

磁鐵、磁場

一、磁鐵與名詞介紹：

1. 磁鐵：具有磁性的物質。
2. 磁性：吸引鐵族金屬的特性。
3. 材料：磁性材料，如鐵、鈷、鎳及其合金。
4. 磁極：磁鐵的兩極，磁性最強。
 - a. $\left\{ \begin{array}{l} \text{指北極} \Rightarrow N \text{極} \\ \text{指南極} \Rightarrow S \text{極} \end{array} \right.$
中間為中性區，磁性最弱。
 - b. 一定同時具有 N 極與 S 極。
 - c. N 極(指北極)與 S 極(指南極)總是成對存在。
5. 磁力：磁極間相互作用的力，為超距力。 $\left\{ \begin{array}{l} \text{同名極相斥} \\ \text{異名極相吸} \end{array} \right.$
磁力 \propto 磁性大小，與距離平方成反比。
6. 性質：
 - a. 兩端磁性最強，中間最弱。
 - b. 受到敲擊或高溫（700°C 以上），磁性降低。
 - c. 切成 n 段時，每一段都是磁鐵，共有 2n 個磁極。

二、磁化：

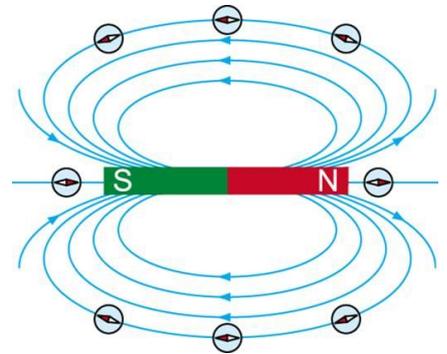
1. 磁化：不具磁性的物質受磁力的感應，而具有磁性。感應近端成異名極；遠端為同名極。
2. 種類：
 - a. 暫時磁鐵：又叫軟磁鐵，易被磁化，但磁性易消失。如鐵釘。
 - b. 永久磁鐵：又叫硬磁鐵，不易被磁化，但磁化後，可長期保有磁性。如鋼釘。
3. 黑板、白板與冰箱門中埋有鐵板，且磁鐵的磁力可穿透木頭、塑膠等物質，所以磁鐵可以吸附在這些表面不是鐵質材料的物品上。

三、磁場：受到磁力作用的空間。

1. 具有大小與方向。 $\left\{ \begin{array}{l} \text{大小：近磁極處，強} \\ \text{方向：N極所指的方向。} \end{array} \right.$
2. 磁性物質在磁場中會被磁化。
3. 磁針受影響而偏轉。
4. 用**磁力線**或**鐵粉**描繪出。

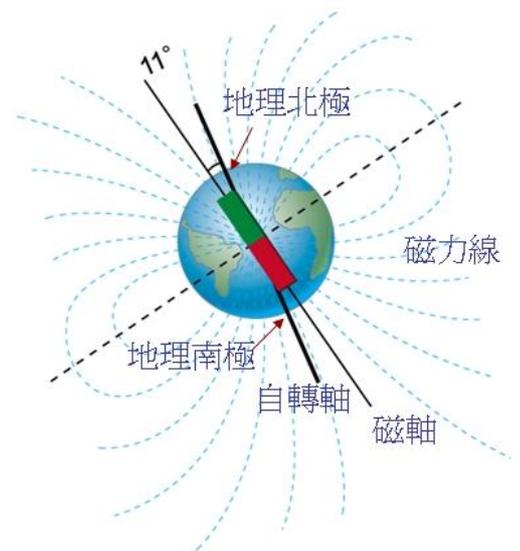
四、磁力線：

1. 磁力線為一假想線，用來表示磁場的強弱與方向。
2. 在磁場中，由 N 極所指的方向，所連接成的曲線。
3. 方向：
 - a. 在磁鐵外部，由 N \rightarrow S。
 - b. 在磁鐵內部，由 S \rightarrow N。
4. 性質：
 - a. 必為封閉、永不相交的平滑曲線。
 - b. 磁力線密集，磁力越強；
磁力線疏鬆，磁力越弱。
(疏密程度代表磁場強度。)
 - c. 磁力線在該點的切線方向 = 磁場方向 = N 極的指向。



五、地磁：

1. 地磁：地球的周圍空間所存在的磁場。
2. 地球的南方為 N 極；北方為 S 極，磁力線由南而北。
3. 羅盤（指南針、指北針）是利用能自由旋轉的磁針製成的，可與地球磁場產生吸斥作用，指出南北方向。
4. 每數十萬年~數百萬年，磁場會反轉。



電流的磁效應

一、電流與磁效應：

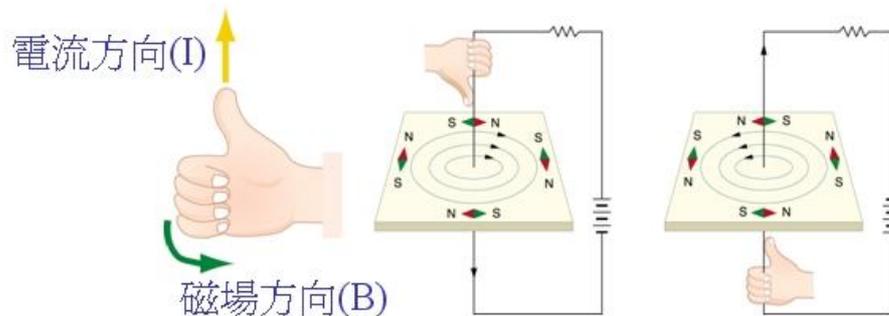
1. 西元 1820 年，丹麥科學家厄司特發現：通電的導線會形成磁場，使磁針偏轉。
2. 定義：通有電流的導線（線圈），周圍會產生磁場。
3. 磁場越強，偏轉角度越大。

二、安培定律：法國科學家安培發現。

1. 安培定律：載流直導線在周圍任意一點所建立的磁場強度（H），與電流大小（I）成正比、與導線到該點的距離（L）成反比。
2. 載流長直導線的磁場：
 - a. 磁力線為封閉的同心圓，且磁力線不相交。
 - b. 越接近導線的地方，同心圓越密集、鐵粉的圖樣越清晰，磁場強度越強。
 - c. **磁場方向與電流方向互相垂直。**

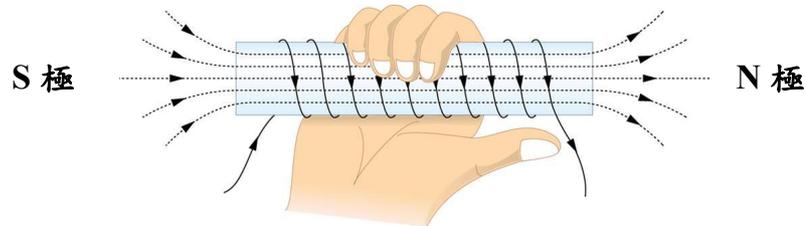
三、安培右手定則：判斷載流導線周圍的磁場方向。

1. 載流長直導線：
 - a. 大拇指為導線電流方向；四指彎曲所指的方向為磁場方向（磁力線方向、N 極）。
 - b. 磁力線為封閉的同心圓。
 - c. 電流由上往下流 \Rightarrow 磁場為順時針方向。
電流由下往上流 \Rightarrow 磁場為逆時針方向。



★ 四、螺線管線圈：將長直導線繞圓柱體彎成圓環狀。

1. 將長直導線彎成圓環狀所產生的磁場，與圓形磁鐵的磁場相同；若將導線繞成許多圓環狀的螺旋形線圈，則磁場相當於許多圓形磁鐵結合般增強。中心磁場較強。
2. 磁場的判斷：四指彎曲方向為導線電流方向；大拇指為磁場方向。



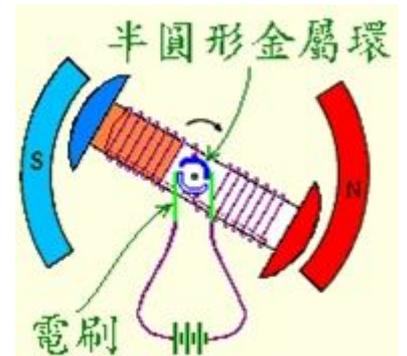
3. 影響螺旋形線圈磁場強度的因素：
 - a. 單位長度內的圈數。圈數越多，磁場越強。
 - b. 線圈的電流大小。電流越大，磁場越強。
 - c. 內部放入磁性物質磁化，磁場變強。

五、電磁鐵：

1. 將磁性物質放入螺線圈內部形成，使總磁場大增。
2. 通電時，因為磁性物質磁化，磁場增加。
斷電時，磁性消失，線圈與磁性物的磁場都消失。
3. 增加磁場強度的方法：
 - a. 電流增加，磁場越強。
 - b. 單位長度內的圈數增加，磁場越強。
 - c. 磁性物質增加，磁場越強。
4. 電磁鐵磁力可以遠大於天然磁鐵。
5. 應用：馬達、電話、電鈴、起重機、安培計、伏特計…

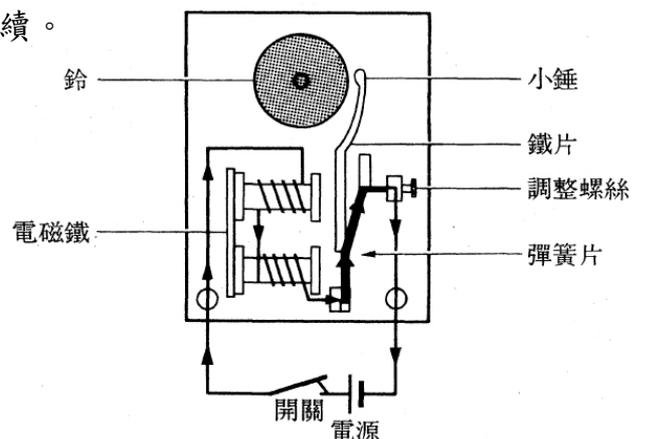
☆ 馬達 (電動機)：直流電動機

1. 馬達：通電的線圈或電磁鐵在磁場中受力而轉動的裝置。
2. 原理：將電能轉換為力學能 (動能)。
3. 構造：
 - a. 場磁鐵：永久磁鐵，產生磁場，在線圈外圍。
 - b. 電樞 (線圈) 與鐵芯：多匝線圈，可自由轉動。
 - c. 集電環 (半圓形金屬環)：連接線圈的金屬環，電流輸入裝置。
 - d. 電刷：與集電環接觸，一端輸入電流、一端輸出電流。
4. 工作原理：
 - a. 電流通過線圈，產生磁場，極性與場磁鐵極性相反，線圈轉動。
 - b. 線圈轉 90° ，此時電刷與集電環形成斷路，線圈磁場消失，但利用慣性繼續旋轉。
 - c. 線圈繼續旋轉，電刷與集電環接觸形成通路，因磁場形成的斥力而繼續轉動。
 - d. 線圈每轉動半圈，經由電刷輸入線圈的電流方向改變一次，線圈不斷轉動，方向不變。(此為集電環與電刷的功能)
5. 應用：電風扇、吸塵器、吹風機、抽水機、洗衣機...



☆ 電鈴：

1. 構造：電磁鐵、彈簧片、鐵片、調整螺絲、小錘、鈴
2. 工作原理：
 - a. 電流通過，電磁鐵產生磁場吸引鐵片，使小錘敲鈴。
 - b. 彈簧片與調整螺絲末端分離 \Rightarrow 斷路，電磁鐵失去磁性。
 - c. 彈簧片回到原處，形成通路，重複 a. 的過程。
 - d. 電路時斷時續 \Rightarrow 電鈴聲時斷時續。



☆ 電話：1876 年，貝爾發明。

1. 構造：

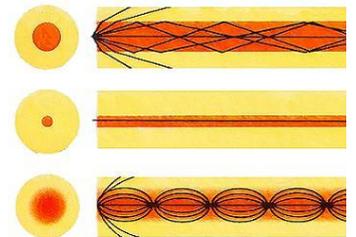
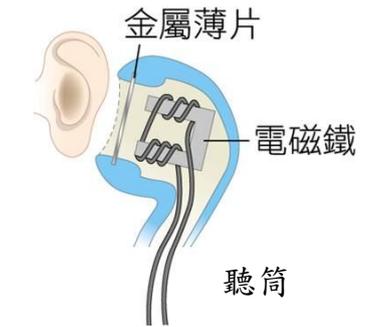
- a. 話筒：金屬薄片、碳粉盒。
- b. 聽筒：電磁鐵、金屬薄片。

2. 工作原理：

- a. 發話方：金屬薄片振動，壓縮碳粉盒 \Rightarrow 電阻變小、電流變大；碳粉盒疏鬆時 \Rightarrow 電阻變大，電流變小。
電流大小隨聲音振幅、頻率而改變。
- b. 受話方：聽筒接受電流，引起電磁鐵磁力變化，金屬薄片振動，發出聲音。

3. 電話傳聲過程：說話 \rightarrow 金屬薄片振動 \rightarrow 壓縮碳粉，產生電流 \rightarrow 聽筒電磁鐵產生磁力 \rightarrow 金屬薄片振動 \rightarrow 聽到聲音。

- 光纖：用雷射光發訊號，雷射光沿光纖傳至遠方，而不用訊號放大器。傳的訊號大且快。（光行進符合光反射定律）



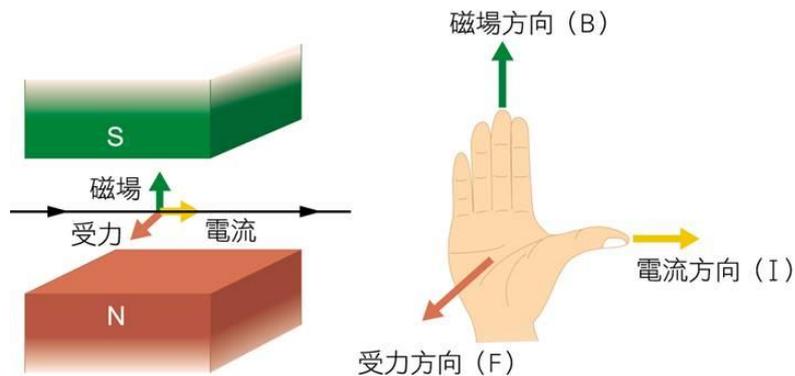
☆ 喇叭：

1. 構造：線圈、錐形盆、永久磁鐵、中空圓筒（套在永久磁鐵上，可沿永久磁鐵的兩極間前後移動，連接線圈與錐形盆。）
2. 工作原理：音源裝置輸出不同方向、大小的電流訊號流經線圈 \rightarrow 線圈產生不同方向、強弱的磁場 \rightarrow 線圈產生的磁場與永久磁鐵產生大小不同的吸引力或排斥力 \rightarrow 線圈、中空圓筒與錐形盆產生振動 \rightarrow 錐形盆前方空氣振動而產生聲波。
3. 喇叭產生之聲波的振幅大小、頻率高低，隨電流訊號變化而改變。

電流與磁場的交互作用

一、電流與磁場的交互作用：

1. 交互作用：載流導線在磁場中，會受力，產生運動。
2. 受力的大小：
 - a. 電流越大、磁場越強、導線長度越長 \Rightarrow 受力大。
 - b. 電流方向與磁場方向平行 \Rightarrow 受力 $=0$ 。
 - c. 電流方向與磁場方向 \perp \Rightarrow 受力最大。
3. 受力的方向：右手開掌定則
 - a. 右手開掌定則 \Rightarrow 判斷載流導線在磁場中受力的方向。
 - b. 大拇指為電流方向、四指為磁場方向、掌心方向則為導線受力的方向。



4. 平行載流導線的受力情形：
 - a. 電流方向相同：互相吸引。
 - b. 電流方向相反：互相排斥。

電磁感應

一、電磁感應：

1. 西元 1831 年，英國科學家法拉第發現磁場產生感應電流的方法，並製造出發電機。
2. 定義：磁場變化時，會產生電流。

☆ 實驗證明-1：法拉第所做

- a. 兩個別線圈各繞鐵環，一條含開關；一條接導線，下放磁針。

- b. $\left\{ \begin{array}{l} \text{通電瞬間} \Rightarrow \text{磁針偏轉。} \\ \text{通電中} \Rightarrow \text{磁針不動。} \\ \text{斷電瞬間} \Rightarrow \text{磁針偏轉。} \end{array} \right.$

- c. 磁針偏轉 \Rightarrow 表示有磁場 \Rightarrow 代表有電流經過導線而產生電流。

- d. 通電產生的電流磁效應，會使另一導線產生電流。

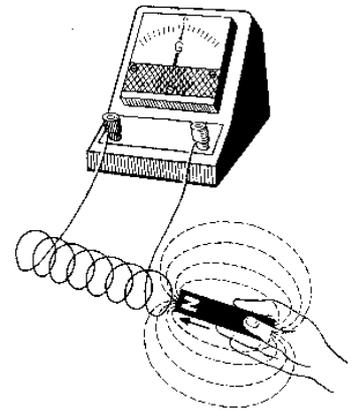
☆ 實驗證明-2：

- a. 取一線圈，兩端各接一檢流計。

- b. $\left\{ \begin{array}{l} \text{磁棒在線圈外不動} \Rightarrow \text{讀數} = 0, \text{無電流。} \\ \text{磁棒插入線圈/抽出線圈} \Rightarrow \text{指針偏轉，有電流。} \\ \text{磁棒靜止於線圈中} \Rightarrow \text{讀數} = 0, \text{無電流。} \end{array} \right.$

- c. 磁棒插入線圈/抽出線圈時的磁針偏轉方向相反。

- d. 插入、抽出速度越快，指針偏轉角度越大。



二、感應電流：因為電磁感應而產生的電流。(當磁場改變時，就會產生。)

1. 影響感應電流大小的因素：磁場強度、相對運動速率、線圈匝數。

a. 進出線圈的速率越快 \Rightarrow 磁場變化速率越快 \Rightarrow 感應電流越大。
(此為法拉第定律)

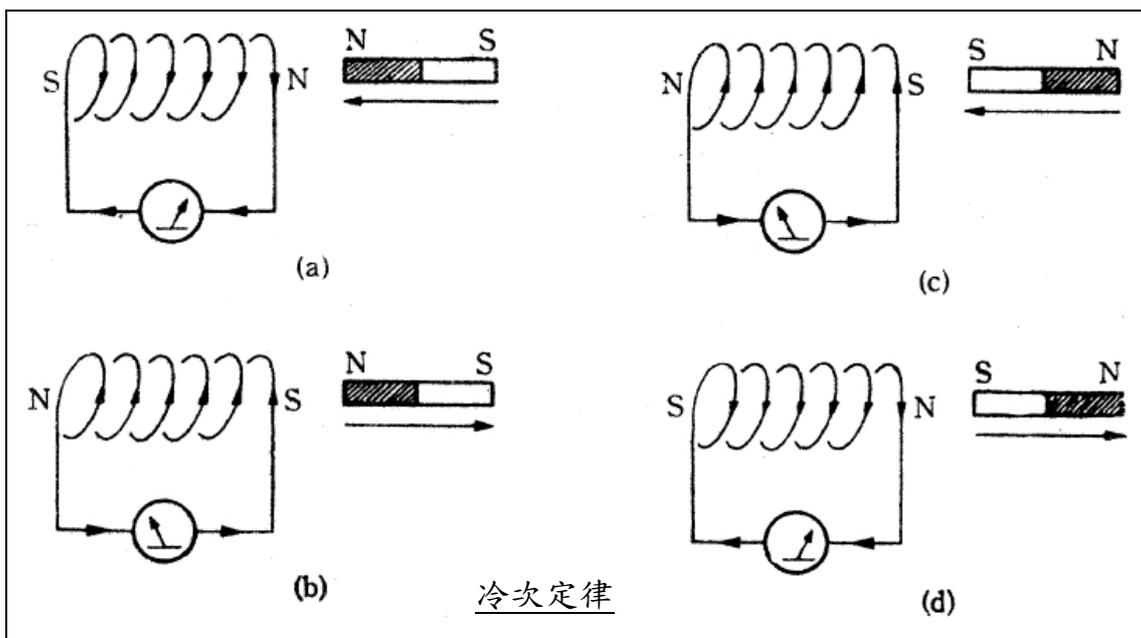
b. 線圈的圈數：增加線圈的圈數，感應電流會增大。

★ 2. 感應電流的方向：冷次定律

a. 冷次定律：1834AD，冷次提出。

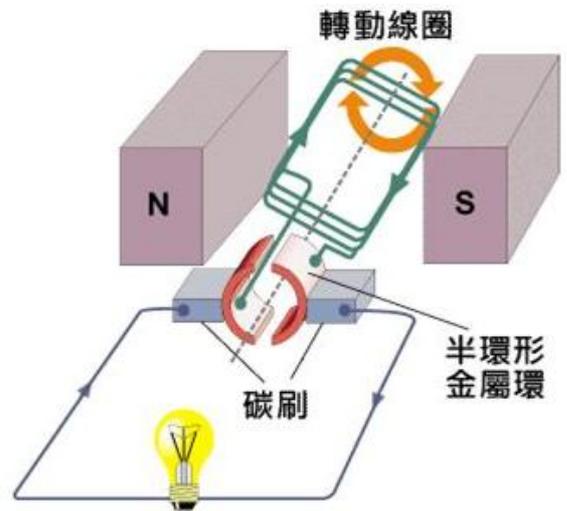
b. 定義：感應電流產生的磁場，會抗拒原來磁場的變化。

c. 舉例：
 $\left\{ \begin{array}{l} N \text{極靠近線圈，近端產生 } N \text{極 (排斥)} \\ N \text{極遠離線圈，近端產生 } S \text{極 (吸引)} \\ S \text{極靠近線圈，近端產生 } S \text{極 (排斥)} \\ S \text{極遠離線圈，近端產生 } N \text{極 (吸引)} \end{array} \right.$



☆ 發電機：直流發電機

1. 利用**電磁感應原理**而製造的裝置，使線圈在磁極間快速轉動而產生感應電流。
2. 原理：將力學能（動能）轉換為電能。
3. 構造：（與電動機相似）
 - a. 場磁鐵：永久磁鐵，產生磁場，在線圈外圍。
 - b. 電樞（線圈）：多匝線圈，可自由轉動。
 - c. 集電環（半圓形金屬環）：連接線圈的金屬環，電流輸出裝置。
 - d. 電刷：與集電環接觸，一端輸入電流、一端輸出電流。
4. 工作原理：
 - a. 電樞在磁極間轉動，通過的磁場不斷改變，產生感應電流。
 - b. 感應電流不斷地由電刷導出。
 - c. 線圈轉動，電流方向不改變，輸出的電為直流電。電樞不斷轉動，方向不變。
5. 電樞轉動速度越快或線圈數越多 ⇒ 感應電流越大。



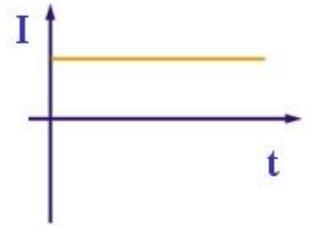
☆ 發電機與電動機的比較：

	發電機	電動機
構造	場磁鐵、電樞、集電環	與發電機相似
作用	力學能產生電能	電能產生力學能
原理	電磁感應	電流的磁效應
說明	由磁場變化產生感應電流	由電流產生磁場
種類	交流、直流	交流、直流
定則	左手開掌定則	右手開掌定則

直流電與交流電

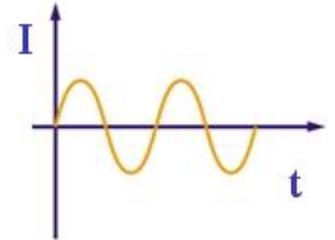
一、直流電 (DC):

1. 電路中，電流流動方向大小不改變，朝同一方向流動。
即：電流的流向總是由電池的正極流向負極。
2. 直流電源：提供直流電者。輸出的電流方向與大小固定。直流電源有標示正負極，如乾電池、鉛電池。



二、交流電 (AC):

1. 電路中，電流流動方向大小會改變，且有週期性改變。
2. 交流電源：提供交流電者。電流方向和大小隨時間做規律的變化。沒有固定的正負極，如發電廠提供的電源、家庭用電。
3. 目前在臺灣所使用交流電的頻率為 60 赫 (Hz)，即一秒內，電流方向來回變換 60 次。



三、直流電與交流電的比較：

1. 直流電與交流電都可以運輸電能以供使用。
2. 直流電無法變壓，傳送中能量消耗很快。
3. 交流電可以改變電壓，減少傳送的損失，經濟效益較高。。