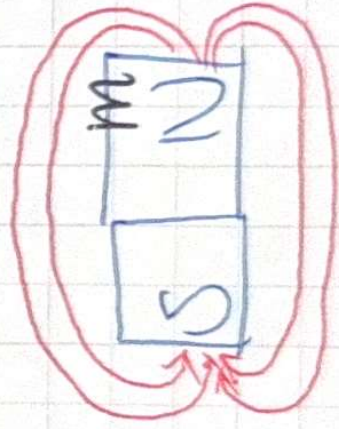


CH6. 電感及電磁.

6-1 磁的特性

1. 最早的記載磁鐵的性質及文獻在2500年前.

2. 定義: 在磁鐵周圍, 磁力作用所及區域.



3. 磁力線愈密集表示磁性愈強

4. 必成對出線，無法單獨存在

5. 基本元素

(1) 磁極(m) - 具有磁極強度，單位：Wb.

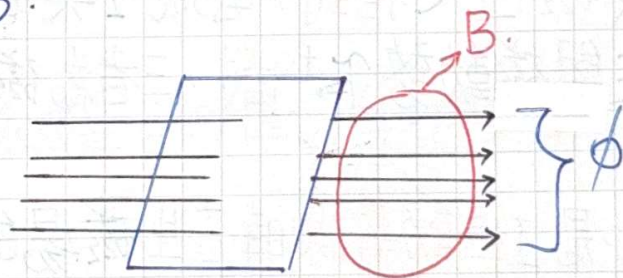
(2) 磁力線 - 由磁極發射出一條條曲線，單位：Wb.

(3) 磁通量：通過該面積磁力線總量 (ϕ)，除以 A，
可得磁通密度 $B = \frac{\phi}{A}$ ，單位特斯拉(T).

6-1-1 磁通量

1. 該面積內通過的磁力線總數.

2. $\phi = A \times B$.



6-1-2. 庫倫磁力定律.

$$F = \frac{kQq}{r^2} \quad \left(\text{靜電} \right)$$

$\frac{1}{4\pi\epsilon}$

$$F = k \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

\downarrow
 $\frac{1}{4\pi\mu}$

$$K = 6.33 \times 10^4 \quad \left(\text{真空} \cdot \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{Wb}^2} \right)$$

1. 磁場強度：相同於電場強度.

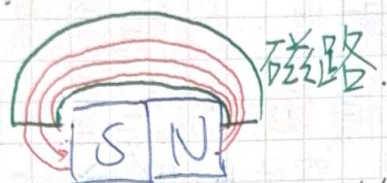
(11)



$$H = \frac{F}{m}$$

2. 定義：單位磁極於極場內所受的磁力大小。

6-1-3 磁路。



↑ 磁動勢 F

1. 磁路：磁力線通行的閉合迴路。

(1) 會用導磁係數高的材質，引導並集中磁力線。

2. 電阻 R 與磁阻 \mathcal{R} 相對，電流 I 與磁通量 ϕ 相對，
電動勢 E 與磁動勢 F 相對，三者為磁路歐姆定律。

3. 磁動勢 F ，是 I 通動導線時產生磁場的勢力，也是
磁力線穿過磁路所需力量。

$$(1) \overset{(At)}{F} = \underbrace{N}_{\substack{\text{繞阻匝線} \\ \text{繞阻匝線}}} \times I, \text{ 單位為安匝}$$

4. 在磁路中的磁場強度。

(1) 磁化力：在磁路中單位長度磁動勢，也稱磁場強度。

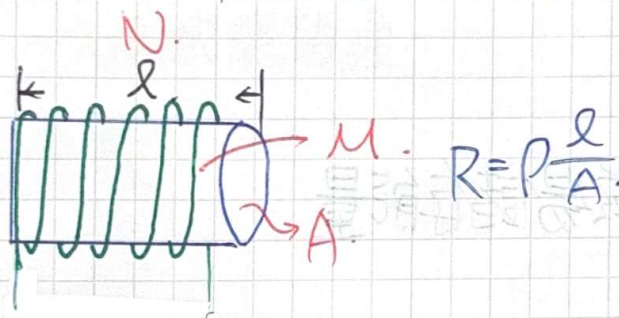
$$\text{螺線管 } H = \frac{F}{\underbrace{l}_{\text{磁路長度}}}, \text{ 環狀線圈 } H = \frac{F}{2\pi r}.$$

5. 導磁係數：原不具磁性的材料產生磁場，當外加磁場時，磁化程度的係數。

$$\mu = \frac{B}{H}$$

(1) 係數愈高，磁通愈容易在材料中通過。

(2) 變壓器：使用鐵或鋼作為磁路介質



6. $R = \frac{l}{\mu A}$ ，單位：At/Wb。
(磁阻)

(1) 磁力線通過磁性材料，所受阻力。

7. 磁飽和。

(1) 當外加磁場消失時，材料的磁性消退後並不會完全消失，會殘留部份磁性在材料中，稱剩磁。

(2) 剩磁消滅到 0，必外加反向磁場

8. 在磁路中的磁通量

(1) 開放中：磁通量等於通過面積的磁力線總量。

(2) 磁路中： $\phi = \frac{F}{A}$ 。

6-2 電感器

1. 將電能轉換為磁能元件

2. 產品:

(1) 電感器: 當通過的 I 改變時, 出現反電動勢抵抗 I
(楞次定律)

(2) 抗流器: 可阻擋高頻訊號

(3) 繞阻: 通電後產生磁通

3. 充電

(1) 是儲能元件

(2) 利用 I 產生磁場儲存能量

4. 放電

(1) 釋放的 I 方向, 與充電 I 方向相同

6-3 電感量

6-3-1 自感 (H)

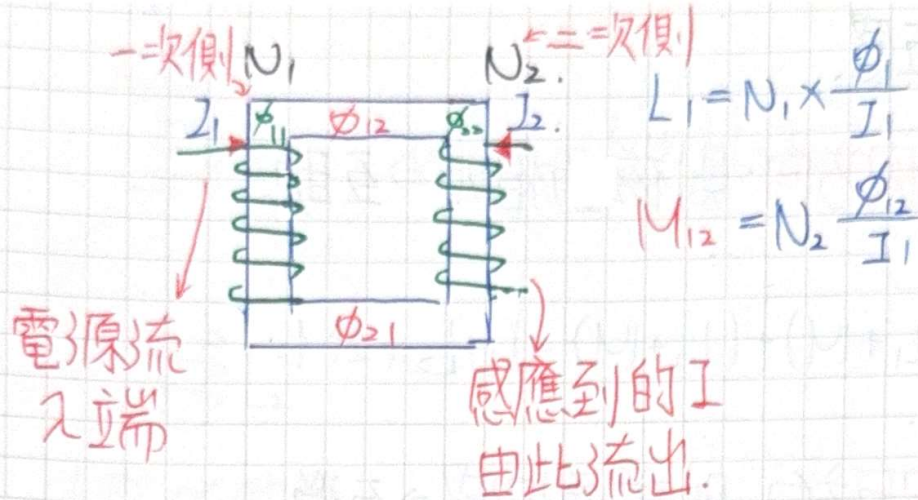
1. 線圈通過 I 時, I 是流動電荷, 移動的電荷會產生磁通:

$$\begin{aligned} \text{自感量 } L &= N \frac{\Phi}{I} \\ &\Rightarrow N \frac{\frac{\mu A}{l} I}{I} = \frac{\frac{\mu A}{l} I}{I} \times N = \frac{\mu A N^2}{l} \end{aligned}$$

$\mu = 4\pi \times 10^{-7}$

6-3-2 互感

1. 通電線圈產生的磁通傳到另一個線圈交互作用, 使另一個線圈具有磁通



$$\phi_1 = \phi_{11} + \phi_{12}$$

一次側的總磁通。

耦合係數：

$$K = \frac{\phi_{12}}{\phi_1} \leq 1$$

是比例 = $\frac{\cancel{\phi_{12}}}{\phi_{11} + \cancel{\phi_{12}}}$
 - 無單位

互感

$$M = K\sqrt{L_1 \times L_2}$$

(H)

6-3-3 電感器串聯

1. 無互感：彼此磁通沒有交鍊。
2. 有互感：有交鍊

串聯	{	有互感	{ 相消 相加
		無互感	$L_T = L_1 + L_2 + \dots + L_n$
並聯	{	有互感	{ 相消 相加
		無互感	$L_T = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$

△串聯有互感.

1. 標記相同方向, 則磁通相加 \Rightarrow 互助

$$L_T = (L_1 + M) + (L_2 + M) = L_1 + L_2 + 2M.$$

2. 標記相反方向, 則磁通相減 \Rightarrow 互消.

$$L_T = (L_1 - M) + (L_2 - M) = L_1 + L_2 - 2M.$$

△並聯有互感.

1. 標記相同方向 \Rightarrow 互助

$$L_T = \frac{L_1 \times L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M}$$

2. 標記相反方向 \Rightarrow 互消.

$$L_T = \frac{L_1 \times L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M}$$

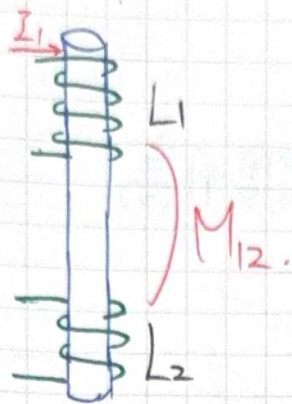
6-3-5 電感器儲存能量

1. 當電流流經電感器後會建立磁場並儲存能量.
電源輸入的電流產生磁通並儲存, 並與匝數成正比.

$$W = \frac{1}{2} LI^2 \text{ 無互感.}$$

(J)

$$W = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 \pm M I_1 I_2 \text{ 有互感}$$



$$W = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 \pm \underline{M I_1 I_2}$$

6-4 電磁效應.

6-4-1 安培右手定則

1. 兩個導體上的電流方向相同, 則兩個平行導線會互相吸引, 反之, 則排斥.

2. 相互作用力:

$$F = \frac{\mu l I_1 I_2}{2\pi d}$$

3. 安培右手定則

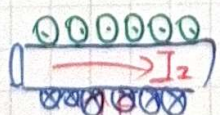
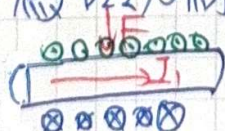
(1) 長直導線: 姆指代表電流方向, 四隻手彎曲的地方為磁場方向

(2) 環形螺旋線圈: 姆指代表磁場方向, 四隻手彎曲地方為電流方向

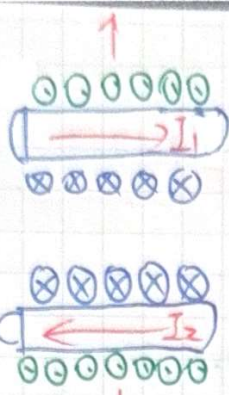
(兩條載流導線)

4. 作用力:

⊙ 為磁力線流出平面, ⊗ 為磁力線流入平面



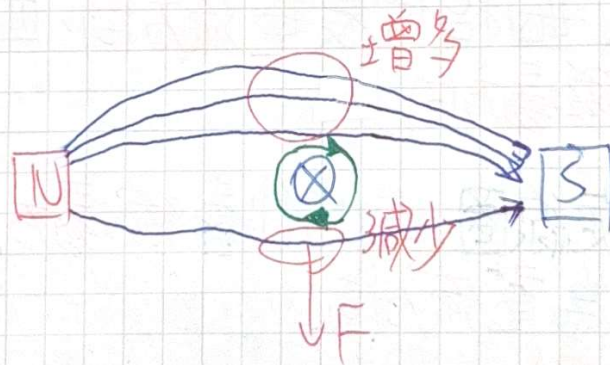
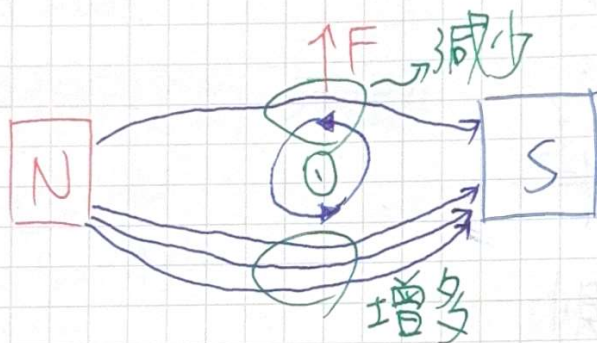
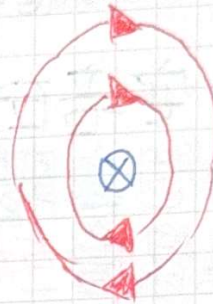
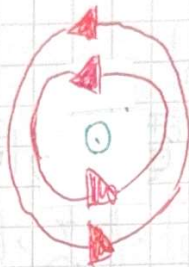
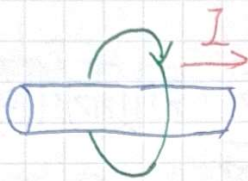
→ 磁場抵消, 密度降低



~ 磁場增加, 密度升高

(磁場對載流導線)

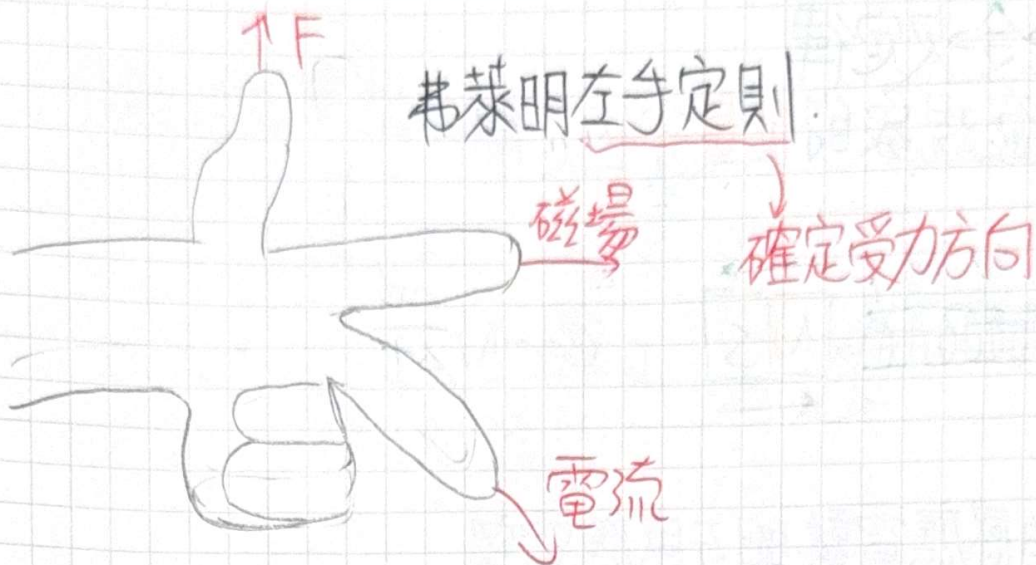
5. 作用力:



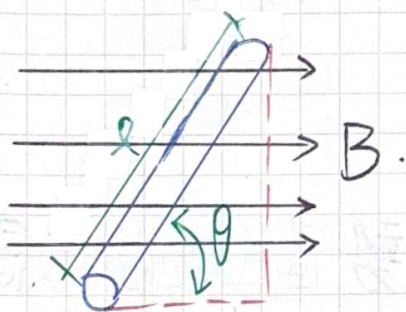
6-4-2 弗萊明左手定則

1. 分別對應電動機、發電機。

2. 可知電流、磁場、運動方向



$$F = B l I \times \sin \theta$$



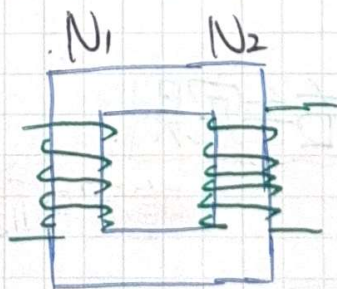
6-5 電磁感應

6-5-1 法拉第電磁感應定律

1. 封閉迴路感應電勢大小等於穿過的磁通量變化率

$$e = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

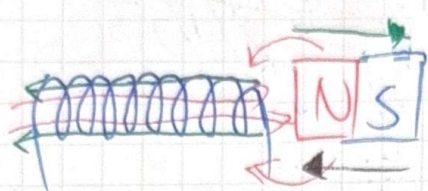
(V) 感應電勢



$$L = N \frac{\phi}{I} \Rightarrow N = \frac{LI}{\phi} = \frac{L \Delta i}{\Delta \phi} = \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

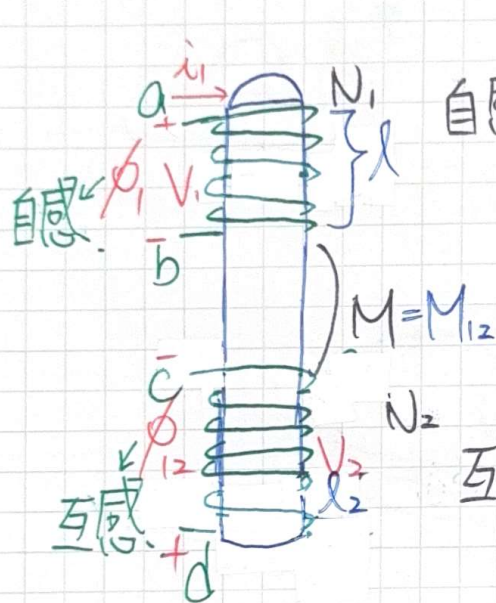
6-5-2 楞次定律

1. 電磁現象的能量守恆定律



$$e = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

6-5-3 自感應電勢與互感應電勢



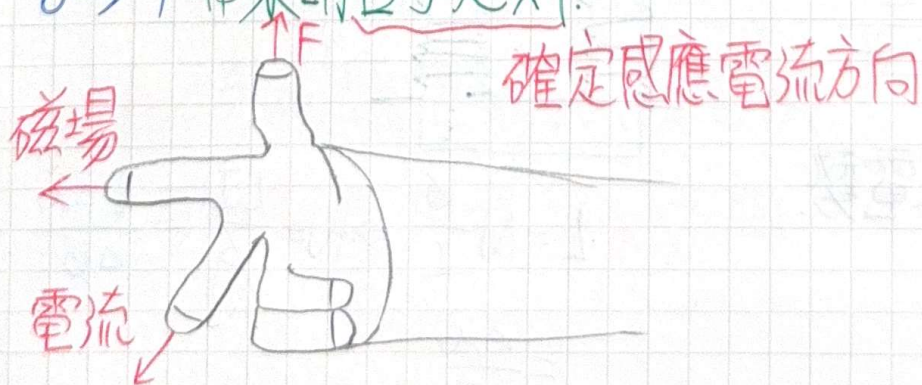
(e) 自感應電勢產生磁性相反於感應電勢

(em) 互感應電勢產生磁性相反於感應電勢

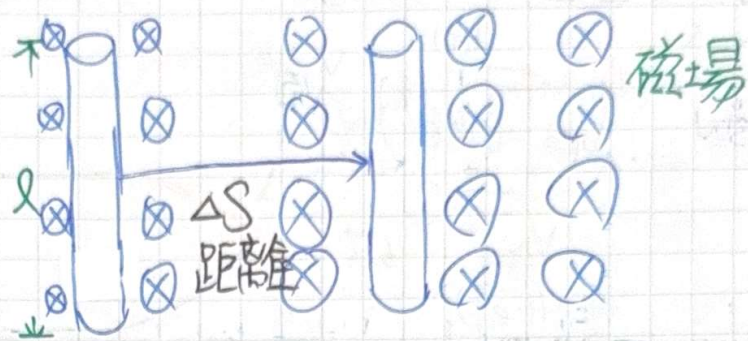
$$I = a \rightarrow b, d \rightarrow c.$$

$$e_M = -N_2 \frac{\Delta \phi_{12}}{\Delta t} = -M \times \frac{\Delta i_1}{\Delta t} = -M_{12} \frac{\Delta i_1}{\Delta t}$$

6-5-4 弗萊明右手定則



1. 又稱為發電機定則。



$$\Delta A = l \cdot \Delta S$$

$$e = Blv \times \sin \theta$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

