轉不停的陀螺

設計老師：陳坤龍 老師
協助命題：陳文華 老師

一、 目的：

日常生活中使用到電器的機會非常多，只要是需要轉動的幾乎是靠電動機帶動，電動機的主要元件是電樞、永久磁鐵、導入電流的碳刷，碳刷和電樞間的磨擦力會降低旋轉的效率且會產生熱，如果用其他的方式可以替代碳刷，轉動時是永久磁鐵而不是電樞，這是電動機另一種表現形式，將內轉電樞電動機變換成外轉永久磁鐵電動機，這次的競賽請運用陀螺、漆包線、螺絲、電池組、磁簧管、強力磁鐵、LED 燈 等組件製作有電源驅動像電動機一樣的轉不停陀螺

二、 原理：

陀螺會轉個不停，是因為「漆包線電磁鐵」與「陀螺中磁鐵」之間的交互作用。但是漆包線電磁鐵的磁場是固定的 (除非電池的電流方向改變)，因此陀螺中的磁鐵在旋轉過程，與漆包線電磁鐵之間應該會一下子被吸住 ，為什麼還會轉不停？這就是為什麼轉盤底部必須裝上磁簧管的原因。

玩具馬達有碳刷和電樞做電流的規律通路和斷路，碳刷和電樞接觸的時間點可以改變轉速和扭力又稱為磁進角，轉不停陀螺是作運用磁簧管控制電流的斷續，以陀螺的磁鐵和漆包線的線圈位置改變磁進角控制速度。

陀螺中的磁鐵在旋轉時，磁場的改變可以讓磁簧管一關一開的變化，造成電流一下通路、一下不通，因此漆包線電磁鐵也會一下有磁場、一下沒有磁場，所以只會有排斥力或者吸引力。

而磁力到底是保持互相吸引或是互相排斥？此與強力磁鐵放置的方向、旋轉方向以及電流方向都有關係。在製作過程中，不必為這個問題傷腦筋，因為如果陀螺在順時針時無法持續旋轉，則改成逆時針旋轉即可，反之亦然。

1. 漆包線、螺絲製作電磁鐵，電磁鐵與陀螺中的強力磁鐵產生交互作用，讓陀螺獲得動力旋轉不停。
2. 磁簧管和旋轉中的強力磁鐵產生交互作用，磁簧管讓電路產生間歇性的通路、斷路配合製作的電磁鐵驅動陀螺。
3. LED 燈的點滅可以檢測電路的通路、斷路。

三、 活動一：轉不停陀螺

(一)場地需求

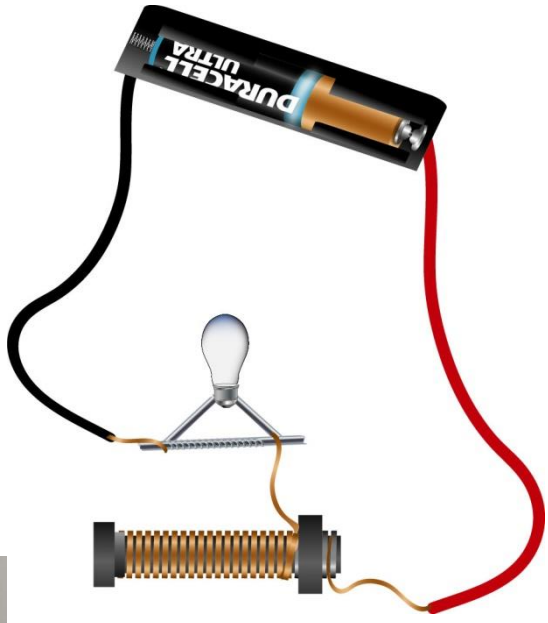
每一組場地使用 1 張長條桌（60 公分 X 180 公分）。

(二)使用器材

如材料總表

(三)**製作說明**

於競賽現場製組「一組轉不停的陀螺」，它基本構造如下圖一。在放置陀螺的轉盤的背面底部有「漆包線電磁鐵」以及「磁簧管」，而陀螺裡面黏貼了一個「強力磁鐵」。(如圖一，線路皆為串聯)



圖一

1 漆包線和電磁鐵(圖二)：將漆包線纏繞在鐵釘上(漆包線長約 300 公分即可)，然後用砂紙將漆包線的頭尾二端刮除去漆（刮除漆的長度約 1～2 公分即可），以便能導電使螺絲成為電磁鐵(圖三)。

圖二

圖三

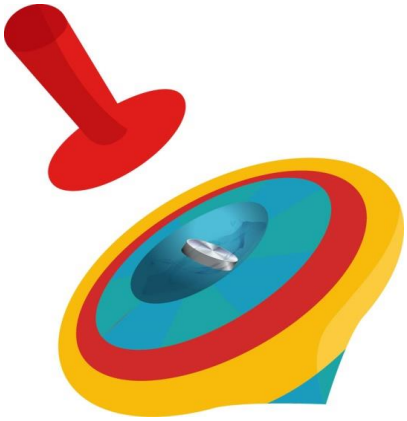
2 磁簧管：這是一種以磁場控制的開關，可隨著磁場的改變而一開一關，電子材料行有販售不同尺寸的磁簧管，自行實驗時建議購買 AT 值較小(約 15-30)本體長度約 2.8 公分（不含接線端）的磁簧管。

3 塑膠湯匙：上述的「漆包線電磁鐵」以及「磁簧管」要黏貼在陀螺的塑膠湯匙的背面底部（用膠帶或熱熔膠皆可）。以便讓陀螺落在凹面的範圍內轉動，不讓陀螺四處游走。換言之；陀螺必須保持在塑膠湯匙底部的磁簧管、漆包線電磁鐵的上方。在製作過程，建議上述步驟要一步一步確認無誤，避免全部組裝完成後才試驗能否成功。

4 陀螺：這是自行製作過程中較不容易取得的零件，由於陀螺中央需要黏貼一個強力磁鐵（如圖四），因此必須使用一個中空的陀螺（圖四的陀

螺是取自一個小玩具)。另一方面，請特別注意：強力磁鐵擺放的位置，必須讓南北極為水平方向，不可以為垂直方向！

至於強力磁鐵的大小，建議先購買約三種不同的尺寸大小進行試驗，通常強力磁鐵如果太小，會無法轉動；太大則因吸力太強不是無法轉動，就是轉動太激烈跑出凹面而停止。



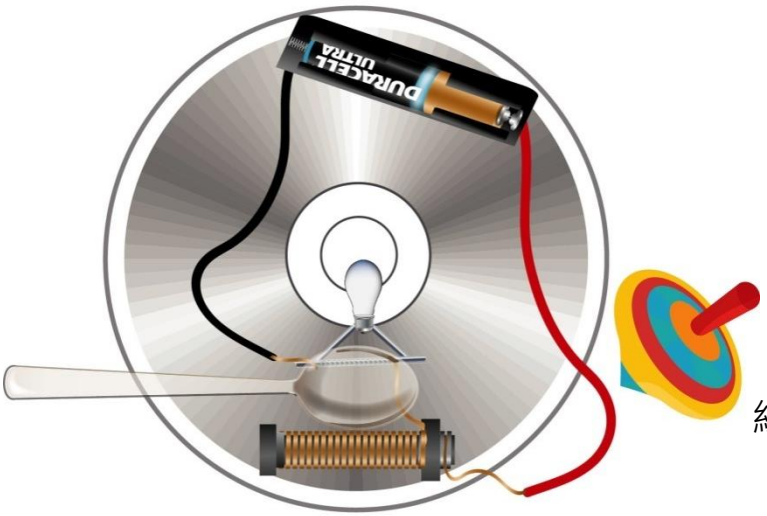
圖四

(四)組裝過程的試驗

1. 漆包線電磁鐵：完成漆包線纏繞螺桿組之後，將漆包線頭尾二端接上電池，查驗能否吸引迴紋針，以確定通電後能產生磁力。
2. 確定能產生磁力之後，再「串聯」磁簧管與電池，並將陀螺尖端靠近磁簧管。通電後慢慢轉動裝有強力磁鐵的陀螺，檢查 LED 是否間斷閃亮(注意：是轉動，不是靠近或遠離)，LED 會閃亮陀螺就可以轉不停。

(五)測試旋轉

製作完成後的測試相當簡易，只要將陀螺在塑膠湯匙中央的凹面輕輕旋轉，陀螺就會加速的旋轉，而且不會停。



組裝完成競賽計分時組件

(六)競賽說明

【比設定轉速最接近 20 轉/秒(1200 轉/分)】

1. 當大會宣佈製作時間結束，請各隊帶著競賽作品到競賽等待區放置，待評審叫號到您們，才到競賽作品檢查區，拿取作品至競賽枱前報到，評審講解完規則後隨即開始宣佈競賽時間開始(活動 1+活動 2 共 10 分鐘)；若參賽隊伍的作品尚未調整好，需現場調整，其調整時間亦算在競賽時間內。
2. 參賽者需自備攝影器材(建議使用快門速度較快的數位相機)拍攝霍爾轉速計顯示的轉速，大會將提供霍爾轉速計，讓參賽者自行測轉
   偵測器就定位後，準備好時，參賽者要跟評分人員說“挑戰”，
   評分人員說“**開始計時**”，隨即進行計時 95 秒三次拍攝，
   參賽選手第一次拍攝時間是 30~35 秒區間
   第二次拍攝時間是 60~65 秒區間
   第三次拍攝時間是 90~95 秒區間
   接近可拍攝的區間秒數時，評審會讀秒，例如 28 秒、29 秒，當到 30 秒時會說“請拍攝”，請參賽者特別注意拍攝區間秒數，若錯過可拍攝秒數，碼錶不會停秒，亦不得重新開始，每一個區間限拍攝 1 張照片，參賽者以這三次拍到的轉速來給分。

(七) 評分標準

霍爾轉速計顯示值	**得分**
1188~1212	100
1188~1176 或 1212~1224	90
1176~1164 或 1224~1236	85
1164~1140 或 1236~1260	80
1140~1116 或 1260~1284	75
1116~1092 或 1284~1308	70
1092~1068 或 1308~1332	65
1068~1044 或 1332~1356	60
1044~1020 或 1356~1380	55
1020 以下或 1380 以上	50

1. 例如測得轉速 1211 轉，則可得 100 分，若測得 1224 恰巧位於兩個得分帶，評審將取其高分(取 90 分)。

2.得分以三次轉速換算成得分後加總，按高低排序，依六等第計分法計分，可得活動一**C** 分數。

四、 活動二：蝦轉節能陀螺

(一)場地需求

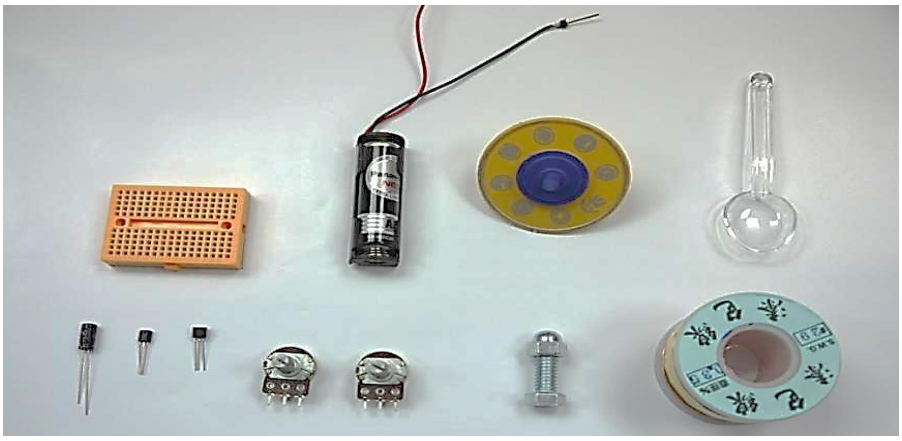
每一組場地使用 1 張長條桌（60 公分 X 180 公分）。

(二)使用器材

如材料總表

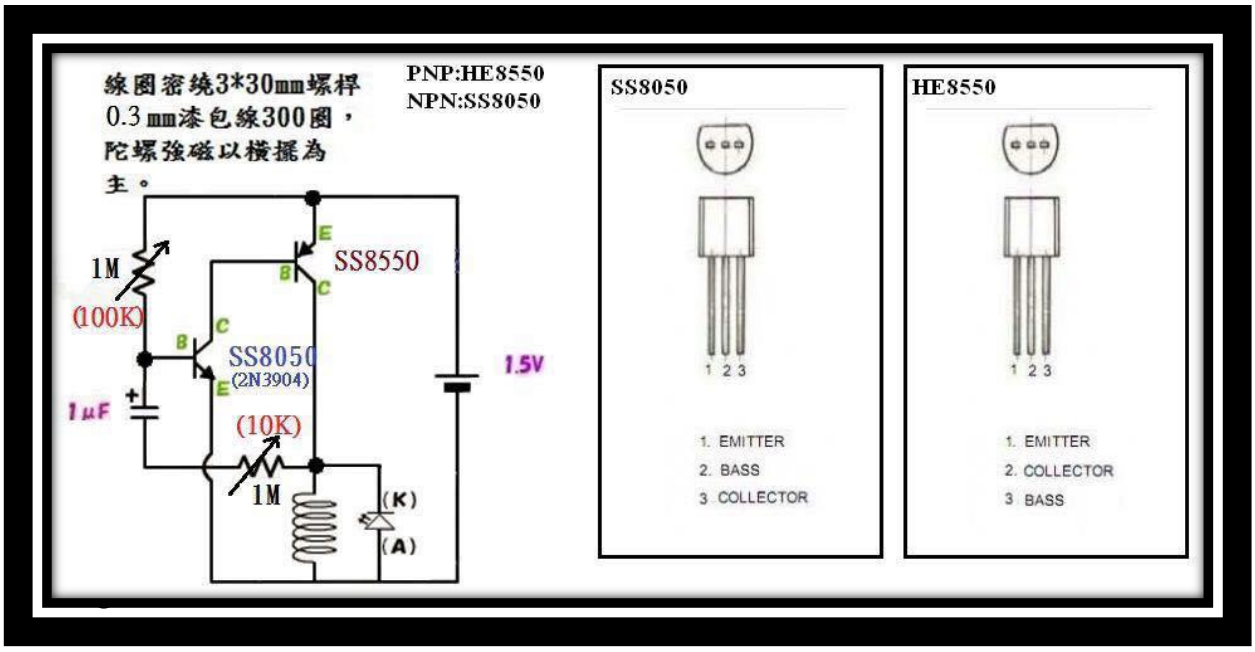
(三) **製作說明**

1、請參考線路圖**於競賽現場，共同製作「一組蝦轉節能陀螺」**，比賽時大會只提供陀螺不提供其他材料，活動二競賽零組件，會用到的材料如下圖七。



圖七

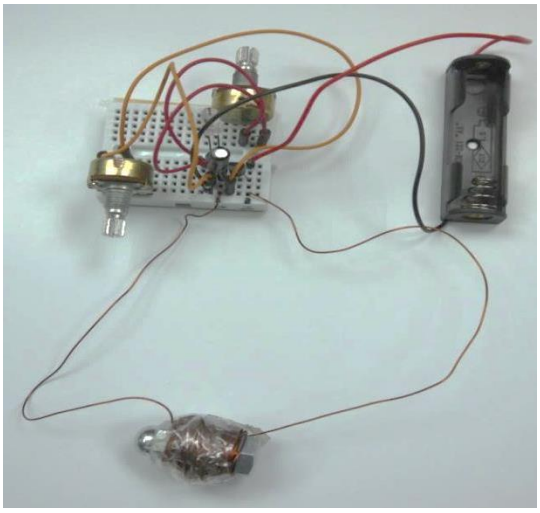
2、電路 如圖八。



圖八

(四)競賽說明

【陀螺為活動一和活動二共用，比活動二時可調整磁鐵數量】



1. 參賽者需自備攝影器材(建議使用快門速度較快的數位相機)拍攝霍爾轉速計顯示的轉速，大會將提供霍爾轉速計，讓參賽者自行測轉，請參賽者將活動二的裝置帶至競賽桌前，由隊長報上“自選轉速 “，調整好可變電阻，電磁鐵的位置，轉動陀螺在塑膠湯匙上將轉速調節到轉速最接近“自選轉速 “，參賽者需向評分者說“挑戰 “，評分者說開始“**開始** “，隨即可以進行拍攝。

   拍攝僅以 1 張為限(1 次)。

   計分方式為拍攝出來的照片和自選轉速相同則為滿分 100 分

   若拍攝轉速和自選轉速有落差，每差 1 轉則扣 1 分

2. 參賽者比完“自選轉速 “，參賽選手將再進行“**大會限定轉速** “，將由隊長抽籤，(可能抽中的轉速區間為 1800~2200 轉)，視您抽得的轉速為多少，例如抽中 1900 轉，參賽者就必需當場調整可變電阻，電磁鐵的位置，轉動陀螺在塑膠湯匙上將轉速調節到轉速最接近“大會限定轉速 “，參賽者需向評分者說“挑戰 “，評分者說開始“**開始** “後 20 秒，即可以進行拍攝。

   拍攝僅以 3 張為限(3 張挑選 1 張)。

   計分方式為拍攝出來的照片和“大會限定轉速 “相同則為滿分 100 分

   若拍攝轉速和轉速有落差，每差 1 轉則扣 1 分。

3. 參賽者可以自行決定先比“自選轉速 “再比“大會限定轉速 “。

(五)評分標準

以「自選轉速」及「大會限定轉速」兩者換算成分數相加總後按高低排序，依六等第計分法計分，可得活動二 d 分數。

五、 評等

比賽完畢，每隊依六等第計分法計分，可得活動一 c 分數、及活動二的 d 分數。

六、 競賽時間：

(一)製作時間:

每一隊製作及測試時間**共 35 分鐘**(不包含活動一及二競賽時間)

(二)評審時間

每一隊，活動一及活動二共 10 分鐘

七、 材料總表

	品名	規格	數量	備註
活動一	陀螺	飛碟尖底型	2 個	大會提供 活動一、活動二可以共用
	漆包線	外徑 0.3mm 長 5m	1 條	自備(此為建議規格)
	螺桿組	鑄鐵螺絲連螺帽 直徑 5mm 長 55mm)	1 組	自備(規格無嚴格限制)
	電池組	3 號電池及電池座	不限	自備(規格無限制) 活動一、活動二可以共用
	磁簧管	20mm*2mm	1 支	自備(規格無嚴格限制)
	強力磁鐵	D10*2mm	2 顆~4 顆	自備(規格無嚴格限制)
	LED 燈	5mm	1 顆	自備(此為建議規格)
	塑膠湯匙	布丁用	1 支	自備(規格無限制)
	麵包板	迷你型 約 34mm*45mm	1 片	自備(大小不拘)
	光碟片	直徑 12cm	1 片	自備(規格無限制)
	單芯電線	0.5 mm 長度不限	2 條	自備(規格無限制)
活動二	陀螺	飛碟尖底型	2 個	大會提供 活動一共用
	漆包線	外徑 0.3mm 長度 20m	1 條	自備(規格無嚴格限制) 可以和活動一共用
	螺桿組	鑄鐵螺絲連帽 直徑 5mm 長 30mm	1 組	自備(規格無限制) 可以和活動一共用
	電池組	3 號電池及電池座	各 1 個	自備 可以將活動一共用做串並聯

	強力磁鐵	D10*2mm		自備(規格無限制) 活動一多的可以移至活動二用
	電晶體	SS8050		自備(此為建議規格)
	LED 燈	5mm		自備(此為建議規格)
	電晶體	SS8550		自備(此為建議規格)
	可調電阻	1M		自備(此為建議規格)
	電容	1Uf (16V~50V 均可)		自備(此為建議規格)
	麵包板	迷你型 約 34mm*45mm		自備 可以和活動一共用
	單芯電線	0.5 mm 長度不限		自備(規格無限制)
自備器材	1.大會不提供電源，線路的連接可以用麵包板(自備)，或扭接加絕緣電工膠布，需要固定的地方可以自備熱熔膠條和打火機。			
	2.三用電表、尖嘴鉗、砂紙、美工刀			
	3.光碟片 1 片，所有的裝置完成後可固定在光碟片上，方便將整組裝置移送評分。			

九、給評分者的建議

(一)檢察事項

1.製作時間，請評分者站在參賽者周圍，檢查參賽者是否依大會規定，現場製作「活動一及活動二」競賽作品，當製作結束，參賽選手除了將作品放在競賽放置區內，未使用的材料及需要用的工具也可以帶在身上

2.材料總表上若有限定材料規格或規定只能用大會提供材料，經發現作品有違規添加必須移除之後才能評分，移除時間包括在評分時間分鐘內(10 分鐘)。

(二)競賽者操作

(1)競賽者拿著「轉不停的陀螺」、「蝦轉節能陀螺」及相關材料、工具至競賽枱前時，評審宣佈完注意事項，隨即開始計時(10 分鐘)，若評審發現違規，例如添加非大會提供的材料於作品上，則需請參賽者移除後才可進行比賽，移除違規添加物的時間，亦不停止計時。

(2)競賽者需等待評分者宣佈完規則，並宣達計時開始(計時 10 分鐘)，隨即可測試陀螺或選擇立即“挑戰”。

(3)評分完畢之後，競賽者必須將競賽作品放置在在競賽等待區區內，不可帶回。

十、給參賽者的建議

(一)請參考“給評分者建議”，確實做到符合各項檢查項目及操作評分時注意事項。

(二)事先勤加練習，試著找出各種可能變因，調整陀螺，找出最佳方案，以及穩定的操作動作。

(三)評分時有先後之分，參賽同學製作的作品，必須具有穩定性，如有影響自行負責。

(四)為求公平與效率,大會測量轉速以霍爾轉速計直接在陀螺底處旋轉處測量，以不接觸陀螺的方式下，隔空精準測量轉速。檢查方式可至本會科學趣味競賽粉絲團觀看。