

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

最佳創意獎

080808

神奇的指揮棒

學校名稱：桃園縣中壢市內壢國民小學

作者： 小五 洪浩哲 小五 周人敬	指導老師： 徐鳳 陳繼芬
-----------------------------	------------------------

關鍵詞：磁鐵(強力)、磁簧管、音樂鐘

壹、摘要

我們的作品「神奇的指揮棒」，是從中壢太平洋 SOGO 百貨公司的「音樂玩偶鐘」與「磁簧管」中得到創作靈感。我們選擇平凡無奇，有著圓周運動，規律旋轉的時鐘，但在旋轉的時針、分針、秒針上面，裝上神奇的強力磁鐵(鈷鐵鉬磁鐵)後，一切都改觀了，就好像交響樂團的指揮大師，他那手中神奇又偉大的指揮棒，也像哈利波特的魔杖，順利變出我們的科展作品「神奇的指揮棒」。在整個實驗過程中，老師指導我們，首先必須對磁鐵基本的特性與現象，有徹底的了解，所以我們從「測量磁簧管感應距離與角度」著手，接著再以磁鐵和磁簧管為應用主軸，搭配時鐘規律的運動，進而做到定時的控制，這些都經由磁性的感應，使磁鐵和磁簧管完成電源及信號的傳遞，以達成實驗中的使用需求。這個磁鐵感應的實驗，讓我們經歷了一次奇妙又有趣的磁性之旅。



貳、研究動機

有一天，我們全家一起去中壢太平洋 SOGO 百貨逛街，正當我們手攜著手，走進百貨公司大門口時，剛好是一點五十六分，此刻門口的「音樂玩偶鐘」響起清脆的音樂聲，這時從音樂鐘後面的人偶樂團，則緩緩隨著音樂轉向我們，一共是十二尊的音樂玩偶，這是最喜歡看的，我總是等著看完音樂玩偶鐘的全程表演，真是非常有趣。我還記得上次科展，老師教導我磁簧管，這是個神奇東西，能夠快速感應磁力，而且能傳遞電源及電的信號。下課後我去請教自然老師，也是我上次的科展指導老師，這個神奇東西可不可以應用在設計音樂玩偶鐘上，老師對我說：「這是一個值得研究實驗的題目，你可以試著做做看。」在老師的鼓勵下，首先我找好朋友周同學，一起來研究這個有趣的題目，並在老師的指導下，開始著手收集與觀察磁鐵和磁簧管以及時鐘的相關資料，於是展開「神奇的指揮棒」的研究序幕。

參、研究目的

- 一、 製作測量磁鐵與磁簧管感應距離的工具。
- 二、 製作模擬時鐘指針掃過磁簧管的工具，測量指針上的磁鐵使磁簧管能感應期間的最大張開角度。
- 三、 製作一個由時鐘的時針控制開關的玩偶。
- 四、 製作一個由秒針控制 LED 燈開啓的時鐘。
- 五、 利用磁鐵與磁簧管配合時鐘來製作音樂玩偶鐘。

肆、研究設備及器材

設備	三用電表	老虎鉗	電子用麵包板	熱熔槍	鉗槍	電鑽
	量角器	電腦	數位相機	鋸子	彈簧秤	螺絲起子
	剝線鉗	斜口鉗	小鑷子			
器材	石英式時鐘	磁簧開關	玩具仙女棒	排線接頭	潤滑油	塑膠板
	電器膠布	壓克力片	自行車警示燈	玩具猴	電線	電池盒
	鉤鐵錒磁鐵	LED 燈泡	機械式時鐘	玩具恐龍	雙面膠	恐龍玩偶
	旋轉量角器	磁管	水銀電池盒	壓克力柱	熱縮管	

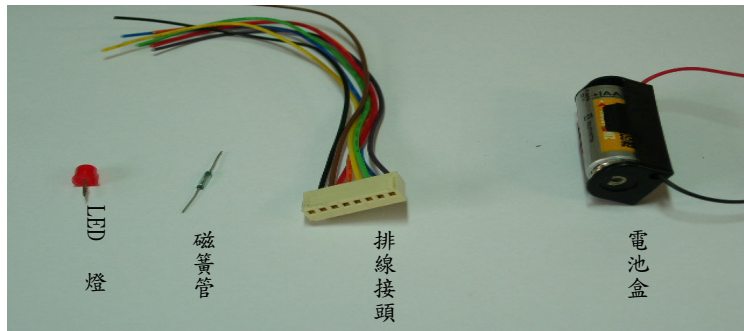
伍、研究過程、方法及結果

一、製作磁鐵與磁簧管感應距離的工具

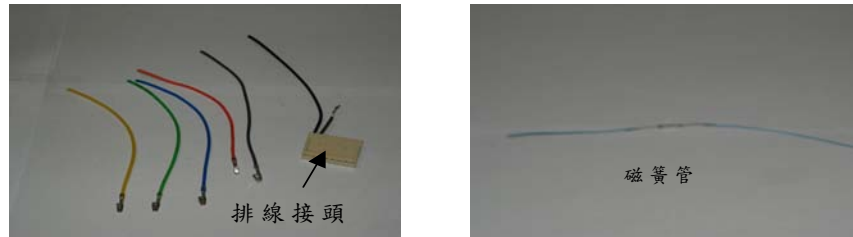
實驗 1-1：利用市售電腦用的排線接頭，製作磁簧管感應器。

【實驗步驟】

1. 準備製作磁簧管感應器，所需要的東西有，電池盒、排線接頭、LED 燈和磁簧管。



2. 先把排線接頭，拆掉 5 條電線，留下二條電線，並且其中的一條電線剝除外面的塑膠皮，再取其兩端，接出延長信號線。



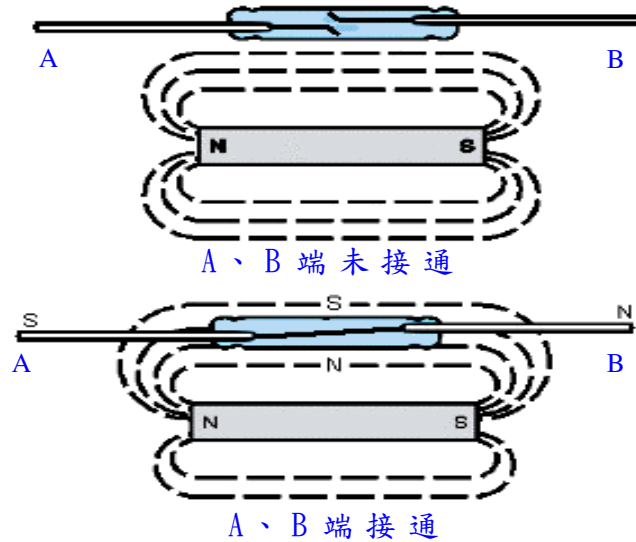
3. 再將磁簧管的一端，放入已被抽出電線的排線接頭中，並讓穿出的磁簧管信號延長線的一端，再穿回與剝除塑膠皮電線相接，並使用熱縮管保護接頭，最後再把紅色 LED 燈的長腳，插在第一孔，其後的電線，接電池盒正極，短腳插在第二孔，其後的電線與磁簧管相接，導通負電使用，這便完成磁簧管感應器(測量頭)。



圖 1-1 磁簧管感應器測量頭完成

研究發現 1-1：

1. 磁簧管的原理，是當磁簧管感應到足夠磁力時，磁簧管管內的兩個小細鐵片，會因為磁化而相吸貼緊在一起，因而使磁簧管的 A、B 兩端導通，這可以用來傳遞信號及電源使用。

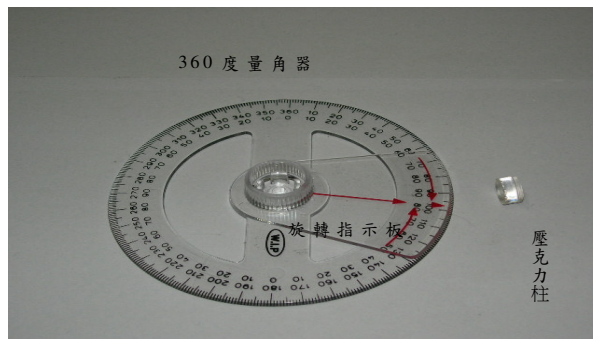


2. 磁簧管如果沒有加上延長線使用，它是非常脆弱且難用的，尤其在很接近磁簧管的玻璃管處，A、B 兩端鐵線相接玻璃的部位，是非常容易破裂損壞。
3. 排線接頭抽掉原來放電線的空間，剛好可以讓我們，把磁簧管存放在排線接頭中而得到保護。

實驗 1-2：製作磁鐵和磁簧管感應旋轉測量器。

【實驗步驟】

1. 書店買現成的 360°旋轉量角器，再準備一個直徑 1 公分，厚 0.5 公分的壓克力柱，正好可以卡在量角器中心，且讓它不會隨著旋轉指示尺而旋轉。



2. 把旋轉指示板的把手，用剪刀剪去一個缺口，再用透明雙面膠，把長 9 公分寬 1.5 公分的長方形透明壓克力板，黏貼於旋轉指示板上，這樣才不會妨礙我們在測量角度時，看不到旋轉指示板上的紅色指示線，接著把有刻尺寸的直尺，順著紅色指示線，平行的黏貼於長方形透明壓克力板上，就完成了「**磁鐵與磁簧管感應旋轉測量器**」。

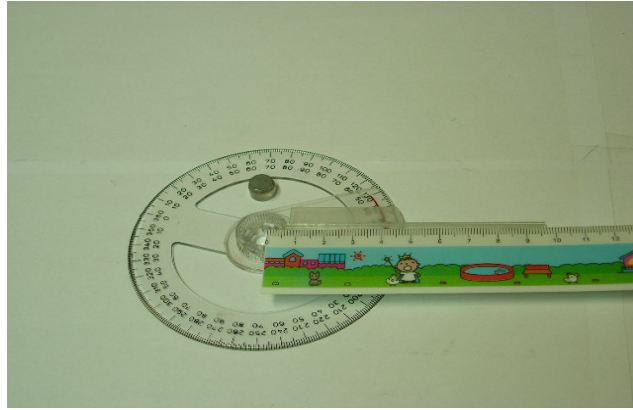
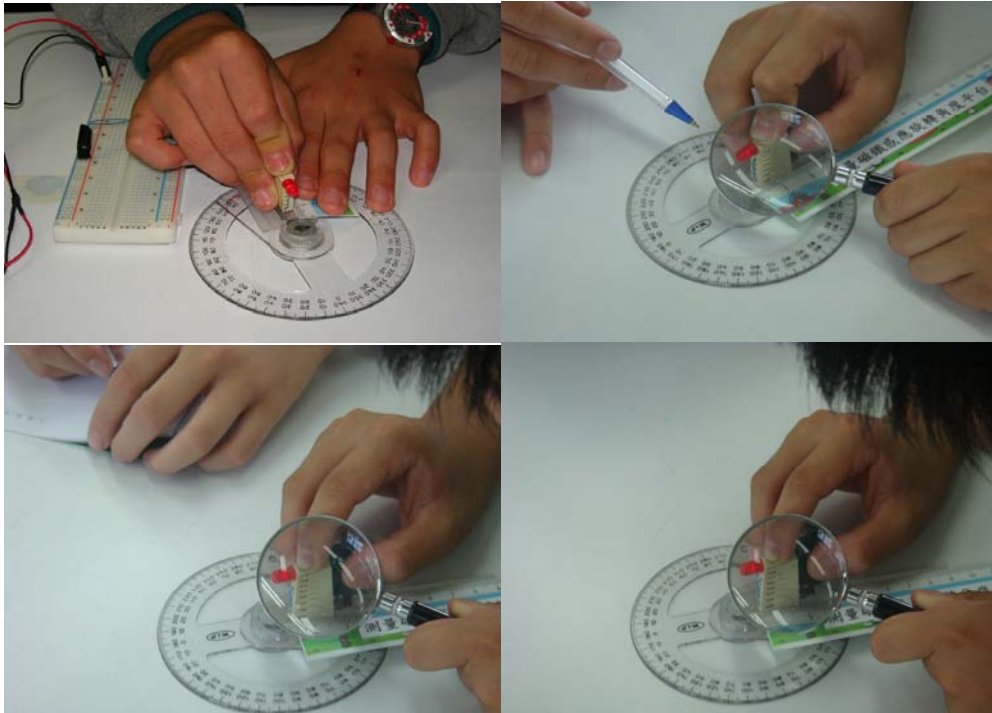


圖 1-2 磁鐵與磁簧管感應旋轉測量器完成

實驗 1-3：測量磁鐵與磁簧管能感應的最大直線距離。

【測量步驟】

1. 首先將待測的磁鐵，黏貼於壓克力圓柱上。



2. 轉動旋轉指示板，讓**磁鐵與磁簧管感應旋轉測量器**歸零。
3. 再把測量頭的側邊，平貼靠著直尺邊滑行，自外圍向磁鐵中心推進，直

到 LED 的紅色燈亮，便記錄直尺上顯示的尺寸(磁化前距離)，再往後退，直到 LED 燈熄滅後，再記錄直尺上顯示的尺寸(磁化後距離)，第一次燈亮所紀錄的尺寸，為磁簧管的動作，所需要的最低磁力，第二次燈熄滅所紀錄的尺寸，為磁簧管磁化消失的最遠距離。

4. 我們每隔 5° 測量 1 次，我們測量了 72 次($72 \times 5^\circ = 360^\circ$)，然後依序把量測的數據連接在一起，才完成磁鐵與磁簧管感應範圍分佈圖。
5. 測量紀錄表如下：

角度	磁化前 距離 (公分)	磁化後 距離 (公分)	角度	磁化前 距離 (公分)	磁化後 距離 (公分)	角度	磁化前 距離 (公分)	磁化後 距離 (公分)
5°	0.6	0.7	125°	0.5	0.6	245°	0.6	0.7
10°	0.6	0.7	130°	0.5	0.6	250°	0.6	0.7
15°	0.6	0.7	135°	0.5	0.6	255°	0.6	0.7
20°	0.6	0.7	140°	0.6	0.7	260°	0.6	0.7
25°	0.6	0.7	145°	0.6	0.7	265°	0.6	0.7
30°	0.6	0.7	150°	0.6	0.7	270°	0.6	0.7
35°	0.6	0.7	155°	0.6	0.7	275°	0.6	0.7
40°	0.6	0.7	160°	0.6	0.7	280°	0.6	0.7
45°	0.6	0.7	165°	0.6	0.7	285°	0.6	0.7
50°	0.6	0.7	170°	0.6	0.7	290°	0.6	0.7
55°	0.6	0.7	175°	0.5	0.6	295°	0.6	0.7
60°	0.6	0.7	180°	0.5	0.6	300°	0.6	0.7
65°	0.6	0.7	185°	0.5	0.6	305°	0.6	0.7
70°	0.6	0.7	190°	0.5	0.6	310°	0.6	0.7
75°	0.5	0.6	195°	0.5	0.6	315°	0.6	0.7
80°	0.5	0.6	200°	0.5	0.6	320°	0.6	0.7
85°	0.5	0.6	205°	0.6	0.6	325°	0.6	0.7
90°	0.5	0.6	210°	0.6	0.7	330°	0.6	0.7
95°	0.5	0.6	215°	0.6	0.7	335°	0.6	0.7
100°	0.5	0.6	220°	0.6	0.7	340°	0.6	0.7
105°	0.5	0.6	225°	0.6	0.7	345°	0.6	0.7
110°	0.5	0.6	230°	0.6	0.7	350°	0.6	0.7
115°	0.5	0.6	235°	0.6	0.7	355°	0.6	0.7
120°	0.5	0.6	240°	0.6	0.7	360°	0.6	0.7

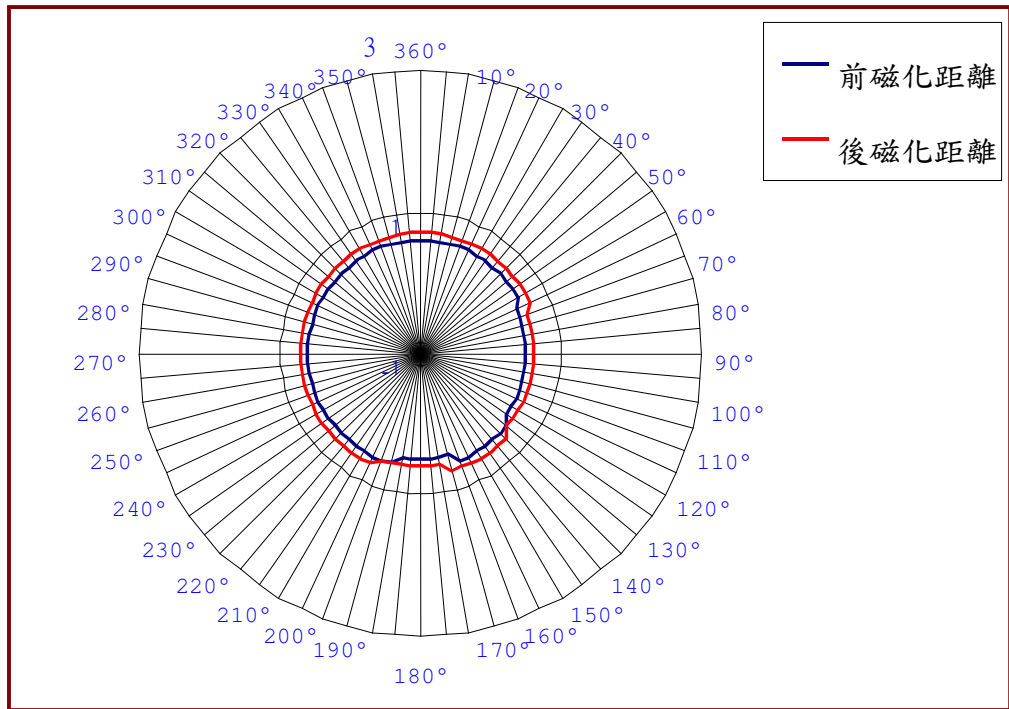


圖 1-3 磁鐵(鈦鐵錒磁鐵)與磁簧管感應範圍分佈圖

研究發現 1-3：

1. 我們所使用的量角器與直尺，上面的精確刻度，只有到 0.1 公分及 1° ，不夠我們測量使用，下次需要使用更加精確的工具。
2. 測量時因為量到的數字差別很小，所以用放大鏡來幫忙辨別較接近 0.6 或 0.7。老師建議：儀器的最小刻度是 1mm，記錄時應在最小單位後加一位估計值，例如 6.7mm。
3. 觀察圖 1-3 磁鐵與磁簧管感應範圍分佈圖，我們把每一點數據連結起來，接近圓形。

二、 製作模擬時鐘指針掃過磁簧管的工具，測量指針上的磁鐵使磁簧管能感應期間的最大張開角度。

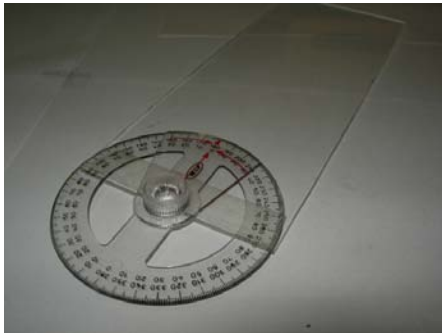
實驗 2-1：製作模擬時鐘指針掃過磁簧管的測量器（磁感應張開角度測量器）。

【實驗步驟】

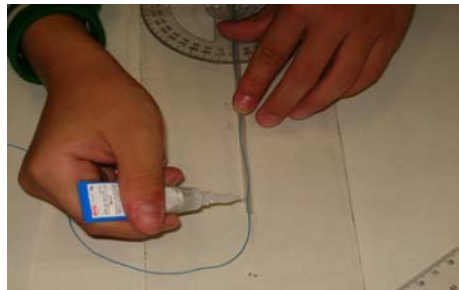
1. 準備 1 支 360° 旋轉量角器、1 個水銀電池盒、LED 燈、2 支直尺、1 片壓克力板、1 支透明塑膠吸管。



2. 首先拿 360° 旋轉量角器，找出 90° 與 270° 的刻度，再把壓克力板的底邊，剛好黏在 90° 與 270° 的刻度上。再拿直尺的數字邊，對齊切平，旋轉指示板的紅色指示線後再黏貼於旋轉指示板上。



3. 接著旋轉指示板讓上面的紅色指示線指到 0° 的位置，同時直尺也切平 0° 的位置，此刻再拿另一把直尺，隔著壓克力板與對面的直尺重疊黏合，然後再把透明吸管，黏貼在壓克力板下的直尺數字邊。



4. 在壓克力板上鑽 4 個小孔，剛好讓水銀電池盒與 LED 燈的 4 支接腳通過，並且固定於壓克力板上，再拿 A、B、C 三條的藍色電線，A 條的一端與磁簧管的 A 端相接，A 條的另一端與水銀電池盒的負電極相接，B 條的一端與磁簧管的 B 端相接，此刻把 B 條的另一端，從透明吸管下方穿入，穿過透明吸管中心再從透明吸管上方穿出，再與 LED 燈的短

腳(負電極) 相接，C 條的一端與水銀電池盒的正電相接，C 條的另一端與 LED 燈的長腳(正電極) 相接，最後再貼上 4 個橡膠保護塊，便完成磁鐵與磁簧管磁感應張開角度測量器。

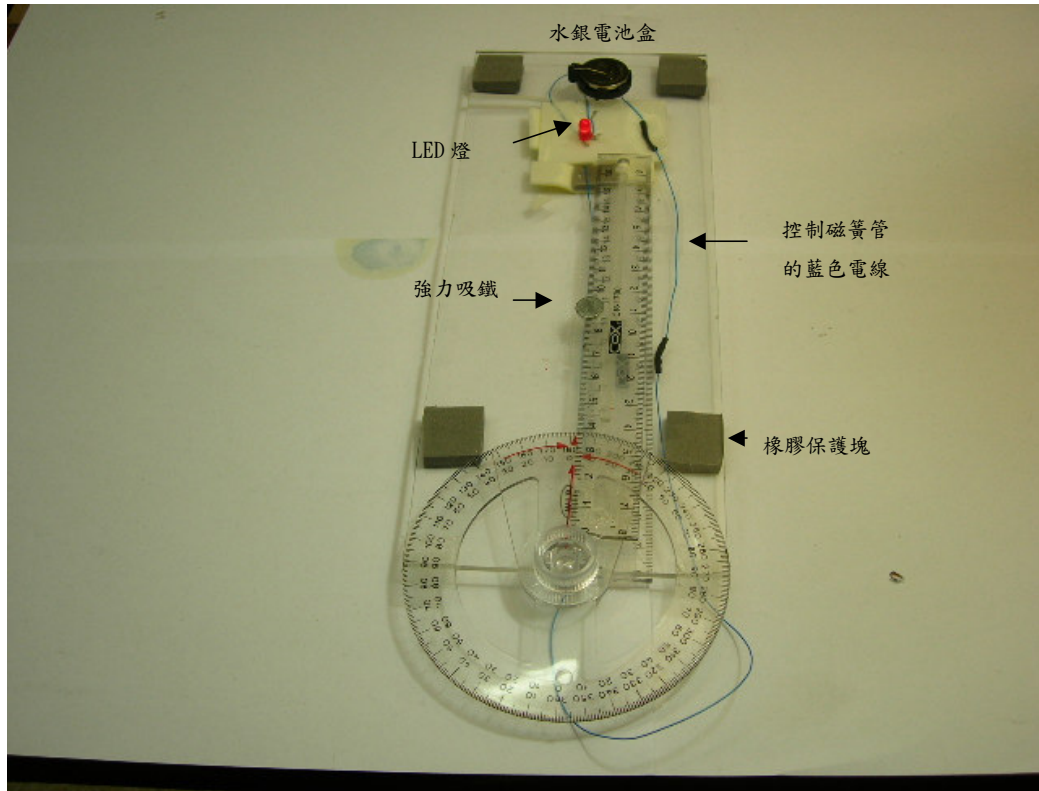


圖 2-1 磁感應張開角度測量器完成

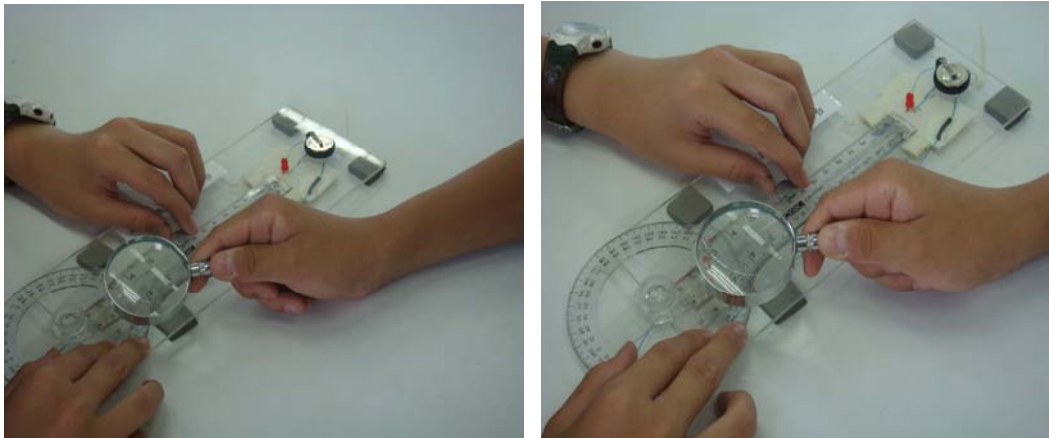
5.磁感應張開角度測量器的原理，我們將待測的強力磁鐵，放在直尺上並與數字邊切平，就可以知道強力磁鐵與旋轉量角器的距離再藉由拉動透明吸管內的藍色電線，便可以控制磁簧管在透明吸管内，需要測量的位置，當磁簧管感應到足夠磁力，會使 LED 的燈亮，我們就是藉由 LED 燈的亮與不亮，便可以知道磁鐵感應張開角度範圍。



實驗 2-2：測量不同強力磁鐵與磁簧管能感應的最大張開角度。

【實驗步驟】

1. 先將待測的強力磁鐵，黏在直尺上，固定的刻度上。
2. 拉動透明吸管內的藍色電線，把磁簧管調整拉到，與待測的強力磁鐵上緣，這時 LED 燈會亮起來。
3. 磁簧管與強力磁鐵，待測的距離決定後，首先我們向右旋轉指示板，直到 LED 燈熄滅，記下 LED 燈熄滅時，量角器上面所顯示的角度，這是向右張開的角度。
4. 接著我們向左旋轉指示板，直到 LED 燈熄滅，記下 LED 燈熄滅時，量角器上面所顯示的角度，這是向左張開的角度。
5. 最後把向右張開的角度，加上向左張開的角度，所得到的總和，便是我們記錄的張開角度。



6. 我們對三個不同尺寸的強力磁鐵進行測量，紀錄表如下：

張 開 角 度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 A (直徑 1.3 公分 厚 0.3 公分)						
	10 cm	9.8 cm	9.6 cm	9.4 cm	9.2 cm	9 cm	8.8 cm
0	19°	19°	20°	20°	21°	21°	21°
0.2	18°	19°	19°	20°	20°	21°	21°
0.4	17°	17°	18°	19°	19°	19°	19°
0.6	16°	16°	17°	17°	17°	18°	18°
0.7	14°	14°	15°	15°	16°	15°	16°
0.8	12°	11°	11°	13°	13°	13°	13°
1	10°	10°	10°	10°	11°	8°	7°

張開角度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 A (直徑 1.3 公分 厚 0.3 公分)						
	8.6 cm	8.4 cm	8.2 cm	8.0 cm	7.8 cm	7.6 cm	7.4 cm
0	22°	23°	24°	24°	24°	26°	26°
0.2	21°	22°	22°	23°	24°	24°	25°
0.4	21°	21°	21°	22°	22°	23°	24°
0.6	19°	19°	20°	20°	21°	23°	22°
0.7	17°	18°	17°	17°	18°	19°	19°
0.8	13°	13°	13°	13°	15°	15°	15°
1	8°	8°	9°	10°	11°	9°	11°

張開角度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 A (直徑 1.3 公分 厚 0.3 公分)						
	7.2 cm	7.0 cm	6.8 cm	6.6 cm	6.4 cm	6.2 cm	6.0 cm
0	27°	28°	28°	29°	31°	31°	33°
0.2	26°	27°	28°	28°	29°	30°	31°
0.4	24°	26°	26°	26°	28°	28°	29°
0.6	22°	24°	24°	24°	26°	26°	27°
0.7	20°	21°	21°	22°	22°	22°	23°
0.8	15°	17°	17°	18°	17°	17°	19°
1	13°	13°	11°	10°	13°	14°	12°

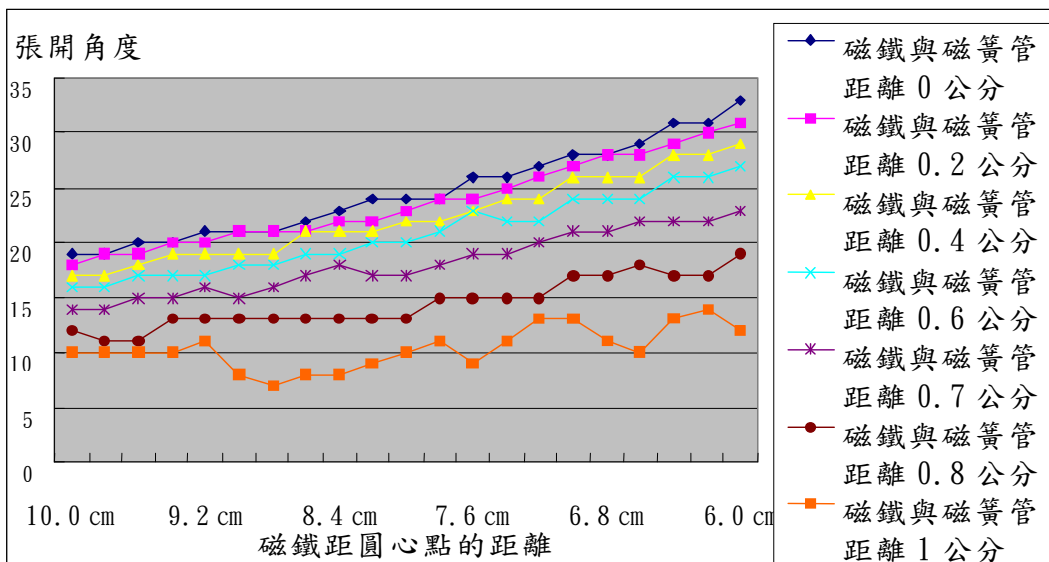


圖 2-2 強力磁鐵 A 與磁簧管能感應的最大張開角度分布圖

張開角度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 B (直徑 0.9 公分 厚 0.2 公分)						
	10 cm	9.8 cm	9.6 cm	9.4 cm	9.2 cm	9 cm	8.8 cm
0	11°	13°	13°	13°	14°	14°	15°
0.2	11°	11°	12°	12°	13°	13°	13°
0.4	9°	9°	9°	9°	11°	11°	11°
0.5	6°	8°	4°	7°	7°	7°	5°

張開角度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 B (直徑 0.9 公分 厚 0.2 公分)						
	8.6 cm	8.4 cm	8.2 cm	8.0 cm	7.8 cm	7.6 cm	7.4 cm
0	15°	15°	15°	15°	16°	17°	17°
0.2	13°	13°	13°	14°	15°	15°	15°
0.4	11°	11°	11°	11°	11°	13°	13°
0.5	5°	6°	8°	7°	7°	7°	7°

張開角度 磁鐵與磁簧管距離	磁鐵 B (直徑 0.9 公分 厚 0.2 公分)						
	7.2 cm	7.0 cm	6.8 cm	6.6 cm	6.4 cm	6.2 cm	6.0 cm
0	17°	18°	18°	19°	20°	20°	21°
0.2	15°	16°	16°	17°	17°	17°	18°
0.4	13°	13°	13°	14°	14°	15°	14°
0.5	7°	11°	8°	9°	7°	8°	11°

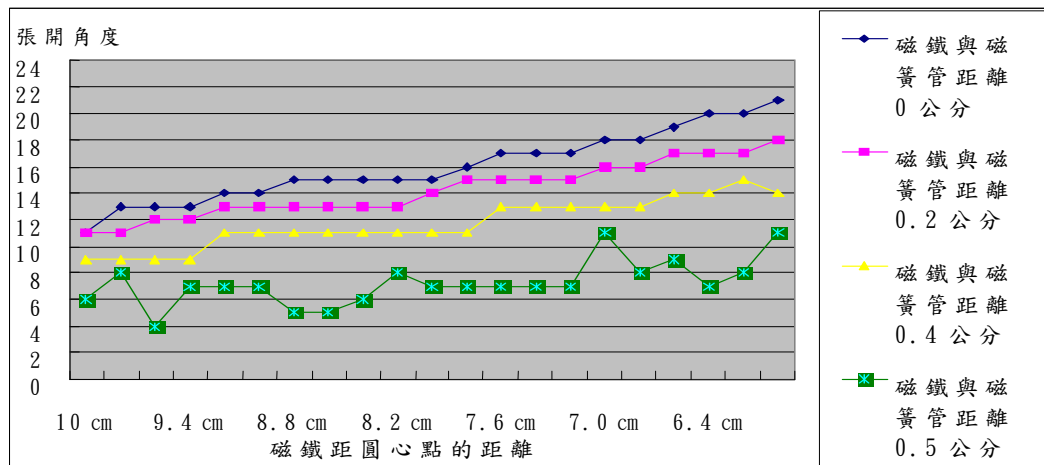


圖 2-3 強力磁鐵 B 與磁簧管能感應的最大張開角度分布圖

張開角度

磁鐵距圓心距離

磁鐵與磁簧管距離

磁鐵 C (直徑 0.8 公分 厚 0.2 公分)

10 cm	9.8 cm	9.6 cm	9.4 cm	9.2 cm	9 cm	8.8 cm	
0	9°	8°	9°	9°	10°	10°	10°
0.1	7°	8°	7°	9°	9°	8°	8°
0.2	5°	7°	7°	7°	8°	7°	6°

張開角度

磁鐵距圓心距離

磁鐵與磁簧管距離

磁鐵 C (直徑 0.8 公分 厚 0.2 公分)

8.6 cm	8.4 cm	8.2 cm	8.0 cm	7.8 cm	7.6 cm	7.4 cm
0	10°	10°	10°	10°	11°	12°
0.1	9°	10°	10°	10°	10°	10°
0.2	7°	8°	8°	8°	8°	8°

張開角度

磁鐵距圓心距離

磁鐵與磁簧管距離

磁鐵 C (直徑 0.8 公分 厚 0.2 公分)

7.2 cm	7.0 cm	6.8 cm	6.6 cm	6.4 cm	6.2 cm	6.0 cm
0	12°	12°	13°	13°	14°	15°
0.1	10°	11°	12°	12°	12°	13°
0.2	8°	10°	10°	10°	10°	11°

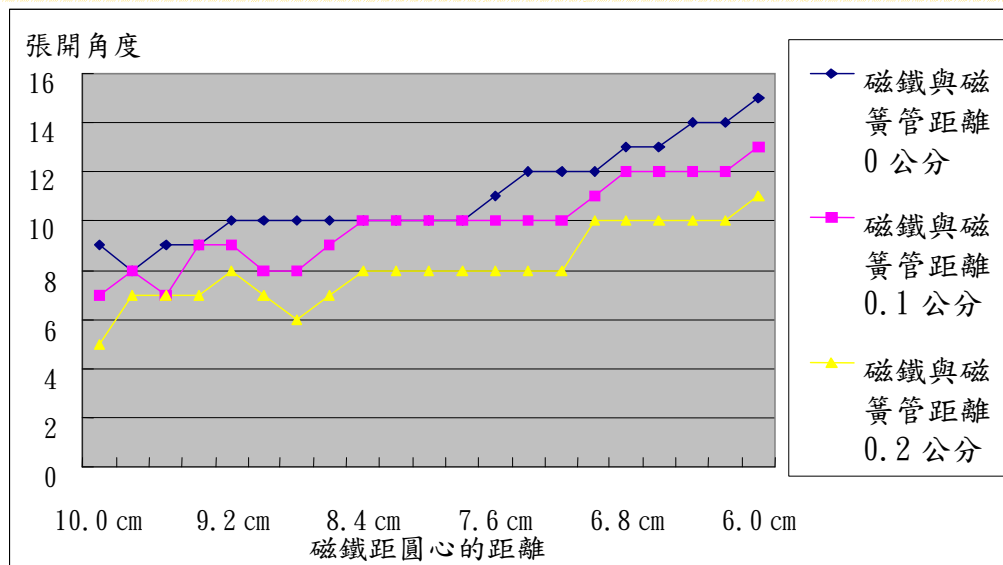


圖 2-4 強力磁鐵 C 與磁簧管能感應的最大張開角度分布圖

研究發現 2:

1. 磁簧管固定的位置剛好在（指針上）磁鐵的正上方或正下方時（磁鐵與磁簧管的距離愈小），磁鐵與圓心的距離愈短，磁感應的角度愈大。
2. 磁簧管固定的位置不在（指針上）磁鐵的正上方或正下方時，磁鐵與磁簧管的距離愈大時，磁感應的角度愈小。

三、製作一個由時鐘的時針控制開關的恐龍玩偶

【實驗步驟】

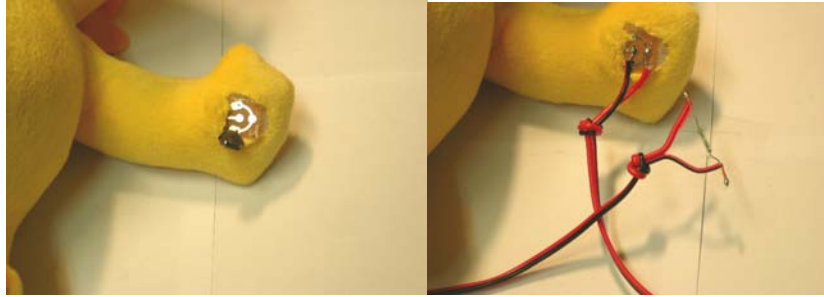
1. 拿一個石英鐘，取下其壓克力鐘面，將直徑 0.5 公分 厚度為 0.2 公分 重量為 1 克重的強力磁鐵，用雙面膠黏貼在時針尖端。



2. 我的恐龍玩偶，在手掌部份有一個紅心貼紙，上面寫著“TOUCH ME”，我按下這部份，恐龍玩偶就會開始唱歌，我用剪刀剪開玩偶手掌布料，仔細研究其奧妙所在。



3. 我發現上面有一片鐵蓋子，按下鐵蓋子便會唱歌，我好奇的打開上面鐵蓋來看，原來是上鐵蓋與下電路，相觸碰在一起時會導通信號，於是我在上鐵蓋的電路與下電路，各用一條電線焊接在一起，二條電線的另一端與磁簧管的二端相接，其目的是讓磁簧管，代替按下啟動的動作方式。



4. 再將接磁簧管電線，裝設在鐘面十二點，適當能磁感應的位置，再用手撥分針至十二點測試，恐龍玩偶果然在唱歌，便順利完成實驗，(所以每次於整點時都會唱歌)



圖 3-1 時針控制開關的恐龍玩偶完成

研究發現 3：

1. 石英鐘的時針、分針、秒針是可以拆卸下來，是有各自的插環，利用齒輪比，使得時針、分針、秒針，有各自的旋轉角度比維持著。

時針：分針：秒針=1：12：720



2. 在石英鐘面上使用強力磁鐵(鈷鐵鋁磁鐵)，限制很多，基本上時針、分針、秒針不能是鐵製品，會被吸住就不能使用了。
3. 石英鐘在旋轉時，分針的載重能力很小，無法使用大一點的強力磁鐵，會逆轉打滑，便不能計時。

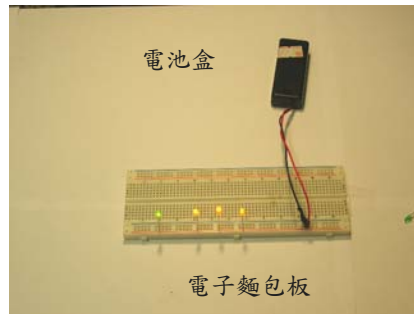
四、製作一個由秒針來控制 LED 燈開啓的時鐘

【實驗步驟】

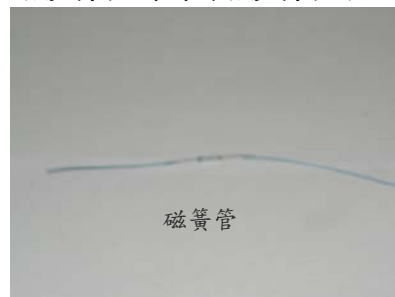
- 1.取一個石英鐘，拿下其壓克力鐘面，再把半徑 0.25 公分 厚度為 0.2 公分的強力磁鐵(鈷鐵鋁磁鐵)，用雙面膠黏貼在秒針尖端。



- 2.再使用電子麵包板，測試 4 支 LED 燈，是否是好的？之後把長腳插入正極，短腳插入負極，電子麵包板插入 3V 電壓。



3. 再準備 4 支磁簧管，在其磁簧管的 A、B 兩端，裝設兩條延長電源線。



4. 拿加了延長電源線的 4 支磁簧管，黏於壓克力鐘面，選擇在數字為〔12〕、〔3〕、〔6〕、〔9〕4 個位置，再用透明膠帶，固定於鐘面蓋上，加了延長電源線的 4 支磁簧管，4 個磁簧管的 A 端與電池盒的負極相接，4 個磁簧管的 B 端與 4 支 LED 燈的短腳負極相接，再把測試 OK 的 LED 燈的長腳，讓正極與電池盒的正極相接相接，最後再與支 LED 黏貼於鐘面蓋，〔12〕、〔3〕、〔6〕、〔9〕 點鐘的相對位置，便完成由時鐘的秒針來控制 LED 燈。

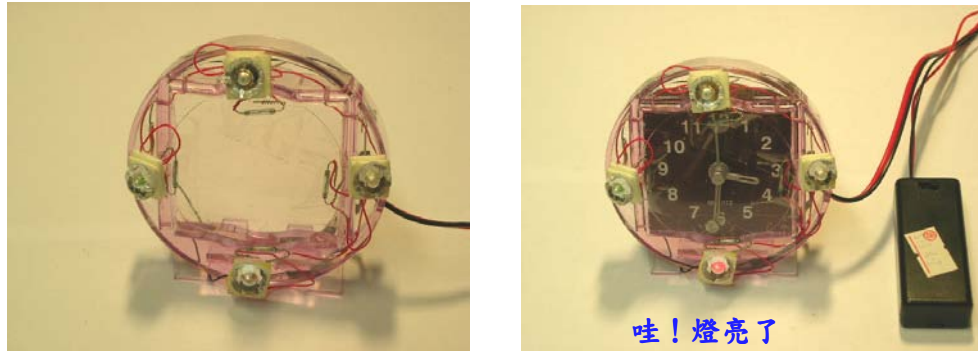


圖 4-1 由秒針來控制 LED 燈開啓的時鐘完成

研究發現 4：

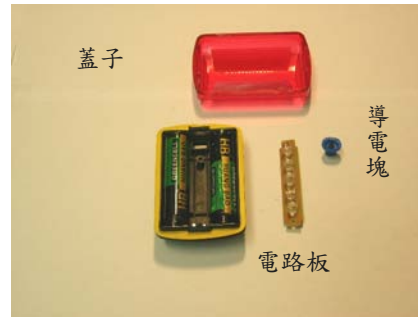
1. 石英鐘的秒針，其運動的方式，是用旋轉間隔跳動，我們雖然已經在秒針上，黏上最小的強力磁鐵(鈷鐵鋁磁鐵)，但是因為重力與慣性的關係，依舊會使秒針產生左右晃動，不穩定的情況，而造成磁簧管在傳遞電源時，會使 LED 燈短暫閃爍一下。
2. 石英鐘的秒針，又輕又薄，勉強載得動小顆的強力磁鐵，還是有向下彎曲的情況，在經過磁簧管感應區時，容易因為鐘面蓋上面的磁簧管而往上彎曲擺動，因為磁簧管本身也是鐵做成的。
3. 雖然為強力磁鐵，但因為秒針只能載的動最小的強力磁鐵，相形之下，其磁感應距離也小，在真實的使用上，非常的不方便。

五、利用磁鐵與磁簧管配合時鐘來製作音樂玩偶鐘

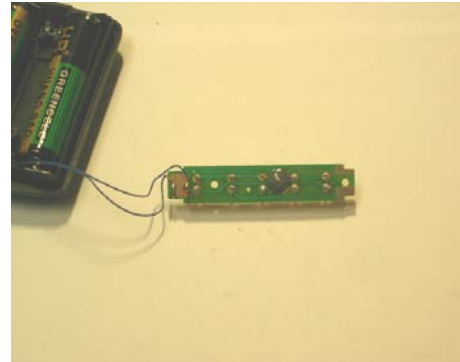
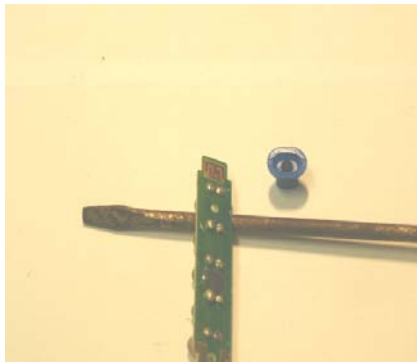
實驗 5-1 改裝自行車上警示燈由磁簧管來控制

【實驗步驟】

1. 準備 12 個自行車專用的警示燈，我們拆開蓋子仔細研究，自行車警示燈控制原理，經由觀察發現，自行車警示燈有 7 段變化，其燈亮的方式〈1 段 5 燈全亮、2 段燈快閃、3 段燈慢閃、4 段燈由右向左跑、5 段燈由左向右跑、6 段燈快速往左跑、7 段燈慢速往左右跑〉，自行車警示燈上有一個按鈕，按鈕下面連接有導電塊，每按一次，自行車警示燈就變換一次燈亮方式。



2. 首先發現控制自行車警示燈的方式，跟恐龍玩偶的啟動方式，十分的相似，按鈕下面有黑色導電塊，當按下按鈕時，會使兩條電路導通傳遞信號，我們用鐵製小鑷子，去測試碰觸上面兩條電路，果然產生的效果，跟按鍵是一樣的，所以在兩條信號電路上，各接出一條延長線，並讓兩條延長線末端，與磁簧管兩端相接，然後用強力磁鐵(鈷鐵錳磁鐵)靠近測試，果然自行車警示燈，在強力磁鐵每接近一次，就會變換閃爍一次。



3. 再把上蓋及電路板鎖回去，便完成。

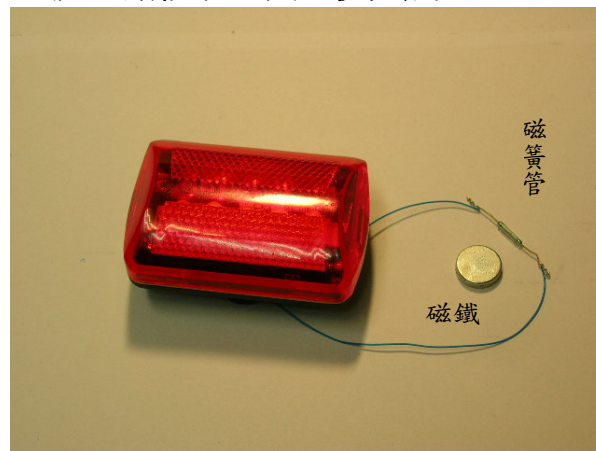


圖 5-1 改裝自行車上警示燈由磁簧管來控制開關完成

研究發現 5-1

1. 控制自行車警示燈閃爍方式，其按鈕的底部有一黑色塊，我們不懂用途請教老師，老師告訴我們，那是軟性的“石墨”導電塊，我們的電路用串聯方式，接電子麵包板測試，果然能 LED 使燈亮。



2. 這次自行車警示燈控制的方式，不是由電源來供應，而是利用兩條不同電路，相互的導通，而達到警示燈 7 段控制的方式。
3. 一次同時使用，十二個自行車警示燈，把它們環繞在時鐘的周圍，此刻時鐘的秒針，就好像哈利波特手中魔杖，被指到的自行車警示燈，警示燈就要依序，產生閃動的變化，非常好看。

實驗 5-2 在時鐘內的分針與秒針上黏貼強力磁鐵(鈦鐵鋇磁鐵)

【實驗步驟】

1. 這次我們選用，機械馬達時鐘，分解為鐘面、玻璃面、鐘面蓋，我們分別在，分針上黏一個強力磁鐵(直徑 0.9 公分 厚度 0.2 公分)，秒針上黏一個強力磁鐵(鈦鐵鋇磁鐵直徑 0.5 公分厚度 0.15 公分)，便完成。





圖 5-2 時鐘內的分針與秒針上黏貼強力磁鐵

實驗結果 5-2：

1. 本來是使用石英鐘，卻臨時發現：加長的秒針在黏貼強力磁鐵後，石英鐘的秒針，一直打滑，無法順利旋轉計時。石英鐘的秒針，力量不夠，載不動小顆的強力磁鐵，我們嘗試換用機械式的時鐘後才順利解決，旋轉負載強力磁鐵的問題。

實驗 5-3 把玩偶猴改裝由磁簧管來控制開關。

【實驗步驟】

1. 我們選擇玩偶打鼓猴，因為喜歡它打鼓時俏皮的樣子。我們想把玩偶猴改裝由磁簧管來控制開關，首先找出玩偶打鼓猴存放電池盒的位置，一般會有電源供應線相接，確定發現之後，將其剪斷，並在其兩端接出兩條適當長度的電源供應延長線，並再其兩條電源供應延長線末端，分別接上磁簧管的 A、B 兩端，便完成玩偶打鼓猴，改由磁簧管來控制開關。

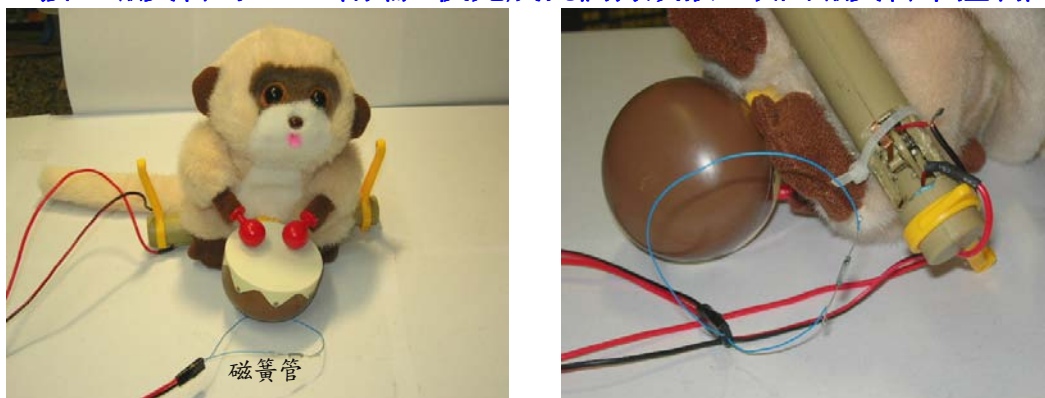


圖 5-3 玩偶猴改裝由磁簧管來控制開關完成

實驗 5-4 把仙女棒改裝由磁簧管來控制開關。

【實驗步驟】

1. 我挑選美麗漂亮的仙女棒，想要改裝由磁簧管來控制開關，跟玩偶打鼓猴的處理方法是一樣的，首先找出仙女棒，存放電池盒的位置，打開仙女棒螺絲蓋子後，找出與電池盒的電源供應線，發現確定是仙女棒電源供應線之後，將其剪斷，並在其兩端，接出適當長度的兩條電源供應延長線，並再其電源供應延長線末端，分別接上磁簧管的 A、B 兩端，便完成仙女棒，改由磁簧管來控制開關。



圖 5-4 仙女棒改裝由磁簧管來控制開關完成

研究發現 5-4

1. 玩偶打鼓猴與仙女棒都改成由磁簧管來控制，可以從電源供應的電線與傳遞信號電線，兩個地方著手，去選擇適當的方式接上磁簧管，讓它變成由磁感應來啓動開關。

實驗 5-5 利用自行車警示燈、仙女棒、玩偶猴配合時鐘來組合音樂玩偶鐘。

【實驗步驟】

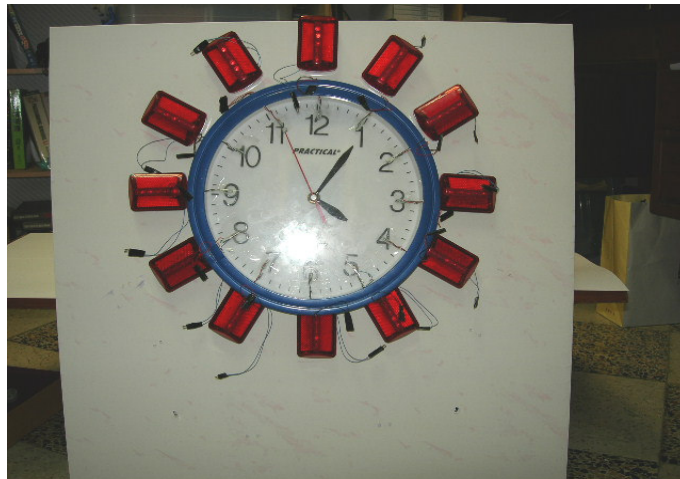
1. 使用長 60 公分寬 60 公分的彩雲塑膠板，做為裝飾固定板，用小刀慢慢切割出長方形的洞，可以讓時鐘後面的電池盒可以過去。



2. 接著把實驗 5-2 完成的時鐘固定於裝飾板上，並在時鐘的四周，貼上魔鬼氈，讓魔鬼氈固定於裝飾板上，這樣便可以隨時調整位置使用。



3. 拿實驗 5-1 改裝好的自行車警示燈 12 個，讓自行車警示燈的下面，也貼上魔鬼氈，按裝在時鐘【12、1、2、3…】數字的外圍，並且把 12 支已經接好的磁簧管，依序黏貼於，能夠感應時鐘玻璃面上的 12 個數字的適當位置上，最後再用透明膠帶黏貼好。



4. 把實驗 5-3、5-4 改裝好的玩偶猴及 2 支仙女棒，決定在裝飾板的位置後，再用小鑽子，在裝飾板左右兩側鑽洞，再用塑膠束帶固定，使其牢固於飾板上，再把玩偶猴、仙女棒，所接延長的磁簧管開關，放到時鐘面 12 點數字下，選擇分針上的強力磁鐵(鈷鐵錒磁鐵)，所能感應的位置上，便完成神奇的指揮棒。



圖 5-5 神奇的指揮棒完成

研究發現 5-5

- 1.我們在實驗 5 完成後，發現利用實驗 1、實驗 2 所測試的測量數據，會有不同平面位置的誤差，所以強力磁鐵(鈷鐵鋁磁鐵)與磁簧管的相對位置，還是需要細部調整，才能達到我們的設計要求。

陸、討論

一、 連接強力磁鐵(鈷鐵鋁磁鐵)、磁簧管和時鐘的應用：

- (一) 藉由兩個或三個以上串連的磁簧管，需要同時感應到磁性，才能一起導通電源或信號動作的原理，可以使開啓的時間控制得更精準。
- (二) 藉由並聯兩個或三個以上磁簧管，則只需要其中一個磁簧管，有感應到磁性，便能通電的原理，可以加大控制時間的範圍。

二、 時鐘的時針、分針、秒針會相互干擾的問題：

- (一) 我們在貼分針和秒針的磁鐵時，選擇貼在分針的底面，秒針的上面。與分針相對應的磁簧管貼在鐘面，與秒針相對應的磁簧管貼在鐘面蓋，以免相互阻擋干擾。

(二)盡量選擇大型的時鐘，讓時針、分針、秒針透過較大的推動力量，來降低磁性互相干擾的問題。

三、 使用實驗一、實驗二測量數據的方法：

- (一) 首先必需了解時鐘的時針、分針、秒針的長度，再選擇時針、分針、秒針，能載得動的強力磁鐵種類。
- (二) 接著設計接通電路的時間。利用「磁鐵與磁簧管感應旋轉測量器」和「磁感應張開角度測量器」測量買來的磁鐵和磁簧管之間能產生感應的距離，配合磁簧管串聯或並聯來設計線路。
- (三) 實驗二測量記錄表應用的實例：

如果我們要感應接通電路 1 分鐘，若在分針上黏貼強力磁鐵，此磁鐵和相對應的磁簧管間感應角度必須為 6° ，從實驗二的測量記錄表可查到直徑 0.8 cm 厚 0.2 cm 的強力磁鐵(鈷鐵錳磁鐵)，黏貼在分針距圓心 10 cm 處，磁簧管固定在與磁鐵相距 0.5 cm (距圓心 9.5 cm) 的鐘面上，兩者的磁感應角度就會是 6° 左右。考慮時針：分針：秒針 = 1：12：720 的旋轉角度比，同樣都是選擇展開角度為 6° ，但是強力磁鐵黏貼於時針接通電路則為 12 分鐘。

柒、結論

普通的時鐘結合磁鐵、磁簧管和家中的玩偶，我們完成了一個可以定時做出許多變化演出的音樂玩偶鐘。在實際的製作過程中，我們更進一步的瞭解電路的串連和並聯的意義和該如何應用。其中，爲了知道時針、分針和秒針上的磁鐵，通過磁簧管時的磁感應範圍，我們還設計了「磁鐵與磁簧管感應旋轉測量器」和「磁感應張開角度測量器」，對於幾個不同尺寸的磁鐵，做了詳細的測量和記錄。有興趣的同學可以參考我們的測量表，選擇適當大小的磁鐵、磁簧管和時鐘試著製作一個屬於自己的音樂鐘。

捌、感想

每次在觀賞作品—「神奇的指揮棒」表演時，總想到在實驗的過程中，常常遭遇到無法解決的困難，使得進度停滯不前。但受到師長的指導和鼓勵後，我們又重拾信心，互相打氣，興致高昂的完成這件作品。這次美好的經驗，我們將永難忘懷。

玖、參考資料

- ◎ 桃園縣第四十七屆中小學科學展覽國小組優勝作品專輯—鼠力發電場
- ◎ 伍昊慈等編著(民 81)。自然科學大百科 17—電磁與機械
臺北縣:綠地球國際有限公司
- ◎ 程悅君撰文(民 91):電和磁的奧祕
昱泉國際股份有限公司
- ◎ 科學小芽子—擋不住的吸引力(磁的祕密):
<http://www.bud.org.tw/Ma/Ma19.htm>
- ◎ 科學與藝術的對話—慈愛的石頭(磁):
<http://pei.cjhh.tc.edu.tw/nature.htm>
- ◎ 自然與生活科技教科書 3 上康軒版 (民 95) 第 15-23 頁
- ◎ 自然與生活科技教科書 4 下康軒版 (民 95) 第 51-61 頁
- ◎ 自然與生活科技教科書 5 下康軒版 (民 95) 第 46-51 頁
- ◎ 自然與生活科技教科書 6 下康軒版 (民 95) 第 4-23 頁

【評語】 080808

1. 從音樂玩偶鐘發想，頗具創意，以此取材聲光動作效果佳。
2. 由測量「磁簧管感應距離與角度」來設計作品的時序控制，符合科學應用研究的精神。直接利用時鐘作定時控制，並結合煞車燈之燈光效果，使功能性與展示性巧妙結合，很有巧思。
3. 串並聯原理有著墨，宜可多探討利用其設計在功能控制或是減少開關(磁簧管)的個數。