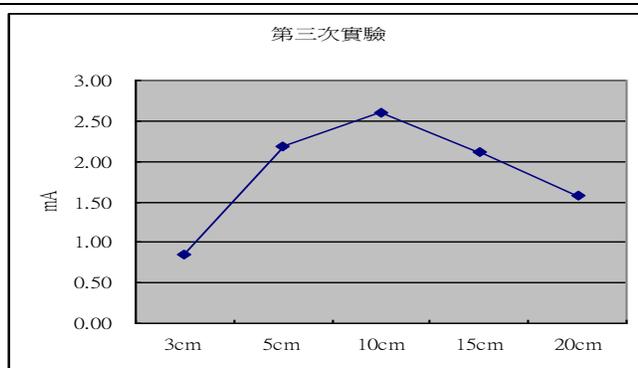
振幅高低	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
3cm	1.00 mA	0.80 mA	0.85 mA	0.92 mA	0.73 mA	0.86 mA
5cm	2.30 mA	2.32 mA	2.19 mA	2.23 mA	2.15 mA	2.24 mA
10cm	2.57 mA	2.67 mA	2.60 mA	2.43 mA	2.70 mA	2.59 mA
15cm	2.37 mA	2.12 mA	2.11 mA	2.23 mA	2.17 mA	2.20 mA
20cm	1.57 mA	1.59 mA	1.57 mA	1.80 mA	1.90 mA	1.69 mA



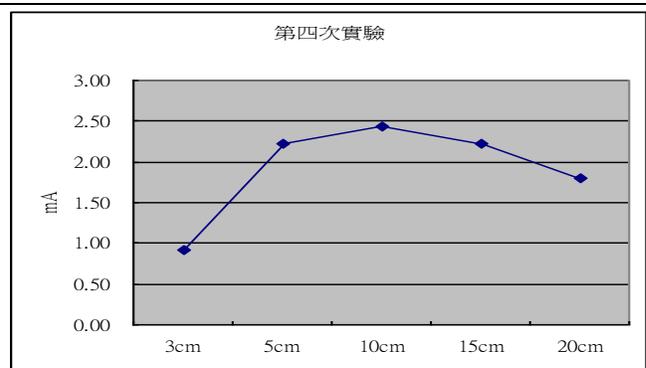
【圖四十：水波振幅對感應電流量之影響第一次實驗】



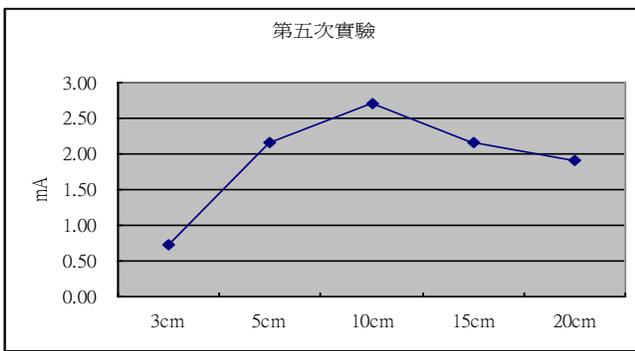
【圖四十一：水波振幅對感應電流量之影響第二次實驗】



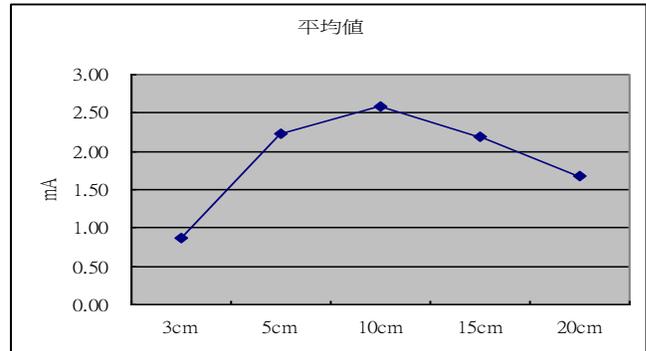
【圖四十二：水波振幅對感應電流量之影響第三次實驗】



【圖四十三：水波振幅對感應電流量之影響第四次實驗】



【圖四十四：水波振幅對感應電流量之影響第五次實驗】

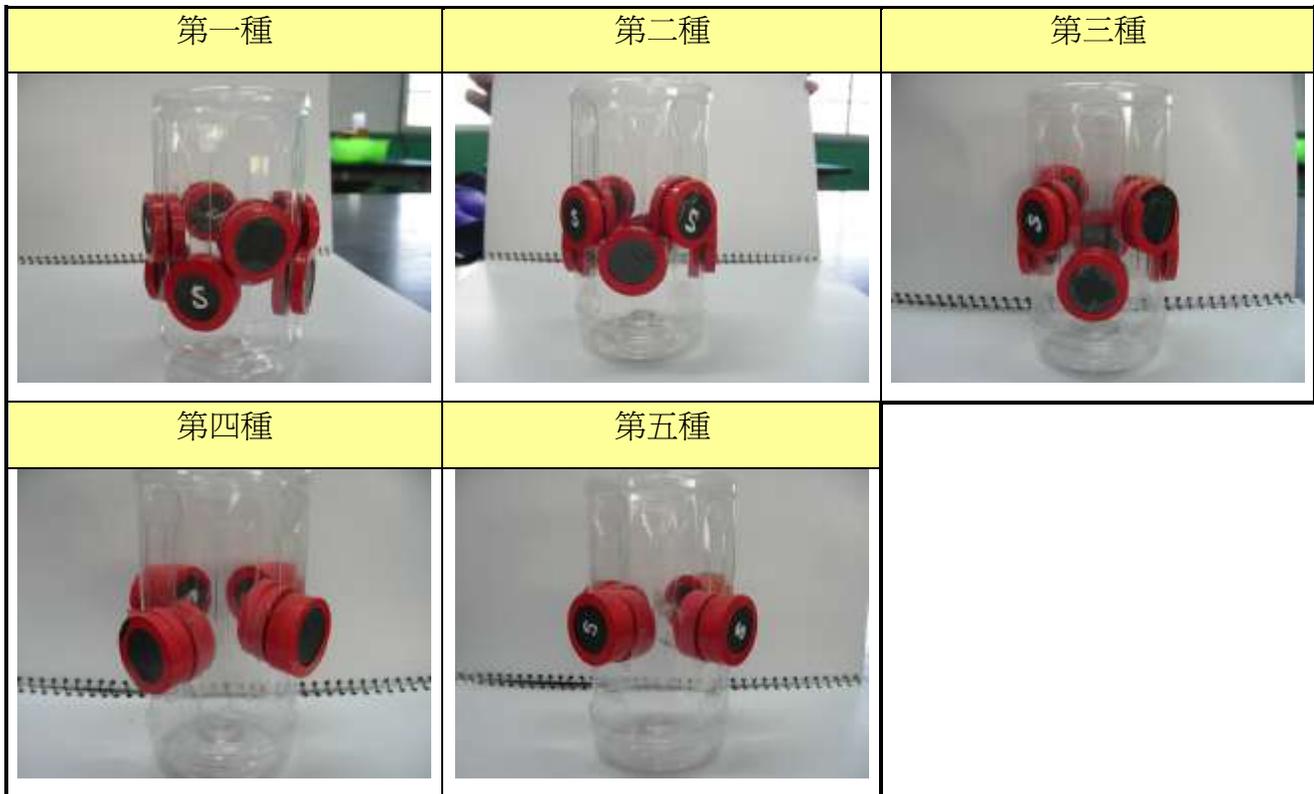


【圖四十五：水波振幅對感應電流量之影響平均圖】

由實驗結果可以看出，當波浪震幅為10cm的時候，所產生的感應電流達到最大值，而後所產生的電流量不增反降，這可能是因為波浪振幅超過10cm後，超出了磁場感應範圍，所以產生電流量會下降。

實驗六：探討磁鐵排列方式對感應電流量的影響

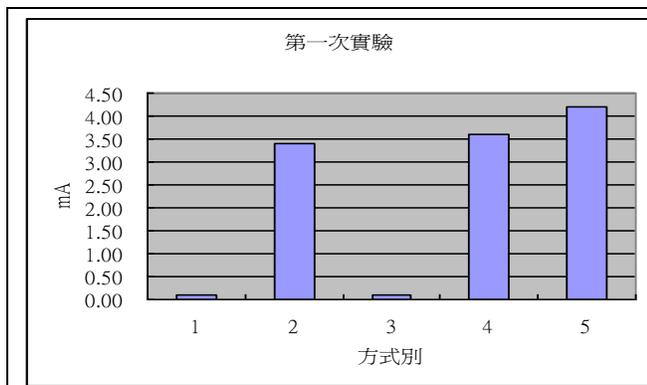
(控制變因：磁鐵數*5、軸心數*1、細漆包線、線圈數100匝)



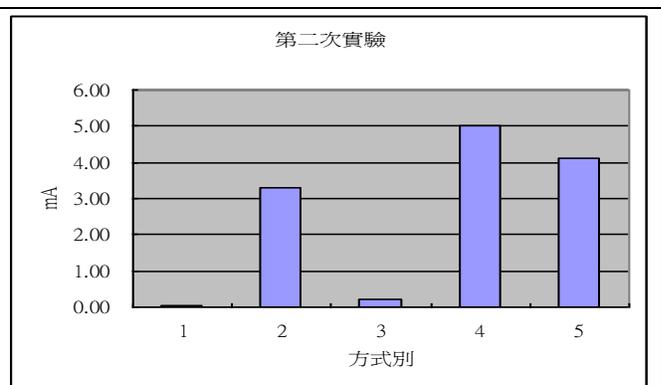
【圖四十六：磁鐵排列方式】

【表七：磁鐵排列方式對感應電流量的影響數據】

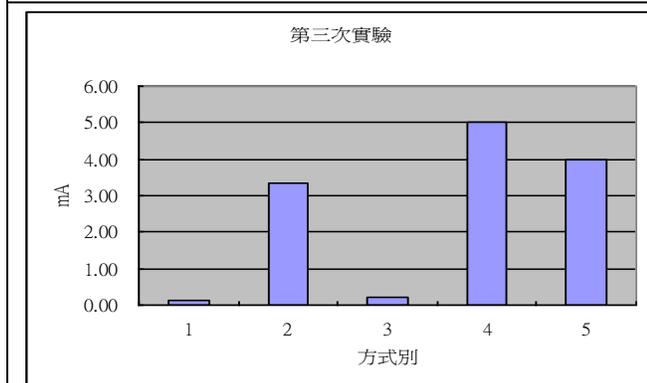
磁鐵排列方式	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
一	0.10 mA	0.05 mA	0.11 mA	0.20 mA	0.20 mA	0.13 mA
二	3.40 mA	3.30 mA	3.35 mA	3.45 mA	3.40 mA	3.38 mA
三	0.11 mA	0.20 mA	0.20 mA	0.20 mA	0.20 mA	0.18 mA
四	3.60 mA	5.00 mA	5.00 mA	5.00 mA	5.00 mA	4.72 mA
五	4.20 mA	4.10 mA	4.00 mA	4.20 mA	4.15 mA	4.13 mA



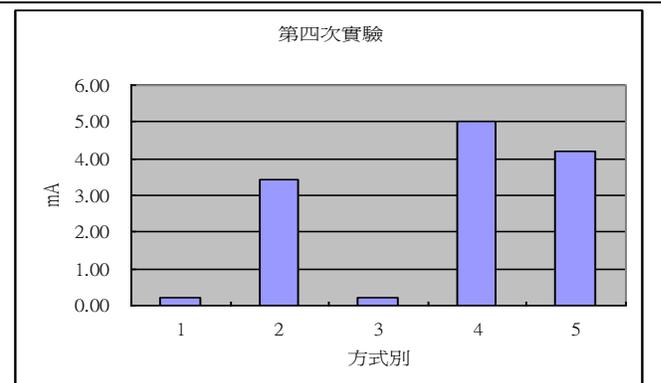
【圖四十七：磁鐵排列方式對感應電流量的影響第一次實驗】



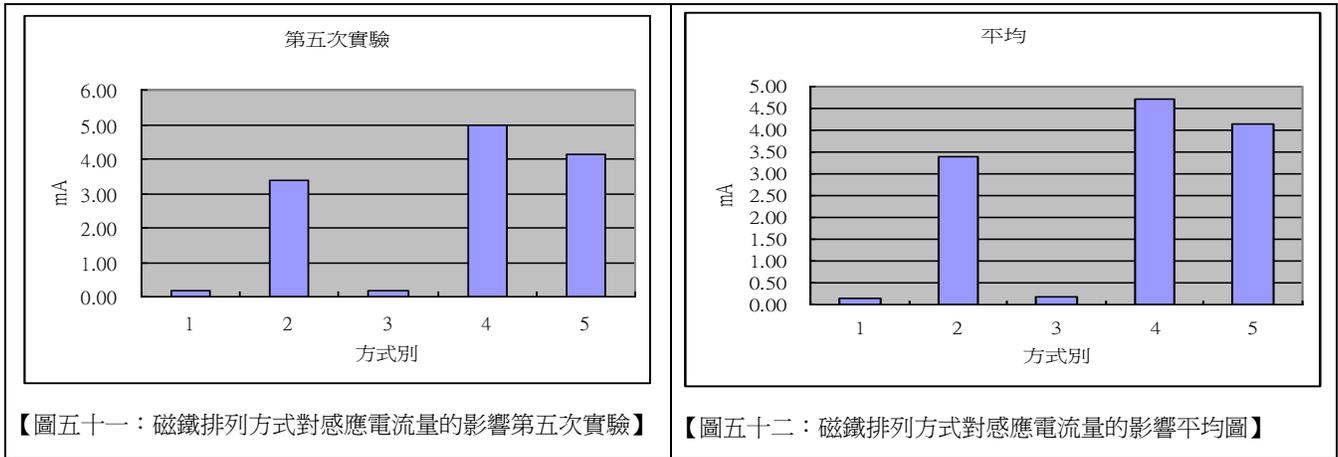
【圖四十八：磁鐵排列方式對感應電流量的影響第二次實驗】



【圖四十九：磁鐵排列方式對感應電流量的影響第三次實驗】



【圖五十：磁鐵排列方式對感應電流量的影響第四次實驗】



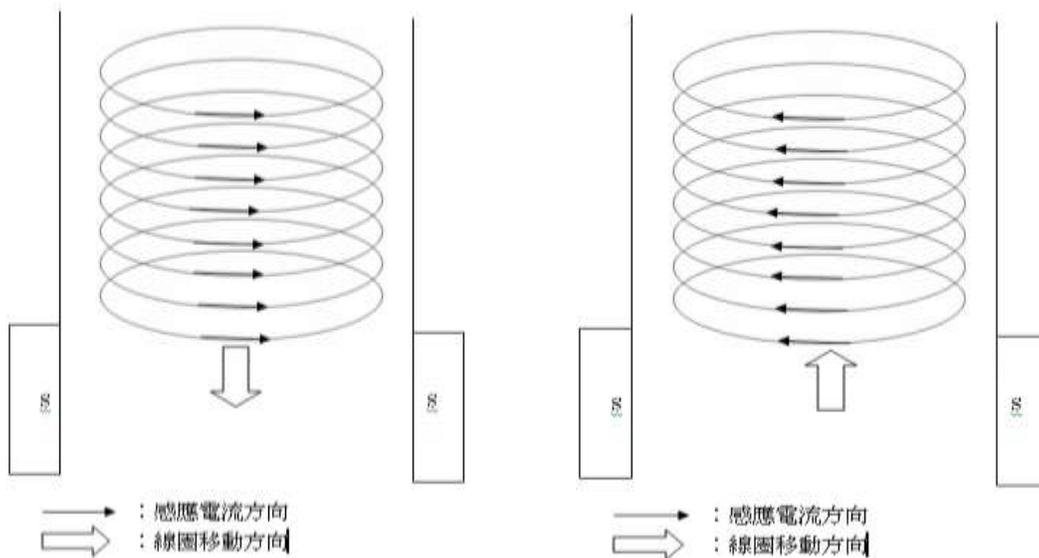
【圖五十一：磁鐵排列方式對感應電流量的影響第五次實驗】

【圖五十二：磁鐵排列方式對感應電流量的影響平均圖】

由實驗結果可以發現，第四種和第五種所產生的電流量會愈大，這是因為磁場變化量增大，所以產生的磁場變化也會愈大，因此所產生的電流量也會較大，第 1、3 種排列方式則是因為產生的磁場變化後被接下來的磁鐵抵銷，因此並無明顯的變化。

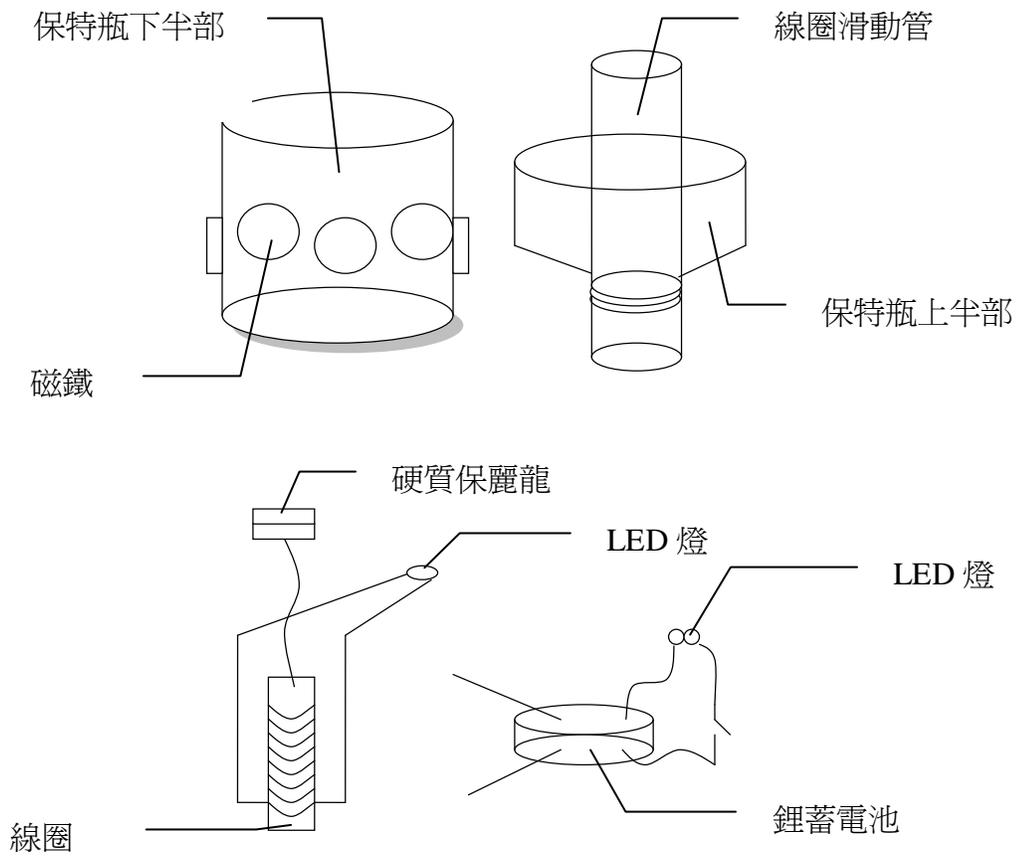
理論上第四種和第五種磁排排列方式產生的感應電流量會一樣大，而在此實驗中，幾乎每次實驗產生的感應電流量都不一樣大（ $4 > 5$ ）。我們認為這可能是因為我們在實驗時是以毫安培計測量，根據冷次定律：產生的電流會有方向性，因此造成產生的電流方向不同，一種是向上拉時能夠測得的電流，另一種是向下放時能夠測得的電流，所以向上與向下移動的速率會有不同，根據法拉第定律：感應電流的大小與線圈內磁場變化的速率成正比。由於地心引力的關係，向下的速率大於向上的速率，所以產生的電流較大，故第四種的電流大於第五種。

感應電流產生原理：



【圖五十三：冷次定律—感應電流方向示意圖】

依據實驗所得可以產生最大感應電流之浮標模型設計



【圖五十四：浮標模型簡圖】



【圖五十五：浮標模型實品測電流照】

柒、討論

一、浮標製作理念

- (一) 此次浮標設計理念為利用波浪的上下振動特性來帶動線圈在磁場中的移動，藉電磁感應的原理來產生感應電流。
- (二) 磁鐵的排列方式是幾經改良才測試出來的，一開始磁鐵的排法較鬆散，產生的電流量頂多0.1~2毫安培；而在磁鐵排序方式改變之後（變的更密集），電流量便可達到4毫安培甚至5毫安培以上。
- (三) 壓力開關的原理為液壓的概念，利用魚咬鉗時會將浮標往海面下拉，海水的壓力觸動開關而使LED燈亮起。

二、探討軸心直徑寬度對感應電流量之影響

- (一) 由上述實驗結果可見，軸心直徑愈寬產生的感應電流量愈大。
- (二) 因為線圈內的磁性物質被磁化後，可以增加線圈周圍磁場的變化量，而使得感應電流增加。

三、探討線圈數對感應電流量之影響

- (一) 由上述實驗結果可見，線圈數愈多，電流量愈大，粗細漆包線皆為如此。
- (二) 細漆包線第二次實驗，有2組數據相同，因為個人估計值所造成的問題，由於毫安培計刻度不夠大，加上本實驗產生的電是交流電，安培計是指針式而非數位式的，指針來回晃動使觀察者讀取最高點的讀數容易造成誤差。

四、探討漆包線粗細對感應電流量之影響

- (一) 由上述實驗結果可見，粗漆包線在80圈以內時所產生的感應電流量一直比細漆包線多（但是多的不多），一旦圈數到達100圈以上時，反而細漆包線所產生的感應電流量較粗漆包線多出很多，原因可能是粗漆包線繞圈數多時較不緊密的關係。
- (二) 由於我們要做浮標模型出來，為產生較大的電流量，線圈圈數會超過100圈，所以我們選用細漆包線來做浮標模型。

五、探討磁鐵數對電流量之影響

- (一) 由本次實驗的數據看來，磁鐵數1~5個時，磁鐵數愈多，產生的電量愈大；但是磁鐵數到了5~9個時，電流量反而沒有很大的增加，可能是因為我們是以手拿磁鐵來移動，磁鐵只有一邊對線圈造成影響，造成會有一個較大值出現，而不是持續增加其感應電流量。
- (二) 模型中是以立體空間的方式排列磁鐵，所以此現象應該會消失。
- (三) 磁鐵數目愈多，讓線圈感應的磁場的愈強，線圈移動時磁場的強度變化愈快，產生的感應電流應該愈大。

六、探討軸心材質對電流量的影響

- (一) 由此實驗可知，鐵棒產生的電量比明顯銅棒大很多。
- (二) 因為鐵容易被磁化，造成線圈內的磁場變化增快，因此相對運動時產生的感應電流量也會變大。

七、探討水波振幅對電量的影響

- (一) 實驗數據可知，振幅10cm時，產生的電流量有一最大值。
- (二) 3cm、5cm的振幅太小，磁場強度變化不大，所以產生的感應電流很小。
- (三) 15cm、20cm時，產生的感應電流沒有持續增加，可能原因是本實驗的模型，線圈在滑動管中滑動時受到阻力的影響。另外磁鐵的位置也會影響振幅對感應電流的產生。

八、探討磁鐵排列方式對感應電流量的影響

- (一) 由法拉第定律知道，線圈內單位時間內磁場的變化會影響感應電流產生的大小。
- (二) 由實驗數據得知，第四種磁鐵的排列方式可以得到最大的感應電流。
- (三) 理論上第四種與第五種排列方式應該要產生相同的結果，但是產生的電流卻有差異，可能是實驗上的誤差所造成。

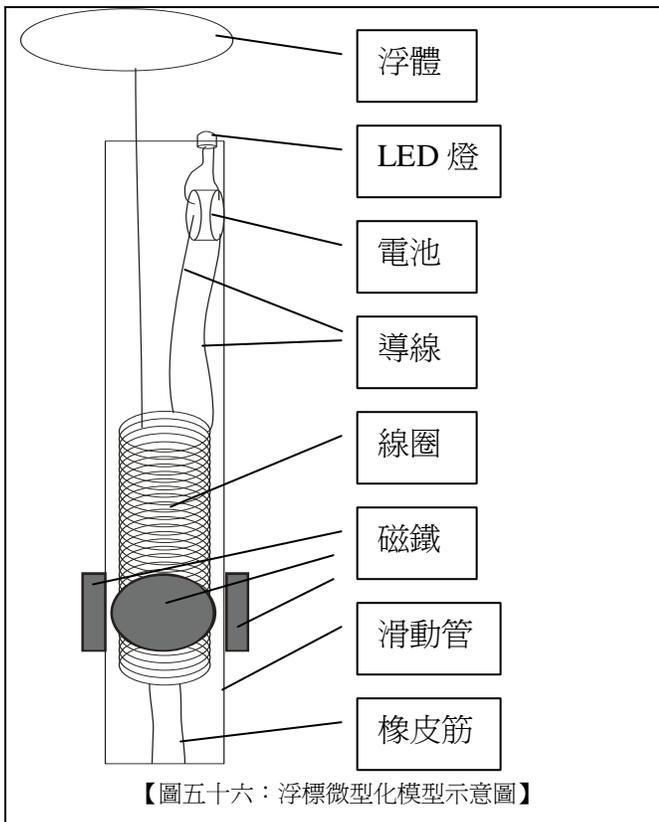
九、由以上實驗所得結果依可得最大的感應電流的最佳參數組合，來製作浮標模型。

【表八：最大感應電流之條件參數】

條件	軸心數	漆包線	軸心材質	水波振幅	磁鐵排列方式
參數	5	細漆包線>100圈	磁性物質	10cm	第四種

捌、結論

- 一、軸心直徑愈大產生的感應電流量愈大。這是因為電樞能被磁化的物質較多。
- 二、線圈數愈多，電流量愈大，粗細漆包線皆為如此。
- 三、線圈圈數超過100圈，細漆包線比粗漆包線產生較大的感應電流。
- 四、磁鐵數目愈多，磁場強度愈強，線圈移動時磁場強度變化愈快，產生的感應電流愈大。（法拉第定律）
- 五、軸心材質為磁性物質者，產生的感應電流愈大。這是因為磁性物質會被磁化，因此產生的感應電流也會較大。
- 六、水波振幅10cm時，產生的感應電流量有一最大值。這是因為超過10cm後，超出了磁場感應範圍。
- 七、以第四種磁鐵排列方式可得最大的感應電流。這是因為磁場梯度變化較大，所以產生的感應電流會較大。
- 八、微型化浮標模型完成示意圖及實品照片



【圖五十七：浮標微型化實品照】

玖、參考資料及其他

- 一、南一出版社（民96）。自然與生活科技第三冊。台南市：南一。
- 二、南一出版社（民96）。自然與生活科技第六冊。台南市：南一。
- 三、<http://www.hemidemi.com/bookmark/info/603342>
- 四、<http://sciedu.cc.nctu.edu.tw/practice/threehair/homepage.htm>
- 五、<http://www.ngsir.netfirms.com/chinesehtm/Induction.htm>
- 六、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405123002060>
- 七、<http://www.tech-faq.com/lang/zh-TW/wave-power.shtml>
- 八、<http://re.org.tw/Pro/f1/f1o1.htm>

【評語】 031613

1. 本研究利用簡單線圈發電的原理設計利用水波振動發電的裝置。研究本身驗證基本物理原理。
2. 本研究未能進一步探討物理或進一步的應用，有點可惜。