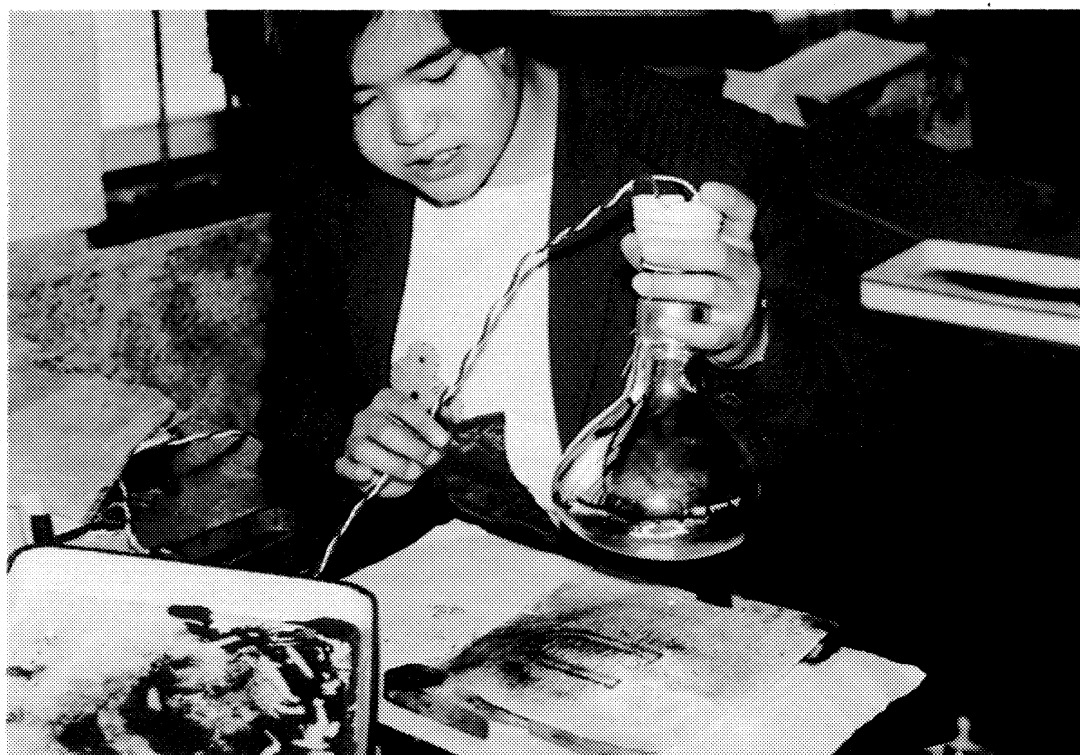


# 地磁和磁力線的探討研究

國中組地球科學科第一名

雲林縣土庫國中

作者：張晏慈、王寶秀  
林政毅、曾麗娟  
指導老師：張武宏



## 一、探討動機

我們發現，羅盤之所以指向北方，因其內有磁針，而磁針朝向地磁方向。又將磁針接近鐵粉時，其兩端能吸着鐵粉。於地球上，磁針之一極，永遠朝向北方，另一極朝向南方，係因地球本身為一磁鐵，作為磁鐵之極與地理上之極，大體一致。此為英人Gilbert，於1600年首先提倡者。

然而，究竟地球上，何以能成為巨大之磁鐵。此不祇為研究地磁學之基本問題，亦為人類久已想解之迷。自從十七世紀以來，有不同

學者分別提出各種理論，例如：

- (一)強磁鐵永久磁化學說。
- (二)電磁鐵學說，均難完全說明地磁之經久不滅。近五十年來之板塊學說（大陸飄移），方漸次脫離困惑之深淵。由於我們希望能有更深一層的瞭解，更清楚的觀念，而引起了我們對這些問題探討的興趣。

## 二、探討目的

- (一)探討天然磁鐵和人造磁鐵之各種特性及現象，並解釋其間關係。
- (二)藉條形磁鐵及轉盤支架，來解釋說明磁性定律。
- (三)製作一座模擬地磁的模型教具，用以解釋形成地球磁場之一些現象。
- (四)製作一組簡易磁傾儀，用以說明地磁之要素（磁偏角、磁傾角、地磁方向、地磁強度……）。
- (五)藉簡易設置，試驗磁力線的形狀以及繪製磁力線圖。
- (六)探討磁鐵的特性，做為研究地磁的基礎。

## 三、概念探討

(一)地磁：

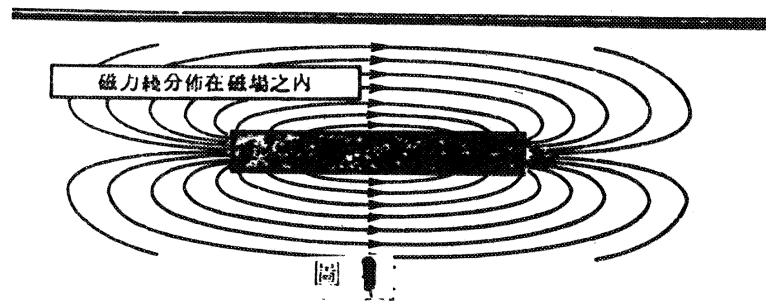
地球本身可視為一個大磁鐵，這個大磁鐵在地球附近產生了地球磁場，稱為「地磁」。

1. 地球上所有磁鐵，都能靜止於南北方向，這些磁鐵都是受地磁影響所致。
2. 地磁的 S 極在地理的北極附近，地磁的 N 極就在地理的南極附近。
3. 地理的兩極和地磁的兩極，並不相重合，地球上磁鐵所指的方向，並不是真正的南北方向。

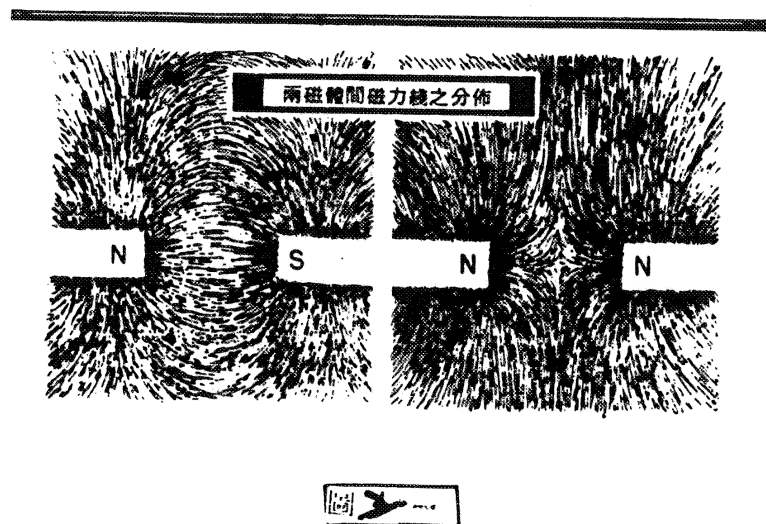
(二)磁力線

鐵屑在磁場中，因受有磁場的作用，而變成小磁鐵，這些小磁

鐵受磁場力的作用，而整齊的排列所成的曲線叫「磁力線」。



1. 在磁鐵的周圍有磁場，爲了具體表達磁場的存在以及磁場強度之分布，通常以磁力線來加以說明。
2. 磁力線自磁鐵的N極發出，經磁鐵外部進入S極，再經磁鐵內部回至N極。



兩異性磁極相對(互相吸引)      兩同性磁極相對(互相排斥)

3. 磁力線是封閉的曲線，不中斷的。
4. 相異磁力線永不相交。
5. 磁力線密集處，表示該處的磁場強度愈大。
6. 磁力線，像被拉緊的橡皮筋一樣，有緊縮之性質（這是法拉第首創之觀念）；因此，磁力線亦可吸引或排斥。
7. 磁力線上通過任一點的切線方向，即爲該點磁場方向。
8. 磁力線並不是僅存於一平面上，而是佔滿磁場空間的立體結構。

## 四、探討內容

### (一)磁鐵的特性：

#### 探討一：天然磁鐵的性質

##### 1. 材料：

白紙、鐵屑（或碎鐵絲）、礦石、指南針

##### 2. 方法：

(1)在一張白紙上，撒一些鐵屑或碎鐵絲，看看此礦石怎樣吸引它們。

(2)把礦石與一指南針接近，看看有什麼現象，是不是礦石的任何部份，對指南針的影響都一樣。

##### 3. 結果：

(1)在礦石的兩端吸引鐵屑最多。

(2)礦石的一端與指南針接近，則互相吸引，如改變礦石的另一端，則互相排斥。

##### 4. 討論：

(1)天然產出的礦石（磁鐵礦），稱為天然磁鐵，其主要成分為 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  古時被稱為「引石」（Leading stone），它能吸引細小的鐵質。

若將天然磁鐵懸空，使其可以自由轉動，則其一端常指向南方，一端指向北方。這可說是羅盤的誕生。

(2)按我國歷史記載，早在四千六百多年前，黃帝就曾就指南車定方向，以戰勝蚩尤於涿鹿，這應該就是磁鐵應用之始。

#### 探討二：人造磁鐵的性質

##### 1. 材料：

小鐵釘、條形磁鐵（磁棒）、蹄形磁鐵、懸掛架。

##### 2. 方法：

(1)將一磁鐵（磁棒或蹄形磁鐵）置放在一堆小鐵釘上，舉起磁鐵懸吊起來，觀察其情形。

- (2)懸掛一條形磁鐵使成水平。靜止後，觀察它所指的方向。反覆將磁鐵攪動等它靜止後，再觀察它所指的方向。取另一磁鐵，將其一端移近懸掛磁鐵的一端，觀察有什麼變化？改變靠近磁鐵的另一端觀察有什麼變化？

3. 結果：

- (1)在磁鐵兩端吸引的鐵釘最多。  
(2)條形磁鐵靜止後，大約指著南北方向，一再攪動之，俟靜止後，仍指南北向。  
(3)若取另一磁鐵的一端與其靠近，互相吸引，如改變靠近磁鐵的另一端，將互相排斥。

4. 討論：

- (1)小鐵釘是磁性物質，當它靠近磁鐵，就受到磁場的感應而磁化，近端形成異名極，故與磁鐵相吸引。其他小鐵釘也受到同樣的作用。因而彼此相吸引，連成一串。  
(2)將條形磁鐵在其重心處，用線懸起，使成水平，待其靜止後，則磁鐵的兩端各指向約地球的南北方向。若反覆將磁鐵轉動後，再依同法使之靜止，則磁鐵仍依原來方向。指北的一極稱為N極；指南的一極稱為S極。  
(3)取另一磁鐵的一端與N極靠近，結果排斥，則另一磁鐵的一端係N極，若互相吸引時，則另一磁鐵的一端係S極。  
(4)由此可知，磁鐵的同名極互相排斥，異名極互相吸引。(磁性定律)

探討三：鋼棒之磁化法(條形磁鐵之製法)

1. 材料：鋼針(打毛線)、縫衣機、鐵釘、鐘錶的發條。

2. 方法：

- (1)取人造磁鐵的一端，來磁化鋼針、縫衣機、鐵釘、發條。從中央向一頭擦去，這樣擦幾下之後，把原來未磁化的鋼針，調轉頭來，用人造磁鐵的另外一端，從中央向沒有擦過的一頭擦若干次。  
(2)取一根一公尺的鐵桿，依南北方向拿住，指北方之一頭略

下傾，在此位置，以鐵鎚猛擊幾下，或依東西位置平放，以鐵鎚在桿端敲幾下，常可磁化。

(3)將鋼棒繞以線圈，通以有流電，片刻後即成。

(4)拿這根磁化過的鋼棒，去吸引鐵屑或接近一個指南針，可驗出磁化的結果。

### 3. 結果：

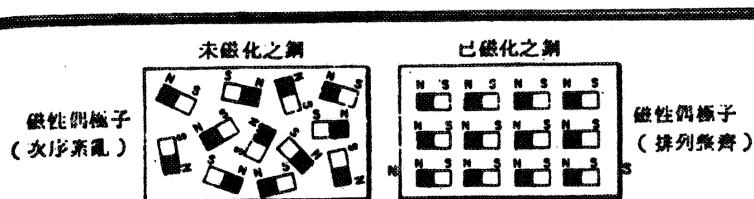
(1)得到兩端不同磁極的條形磁鐵。

(2)鋼棒接近鐵屑，兩端可吸引少量鐵屑。接近指南針，則發現指南針偏轉現象。

### 4. 討論：

(1)利用人造磁鐵的一端來磁化鐵棒，必須從中央向一頭擦去，不可來回摩擦。

(2)我們可將磁化物質的分子，視為一小磁鐵。未磁化前，其分子的排列很零亂。如來回摩擦其分子的排列無法整齊，亦即其中間的磁分子不能互相抵消。



### 磁性產生之理論

(3)若由中間向一端單向摩擦，則磁分子排列整齊，則中間的磁分子磁力互相抵消，只剩下兩端的磁分子磁力。(磁分子說)。

### 探討四：那些物質有磁性？

#### 1. 材料：

各種各樣的小件物品(紙的、蠟的、銅的、鋅的、鐵的、鋼的、鎳的、玻璃的、軟木的、橡皮的、鋁的、紫銅的、黃金的、銀子的、木質的、錫質的等等)。

#### 2. 方法：

把它們放在一個盒子裡，用一塊磁鐵逐一的試試，看那些會被吸起來，那些不會。

### 3. 結果：

只能吸引鐵的、鋼的、鎳的物質。

### 4. 討論：

(1)磁鐵之能吸引物質，因為鐵、鎳能被磁鐵磁化。亦即組成之小分子，必須排列整齊，中間組成分子之磁力互相抵消，只剩下兩端的磁分子磁力。

(2)非磁性物質，不能被磁化，但能讓磁能完全通過。至於磁化物質，雖然也可讓磁能通過，但磁能一旦進入此一物質後，就捨不得離開，它儘可能經由磁性物質，而避免經由空氣或其他非磁性物。故可利用磁性物質作為限制磁路（Magnetic path），即磁能的經路作用，假如想要使某物不受磁能之影響，就可應用此原理而作成「磁之屏蔽」（Magnetic shield）。

探討五：磁力線之性質及繪製磁力線圖。

#### 1. 材料：

三夾板、試驗用紙、熔化的蠟燭油、鐵屑、黑線紙、棉花、顯影水、赤熱燈。

#### 2. 方法：

##### 方法 I、蠟紙法

(1)用一塊三夾板、板上挖槽溝，來放置磁鐵和磁性器材。

(2)將試驗用紙，先在熔化的蠟燭油裡浸一浸，再冷却之，便可製成永久紀錄性的鐵屑圖。

(3)把這張紙放在要試驗的磁鐵上面，將鐵屑自三十公分高處撒下來，並把紙輕輕彈幾下，將紙用燈火溫和的烤一烤，鐵屑圖形便被固定。

##### 方法 II、黑線紙法

(1)取磁鐵放在黑線紙上，撒上鐵屑，產生一定圖。

(2)放在陽光或明亮的光線之下晒十分鐘，或放在小弧光燈之

下晒二分鐘。

(3)把鐵屑倒掉，用棉花醮顯影水拭抹即成。

3. 結果：

得蠟紙法鐵屑圖形及黑線紙法磁力線圖。

4. 討論：

(1)在磁場中各細小磁性物都沿磁力線而排列。磁力線對磁場中之細小磁性物施以推、拉、及扭轉力，直至使其進入磁力線最密之區，並被貫穿成一串為止。

(2)若將兩磁鐵挨近放置，使兩者之磁場佔有一共同區域，但事實上磁力線決不相交。若兩性之兩磁極相對，則各磁場仍各自存在，但形狀改變。兩異性之磁極相對，則兩磁場合成爲一強磁場。

(3)若兩磁場之力線平行且方向相同，則互相增強；若平行而方向相反，則互相抵消而減弱。

(4)每一閉合的磁力線，都像一條繃緊的橡膠帶，而有收縮之趨勢。這可以解釋，爲何異性的磁極會互相吸引。

探討六：磁化線圈之製造（充磁和消磁）

1 材料：

玻璃管、銅絲、鋼針、乾電池、紙管子（五十公分長）、絕緣銅線（廿二號）。

2. 方法：

方法 I、

在一根普通玻璃管的外壁，密密纏繞一層銅絲，便可用來磁化編織鋼針（打毛線的針）。

方法 II、

另法爲取一根五十公分長的紙管子，外面用廿二號絕緣銅線繞十二層，即成。

3. 結果：

製得二組簡易磁化物質之磁化線圈。

4. 討論：



- (1)方法 I 所得之簡易磁化線圈，可用手電筒用的乾電池做電源，一旦停止使用，馬上就應切斷電源。
- (2)方法 II，若用串聯電阻，則線圈可減少幾圈，或是把電阻線繞在外圈。若繼續不斷的通電，會使線圈發熱過甚，但如在線路上裝有按鍵開關，便可斷斷續續的通電。
- (3)方法 II 所製成的線圈，可以用來退磁。  
把退磁物慢慢由線圈抽出來，在它沒有完全脫離線圈磁場範圍之前，必須保持順著線圈軸線的方向。向外抽出。此線圈也可以用來磁化別的東西，把要磁化的東西放在線圈裡，按下開關，一瞬間就好了。

## (二)地磁及地磁的模型

### 探討一：地磁之要素

#### 1. 材料：

磁針、編毛線針、圓軟木、大頭針、U型銅架、硬紙板、板條。

#### 2. 方法：

##### 方法 I、磁傾儀

- (1)拿一根編毛線針，依軟木圓柱兩頭之直徑方向，插在軟木圓柱的中央。
- (2)用兩根大頭針做轉軸，調整編針，使水平的架在一塊 U 型銅條上。
- (3)將軟木圓柱連編針取下，將編針磁化，但不要碰動軟木，編針磁化之後，再把它整個架在銅架上。

##### 方法 II、示範用磁傾儀

- (1)用硬紙板剪一個外徑五十公分的圓環。
- (2)在沿直徑位置，釘兩塊板條，充當磁傾儀的托架，用卡片剪一個模型磁傾儀，把它架在板條的凹槽上。

#### 3. 結果：

- (1)磁傾儀的編針的一端，便會受地磁的影響，向下傾斜，而得知其傾斜角度。

(2)示範用磁傾儀，對解釋磁傾儀各種差誤問題時，甚為有用。

#### 4. 討論：

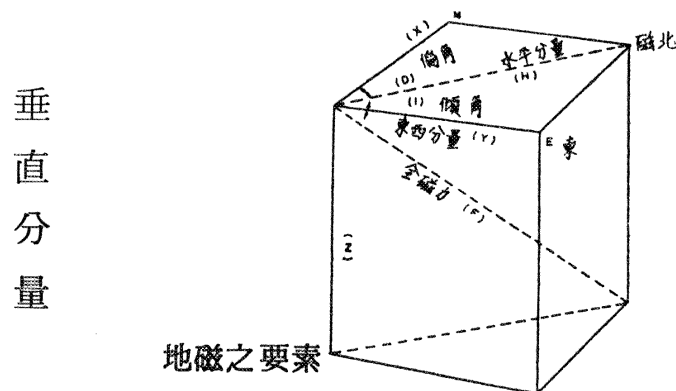
(1)以一磁針，支持其重心，使之可自由轉動。於地球上任意一點，檢查磁針所指之方向，便知該點之地磁方向。結果磁針即非指向正北，亦非保持水平。

(2)磁針與正北間之夾角，稱為磁偏角 (Magnetic declination)，磁針與水平面之夾角，稱為磁傾角 (Magnetic inclination)。

(3)由磁偏角及磁傾角，便可知地磁之方向。

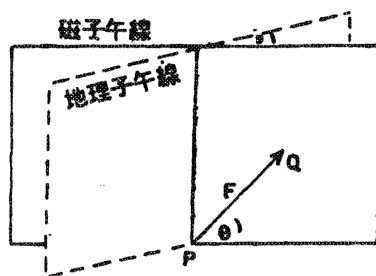
(4)地磁強度可任用總磁力、垂直分量、水平分量、南北分量、東西分量 (成分)。

(5)地磁為一具有強度及方向之量，其量可用前述之要素表之。下圖表示地磁之要素。



(6)爲了要澈底明瞭任何一點的地球磁場，我們不僅要知道它的方向，還得要知道它的大小。根據實測顯示，一般來說，地球的磁場並非水平向分佈，而是和平面有一傾斜角。在一定地點，包含地球磁場方向的垂直面，即稱「磁子午線」 (Magnetic meridian)，下圖表示磁子午線和地理子午線的關係。

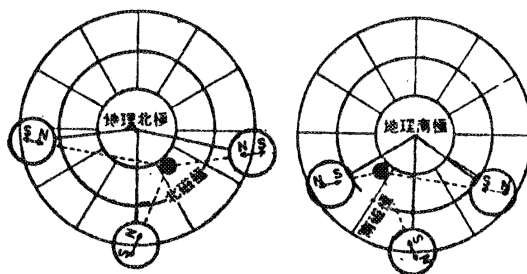
(7)下圖箭頭 PQ 表示 P 點的地球磁場大小 (F) 和方向。此包含 PQ 的垂直面，即為 P 點的磁子午線。



磁子午線和地理子午線

(8)磁子午線和地理子午線間的角度 ( $D$ ) 稱為  $P$  點的「磁傾角」。此為羅盤所示方向和地理上方向，或真北(南)間的角度。

下圖表示此角即可以在真南北線的兩邊，也可在它東邊。



磁 傾 角

(9)連接地理赤道附近所有傾角為零各點的一條線，即稱磁赤道 (Magnetic equator)。在南北極，磁針直指地下，所以該處傾角為九十角。

(10)利用羅盤和磁傾儀，分別量出磁偏角和磁傾角，則這裡的地球磁場，就可以完全確定。

### 探討二：地磁模型教具之製作

#### 1 材料：

保利龍、火針、磁針、木板、指南針、圓底玻璃(內容一崙)、匝線圈、變壓器、旋轉盤、蜂蜜、鐵粉、磁鐵。

#### 2 製作方法：

##### (1)方法一：

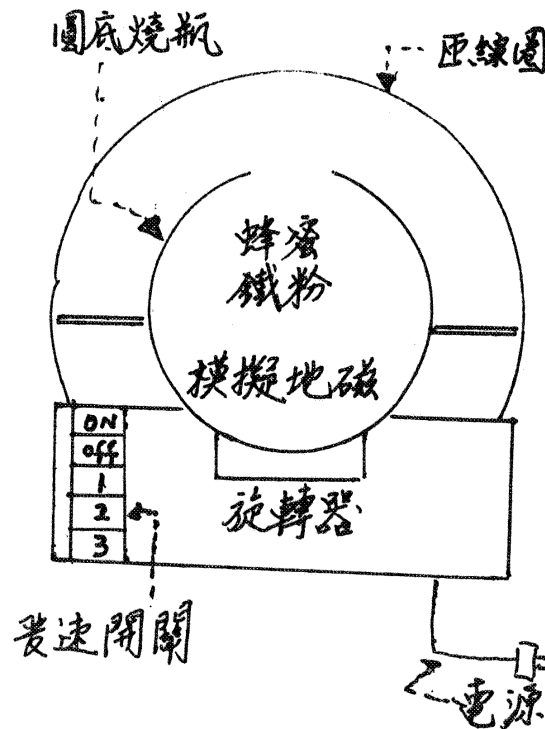
1、取一隻圓形保利龍來代表地球，用一根火針貫穿此球，稍傾斜地把它插在一塊木板上，這就代表地球的轉

軸。

ㄨ、用一根磁化過的打毛線的針，照地磁軸線的方向插入「地球」。

ㄐ、用一個小指南針，來考察球外磁場的情形。

(2)方法二：地磁結構圖



3. 原理：

地磁的模型為利用發電機之原理製成。此原理之涵義為線圈周圍旋轉磁鐵時，於線圈內便發生電流。同理，於球形地球導體外部，發生磁暴時，地球內部便發生電流。此種電流之流向，亦即因此所產生之磁場分佈，完全取決於地球內部之導電度分佈。

4. 討論：

(1)地球的軸穿過中心，連接南北兩極。地球在繞日軌道上的位置軸線方向都和其他位置的軸線相平行。

(2)事實上，地軸始終和地球軌道面的垂線形成一大約 23.5 度的角度，可以在紙上畫一個橢圓形，在地球繞日路線上標出四個位置 (ABC 及 D)。

(3)將鉛筆的一端指在 A 處，使它和紙面成一九十度的角度，

因而和橢圓面相垂直。而後將鉛筆傾斜約 23.5 度，表示地軸的方向。再把鉛筆的一端從 A 處移到 B、C 及 D 處，使它的方向仍舊和原先的方向相平行。這樣就可以表示繞日途中地軸不同的位置。

(4)地球的地理極是在它旋轉軸上。但地球的磁極，却並不和地理的兩極相合，彼此相距超過一千五百公里。

(5)磁極而且還不在地球直徑的兩端彼此相對，地球的磁軸離地球中心大約一千二百公里。

### 探討三：磁暴和磁場變動

#### 1 材料：

利用磁暴、演示模型教具

#### 2 方法：

(1)打開電源、調整變壓器使標示於零，然後每三十秒或一分鐘，調整其電位差、觀察磁暴演示機變化情況。

(2)再由最大電位差（標示於七），也一樣每三十秒或一分鐘，調整其電位差，觀察磁暴演示機變化情況。

#### 3. 討論：

(1)地球磁場的大小和方向不斷在變動，有些變化非常緩慢，週期達幾年，甚至幾世紀。其餘則為一種規則性的日週期，偶而也會有突發性磁變，通常都是規模很大又不規則，這些稱為「磁暴」（Magnetic storm）。

(2)科學家們將主磁場和變動場很明確地加以劃分：

##### ㄅ、主磁場（Main Magnetic field）

是地球磁場的主要分力，它的來源在地下，變動的時間幅度達很多年，甚至幾世紀。

##### ㄆ、變動場（Variation field）

是上層大氣中電流效應的後果。由此產生的變動時間幅度數天、數時、數分，甚至數秒不等。此種磁變場重疊在主磁場的上面，產生兩種磁變——規則性的磁變和不規則性的磁變。

(3)地磁變動場的「規則性磁變」( Regular variation )  
遵循一種規則性的每日型，和太陽和月球有關，或在二十四小時內經歷一次增加或減少的規則性循環，此種變動可能是高度九十和一百三十公里間高空大氣潮浪所生電流的後果。

(4)地磁變動場包括「不規則磁變」( Irregular Variation )。這些磁變忽然發生，時間幅度自幾天至幾秒不等。從太陽射出的質點，產生這種不規則的磁變。太陽風到達地球大氣外緣的時候，因為和磁場滙合而發生磁暴。

(5)地磁之一日變動，因季節而不同，普通夏季、冬季之變動大，此外又因年而有差異。

(6)地磁常與太陽黑點之數有關係。因黑點之數平均約隔十一年即多一次，其時地磁之每日變動亦劇。

(7)每日磁變動，夜間較穩靜，而在天明前，則忽起變動，其最大變動起於白天，至晚上復歸穩靜。

#### 探討四：范艾倫輻射帶( Van Allen radiation belts )

##### 1. 材料：

地磁模型教具

##### 2. 方法：

(1)打開電源，旋轉匝圈及模擬一地磁，使其旋轉角度剛好為23.5度。

(2)增加且改變電流量，使匝圈旋轉減慢，且傾斜在磁赤道方向，左右來回。

(3)觀察模擬地磁磁赤道鐵屑增加情形。

##### 3. 結果：

在磁赤道上面，聚集有許多鐵粉，且每個小磁鐵首尾相接，形成一個磁帶、模擬范艾倫輻射帶。

##### 4. 討論：

(1)在太陽活動期，極端活躍的質點竄入上層大氣，產生電流，有些荷電質點進入地球磁場，產生不規則的磁變。質點

本身影響磁場，其中有許多質點暫時被擄獲，並且被磁場所控制。這些質點變為集中在兩個輻射帶內，它們遠在磁赤道的上面圍繞地球。

(2)這些帶即所謂范艾倫輻射帶( Van Allen radiation belts )，因為科學家范艾倫研究太空船獲得資料，在一九五八年發現此帶，故而以他的名字命名。

### 探討五：地磁之久年變化

#### 1. 材料：

市面陶器、古陶器或火山熔岩。

#### 2. 方法：

(1)取古陶器決定陶器兩極之位置。

(2)找出其磁傾角及磁偏角。

#### 3. 討論：

(1)地球磁場之原因，主要在於地球內部，並且地球磁場，年年在變化，與以地球外界為原因之磁場部分之磁場變化速度比較，此種地磁場之年年變化，頗為微小。

(2)以地球內部為原因之磁場，其變化固然甚小，但地球之歷史甚長，雖屬微小變化，但經常年累積，便成為大變化，稱之謂「久年變化」。

(3)地球之久年變化，因無觀測之材料，故在極古年代之變動狀況，不可得而知，直接之觀測材料雖無，但可取古陶器及火山熔岩等之含鐵物實驗。

(4)因陶器一旦受熱而徐徐冷却時，則因該地之磁力感應，遂帶微弱之磁性，其所帶磁力之方向，與該地當時之方向無異。故詳細檢查古墳中之陶器及火山熔岩等，決定陶器兩極之位置，即可知當時之地磁狀況。

(5)又陶器在燒煉之當時，以其底置於平台上而燒成，故知其磁性之兩極，又可知其時代之磁傾角。

(6)由探討陶器之磁極，可以知道某一地方或時代之磁傾角、磁偏角變化情況。

## 探討六：地磁之向西移動

### 1. 材料：

地磁模型教具、走馬燈。

### 2. 方法：

(1)打開電源，使地磁模型教具，逆時針旋轉。

(2)觀測走馬燈運行情況。

### 3. 討論：

(1)地球磁場，有大規模之高，低異常存在。此種異常分佈，似與大陸及大洋之分佈無關。亦即暗示，地球磁場之原因，應更往地球深部引伸。

(2)關於地磁之高、低異常分佈，有一奇妙現象，即如走馬燈上所繪之圖案，隨時間而向西錯移。此現象稱為地磁之向西移動。

(3)地磁之向西移轉速度，每年雖僅  $0.2^\circ$  經度左右，如以此速度繼續移動，不足二千年，便能繞地球一周。此為大規模之地磁異常，與地殼附近構造全無關係之有力證據。

(4)地磁異常之高、低模式，係起因於地核之固定性質。假如地套及地殼，每年相對遲轉  $0.2^\circ$ ，便可解釋此一地磁之向西移動現象。而何以地核自轉稍慢，亦必需有相當深入之理論來加以說明。

## 探討七：磁極之移動與大陸飄移學說

### 1. 材料：

世界地圖、剪刀。

### 2. 方法：

(1)由世界各地所得之磁極移動軌跡，用剪刀剪一縫，將歐洲大陸移約  $35^\circ$ 。

(2)地球經剪一縫，將歐洲靠近美洲，由兩大陸所求之磁極軌跡。

### 3. 討論：

(1)由於地震帶的分佈，海底的擴張，大陸移動及板塊構造等

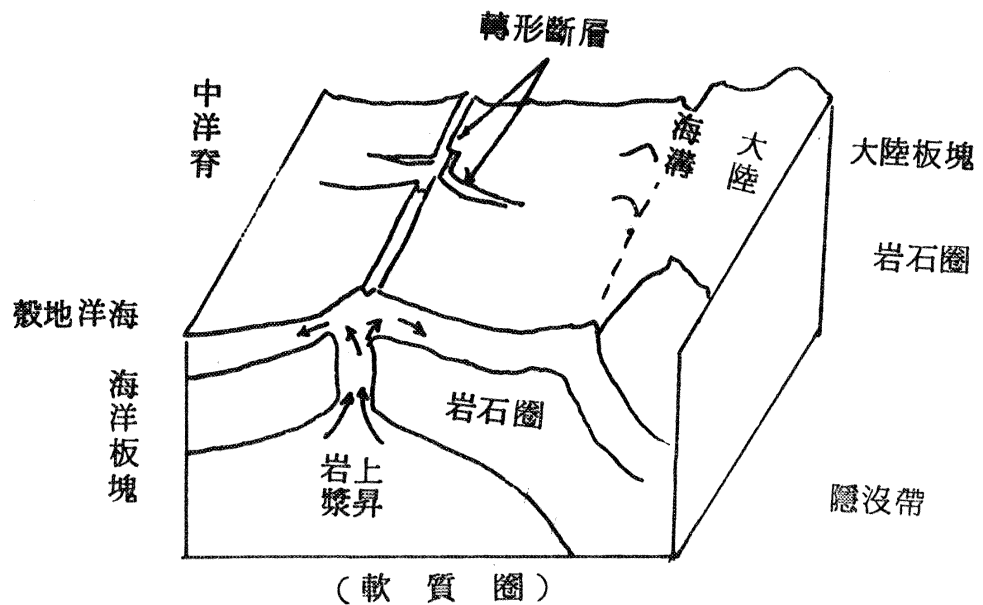


，而建立了板塊構造說之基礎。

(2)這些基礎理論的原理非常簡單，即地球表面是由數個厚度約為一百公里的板塊組合而成，由於它們移動時不會變形，所以在交會處會產生各種地質現象。

(3)大陸漂移的原因：（普林斯敦大學海斯教授）

ㄅ、在熱的地函中的對流運動，使地殼的岩石圈可以移動。



ㄆ、對流的現象他認為應是在中洋脊的地方上升，產生新的地殼，又裂開，有的就造成山脈和島孤，當移動相當時間（應力和應變儲積到相當程度），就產生地震。

ㄏ、新物質再次的充塞到裂隙內。

ㄏ、地殼從中洋脊形成後，逐漸向兩側移動，有的就由海溝向下隱沒而落到地函內。

新的物質熔接到大陸板塊的邊緣上，板塊增大，就向另一邊推，地球表面就不斷變化。

(4)大陸飄移的經過：

ㄏ、韋格納認為，聯合古陸大約於一億五千萬年前開始分裂，即大陸漂移的開始。

- ㄨ、聯合古陸就是大陸漂移學說的學者，給以前的超級大陸的名稱，而大洋稱為古汎洋。
- ㄐ、以首次分裂在於古地中海，把「北勞亞古陸」和南「岡瓦納古陸」分開，大約于一億八千萬年之前。
- ㄒ、因為板塊分開，有些則相碰撞，約在六千萬年前，推測印度和亞洲是分開的地方，但一直向著亞洲的方向漂流。

(5)大陸飄移的結果：

造成了各個山脈和島孤，而擠壓成褶曲山脈，即是「世界屋脊」，可以說喜馬拉雅山是歐亞板塊和印度洋（澳洲）板塊撞而成的。

目前海面上的島嶼，則是由於跟隨大陸漂移落後的結果。

## 五、結 論

(一)本份報告先就磁學有關方面之知識，做深入淺出之探討研究，再藉磁學知識為根底轉移研究地球磁場及相關之自然現象。

(二)本次研究，經探討而研究出幾件教具，可以在課堂中，清楚說明地磁之形成原理以及磁力線有關的問題。

1. 蠟紙法：此法可以將不同形狀之磁力線圖形，加以固定，以便永久保持。（原磁力線鐵屑保留）
2. 黑線紙法：此法為利用光線照射，促使黑線紙感應，再以顯影水使其顯現。（保留磁力線的影像）
3. 充磁及消磁機：此裝置可用來充磁鐵、鋁、鎳，使其磁化，同時也可用來將磁鐵，消掉其磁性。
4. 磁傾儀：利用此裝置，可用來探討某地方之磁偏角及磁傾角。

5. 地磁模擬教具：

為利用發電機原理製成，此原理為「線圈周圍旋轉磁鐵時，於線圈內便發生電流。同理，於球形地球導體外部，發生磁暴時，地球內部便發生電流。」此地磁模擬教具，可用

以演示地磁、磁暴、磁場變動、范艾倫輻射帶、地磁之向西移動等現象。

#### 6. 磁暴演示機：

此機為利用永久磁鐵所產生之磁力，來牽引鋁杯旋轉，同時藉變壓器來改變電流量，用以解釋磁暴變化之日週期、年週期、世週期，以及規則性的磁變等現象。

## 六、參考文獻

1. 戴智禮著：磁性材料 台灣商務印書館印行（59.年10.月）
2. 戚啟勳譯：地球科學 幼獅書店印行（60.年8.月）
3. 黃鑑村編著：電子學 無線電雜誌社印行（67.年1.月）
4. 松山基範著 王謨譯：地球 台灣商務印書館印行（56.年12.月）
5. 陳石林譯著：地球的面貌 徐氏基金會出版（58.年11.月）
6. 王榮文編：趣味的物理實驗 遠流出版社（67.年5.月）
7. 張桐生譯：大學物理學 中華書局印行（50.年10.月）
8. 陳文一編著：實驗物理學 大行出版社印（62.年6.月）
9. 謝力中譯：自然科學教學法 世界書局印行（64.年10.月）
10. 史中一編：地球和宇宙科學淺學 台灣商務印書館（60.年7.月）
11. 陳聰明編：實用物理學 台灣書局印行（54.年3.月）

評語：以實際模型實驗說明地球的磁場富有創意，此模型可作為教具具有推廣價值。作者對地磁及磁力線之觀念均十分了解。作品由學生設計適合國中程度。