

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080104

臺北縣林口鄉麗園國民小學

指導老師姓名

吳慧姿

葉名煌

作者姓名

謝天瓊

郭嫚容

陳佳茹



中華民國第四十四屆中小學科學展覽會參展作品專輯

# 目 錄

摘要 .....	1
壹、研究動機 .....	1
貳、研究目的 .....	1
參、研究設備及器材 .....	2
肆、研究過程 .....	3
伍、研究結果 .....	9
陸、討論 .....	15
柒、結論 .....	16
捌、參考資料及其他 .....	17
玖、附件 .....	18
附件一：風力發電的葉片轉速實驗 .....	18
附件二：後續研究---增加實驗七和實驗八 .....	19

## 摘要

我們在五下有學到關於電磁鐵的課程，電磁鐵的原理是「電生磁」，後來我們在偶然中發現和電磁鐵有密切關係的發電機，它的原理剛好和電磁鐵相反，是「磁生電」。又因為「風大」是林口地區的特色，所以我們選擇風力發電為主題，先查詢相關資料，再針對發電機的各项變因著手進行實驗，以驗證隱藏在電磁鐵和發電機背後神奇的科學原理。研究過程中，我們瞭解各項變因與產生結果之間的關係，更學習到如何解決困難，也建立起對自己的信心與團隊成員彼此間的信任感，相互之間的合作情形也越來越順暢。最後，我們組裝麵包板（電路板），完成驚奇的風力發電王國！希望大家可以多利用環保方式來發電，以減少能源資源的耗損，這樣人類的未來才能永續發展。

## 壹、研究動機

在五年級下學期的第三單元「力的世界」中我們學到「電能生磁」與「電磁鐵」的課程（牛頓版），使我們瞭解「電磁鐵」的原理是「電生磁」，後來在實驗過程中電池用到沒電了，有一位同學好奇的提出來一個問題，電可以生磁，那電是怎麼來的呢？老師反問我們為什麼不試試看轉動馬達的轉軸會發生什麼樣的狀況呢？結果我們發現了反轉馬達會產生電，且讓三用電表的電壓值數上升，因此導致出一個問題：可以製造出提供電力的設備嗎？接下來，我們查詢到了相關資料，發現「發電機」原理是「磁生電」，剛好與電磁鐵的原理相反。發電機是一種能提供電力且讓各種電器用品發光、發熱及運作的神奇機器，我們對這方面有極大的好奇心，想更深入的研究探討影響發電機發電的因素，甚至能夠創造對人類更加方便的發電機。但是儘管它有多方便，有一天能源以及資源還是會用盡的，所以我們希望利用環保的發電方式，不要讓能源及資源枯竭了！而林口特色是風大，所以我們選擇以風力發電為主題，嘗試研究探討風力發電機。

## 貳、研究目的

### 一、研究影響發電機發電的變因

- （一）探討線圈圈數對電力產生大小的影響
- （二）探討鐵釘根數對電力產生大小的影響

- (三) 探討鐵釘大小對電力產生大小的影響
  - (四) 探討線圈截面和磁鐵的相對運動方向對電力產生大小的影響
  - (五) 探討線圈和磁鐵的距離對電力產生大小的影響
  - (六) 探討風力發電的葉片轉速對電力產生大小的影響
- 二、嘗試製做「驚奇的風力發電王國」，觀察風力發電應用於家庭日常生活的可行性。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備：

三用電表（HIOKI 廠牌，如圖一）、風力發電機（如圖二，材料包括木板、鐵條、鐵管、管夾、塑膠扇片、L 架、螺絲釘、鐵片、螺絲帽、塑膠盒、磁鐵、線圈、鐵釘等）、電風扇（風力來源）、電動螺絲起子、剪刀、美工刀、保麗龍切割器、計時器。



圖一、三用電表圖



圖二、風力發電機

### 二、研究器材：

線圈、大鐵釘（長 6.6 cm、直徑 0.3 cm）、中鐵釘（長 5.3 cm、直徑 0.25 cm）、小鐵釘（長 1.9 cm、直徑 0.1 cm）、磁鐵（圓柱體：直徑 1.4 cm、

高 2 cm)、鱷魚夾、導線、膠帶、標籤貼紙、麵包板(電路板)、電容(0.01F,16V)、二極體(In4001:50V,1A)、LED 燈、蜂鳴器、馬達。

## 肆、研究過程

### 一、研究影響發電機發電的變因

我們將探討各變因對發電機發電的影響(如表一),各實驗的研究過程(如圖三 A 和 B)敘述如下。

表一、發電機各實驗變因探討

實驗	操縱變因	保持不變的變因(○)								應變變因
		線圈圈數	鐵釘大小	鐵釘根數	線圈截面和磁鐵的相對運動方向	線圈和磁鐵的距離	風力發電的葉片轉速	磁鐵 1 個(圓柱體:直徑 1.4 cm、高 2 cm) 【因素 A】	保持風力來源(電風扇)和發電機葉片之間的距離為 12.5 cm 和角度一定 【因素 B】	
一	線圈圈數	—	○	○	○	○	○	○	○	三用電表顯示的電壓數值(發電機產生電力的大小)
二	鐵釘大小	○	—	○	○	○	○	○	○	
三	鐵釘根數	○	○	—	○	○	○	○	○	
四	線圈和磁鐵的相對運動方向	○	○	○	—	○	○	○	○	
五	線圈和磁鐵的距離	○	○	○	○	—	○	○	○	
六	風力發電的葉片轉速	○	○	○	○	○	—	○	○	

P.S. 以下敘述將以【因素 A】代表『磁鐵 1 個(圓柱體:直徑 1.4 cm、高 2 cm)』,和因素 B 代表『保持風力來源(電風扇)和發電機葉片之間的距離為 12.5 cm 和角度一定(如圖四)』。

A



B



圖三、風力發電機實驗過程（A：實驗分工合作情形；B：發電機操作現況）



圖四、保持風力來源(電風扇)和發電機葉片之間的距離為 12.5 cm 和角度一定。

(一) 實驗一：探討線圈圈數對電力產生大小的影響

操縱變因	線圈圈數(圈)
保持不變的變因	大鐵釘 1 根、線圈截面和磁鐵相對運動的方向相同(垂直)、線圈和磁鐵的距離 (2.5 cm)、轉速相同 (32.47 cm/s, 請見 <u>附件一</u> , 在第 18 頁)、 <b>因素 A</b> 、 <b>因素 B</b>
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

P.S. mV = 毫伏特, cm/s = 公分/秒

- 1、各繞 70、105、140 圈的漆包線在大鐵釘上。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆, 再用鱷魚夾各將 70、105、140 圈的線圈連接三用電表(正負極標示: 紅色是正極, 黑色是負極)。
- 3、打開風力來源, 當發電機葉片轉速趨向穩定時, 記錄三用電表顯示的電壓數值。

4、步驟 2、3 重複做三遍，計算平均值與討論。

(二) 實驗二：探討鐵釘根數對電力產生大小的影響

操縱變因	鐵釘根數 (根)
保持不變的變因	線圈圈數 (70 圈)、大鐵釘、線圈截面和磁鐵相對運動的方向相同 (垂直)、線圈和磁鐵的距離 (2.5 cm)、轉速相同 (32.47 cm/s)、因素 A、因素 B
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

- 1、各在 1、3、5 根數的大鐵釘上繞 70 圈的漆包線。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆，再用鱷魚夾各將 1、3、5 根鐵釘數的線圈連接三用電表。
- 3、打開風力來源，當發電機葉片轉速趨向穩定時，記錄三用電表顯示的電壓數值。
- 4、步驟 2、3 重複做三遍，計算平均值與討論。

(三) 實驗三：探討鐵釘大小對電力產生大小的影響

操縱變因	鐵釘大小 (cm)
保持不變的變因	線圈圈數 (70 圈)、鐵釘 1 根 (根)、線圈截面和磁鐵相對運動的方向相同 (垂直)、線圈和磁鐵的距離 (2.5 cm)、轉速相同 (32.47 cm/s)、因素 A、因素 B
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

- 1、各在大、中、小的鐵釘繞上 70 圈的漆包線。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆，再用鱷魚夾各將大、中、小鐵釘的線圈連接三用電表。
- 3、打開風力來源，當發電機葉片轉速趨向穩定時，記錄三用電表顯示的電壓數值。
- 4、步驟 2、3 重複做三遍，計算平均值與討論。

(四) 實驗四：探討線圈截面和磁鐵的相對運動方向對電力產生大小的影響

操縱變因	線圈截面和磁鐵相對運動的方向
保持不變的變因	線圈圈數 (140 圈)、大鐵釘一根、線圈和磁鐵的距離 (2.5 cm)、轉速相同 (32.47 cm/s)、因素 A、因素 B
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

- 1、在大鐵釘上繞 140 圈的漆包線。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆，再用鱷魚夾將其連接三用電表。
- 3、各將線圈截面和磁鐵的相對運動方向呈現垂直或平行方向，打開風力來源，當發電機葉片轉速趨向穩定時，記錄三用電表顯示的電壓數值。
- 4、步驟 3 重複做三遍，計算平均值與討論。

(五) 實驗五：探討線圈和磁鐵的距離對電力產生大小的影響

操縱變因	線圈和磁鐵的距離 (cm)
保持不變的變因	線圈圈數 (70 圈)、大鐵釘 1 根、線圈截面和磁鐵相對運動的方向相同 (垂直)、轉速相同 (32.47 cm/s)、因素 A、因素 B
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

- 1、在大鐵釘上繞 70 圈的漆包線。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆，再用鱷魚夾將其連接三用電表。
- 3、將線圈放在距離磁鐵各 2.5、3.0、3.5cm 處，打開風力來源，當發電機葉片轉速趨向穩定時，記錄三用電表顯示的電壓數值。
- 4、步驟 3 重複做三遍，計算平均值與討論。

(六) 實驗六：探討風力發電的葉片轉速對電力產生大小的影響

操縱變因	風力發電的葉片的轉速 (cm/s)
保持不變的變因	線圈圈數 (140 圈)、大鐵釘 1 根、線圈截面和磁鐵相對運動的方向相同 (垂直)、線圈和磁鐵的距離 (2.5 cm)、 <b>因素 A</b> 、 <b>因素 B</b>
應變變因	三用電表上顯示的電壓 (mV)

- 1、在大鐵釘上繞 140 圈的漆包線。
- 2、將線圈的兩端用砂紙刮掉漆，再用鱷魚夾將其連接三用電表。
- 3、打開風力來源，分別按強、中、弱風速，使風力發電的葉片的轉速各為 32.47cm/s、27.03cm/s、21.55cm/s，當發電機葉片轉速趨向穩定時，記錄三用電表顯示的電壓數值。
- 4、步驟 3 重複做三遍，計算平均值與討論。

二、嘗試製做「驚奇的風力發電王國」，觀察風力發電應用於家庭日常生活的可行性。

- (一) 在老師的指導下，我們先畫「驚奇的風力發電王國」的設計圖 (如圖五)，再委託師父幫我們加工扇片軸心和支撐用 L 架。
- (二) 我們和老師一起組裝扇片軸心和 L 架，並用螺絲釘栓在木板上。
- (三) 我們在木板上放置線圈的塑膠盒，並用螺絲釘配合 L 架栓緊。
- (四) 老師講解麵包版(電路板)的構造，並教導我們如何連接電路。我們合力繪製電路配置的設計圖，經老師指導後完成。
- (五) 嘗試使用二極體、電容等電子器材，模擬一個家庭中可能的家電設備，以建構一個自給自足的風力發電王國。我們將各種電器用品組裝在麵包板(電路板)上，並加以修飾。
- (六) 測試電路是否連接正確，測試麵包板上的 LED 燈及風扇等是否會運轉，完成「驚奇的風力發電王國」。

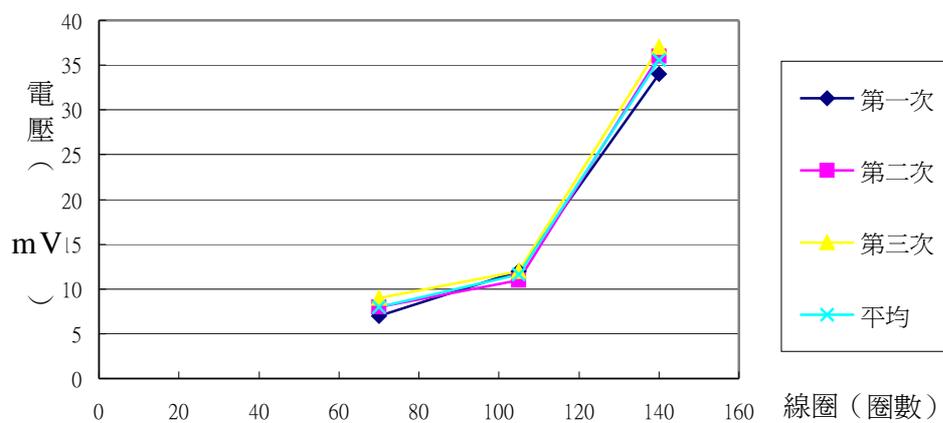


圖五、設計圖指導情形

## 伍、研究結果

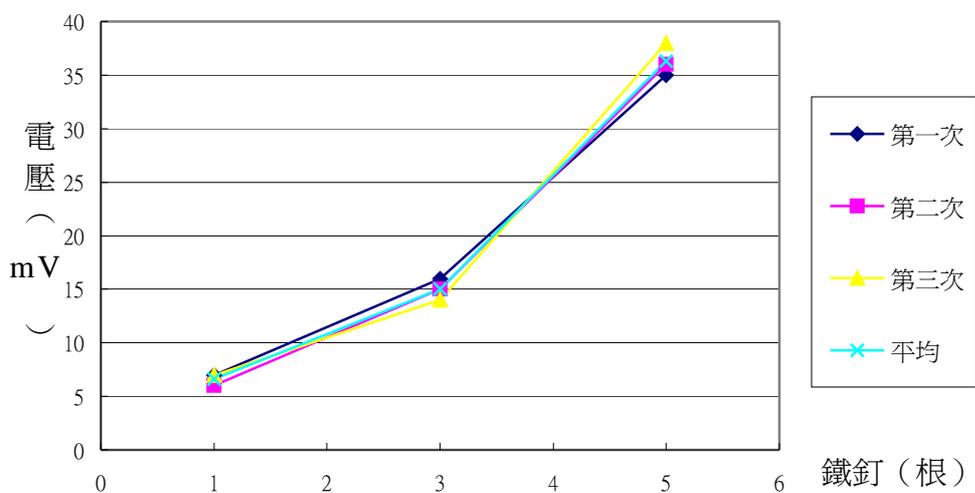
### 一、研究影響發電機發電的變因

(一) 實驗一：根據我們的研究觀察，發現線圈圈數越多，產生的電力越大；線圈圈數越少，產生的電力越小。(如圖六)



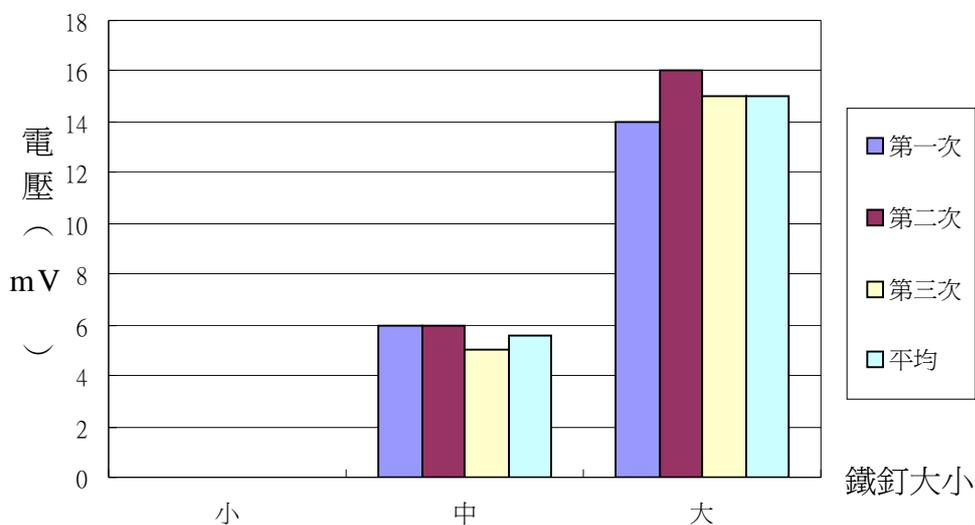
圖六、線圈圈數與電力大小關係圖

(二) 實驗二：根據我們的研究觀察，發現鐵釘根數越多，產生的電力越大；鐵釘根數越少，產生的電力越小。(如圖七)



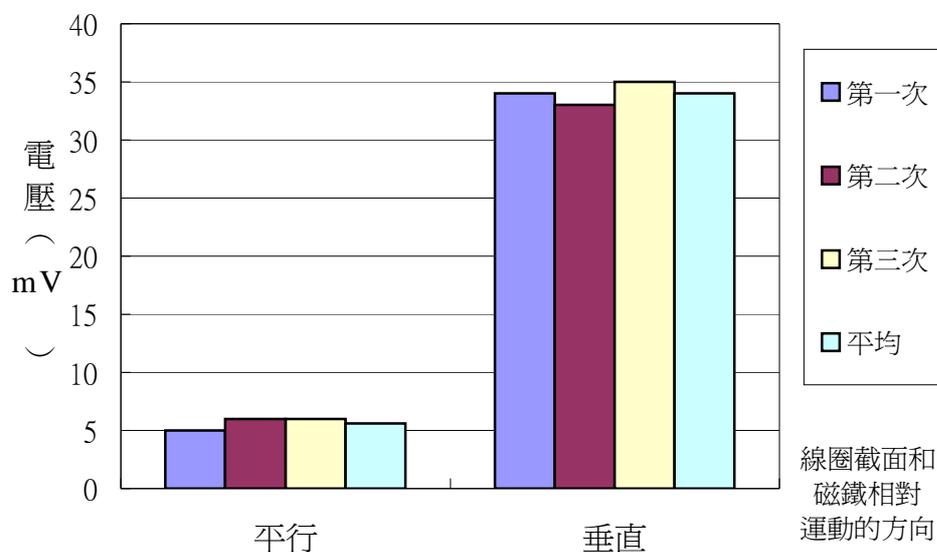
圖七、鐵釘根數與電力大小關係圖

(三) 實驗三：根據我們的研究觀察，發現鐵釘越大，產生的電力越大；鐵釘越小，產生的電力越小。(如圖八)



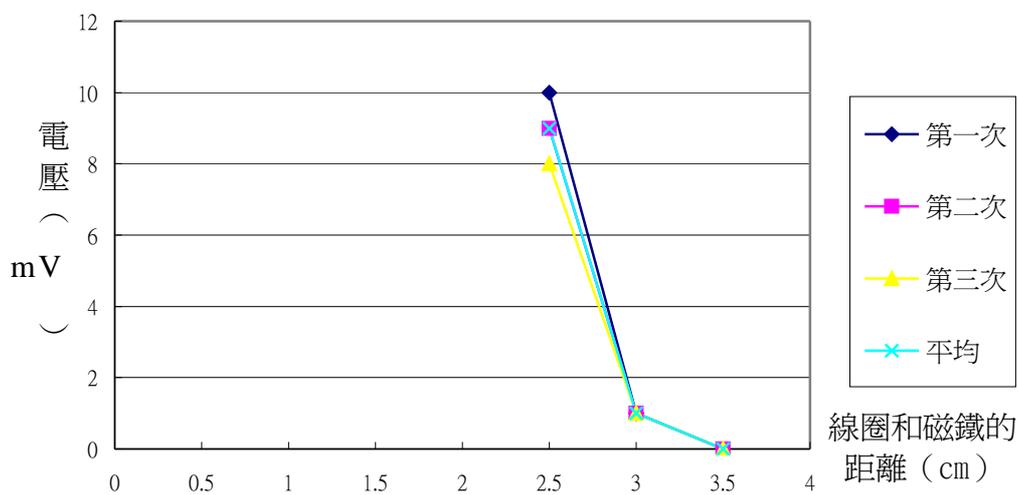
圖八、鐵釘大小與電力大小關係圖

(四) 實驗四：根據我們的研究觀察，發現線圈截面和磁鐵相對運動的方向垂直，產生的電力較大；方向平行，產生的電力較小。(如圖九)



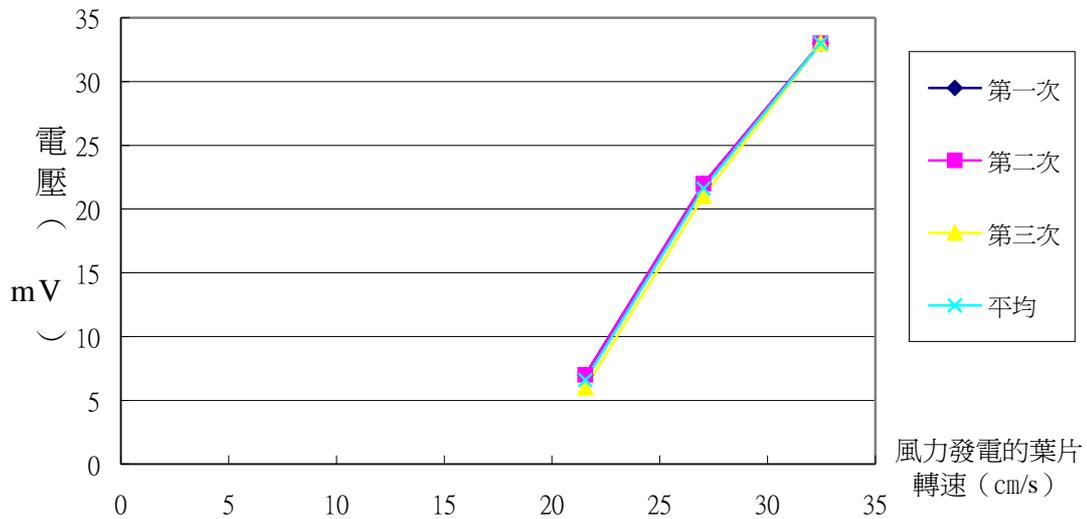
圖九、線圈截面和磁鐵相對運動的方向與電力大小關係圖

(五) 實驗五：根據我們的研究觀察，發現線圈及磁鐵的距離越近，產生的電力越大；距離越遠，產生的電力越小。(如圖十)



圖十、線圈和磁鐵的距離與電力大小關係圖

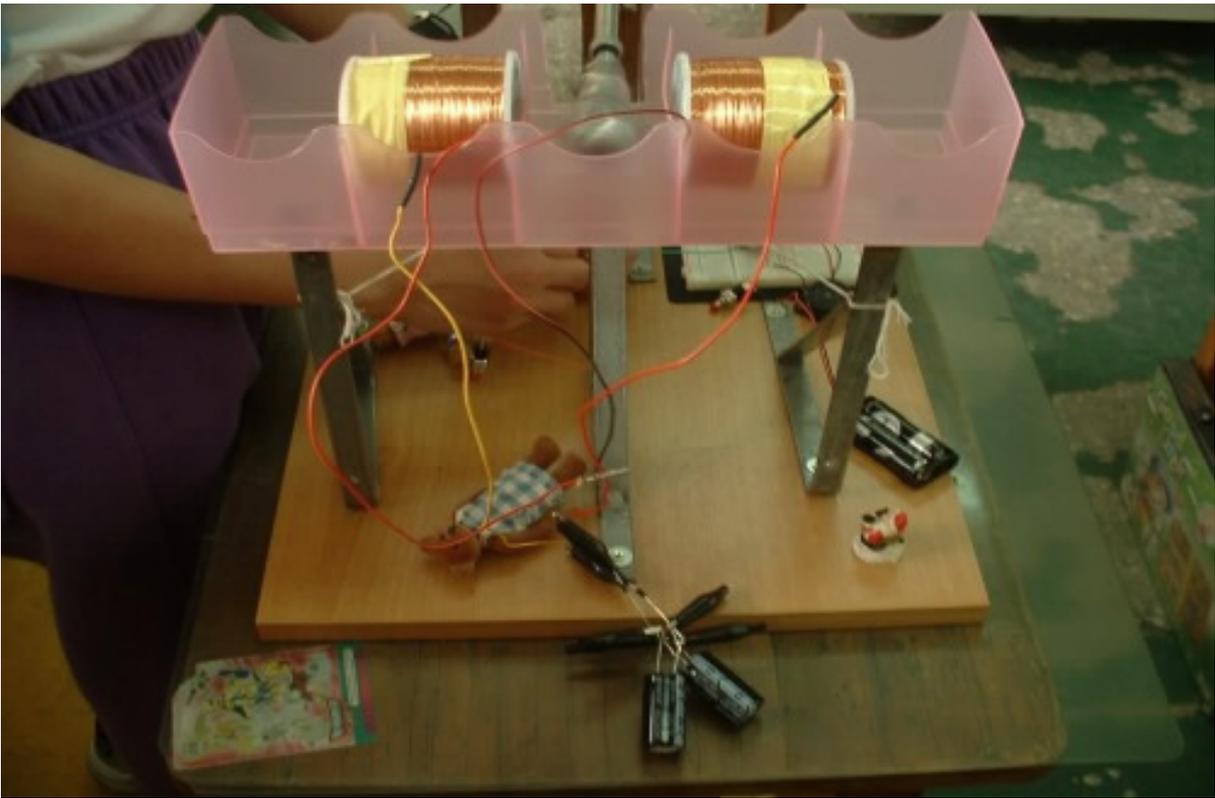
(六) 實驗六：根據我們的研究觀察，發現風力發電的葉片轉速越快，產生的電力越大；轉速越慢，產生的電力越小。(如圖十一)



圖十一、風力發電的葉片轉速與電力大小關係圖

二、嘗試製做「驚奇的風力發電王國」，觀察風力發電應用於家庭日常生活的可行性。

- (一) 檢驗風力發電機的發電情形，發現產生的交流電電壓達 6V(伏特) 以上，所以判斷可進行「驚奇的風力發電王國」的組裝。
- (二) 在風力發電機上安裝線圈(內含鐵釘)、二極體與電容(如圖十二)；二極體是將交流電轉換為直流電，電容則是儲存電力。
- (三) 我們先畫「驚奇的風力發電王國」的麵包板(電路板)設計圖(如圖十三)，同時尋找組裝材料，再一起組裝小型電器用品、開關和裝飾品在麵包板上(如圖十四)，完成「驚奇的風力發電王國」成品(如圖十五)。



圖十二、在風力發電機上安裝線圈（內含鐵釘）、二極體與電容的情形



圖十三、繪製驚奇的風力發電王國的設計圖和模擬擺設情形



圖十四、組裝驚奇的風力發電王國過程



圖十五、完成「驚奇的風力發電王國」成品

## 陸、討論

- 一、在實驗五「探討線圈和磁鐵的距離對電力產生大小的影響」中，剛開始我們是用 3cm、4cm、5cm 做為距離的實驗數據，但後來實驗發現 4cm、5cm 測不出電壓。我們發現因為距離太大了，所以我們將距離改為 2.5cm、3cm、3.5cm，就可以測出電壓了。建議以後實驗除非磁鐵的磁力更強或是線圈圈數更多，否則線圈和磁鐵的距離不可太遠，以免測量不出電壓。
- 二、在實驗六「探討風力發電的葉片轉速對電力產生大小的影響」中，將線圈繞 70 圈來實驗時，發現實驗數據差距很小。所以改用 140 圈來實驗，實驗數據差距就比較明顯了。建議以後實驗可以進一步增加線圈的數量，例如 280 圈或 350 圈以上，實驗數據會更明顯。
- 三、電風扇（風力來源）的風速按鍵是「強」、「中」、「弱」，我們想用更科學的數據化來表示，所以我們透過老師的指導，而做了測量風力發電機的葉片轉速實驗（方法請見附件一，在第 18 頁），因此我們將三種轉速修改的更數據化了。建議未來實驗可以使用測量速度的儀器，這樣的話，才可以更方便的準確測量旋轉的速度。
- 四、為了讓一般家庭也願意使用風力發電機，使它更普及化，我們討論改變哪一項變因是影響風力發電效率最經濟的方法？我們的推測是線圈圈數，因為它取得較方便，且有明顯的效果。
- 五、發電機發的電是交流電，但一般小型電器用品（如蜂鳴器、馬達）的電流是直流電，為了解決這個問題，我們請教老師，得知連接「二極體」可以將交流電變為直流電；又因風力發電機的發電量不多，只能讓蜂鳴器發出聲音一秒左右就停止了，所以我們連接「電容」，儲存電力，就可讓蜂鳴器發出聲音延長至六秒左右才停止，所以我們的實驗更加進步了。建議未來實驗可改用適當的充電電池，讓儲存的電力更多，更適合一般家庭使用。
- 六、實驗後我們進行討論與下結論時，從資料查詢得知，線圈截面積的大小也會影響發電機電力產生的效果，所以建議以後的實驗中，我們可以利用相同粗細的吸管來繞線圈，才會固定實驗中的線圈截面積大小，讓實驗數據更為準確。（後續研究請見附件二，在第 19 頁）

七、 我們製做「驚奇的風力發電王國」，觀察風力發電應用於家庭日常生活中是具有可行性的。風力發電對家庭日常生活有哪些好處呢？如下：

- (一) 我們所做的實驗成品「驚奇的風力發電王國」，可提供家庭生活用電的一部份，讓家庭能夠省電、省能源和省電費。
- (二) 我們所做的實驗成品「驚奇的風力發電王國」，可嘗試讓小朋友組裝有電力的遊戲屋，讓小朋友從玩耍中學習科學。
- (三) 我們可以進一步的利用風力發電機來做「輕型的風力車」，不需能源，靠風力發電就可以驅動的輕型車。或將它改造成「自動灑水器」，靠風力發電就可以自動灑水澆花，就不必自己動手澆花了。
- (四) 這一次的實驗也可以變成「驚奇的風力發電省能王國」，因為如果可以變成一邊發電、一邊省能的話，會更具有挑戰性呢！
- (五) 我們覺得這一次的實驗如果一直不斷的做下去，說不定在未來，經過許多國家、或是全世界的認同，整個世界都變成了「驚奇的風力發電王國」呢！所以這一次的實驗充滿了許多我們對未來的期許。
- (六) 風力發電機真的非常方便，我們還想再嘗試做更多種類的發電機，讓世界上的人生活更方便！

## 柒、結論

由實驗結果及討論，我們歸納出當「線圈圈數越多」、「鐵釘根數越多」、「鐵釘越大」、「線圈截面及磁鐵相對運動的方向垂直」、「線圈及磁鐵的距離越近」、「風力發電的葉片轉速越快」會使發電機產生的電力越大；相反地，若「線圈圈數越少」、「鐵釘根數越少」、「鐵釘越小」、「方向平行」、「距離越遠」、「轉速越慢」，則產生的電力越小。另外，我們觀察風力發電應用於家庭日常生活中應該是有可行性的

## 捌、參考資料及其他

作者	書名	版次	出版地	出版社	頁數	出版年
呂淑敏	漫畫科學小百科- 動力與應用	初版	台北市	台灣東方出版社 股份有限公司	6-122	2001
金毅泉、張 賢淑	科學 EQ 學習漫畫 第 20 集	初版	台北縣 板橋市	展智文化事業股 份有限公司	53-55	1998
馬志欽	〈中國孩子的科 學圖書館 19〉 電的故事	初版	台北市	圖文出版事業股 份有限公司	15	1991
喬安娜·柯 爾	魔法校車-電路大 冒險	初版	台北市	遠流出版事業股 份有限公司	整本	2003
程悅君等	自然與生活科技 五下課本	初版	台北市	牛頓	50-53	2003
楊勇翔、姜 雲明	〈精編 8〉小學生 十萬個為什麼？	初版	台北市	國際少年村圖書 出版社	44-45	1995
楊勇翔、姜 雲明	〈新修訂版 11〉 十萬個為什麼？	初版	台北市	少年兒童出版社	110-112	1996
Susan V.bosak	〈生活科學 15〉 發現科學－學習 科學	初版	台北市	上誼文化事業股 份有限公司	26-27	2004
發電原理	<a href="http://w2.loxa.com.tw/yamt12/powersource.htm">http://w2.loxa.com.tw/yamt12/powersource.htm</a>					
發電方式	<a href="http://vm.nthu.edu.tw">http://vm.nthu.edu.tw</a>					
風力發電	<a href="http://energyworld.ee.kuas.edu.tw">http://energyworld.ee.kuas.edu.tw</a>					

## 玖、附件

### 附件一：風力發電的葉片轉速實驗

- 一、研究目的：測量風力發電的葉片轉速之數據。
- 二、研究設備及器材：風力來源（電風扇）、風力發電機、線、立可白、計時器。
- 三、研究過程：

操縱變因	風力來源（電風扇）的大小
保持不變的變因	風力來源（電風扇）和發電機葉片之間的距離（12.5 cm）
應變變因	計時器顯示的秒數（s）

- （一）剪一條約 120 cm 線，用立可白做兩個記號，兩端各留約 10 cm（手拿處），中間則為 100 cm。
- （二）打開風力來源，分別各按強、中、弱風速。
- （三）當發電機葉片轉速趨向穩定時，一手拿線的前端，另一手輕輕握住線的其他部分，將立可白做記號處（白色）對準風力發電機的轉軸。一旦做記號處的線開始捲入轉軸時，立即開始計時；當線的尾端用立可白做記號處也捲入轉軸時，計時立即停止。
- （四）步驟（二）、（三）重複做三遍，計算平均值與討論。

#### 四、研究結果：

風力來源	弱	中	強
第一次	4.47s	3.38s	3.19s
第二次	4.70s	3.89s	2.94s
第三次	4.76s	3.83s	3.10s
平均	4.64s	3.70s	3.08s
轉速（cm/s）	$100 \div 4.64 =$ 21.55（cm/s）	$100 \div 3.70 =$ 27.03（cm/s）	$100 \div 3.08 =$ 32.47（cm/s）

P.S. 速度 = 距離 ÷ 時間

## 附件二：後續研究---增加實驗七和實驗八

一、增加研究影響發電機發電的變因（研究步驟等細節在研究日誌呈現）

（一）實驗七：線圈截面積與電力大小關係的原始數據

次 數 \ 線 圈 截 面 積	小 (0.25 平方公分)	中 (0.38 平方公分)	大 (1.13 平方公分)
一	10mV	37mV	104mV
二	15mV	35mV	106mV
三	13mV	36mV	103mV
平均	12.7mV	36mV	104.3mV

根據我們的研究觀察，發現線圈截面積越大，產生的電力越大；線圈截面積越小，產生的電力越小。

（二）實驗八：線圈截面積（內加鐵釘）與電力大小關係的原始數據

次 數 \ 線 圈 截 面 積	小 (0.25 平方公分)	中 (0.38 平方公分)	大 (1.13 平方公分)
一	49mV	122mV	205mV
二	44mV	121mV	195mV
三	46mV	122mV	196mV
平均	46.3mV	121.6mV	198.6mV

根據我們的研究觀察，發現線圈截面積越大（內加鐵釘），產生的電力越大；線圈截面積越小（內加鐵釘），產生的電力越小。

## 評語

080104 國小組物理科 佳作

驚奇的風力發電王國

1. 相關實驗器材資料完備。
2. 研究內容深入，方法佳，可應用於日常生活。
3. 欠缺實驗數據。
4. 對自己在實驗中發現的問題與可改進之地方，可立即再設計實驗，尋求最佳之實驗方法與成效展現。