

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：磁浮列車飛得快

關 鍵 詞：

編 號：080123

學校名稱：

臺東縣臺東市卑南國民小學

作者姓名：

賴汶渝、黃 薇、侯育辰、田祐榕

指導老師：

林長天、劉廉玉



名稱：磁浮列車飛得快

壹、研究動機

有一次，我在家中看電視時，剛好轉台到日本的電視台。它正巧在報導「遊日本東京系列」，內容是有關「磁浮列車」。主持人介紹磁浮列車的製作，還親自上車去體驗。這個影片讓我對磁浮列車的動力感到興趣，好奇它如何靠著磁鐵就可以漂浮、行進，於是我請教學校的老師。

老師請學校裡幾位熱心的家長，我召集幾位對科學有興趣的同學，一起開座談會，討論如何製作磁浮列車的模型，及收集相關的資料。上網查資料時，發現亞洲的中國大陸、日本及德國磁浮列車已經開動。台灣國科會已委託清華大學研究磁浮列車實驗一號。科學讓人類“會飛的汽車”夢想有了希望，我也躍躍欲試，讓我的磁浮列車駛進我的科學夢想。

貳、研究目的

- (一)由磁鐵的「同名極相斥，異名極相吸」的道理，設計有趣的科學玩具列車及軌道。
- (二)由列車的製作過程中，學習「控制變因」及「操作變因」。
- (三)在研究、操作過程中，學習溝通、大膽假設、小心求證。
- (四)在 失敗 修正 再修正 的過程中，磨練自己的耐心，培養細心的做事態度。

參、文獻探討

經由網站、圖書館及電視節目(D I S C O V E R Y及科學新知頻道)的資料蒐集，我們獲得下列訊息：

- (一)金鷹王網站中提及利用線圈通電能產生磁力原理而相吸引，使車身懸浮避免與地面接觸。並在車身前一段產生吸力，吸引車身前進，而達到高速運動。
- (二)小博士教室(28)物理篇(4)，有關「磁鐵、磁場、電磁感應」中提到超導磁懸浮，應用於磁浮列車及火箭發射系統。
- (三)「磁的特性」及「磁鐵」兩書中，了解磁的特性、磁力強弱及磁力玩具設計。

肆、研究設備器材

磁鐵（長：4 公分，寬：1 公分，高：0.7 公分）-----800 顆

（圓形）-----30 顆

木頭。木壓條。保麗龍。投影片。小鐵釘。厚紙板。

電子磅秤(單位: 1 公克，無條件進位法)。電子錶（單位：秒）

10 元硬幣(重 2 公克)。1 元硬幣(重 1 公克)

伍、研究過程

{ 活動一 } 蒐集及評比市面上可買到的常見的磁鐵。

（一）目的：找到適合做磁浮列車的磁鐵

（二）說明：

1．表格一：各型磁鐵的評比。

測試項目 磁鐵形狀	磁鐵長度 (直徑)	磁力均一性	尺寸均一性
圓形	2.5 cm	優	優
長 條 形	5.5 cm	可	可
	4 cm	優	優

備註：(1)各形磁鐵的評比分為：優、可、差

優：任意挑選十個磁鐵，幾乎無差異。

可 任意挑選十個磁鐵，一至三個有差異。

差 任意挑選十個磁鐵，四個以上差異極大。

(2)「磁力均一性」的測量，先試作以翻滾磁鐵可吸引多少迴紋針為標準，結果每次數量差異大。決定改以舉高磁鐵看 S 極（或 N 極）可以吸多少迴紋針為基準。

(3)「尺寸均一性」的測量。試作長條形 5.5cm 的磁鐵，平均每十個就有一至二個誤差，差值為 0.2cm。其他磁鐵的均一性大致相同，屬優級。

2．表格二：尋找適合運用在磁浮列車及軌道上的磁鐵。

測試項目 磁鐵種類	磁 力	穩 定 性
圓形 2.5cm	磁 力 不 均 一 不 能 漂 浮	不 易 固 定 不 能 漂 浮
長條形 4 cm	S 極，N 極 極 性 均 一	可

備註：(1)圓形磁鐵軌道，車子在行進時，停停走走極不穩定，且不能漂浮，並不適合做磁浮列車。

(2)長條形磁鐵軌道，車子滑行很平穩，最後決定用長條形磁鐵。

(一) 表格三： 車軌磁鐵購買時間的影響(以長形磁鐵 4 CM 試作)

測試項目	穩 定 性	漂 浮 高 度
購買時間		
不同時購買	差	略 有 差 異
同時購買	優	一 致

備註： 磁鐵不同的出廠時間，磁力大小不同，排在軌道上，也會影響磁力線，而同一批出廠時間的磁鐵，吸引小鐵釘形成的磁力線較均一，車子在軌道滑行很穩定，易於滑行。

(三)討論:

決定使用同一廠牌，同一時間出廠的長條形 4 公分磁鐵，不但在排列上方便，而且穩定性的測試可減少其他的干擾因素。

{ 活動二 }：決定軌道牆形式

(一) 目的： 找到適合磁浮列車滑行的軌道牆。

(二) 說明：

表格四

測試項目	穩 定 度	漂 浮 高 度
軌道牆材質		
一層紙 (高 2.7CM)	差，不穩定，易翻車	1.1CM (偏得很嚴重)
多層紙 (高 2.7CM)	佳，但會偏，因為軌道牆會變形	1.2CM (有一點偏)
二層木條加紙 (高 1.8CM)	差，很容易翻車	無法飄浮
三層木條加紙 (高 2.7CM)	優，可正常行走	(二) 6CM 飄浮高度穩定

(三) 備註(1)紙張的厚度，會影響車子行走穩定度和飄浮高度。一層紙 軌道牆因為紙過軟，所以車子行走時會左右搖晃、不穩定。多層紙軌道牆因為紙張又厚又硬，所以車子行走要。不過因為紙張黏貼加工不易，造成軌道內側淨距離不易控制在 4 公分。(2)採用木壓條取代厚紙板。二層木條加紙軌道牆，車子行走穩定度差，容易翻車，原因是軌道牆的高度太低，車子易翻覆，而無法飄浮。所以加高木條高度，變成三層木壓條加紙軌道牆，車子行走穩定度優，可正常行走，飄浮高度穩定。

(四) 討論:

磁浮列車軌道牆，具有導引列車行進方向的功能。依測試結果：三層木壓條加紙(高 2.7 公分)的軌道牆，最能適當的引導磁浮列車的行進，而不會造成翻覆。

{活動三} :決定車軌磁鐵排列方式：

(五) 目的:決定車軌中何種磁鐵排列方式最適合磁浮列車滑行

(六) 說明：

表格五

測試項目 車軌磁鐵排列								穩 定 性	飄 浮 高 度
同極排列								優，可正常行走	1.6 CM 飄浮高度穩定。
N	N	N	N	N	N	N	N		
S	S	S	S	S	S	S	S		
交叉排列								很 差	無 法 測 量
N	N	S	N	N	S	N	N		
S	S	N	S	S	N	S	S		

備註： 車軌磁鐵同極排列時，磁浮列車可正常行走，飄浮高度穩定。

車軌磁鐵交叉排列時，車子走走停停，列車下磁鐵易與軌道磁鐵相吸附。

(七) 討論：

軌道磁鐵決定採同極排列方式。以利於採取同一規格的軌道，來做不同設計的磁浮列車行駛比賽

{活動四} 決定磁浮列車磁鐵排列形式;

(一) 目的：找到適合磁浮列車滑行的列車磁鐵排列方式。

(二) 說明:

1. 表格六

測試項目 列車磁鐵排列 長 4cm 寬 4 c m					單 軌			雙 軌		
					穩定性	車行速度	飄浮高度	穩定性	車行速度	飄浮高度
					差	優	優 高 1.5CM	差	優	全段浮 1.3CM
N	N	N	N	S						
					無法穩定	無	無法飄浮			
S	N	N	S	N						

備註： 列車磁鐵同極排列的滑行速度快，但易翻覆，此因斥力太強的緣故。

2.表格七

測試項目 列車磁鐵排列 長 5 CM 寬 4 C M						單 軌			雙 軌		
						穩定性	車行速度	飄浮高度	穩定性	車行速度	飄浮高度
排列 1	N	N	N	N	N	無法穩定	無	不能飄浮			
	S	S	S	S	S						
排列 2						優	優	優 高 1CM	優	快	全段都浮 0.9CM
	N	N	S	N	N						
	S	S	N	S	S						
排列 3						無法穩定	無	不能飄浮			
	N	S	N	S	N						
	S	N	S	N	S						
排列 4						無法穩定	無	不能飄浮			
	S	S	N	N	S						
	N	N	S	S	N						
排列 5	N	S	S	S	N	無法穩定	無	不能飄浮			
	S	N	N	N	S						

備註： 斥力強弱與車子重量的輕重，有極大的關係。當車子重量固定後，就必須調整斥力強弱，經由測試後，以下的排列方式，斥力最適當

(八) 表格八

<div> <div>測試項目</div> <div>列車磁鐵排列</div> <div>長 6 CM 寬 4 C M</div> </div>							單 軌			雙軌 (總長度 16.8 CM 軌道中距 6.5CM)		
							穩定性	車行速度	飄浮高度	穩定性	車行速度	飄浮高度
排列 1	N	N	N	N	N	N	差	優	優 1.2CM	差	優	全段都浮 1.2CM
排列 2	<div> <div>S</div> <div>N</div> <div>N</div> <div>N</div> <div>N</div> <div>S</div> </div> <div> <div>N</div> <div>S</div> <div>S</div> <div>S</div> <div>S</div> <div>N</div> </div>						無法穩定	無	不能飄浮			
排列 3	<div> <div>N</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>N</div> </div> <div> <div>S</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>S</div> </div>						優	可	0.1CM	優	可	0.1CM
排列 4	<div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> </div> <div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> </div>						無法穩定	無	不能飄浮			
排列 5	<div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>N</div> </div> <div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> <div>S</div> <div>N</div> <div>S</div> </div>						優	可	0.1CM	優	可	0.1CM

備註:偶數磁鐵的排列，因需顧慮對稱性安排，故不易調整到最佳的重量 / 斥力組合。可採用排列 3 及 排列 5 的磁浮列車，但車體重量宜輕，則車行速度可變成優。

4 表格九

測試項目 列車磁鐵排列 長 7 CM 寬 4 C M		單 軌			雙軌 (總長度 16.8 CM 軌道中距 6.5CM)		
		穩定性	車行速度	飄浮高度	穩定性	車行速度	飄浮高度
排列 1		可	優	優 1.5CM	可	優	全段都浮 1.4CM
	N N N N N N N S S S S S S S						
排列 2		優	優	1CM	優	優	0.7CM
	N N N S N N N S S S N S S S						
排列 3		優	優	0.3CM	優	可	0.3CM
	N S N N N S N S N S S S N S						
排列 4		優	優	0.3CM	優	可	0.3CM
	N N S N S N N S S N S N S S						
排列 5		無法穩定	無	不能飄浮			
	N S N S N S N S N S N S N S						
排列 6		無法穩定	無	不能飄浮			
	N S S N S S N S N N S N N S						

備註:雙軌排列時，排列 1 的磁浮車穩定度尚可，有時車子易翻覆。排列 3 及排列 4 的行車速度尚可，可減輕車體重量以提高行車的順暢性。以排列 2 的磁浮車表現最佳。

5 表格十

測試項目 列車磁鐵排列 長 8CM 寬 4 C M		單 軌			雙軌 (總長度 16.8 CM 軌道中距 6.5CM)																		
		穩定性	車行速度	飄浮高度	穩定性	車行速度	飄浮高度																
排列 1	<table> <tr><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td></tr> </table>	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	可	優	優 1.4CM	可	優	全段都浮 1.5CM
N	N	N	N	N	N	N	N																
S	S	S	S	S	S	S	S																
排列 2	<table> <tr><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td></tr> </table>	N	N	N	S	S	N	N	N	S	S	S	N	N	S	S	S	優	可	0.4CM	優	可	0.1CM
N	N	N	S	S	N	N	N																
S	S	S	N	N	S	S	S																
排列 3	<table> <tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr> </table>	N	N	S	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	N	S	S	優	可	0.4CM	優	無	不能漂浮
N	N	S	N	N	S	N	N																
S	S	N	S	S	N	S	S																
排列 4	<table> <tr><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td></tr> </table>	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N	N	S	N	S	無法穩定	無	不能飄浮			
N	S	N	S	S	N	S	N																
S	N	S	N	N	S	N	S																
排列 5	<table> <tr><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td></tr> </table>	N	S	S	N	N	S	S	N	S	N	N	S	S	N	N	S	無法穩定	無	不能飄浮			
N	S	S	N	N	S	S	N																
S	N	N	S	S	N	N	S																
排列 6	<table> <tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr> <tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr> </table>	S	S	N	N	N	N	S	S	N	N	S	S	S	S	N	N	無法穩定	無	不能飄浮			
S	S	N	N	N	N	S	S																
N	N	S	S	S	S	N	N																
排列 7	<table> <tr><td>S</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td></tr> <tr><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>N</td></tr> </table>	S	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	無法穩定	無	一邊高 1CM 一邊被吸 住			
S	N	N	N	N	N	N	S																
N	S	S	S	S	S	S	N																

備註:排列 1 的磁浮車受到的斥力太強,須加重車體重量。排列 2 及排列 3 的車子則須減輕車體重量以提高行車的順暢性。

(三) 討論:

1. 車體重量和磁鐵斥力關係密切。當磁鐵斥力過大,則須加重車體重量,以維持適當穩定性;反之亦然。
2. 磁浮列車的磁鐵數量以單數的排列方式較佳,例如:長 5 公分列車(表格七)及長 7 公分列車(表格九)。長 6 公分列車(表格八)表現亦不錯。

陸、研究結果：

- (一) 針對以上階段的研究設計磁浮列車，並舉行比賽。藉由不同的材質、重量，及磁鐵排列來設計不同的磁浮列車，以了解行車速度及穩定性。並將軌道磁鐵全部以同極相鄰排列，以減少變因。比賽結果作成下表：
(編號 1 至 6 車為可載重車，其餘則無法載重。)

磁浮車情況					行 車 結 果																		
編號	長寬高 (公分)	車子 淨重 (公克)	材質及 磁鐵排列	載重 公克	飄浮 高度 公分	爬 坡	車行 距離 公分 (1)	花費 時間 (秒) (2)	車行 速度 公分(1) 秒 (2)														
1	長: 4	16	塑膠製品	0	0.3	失敗																	
	寬: 4		<table><tr><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N	S	N	N	S	N	S	S	2	傾斜	失敗									
	N		S	N	N																		
S	N	S	S																				
高 : 4.1	<table><tr><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	N	S	S	4	傾斜	失敗															
S	N	S	S																				
2	長: 5	16	壓木條	0	1.1	成功	116	1 秒 83	63.39														
	寬: 4		<table><tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	2	1.0	成功	177	1 秒 33	133.08				
	N		N	S	N	N																	
S	S	N	S	S																			
高: 2.5	<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	S	4	0.9	失敗														
S	S	N	S	S																			
3	長 5	16	保特瓶塑膠	0	1.4	成功	93	1 秒 76	52.84														
	寬 4		<table><tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	4	1.1	成功	103	1 秒 45	71.03				
	N		N	S	N	N																	
S	S	N	S	S																			
高 2.8	<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	S	8	1.0	成功	186	2 秒 44	76.23											
S	S	N	S	S																			
4	長 5	18	泡棉	0	1.2	失敗																	
	寬 4		<table><tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	4	1.0	成功	154	2 秒 21	69.68				
	N		N	S	N	N																	
	S		S	N	S	S																	
高 5.5	<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	S	8	0.7	成功	140	2 秒 73	51.28											
	S	S	N	S	S																		
<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	S	12	0.5	失敗															
S	S	N	S	S																			
5	長 5	16	紙盒	0	(九) 傾斜	失敗																	
	寬 4		<table><tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N		N	S	N	N	S	S	N	S	S	1	失敗							
	N		N	S		N	N																
S	S	N	S	S																			
高 4.8	<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	S	2	失敗															
S	S	N	S	S																			
6	長 7	24	泡棉	0	0.8	成功	165	2 秒 71	60.89														
	寬 4		<table><tr><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	N	N	S	N	S	N	N	S	S	N	S	N	S	S	2	0.7	成功	164	2 秒 57	63.81
			N	N	S	N	S	N	N														
	S		S	N	S	N	S	S															
高 4	<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	N	S	S	6	0.6	成功	135	2 秒 06	65.53									
	S	S	N	S	N	S	S																
<table><tr><td>S</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td></tr></table>	S	S	N	S	N	S	S	10	0.4	成功	148	2 秒 16	68.52										
S	S	N	S	N	S	S																	

列 車 情 況				行 車 結 果				
編號	長寬高 (公分)	車子淨重 (公克)	材質及 磁鐵排列	飄浮 高度 公分	爬 坡	車行 距離 (公 分)	花費 時間 (秒)	車行 速度 公分 秒
7	長: 4	20	木頭	1.4	失敗			
	寬 :4		N N N N		失敗			
	高:2.5		S S S S		失敗			
8	長: 5	16	投影片	1.2	失敗			
	寬 4		N N S N N		成功	83	2 秒 48	33.47
	高 0.6		S S N S S		成功	91	1 秒 09	83.49
9	長 5	20	木頭	1.0	成功	103	2 秒 36	43.64
	寬 4		N N S N N		失敗			
	高 2.3		S S N S S		成功	207	2 秒 92	70.89
10	長 6	20	保麗龍	0.3	成功	122	2 秒	70.50
	寬 4		N N S S N N		成功	131	2 秒 05	60.80
	高 3.2		S S N N S S		成功	79	1 秒 01	56.46
11	長 6	20	厚紙板當底	0.6	成功	166	2 秒 51	66.14
	寬 4		N S N N S N		成功	145	2 秒 35	61.70
	高 0.7		S N S S N S		成功	176	2 秒 84	61.97
12	長 6	30	木頭	(十) 1 可滑行	失敗			
	寬 4		N S N N S N		失敗			
	高 2.5		S N S S N S		失敗			
13	長 6	32	木頭	1.3	失敗			
	寬 4		N N N N N N		失敗			
	高 2.5		S S S S S S		成功	93	1 秒 56	59.62
14	長 7	24	保麗龍	0.8	失敗			
	寬 4		N N S N S N N		成功	147	2 秒 18	67.43
	高 0.9		S S N S N S S		成功	173	2 秒 46	70.33
15	長 7	24	投影片	0.8	成功	89	2 秒 43	36.63
	寬 4		N N S N S N N		成功	190	2 秒 77	68.59
	高 0.8		S S N S N S S		成功	92	2 秒 30	40.00
16	長 7	24	保麗龍	0.9	成功	207	2 秒 47	83.81
	寬 4		N N S N S N N		成功	160	2 秒 37	67.51
	高 3		S S N S N S S		成功	147	2 秒 29	64.19

磁浮車情況				行 車 結 果				
編號	長 寬 高 (公分)	車子 淨重 公克	材質及 磁鐵排列	飄浮 高度 公分	爬 坡	車行 距離 (公 分)	花費 時間 (秒)	車行 速度 公分 秒
17	長 7	24	保麗龍	0.9	成功	145	2 秒 2	59.92
	寬 4		失敗					
	高 4		成功		159	2 秒 08	76.44	
18	長 7	24	投影片	0.8	成功	194	3 秒 59	54.04
	寬 4		成功		152	2 秒 92	52.05	
	高 0.9		成功		131	2 秒 44	53.69	
19	長 7	24	保麗龍 + 投影片外殼	0.7	成功	174	2 秒 37	62.87
	寬 4		成功		151	2 秒 11	61.14	
	高 3.3		成功		129	2 秒 09	61.72	
20	長 7	24	保麗龍	0.7	成功	149	2 秒 24	62.95
	寬 4		成功		169	2 秒 17	68.66	
	高 3.1		成功		161	2 秒 72	59.19	
21	長 7	36	木頭	0.3	成功	125	2 秒 15	58.14
	寬 4		成功		131	2 秒 24	58.48	
	高 2.6		成功		132	2 秒 32	56.90	
22	長 8	42	木頭	0.6	失敗			
	寬 4		失敗					
	高 2.5		失敗					
N N S N N S N N S S N S S N S S								

(二) 說明:

- 1.磁浮列車設計比賽，可劃分為四項：爬坡比賽、速度比賽、載重比賽、造型比賽。
- 2.爬坡比賽中，列車須順利行經俯衝軌道、爬坡軌道、滑行軌道，量測其滑行總距離。(非水平距離)。
- 3.速度比賽，列車須順利行經俯衝軌道、爬坡軌道、滑行軌道，量測其滑行距離及時間，換算平均速度。
- 4.載重比賽，列車須順利行經俯衝軌道、爬坡軌道、滑行軌道量測其載重量。

- 5.造型比賽，評比列車外觀設計的創意，但列車須先順利行經俯衝軌道、滑行軌道方可進行造型評比。
- 6.俯衝軌道、爬坡軌道、滑行軌道的排列順序更換，可測試不同難度的比賽。
- 7.競賽分為測試階段及比賽階段。測試階段限三分鐘，以供測試軌道磁鐵斥力，調整列車重量或磁鐵排列方式。比賽階段，每部車有三次機會，採計平均成績來評比。

(三) 討論:

1. 軌道牆的平整度會受磁鐵斥力推擠及磁浮列車的衝撞而變形，影響磁浮列車的滑行。穩固而平整的軌道牆才能客觀評比各種比賽。
2. 車體重量和磁鐵斥力互為因果關係。選手須視軌道狀況適時調整兩者關係，以尋求列車的穩定度及最佳平均成績。

柒、結論

- (一)選擇適合的磁鐵：首要考慮是能否設計為磁浮軌道，使磁浮列車能平穩的飄浮在軌道上。其次是磁力均一性，磁力會受到製造廠商、製造批次(購買時間)不同而有影響。最後考量磁力強弱及磁鐵尺寸均一性。
- (二)磁浮軌道牆，是導引列車行進的重要關鍵。一定高度、厚度的木製軌道牆，具有減弱軌道磁力、穩固導引列車行進而不會翻覆 的功能。
- (三)磁浮軌道的磁鐵排列設計，須考量磁鐵外型(N 極、S 極位置)、磁力 均一性及磁力強弱。圓型磁鐵、單一磁極受力不易使列車平穩。馬蹄型磁鐵，磁力最強，但外型特別不易設計成列車及軌道。長條型磁鐵，採同極排列方式，較易設計及製造軌道。
- (四)磁浮列車的磁鐵排列設計，須考量車體重量、磁鐵斥力及軌道牆高度。當磁鐵斥力太強，則須反置部份列車磁鐵，或增加車體重量，或提高軌道牆高度；反之亦然。
- (五)在一定磁浮軌道條件下，磁浮列車設計須考量車體重量和磁鐵斥力兩個因素，而選手須有現場測試及調整列車設計的能力。
- (六)磁浮列車設計比賽，著重行車穩定度，也就是列車不易翻覆的行車安全性，所以比賽採計平均成績值。

捌、參考資料及其他

- (四) 金鷹王網站，網址: <http://www.eagle-king.com.tw/html/teach.htm>
- (二) 小博士教室(28)物理篇(4)，郭治編著，國際少年村，民國 86 年，105 頁-141 頁。
- (三) 磁的特性，楊大章編著，慧淵出版社，民國 61 年。
- (三) 磁鐵，陳思培著，台灣省政府教育廳，民國 75 年。
- (四) 自然教學指引，牛頓公司(二下)，新學友書局(二上)南一書局(二上)，國立編譯館(二上)，康軒文教公司(二上)(五下)，民國 89 年。