

蹦蹦車

設計老師：羅芳晁 老師
 黃仲豪 老師
 李仲庭 老師

一、目的

一般的觀念中常以為車子要靠輪子才能移動，但仔細想一想，我們卻可找到許多沒有輪子也能移動的現象，例如人、牛、馬等有腳的動物；蚯蚓、蛇及子彈、火箭等雖然沒有腳，卻都能依靠牛頓第三運動定律的關係獲得反作用力，再根據牛頓第二運動定律可產生加速度而快速前進。根據這些例證顯示的科學原理，我們可設計一些不必輪子而能跑的蹦蹦車。可讓大家一起來參加富有趣味性與探究性的科學實作競賽，由競賽中體驗與理解科學原理的真義與實用性。

二、原理

所有物體皆有彈性，所謂彈性是物體受力產生形變後又能復原的特性。根據上述關係我們選取以彈性材料為底座的木板裝置；或洗刷地板用的刷子為車體，再裝上電動小馬達，則由馬達之振動可使底座材料或刷毛產生形變，則形變之恢復力可作用於地面，然後其反作用力施於整體裝置，因此用適當的設計造型將可控制作用力的大小及方向，而能使整體以繃跳的方式朝向日標前進。所以製作時造型的對稱性、推動力的大小與方向、震動方式與頻率對運動的影響等因素，都成為可操控的變因，若能根據相關的科學原理作適當的規劃探討，必能找出最佳化的設計、組裝與操作方式，使競賽時獲取令人振奮的佳績。

三、活動一：我的蹦蹦車跑得直又快

(一)場地(由大會統一提供，參賽者無須製作，且競賽期間不得自行調整場地)

在長 180cm 寬 60cm 的水平桌面上依圖 1 所示，布置一競賽得分區的框線。其中 B 區路障寬度 12mm，長度 10cm，厚度為 1 層，D 區路障寬度 18mm，長度 20cm，厚度為 2 層的「晶晶膠帶」，所組成的路障，其位置如圖示。

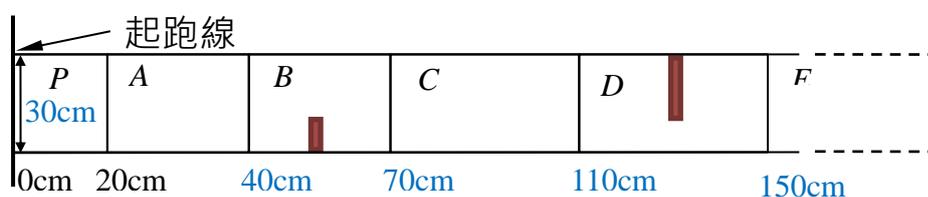


圖 1



(二)使用材料

1. 大會提供(請見材料及工具總表 p.15)
2. 參賽者自備材料(請見材料及工具總表 p.15)
3. 自備工具 (請見材料及工具總表 p.15)

(三)競賽說明

1.操作方式

- (1) 參賽隊伍均需在競賽現場，使用大會提供材料與工具製作 3 組活動一競賽用蹦蹦車 (車之整體重量必須超過 100 克重)，蹦蹦車行進方式僅能以鐵線當腳前進，且不能在鐵線腳上纏繞其它材料；車之造形設計可參考圖 2 或自行設計。其中大會發放的電池接線盒、馬達、3 號電池、鐵線都必需使用在參賽完成品上。振動用的橡皮擦及底座之彈簧腳，均允許自行設計、裁剪與位置之安排，車體配重亦可自選材料。

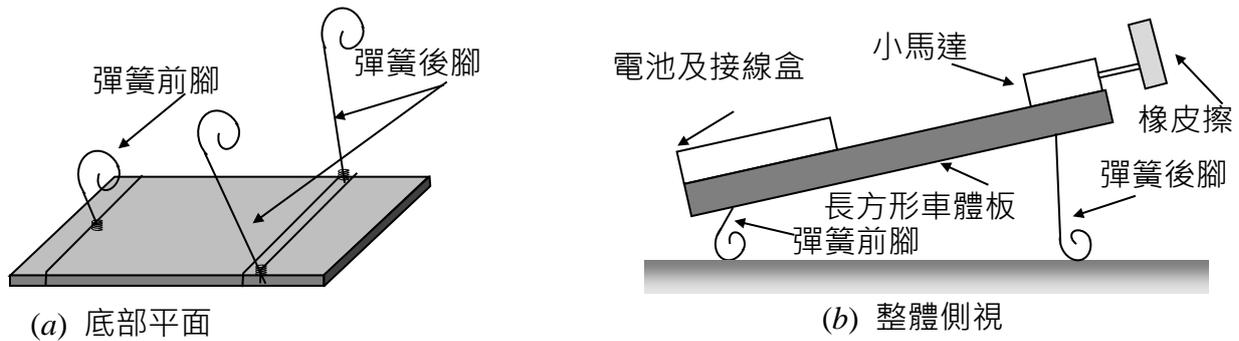


圖 2

- (2) 競賽時，各組組員拿著自己的競賽用蹦蹦車放置於指定位置，然後在等候區內聽候裁判之指揮再輪番上場。上場時，先領取自己的蹦蹦車，再把它放置於圖 1 所示之競賽計分區的起跑線後方，將車頭前緣調整於出發的適當位置，上述程序準備完成後，即可向裁判出聲高喊「完成起跑預備」之口號，接著等待裁判喊出「啟動」之口令後，才可按下電源開關使蹦蹦車向前蹦跳出去。比一比 1 分鐘內車子在框線內前進的距離。(若沒有高喊「完成起跑預備」車輛試跑都不予以計分)。於第一棒操作完成後，依序站在等候區之第二棒、第三棒緊接以相同方式接力進行。本項接力操作只能在 4 分鐘內完成三次循環，作為競賽成績。未能依時完成三次循環者，以已賽成績計入。(請參賽者特別注意，試跑時間是您們的評比 4 分鐘)

2.計分方式

- (1) 競賽時，車在計分區的框線內蹦跳 1 分鐘後，與其地面接觸之車體前端所抵達之區域位置為基準外，再加入下述評審條件，作為每次之得分依據。
- (2) 各計分區之分數依表 1 所列，評審評定標準如下：
 - ①除 E 區以外，均以車最前端抵達所在區域，作為該次得分記錄。
 - ②車最前端抵達位置壓線或難以區分界區時，以較高分數計算。
 - ③競賽者未使用規定裝置或借用他人裝置時，視同違規，成績以 0 分計算。
 - ④起跑時車體任何部分超越起跑線界，或有推送動作，視同違規，成績以 0 分計算。
 - ⑤行進中，車體若有超越得分區框線外時，概以該區之分數計分。
 - ⑥車最前端一旦超越 E 區界線以外，一律以 E 區計分。
 - ⑦競賽期間凡車體出發或行進中，隊員不得觸碰。如在計時 1 分鐘內碰觸車體者，則以碰觸時車體所在之該區分數記入，且須更換下一棒比賽。
 - ⑧競賽中若有結構脫落現象，該次成績以 0 分記入。
 - ⑨當車體有越線出界時，無論左側或右側，均以出界區為計分標準。

表 1

區 號	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	違規
分 數	1	4	8	16	48	96	0

- (3) 每組競賽之總時間共計 4 分鐘，逾時部分不列入計分。
- (4) 每位隊員均需上場參賽，不得頂替，只可以用自己的車輛，違規者成績以 0 分計算。
- (5) 得分記錄如表 2，其中 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} ； R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} ； R_{31} 、 R_{32} 、 R_{33} 分別代表三位隊員各次得分點數。若取 $U_1 = (R_{11} + R_{12} + R_{13})$ ； $U_2 = (R_{21} + R_{22} + R_{23})$ ； $U_3 = (R_{31} + R_{32} + R_{33})$ ，則最後全隊在活動一所得總分 $T_1 = U_1 + U_2 + U_3$ 。
- (6) 將各隊活動一所得總分 T_1 按高低順序排列後，依六等第計分法(見表 4)計分，得活動一之成績。(若活動一總分相同，則以完成該單項總秒數較短隊伍為優勝)

表 2

第一棒	第一次操作	$R_{11} =$	$U_1 = (R_{11} + R_{12} + R_{13})$ =
	第二次操作	$R_{12} =$	
	第三次操作	$R_{13} =$	
第二棒	第一次操作	$R_{21} =$	$U_2 = (R_{21} + R_{22} + R_{23})$ =
	第二次操作	$R_{22} =$	
	第三次操作	$R_{23} =$	
第三棒	第一次操作	$R_{31} =$	$U_3 = (R_{31} + R_{32} + R_{33})$ =
	第二次操作	$R_{32} =$	
	第三次操作	$R_{33} =$	
活動一總分		$T_1 = U_1 + U_2 + U_3 =$	

四、活動二：順著曲線軌道跑動的蹦蹦車

(一)場地(大會統一提供，參賽者無須製作，且競賽期間不得自行調整場地)

在 $60 \times 50 \text{cm}$ 的 *pp* 塑膠瓦楞板上，用魔帶把總長度 100 cm 的 NYLON 材質的尼龍管固定成為蹦蹦車軌道，如圖 3 所示。圖中 *A*、*B*、*C* 為半徑 25cm 之圓周上間隔 90° 的三點，它們僅用魔帶固定，圓弧形塑膠管軌道的位置，又 $SA = 10 \text{cm}$ 。競賽時將已妥善裝置軌道的瓦楞板放在水平桌面上，作為活動場地。

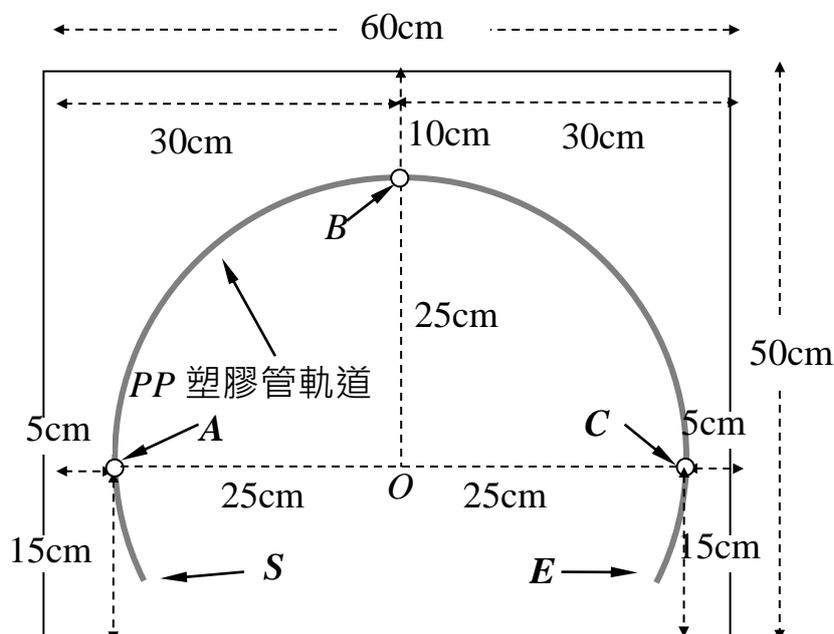


圖 3

(二)使用材料

1. 大會提供(請見材料及工具總表 p.15)
2. 參賽者自備材料(請見材料及工具總表 p15)
3. 自備工具 (請見材料及工具總表 p.15)

(三)競賽說明

1. 操作方式

- (1) 參賽隊伍均需在競賽現場，使用大會提供材料與工具製作 3 組之刷毛需在現場進行裁剪或塑形，**不得事前加工**，其中大會發放的電池接線盒、馬達、3 號電池、塑膠滴管、橡皮筋，都必需使用在參賽完成品上，車之造形設計可參考圖 4 或自行設計，車體配重可自選材料。

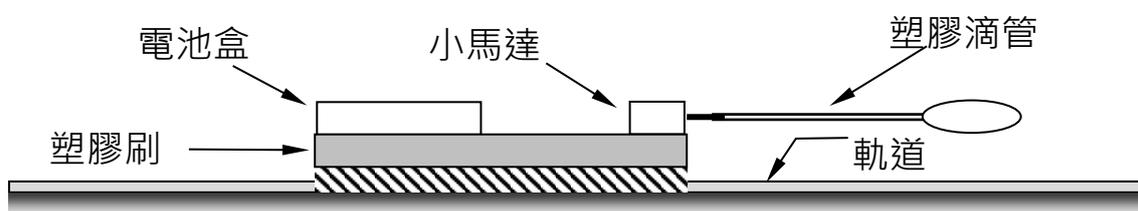


圖 4

- (2) 競賽時，各組組員拿著自己的競賽用蹦蹦車放置於指定位置，然後在等候區內聽候裁判之指揮再輪番上場。上場時，先領取自己的蹦蹦車，再把它放置於圖 3 所示之競賽計分區的起跑點 A 後方的 SA 段軌道上 (請參賽者特別注意，刷毛必須壓在 SA 段上)，將車頭前緣調整於出發的適當位置，上述程序準備完成後，即可向裁判出聲高喊「完成起跑預備」之口號，接著等待裁判喊出「啟動」之口令後，才可按下電源開關使蹦蹦車向前蹦蹦出去(若沒有高喊「完成起跑預備」車輛試跑都不予以計分)。比一比車子沿軌道跑完全程所需的時間。於第一棒操作完成後，依序站在等候區之第二棒、第三棒緊接以相同方式接力進行。本項接力操作只能在 4 分鐘內完成三次循環，作為競賽成績。未能依時完成三次循環者，以已賽成績計入。(請參賽者特別注意，試跑時間是您們的評比 4 分鐘)

2. 計分方式

- (1) 每組競賽之總時間共計 4 分鐘，逾時部分不列入計分。
- (2) 每位隊員均需使用自己的競賽用蹦蹦車上場參賽，不得頂替或借用他人車子，違規者成績以 0 分計算。
- (3) 以車子的重量 w 克重與車子跑完軌道全程時間的秒數 t 作為得分依據，其計算遵循下述規則：
 - ① 競賽指令未下而提前起跑者，以 0 分計算。

- ② 競賽計時停止後未跑完全程者，該次以 0 分計算。
 - ③ 競賽計時內，用手或其他工具之觸碰軌道裝置或車體者，該次以 0 分計算。但觸碰原因非手部刻意所致者，該次成績照算。
 - ④ 用車子的重量 w 平方除以跑完軌道全程時間的秒數 t ，作為該次之得分成績 N 。
 - ⑤ 車體經大會測量重量後，直到競賽結束前，恕不得調整車體變更其重量，違者該次成績以 0 分記入。
 - ⑥ 競賽中若有結構脫落現象，該次成績以 0 分記入。
- (4) 得分記錄如表 3，其中 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} ； N_{21} 、 N_{22} 、 N_{23} ； N_{31} 、 N_{32} 、 N_{33} 分別代表三位隊員各次之成績值。今若取 $V_1 = (N_{11} + N_{12} + N_{13})$ ； $V_2 = (N_{21} + N_{22} + N_{23})$ ； $V_3 = (N_{31} + N_{32} + N_{33})$ ，則最後全隊在活動二所得之總分即為 $T_2 = (V_1 + V_2 + V_3)$ 。
- (5) 將各隊活動二所得總分 T_2 按高低順序排列後，依六等第計分法（見表 4）計分，得活動二之成績。

表 3

第一棒	第一次操作	$t_{11} =$	$N_{11} = w_1^2 \div t_{11} =$	$V_1 = (N_{11} + N_{12} + N_{13})$ =
	第二次操作	$t_{12} =$	$N_{12} = w_1^2 \div t_{12} =$	
	第三次操作	$t_{13} =$	$N_{13} = w_1^2 \div t_{13} =$	
第二棒	第一次操作	$t_{21} =$	$N_{21} = w_2^2 \div t_{21} =$	$V_2 = (N_{21} + N_{22} + N_{23})$ =
	第二次操作	$t_{22} =$	$N_{22} = w_2^2 \div t_{22} =$	
	第三次操作	$t_{23} =$	$N_{23} = w_2^2 \div t_{23} =$	
第三棒	第一次操作	$t_{31} =$	$N_{31} = w_3^2 \div t_{31} =$	$V_3 = (N_{31} + N_{32} + N_{33})$ =
	第二次操作	$t_{32} =$	$N_{32} = w_3^2 \div t_{32} =$	
	第三次操作	$t_{33} =$	$N_{33} = w_3^2 \div t_{33} =$	
活動二總分		$T_2 = (V_1 + V_2 + V_3) =$		

五、競賽時間

- (一) 製作：競賽製作與測試時間（含說明及領取材料）共 30 分鐘
- (二) 評比：每組活動一 4 分鐘，活動二 4 分鐘。
- (三) 評審：

表 4：六等第計分法

名次	一	二	三	四	五	六
隊數	1	2	3	4	5	其它
得分	30	21	15	12	9	6

六、給評分者的建議

(一) 檢查事項

1. 活動一

- (1) 檢查材料是否變造或非大會所規定的規格。
- (2) 檢查組裝零件是否「沒使用大會公發」的材料。
- (3) 檢查參賽成品是否現場製作。

2. 活動二

- (1) 檢查材料是否變造或非大會所規定的規格。
- (2) 檢查組裝零件是否「沒使用大會公發」的材料。
- (3) 檢查參賽成品是否現場製作。

3. 檢查未通過者，請在該隊分配的競賽時間內自行設法修正，否則取消該項目未通過者的參賽資格。

(二) 學生操作

1. 比賽活動一時

- (1) 蹦蹦車出發時應位於起跑線內，且應注意是否有推送的行為，條件不符者視同違規，且該次以零分記入。
- (2) 每一次違規時裁判需向參賽者做明確的口頭宣告。

2. 比賽活動二時

- (1) 競賽時不得有觸碰車體、軌道或震動瓦楞板面的動作，違規者該次以零分記入。
- (2) 每一次違規時裁判需向參賽者做明確的口頭宣告。

(三) 節省時間：活動一與活動二的評審要同時進行。

七、給競賽者的建議

- (一) 請參考「給評分者的建議」，確實做到符合各檢查項目及操作時應注意事項。
- (二) 活動一與活動二的器材均容易取得 (若無法取得，請洽遠哲科學教育基金會高振翔先生，電話02-2363-3118#14)，因此可以在家事先勤加演練，方能在競賽時獲取佳績。

八、材料及工具總表

名稱	品名	規格	數量	備註	
活動一	玩具小馬達	一般 (玩具店有售)	1 個/人	大會提供	
	2 入 3 號電池接線盒	一般 (玩具店有售)	1 組/人		
	20 # 鉛線 (鐵線鍍鋅)	數量 : 21 圈 \pm 0.5 ; 重量 : 39.5g \pm 0.5 (五金行有售)	1 包/組		
	碳鋅乾電池 (國際牌)	3 號	2 個/人		
	活動一	長方形板 (材質自選)	材質自選、厚度自選 長、寬必需符合 12 \times 6cm	1 片/人	組員自備
		配重物	自選規格不限	自行決定	
		橡皮擦	自選規定不限	1 個/人	
		泡棉膠帶 (活動一、二共用)	寬約 2.4cm	每組 1 捲	
		快乾膠、電子秤	自選 (活動一、二共用)	自行決定	
電線膠布		自選 (活動一、二共用)	1 捲/組		
	尖嘴鉗、銼刀、美工刀、 剪刀、直尺、切割墊	自選 (活動一、二共用)	自行決定		
活動二	玩具小馬達	(玩具店有售)	1 個/人	大會提供	
	2 入 3 號電池接線盒	(玩具店有售)	1 組/人		
	塑膠滴管	3.0ml	1 支/人		
	碳鋅乾電池 (國際牌)	3 號	2 個/人		
	橡皮筋	直徑 5cm	6 條/人		
	活動二	洗衣用塑膠刷 (種類自選)	長寬最少為 10cm 及 4cm	1 塊/人	組員自備
		配重物	自選規格不限	自行決定	
		泡棉膠帶 (活動一、二共用)	寬約 2.4cm	每組 1 捲	
		快乾膠	自選 (活動一、二共用)	自行決定	
		電線膠布	自選 (活動一、二共用)	1 捲/組	
	尖嘴鉗、挫刀、美工刀、 剪刀、直尺、切割墊。	自選 (活動一、二共用)	自行決定		
活動一場地		如圖 1		大會準備	
活動二場地		如圖 3			