



富蘭克林馬達

設計老師：游珮均 老師
吳原旭 老師

一、目的

本活動希望藉由富蘭克林馬達，結合萊頓瓶、轉輪接龍裝置，提供一個兼具趣味性與探究性的科學實作競賽，讓參與活動的學子們瞭解相關的科學原理及應用。

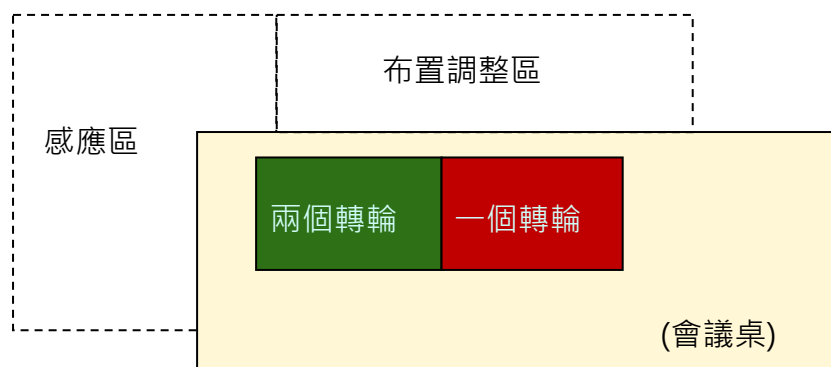
二、原理

富蘭克林馬達中水晶杯會轉動，主要是因為摩擦汽球產生的負電，接近放電旗時負電傳遞至放電旗上，放電旗以尖端放電使得水晶杯上所貼的鋁箔帶負電，進而產生斥力推動水晶杯。當鋁箔轉動至另一側放電旗時，放電旗會因為靜電感應使得正電荷集中在放電旗的尖端，產生吸力加速水晶杯的旋轉。同時電荷傳到放電旗再尖端放電或接地而流失。

三、活動：富蘭克林馬達接龍

（一）場地說明：

活動場地需為少風的室內，作品需放置平坦桌面進行比賽，感應區需放置一張平坦的桌子。選手必須在感應區摩擦及感應。



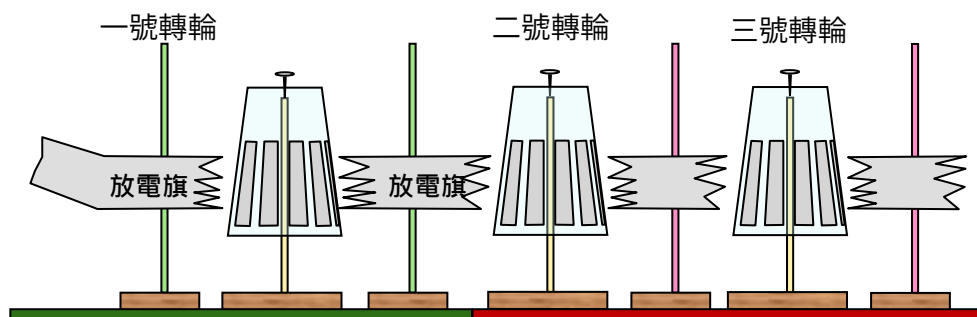
（二）使用材料：

作品需於比賽現場製作，並固定在 A4 規格 PP 板上，材料詳見「材料總表」。

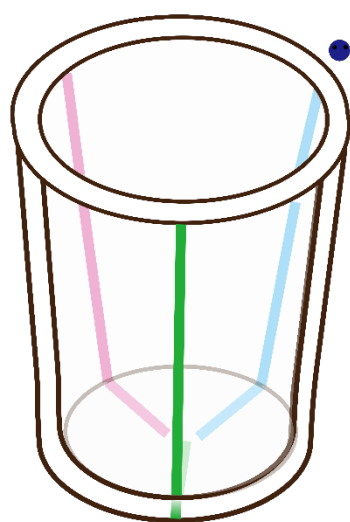
(三) 競賽說明：

1.製作：

各組需在比賽現場限定時間內製作 3 組轉輪(編號一、二、三)及 4 支放電旗，
三號轉輪以油性筆在明顯處畫記號作為判斷轉動之參考。將以上裝置固定於
兩張 PP 板上。如裝置示意圖。



裝置示意圖



請在杯身畫出不同
色的三條線，方便
裁判辨認

- (1) 轉輪製作：在水晶杯杯底部中心刺穿一個洞，以大頭針或圖釘固定作為轉軸，水晶杯周邊貼上數片鋁箔紙。三號轉輪請用三種不同顏色的麥克筆標記，以便於影片中判斷是否持續旋轉。
- (2) 支撐桿製作：以吸管製成，上端可以一小片透明膠帶封口並壓成下凹型，作為轉輪支撐桿。
- (3) 放電旗製作：將鋁箔紙剪成適當形狀大小的鋸齒狀，黏貼在吸管支撐桿上。

2.競賽操作：請全體隊員共操作兩次

- (1)「預備」期間：參賽者串聯轉輪及放電旗，於 40 秒內佈置妥當，連接接地線至用剩餘的鋁箔紙，測試調整。再於 20 秒時間內使每一個轉輪靜止。
- (2)「操作感應」期間：參賽者在感應區內喊出「開始感應」的口令之後以自備的起電布摩擦起電棒，並感應第一支放電旗，使第一支放電旗感應並推動一號轉輪旋轉，再依序感應第二支放電旗，推動二號轉輪旋轉，最終使三號轉輪旋轉。「操作感應」時間限制為 60 秒，於第一個轉輪開始轉動之後 60 秒內停止感應(起電棒不得再靠近放電旗，最後一位感應的隊員把起電棒放置於桌面上才視為操作感應階段結束)。。
- (3)「評分」期間：停止感應後三號轉輪持續轉動至「停止後 3 秒」或「出現倒轉」的時間，為該隊的成績。(若停止少於 3 秒又繼續轉則繼續計時)

(四) 計分方式

1. 依照各隊兩次三號轉輪轉動時間中，轉動秒數較長者進行排序，轉動時間最久者為本項目優勝隊伍。
2. 若出現轉動次數較久該次的秒數相同，則再比較轉動較短該次的秒數。

(五) 注意事項

- 1.防疫期間須注意人與人的安全距離，注意消毒並減少不必要的碰觸。
- 2.起電布與起電棒摩擦必須完全以人力摩擦生電，不得透過任何器具。
- 3.轉輪除了杯底一個洞和外側周邊貼鋁箔並以麥克筆進行標記，不得改裝水晶杯。
- 4.競賽的「預備」期間，參賽者可測試、調整，並於末 20 秒內使每一個轉輪靜止。放電旗、轉輪及起電棒上的靜電可不排除。
- 5.兩片 A4 PP 板必須短邊相接，三個轉輪與四支放電旗必須排在一直線上，起電棒不可超過第一支放電旗直接感應其他裝置。
- 6.靜電必須經由放電旗與「轉動的轉輪」傳遞，若感應期間一號轉輪或二號轉輪停止轉動而三號轉輪卻能持續轉動超過 5 秒，視為作品違例，必須於 30 秒內調整後重測。若仍違例則以 0 秒計。
- 7.60 秒「操作感應」期間，若轉輪或放電旗等裝置掉落，得重新放回並繼續感應；但 60 秒後第三號轉輪若掉落，則停止計時，此時間為該隊活動二的轉動時間。
- 8.參賽者可決定是否接地。若要接地，只能接到製作剩餘的鋁箔上，且必須置於絕緣的桌上。

四、 競賽時間

- (一) 製作時間：製作與測試時間共 30 分鐘
- (二) 操作評分時間：如競賽說明。

五、材料總表：

品名	規格	數量	備註
水晶杯	200ml, PS 材質	3 個	全新，不得事先加工
鋁箔紙	A3(含)以下面積	一張	不得事先加工，於競賽影片「器材」階段須為完整的一張，並置於 PP 板旁邊。
吸管	飲料用，規格不限	數支	製作支撐桿使用
支撐桿固定座	泡棉膠、黏土等，材料不限	數個	支撐桿固定於 PP 板之裝置
PP 板	3mm 厚 A4 尺寸	2 片	
導線	一般絕緣皮導線，可附鱷魚夾	數條	連接裝置接地(接剩餘鋁箔放置於桌面上)
圖釘或大頭針	一般，材料種類不限	數支	穿透並固定於水晶杯底，當轉輪轉軸用
起電布	材料大小不限	3 片	與起電棒摩擦起電用
起電棒	材料大小不限，不得含電源、電子零件及機械結構	3 支	與起電布摩擦起電用
一般文具	剪刀、美工刀、雙面膠、口紅膠、膠帶、尺、油性筆、鑽子、定杯底中心點及等分周長、鋁箔形狀之模板	若干	製作使用

富蘭克林馬達實作競賽影片注意事項

- 一、錄影內容包含「器材」、「製作」、「預備」、「操作感應」、「評分」、「停止評分」六階段，且拍錄過程必須以正常速度一鏡到底，不得剪接、遮蔽、中斷及後製。
- 二、競賽影片各階段說明如下：
 1. **器材**：包含限量指定規格器材及自備器材都必須先整齊擺放桌面，攝影機由近處對準後靜止拍錄約 5 秒鐘完整畫面。
 2. **製作**：參賽者就位後開始製作 30 分鐘(自行計時)，請於開始製作前按下碼表。請注意需在 3 號轉輪用不同顏色麥克筆進行標記。
 3. **預備**：製作時間截止馬上進入 3 分鐘預備時間，將作品(含剩餘鋁箔)及起電棒、起電布等競賽用品留在桌上，其餘物品全部移離桌面置於不妨礙操作之處。並調整裝置、接地、測試並於倒數 20 秒使轉輪靜止，所有參賽者退後)
 4. **操作感應**：如競賽說明，參賽者摩擦起電棒感應第一支放電旗...，60 秒時間截止必須馬上停止操作並退後。
 5. **評分**：轉輪持續輪轉之過程。
 6. **停止評分**：3 號轉輪停止之後 3 秒鐘，或出現倒轉現象。於停止評分後 10 秒停止碼表，結束錄影。
- 三、所有器材、工具皆須出現於起始的鏡頭，使用完畢的工具可移出鏡頭，但不得於攝影途中加入其他器材、工具。
- 四、影片畫面須包含：完整桌面，參賽者、工具、碼表，拍攝角度與畫面請參照實作競賽影片拍攝示意圖。
- 五、碼表建議以免費 APP：Giant Stopwatch、蘋果手機內建碼表。於影片中可以清楚呈現時間即可。碼表在全部拍攝過程都要能拍攝到，以證明拍攝過程之連貫性符合一鏡到底要求。
- 六、製作及操作可於一張桌子或兩張桌子上進行，但周圍都必須清空，且都在鏡頭拍攝範圍內。
- 七、Youtube 影片上傳說明：
 1. 上傳之影片解析度為 1080P(含)以上(1920(W)×1080(H))，橫式拍攝，請注意上傳之後。
 2. 影片觀看權限請設置「不公開」(防止其他隊伍抄襲)。
 3. 影片名稱：「隊伍編號-競賽項目」範例：A10-富蘭克林馬達(隊伍編號由主辦單位另行公告通知)

4. 請於影片說明欄輸入影片時間軸與分段，範例如下，各隊伍請依照實際影片標注時間軸。

範例：

00:00 器材
00:10 製作(標注開始製作之時間點)
30:00 預備(第一次操作)
33:00 操作感應(第一次操作)
34:00 評分(第一次操作)
35:00 預備(第二次操作)
38:00 操作感應(第二次操作)
39:00 評分(第二次操作)
41:00 停止評分

拍攝視角與畫面示意圖

