

「磁」來運轉 「鐵」定好玩

校 名：福山國小

指導老師：林育秀、劉安治、蔡育珊、陳力瑄

一、旨趣

自然課時，老師曾經介紹磁鐵能吸住鐵製品的特性，也在「岩石與礦物」課程中介紹了含鐵的礦物（如右圖）。然而，只要含鐵就一定會被磁鐵吸引嗎？這些礦物本身是否也具有磁性呢？



臺灣蘇澳南方的磁鐵礦¹

首先，我們探討磁鐵礦和褐鐵礦性質上的差異，解開天然礦物的磁性奧秘；接著，利用鐵、鎳等金屬，讓大家親身體驗神祕的「磁屏蔽」效果；最後化身舵手，用磁棒隔空操控「軟木塞磁力小船」，挑戰河道導航。希望透過這些科學活動，讓大家對磁力特性有更深刻的認識，並啟發未來在生活中的多元應用。

二、科學原理

（一）磁鐵礦和褐鐵礦的性質及磁性差異

磁鐵礦²(Magnetite)具有強大磁性，可以當作方向磁石使用，稱為天然磁石。中國古代用來辨別方位的發明「司南」，便是應用天然磁石打磨而成的。褐鐵礦³(Limonite)屬於氫氧化物礦物，主要由鐵的氫氧化物與含水氧化鐵混合組成，主成分為 $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，顏色多呈現土黃色、棕色、咖啡色或黑褐色。

磁鐵礦和褐鐵礦是自然界中常見的兩種含鐵礦物，在含鐵量、顏色與磁性上有明顯的差異，如下表：

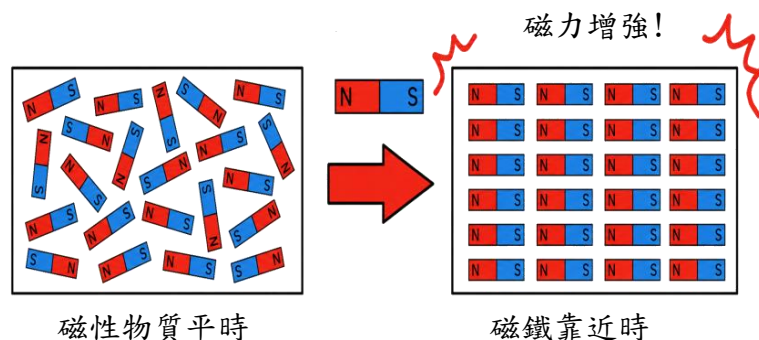
表一、磁鐵礦與褐鐵礦特性分析表⁴

項 目	磁鐵礦 (Magnetite)	褐鐵礦 (Limonite)
含鐵量	含鐵量較高，約 72.4%	含鐵量較低，約 35%-40%
磁 性	磁性強，能被磁鐵吸引	無磁性，無法被磁鐵吸引
外觀條痕	黑灰色，具金屬光澤，條痕為黑色	黃褐色或黑褐色，呈土狀或塊狀，條痕為黃褐色
顯微鏡下特徵	邊界清晰的幾何結晶，結構緊實	鬆散多孔的不規則團塊或海綿狀
圖 例		

（二）磁化現象與磁屏蔽效應

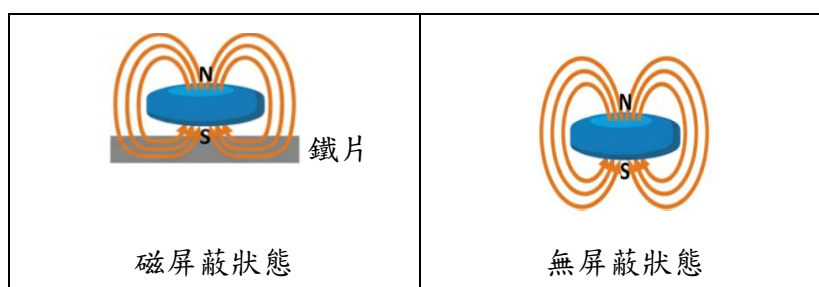
鐵、鈷、鎳之所以能被磁鐵吸引，是因為其內部具備稱為「磁區」的微小結構，宛如藏

著無數個極小的指南針。平時，這些磁區指向不同方向，磁力相互抵消，因此整塊金屬不具磁性；但當磁鐵靠近時，它們會迅速順應磁場整齊轉向並被「磁化」，這些整齊排列的小磁區會疊加出強大的磁性，在靠近端感應出相反的磁極，進而與磁鐵緊緊吸在一起。磁鐵無法吸住銅、鋁等其他物質，是因為這些物質的內部缺乏磁區構造，無法在磁力作用下產生磁化現象。



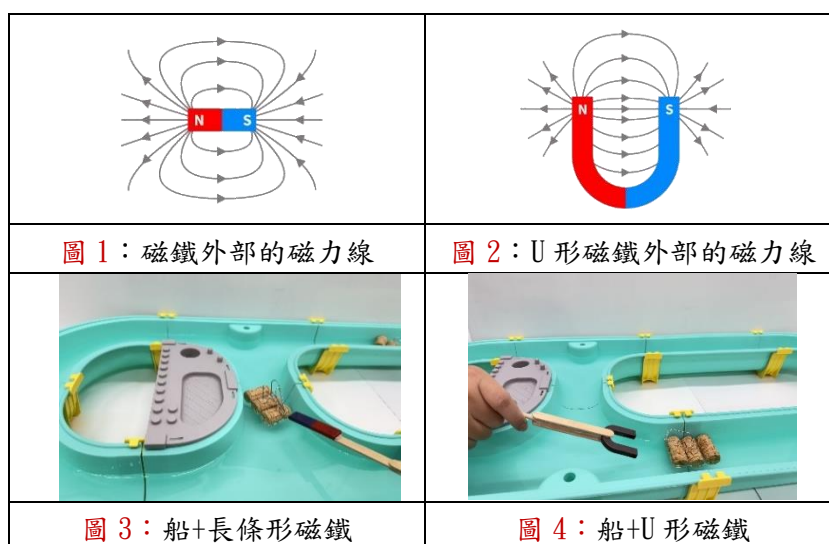
「磁屏蔽」的意思並非阻擋，而是磁力線的「引導」。正因為鐵、鈷、鎳極易被磁化，對磁力線具有極強的吸引與匯聚能力，當磁力線靠近時，會先集中並順著金屬內部通過，使金屬另一側空間的磁力線大幅減少，成功達到免受磁場干擾的「屏蔽」效果。

鋁、銅等金屬內部缺乏磁區構造，因此無法被磁化，無法被磁鐵吸附，當磁鐵靠近時，磁力線會直接穿透這些金屬，所以無法發揮任何磁屏蔽作用。



(三)磁場與超距力作用

當長條磁鐵或U形磁鐵慢慢靠近船上的迴紋針，磁鐵會吸引迴紋針，進而讓船慢慢前進，也可以控制船轉彎，迴紋針在磁力線範圍都會受到磁力吸引，如圖1、圖2。操作時磁鐵與迴紋針必須保持適當距離，如果距離太近，磁鐵棒會直接吸住迴紋針，小船就被磁鐵拉著走，而非慢慢向前行，如圖3、圖4。



三、實驗器材

磁鐵礦、褐鐵礦、鐵礦、軟木塞、長條形磁鐵、U 形磁鐵、竹籤、迴紋針、木棒、水道、顯微鏡、鐵絲、毛球、磁鐵，金屬片等。

四、活動過程

我們設計了三種難度不同的關卡，闖關者依照不同年齡進行闖關，成功通過挑戰者，即得到過關章一枚，各關卡簡介如下：

➤ **第一關：**(難度為★)(適合幼稚園、低年級學生)

闖關者先以顯微鏡觀察磁鐵礦和褐鐵礦在外觀上的不同，再由表 1 比較兩種礦物的含鐵量，接著取迴紋針測試礦物使否有磁性，能說出哪一種礦物具有磁性，就算過關。



➤ **第二關：**(難度為★★)(適合中高年級學生)

1. 將繞有鐵絲的蜜蜂毛球靠近上方的磁鐵，磁鐵會吸引蜜蜂，使蜜蜂維持在空中懸浮的狀態。
2. 分別將鋁片 / 鋅片 / 銅片慢慢的插入磁鐵與蜜蜂之間，此時蜜蜂依然維持懸浮、不會掉落，顯示這些金屬片無法屏蔽磁力線。
3. 改將鐵片、鎳片插入磁鐵與蜜蜂之間，此時迴紋針會瞬間掉落，證明鐵磁性材料成功引導磁力線，金屬片下方空間磁場大幅減弱。



➤ **第三關：**(難度為★★★)(適合高年級以上學生)

關主先介紹軟木塞小船⁴的構造和特色，闖關者再以磁鐵棒吸引軟木塞上的迴紋針，讓小船能在水道來回走完一次，操作時磁鐵棒最多碰到迴紋針 2 次，就算成功。



五、探究與學習

1. 為什麼磁鐵礦的鐵含量高就具有強磁性呢？
2. 為什麼鐵、鈷、鎳不僅容易被磁鐵吸引，還能用來產生『磁屏蔽效應』呢？
3. 磁鐵能吸引船的迴紋針，如何控制船的直線前進或轉彎呢？

六、參考資料

1. 陳肇夏(民 88) 大地的結晶(52 頁)。臺北市:中華民國礦岩協會叢書。
2. 堀 秀道(民 92)快樂礦物圖鑑 1(60 頁)。臺北市:明日世紀。
3. 佩倫特(Chris Pellant)(民 97)世界岩石與礦物圖鑑(95 頁)。臺北市:貓頭鷹。
4. 寶拉·考克著，曹磊譯(2010)全世界都在做的 200 個實驗。臺北縣:和風車書版股份有限公司。