

前進的動力—電磁懸浮運輸 (Air Clean, Harbor Clear)

校名：高雄市文華國小

指導老師：宋俊賢、王怡靜、陳奕任、賴巧怡

類別：生活應用類

一、旨趣：

隨著人口、交通快速的發展以及產業、經濟結構的轉型，人們從中享受到生活的便利與醫療品質的提升，但空氣品質良好的日數卻日益下降，能呼吸一口新鮮的空氣對現代人而言，似乎成為奢求；尤其高雄市涵蓋高雄港及石化、鋼鐵、電力等重工業，每年十月到次年三月東北風吹起，更將北部空污跨域傳入高雄，面對空污課題，可說是「先天不足，後天失調」；近年來，高雄市透過工廠煙囪排放連續自動監測系統以及強化大眾運輸網等政策的推動，就是為了還給市民能仰望藍天與放心呼吸的權利。

而身為臺灣最大國際港埠的高雄港，每年進出港船舶數達 3 萬 5 千艘以上，貨物吞吐量亦達 1 億 2 千萬公噸，是世界第 15 大貨櫃港，貨櫃吞吐量約占臺灣整體港口貨櫃吞吐量四分之三，貨物吞吐量約占臺灣整體港口貨物吞吐量二分之一，因此港區內船舶行進作業，以及貨物裝卸、柴油貨櫃車運送與怠速時間過長造成之廢氣排放，成為當前亟需解決的問題。

我們欲透過電磁懸浮運輸打造新的貨櫃物流運輸方式，提升港區環境品質，使 2040 年的高雄港區持續朝向生態港埠發展。

二、科學原理與實驗設計：



於 2010 年新完工的「國道末端貨櫃車專用道」全長 4 公里，運用高架橋梁跨越中山四路，讓貨櫃車與聯結車可直接駛往小港特倉區高雄港區，不必駛入高雄市區，足以大幅提升海空

聯運的運輸效率。2018年，高雄港聯外高架道路開放全線通車，再次開啟高雄港區交通新紀元，大幅提升高雄港貨櫃運輸效率、以及港埠競爭力。

然而，此專用道規劃的目的為改善市區的交通以及提升運輸效能，對於空汙問題仍未能有效且妥善處理，倘若運用電磁懸浮列車，將沉重的貨櫃以電磁作為輸送動力，必可達成2040年低碳運輸的目標。

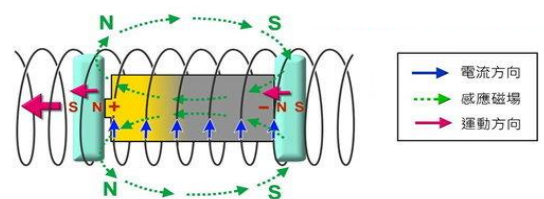
我們以此概念為出發點，設計了一連串的科学遊戲，並結合學校正在發展的雷雕與3D列印課程，設計出貨櫃的構造與運輸軌道：

(一) 電動運輸體驗



- 1、單極馬達：使用一個磁鐵電池和銅線，即可做出自行旋轉的簡易馬達，藉以觀察電磁鐵外的線圈轉動情形，同時也可以運用安培右手定則（右手開掌定則）解釋，銅線能不停旋轉的原因。
- 2、了解電磁鐵的構造：

(1) 將漆包線纏繞多匝螺線形線圈在軟鐵棒（即純鐵或熟鐵）上，線圈密度愈高，效果益加顯著。

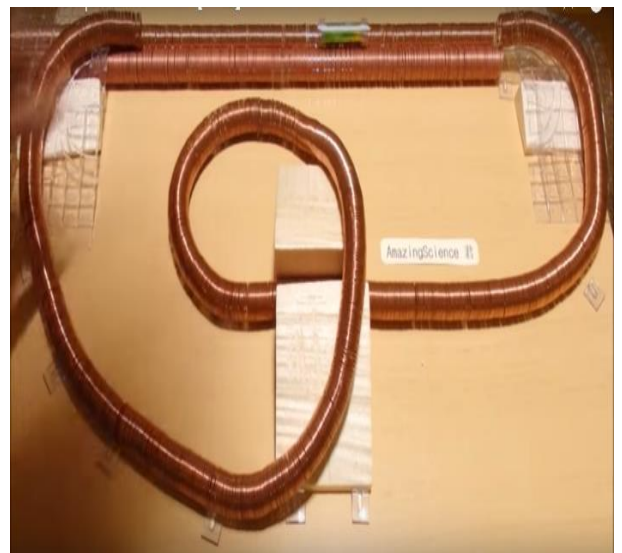


(2) 將螺線形線圈通以直流電時，軟鐵棒即可磁化為暫時磁鐵，當電流切斷後，軟鐵棒的磁性隨即消失。（電磁鐵不可以用鋼材等硬鐵棒）

(3) 以硬鐵棒纏繞螺旋圈漆包線，則磁化速率較慢，但於切斷電源後磁性持續較久，即可製成永久磁鐵。

3、電聯車製作過程：

- (1) 將銅線纏繞為一長條狀的銅線圈（如右圖），且製作兩條後將之平行擺放。
- (2) 電聯車（電池與強力磁鐵）：取圓形的強力磁鐵四顆，分別吸附於3號（AA）乾電池的兩端。
- (3) 將電聯車（電池與強力磁鐵）放進銅線圈，結果就會如同火車過山洞般穿越銅線圈，而且強力磁鐵使用數量越多，速度亦會加快！
- (4) 將電池黏在貨櫃模型車下方，並置於兩長條線圈中間的凹槽處，模擬貨櫃車在軌道上行駛的樣貌。



(二) 電磁懸浮運輸的體驗

電磁懸浮汽車將引發一場汽車革命。電磁懸浮汽車是將所有車輪的中間都安裝旋轉發動機；車輪外側則安裝兩個磁鐵，車輪旋轉時，路面鋁板上的磁場發生變化，產生感生電流，進而路面磁場與車輪上的磁鐵相互作用產生浮力和推動力。

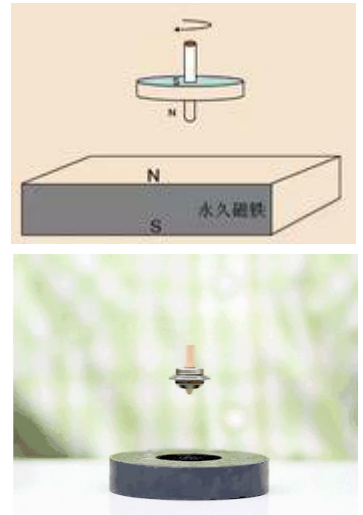
而首輛電磁懸浮汽車是由日本開發研製的。這個長52厘米，寬23厘米，高14厘米、重4千公克的微型電磁懸浮汽車模型，在26米長的直線距離上成功地進行了一次行駛試驗，時速達25公里。時速超過10公里時，汽車模型懸浮距路面6至7毫米，可

以平穩地向前行駛。(原文網址：<https://kknews.cc/car/kxa3xzb.html>)

(三) 磁浮陀螺大挑戰

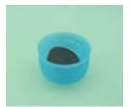
- 1、準備環形大磁鐵、環形小磁鐵、短木棍、玻璃(或透明塑料片)各1個，墊片、瓶蓋各2個。
- 2、用短木棍按「墊片-小磁鐵-墊片」串起來，做成小陀螺。
- 3、運用磁鐵同極相斥、異極相吸的原理。當小陀螺旋轉時，角動量、地磁場和大磁鐵的磁場相互作用下，小陀螺能夠聰明地跟隨所處地的磁力線的方向，不斷調整自己的轉軸方向，而使自己穩定地懸浮於半空中。

(原文網址：<https://kknews.cc/baby/zegnmol.html>)



(四) 手作--磁轉玩偶

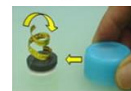
- 1、取一寶特瓶瓶蓋，以及圓形磁鐵。以熱熔膠將磁鐵傾斜的黏貼於瓶蓋中(如圖一)，注意：磁鐵必須是斜的，不可以平貼於瓶蓋。
- 2、取另一圓形磁鐵，先使其吸附於上一步驟的寶特瓶蓋上方，再將彎摺好的束條以熱熔膠黏貼於磁鐵上方(如圖二)。
- 3、將步驟2完成的成品，在磁鐵下方黏貼圍棋子，並儘量保持直立的平衡，避免歪斜(如圖三)，便可完成磁轉玩偶的製作。
- 4、在光滑的桌面上，將瓶蓋靠近磁轉玩偶，磁轉玩偶就開始快速的旋轉起來了!
- 5、操作過程須調整瓶蓋靠近磁轉玩偶的角度，如果旋轉效果不彰，可稍作調整，即可找到旋轉效果最佳的角度。



圖一



圖二



圖三



三、結語

2040 年的高雄港，透過前進的動力——電磁懸浮運輸系統，除可大幅降低船舶怠速時間、減低柴油貨櫃車運送的路程、加快貨櫃的運輸速度外，更可減輕港口營運對環境造成的衝擊，進一步提升環境品質，同時亦符應綠色、生態、永續等國際港口之新價值，持續朝向生態港埠發展，實現低碳運輸的 2040 高雄嶄新面貌！