

鳳行草偃

設計者~~羅芳晁老師

一、目的

磁場內的載流導線會受到磁力作用，所以在鉛直方向的磁場內，水平放入兩根平行金屬裸線做為軌道，並橫跨一根可以自由移動的導線時，只要在導線內通以電流，它就會受到磁力作用，而沿著軌道作加速運動，若將導線加裝車輪，便可設計成為專供鳳凰巡行天下的電磁風火輪車，車行所到之處眾皆信服，故名之曰「鳳行草偃」。

二、原理

取長度為 l 的金屬導線放入強度為 B 的磁場中，通以電流 i ，則 i 沿著 l 的流動方向與磁場 B 的方向成夾角 θ 時，導線將受到大小為 $F=i l B \sin \theta$ 的磁力作用，

在 $\theta = 90^\circ$ 時，磁力 F 與 I 及 B 的方向關係則

如圖 1。這個磁力會使質量 m 的導線產生量

值為 $a = \frac{F}{m} = \frac{i l B}{m}$ 的加速度，故適當控制各種變

因，將會使金屬導線獲得較大的磁力或較高的運動速度，但我們也應該了解這樣的裝置也會產生阻止運動發生的感應電流，此感應電流會隨著運動速度的增加而變大。所以導線除了受到啟動時之推力外，還有摩擦力及作用於感應電流之阻力，考量這些作用力，經過多次實驗，你將會取得最佳組合，方能使導線獲取衝出軌道之高速度或最大推力。

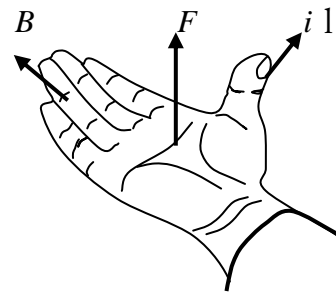


圖 1

三、材料總表

大會提供：

品名	規格	數量	備註
雙面泡棉膠帶	窄的	40cm	
銅導線	直徑約 3mm、長度 75cm	1 條	自行剪成 18cm 長 4 段，做為軌道用
保力龍塊	厚 1.7cm	1 片	可切割成 18cm×10cm 大小兩片
有色珍珠板	厚 0.3cm	1 片	可切割成 18cm×10cm 大小兩片
砂紙		一張	
保力龍球	直徑約 2.9cm	12 顆	
波霸吸管	直徑約 1.2cm	6 支	
強力圓形釹磁鐵	直徑 3.8cm、厚約 3mm	1 片	
鋁製裸導線	長度約 1m、直徑 0.5 cm	1 條	風火輪用
手套	一般，棉質的工作手套	2 雙	賽後大會回收
鱷魚夾導線	一般常見的花線	兩公尺	
電鈴開關		1 個	僅供測試使用
乾電池連接盒		4 個	
1 號乾電池	1.5V	每組 4 個	或選用 6V 密封式可充電蓄電池

自備器材：

1. 保力龍切割器、剪刀、剪線鉗。
2. 活動三創意競賽作品。

四、競賽製作

每隊在 30 分鐘內製作「電磁風火輪」6 個及「軌道裝置」二座。

「電磁風火輪」—用鋁導線、保力龍球製作兩個風火輪，其造型不拘、可自行設計，但不得增添大會供應以外的材料。圖 2 為參考造型。

「銅軌道裝置」—①每隊將大會提供的保力龍板及珍珠板，分別自行切割成 18cm×10cm 大小兩組。

②每組必須在現場用切割好的有色珍珠板來鋪設兩條互相平行的裸銅導線作為軌道。軌道用泡棉膠黏貼固定，其寬度不得超越 10cm。

③參考圖 3，將鋪好軌道的珍珠板挖空一個可以放入釹磁鐵的方形或圓形孔（自行設計），背後貼上泡棉膠再把它固定在保力龍板的底座上即完成軌道裝置。

④軌道底座可自行墊高，但高度不得超越 10 公分。

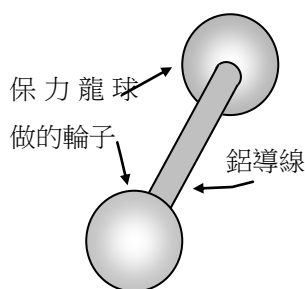


圖 2

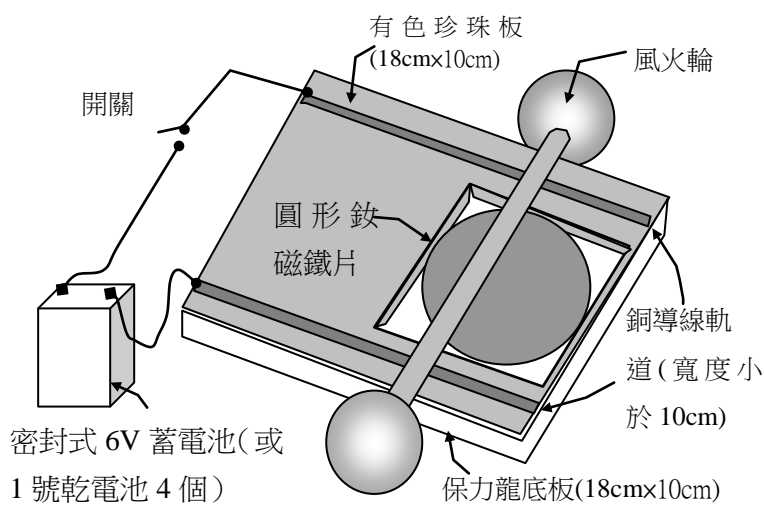


圖 3

五、競賽方式

活動一『電磁風火輪滾遠競賽』

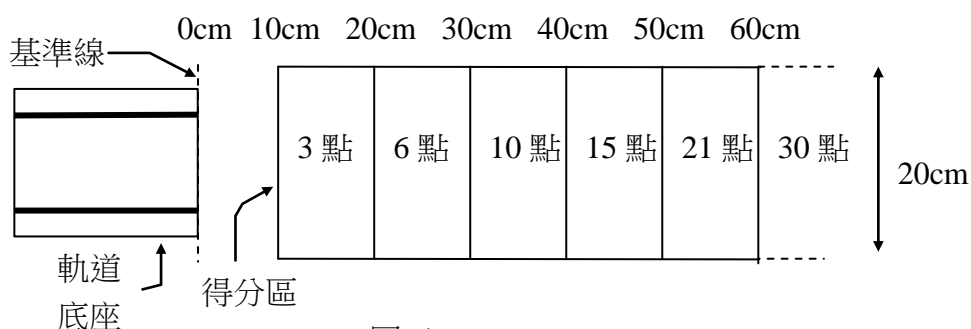
1.器材

大會提供：雙面泡棉膠、銅導線、鋁導線、圓形釹磁鐵片、有色珍珠板、保力龍塊、保力龍球、吸管、鱷魚夾導線、押放電鈴開關、乾電池接線盒、乾電池（或密封式蓄電池）、棉手套、砂紙。

自備：剪線鉗、美工刀、彩繪筆、保力龍切割器。

2.競賽說明

- 【1】競賽場地：得分區場地如圖 4，競賽時，將軌道底座固定好，前端不得超越基準線，且總高度不得超越 10 公分。



- 【2】競賽時間：每隊 6 分鐘。

【3】競賽方式：

- (1) 每隊分成兩組，每組兩人，一人操空風火輪，另一人為助理。兩組須在 6 分鐘內依序使用架好的軌道進行「電磁風火輪滾遠競賽」。
- (2) 每隊叫號後開始計時並進行比賽。第一組射手立即戴上棉質工作手套，並將軌道底座放置在發射基準線上就位，待裁判檢驗軌道水平後，即可放置風火輪作啟動的準備。

- (3) 依裁判指令，才能開始按鈕通電並啟動風火輪，每組共可發射三次，每次應使用不同的風火輪。風火輪落地停止後的所在位置為計點基準。越出得分區範圍時，以出界區的點數扣 2 點計算，壓線無法判斷時，以較小點數之區域計點。
- (4) 第一組發射完成後，緊接進行第二組進行比賽，不必等待裁判指令，但總時間不得超越 6 分鐘，若有逾時，逾時部分不予計點。
- (5) 各隊兩組發射完六個風火輪後，必須將所發射的風火輪撿拾乾淨並取走軌道底座，否則每一件將扣除其所得點數 1 點。
- (6) 全隊各組助理除協助射手外，也應自行觀察得點狀況，若對記錄有異意，應立即提出，事後不受理。

【4】 評分標準：

「電磁風火輪滾遠競賽」是看誰可以藉著磁力的作用讓電磁風火輪能滾得最遠。全隊兩組六個風火輪所得的點數相加即為活動一的總成績。

活動二『清除障礙的風火輪』

1.器材

大會提供：除活動一的所有材料外再增加長度 12 公分的大吸管
6 支作為障礙物。

自備：同活動一、再加美工刀或剪刀一把。

2.競賽說明

【1】 競賽場地：把裝置放置在桌面或地面，能使軌道調整成水平即可。

【2】 競賽時間：每隊 6 分鐘。

【3】 競賽方式：

(1) 每隊分成兩組，每組兩人，一人為操作手，另一人為助理。
等待叫號前，操作手應先戴上棉質工作手套準備。

(2) 每隊叫號後開始計時並進行比賽。第一組立即就位並在基準線
前架好軌道底座，等待裁判檢驗水平及高度，其規定同活動一。

- (3) 競賽開始時，以吸管為障礙物，將它和電磁風火輪分別水平靜止放置在自行指定的位置，等待裁判指令，再啟動電磁風火輪將障礙物推離軌道。
- (4) 吸管障礙物的放置方式，可選擇一次放一支、兩支、三支或四支等四種方式，但放置時吸管必須水平且不得上下重疊。
- (5) 用電磁風火輪清除吸管障礙物時，障礙物全部被推落軌道而風火輪沒有隨之掉落，即算清除成功。
- (5) 每組有三次清除障礙物的機會，但三次障礙選擇放置的方式不得相同。
- (6) 兩組比賽後，必須將所有競賽相關物品撿拾乾淨，否將其所得點數降低一階計點。

【4】 評分標準：

「清除障礙的風火輪」是看，風火輪可以把不同方式放置的障礙物移除來記點。計點共分成四階，如下：

- ①清除一支吸管構成的障礙物時，可得 1 點，為第一階成績。
- ②清除兩支吸管構成的障礙物時，可得 2 點，為第二階成績。
- ③清除三支吸管構成的障礙物時，可得 3 點，為第三階成績。
- ④清除四支吸管構成的障礙物時，可得 4 點，為第四階成績。
- ⑤全隊兩組各選三次清除障礙時，最高階的點數為該組成績，再將
此兩組最高點數相加，即為活動二的總成績。
- ⑥活動二總成績換算為六等第計分之對照表如下：

原始總點數	0，1，2 點	3，4 點	5 點	6 點	7 點	8 點
六等第點數	3 點	6 點	10 點	15 點	21 點	30 點

活動三『創意風火輪』

- (一) 創意作品：凡放在軌道上通電時，可被磁力推動的材料皆可製作電磁風火輪，其形狀可自由設計，但應注意安全性設計，否則不予計分。
- (二) 評選重點：以下各項取 0~6 點的範圍給點數，滿點數為 30 點，但需具備有通電導線在磁場中受電磁力作用者。
- 1.設計的創意性。
 - 2.設計的完美性。
 - 3.設計的趣味性。
 - 4.設計的實用性。
 - 5.設計的安全性。

六、時間

製作時間（含說明及領取材料）：30 分鐘

評審時間：每隊活動一與活動二各 6 分鐘，18 隊共 40 分鐘。

七、總評分

活動一、二分別排序以六等第計分後，兩部分的分數相加即為本項目成績。最高分者若不只一隊則以活動一成績較佳者為第一名，可獲鳳行草優單項冠軍。