



CH2 基礎電磁理論

2-1 磁場

隨堂練習解答

課本 P16

(A) 1. 關於磁力線之敘述，下列何者錯誤？

- (A)磁力線相互吸引 (B)磁力線離開或進入磁鐵時必垂直於磁鐵表面
(C)磁力線為封閉曲線 (D)磁力線方向由 N 極到 S 極。

解 磁力線相互排斥，中途不會分支或是相交

(B) 2. 關於磁化線敘述，下列何者錯誤？

- (A)磁化線恆不相交
(B)磁化線在磁鐵內部由 N 極到 S 極
(C)磁化線與磁力線經過的路徑稱為磁路
(D)磁化線數目與磁力線數目相等。

解 磁化線方向在磁鐵內部由 S 極到 N 極

2-2 磁通量與磁通密度

隨堂練習解答

課本 P18

(A) 1. 磁通量 ϕ 之單位，1 Wb =

- (A) 10^8 (B) 10^4 (C)1 (D) 10^{-8} 馬克士威。

(C) 2. 磁通密度 B 之單位，1 Wb/m²(特斯拉) =

- (A) 10^{-4} (B)1 (C) 10^4 (D) 10^8 高斯。

(A) 3. 某磁鐵的截面積為 50cm×40cm，已知磁通密度為 0.5Wb/m²，試求磁通量為多少韋伯，相當於多少馬克士威？

- (A) $0.1, 10^7$ (B) $0.1, 10^9$ (C) $10^3, 10^{11}$ (D) $10^7, 0.1$ 。

解 截面積 $A = 0.5\text{m} \times 0.4\text{m} = 0.2\text{m}^2$

磁通量 $\phi = AB = 0.2 \times 0.5 = 0.1\text{Wb} = 0.1 \times 10^8 \text{ 馬克士威} = 10^7 \text{ 馬克士威}$

2-3 永久磁鐵與電磁鐵

隨堂練習解答

課本 P19

(D) 1. 有關永久磁鐵之敘述，下列何者錯誤？

- (A)可由天然礦石或人工製造而來 (B)磁力幾乎保持不變 (C)極性無法改變
(D)可以切分成單一磁極。

解 磁鐵的 N、S 無法分割

(C) 2. 有關電磁鐵的敘述，下列何者錯誤？

- (A)磁力大小與線圈匝數成正比 (B)改變電源極性則可以改變磁極方向
(C)不通電時磁力維持不變 (D)普遍運用於大型電機。

解 電磁鐵不通電時，僅剩下微弱的磁力稱為剩磁

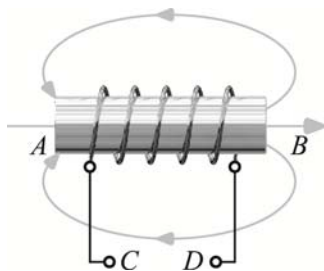
2-4 電流磁效應

隨堂練習解答

P21

(C) 1. 如圖所示，已知電磁鐵磁力線方向，則 A、B 兩端產生的磁極為

- (A)N 極、N 極 (B)N 極、S 極 (C)S 極、N 極 (D)S 極、S 極。



解 磁力線發射方向為磁極 N 的方向，因此 B 處為 N 極，A 處為 S 極

(B) 2. 同上題所述，C、D 兩端應該加入何種電源？

- (A)C 接直流正端、D 接直流負端 (B)C 端接直流負端、D 端接直流正端
(C)交流電源 (D)任何型態的電源皆可以。

解 依據右螺旋定則，線圈的電流由 C 端流出，D 端流入，因此 D 端應該接直流電源的正端，C 端接直流負端。

P24

- (B) 1. 有一磁路已知磁阻為 2500 AT/Wb ，鐵心上繞有 5000 匝的線圈，欲產生 4 Wb 的磁通量，則外加電流應該為 (A) 0.2 A (B) 2 A (C) 10 A (D) 20 A 。

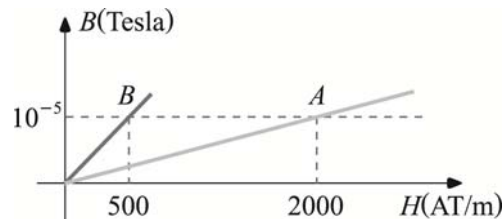
解 $\phi = \frac{F}{\mathfrak{R}} = \frac{NI}{\mathfrak{R}} \Rightarrow I = \frac{4 \times 2500}{5000} = 2 \text{ A}$

- (A) 2. 同上題，若鐵心上的線圈變成 10000 匝，欲產生相同的磁通量，則外加電流應該為原來的幾倍？ (A) $\frac{1}{2}$ 倍 (B) 不變 (C) 2 倍 (D) 4 倍。

解 磁通量 $\phi = \frac{F}{\mathfrak{R}} = \frac{NI}{\mathfrak{R}}$ ，相同磁通量時，若線圈匝數加倍，所需電流減半

P25

- (B) 1. 如圖所示為 A、B 兩種鐵心材料的磁化曲線，何者導磁係數較高？
(A) A (B) B (C) 相同 (D) 無法比較。



解 $B = \mu H$ ，而導磁係數 $\mu = \frac{B}{H}$ ，相同磁通密度下，需要的磁化力愈小代表導磁係數愈高，因此 B 材料的導磁係數較高

- (D) 2. 同上題，倘若外加電流等條件相同下，欲達到相同磁通密度，則鐵心 A、B 所需要的線圈匝數比例為 (A) $1:4$ (B) $1:16$ (C) $16:1$ (D) $4:1$ 。

解 由於 A 材料的導磁係數只有材料的 $\frac{1}{4}$ ，要達到相同的磁通密度，則 A 線圈匝數要為 B 線圈匝數的 4 倍

- (A) 3. 鐵心被磁化至飽和點後，將磁化力減低至零，所剩餘之磁場稱為 (A) 剩磁 (B) 渦流損 (C) 矯頑磁力 (D) 磁滯。

2-5 法拉第 - 冷次定律

隨堂練習解答

課本 P28

- (B) 1. 依據法拉第定律，通過線圈之磁通線性增加時，則線圈兩端電壓為
(A)零 (B)定值 (C)線性增加 (D)線性減少。

解 磁通線性增加時， $\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \text{定值}$ ，線圈兩端電壓為定值

- (A) 2. 同上題，通過線圖之磁通維持不變時，則線圈兩端電壓為
(A)零 (B)定值 (C)線性增加 (D)線性減少。

【訂正】修正錯字，將「線圖」改為「線圈」

2-6 弗萊明右手定則

隨堂練習解答

課本 P31

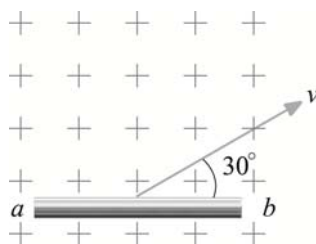
- (B) 1. 如圖所示，導體 a 置於磁場向上運動，其電流方向為

(A)流出紙面 (B)流入紙面 (C)N 極往 S 極 (D)S 極往 N 極。



解 本題已知磁場方向與運動方向求電流方向，代表為發電機可依據弗萊明右手定則，得到電流方向為流入紙面。

- (B) 2. 如圖所示，導體 ab 長度為 1 公尺，置於磁通密度 0.1Wb/m^2 中以每秒 10 公尺的速度朝 v 的方向移動，試求感應電壓 e_{ab} 為多少？
(A)1V (B)0.5V (C)-0.5V (D)-1V。



解 $e = Blv\sin\theta = 0.1 \times 1 \times 10 \times \sin 30^\circ = 0.5\text{V}$ 。

依據弗萊明右手定則，得知電流向左流動

因此導體的 a 端為+， b 端為-，故 $e_{ab} = 0.5\text{V}$

2-7 弗萊明左手定則

隨堂練習解答

課本 P33

- (A) 1. 如圖所示，導體垂直於紙面並通以電流，導體的受力方向應向
(A)向上 (B)向下 (C)向左 (D)向右。



解 本題已知磁場方向(向右)與電流方向(流出紙面)求運動方向，代表為電動機，依據弗萊明左手定則得到導體向上運動

- (C) 2. 一根長 100cm 的導線上有 30A 的電流通過，其中有 80cm 置於磁通密度為 0.5 Wb/m^2 之磁場中，若導體放置的位置與磁場夾角為 30° ，則導體所受電磁力為何？ (A)12nt (B)7.5nt (C)6nt (D)5nt。

解 $F = B l I \sin \theta = 0.5 \times 0.8 \times 30 \times \sin 30^\circ = 6 \text{ nt}$

自我評量解答

課本 P35

一、選擇題

- 2-1 (C) 1. 有關磁力線的敘述，何者錯誤？

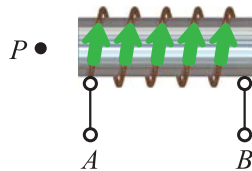
- (A)為一封閉曲線 (B)由 N 極出發，經介質進入 S 極
(C)不管出發或進入，均與磁極平行 (D)愈密處，磁場強度愈大。

解 磁力線與磁極垂直

- 2-2 (D) 2. 磁通密度的單位換算，何者正確？

- (A) $1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \text{ Gauss}$ (B) $1 \text{ Tesla} = 10^3 \text{ Gauss}$
(C) $1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ Tesla}$ (D) $1 \text{ Tesla} = 10^4 \text{ Gauss}$ 。

- 2-3 (A) 3. 如圖(1)所示，線圈的電流是由 A 端流向 B 端，則在 P 點建立的磁力線方向與磁極狀態為 (A)向左、N 極 (B)向左、S 極 (C)向右、N 極 (D)向右、S 極。



圖(1)

解 依據右螺旋定則判斷，磁力線由鐵心左側發射，因此為 N 極

2-4 (D) 4. 電工機械鐵心所使用的鐵磁性材料，其相對導磁係數 μ_r

(A)遠小於 1 (B)略小於 1 (C)等於 1 (D)遠大於 1。

(B) 5. 導磁係數 μ 為多少？ (A) BH (B) $\frac{B}{H}$ (C) $\frac{H}{B}$ (D) $\frac{NI}{\ell}$ 。

(D) 6. 某物質施以 10^4 AT/m 之磁化力 H 時，其磁通密度為 6.28 Wb/m²，求該物質之相對導磁係數為多少？ (A) 50 (B) 200 (C) 250 (D) 500。

$$\text{解 } B = \mu H = \mu_0 \mu_r H \Rightarrow \mu_r = \frac{B}{\mu_0 H} = \frac{6.28}{4\pi \times 10^{-7} \times 10^4} = 500$$

(A) 7. 線圈中有鐵磁性物質，當線圈通過之電流 I 變化時；則磁通密度 B ，磁場強度 H 及導磁係數 μ ，何者隨電流成非直線性變化？

(A) B 、 μ (B) H 、 μ (C) B 、 H (D) H 。

解 磁場強度 $H = \frac{NI}{\ell}$ 與電流成正比增加，磁通密度會因為飽和呈非線性變化，導

磁係數 $\mu = \frac{B}{H}$ 也呈非線性變化

(C) 8. 下列敘述中，何者錯誤？

(A)磁場強度 H 愈大，磁通密度 B 愈大

(B)真空的導磁係數 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

(C)載有同方向電流之兩平行導線，彼此會互相排斥

(D)物質相對導磁係數愈高，磁阻愈小。

解 載有同方向電流之兩平行導線，彼此會互相吸引

(C) 9. 有甲、乙及丙三個截面積及磁路長度都一樣的環形鐵心材料，其中相對導磁係數分別為 $\mu_{r甲} = 3000$ 、 $\mu_{r乙} = 4000$ 及 $\mu_{r丙} = 5000$ 。若三個鐵心材料都施加一樣大小的磁動勢，在未飽和情形下，何者的磁通量最大？

(A)甲鐵心 (B)乙鐵心 (C)丙鐵心 (D)三者一樣大。

解 $F = NI = \phi R$ ， $R = \frac{l}{\mu A}$ ， F 固定， ϕ 與 μ 成反比，故丙鐵心磁通量最大

2-5 (A) 10. 依據法拉第定律，通過線圈之磁通維持不變時，線圈兩端電壓為

(A)零 (B)定值 (C)線性增加 (D)線性減少。

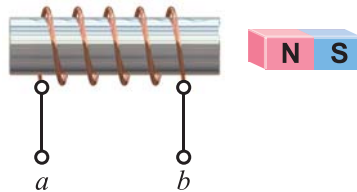
解 磁通維持不變時， $\Delta\phi = 0$ ，線圈兩端電壓為零

(D) 11. 線圈感應電勢的極性可由下列何種定律決定？

(A)法拉第定律 (B)歐姆定律 (C)庫侖定律 (D)楞次定律。

解 法拉第定律決定感應電勢大小，楞次定律決定感應電勢方向

- (D) 12. 如圖(2)所示，有一個 600 匝的線圈，永久磁鐵向左移動靠近線圈，磁通在 0.3 秒內，自零增加至 $1 \times 10^{-3} \text{ Wb}$ ，則應電勢 V_{ab} 為何？
 (A) 2 V (B) 1 V (C) - 1 V (D) - 2 V。



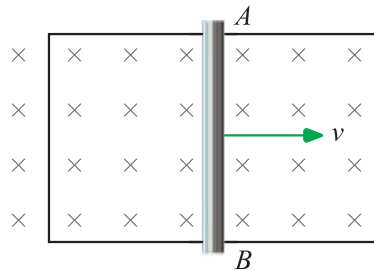
圖(2)

解
$$e = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = 600 \times \frac{1 \times 10^{-3}}{0.3} = 2 \text{ V}$$

應電勢方向：依據楞次定理，向左的外部磁通增加，

線圈自己產生向右磁通抵抗之，因此電流由 b 流出(b 為正端)，因此 $e_{ab} = -2 \text{ V}$

- 2-6 (B) 13. 如圖(3)所示，將一根長為 20 cm 之導線 AB 置於其上移動，有一均勻之磁場 4 Wb/m^2 垂直進入紙面，若 AB 以 30 cm/sec 之速度向右移動，則 AB 兩端之應電勢為
 (A) + 24 V (B) + 0.24 V (C) - 0.24 V (D) 24 V。

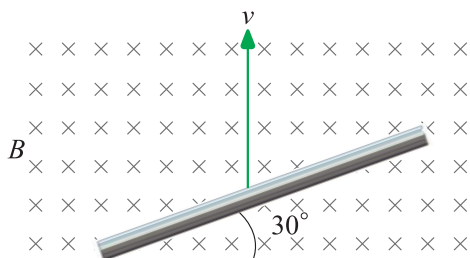


圖(3)

解
$$e = Blv \sin \theta = 4 \times 0.2 \times 0.3 \times \sin 90^\circ = 0.24 \text{ V}$$

應電勢方向由弗萊明右手定則得知電流由 A 流出，故 A 為正

- (A) 14. 如圖(4)所示，有根 1 米長的導體以每秒 5 米之速率在磁通密度 $B = 4 \text{ Wb/m}^2$ 朝上方運動，則導體之應電勢為 (A) $10\sqrt{3} \text{ V}$ (B) 10 V (C) 5 V (D) 0 V 。



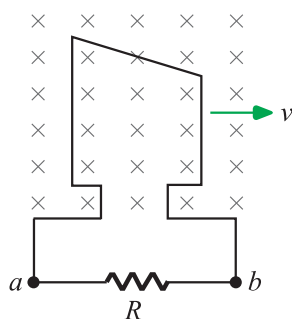
圖(4)

解 $e = Blv \sin \theta = 4 \times 1 \times 5 \times \sin 60^\circ = 10\sqrt{3} \text{ V}$

- (B) 15. 有一導體長度 10 cm，磁通密度為 0.02 韋伯/平方米，若應電勢為 0.1 V，則導體運動的速度為多少？ (A) 500 (B) 50 (C) 5 (D) 0.02 米/秒。

解 $e = Blv \Rightarrow v = \frac{e}{Bl} = \frac{0.1}{0.02 \times 0.1 \text{ m}} = 50 \text{ m/sec}$

- (C) 16. 如圖(5)所示，有一梯形線圈在均勻磁場中向右侧運動，則流經電阻 R 之電流應為何？ (A)由 a 流至 b (B)由 b 流至 a (C)電流為零 (D)電流方向不斷改變。



圖(5)

解 線圈兩邊電壓大小相同，因此 a 、 b 兩端等電位，電阻之電流為 0

- 2-7 (B) 17. 下列何者又稱電動機定則？

- (A) 弗萊明右手定律
(C) 冷次定律

- (B) 弗萊明左手定律
(D) 法拉第定律。

二、問答題

1. 說明磁鐵具備的特性。

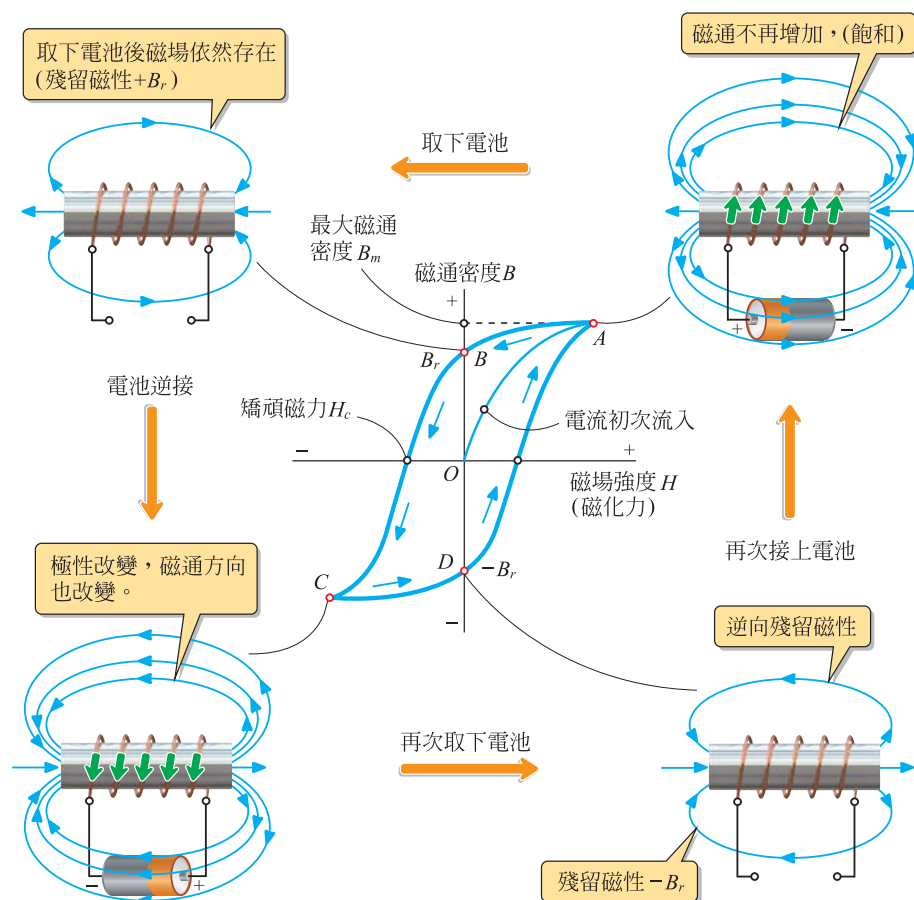
- 解** (1) 具有吸引鐵器等磁性體之作用。
 (2) 棒狀磁鐵吊掛後必定指向地球的南北方。
 (3) 同極相斥、異極相吸。
 (4) 每塊磁鐵都有 N 極和 S 極，兩者成對且同時存在。

2. 說明永久磁鐵與電磁鐵的差別。

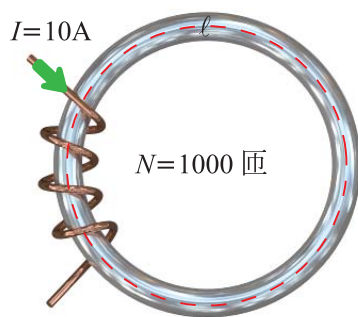
- 解** (1) 永久磁鐵：能夠長期保持其磁力與極性不變。構造簡單，但是磁力及極性無法控制，多用於小型電機。
 (2) 電磁鐵：將導線以螺線狀的方式纏繞在磁性物質上，當導線通電後產生磁力，電流停止後磁力也隨之消失。電磁鐵構造複雜，但是可以控制電流大小與方向來改變磁力與極性，普遍用於各式電機。

3. 畫出磁滯迴線並簡單說明之。

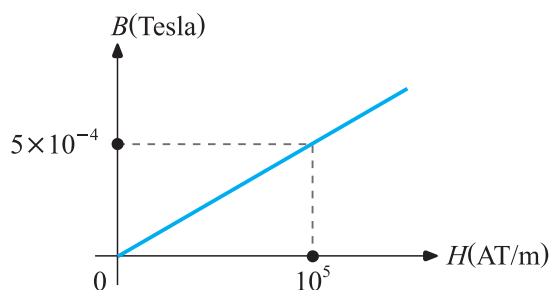
- 解** (1) 線圈尚未通電時，鐵心內沒有磁通，磁通密度 $B = 0$ ，如圖中【O】點。
 (2) 線圈電流開始增加，磁化力 H 增強，磁通密度 B 上升，其變化如圖 $\overline{OA}$ 線段所示。
 (3) 當磁化力增強到鐵心內的磁通無法增加時稱為磁飽和，此位置稱為最大飽和磁通密度 B_m ，如圖中【A】點所示。
 (4) 取下電池後鐵心內仍有磁場存在，此現象稱為剩磁 $+B_r$ 或是殘留磁性，如圖中【B】點所示。
 (5) 電池反接，電流 I 反向，為使剩磁消失的所需的磁化力稱為矯頑磁力 H_c 。
 (6) 繼續將反向電流加大，磁通方向改變，磁通密度逐漸上升至負向飽和點【C】。
 (7) 再將電流減少至磁化力為零，鐵心內的剩磁方向相反，以 $-B_r$ 表示，如圖中【D】點所示。



4. 有一環狀鐵心外觀如圖(6)所示，圖(7)為鐵心的 $B-H$ 曲線，已知鐵心平均長度(ℓ)=10 cm，鐵心截面積(A)= 10^{-2} m^2 ，當線圈通入 10 A 電流，試求鐵心之(1)磁場強度 H 、(2)磁通密度 B 、(3)導磁係數 μ 、(4)磁通量 ϕ 各為多少？



圖(6)



圖(7)

解 (1) 磁場強度 $H = \frac{NI}{\ell} = \frac{10^3 \times 10}{10^{-1}} = 10^5 \text{ AT/m}$

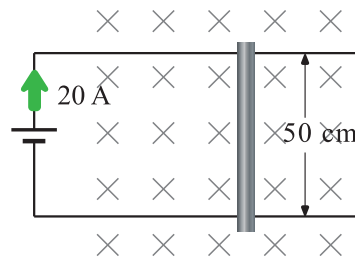
(2) 由圖(3)可得磁通密度 $B = 5 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$

(3) 導磁係數 $\mu = \frac{B}{H} = \frac{5 \times 10^{-4}}{10^5} = 5 \times 10^{-9} \text{ H/m}$

(4) 磁通量 $\phi = AB = 10^{-2} \times 5 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-6} \text{ Wb}$

5. 如圖(8)所示，有一根 50 公分長之導體置於磁通密度為 0.2 韋伯/平方公尺之均勻磁場中，當此導體通以 20 安培電流時，導體在 0.4 秒內移動 4 公尺。則

- (1) 導體產生的電磁力為多少牛頓？
 (2) 導體移動方向為何？
 (3) 施加於導體之電功率為多少瓦特？



圖(8)

解 (1) 線圈作用力 $F = BIL \sin \theta = 0.2 \times (0.5\text{m}) \times 20 \times \sin 90^\circ = 2\text{nt}$

- (2) 導體的電流向下流動，磁通為進入紙面，依據弗萊明左手定則，可得導體向右移動。

(3) 功率 $P = \frac{W}{t} = \frac{F \times d}{t} = \frac{2 \times 4}{0.4} = 20\text{W}$

鍛鍊本解答－嚴選精華

- 2-1 1. 「磁力線」由磁鐵 N 極出發後經過外部再回到 S 極，磁鐵內部由 S 極往 N 極的磁力線稱為「磁化線」。外部的磁力線與內部的磁化線所經路徑則稱為「磁路」。

- 2-2 2. 磁通量(ϕ)代表磁場中的磁力線總數，常用的單位為：1 韋伯(Wb) = 10^8 馬克士威(Maxwell)

3. 磁通密度(B) 代表垂直貫穿一個單位面積(A)的磁通量(ϕ)，即

$$\text{磁通密度 } B = \frac{\text{磁通量 } \phi}{\text{面積 } A}$$

$$\text{常用單位為：} 1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T (特斯拉)} = 10^4 \frac{\text{Maxwell}}{\text{cm}^2} = 10^4 \text{ Gauss (高斯)}$$

- 2-3 4. 磁場的來源主要分成：

- (1) 永久磁鐵：長期保持其 磁力 與 極性 不變。有天然產物與人工製造兩種。

(2) 電磁鐵：導線以螺線方式纏繞在磁性物質，通電後產生磁力，電流停止後磁力也消失。控制電流大小與方向來改變磁力與極性。

2-4 5. 安培右手定則：單根導體通電後，右手大拇指為電流方向，四根手指彎曲的方向為磁場方向。

6. 右螺旋定則：將線圈通電後，四根手指為電流方向，拇指為磁力線(N 極)方向。

7. 磁路中的磁通量(ϕ)與磁動勢(F)成正比，與磁阻($\mathfrak{R}$)成反比，即磁通量

$$\phi = \frac{F}{\mathfrak{R}}。$$

8. 磁性材料進行磁化過程中，磁通密度(B)的變化較磁化力(H)慢的現象稱為磁滯現象，所構成的迴線稱為磁滯迴線，而磁滯迴線的面積代表鐵心在磁化過程中每一次循環所消耗的能量，稱為磁滯損失。

鍛鍊本解答－大顯身手

課內題

詳解請參考自我評量解答 P2-5～2-11

課外題

一、精選題

【訂正】因題目與 CH1 重複，故第 1~3 題更換如下：

(B) 1. 有關電磁單位的敘述，下列哪一個選項有誤？

(A)Tesla(特斯拉)是磁通密度單位 (B)Maxwell(馬克士威)是磁場強度單位

(C)Gauss(高斯)為磁通密度單位 (D)Wb(韋伯)為磁通量單位。

(B) 2 有一磁路之導磁係數 $\mu = 5 \times 10^{-3} \text{ H/m}$ ，磁路的截面積為 0.08 m^2 ，磁路的長度為 1 m ，請問此磁路之磁阻為何？

(A)12500 安匝/韋伯 (B)2500 安匝/韋伯 (C)1250 安匝/韋伯 (D)250 安匝/韋伯。

解 $R = \frac{l}{\mu A} = \frac{1}{5 \times 10^{-3} \times 0.08} = 2500 \text{ 安匝/韋伯}$

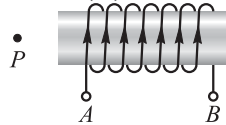
- (A) 3. 有一條帶有直流電流的導線置於均勻的磁場中，若以右手大姆指代表電流的方向，右手四指代表磁場的方向，則掌心所指方向代表下列何者？
 (A)導線受力的正方向 (B)導線受力的反方向
 (C)感應電勢的正方向 (D)感應電勢的反方向。

二、情境題

- (C) 4. 在上電工機械課時，老師請同學討論電磁單位：請問有幾位同學講的是正確的？
 小楊：「Tesla(特斯拉)是磁通密度單位」
 小陳：「Maxwell(馬克士威)是磁場強度單位」
 小明：「Gauss(高斯)為磁通密度單位」
 小仁：「Wb(韋伯)為磁通量單位」
 (A)一位 (B)二位 (C)三位 (D)四位。

解 小陳：「Maxwell(馬克士威)是磁通量單位」，故三位正確

- (A) 5. 泰瑞在鐵心上繞線圈，繞法如圖(1)所示，當泰瑞加入電源，使電流從 A 點流入，B 點流出時，在 P 點建立的磁場方向為
 (A)向左 (B)向右 (C)向上 (D)向下。



圖(1)

解 依據右螺旋定則，四指為電流方向，姆指為磁力線方向，姆指指向左，因此經過 P 點為向左

鍛鍊本解答－高手過招

(A) 1. 有一條帶有直流電流的導線置於均勻的磁場中，若以右手大姆指代表電流的方向，右手四指代表磁場的方向，則掌心所指方向代表下列何者？

(A)導線受力的正方向

(B)導線受力的反方向

(C)感應電勢的正方向

(D)感應電勢的反方向。 【92 統測】

解 本法稱為右手掌定則，大姆指代表電流方向，右手四指代表磁場的方向，則掌心所指為導體受力的正方向