

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：磁吸汰厚-電磁鐵在生活中的應用

一、摘要：

本研究分成不同線圈密度的電磁鐵之磁力研究和磁力拾取裝置的探討，研究影響電磁鐵的磁力大小的因素，並且利用以上的實驗結果製作生活中常用的拾取裝置。我們從文獻中得知，主要影響電磁鐵磁力大小的因素有三個，分別是電流、線圈密度還有距離。我們發現電磁鐵的磁力大小會因為填充的矽鋼片的排列方式而改變，其中又以 T 字型排列方式的效果最顯著，而電磁鐵磁力強度在 400 匝到 500 匝趨緩，應是纏繞半徑增大，對於產生磁力的效果有影響，又因為 500 匝電磁鐵的電阻過大產生發熱的現象，建議要製作撿拾裝置，可應用 400 匝、T 型鐵芯的電磁鐵。

二、探究題目與動機

在學校的生活科技教室中，有很多剪斷的鐵絲與斷掉的線鋸機鋸絲，會在掃地之後發現，還有一些同學掉落的五金材料和零件，例如螺絲釘、螺帽等，要從掃完集中的廢棄物堆中挑出來，相當麻煩。再者，當不同尺寸的螺絲螺帽混為一堆時，要立刻找到特定尺寸也是相當不容易的。另外，資源回收時，鐵罐、鋁罐的外觀相似不易區分，需要透過手感來分辨，增加了割傷手的風險，造成分類所需要的人力需求增加。因此，我們使用電磁鐵，製作一個可從廢棄物堆中分類出磁性物質的裝置。在分類裝置的研發過程中，我們發現電磁鐵的吸附面積過小，於是嘗試改變矽鋼片的排列方式，探討 T 字型電磁鐵對於磁力分布的影響。

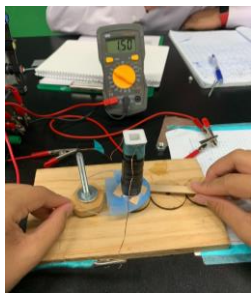



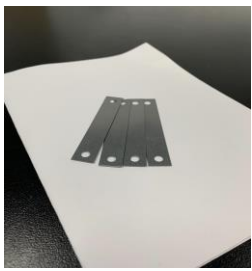



三、探究目的與假設

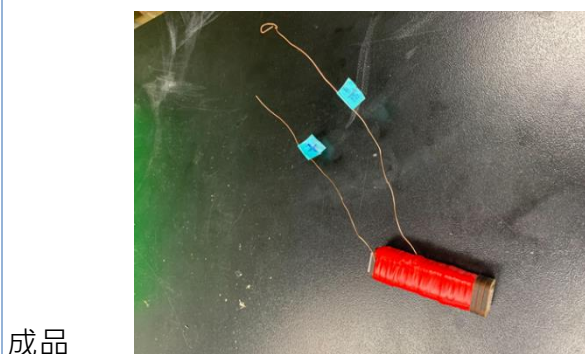
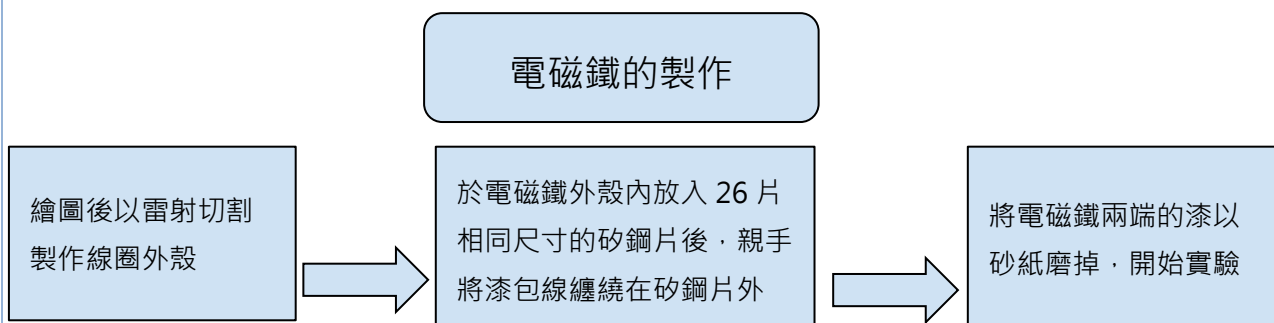
關於電磁鐵磁力的原理：

- (一)研究一：探討相同電流、不同匝數的電磁鐵產生的磁力變化量比較
- (二)研究二：探討相同匝數、不同電流的電磁鐵產生的磁力變化量比較
- (三)研究三：探討矽鋼片排列方式對於磁力分布的影響
- (四)研究四：探討磁力大小與可吸附物質重量與距離關係

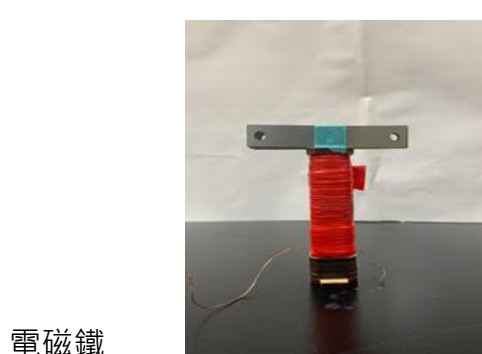
四、探究方法與驗證步驟

一、實驗器材

			
自製吸重平台	0.55mm 漆包線	電源供應器	絕緣膠帶
			
矽鋼片 130*75mm	數位三用電表	60w 雷射機	phyphox 軟體



成品

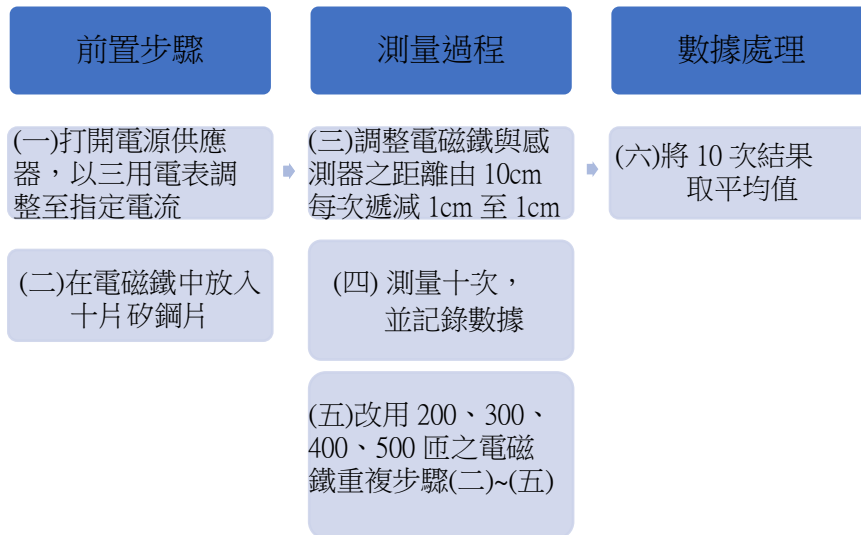


電磁鐵

T 字型電磁鐵

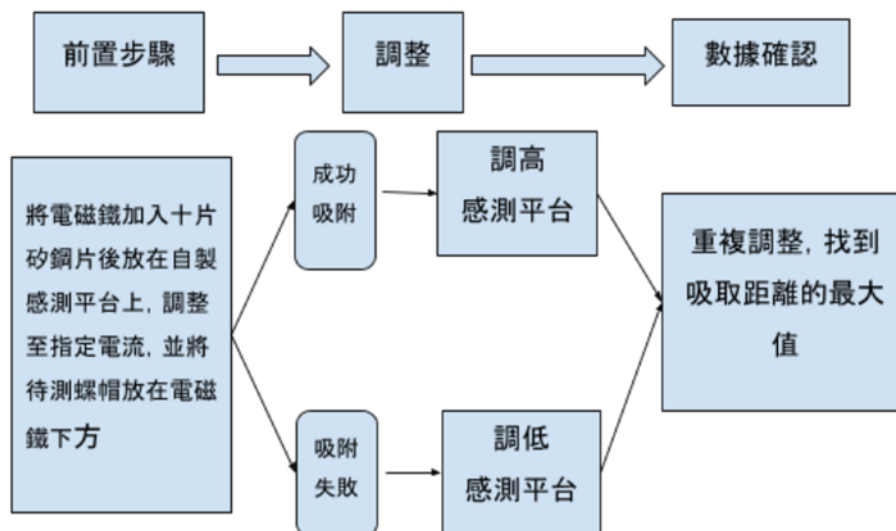
二、實驗流程

(一)實驗一、電磁鐵實驗



電磁鐵實驗流程圖

(二)實驗二、金屬分類實驗



金屬分類實驗流程

三、實驗結果

註:我們利用手機軟體 -phyphox 測量電磁鐵的磁力數值, 發現時間、地點不同, 測得的初始值也不同。因此, 直接測到的數值還需要經過轉換, 我們改變不同位置測得固定間距的變化量, 以磁力強度變化量 (Δ) 與距離電磁鐵的位置製作圖表加以分析。

(一)研究一：探討相同電流、不同匝數的電磁鐵產生的磁力變化量比較

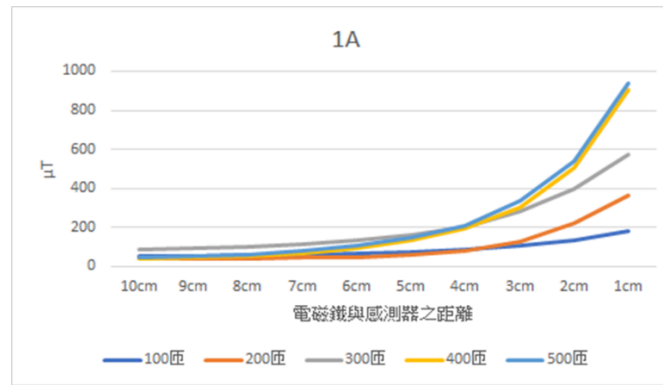


圖 1 不同匝數的電磁鐵在電流 1A 下所產生的磁力大小

※由圖 1 可以發現在距離小於 5 公分磁力變化量才有顯著的差距，所以在變化量(delta)表格中擷取五公分以內進行比較。

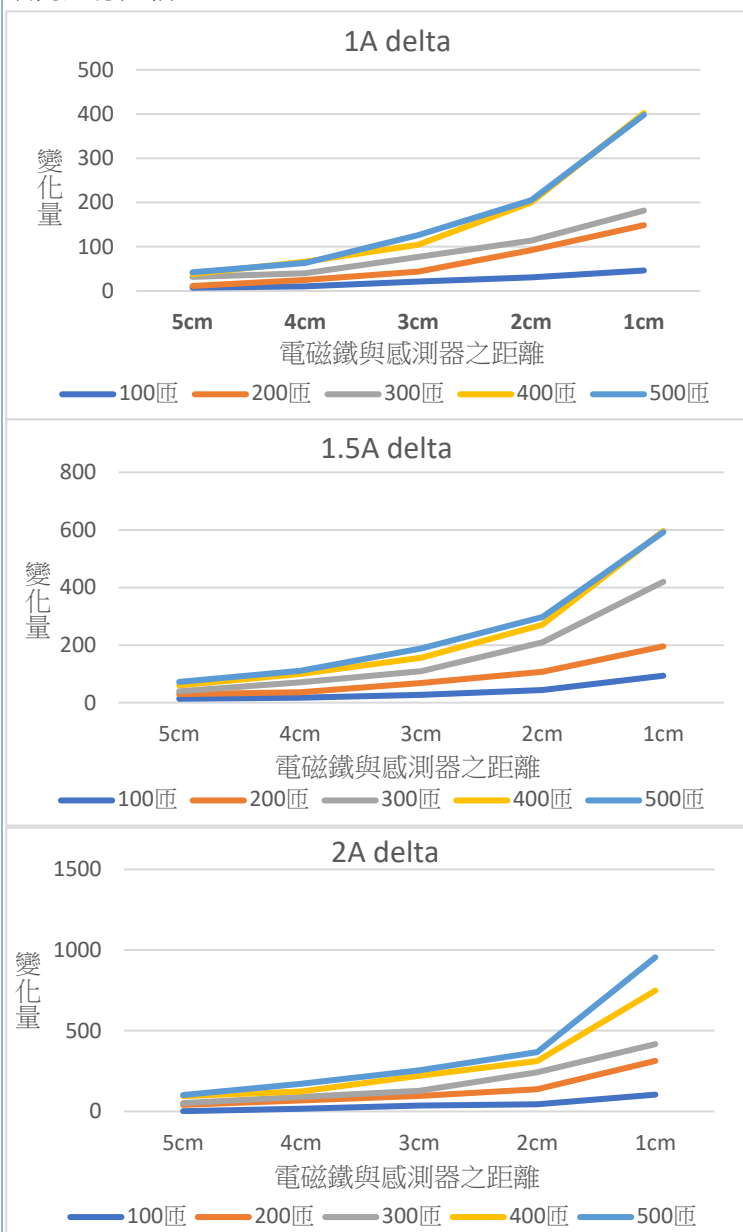


圖 2 不同匝數電磁鐵在不同電流下所產生的磁力變化量

由圖二我們得知，電流、電磁鐵匝數越大，或距離越小時，磁力變化量皆會變得越大。

另外，400 匝及 500 匝的電磁鐵的變化量遠大於 100 ~ 300 匝的電磁鐵，因此，接下來我們針對 400 匝及 500 匝的電磁鐵進行探究。

(二)研究二：探討相同匝數、不同電流的電磁鐵產生的磁力變化量比較



由圖 3，我們發現各個電流的變化量在大於 2 公分時呈現漸進的增加，但是在 1 公分時的變化量呈現明顯差距，因此 1 公分內的變化是我們的將來在應用上的重要探討。

而 500 匝電磁鐵的電阻過大，因此有發熱的現象

由圖 4，我們得知 T 字型電磁鐵在各距離的磁力值及變化量都比非 T 字型的電磁鐵大，且在距離越近時數值越大，甚至達到兩倍之多。

圖 3 匝電磁鐵距離與電流之磁力 delta 值

(三)研究三：探討矽鋼片排列方式對於磁力分布的影響

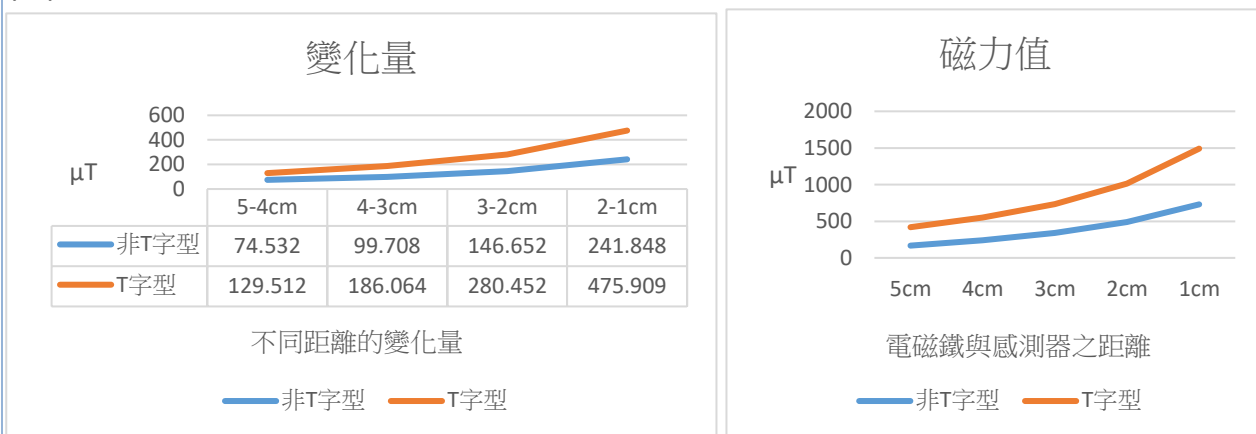


圖 4 矽鋼片排列方式對於磁力分布的影響

(四)研究四：探討磁力大小與可吸附物質重量與距離關係

經過實驗一，我們發現 500 匝電磁鐵容易發熱，有許多風險。因此，我們決定採用 400 匝電磁鐵進行金屬物質分類。

電流/螺帽尺寸	M2(0.3g)	M4(1g)	M5(2g)	M8(5.15g)
1.5A	7.8mm	6.2mm	5.85mm	4.4mm
2A	9.6mm	7.5mm	7.4mm	5.4mm

表 1 不同電流對應各尺寸螺帽可吸取的最長距離

由上表可知，螺帽越重，電磁鐵就要靠越近才能吸起我們可以利用以上數據來進行分類。以分類 M4 與 M8 的螺帽來說，當我們以 2A 的 400 匝電磁鐵靠近 M4 和 M8 時，M4 會先在 7.5mm 處被吸起，M8 則不會被吸起。

五、結論與生活應用

一、研究一、二發現：

(一)磁力強度會隨著距離而改變:距離越小，磁力值及變化量越大。

(二)磁力強度會隨著電流而改變:電流越大，磁力值及變化量越大。

(三)磁力強度會隨著電磁鐵匝數而改變:匝數越大，磁力值及變化量越大。

(四)使用 phyphox 軟體測量時的初始值都相異，我們推測是環境因素所導致的。因此我們決定使用變化量來觀察其數值的規律，以保證實驗的準確性。

二、研究三發現：

(一)T 字型電磁鐵的磁力分布範圍較大，且磁力也遠超於非 T 字型電磁鐵。

(二)由於 T 字型電磁鐵吸附面積大幅增加，因此適合用於分類與拾取鐵質物品。

三、研究四發現：

(一)依據距離差異與電流大小能吸附的強度，可先吸附相對高的質量大的，來做分類，或者先一次吸附後搭配震動將質量大的甩落。

四、生活應用：透過電磁鐵，製作拾取裝置，達到方便拾取與分類鐵質物質的效果。

六、參考資料

1.林羿帆、黃冠瑜 (2020)。向前衝~自動化磁浮運輸系統之研究，第 60 屆全國中小學科展作品。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/high.html>

2.教育雲、第九單元、磁、電流的磁效應 <https://market.cloud.edu.tw/>

3.必歐-沙伐定律

https://www.youtube.com/watch?v=Oe9FGJ7fcNc&list=RDCMUCPURjmeF3aKarL_t-Ofx6iA&start_radio=1&rv=Oe9FGJ7fcNc&t=309