

高中探究實作競賽指引手冊

活動名稱	靜電產生器(一)	設計者	洪偉清
活動目標	一、了解如何使用簡易素材製作靜電產生器，以觀察和接觸感受靜電的特性。 二、探究實驗步驟可能遇到的問題並藉由實驗與分析以瞭解其特性與性質。 三、藉由實作過程提出改善方案，並探討未來可能運用的設計構想。		
實作時間	60 分鐘		
器材	材料：495cc 霧面寶特瓶、長條氣球(30cm)、3 號雙槽刀鋸開關電池盒 x2、氣球桿、攪拌棒、竹籤(長 5cm)、小馬達、3 號鹼性電池 x2、導線 x2 (1 紅 1 黑，長 15cm)、 靜電水母：鋁箔蒸蛋杯(杯口 ϕ 8.5cm，底 ϕ 5.7cm)、面紙、鋁箔紙。 工具：剪刀、雙面膠(寬 10mm)、布膠帶 x2(寬 24mm 及 36mm)、電工膠帶(寬 19mm)、尺、泡棉膠(寬 18mm)、管束 x1		
探究實作 引導問題	一、為何此教具設計僅用 28 公分的氣球長度，若長度增長或縮短會影響靜電的產生的強弱？ 二、氣球皮帶的長短與上、下轉子的粗細即瓶子孔洞有何關聯？ 三、有何關聯氣球皮帶與上、下轉子接觸的鬆緊程度是否會影響靜電的產生？ 四、上、下轉子採布膠帶你覺得有何優點或缺點？ 五、為何在下轉子還需要多纏繞電工膠帶？有何目的？纏繞電工膠帶會影響靜電產生？ 六、若改為上轉子纏繞電工膠帶對靜電產生會如何？若上、下轉子都纏繞電工膠帶對靜電產生影響如何？ 七、為何瓶身採用聚丙烯(PP)材質不採用寶特瓶？ 八、馬達與電池接腳方式不同會影響馬達的轉動方向？ 九、氣球皮帶轉動方向是否會影響靜電產生？若方向錯誤可能會發生何現象？ 十、電刷採用為何採用平面扇形設計目的為何？ 十一、上電刷的導線接到鋁杯上的位置是否會影像產生靜電的強弱？ 十二、下電刷的導線沒有用手接觸時為何靜電水母的靜電感覺會變弱？ 十三、集電鋁杯若改成紙杯或光面鋁罐取代對產生靜電強弱有關嗎？若有您覺為何？ 十四、電池盒放的位置會不會影響靜電的產生？若會如何放置靜電會最強？ 十五、為何要將面紙拉開需要以整個手掌與面紙接觸？面紙的材質對靜電的傳導有差異嗎？ 十六、靜電水母的靜電強度與面紙條形的寬、細有關嗎？與數量有關嗎？ 十七、靜電水母為何需要加上鋁箔再連接鋁杯上？靜電水母離鋁杯的遠近會影響靜電產生的強弱？ 十八、有何方法來判斷靠近上、下轉子處所產生靜電的電性嗎？ 十九、利用靜電水母可用來說明何種物理現象？靜電器可以運用在那些方面？ 二十、有何改良的建議可以讓靜電器產生更大的靜電？		
圖示		操作步驟	

前置作業材料

495cc霧面寶特瓶
長條氣球 (30cm)
雙面膠 (寬10mm)
布膠帶x2 (寬24mm和36mm)
電工膠帶 (寬19mm)
氣球桿
攪拌棒
剪刀x2
長尺



安裝製作材料

495cc霧面寶特瓶
皮帶、上轉子、下轉子
竹籤 (長5cm)、小馬達
3號雙槽刀鋤開關電池盒
3號鹼性電池x2、泡棉膠 (寬18mm)
導線x2 (一紅一黑, 長15cm)
鋁箔蒸蛋杯 (杯口 ϕ 8.5, 底 ϕ 5.7cm)
面紙、鋁箔紙 (8cm x 8cm)
電工膠帶 (寬19mm)、热熔膠、剪刀



材料：495cc 霧面 PP 瓶、長條氣球(30cm)、3 號雙槽刀鋤開關電池盒 x2、氣球桿、攪拌棒、竹籤(長 5cm)、小馬達、3 號鹼性電池 x2、導線 x2 (1 紅 1 黑, 長 15cm)。

靜電水母：鋁箔蒸蛋杯(杯口 ϕ 8.5cm, 底 ϕ 5.7cm)、面紙、鋁箔紙。

工具：热熔膠、剪刀、雙面膠(寬 10mm)、布膠帶 x2(寬 24mm 及 36mm)、電工膠帶 (寬 19mm)、尺、泡棉膠(寬 18mm)。

皮帶製作

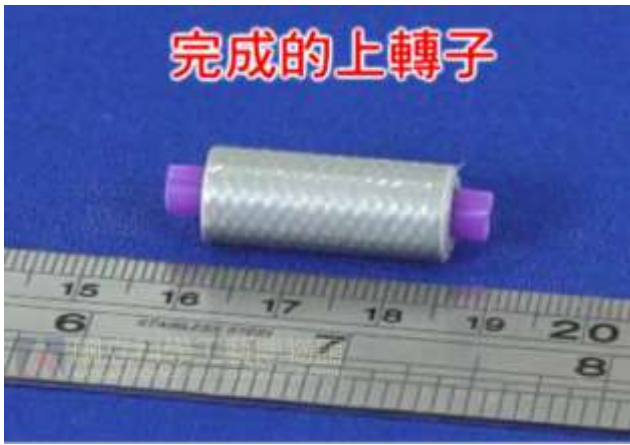
一、將長條氣球延長軸剪開，再將頭尾剪掉後，總長 28 公分。



二、將兩端交疊 1 公分，內側以雙面膠黏貼固定，確認圓環狀皮帶鋪平長度為 13.5 公分。



上轉子製作



一、24mm 布膠帶取 20 公分長，繞貼在氣球桿上，布膠帶兩側各保留約 2mm 氣球桿，其餘剪掉。(長度能放入瓶口即可)

下轉子製作



一、36mm 布膠帶取 20 公分長，繞貼在距離攪拌棒粗端 5mm 處。



二、布膠帶兩側各保留約 5mm 攪拌棒，其餘剪掉。

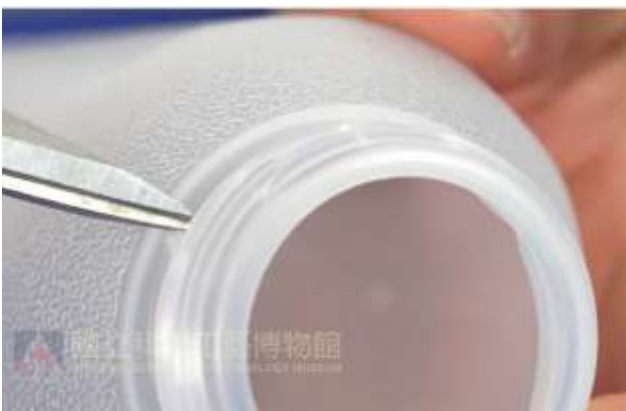


三、電工膠帶取 20 公分長，繞貼在布膠帶正中央位置。

瓶身加工



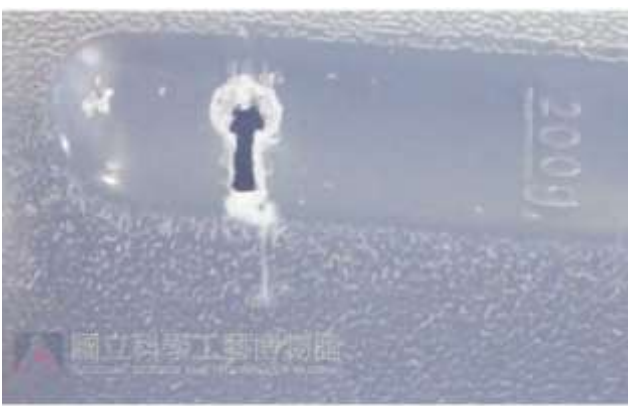
一、瓶身寬邊面對操作者，左側為容量標示處，取寬邊正中央，底部往上4cm處為中心點，用旋轉尖頭剪刀的方式挖洞，洞的大小約與馬達內圈相同(ϕ 約1.6cm)



二、馬達洞中心垂直向上(約12.5cm)，在瓶口最下方螺旋中央處鑽一小孔，在對側相對位置也鑽一小孔，能穿過竹籤即可。



三、在瓶口正右側由下往上第二層螺旋中央鑽一小孔。



四、馬達洞口左側邊標示 100ml 處，鑽一小孔，並將小孔橫向剪開長約 1cm。

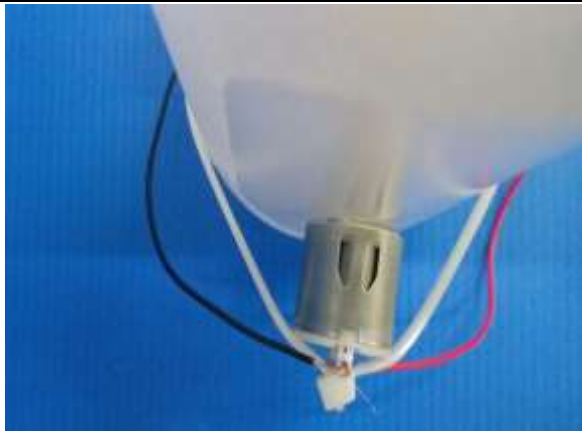
安裝製作



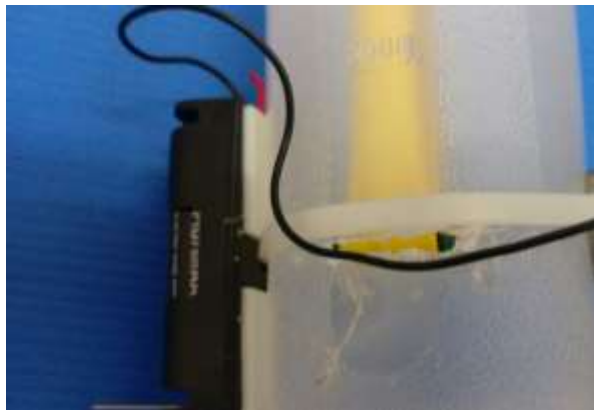
一、上轉子套入皮帶中，放進瓶子，竹籤由瓶口外側，穿過瓶口下緣的小孔後，穿過上轉子，再穿過對側小孔固定。



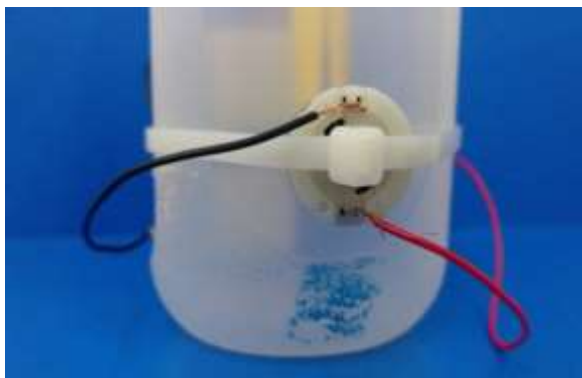
二、下轉子（攪拌棒粗端）安裝於馬達軸心壓緊，穿入瓶身大洞，並置於皮帶內側。



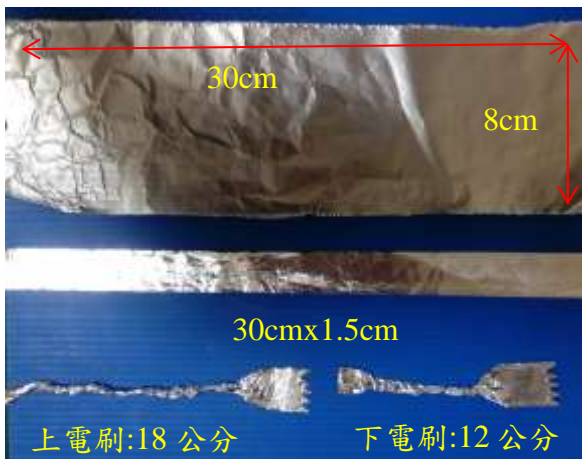
三、調整管束以固定馬達，使管束卡入馬達底部兩側凹槽內，並將管束接合處調整至馬達軸心正上方，以避開與馬達軸心接觸。



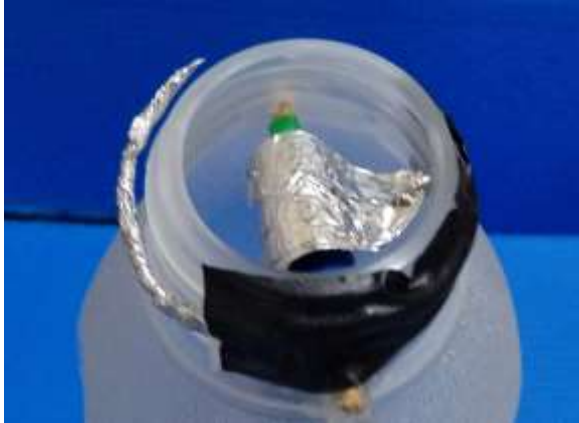
四、將電池盒以泡棉膠固定於馬達對面側瓶身中央齊底處，使開關靠近下方。(使整體能維持平衡即可)



五、電池盒的紅線連接馬達上的正極(有+號標記)、黑線連接負極，通電後，檢測皮帶是否正常運轉。



六、利用鋁箔製成電刷，使用 8 公分 x 寬 30 公分長的鋁箔，摺疊壓緊成為 30 公分長 x 1.5 公分寬多層鋁箔，此鋁箔剪開分為 18 公分及 12 公分，兩者前方保留約 3 公分且均剪成鋸齒狀，餘部捲成導線狀。



七、將上電刷導線狀部分由瓶口內側穿出小孔，調整前方平面鋁鉚沿上轉子的圓弧彎折使其儘量貼近，導線狀鋁條沿瓶口纏繞後以電工膠電固定。

八、將下電刷平面鋁鉚穿進馬達左側的橫向小孔，調整位置使其與皮帶正下方貼近，再將導線狀彎折後以電工膠帶固定在瓶身。



九、完成上下電刷即可將鋁箔杯套在瓶口加壓塑形使其與瓶口上電刷導線部分緊接

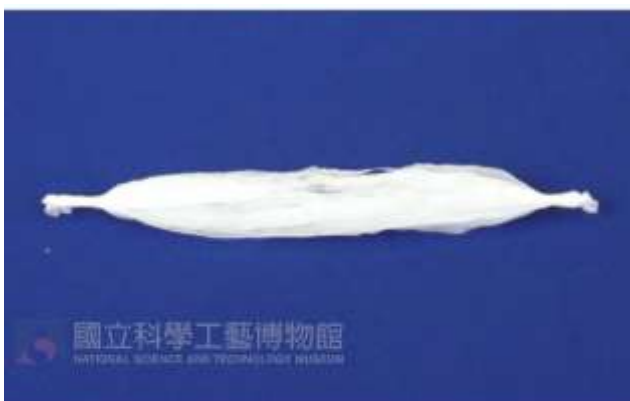
靜電水母製作



十、從長端將單層面紙對折，由折線處輕輕往上捲（頂端約保留 1cm 不捲也不剪開），以剪刀剪成寬約 3mm 細條狀。



十一、將捲曲處稍微剝開後，手掌握住面紙長邊未剪開處，輕輕抖動向兩側拉開。



十二、將面紙兩端未剪開處捲起，完成後再將兩端捲緊。



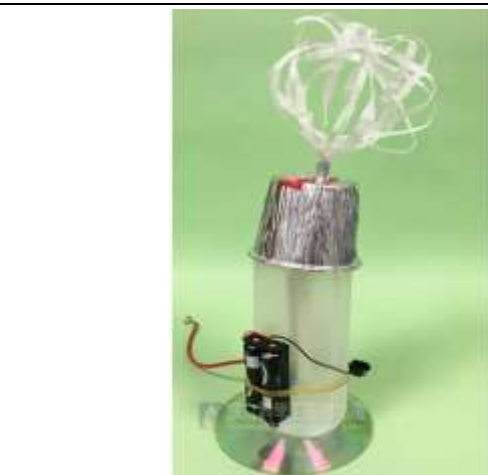
十三、 取 8x8cm 的鋁箔將面紙的一端包覆捲起成條狀，再將另一端剪開，呈現分散長條狀。



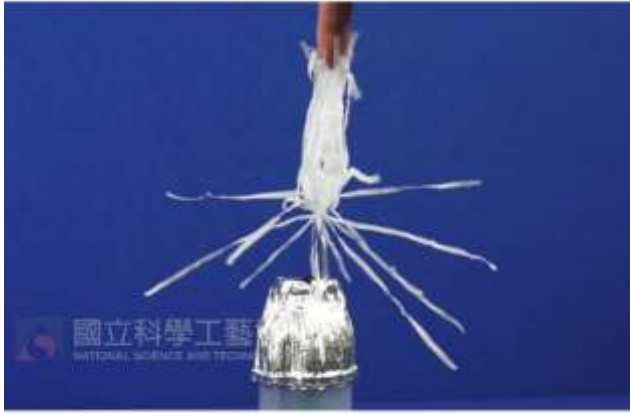
十四、 將捲起的鋁箔彎成 L 形，以電工膠帶黏貼在靜電產生器上方的鋁箔杯上。



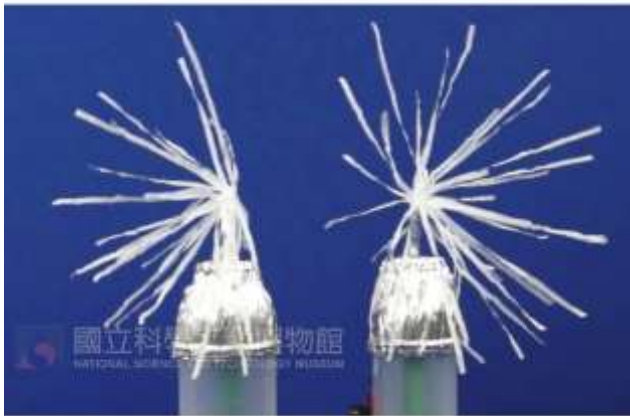
十五、 通電後，一隻手壓著接地線，觀察靜電水母的表演形態。



十六、 若以半張單層面紙製作一端未剪開的水母，通電後即可呈現球狀



十七、 將手靠近放射狀的水母，觀察發生什麼現象。

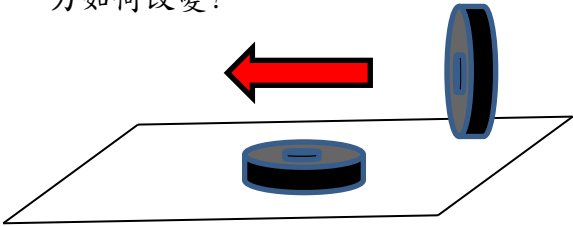
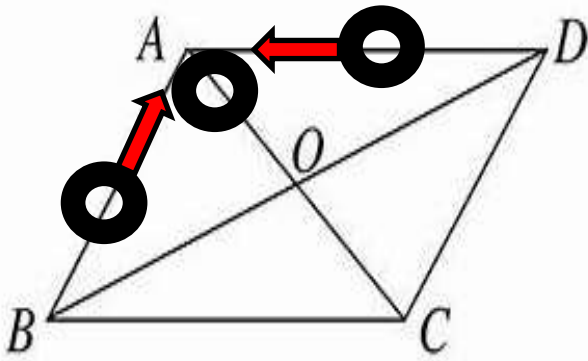




十八、 將兩個靜電產生器互相靠近，觀察發生什麼現象。

活動名稱	磁浮筆(二)	設計者	洪偉清
活動目標	一、利用磁力平衡製作簡易磁浮筆。 二、探討如何能讓鉛筆穩定飄浮在空中的力學平衡原理。		
教學時間	60 分鐘		
器材	(1) 紙板 (2) 木棒 (3) O 型套環 (4) 貼紙(透明膠帶) (5) 強力磁鐵 8 個 (6) 環形中空磁鐵 2 個		
探究實作 引導問題	一、如何找出每一磁鐵的 N 並標示? 二、如何利用磁力讓磁鐵一點著地但傾斜不倒，試一試在一個平放磁鐵周邊最多可放置斜立的磁鐵數量? 三、施力輕壓其中一塊斜立磁鐵會發生何事? 四、當一塊水平放置的磁鐵上方另一塊垂直方向磁鐵由右到左通過時，兩磁鐵的作用力如何改變? 五、一塊水平放置在平面上磁鐵，兩側將另外兩塊磁鐵靠近觀察並記錄兩磁鐵前進路徑夾角改變時，原靜置的水平磁鐵將如何運動? 六、什麼條件會影響原靜置磁鐵運動的距離? 七、磁浮筆漂浮條件與那些物理量平衡有關?		

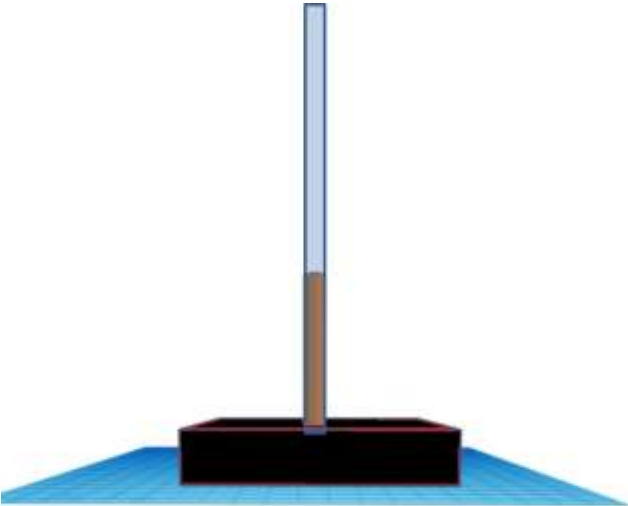
圖示	操作步驟
	(1) 材料：材料：紙板 (2) 木棒 (3) O 型套環 (4) 貼紙(透明膠帶) (5) 強力磁鐵 8 個 (6) 環形中空磁鐵 2 個
	一、依照紙板的線摺疊並且組裝完成，最後以膠帶固定紙板，避免盒子解體。(如左圖)

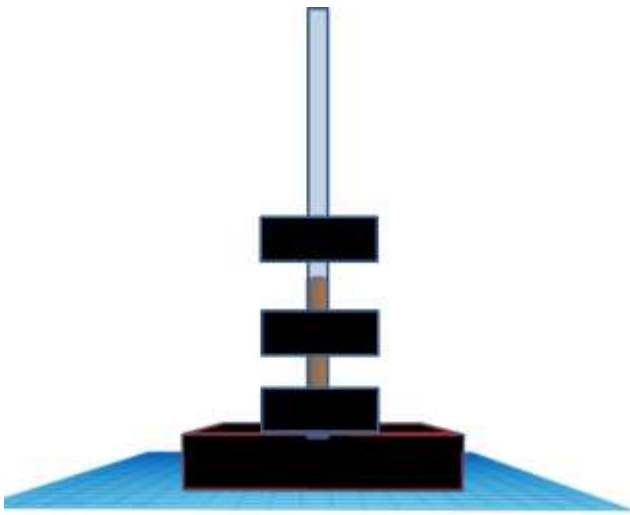
	<p>二、把木棒套上 O 型套環後，再套入環型中空磁鐵，最後再套上 O 型套環固定。(如左圖)</p>
	<p>三、在紙板上放上 4 組強力磁鐵。</p>
	<p>四、將磁鐵木棒與紙板上的強力磁鐵調整好位置，當磁力與重力達到平衡時，磁鐵木棒就可以飄浮起來了。</p>
<p>實驗結果與紀錄</p>	
<p>寫出您的方法：</p>	<p>一、如何找出每一磁鐵的 N 並標示？</p>
	<p>二、如何利用磁力讓磁鐵一點著地但傾斜不倒，試一試在一個平放磁鐵周邊最多可放置斜立的磁鐵數量？</p>

<p>寫出您觀察的現象並說明原因：</p>	<p>三、施力輕壓其中一塊斜立磁鐵會發生何事？</p>
<p>寫出您觀察的現象並說明原因：</p>	<p>四、當一塊水平放置的磁鐵上方另一塊垂直方向磁鐵由右到左通過時，兩磁鐵的作用力如何改變？</p> 
<p>寫出您觀察的現象並說明原因：</p> 	<p>五、一塊水平放置在平面上 A 點的磁鐵，兩側等距位置的兩塊磁鐵以等速靠近 A 點上磁鐵觀察並記錄 A 點磁鐵的運動軌跡？若同方法放置在 B 點其軌跡又如何？兩磁鐵靠近的速率如何影響原靜止的磁鐵運動距離？</p>
	<p>六、請依實際漂浮成功的狀態下，將基座上磁鐵標示出磁極(N 或 S)，並於基座上標示出磁鐵的位置。</p>

 <p>(/) (/)</p>	<p>七、請把磁浮筆上磁鐵上標示出磁極(N 或 S)，並記錄成功漂浮的數據。</p>
<p>根據您實驗寫出磁浮筆平衡的物理量有那些?</p>	<p>八、磁浮筆漂浮條件與那些物理量平衡有關?</p>

活動名稱	磁鐵彈簧(三)	設計者	洪偉清
活動目標	一、利用磁力產生如彈簧的作用。 二、探討重力與磁力平衡的力學原理。 三、探討作用力與反作用力的力學原理。		
教學時間	60 分鐘		
器材	(1) 高密度泡棉基座 (2) 木棒 (3) 吸管 (4) 環形中空磁鐵 8 個		
探究實作 引導問題	一、請找出兩組磁鐵個數與磁力關係? 二、請利用磁鐵的磁力將吸管上的 8 個磁鐵作適當排列而能得到最高的推疊高度，並記錄每一磁鐵間距大小，觀察其特性並說明可能的理由為何? 三、請根據實驗結果找出適當一的組合能讓吸管磁鐵產生如彈簧般的上下震盪情形並找出能產生震盪次數最多的條件為何?並說明其理由為何? 四、請根據實驗找出能產生震盪次數最多的條件後，觀察每一次振盪的振幅，上面磁鐵組往下掉落與受磁力向上彈起，其運動速率如何改變?並說明其理由為何? 五、請根據實驗觀察請您判斷磁鐵彈簧應出於您一種運動?是否如一般彈簧受力振盪所產生的簡諧振盪嗎?還是僅是一種週期運動?請說明其理由為何?		

圖示	操作步驟
	一、將木棒插入基座後套上吸管。(如左圖)



二、將中空磁鐵套入吸管即完成磁鐵彈簧組壯。(如左圖)

實驗結果與紀錄

一、請找出兩組磁鐵個數與磁力關係？

項次	A 組磁鐵數	B 組磁鐵數	兩組磁鐵間的距離
實驗一	1	1	
實驗二	2	2	
實驗三	3	3	
實驗四	4	4	

由以上實驗您得到結論為何？

二、請利用磁鐵的磁力將吸管上的 8 個磁鐵作適當排列而能得到最高的推疊高度，並記錄每一磁鐵間距大小，觀察其特性並說明可能的理由為何？

1、2 間隔	2、3 間隔	3、4 間隔	4、5 間隔	5、6 間隔	6、7 間隔	7、8 間隔

由以上實驗您得到結論為何？

三、請根據實驗結果找出適當一的組合能讓吸管磁鐵產生如彈簧般的上下震盪情形並找出能產生震盪次數最多的條件為何？並說明其理由為何？

實驗一：兩組相斥磁鐵緊密靠住後釋放

上面磁鐵個數	下面磁鐵個數	平衡時相斥的間距	反彈的最高高度	振盪的次數
1	1			
	2			
	3			
	4			
2	1			
	2			
	3			
	4			
3	1			
	2			
	3			
	4			
4	1			
	2			
	3			
	4			

實驗一：兩組相斥磁鐵，上面一組磁鐵在固定高度釋放

上面磁鐵個數	下面磁鐵個數	平衡時相斥的間距	反彈的最高高度	振盪的次數
1	1			
	2			
	3			

	4			
2	1			
	2			
	3			
	4			
3	1			
	2			
	3			
	4			
4	1			
	2			
	3			
	4			

由以上實驗您得到結論為何?

四、請根據實驗找出能產生震盪次數最多的條件後，觀察每一次振盪的振幅，上面磁鐵組往下掉落與受磁力向上彈起，其運動速率如何改變?並說明其理由為何?

五、請根據實驗觀察請您判斷磁鐵彈簧應出於您一種運動?是否如一般彈簧受力振盪所產生的簡諧振盪嗎?還是僅是一種週期運動?請說明其理由為何?