

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

080102

神奇發光鞋

學校名稱：桃園縣平鎮市忠貞國民小學

作者： 小六 曹宇萱 小六 姚倩如 小六 袁立宇 小六 陳郁欽 小六 徐培元	指導老師： 蘇和傑 戴文雄
---	-------------------------

關鍵詞：電生磁、馬達發電機、磁生電

摘要

電磁鐵的中心材料及漆包線的粗細、圈數，會影響吸起的迴紋針個數。在漆包線是 1000 圈時，電磁鐵的磁力最強，再增加線圈數，電磁鐵的磁力反而下降了。

將馬達接上 LED 燈，製造馬達發電機，轉速越快，LED 燈越亮；漆包線的粗細、圈數、密集程度及磁鐵數量與磁鐵移動速度，會影響 LED 燈的發光個數。

設計裝置，利用馬路上的車子，將電能轉換成光能，達到節能減碳。

此外，將改良的線圈磁鐵組裝到鞋子上，可以增加安全性，讓後方來車注意到行人。

壹、研究動機

六上時，上電磁作用單元，我們學到電流會產生磁場，使指南針偏轉，也可以利用線圈製作電動機。老師帶來一個馬達，馬達靠著電池的電力就可以轉動，他說：「馬達轉動的原理和電動機相同。」於是，引發我們想進一步探索會影響電磁鐵磁力的因素，以及是不是可以反著做，讓磁力產生電力，並設計出能夠應用在生活中的裝置。

貳、研究目的

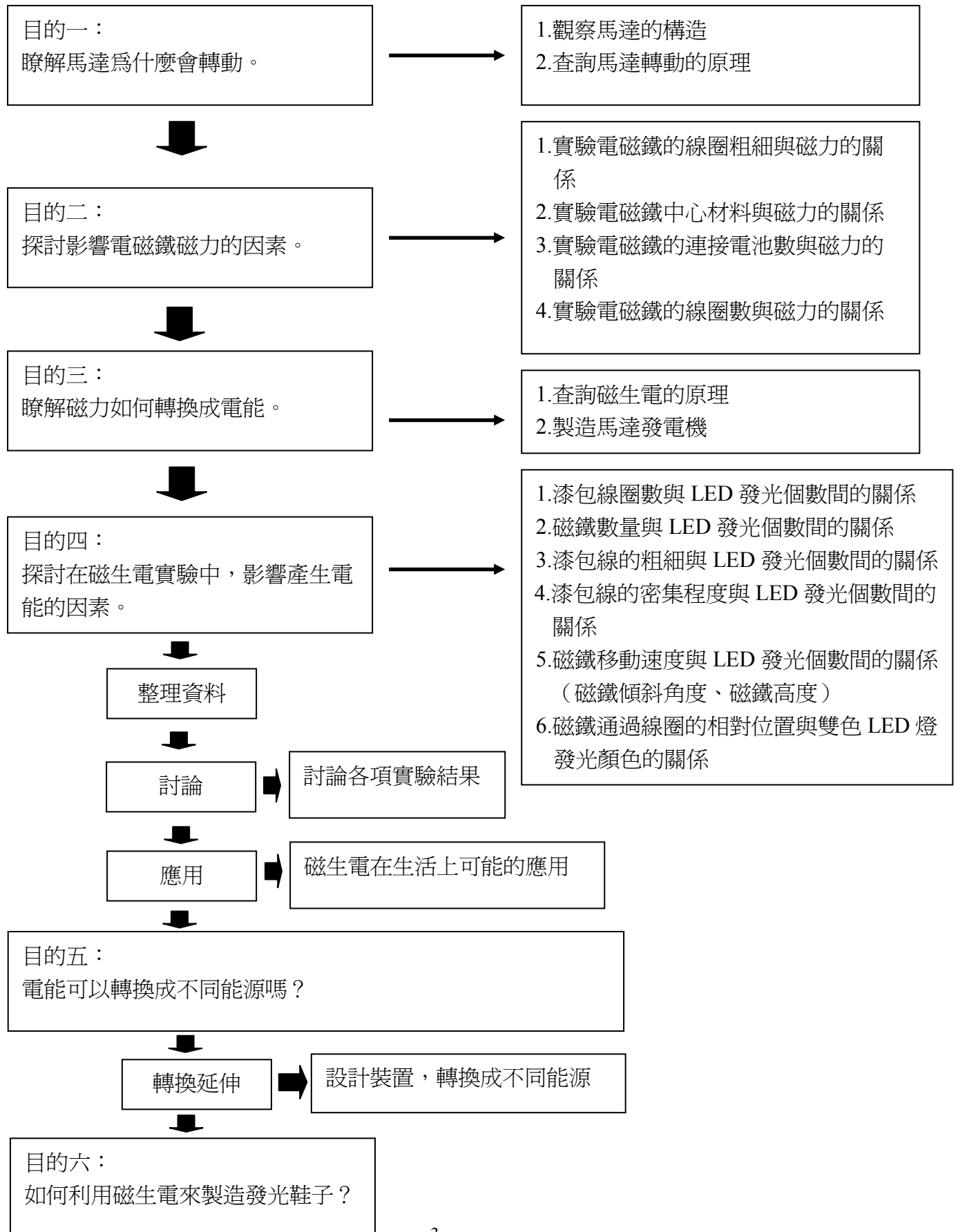
- 一、瞭解馬達為什麼會轉動。
- 二、探討影響電磁鐵磁力的因素。
- 三、瞭解磁力如何轉換成電能。
- 四、探討在磁生電實驗中，影響產生電能的因素。
- 五、電能可以轉換成不同能源嗎？
- 六、如何利用磁生電來製造發光鞋子？

參、研究設備及器材

研究器材	1.不同粗細的漆包線	2.單色及雙色LED燈數個	3.量筒
	4.砂紙	5.美工刀	6.直尺
	7.剪刀	8.透明膠帶	9.馬達
	10.強力磁鐵（15mm x 5mm）數個	11.銅棒	12.鐵架
	13.棉線	14.厚紙板	15.螺帽
	16.鋁棒	17.迴紋針	18.電池座
	19.三號電池	20.鉸槍	21.線圈筒
	22.棉布	23.強力膠	24.吸管
	25.鐵棒	26.木棒	
設備	數位相機、電腦		

肆、研究過程、方法、結果與討論

一、研究流程



二、研究方法、結果與討論

(一) 瞭解馬達為什麼會轉動

◎文獻探討：



圖1

原理：裝置如圖 1，線圈通過電流，產生磁場，和磁鐵的磁場有相斥作用，即造成轉動。

(引自楊士模老師)

(二) 探討影響電磁鐵磁力的因素

※實驗 2-1：電磁鐵的中心材料與磁力的關係

【步驟】

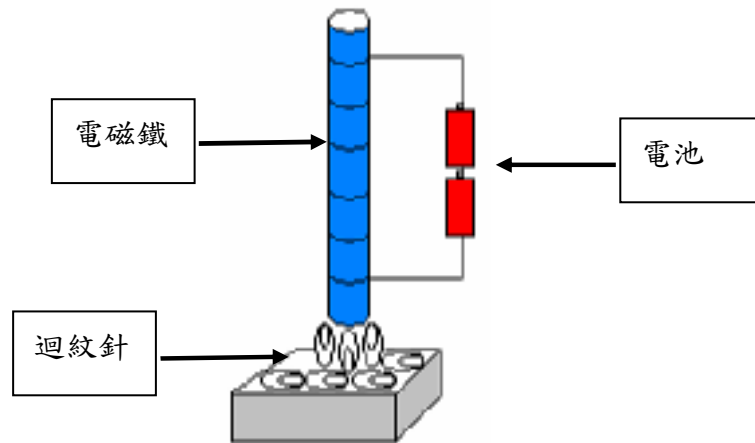


圖2

1.裝置如圖 2。

2.吸管外繞 1000 圈的漆包線，漆包線的範圍為 6.7 公分，裝上二顆 3 號電池。

3.改變電磁鐵中心材料，分別為空心、鐵棒、鋁棒、銅棒及木棒，進行實驗。

4.測試吸起的迴紋針個數，取三次平均值，再四捨五入取到個位數。

【結果】

表 1

中心材料	空心	鐵棒	鋁棒	銅棒	木棒
吸起迴紋針個數	0	16	0	0	0

電磁鐵中心材料與磁力的關係

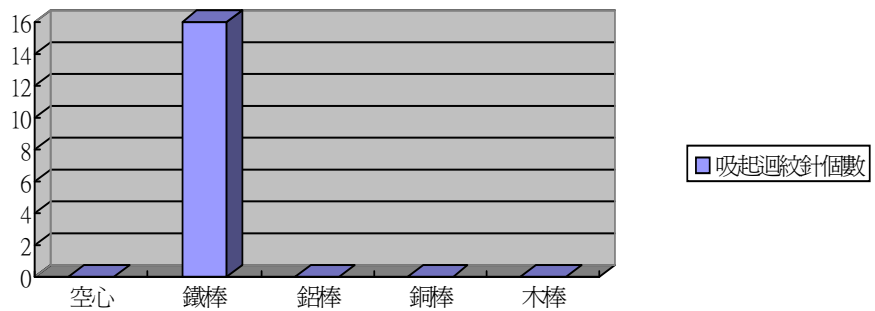


圖 3

【討論】

以鐵棒當電磁鐵的中心材料，吸起的迴紋針個數最多。

※實驗 2-2：電磁鐵線圈粗細與磁力的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 2。
- 2.電磁鐵的中心材料為鐵棒，漆包線的範圍為 6.7 公分（配合中心材料長度），各繞 1000 圈，裝上二顆 3 號電池。
- 3.改變電磁鐵漆包線的粗細。
- 4.測試吸起的迴紋針個數，取三次平均值，再四捨五入取到個位數。

【結果】

表 2

漆包線的粗細	0.07	0.11	0.15	0.19	0.23
吸起迴紋針個數	0	1	3	9	16

電磁鐵的線圈粗細與磁力的關係

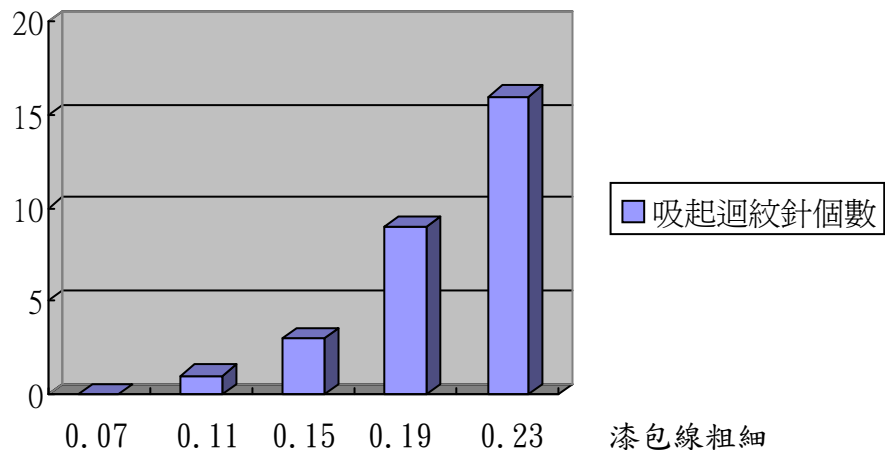


圖4

【討論】

漆包線越粗，吸起的迴紋針個數越多。

※實驗 2-3：電磁鐵的連接電池數與磁力的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 2。
- 2.用 0.23mm 的漆包線，在吸管外繞 1000 圈，漆包線的範圍為 6.7 公分，使用 3 號電池。
- 3.改變連接電磁鐵電池的個數，進行實驗。
- 4.測試吸起的迴紋針個數，取三次平均值，再四捨五入取到個位數。

【結果】

表 3

串聯電池數目	2	3	4	5
迴紋針個數	16	24	32	45
並聯電池數目	2	3	4	5
迴紋針個數	7	7	7	7

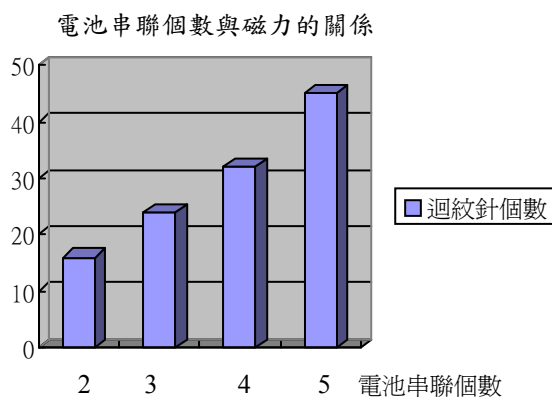


圖5

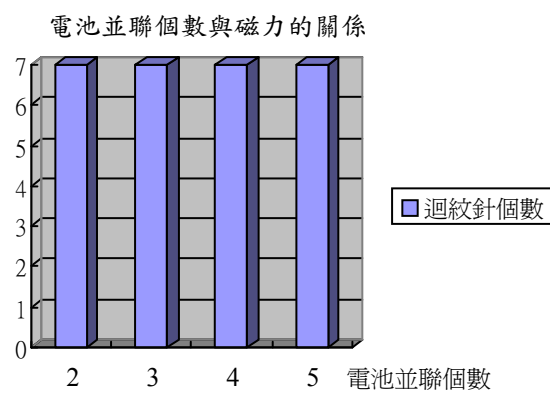


圖6

【討論】

- 1.串聯的電池越多，吸起的迴紋針個數越多。
- 2.電池並聯越多，吸起的迴紋針個數都相同。

※實驗 2-4：電磁鐵的線圈數與磁力的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 2。
- 2.電磁鐵的中心材料為鐵棒，漆包線粗細為 0.23mm，纏繞的範圍為 6.7 公分，裝上二顆 3 號電池。
- 3.改變電磁鐵漆包線的線圈數。
- 4.測試吸起的迴紋針個數，取三次平均值，再四捨五入取到個位數。

【結果】

表 4

線圈數	500	1000	1500	2000	2500
迴紋針個數	9	18	15	12	5

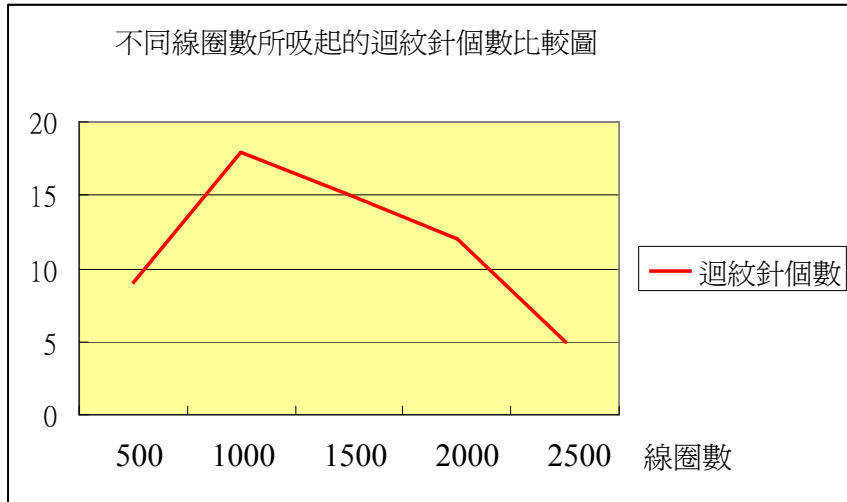


圖 7

【討論】

繞 1000 圈，吸起的迴紋針個數最多，再繼續繞，吸起的迴紋針數目反而變少了。



圖 8

※整理磁生電實驗，有以下幾點結論：

- 1.電磁鐵的中心材料及漆包線的粗細、圈數，會影響吸起的迴紋針個數。線圈數越多，吸起的迴紋針越多，線圈數是 1000 時，吸起的迴紋針最多，但是，圈數超過 1000 圈，磁力反而下降。實際原因，需再深入研究。
- 2.串聯電池數越多，磁力越強；並聯電池數越多，磁力不會越強。

(三) 瞭解磁力如何轉換成電能

◎文獻探討：

磁場變化能產生電流，當一線圈內部因磁場發生變化而產生感應電流的現象，稱為電磁感應。(引自奇摩知識+)

馬達發電機

原理：普通馬達的原理，是輸入電流，利用電能使軸心產生轉動，在此則將這個過程反轉過來，只要用手轉動馬達的軸心，即可輸出電流。(引自奇摩知識+)

※實驗 3-1：製作馬達發電機

- 1.一般的馬達有二個接正、負極的地方，利用焊接工具將二個單色 LED 燈（或雙色 LED 燈）焊上去。
- 2.因為 LED 燈的輸入電流有方向性，裝上二個，是爲了無論馬達正轉或逆轉，皆可以利用輸出的電流發光。

【結果】



圖 9

【討論】

- 1.二顆單色 LED 燈接馬達，拉動棉線時，二顆單色 LED 燈會交替閃爍。
- 2.單顆雙色 LED 燈接馬達，拉動棉線時，會呈現紅色、綠色交替閃爍。

四、探討在磁生電實驗中，影響產生電能的因素

※實驗 4-1：漆包線圈數與 LED 燈發光個數間的關係

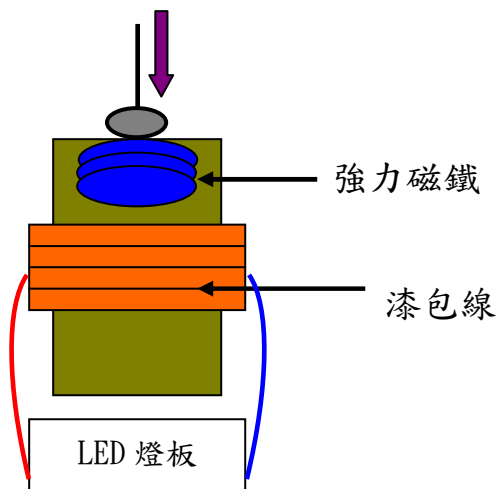


圖 10

【步驟】

- 1.裝置如圖 10。
- 2.改變不同的漆包線圈數：1000、2000、3000、4000、5000 圈。
- 3.以 0.15mm 漆包線進行實驗，將強力磁鐵六個提高至線圈上方十公分，漆包線繞在四公分的範圍內，放開棉線讓強力磁鐵自由落下。
- 4.觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】

表 5

漆包線圈數	1000	2000	3000	4000	5000
LED 燈發光個數	5	7	11	13	16

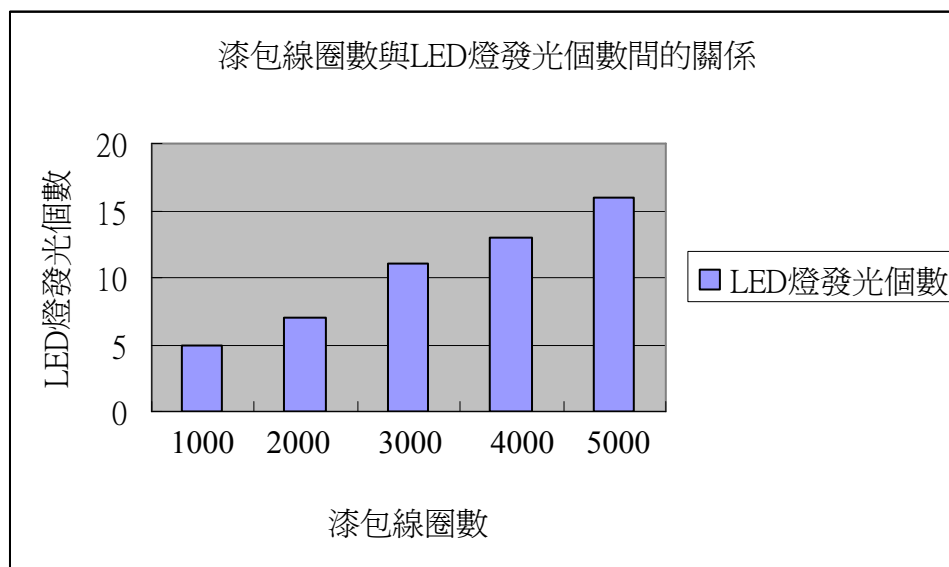


圖 11

【討論】

當漆包線纏繞的圈數越多時，LED 燈發光的個數就越多。

※實驗 4-2：磁鐵數量與 LED 燈發光個數間的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 10。
- 2.改變磁鐵數量分別為 2、4、6、8、10 個，漆包線纏繞的範圍為四公分，各繞 2000 圈。
- 3.將磁鐵提高至線圈上方十公分，漆包線繞在二公分範圍內，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- 4.觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】

表 6

發光個數 磁鐵數量	漆包線粗細	0.07mm	0.11 mm	0.15 mm	0.19 mm	0.23 mm
2		5	4	3	3	2
4		8	9	6	6	4
6		10	10	7	6	6
8		11	12	8	8	7
10		12	12	9	8	7

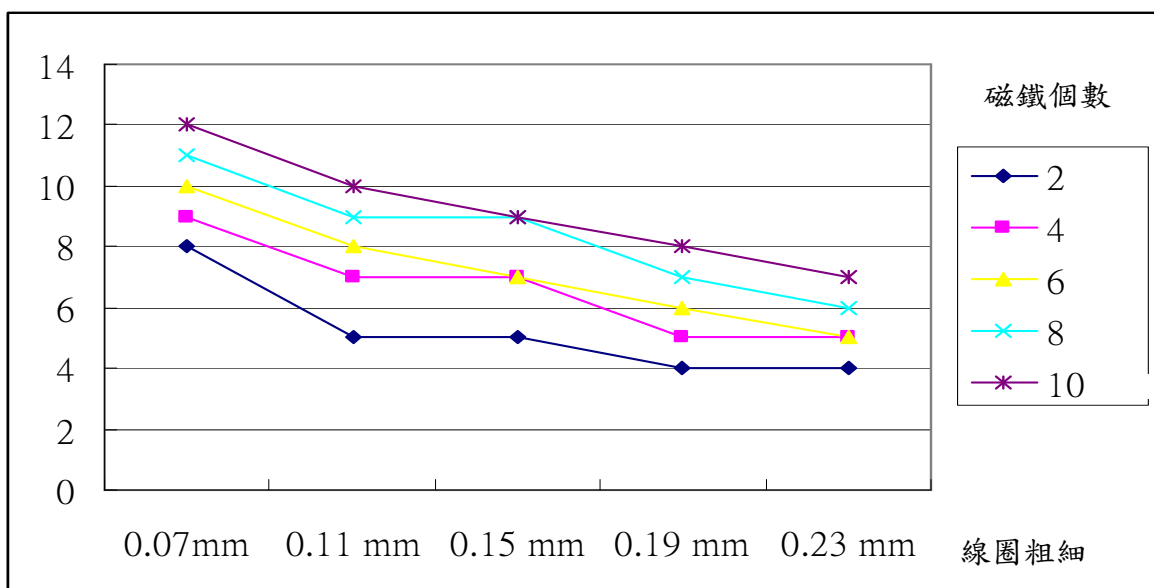


圖 12

【討論】

相同漆包線，磁鐵的個數越多，LED 燈發亮的個數越多；相同磁鐵數量，不同漆包線，越細的漆包線，LED 燈發亮的個數越多。

※實驗 4-3：漆包線粗細與 LED 發光個數的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 10。
- 2.改變漆包線的粗細。磁鐵數量 6 個，漆包線纏繞的範圍為六公分，各繞 100g。
- 3.將磁鐵提高至線圈上方十公分，漆包線繞在三公分範圍內，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- 4.觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】

表 7

漆包線直徑	0.07mm	0.11mm	0.15mm	0.19mm	0.23mm
LED 燈發光數	35	24	16	10	7

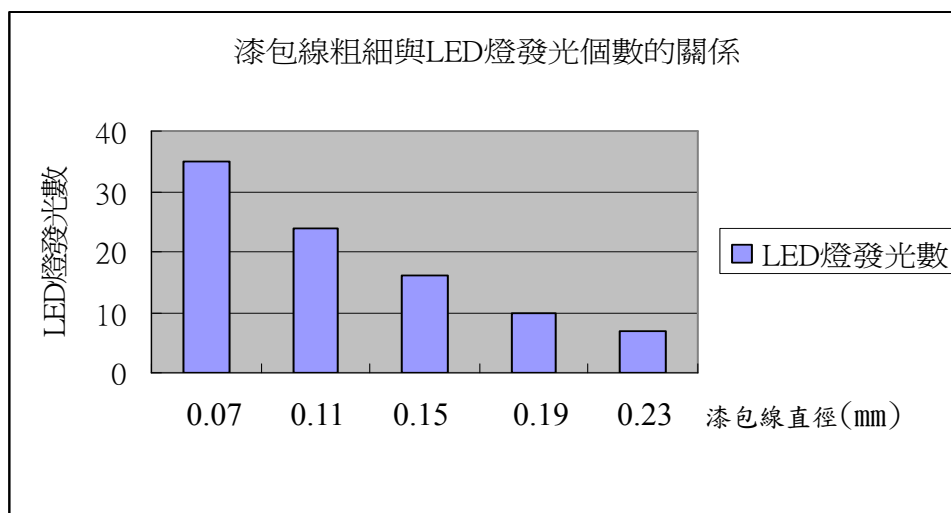


圖 13

【討論】

相同重量情形下，越細的漆包線，LED 燈發亮的個數越多。

※實驗 4-4：漆包線的密集程度與 LED 燈發光個數間的關係

【步驟】

- 1.裝置如圖 10。
- 2.將漆包線纏繞在量筒上，範圍分別為 3 公分、6 公分、9 公分。纏繞圈數為 2000 圈，強力磁鐵個數為 10 個。
- 3.將磁鐵提高至線圈上方十公分，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- 4.觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】

表 8

線圈密集程度	3cm	6cm	9cm
LED 燈發光個數	9	6	3

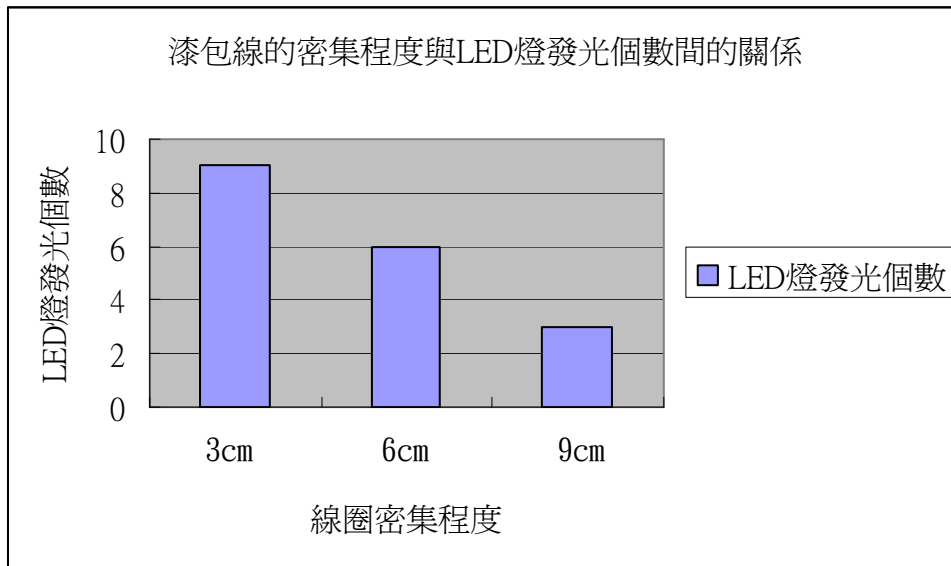


圖 14

【討論】

相同圈數的條件下，漆包線纏繞的越密，LED 燈發亮的個數越多。

※實驗 4-5：磁鐵移動速度與 LED 燈發光個數間的關係

1.線圈傾斜角度與 LED 燈發光個數間的關係

【步驟】

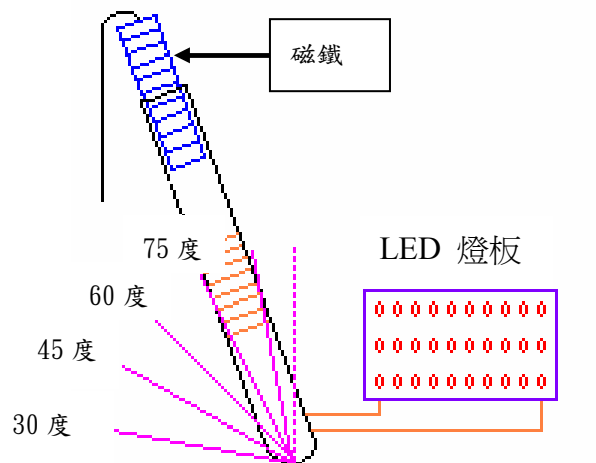


圖 15

- (1) 裝置如圖 15。
- (2) 纏繞圈數為 2000 圈，強力磁鐵個數為 10 個。
- (3) 將磁鐵提高至線圈上方十公分，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- (4) 觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】

表 9

發光個數 傾斜角度	漆包線粗細	0.07mm	0.11 mm	0.15 mm	0.19 mm	0.23 mm
30 度		4	4	4	3	3
45 度		8	7	6	5	4
60 度		9	9	7	6	6
75 度		11	10	9	7	7

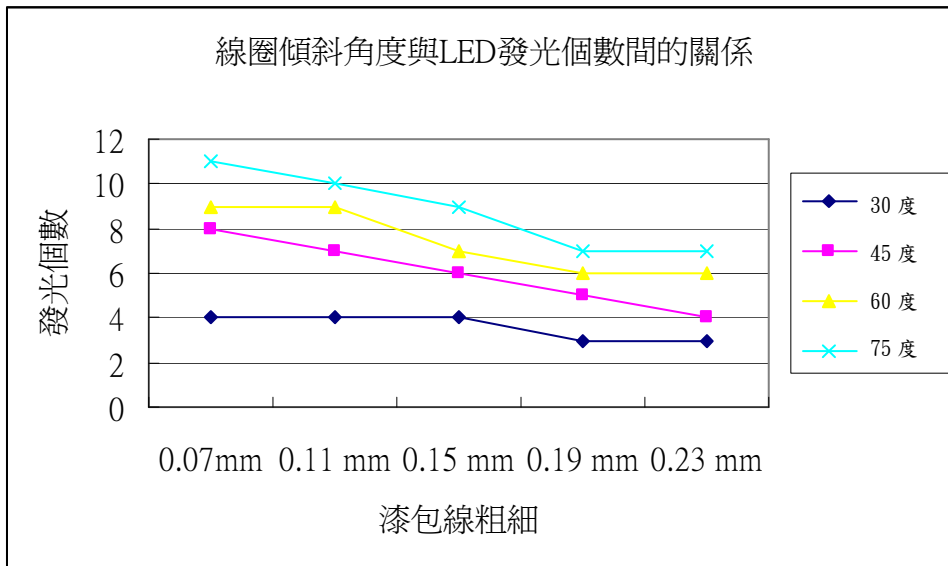


圖 16

2.磁鐵高度與 LED 燈發光個數間的關係

【步驟】

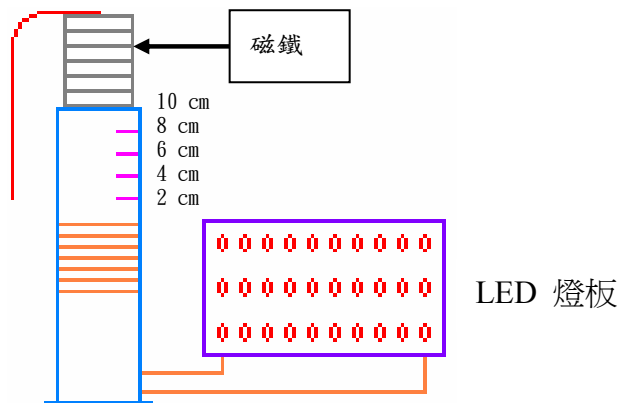


圖 17

- (1) 裝置如圖 17。
- (2) 纏繞圈數為 2000 圈，強力磁鐵個數為 10 個。
- (3) 將磁鐵提高至線圈上方不同高度，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- (4) 觀察 LED 燈是否發亮。

【結果】：

表 10

發 光 個 數 施 放 高 度	漆包線粗細				
	0.07mm	0.11 mm	0.15 mm	0.19 mm	0.23 mm
2 cm	8	5	5	4	4
4 cm	9	7	7	5	5
6 cm	10	8	7	6	5
8 cm	11	9	9	7	6
10 cm	12	10	9	8	7

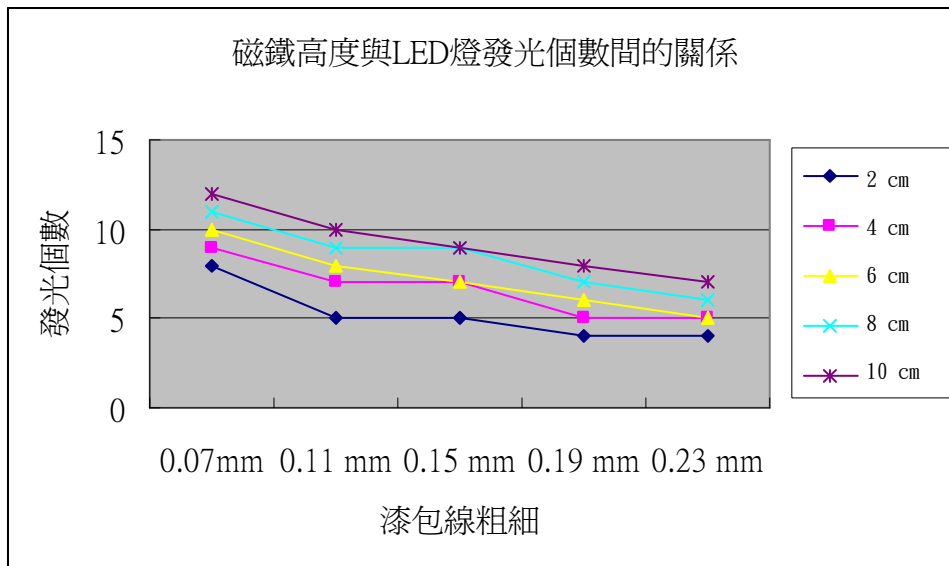


圖 18

【討論】

- (1) 磁鐵施放的角度越大，LED 燈發光的數量就越多。
- (2) 磁鐵施放的高度越高，LED 燈發光的數量就越多。
- (3) 角度越大，釋放磁鐵高度越高，磁鐵通過漆包線的速度越快，LED 燈發光數量就越多。

※實驗 4-6：磁鐵通過線圈的相對位置與雙色 LED 燈發光顏色的關係

【步驟】

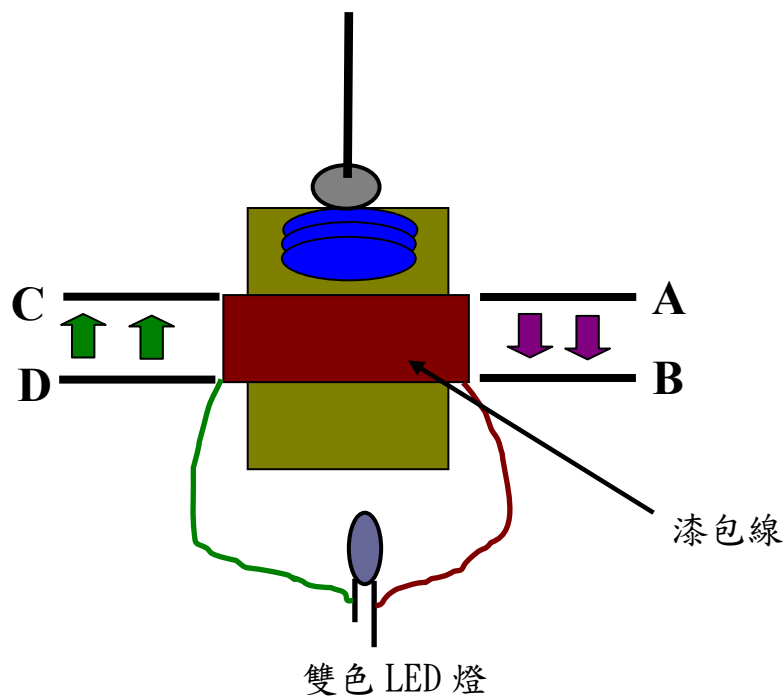


圖 19

- 1.裝置如圖 19。
- 2.纏繞圈數為 2000 圈，強力磁鐵個數為 10 個。
- 3.將磁鐵提高至線圈上方 10 公分，放開棉線讓磁鐵自由落下。
- 4.觀察單色及雙色 LED 燈發光情形。

【結果】

- 1.不同方向的電流會使雙色 LED 燈呈現不同的顏色，會使 LED 燈出現紅色或綠色。
- 2.使用雙色 LED 燈，當強力磁鐵從上向下掉，經過 A 點時，會亮紅色，經過 B 點時，會亮綠色。
- 3.使用雙色 LED 燈，當強力磁鐵從下向上拉，經過 D 點時，會亮紅色，經過 C 點時，會亮綠色。
- 4.使用單色 LED 燈進行實驗，當強力磁鐵由上向下掉，經過 A 點及 B 點時，若強力磁鐵通過 A 點使 LED 燈發出紅光，通過 B 點則不發光；若強力磁鐵通過 A 點 LED 燈不發光，通過 B 點則發出紅光。
- 5.使用單色 LED 燈進行實驗，當強力磁鐵由下向上拉，經過 C 點及 D 點時，若強力磁鐵通過 C 點使 LED 燈發出紅光，通過 D 點則不發光；若強力磁鐵通過 C 點，LED 燈不發光，通過 D 點則發出紅光。

【討論】

- 1.當強力磁鐵從上向下掉，經過 A 點和 B 點時會產生相反的電流。
- 2.當強力磁鐵從下向上拉，經過 D 點和 C 點時會產生相反的電流。
- 3.當強力磁鐵從上向下掉，經過 A 點產生的電流和當強力磁鐵從下向上拉經過 D 點時，

產生的電流方向相同。

- 4.當強力磁鐵由下往上拉，經過 C 點產生的電流和當強力磁鐵從上向下掉經過 B 點時，產生的電流方向相同。
- 5.運用磁鐵通過線圈所產生的不同方向電流的特性，將 LED 燈做不同排列，產生不同顏色或形狀的排列圖案。

※探討磁生電實驗照片集

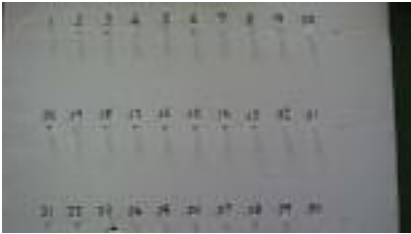








		
LED 燈板正面	LED 燈板反面	纏繞線圈
		
線圈	測試 LED 燈板的經過	測試有多少 LED 燈會亮
		
測試有多少 LED 燈會亮	不同高度的磁鐵施放點	不同角度的磁鐵施放

圖 20

※整理磁生電實驗，有以下幾點結論：

- 1.漆包線的粗細、圈數、疏密程度及磁鐵數量與移動速度，會影響 LED 燈發光個數。
- 2.相同拉力下，選擇圈數較多、較細、較密及磁鐵數量較多，會使 LED 燈發光個數較多。
- 3.運用磁鐵通過線圈所產生的不同方向電流的特性，將 LED 燈做不同排列，產生不同顏色或形狀的排列圖案。

(五) 電能可以轉換成不同能源嗎？

※實驗 5-1：電能可以儲存轉換成不同能源嗎？

- 1.應用場所：馬路
- 2.所需器材：線圈、鋼板、強力磁鐵棒、彈簧、整流器 (rectifier)、蓄電池、逆變器 (inverter)
- 3.使用方法：車子行走在馬路上，通過裝置時，將鋼板底下（鋼板與地面的角度不能太大，避免車輛發生危險）的強力磁鐵往下推進到地底的線圈內，產生交流電，電流

經過整流器，儲存至蓄電池，車子通過後，彈簧可使鋼板再恢復原狀，晚上時，將蓄電池的電力透過逆變器轉換成交流電供路燈使用，可以達到**節能減碳**的效果。

設計的裝置如下：

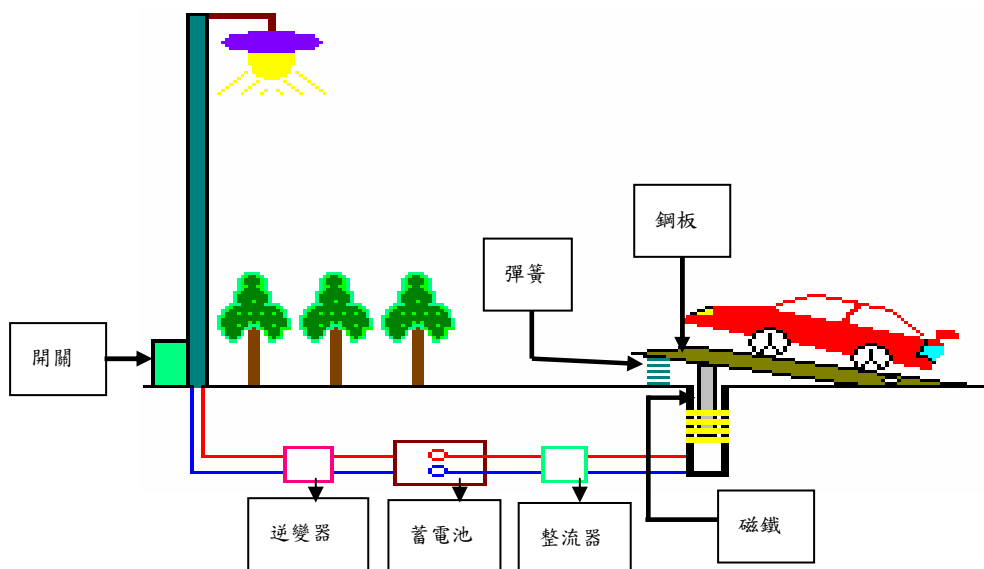


圖 21

【討論】

依據設計的裝置，可以將汽車的位能轉換成電能，電能再轉換成光能，使路燈發光。

※整理以上實驗，有以下幾點結論：

- 1.電容可以儲存電力，但是會隨著時間的經過，電容電壓會減少。
- 2.充電電池可以儲存電力，而且隨著時間的經過，充電電池電壓不會減少。
- 3.透過裝置將汽車的動能轉換成電能，電能再轉換成光能，可以達到節能減碳的效果。

（六）如何利用磁生電來製造發光鞋子？

在前面我們學到可以利用磁場的改變產生電流讓LED燈發亮，如果可以將這個裝置裝到鞋子上，只要穿上這雙鞋子，晚上出門買東西，就不用擔心會被車子撞到。

由前面得知，較細的漆包線會有較好的發光效果，所以我們選擇0.07mm的漆包線來製作發光鞋子。

【步驟】

- 1.將0.07mm的漆包線在線圈筒上繞4000圈。
- 2.再裝置二顆單色LED燈。二顆LED燈的正極接負極，負極接正極，再與漆包線的線圈接在一起。在線圈筒裝內裝上4顆強力磁鐵。
- 3.將發光裝置安裝到鞋子裡。

4.測試鞋子發光情形。

		
纏繞好的線圈	發光裝置	發光鞋子
		
發光鞋子	試穿發光鞋子	試穿發光鞋子

圖 22

【討論】

不用跑步，正常走路時，LED燈可以輕易發光並交替閃爍，晚上看時，LED燈的發光效果更是明顯。

伍、研究結果

- 一、馬達的構造原理：線圈通過電流，產生磁場，和磁鐵的磁場有相斥作用，即造成轉動。
- 二、電磁鐵的中心材料是鐵棒、漆包線越粗會吸起較多的迴紋針，以 0.23mm 漆包線繞 1000 圈時，磁力最強。串聯電池可以讓磁力更強。
- 三、磁力如何轉換成電能：磁場變化能產生電流，當一線圈內部因磁場發生變化而產生感應電流的現象，稱為電磁感應。
- 四、製作馬達發電機時，以單顆雙色 LED 燈接馬達，拉動棉線時，會呈現交替閃爍。
- 五、漆包線的越細、圈數越多、密集程度越密及磁鐵數量越多與磁鐵移動速度越快，會使 LED 燈發光個數越多。
- 六、透過裝置能將汽車的位能轉換成電能，電能再轉換成光能，可以達到**節能減碳**的效果。
- 七、發光鞋子可達到警示作用，告知後方來車的駕駛能更加注意路上的行人。

陸、研究討論

一、瞭解馬達為什麼會轉動。

馬達的裝置是將電流通過線圈，產生磁場，和周圍的永久磁鐵產生互斥作用，造成電樞轉動，帶動裝置在轉軸上的工具，如：葉片、齒輪或其他器械裝置。

二、探討影響電磁鐵磁力的因素。

- (一) 吸管纏繞線圈之後已具有磁性，若以鐵棒為中心材料效果最好，其他的材料：木棒、鋁棒、銅棒，無法看出增加磁力的效果。
- (二) 相同圈數情形下，線圈的粗細越粗，磁力越強。
- (三) 相同線圈粗細情形下，在 1000 圈的時候，磁力最強，再往上增加，磁力沒有跟著增強，老師說：「影響磁場的變因很多，我們以為只改變線圈數的一個變因，實際上可能改變了很多個變因」。
- (四) 串連電池數越多，吸起的迴紋針越多；並聯數越多，吸起的迴紋針數都一樣。表示串聯可以使得電力增加，並聯不行。

三、瞭解磁力如何轉換成電能。

磁場變化能產生電流，當一線圈內部因磁場發生變化而產生感應電流的現象，稱為電磁感應。

四、探討在磁生電實驗中，影響產生電能的因素。

- (一) 我們一開始在網路訂購線圈，不知道該訂多少，我們訂了 20g 的漆包線，拿到線圈之後，開始繞，預計繞 1000 圈，結果線圈繞完了才繞了六百六十幾圈，測試結果竟然讓 LED 燈亮了，讓我們覺得很興奮。
- (二) 漆包線的粗細、圈數、疏密程度及磁鐵數量與移動速度，會影響 LED 燈發光個數。
 1. 漆包線越細，LED 燈發光數越多，這個結果和前面的電磁鐵可以吸起迴紋針的現象相反。在繞比較細的漆包線的時候，有時候會不小心繞斷，又再接再來。
 2. 漆包線圈數越多，LED 燈發光數越多，這個結果和前面的電磁鐵可以吸起迴紋針的現象不同。
 3. 密集程度越密，可以讓 LED 燈發光數越多，可能是磁場越集中的關係。
 4. 如果將磁鐵數量增加，可以讓 LED 燈發光數越多，以 0.07mm 的漆包線為例，二顆磁鐵才亮 5 顆，十顆磁鐵卻可以亮 12 顆，有很大的差異。
 5. 做磁鐵傾斜角度對 LED 燈發光個數影響的實驗時，原本預計從 15 度開始測量，但是 15 度角度太小，磁鐵與試管摩擦力太大，無法下滑，所以放棄了 15 度的傾斜角度。傾斜角度越大，可以讓越多的 LED 燈發光。
 6. 高度越高，可以讓 LED 燈發光數越多，以 0.07mm 的漆包線為例，2 公分可以讓 8 顆 LED 燈發光，10 公分可以 12 顆 LED 燈發光，差異性沒有角度不同的結果來得大。老師說：「可能是我們選的高度間隔不夠大。」
- (三) 我們在做雙色 LED 燈實驗時發現會有閃爍的情形出現，老師不告訴我們答案，叫我們找出它的規則，後來我們發現強力磁鐵通過線圈的上面和下面時，會產生方向不同的

電流，所以雙色 LED 燈會交替閃爍。

五、電能可以轉換成不同能源嗎？

我們突發奇想，是不是可以將這個裝置應用到生活當中，經過與老師不斷的討論，我們想出了利用汽車經過鋼板時所產生的位能轉換成電能，電能再轉換成光能的裝置。如果真的可以，我們可以讓每個路燈都靠這個裝置來發光。

六、如何利用磁生電來製造發光鞋子？

- (一) 老師叫我們想一想，利用這種原理，你想讓什麼物品發光，有人提議衣服、眼鏡、雨傘，後來我們討論之後，考慮到它的難度與應用性，決定製作發光的鞋子。
- (二) 我們以現有的材料，在不破壞鞋子的情形下（因為鞋子是老師捐出來的），將我們的裝置裝在鞋子上。以 0.07mm 的漆包線繞 4000 圈，以兩顆單色 LED 燈焊接在線圈筒上，我們每個人都試穿這雙發光的鞋子，只有一個人的腳太大穿不進去。雖然穿起來有點不舒服，但是走路很輕易就可以鞋子發光。
- (三) 這雙鞋子是我們的原型鞋，還有很多缺點可以改進。

柒、結論及建議

一、結論

- (一) 馬達的構造有線圈（電樞）及永久磁鐵，當通電時，線圈通過會產生電流，線圈會產生磁場，磁場與永久磁鐵的 N、S 極產生排斥作用，造成轉動。
- (二) 電磁鐵的中心材料是鐵棒、漆包線的越粗會吸起較多的迴紋針。串聯電池可以讓磁力更強。線圈數越多，吸起的迴紋針越多，線圈數是 1000 時，吸起的迴紋針最多，但是，圈數超過 1000 圈，磁力反而下降，實際原因，需再深入研究。
- (三) 磁場變化能產生電流。
- (四) **馬達發電機**二顆單色 LED 燈接馬達，拉動棉線時，二顆單色 LED 燈會交替閃爍；單顆雙色 LED 燈接馬達，拉動棉線時，會呈現紅色、綠色交替閃爍。
- (五) 影響產生電能的因素實驗：
 1. 漆包線的粗細、圈數、密集程度及磁鐵數量與磁鐵移動速度，會影響 LED 燈的發光個數。
 2. 在相同拉力下，選擇圈數較多、較細、較密及磁鐵數量較多，會使 LED 燈發光個數較多。
 3. 運用磁鐵通過線圈所產生的不同方向電流的特性，將 LED 燈做不同排列，產生不同顏色或形狀的排列圖案。
- (六) 透過裝置能將汽車的動能轉換成電能，電能再轉換成光能，可以達到**節能減碳**的效果。
- (七) 將發光裝置裝在鞋子後面，當使用者在走路時，不斷的踩動步伐，使二顆紅色 LED 燈交替閃爍，可達到警示作用，告知後方來車的駕駛能更加注意路上的行人。

二、建議

（一）線圈纏繞品質的改善

人工纏繞線圈往往因精神疲累或是耗時費力，而容易使線圈產生疏密不一、厚度參差不齊、線圈數量難以掌控等複雜變因，讓製作出來的發光鞋子品質堪慮；若考慮量產，則需採用機器取代人工，使影響品質的變因減少，達成品管嚴格的目標。

（二）裝置輕便程度的改良

此設計尚未達到最佳狀態，可再將裝置縮小，使發光鞋子更為輕便，並有多餘空間增進鞋款樣式的變化；或是增加LED燈的數量，製成單排多顆燈泡、雙排多顆燈泡或是排列成不同圖案造型的燈泡，一方面讓鞋款更具多樣化，另一方面也讓警示效果更臻完善。

（三）相關產品的應用研發

利用磁生電所製作之產品，具備節能減碳的效用，符合環保經濟的概念，除了可以使用在上述設計的產品之外，尚可應用在製作其他日常生活品，如手搖手電筒、健身器材、雨傘、飛盤、溜溜球等器材上面。

捌、參考資料及其他

- 一、電動機原理。國立成功大學馬達科技研究中心。國98年2月20日引用。
http://emotors.ncku.edu.tw/motor_learn/elearning/motor/2/lecture_2.1.pdf。
- 二、西田和明（2003）。有趣的科學電磁玩具。台北縣。世茂。
- 三、發電機。國立台灣師範大學物理系 物理教學示範實驗教室網站。民國98年2月20日引用。
<http://140.122.141.1/demolab/phpBB/search.php>

【評語】 080102

- 1、 研究內容配合教材，符合學生程度。
- 2、 應用裝置的設計應考慮實用性，多參閱相關資料，研究成果才能創新突破。