

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081506

無電力磁動車之研究

私立維多利亞國民小學

作者姓名：

小五 劉冠廷 小五 高敏修 小五 林子軒

小五 林士軒 小五 林立穎

指導老師：

蕭宇青 黃峰文

壹、摘要

我們在自然課程電與磁的單元中，看到課本上對磁浮列車的介紹，激起我們的研究動力。在找尋適合的動力源過程中，我們意外發現利用軌道兩旁交錯磁性的磁鐵，可以讓圓形磁鐵滾動；另外，我們更首次發現利用兩邊放置方形磁鐵，會產生強大斥力磁場，並將此裝置命名為「方形加速器」；為了減少摩擦力，在磁軌上加裝透明壓克力板，確實增加磁動車速度。我們抽絲剝繭的找出磁動車的運動原理和增進磁動車的運動速度；了解原來磁輪運動原理來自於磁軌對磁輪產生的『邊際效應』，也知道磁輪大小並不是影響磁輪運動的主要關鍵，而是磁輪的磁力大小影響最大。甚至，最後我們已經發展出磁輪換軌設計雛形。在研究過程我們不斷的思考、試驗、閱讀文獻、修正試驗方法，不斷的和時間賽跑，最後完成研究報告，真的受益匪淺，希望我們的研究成果對未來有所貢獻。

貳、研究動機：

我們在自然課程製作創意磁鐵玩具的過程中，利用磁鐵同性相斥、異性相吸的特性，完成許多特別玩具與實驗，感到非常有趣。尤其，看到課本上對磁浮列車的介紹，更激起我們躍躍欲試的研究動力。我們嘗試了許多方法，也參考歷屆科展關於磁浮列車的研究。發現最難克服的是磁浮車的動力問題，但礙於器材資源的限制，我們無法設計出強力電磁鐵來變化磁鐵磁性，以產生所需的動力；因此，實驗始終停頓在依靠手推力或磁推力讓磁浮車滑行的階段。在尋找適合的動力方式過程中，我們意外發現利用軌道兩旁交錯磁性的磁鐵，可以讓圓形磁鐵滾動；另外，我們更首次發現利用兩邊放置方形磁鐵，會產生強大斥力磁場，我們並將此裝置命名為「方形加速器」。因此，我們決定從無電力的磁動車方向開始研究；找出無電力磁動車的運動原理和無電力磁動車的極限速度。



圖 1.磁浮列車軌道（原始設計）



圖 2. 缺乏強力電磁鐵來變化磁鐵磁性

參、研究目的：

本研究想探討無電力磁動車的運動狀況及相關因素分析。故設計出以下的研究問題，其說明如下：

- 一、 地面棒形軌道（單軌）之磁輪個數對速度之影響
- 二、 地面棒形軌道（雙軌）之磁輪個數對速度之影響
- 三、 減少摩擦力測試（單軌）之磁輪個數對速度之影響
- 四、 減少摩擦力測試（雙軌）之磁輪個數對速度之影響
- 五、 加速器測試（單軌）之磁板個數對速度之影響
- 六、 加速器測試（雙軌）之磁板個數對速度之影響
- 七、 爬波測試（單軌）之磁板個數和斜坡高度之關係
- 八、 爬波測試（雙軌）之磁板個數和斜坡高度之關係



圖 3. 磁鐵磁力強弱分析

肆、研究設備及器材：

棒形磁鐵：

規格（長：3.9 cm、寬：1 cm、高 0.7 cm）

用途（磁動車軌道，增加磁動車穩定性。）

圓形磁鐵：

規格 小磁輪（內直徑：0.5 cm、外直徑：2.4 cm、厚：0.2cm）可吸住 3 個迴紋針

中磁輪（內直徑：0.7 cm、外直徑：2.8 cm、厚：0.25cm）可吸住 2 個迴紋針

大磁輪（內直徑：3.2 cm、外直徑：6 cm、厚：1cm）可吸住 4 個迴紋針

用途（磁動車輪軸，利用磁性原理產生前進的動力。）

方形磁板：

規格（長：3.9 cm、寬：3.9 cm、厚：0.3 cm）

用途（方形加速器，利用磁場產生強大斥力，使磁動車加速。）

透明壓克力板：

規格（長：100 cm、寬：4 cm、厚：0.2 cm）

用途（軌道加工，加裝於棒形磁鐵上端，用以減少摩擦力。）

飛機木：

規格（長：3.9 cm、寬：1 cm、厚：0.5 cm）

用途（斜坡試驗的增高器材，磁動車軌道安裝板面。）

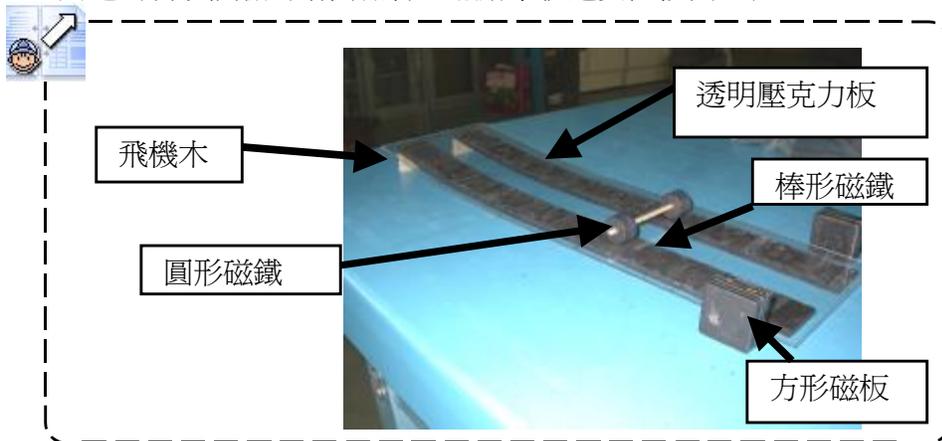


圖 4. 軌道裝置分析

伍、研究過程：

一、磁的特性：

1. 磁極：

- (1) 以細線懸吊的棒形磁鐵轉動後會慢慢停止，此時磁鐵兩端會指在南、北方向上。
- (2) 指向北方的一端叫做磁鐵的指北極或 N 極；指向南方的一端叫做磁鐵的指南極或 S 極。

2. 磁性物質：可以被磁鐵吸引的物體，大都由鐵、鈷、鎳或其合金所構成，故鐵、鈷、鎳為磁性物質。

3. 磁場強度：

- (1) 將磁鐵靠近迴紋針時，磁鐵兩極吸附的迴紋針最多，顯示磁鐵兩極最強，中間部分較弱。
- (2) 磁鐵不需接觸迴紋針，即可對迴紋針產生作用。

4. 磁鐵間的交互作用：

- (1) 兩磁鐵的 N 極（S 極）互相靠近時，會發生互相排斥的作用，即同名磁極會互相排斥。
- (2) 一磁鐵的 N 極靠近另一磁鐵的 S 極時，會發生相互吸引的作用，即異名極會互相吸引。

5. 磁極的存在：

- (1) 正電荷或負電荷可以單獨存在，而磁鐵的 N 極與 S 極卻總是成對的存在。
- (2) 不管以任何的方式將磁鐵折成兩半或數段時，每一段仍然是具有 N 極與 S 極的磁鐵。

6. 暫時磁鐵與永久磁鐵：

- (1) 暫時磁鐵：像鐵釘這樣的物質，當磁鐵移除後，便無法長期保有磁性，稱為軟磁鐵或暫時磁鐵。（此種磁鐵較易被磁化）
- (2) 永久磁鐵：有些物質如鋼釘，磁化後，可長期保有磁性，稱為硬磁鐵或永久磁鐵。（此種材料不易被磁化）

二、磁場的特性：

磁力作用所及的空間稱為磁場。每一塊磁鐵附近都有磁場，磁性物質進入磁場，就會被磁力吸引，並磁化而變成一個磁鐵。磁鐵周圍的磁場強度和方向均不相同。磁力線是用來表示磁場強度與磁力方向的假想曲線。

磁力線作法：

將一小磁針由磁鐵的 N 極出發慢慢的移動繞到 S 極，則磁針的 N 極的指向可以連成一條曲線，該曲線就是磁力線。磁鐵上方舖一張描圖紙，先將磁軌描出，並在紙上均勻撒佈鐵粉，用刷子將鐵粉均勻分布，鐵粉所排列的曲線就是磁力線。



圖 5. 在描圖紙上描上磁軌輪廓



圖 6. 均勻散佈鐵粉



圖 7. 磁軌上鐵粉分布情形

磁場方向：

- (1) 磁力線各點上磁針 N 極的指向
- (2) 小磁針 N 極的受力方向
- (3) 即磁力線指向磁鐵 S 極的方向。
- (4) 單位面積垂直通過的磁力線數稱為磁場強度。
- (5) 磁力線在磁鐵的兩極處最密集，表示該處的磁場最強。
- (6) 每一條磁力線都是封閉的平滑曲線，任意兩條磁力線不會互相交叉。
- (7) 磁力線的方向在磁鐵外部為由 N 極到 S 極，在磁鐵內部為由 S 極到 N 極。即磁鐵的磁力線由 N 極出去，由 S 極進來。
- (8) 磁針靜止時會指向南北方向，即是地球磁場的方向，地磁的方向約是由南方指向北方。
- (9) 磁力線為一假想曲線，實際上並不存在。

三、軌道設計：

根據賴汶淪、黃薇..等（民 90），磁浮列車飛得快的報告書。我們選用 4 cm 長的棒形磁鐵作為磁動車軌道。再利用磁鐵吸引迴紋針的個數，檢測兩端棒形磁鐵的磁極磁力，取磁力相當的棒形磁鐵作為軌道。我們先挑選 N 極和 S 極分別能吸取 3 根迴紋針之棒狀磁鐵數個，以同極排列方式鋪設軌道。

※ 磁輪運動：

測試不同磁輪個數在軌道上的滾動速度，並紀錄相關資料，分析其速度及穩定性。另外減少摩擦力的試驗中，是利用透明壓克力版的光滑表面，及不影響磁力的狀況下設計的（磁力是一種超距力，可穿透物質相互吸引、排斥。）摩擦



圖 8. 單軌測試

力實驗主要是研究磁輪速度與接觸面的關係。

※ 方形加速器：

加速器試驗是在軌道的兩側將上與軌道相吸的方形磁板，利用兩個方形磁板之間所產生的磁場與磁輪異性相斥的原理而設計的。兩方形磁板間所產生的磁場對磁輪產生斥力，磁輪有明顯的加速效果。這是首次發現此項特性，故我們稱之為「方形加速器」。



圖 9. 加速器測試

四、爬坡試驗

爬坡試驗則是在磁軌末端底下加上 0.5cm 的飛機木，不斷加高到 2.5cm 觀察紀錄加速板與坡度之間的關係。

陸、研究結果：

※ 小磁輪實驗研究分析：小磁輪：外直徑 2.4cm，內直徑 0.5cm，厚 0.2cm

一、地面棒形軌道（單軌）之磁輪個數對速度之影響

軌道長度 50cm，外直徑 2.4cm，內直徑 0.5cm，厚 0.2cm

【表一：單軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係】

測量次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
磁輪個數										
1 速度(m/S)	單顆磁輪不穩定，無法測量									
2 速度(m/S)	0.33	0.34	0.35	0.29	0.35	0.25	0.32	0.29	0.24	0.31
3 速度(m/S)	0.32	0.33	0.4	0.29	0.29	0.26	0.32	0.32	0.28	0.31
4 速度(m/S)	0.32	0.33	0.3	0.25	0.26	0.23	0.31	0.24	0.29	0.28
5 速度(m/S)	0.37	0.46	0.47	0.38	0.45	0.42	0.43	0.38	0.51	0.43

【試驗一】實驗結果分析：

由實驗數據可以發現，當磁輪個數增加時，速度也會跟著加快。尤其加到 5 顆磁輪時，速度是最快的。



圖 10. 雙顆磁輪在單軌上

二、地面棒形軌道（雙軌）之磁輪個數對速度之影響

【表二：雙軌各 50CM，測量磁輪個數和速度關係】

測量次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	速度(m/S)	0.41	0.46	0.36	0.31	0.38	0.32	0.34	0.29	0.42	0.37
2	速度(m/S)	0.5	0.47	0.41	0.43	0.41	0.46	0.36	0.38	0.36	0.42
3	速度(m/S)	0.47	0.4	0.36	0.36	0.42	0.33	0.36	0.4	0.4	0.39
4	速度(m/S)	0.31	0.35	0.35	0.38	0.3	0.33	0.33	0.33	0.37	0.34
5	速度(m/S)	0.43	0.34	0.38	0.39	0.38	0.42	0.33	0.34	0.4	0.38

【試驗二】實驗結果分析：

在雙軌實驗中，磁輪個數對速度影響較不明顯。另一方面，雙軌確實可以解決單顆磁輪不穩定現象。



圖 11. 五顆磁輪在雙軌上

三、減少摩擦力測試（單軌）之磁輪個數對速度之影響

【表三：減少摩擦力測試（安裝壓克力板），單軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係】

測量次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	速度(m/S)	單顆磁輪不穩定，無法測量									
2	速度(m/S)										
3	速度(m/S)	0.47	0.44	0.45	0.51	0.44	0.47	0.5	0.53	0.48	0.48
4	速度(m/S)	0.51	0.51	0.51	0.48	0.54	0.52	0.51	0.51	0.5	0.51
5	速度(m/S)	0.54	0.56	0.51	0.52	0.55	0.53	0.51	0.55	0.54	0.53
6	速度(m/S)	0.52	0.44	0.46	0.49	0.5	0.51	0.43	0.44	0.49	0.47
7	速度(m/S)	0.45	0.48	0.45	0.42	0.51	0.41	0.42	0.43	0.45	0.45
8	速度(m/S)	0.48	0.46	0.48	0.44	0.45	0.46	0.42	0.43	0.49	0.46
9	速度(m/S)	0.43	0.44	0.39	0.37	0.38	0.47	0.43	0.47	0.4	0.42
10	速度(m/S)	0.48	0.43	0.39	0.44	0.4	0.43	0.44	0.38	0.48	0.43

【試驗三】實驗結果分析：

安裝壓克力板後，速度明顯加快，相對的穩定性減弱，所以 1 顆和 2 顆磁輪時均無法測量速度。



圖 12. 三顆磁輪在單軌上

四、減少摩擦力測試（雙軌）之磁輪個數對速度之影響

【表四：減少摩擦力測試（安裝壓克力板），雙軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係】

測量次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	速度(m/S)	0.49	0.42	0.43	0.5	0.44	0.39	0.39	0.45	0.46	0.44
2	速度(m/S)	0.48	0.43	0.42	0.52	0.52	0.39	0.5	0.44	0.53	0.47
3	速度(m/S)	0.63	0.63	0.66	0.62	0.52	0.6	0.61	0.56	0.53	0.59
4	速度(m/S)	0.5	0.46	0.42	0.46	0.49	0.51	0.44	0.47	0.45	0.46
5	速度(m/S)	0.42	0.53	0.56	0.43	0.56	0.58	0.46	0.59	0.49	0.51

【試驗四】實驗結果分析：

在減少摩擦力(雙軌)實驗中，不僅增加了速度也增加了穩定性。實驗數據顯示 3 顆磁輪時速度最快，有可能重力影響了速度。

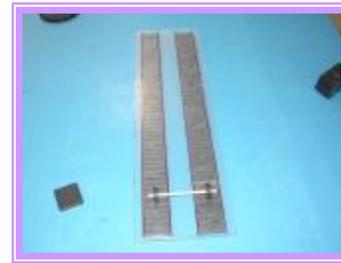


圖 13. 兩顆磁輪在雙軌上

五、 加速器測試（單軌）之磁板個數對速度之影響

【表五：加速器測試，（安裝壓克力板），單軌 50CM，4 顆磁輪測量加裝磁板個數和速度關係】

測量次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	速度(m/S)	0.72	0.74	0.75	0.65	0.78	0.74	0.76	0.75	0.76	0.74
2	速度(m/S)	0.96	0.96	1.02	0.93	0.88	1.09	1.02	0.94	1.02	0.98
3	速度(m/S)	1.16	1.11	1.02	0.98	0.98	1.04	0.94	1.02	1.32	1.06
4	速度(m/S)	1.61	1.47	1.39	1.56	1.61	1.72	1.61	1.67	1.47	1.57
5	速度(m/S)	1.52	0.91	1.22	1.11	0.82	0.49	0.79	0.39	0.76	0.89

【試驗五】實驗結果分析：

安裝加速器後，利用方形磁板對磁輪的斥力關係，追求極限速度，實驗結果顯示，在 4 片磁板時，速度最快，超過 4 片速度減慢，有可能是當磁板對磁輪斥力增強時，磁板間的吸引力也相對增強，造成干擾現象。



圖 14. 加速器在單軌兩旁

六、 加速器測試（雙軌）之磁板個數對速度之影響

【表六：加速器測試，(安裝壓克力版)，雙軌 50CM，4 顆磁輪測量加裝磁板個數和速度關係】

測量次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	速度(m/S)	0.54	0.86	0.8	0.77	0.83	0.74	0.49	0.64	0.67	0.71
2	速度(m/S)	0.89	0.96	1.04	1.06	0.82	0.93	0.98	1.32	1.25	1.03
3	速度(m/S)	1.04	0.96	1.39	1.25	1.79	1.11	1.47	1.72	1.32	1.34
4	速度(m/S)	1.43	1.67	1.85	1.47	1.35	1.61	1.28	1.35	1.32	1.48
5	速度(m/S)	1.47	1.52	1.14	1.72	1.85	1.61	1.67	1.56	1.61	1.57

【試驗六】實驗結果分析：

在雙軌實驗中，磁板越多，速度越快，因為磁板之間的距離拉大，所以在單軌實驗中的干擾現象也減弱了。

根據試驗設計的研究結果發現，在單軌中單顆磁輪極不穩定無法測量。在軌道上加裝壓克力，試圖減少摩擦力的影響，結果單軌安裝壓克力後的速度幾乎是未安裝壓克力的 2 倍。3 顆磁輪和 4 顆磁輪速度是較快的。反觀雙軌其磁輪個數對速度影響不大。



圖 15. 加速器在雙軌兩旁

七、 爬波測試（單軌）之磁板個數和斜坡高度之關係【◎代表通過；★代表未通過】

【表七：爬坡測試，(安裝壓克力版)，單軌 50CM，5 顆磁輪測量加裝磁板個數和坡度關係】

磁板個數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.5 cm	★	★	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
1 cm	★	★	★	★	◎	◎	★	★	★	★
1.5 cm	★	★	★	★	★	★	★	◎	◎	★
2cm	★	★	★	★	◎	★	★	★	★	★

【試驗七】實驗結果分析：

坡度越高，磁輪越難通過考驗，增加磁板個數，也無法讓磁輪通過，坡度對磁輪的穩定性有很大的影響。

八、 爬坡測試（雙軌）之磁板個數和斜坡高度之關係

【表八：爬坡測試，（安裝壓克力版），雙軌 50CM，5 顆磁輪測量加裝磁板個數和坡度關係】

磁板個數 斜坡高度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.5 cm	★	★	★	★	★	◎	◎	◎	◎	◎
1 cm	★	★	★	★	★	★	★	★	★	◎
1.5 cm	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
2cm	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★

【試驗八】實驗結果分析：

雙軌要通過坡度考驗更難，如果磁力不夠，均無法通過考驗。



圖 16. 加速器在雙軌兩旁



圖 17. 在雙軌末端墊高飛機木兩旁



圖 18. 磁輪在雙軌上運動

爬坡測試中發現，磁板增加反而影響磁輪的穩定性。

- 中磁輪實驗研究分析：中磁輪：外直徑 2.8cm，內直徑 0.7cm，厚 0.25cm

表九：減少摩擦力測試（安裝壓克力板），單軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係

測量次數 磁輪個數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1 速度 (m/s)	單顆磁輪不穩定，無法測量									
2 速度 (m/s)	0.35	0.34	0.38	0.35	0.36	0.38	0.36	0.39	0.38	0.37
3 速度 (m/s)	0.32	0.30	0.33	0.45	0.38	0.3	0.38	0.41	0.41	0.36
4 速度 (m/s)	0.44	0.45	0.36	0.40	0.35	0.43	0.39	0.35	0.45	0.4
5 速度 (m/s)	0.35	0.4	0.36	0.33	0.4	0.37	0.36	0.5	0.42	0.39
6 速度 (m/s)	0.37	0.43	0.44	0.35	0.3	0.42	0.38	0.27	0.38	0.37
7 速度 (m/s)	0.39	0.31	0.36	0.39	0.34	0.3	0.37	0.3	0.42	0.36
8 速度 (m/s)	0.3	0.29	0.33	0.39	0.37	0.31	0.32	0.39	0.36	0.34
9 速度 (m/s)	0.35	0.32	0.32	0.31	0.32	0.36	0.39	0.42	0.38	0.35
10 速度 (m/s)	0.36	0.41	0.31	0.3	0.32	0.35	0.35	0.4	0.35	0.35

結果分析：磁輪個數對速度影響不大，以中磁輪而言，4 顆中磁輪可以達到最快速度。探討

原因是 4 顆磁輪的厚度約 1cm，在 3.9cm 寬度的磁軌上有最好的吸引效果。

※ 大磁輪實驗研究分析：**大磁輪**：外直徑 6cm，內直徑 3.2cm，厚 1cm

表十：減少摩擦力測試（安裝壓克力板），單軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係

測量次數 磁輪個數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
		1	速度 (m/s)	0.33	0.32	0.34	0.34	0.39	0.33	0.36	0.34
2	速度 (m/s)	0.33	0.39	0.34	0.35	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34
3	速度 (m/s)	0.37	0.33	0.32	0.35	0.38	0.33	0.3	0.3	0.34	0.34

實驗結果分析：磁輪個數對速度影響不大。

表十二：減少摩擦力測試（安裝壓克力板），雙軌 50CM，測量磁輪個數和速度關係

測量次數 磁輪個數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
		1	速度 (m/s)	0.36	0.27	0.32	0.26	0.32	0.28	0.31	0.3
2	速度 (m/s)	0.36	0.34	0.32	0.34	0.3	0.28	0.32	0.4	0.31	0.33

實驗結果分析：2 顆磁輪速度比單顆磁輪快一些。



圖 19. 磁輪和車軸



圖 20. 大磁輪在雙軌上運動

表十三：加速器測試，（安裝壓克力板），單軌 50CM，單顆磁輪測量加裝磁板個數和速度關係

測量次數 磁板個數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
		1	速度 (m/s)	0.45	0.46	0.45	0.40	0.45	0.42	0.45	0.43
2	速度 (m/s)	0.67	0.60	0.79	0.51	0.61	0.59	0.64	0.63	0.59	0.62
3	速度 (m/s)	0.59	0.70	0.57	0.77	0.61	0.77	0.57	0.71	0.56	0.65
4	速度 (m/s)	0.82	0.70	0.71	0.81	0.85	0.94	0.82	0.74	1.04	0.83
5	速度 (m/s)	0.96	1.11	0.96	0.94	1.09	0.96	1.22	0.96	1.14	1.04
6	速度 (m/s)	0.98	1.02	0.94	1.09	0.98	1.09	1.04	1.02	1.02	1.02
7	速度 (m/s)	0.96	0.98	1.35	1.16	1.11	1.16	0.91	1.09	1.67	1.15
8	速度 (m/s)	0.94	0.893	0.89	0.89	0.85	0.98	1.35	0.89	1.02	0.97
9	速度 (m/s)	1	0.893	0.79	0.77	0.91	0.93	1.32	1.19	1.25	1.01
10	速度 (m/s)	0.88	0.893	1.02	1.32	1.11	1.47	1.22	1.04	1.35	1.14

實驗結果分析：7 個磁板速度最快，幾乎是未安裝加速器時的 4 倍。可是當加速器超過 7 個時，反而造成干擾，速度減弱。



圖 21. 單顆大磁輪在單軌上運動
(單軌兩旁各加上 10 塊加速器)

表十四：(安裝壓克力板)，單軌 50CM，不同大小單顆磁輪，其磁輪個數和速度關係

磁輪規格		小磁輪 外徑 2.4cm，內徑 0.5cm ，厚 0.2cm	中磁輪 外徑 2.8cm，內徑 0.7cm ，厚 0.25cm	大磁輪 外徑 6cm，內徑 3.2cm，厚 1cm
1	速度 (m/s)	單顆磁輪不穩定，無 法測量	單顆磁輪不穩定，無法測量	0.34
2	速度 (m/s)		0.37	0.34
3	速度 (m/s)	0.48	0.36	0.34
4	速度 (m/s)	0.51	0.4	4 顆磁輪厚度超過磁 軌寬度，故無法測量
5	速度 (m/s)	0.53	0.39	
6	速度 (m/s)	0.47	0.37	
7	速度 (m/s)	0.45	0.36	
8	速度 (m/s)	0.46	0.34	
9	速度 (m/s)	0.42	0.35	
10	速度 (m/s)	0.43	0.35	

實驗結果分析：在單軌實驗中，小磁輪速度最快，其次是中磁輪，接著是大磁輪；推論磁輪越大越重，速度反而不如預期快速。

柒、討論：

- 一、大磁輪穩定性較高，速度不如預期理想，如果在磁軌兩側加上方形磁鐵，速度會更快更穩。
- 二、使用方形加速器，利用同極相斥的原理推動滾輪的試驗中發現，當斥力越強，磁輪滾動速度越快；當我們將磁鐵軌道移開，讓磁輪在光華的桌面上滾動，速度遠比在鋪設的磁軌上運動還快，可是穩定性就變弱了。
- 三、方形加速器，如果斥力過強反而會造成穩定性降低，磁輪速度變慢甚至無法滾動。
- 四、在實驗的過程中發現磁力並不一個很穩定的力量，我們很難掌握斥力與吸力之間的交互作用的大小。
- 五、磁輪可以在軌道上滾動最主要是利用磁鐵間的斥力，當棒型磁軌同及排列時，斥力最強的地方在兩個端點，這時我在加裝上磁輪，也是利用磁輪的兩個圓形面磁力最強；並利用 NN 相斥及 SS 相斥的互斥力推動磁輪前進，另一方面磁鐵棒的中心和磁輪的

接觸面均是磁力最弱的地方，所以只要利用磁鐵的『邊際效應』，當『邊際效應』存在時，磁輪是會不斷的滾動下去的。可是當磁輪到達末端時又會因為吸力而向後翻滾回來。

六、要使速度增快，穩定性必會降低。

七、影響磁動車主要因素，在於平穩的達到『邊際效應』所能產生的吸引力，不論是磁力過弱或過強都會影響磁動車速度。

捌、結論與心得：

我們設計的無電力磁動車，使用加速器後可以在裝有壓克力的磁鐵軌道上快速來回奔馳，而不需消耗任何電力。隨著摩擦力的增加，磁車會穩定的慢慢停在軌道上。這真是一個很有趣的設計，看著無電力磁動車來回奔馳的現象，讓我們聯想到海盜船。或許海盜船利用磁力同性相斥的原理設計，可以減少不少的電力。

在設計的過程中我們遇到很多困難，尤其是一開始執著磁浮列車的設計時，最為焦急，雖然我們可以做出會浮的車子與軌道；卻始終無法克服電生磁的動力問題。也由於如此不斷努力不懈的更換材料過程中，我們認識了更多新的知識。

當初覺得磁輪在磁軌上運動是利用相吸或相斥的原理，所以我們想到利用指北針來判定，結果發現磁輪兩邊的磁極和磁軌兩端的磁極是相異的，所以磁輪可以在磁軌上滾動；另一方面，如果磁輪不是從軌道的一端開始，而是從中間放置，磁輪是不會滾動的。這是在雲林縣賽評審所提到的『邊際效應』，利用磁軌一端較強的吸力將磁軌往前拉，可是當這股邊際效應的力量消失或減弱，磁輪便會再往回滾動或停止。因此，即使磁軌不斷的排列下去，當磁力不夠時，磁輪依然會停止。在研究磁動車的過程中，我們不斷的試驗、查詢資料、修正試驗材料、方法，不斷的求進步。甚至在交卷的前兩個禮拜才發現去年科展國小組物理科第一名的研究主題與我們雷同『打造一個有趣的磁力樂園』，真像是做雲霄飛車一般高潮迭起，想到遠在花蓮的同學在去年就做出和我們雷同的研究設計，真的讓人既沮喪又興奮，沮喪的是我們以為自己是第一個發現的，結果令人錯愕；興奮的是我們在軌道設計上略勝一籌。很感謝也很佩服一起努力的伙伴及老師，讓我們完成這份作品。目前我們仍繼續努力研究換軌設計及四輪載物磁動車，假以時日應該可以讓我們研究成功。



圖 22. 磁輪換軌離形



圖 23. 磁輪換軌配合上塑膠尺加快速度

玖、參考資料：

金克杰、鄭紹委..等（民 91）。電磁列車新幹線。中華民國第四十三屆中小學科展作品說明書（國小組報告編號：080105）。

鄭經叟、林雨頡..等（民 92）。打造一個有趣的磁力樂園。中華民國第四十四屆中小學科展作品說明書（國小組報告編號：080116）。

賴汶淪、黃薇..等（民 90）。磁浮列車飛得快。中華民國第四十二屆中小學科展作品說明書（國小組報告編號：080123）。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

佳作

081506

無電力磁動車之研究

私立維多利亞國民小學

評語：

本作品探討無電力磁動車，在現今能源缺乏的時代頗具意義，實驗結果具有實用性，實驗過程也非常有趣味性。