

電感與電磁

重點整理

- 磁鐵：
 - 分為永久磁鐵與電磁鐵兩類。
 - 有磁力線。
 - 必有 N 極與 S 極兩極，兩極磁性最強，中央最弱。
 - 具有同性相斥、異性相吸的特性。
- 磁場及磁力線：
 - 磁場：磁性物體四周對其他磁性物體具有吸引力或排斥力的空間即為磁場。
 - 磁力線：取磁針置於磁場中，記錄磁針方向可形成一連續曲線稱為磁力線。
 - 磁力線的特性：
 - 磁力線→由法拉第所提出
 - 磁力線沒有起點與終點，為一封閉曲線
 - 磁力線於磁鐵外由 N 往 S，磁鐵內由 S 往 N
 - 磁力線絕不相交，任一點只有一根
 - 磁力線任一點切線方向即為電場方向
 - 磁力線的疏密表示電場強度相對的大小
 - 磁力線出發與進入皆與磁極垂直
 - 磁力線行經的路線為介質阻力最小之路徑
 - 磁力線彼此排斥不會吸引
 - 磁力線會盡量使其長度為最小

✍️ 範例練習：

- 下列有關磁力線之敘述，何者錯誤？ (A)磁鐵內部磁力線係由 N 極至 S 極 (B)磁力線為封閉曲線 (C)磁力線本身具有伸縮的特性 (D)磁力線離開或進入磁鐵時必垂直於磁鐵表面。
- 有關磁力線敘述，何者為誤？ (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。

【1】A 【2】C

3. 名詞介紹：

- 磁通量 ϕ → 所有磁力線的總數，即稱為磁通量。 單位 → 韋伯(Wb)
 - 磁通密度 B → 單位面積垂直貫穿之磁通量。 $B = \frac{\phi}{A}$ 單位 → 特斯拉(T)或 wb/m²
 - 磁場強度 H → 單位磁極在磁場中所受之作用力。 單位 → 牛頓/韋伯
- 單位換算：1 韋伯=10⁸ 馬克士威 1 特斯拉=10⁴ 高斯

✍️ 範例練習：

- 下列對各種單位的敘述，何者錯誤？ (A)高斯/平方公分是磁通密度的單位 (B)牛頓/庫倫是電場強度的單位 (C)焦耳是能量的單位 (D)庫倫/平方公尺是電通量的單位。
- 單位磁極在磁場中某點的受力，稱為該點之 (A)磁場強度 (B)磁力線 (C)磁動勢 (D)磁通密度。

【1】A、D 【2】A

4. 庫倫磁力定律：

$$F = K \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

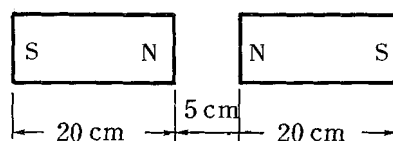
(1) 比例常數： $K = \frac{1}{4\pi\mu} = \frac{1}{4\pi\mu_0\mu_r} = \frac{6.33 \times 10^4}{\mu_r}$; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (M.K.S.), $\mu_0 = 1$ (C.G.S.)

(2) 導磁係數單位： $\mu = \frac{Wb}{At-m} = \frac{H(\text{亨利})}{m(\text{公尺})}$

(3) 單位：磁力 F : 1 牛頓 = 10^5 達因，磁極強度 M : 1 韋伯 = $10^8/4\pi$ 靜磁，距離 d : 1 公尺 = 100 公分

✍ 範例練習：

如圖所示，若此兩磁鐵之磁極強度均為 90 單位磁強，而介質為空氣時，則其間之作用力為 (A)4 (B)12.96 (C)120.96 (D)202.08 (E)302.08 達因。



【1】E

5. 磁通密度 B ：

$$B = \frac{\phi}{A}$$

單位：磁通量 ϕ : 1 韋伯 = 10^8 線，面積 A : 1 平方公尺 = 10^4 平方公分，1 特斯拉 = 10^4 高斯

✍ 範例練習：

1. 有一長直導線，通以穩定的直流電 10 安培。試求距離導線一公尺處之磁通密度？ (A) 2×10^{-4} 韋伯 / 平方公尺 (B) 2×10^{-5} 韋伯 / 平方公尺 (C) 2×10^{-6} 韋伯 / 平方公尺 (D) 2×10^5 韋伯 / 平方公尺。

【1】C

6. 磁的高斯定理：

一個磁極的極面所發出或進入的磁通量等於該磁極的磁極強度 M 。

$$\sum \phi = \sum M \text{ 韋伯 } (\sum \phi = \sum 4\pi M \text{ 線})$$

7. 磁場強度(H)：單位磁極強度 N 極在磁場中某一點所受的作用力，稱為該點之磁場強度。

$$H = \frac{F}{M_2} = K \frac{M_1}{r^2}$$

(1) $f = NI = Hl = R\Phi$

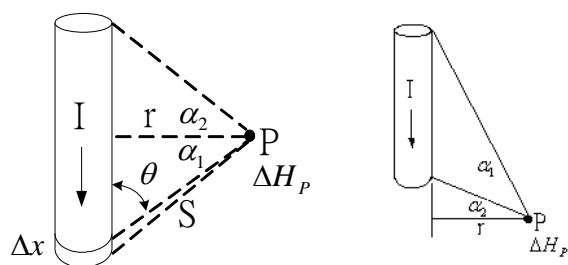
a. 若有一長直導線通以電流 I ，距離導線 r 處之一點的磁通密度為 $\rightarrow B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

b. 若求線圈內中心處之磁通密度 $\rightarrow B = \mu_0 \frac{NI}{2r}$

c. 理想螺線管的磁通密度 $\rightarrow B = \mu_0 \frac{NI}{l}$ (長度遠較半徑大很多倍，即可視為理想螺線管)

(2) 畢奧特-沙發爾特 $\Delta H_P = \frac{I\Delta x \sin \theta}{4\pi S^2}$

(3) $\Delta H_P = \frac{I}{4\pi r} (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)$

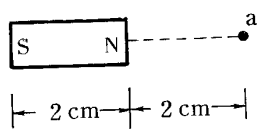


(4) P 點在導線外 $\Delta H_P = \frac{I}{4\pi r} (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)$

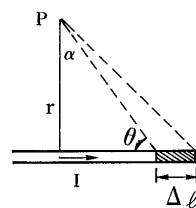
(5) 單位：M.K.S 制 (Nt/Wb)，C.G.S 制 (達因/靜磁 or 奧斯特)

範例練習：

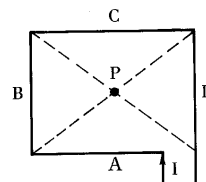
- 奧斯特(Oersted)為 (A)磁通之單位 (B)磁通密度之單位 (C)磁場強度之單位 (D)磁阻之單位。
- 如圖所示，磁極極強為 100 單位磁極，則在 a 點處之磁場強度為 (A)18.75 牛頓/韋伯 (B)18.75 奧斯特 (C)31.25 牛頓/韋伯 (D)31.25 奧斯特 (E)25 奧斯特。



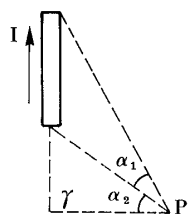
3. 如圖所示， $\Delta \ell$ 長導體，產生於 P 點之磁場強度為 (A) $\frac{I\Delta \ell \sin \alpha}{4\pi r^2}$ (B) $\frac{I\Delta \ell \sin \alpha}{4\pi r}$ (C) $\frac{I\Delta \ell \sin \theta}{4\pi r^2}$ (D) $\frac{I\Delta \ell \sin \theta}{4\pi r}$ 。



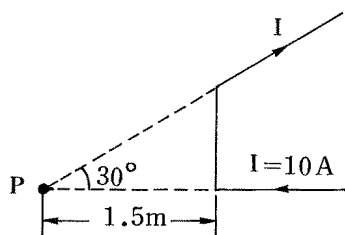
4. 如圖所示，將導體圍成正方形，各邊長為 a 公尺，電流為 I 安培，則在正方形中心位置之磁場強度為 (A)0 (B) $\frac{\sqrt{2}I}{2\pi a}$ (C) $\frac{\sqrt{2}I}{\pi a}$ (D) $\frac{2\sqrt{2}I}{\pi a}$ (E) $\frac{4\sqrt{2}I}{\pi a}$ 。



5. 如圖所示，導線通以 I 安培電流， $\alpha_1=45^\circ$ ， $\alpha_2=30^\circ$ ，則 P 點處之磁場強度為 (A) $\frac{(\sqrt{2}+1)I}{8\pi r}$ (B) $\frac{(\sqrt{2}-1)I}{8\pi r}$ (C) $\frac{\sqrt{2}I}{8\pi r}$ (D) $\frac{1}{8\pi r}$ (E) $\frac{\sqrt{2}I}{4\pi r}$ 。



6. 如圖所示，P 點之磁場強度為 (A) $\frac{1}{4\pi}$ 安匝/公尺 (B) $\frac{5}{4\pi}$ 安匝/公尺 (C) $\frac{1}{6\pi}$ 安匝/公尺 (D) $\frac{5}{6\pi}$ 安匝/公尺 (E) 0。



7. 一無限長並通以直流電 I 安培之導線，其截面半徑為 a 公尺，距導線中心 $\frac{a}{2}$ 公尺處之磁場強度為 (A) $\frac{I}{4\pi a}$ 安匝/公尺 (B) $\frac{I}{2\pi a}$ 安匝/公尺 (C) $\frac{4I}{\pi a}$ 安匝/公尺 (D) $\frac{\pi I}{2a}$ 安匝/公尺 (E) 0 安匝/公尺。

【1】C 【2】B 【3】C 【4】D 【5】B 【6】D 【7】A

8. 使用單位

| 單位 | C.G.S.制 | M.K.S.制 | 英制 |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 磁通量 Φ (magnetic field flux) | 馬克士威爾 (Maxwell) | 韋伯 (Webber) | 線 (Line) |
| 磁通密度 B (magnetic flux density) | Maxwell/cm ² (高斯) | Webber/m ² (特斯拉) | Line/in ² |
| 截面積 A | cm ² | m ² | in ² |

- ※1 牛頓=10⁵ 達因
- ※1 韋伯=10⁸ 線或馬克斯威爾
- ※1 安培=0.1 電磁安培
- ※1 馬克斯威爾/平方公分=1 高斯
- ※1 特斯拉 (Wb/m²) =10⁴ 高斯
- ※1 磅-呎=1.356 牛頓-米
- ※1 公斤-米=9.8 牛頓-米

範例練習：

- 下列對各種單位的敘述，何者錯誤？ (A)高斯/平方公分是磁通密度的單位 (B)牛頓/庫倫是電場強度的單位 (C)焦耳是能量的單位 (D)庫倫/平方公尺是電通量的單位。
- 韋伯(Webber)是 (A)磁通密度實用單位 (B)實用磁通量單位 (C)英制磁通量單位 (D)磁通密度英制單位。

【1】D 【2】B

9. 磁場

磁場的產生有永久磁鐵與電磁鐵，電磁鐵由安培定律 (Ampere's laws) 決定。

$$\oint Hdl = N \cdot I_{net} \Rightarrow H \cdot l = N \cdot I = \mathfrak{F} \cdot \phi = F$$

$$B = \mu \times H$$

$$\phi = B \times A$$

$$\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} (H/m)$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

\mathfrak{F} ：磁動勢(magnetomotive force, mmf)

\mathfrak{R} ：磁阻(magnetic reluctance)

H ：磁場強度(magnetic field intensity) (Ampere-turns/meter)

B ：磁通密度(magnetic flux density) (Webers/m², tesla)

μ ：導磁率(magnetic permeability of material) (Henrys/meter)

μ_o ：真空的導磁率

μ_r ：相對導磁率(relative permeability)

(1) 磁動勢 $f = NI$

1 安匝 = 0.4 π 吉柏, 1 安匝/公尺 = 0.4 $\pi \times 10^{-2}$ 奧斯特, 磁路長度 l : 1 公尺 = 100 公分

(2) 磁阻 $R = \frac{L}{\mu A} = \frac{f}{\phi}$

✍ 範例練習：

1. 導磁係數 μ 、磁通密度 B 及磁場強度 H 間之關係為 (A) $\mu = \frac{H}{B}$ (B) $\mu = \frac{B}{H}$ (C) $\mu = BH$

(D) $\mu = \frac{1}{BH}$ 。

2. 在空氣中, 磁通密度 B 與磁場強度 H 之關係為一直線, 則其磁滯損失功率之大小 (A) 等於零 (B) 大於磁性材料之磁滯損失功率 (C) 小於磁性材料之磁滯損失功率, 但不等於零 (D) 等於磁性材料之磁滯損失功率。

3. 有一封閉磁路平均長度 140 公分, 若磁路上繞有一線圈 35 匝, 線圈上電流 2A, 則磁路中磁場強度為多少安匝/公尺? (A) 8 (B) 50 (C) 2450 (D) 0.5。

4. 1 吉伯(Gilbert)相當於 (A) 0.4 π 安匝 (B) $\frac{1}{0.4\pi}$ 安匝 (C) 4 π 安匝 (D) $\frac{1}{4\pi}$ 匝。

5. 一環形螺管其截面積為 1 平方公分, 平均周長 30 公分, 將 300 匝線圈繞於其上, 當線圈中流經之電流為 0.5 安時, 測則其中之磁通量為 2×10^{-6} 韋伯, 則磁阻為 (A) 7.5×10^7 (B) 6.5×10^7 (C) 5.5×10^7 (D) 4.5×10^7 (E) 3.5×10^7 AT/Wb。

【1】B 【2】A 【3】B 【4】B 【5】A

10. 材料磁化特性

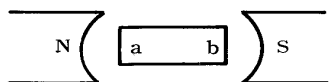
(1) 反磁性材料 若材料在強磁場內, 其電子群磁矩改變甚微, 且感應磁場方向與外加磁場相反, 而生斥力者, 稱為反磁性材料;其相對導磁率略小於 1, 例如水、石英、鈹、汞等。

(2) 順磁性材料 若材料在強磁場內, 其電子群自旋運動所產生之磁矩會趨向外加磁場方向排列, 但此效應甚小, 造成磁場方向之磁化程度不大, 而表現出順磁特性, 其相對導磁率略大於 1, 例如鋁、氧等。

(3) 鐵磁性材料 含有大量磁田, 容易被磁化。在未被磁化時, 磁田之磁矩方向分佈雜亂, 其總合磁矩幾乎為零, 但外加強磁場時, 磁田之磁矩沿極化方向整齊排列, 因而形成高磁性;其相對導磁率(P_r)遠大於 1。例如鐵、鈷、鎳。

✍ 範例練習：

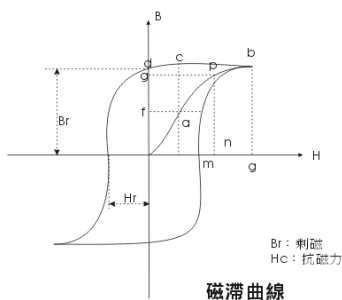
1. 如圖所示為一逆磁性材料, 則 a 端感應 (A) N 極 (B) S 極 (C) N、S 均有可能 (D) 沒有。



【1】A

11. 磁滯曲線

下圖為磁滯曲線，橫軸代表線圈之磁場強度，縱軸則代表材料生成之磁通密度。當磁場強度由 o 點增至 g 點時，磁通密度沿 o-a-p-b 之原始磁化曲線而增加。此時若將磁場強度減低，則磁通密度不沿原始曲線減少，而沿另一曲線 b-c-d 減少。當磁場強度降至零時，鐵磁材之磁矩並未完全消失，材料中仍保有 od 之磁通密度。若將磁場強度以等最反方向增加，則磁通密度又沿曲線 d-i-j-k 變化，當磁化力在由反向變至原方向時又沿曲線 k-i-m-b 變佳而形成封閉曲線，即為磁滯曲線。對磁材而言，相同地磁場強度變化如 oe 及 en 並不產生相同磁通密度變化($of < fg$)，這是因為開始外加磁場，材料只有部份磁化，磁田本身的抗拒使得磁通密度增加並不顯著，然當磁場再增加時，因磁田被磁化程度大增，則磁通密度則顯著增加。



(1) 磁飽和

當磁場強度持續增加超過某值時，磁通密度不再隨其增加之現象，即為磁飽和。在上圖中之 b 點稱為磁飽和點。

(2) 剩磁、保磁性

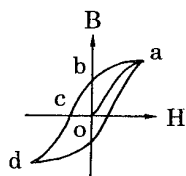
在上圖中之 od 表示當磁場強度為零時，其所剩之磁通密度 B，，被稱為剩磁。換言之，剩磁即將外加磁化力移除後，材料內部所剩之磁通密度。

(3) 抗磁力

在上圖中之 oj 表示欲消除剩磁 BT 所需的反向磁化力 Hc，即稱為抗磁力。

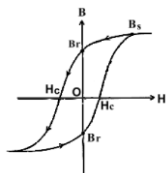
範例練習：

1. 磁滯迴線每變化一週，在磁場中必有相當之能量損失，該損失與 (A)迴線內所含之面積成正比 (B)迴線內所含之面積成反比 (C)電流成正比 (D)電流平方成正比。
2. 磁滯迴線(Hysteresis Loop)所含之面積表示 (A)全磁路中之磁滯消耗能量 (B)與磁場中消耗能量無關 (C)每單位體積之磁滯消耗能量 (D)每單位體積每一週磁滯消耗能量。
3. 如圖所示，何段表示剩磁？ (A)oa (B)ob (C)ac (D)cd。



【1】A 【2】D 【3】B

12. 導磁係數



磁場強度增加，磁通密度先增加後趨飽和，故導磁係數非為定值 $\Rightarrow \mu_r$ ：先增後減
 相對導磁率用來評估導磁材料其磁化容易的程度，例如鋼(steel)其相對導磁率約介於 2000
 ~6000 之間，表示同樣的電流與匝數，如果採用矽鋼片作為鐵心則較空氣心的線圈能產
 2000~6000 倍的磁通量，空氣的導磁率與真空幾乎是相同的。

範例練習：

1. 鐵磁性材料之相對導磁係數隨磁化力之增加而 (A)增大 (B)減小 (C)不變 (D)不一定。

【1】D

13. 電感：

(1) 電感的特性：電感器的電流不可能瞬間改變

(2) 電感量 $L_1 = \mu \frac{AN_1^2}{l} = N_1 \frac{\Delta\phi_1}{\Delta I_1}$

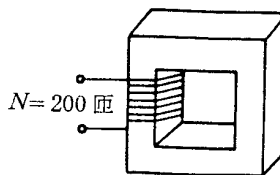
(3) 互感量 $M_{12} = N_2 \frac{\Delta\phi_{12}}{\Delta I_1}$, $M_{21} = N_1 \frac{\Delta\phi_{21}}{\Delta I_2}$

(4) 互感 $M = K\sqrt{L_1L_2}$ K : 耦合係數

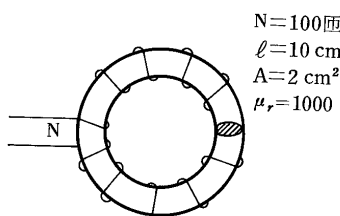
(5) 電感儲能量 $W = \frac{1}{2}LI^2$, $W = \frac{1}{2}L_1I_1^2 + \frac{1}{2}L_2I_2^2 \pm MI_1I_2$ (±號：+號表互助，-號表互消)

範例練習：

1. 如圖所示之電感器，設線圈匝數為 200 匝，且磁路之總磁阻為 2×10^5 安匝/韋伯，則此電感器之電感量應為多少亨利？ (A)0 (B)0.001 (C)0.002 (D)0.1 (E)0.2。



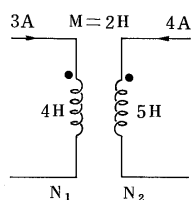
2. 如圖所示線圈之自感為 (A) 1.26×10^{-3} 亨
 (B) 2.5×10^{-2} 亨 (C) 1.26×10^{-2} 亨
 (D)2000 亨 (E)2512 亨。



3. 以 1.0 毫公尺線徑之漆包線，繞成長度為 10 公分之螺線管，若改用 2.0 毫公尺線徑之漆包線，繞成相同管徑及長度之螺線管，其電感變為原來的 (A) (B) (C)2 (D)4 (E)1 倍。

$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$

4. 若螺線管之圈數為 500 匝，電流為 4 安培，產生之磁通為 2×10^6 線，則此螺線管之電感量為 (A)5.625 (B)1.5 (C)2.5 (D)10 亨利。
5. 匝數各為 N_1 及 N_2 之兩線圈各通以 I_1 及 I_2 之電流時， N_1 所產生之磁通中有 ϕ_{12} 與 N_2 交鏈，而 N_2 所產生之磁通中有 ϕ_{21} 與 N_1 交鏈，則此兩線圈間之互感應為 (A) $\frac{N_1\phi_{12}}{I_1}$ (B) $\frac{N_1\phi_{21}}{I_1}$ (C) $\frac{N_2\phi_{12}}{I_1}$ (D) $\frac{N_2\phi_{21}}{I_1}$ 。
6. 假設有兩組線圈匝數分別為 $N_A=40$ 匝， $N_B=200$ 匝，若是通以 2A 電流，則兩線圈磁通 $\phi_A=4000$ 線， $\phi_{AB}=3000$ 線， $\phi_B=20000$ 線， $\phi_{BA}=15000$ 線，則此 A 線圈的自感量為多少亨利？ (A)0.4mH (B)0.8mH (C)1mH (D)1.2mH。
7. 假設有兩組線圈匝數分別為 $N_A=40$ 匝， $N_B=200$ 匝，若是通以 2A 電流，則兩線圈磁通 $\phi_A=4000$ 線， $\phi_{AB}=3000$ 線， $\phi_B=20000$ 線， $\phi_{BA}=15000$ 線，兩線圈之互感為多少亨利？ (A)3mH (B)4mH (C)5mH (D)6mH。
8. 兩個線圈的自感量各為 $L_1=1\text{H}$ ， $L_2=9\text{H}$ ，互感為 $M=0.3\text{H}$ ，則耦合係數為何？ (A)0.8 (B)0.5 (C)0.2 (D)0.1。
9. 有兩線圈 $N_1=50$ 匝、 $N_2=100$ 匝，透過一鐵心達到磁耦合的目的。當 N_1 通以 2A 電流時，產生磁通 $\phi_1=10^{-2}\text{Wb}$ ，磁交鏈 $\phi_{12}=8 \times 10^{-3}\text{Wb}$ ，則 L_1 及 L_2 自感量分別為多少 H？ (A)0.25、1 (B)0.25、2 (C)1、2.5 (D)2、0.25。
10. 有兩線圈 $N_1=50$ 匝、 $N_2=100$ 匝，透過一鐵心達到磁耦合的目的。當 N_1 通以 2A 電流時，產生磁通 $\phi_1=10^{-2}\text{Wb}$ ，磁交鏈 $\phi_{12}=8 \times 10^{-3}\text{Wb}$ ，互感量 M 為多少 H？ (A)0.2 (B)0.3 (C)0.4 (D)0.5。
11. 如圖所示，兩線圈共儲存多少能量？ (A)22 焦耳 (B)42 焦耳 (C)62 焦耳 (D)82 焦耳 (E)102 焦耳。



【1】E 【2】B 【3】B 【4】C 【5】C 【6】B 【7】A 【8】D 【9】A 【10】C 【11】D

14. 平均電壓

$$V_{Lav} = E_{av} = L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

範例練習：

1. 有一個 50mH 的電感器，若通過該电感器的電流在 0.5 毫秒內由 10mA 增加至 50mA 時，試求電感兩端的感應電勢為多少？ (A)2V (B)4V (C)5V (D)7V。
2. 有一線圈，其匝數為 500 匝，若通過的磁通在 0.1 秒內由 0.4 韋伯降至 0.3 韋伯，則此線圈兩端之感應電勢為多少伏特？ (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500。

【1】B 【2】E

15. 等效電感

(1) 電感的串聯：(無互感 M)

$$L_S = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

(2) 電感的並聯：(無互感 M)

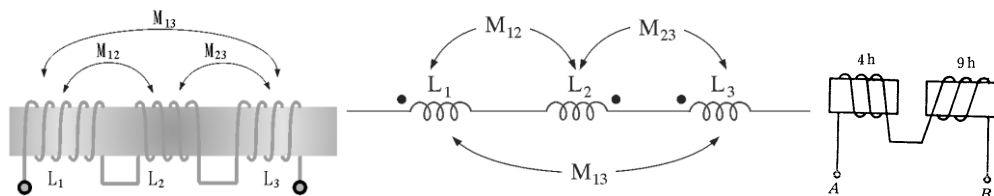
$$\frac{1}{L_P} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

(3) 電感的串聯：(有互感 M)

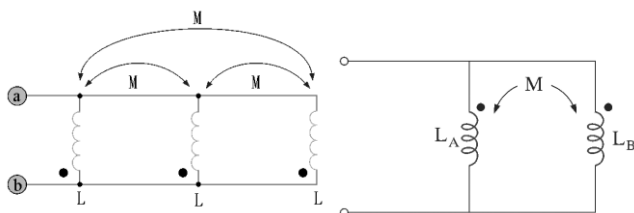
$$L_S = L_1 + L_2 \pm 2M \quad (+號：表互助，-號：表互消)$$

$$L_{\max} = L_1 + L_2 + 2M, \quad L_{\min} = L_1 + L_2 - 2M, \quad M = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{4}$$

$$L_S' = L_1' + L_2' + L_3' + \cdots + L_n'$$



(4) 電感的並聯：(有互感 M)



$$L_P = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \mp 2M} \quad (-號：表互助，+號：表互消)$$

(5) 電感並聯之電感量 (近似解)：

$$\frac{1}{L_P'} = \frac{1}{L_1'} + \frac{1}{L_2'} + \frac{1}{L_3'} + \cdots + \frac{1}{L_n'}$$

$$L_1' = L_1 \pm M_{21} \pm M_{31} \pm \cdots \pm M_{n1}$$

$$L_2' = L_2 \pm M_{12} \pm M_{32} \pm \cdots \pm M_{n2}$$

$$L_3' = L_3 \pm M_{13} \pm M_{23} \pm \cdots \pm M_{n3}$$

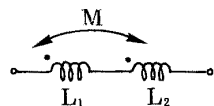
(\pm 號：+號表互助，-號表互消)

範例練習：

1. 電感均為 1 亨利之線圈共三個，將其中兩個串聯後再與另一個並聯，則總電感為 (A) $\frac{3}{2}$ 亨利

(B) 3 亨利 (C) $\frac{1}{3}$ 亨利 (D) $\frac{2}{3}$ 亨利。

2. 如圖所示， $L_1=3H$ ， $L_2=5H$ ， $M=1H$ ，則總電感量為 (A) 6H (B) 7H (C) 9H (D) 10H。



3. 兩線圈其自感分別為 3 亨及 12 亨，若接成串聯互助，則總電感為 (A) 15 (B) 30 (C) 22.2 (D) 29.4 (E) 24.6 亨。(耦合系數為 0.8)

4. 兩電感器 L_1 、 L_2 串聯，得總電感量為 12×10^{-3} 亨利，若將其中一電感器之接線反接，得電感量為 8×10^{-3} 亨利，則兩電感器間之互感量為 (A) 4×10^{-3} (B) 10^{-3} (C) 3×10^{-3} (D) 2×10^{-3} 亨利。

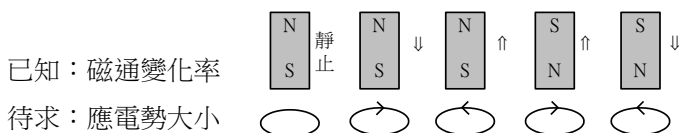
【1】D 【2】D 【3】E 【4】B

16. 電流的磁效應：通以電流的導體，周圍必會產生一磁場。而磁場方向即為磁力線的切點方向。

17. 電磁效應

(1) 法拉弟定律

說明：

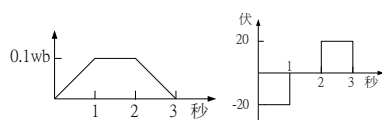


一線圈所感應的平均應電勢，其大小與線圈匝數和單位時間之磁通量變動率乘積成正比，即：

$$E_{av} = N \frac{\Delta\phi_m(\text{韋伯})}{\Delta t(\text{秒})} \quad \text{其中 } N : \text{線圈匝數}$$

範例練習：

1. 200 匝線圈切割如下之磁通，則其應電勢波形為何？



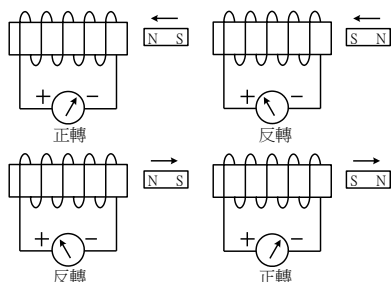
舉一反三： $E = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{\Delta \lambda}{\Delta t}$, $I = C \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$, $i = \frac{1}{L} \int E dt$, $v = \frac{1}{C} \int i dt$

2. 有一線圈，若此線圈在 5 秒內磁通量變動 0.1 韋伯，感應電勢為 6 伏特，則此線圈為 (A)500 匝 (B)120 匝 (C)300 匝 (D)450 匝

解答【2】C

(2) 冷次定律

已知：磁通變化方向
待求：應電勢極性



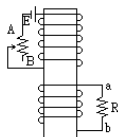
說明：

感應電勢所產生感應電流的方向，其磁場係將反抗原有磁通量的變化（負號的意義）。

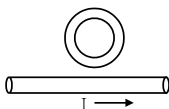
$$E = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

範例練習：

1. 如下圖所示，則下列敘述何者正確？(A) 若可變電阻由 A 點向 B 點調整，R 上電流由 a 流向 b (B) 若可變電阻由 A 點向 B 點調整，b 點電位較 a 點電位高 (C) 若可變電阻由 B 點向 A 點調整時，R 上電流由 a 流向 b (D) 若可變電阻由 B 點向 A 點調整時，a 點電位較 b 點電位高

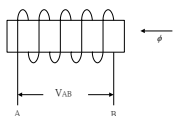


2. 如下圖所示，長導體中載有電流 I，當 I 隨時間而增加時，圓導體上的感應電流為 (A) 沿順時鐘方向 (B) 沿逆時鐘方向 (C) 零 (D) 電流方向視兩導線間的距離而定



3. 如下圖所示，線圈匝數為 100 匝，磁通量在 5 秒內由 0.3 韋伯減至 0.1 韋伯，其兩端的感應電勢 E_{AB} 為 (A)-4 (B)-2

(C)4 (D)0 伏特



4. 直流電機鐵心通常採用薄矽鋼片疊製而成，其主要目的為何？(A) 減低銅損 (B) 減低磁滯損 (C) 減低渦流損 (D) 避免磁飽和【97】

解答【1】A【2】A【3】A【4】C

(3) 右手螺旋管定則：拇指→磁力線方向 四指→電流方向(用於螺旋管)

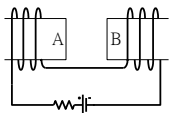


說明：
右手握拳，大拇指伸出，大拇指方向為線圈之磁力線方向，則彎曲四指為載流線圈之電流方向。

已知：磁通方向
待求：導體之電流方向

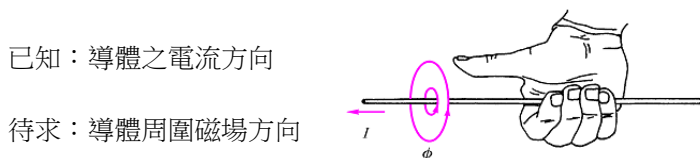
範例練習：

- 螺旋定則中，若四指之方向為導體電流方向，則拇指方向表示 (A)電場 (B)萬有引力 (C)電流所產生磁通方向 (D)電功率 之方向
- 如下圖所示，則 A、B 所代表之磁極極性為(A)A 為 N 極、B 為 S 極(B) A 為 S 極、B 為 S 極(C) A 為 N 極、B 為 N 極(D) A 為 S 極、B 為 N 極



解答【1】C【2】D

(4) 右手安培定則： 拇指→電流方向 四指→磁力線方向(用於長直導線)



說明：
右手握拳，大拇指伸出，則大拇指方向為載流導體之電流方向，其餘彎曲四指方向即為磁力線的方向。(磁力線定義由 N 出發)

已知：導體之電流方向
待求：導體周圍磁場方向

範例練習：

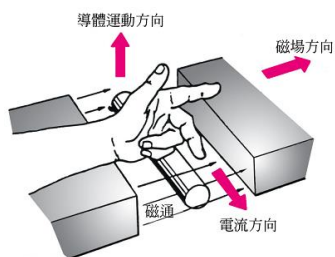
- 一電流的方向為垂直進入紙面，則其產生磁場的方向為(A)進入紙面 (B)離開紙面 (C)逆時針 (D)順時針
- 安培右手定則中，若拇指方向表示導體電流方向則其餘四指之方向為(A)電場(B)萬有引力 (C)電流所產生磁場 (D)電功率 之方向
- 如下圖所示，指北針置於導體正上方，則指北針 N 極指向為(A)右方(B)左方(C)正向我們(D)一直旋轉



解答【1】D【2】C【3】C

(5) 載流導體所受的作用力→ $F=BLI\sin\theta$ (B→磁通密度 L→長度 I→電流)

已知：①磁場方向
②導體電流方向
待求：運動方向、
作用力方向

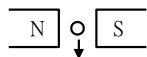


說明：
將左手的拇指、食指與中指互相垂直，並以中指方向為導體電流方向，食指方向為磁力線方向 (N→S)，則拇指方向為導體受力的方向。
F：作用力，牛頓 (nt)
B：磁通密度，特斯拉 (wb/m²)

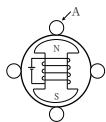
I：電流，安培（A）

範例練習：

1. 磁場內有一載有電流的線圈，當此線圈平面與磁場成平行時，線圈所生的轉矩為 (A)0 (B)最小 (C)最大 (D)中間值
2. 磁場內有一載有電流的線圈，當此線圈平面與磁場成垂直時，線圈所生的轉矩為 (A)0 (B)最小 (C)最大 (D)中間值
3. 佛來銘左手定則中，食指代表 (A)電流方向 (B)導體運動方向 (C)磁通方向 (D)應電勢正極。
4. 如下圖所示，在磁場內的導體若要使其運動方向為向下，則導體電流方向為 (A)流出紙面(B)流入紙面(C)不需電流(D)一會兒流出紙面，一會兒流入紙面



5. 如下圖之同步電動機，若 A 導體之電流為流入紙面，轉子(A)逆時針旋轉 (B)順時針旋轉 (C)不動 (D) 一下子逆時針旋轉、一下子順時針旋轉

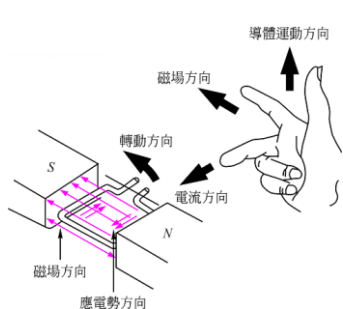


6. 有一條帶有直流電流的導線置於均勻的磁場中，若以右手大姆指代表電流的方向，右手四指代表磁場的方向，則掌心所指方向代表下列何者？(A) 導線受力的正方向 (B) 導線受力的反方向(C) 感應電勢的正方向 (D) 感應電勢的反方向【92】

解答【1】C【2】A【3】C【4】B【5】A【6】A

(6) 安培右手掌定則：拇指→電流方向 四指→磁力線方向 手掌→導體運動方向

已知：①磁場方向
②導體運動方向
待求：電流或電勢方向



說明：

將右手的拇指、食指與中指互相垂直，並以拇指方向為導體*運動方向，食指方向為磁力線方向，則中指方向為導體感應電流（電勢）方向。

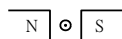
F：作用力，牛頓（nt）

B：磁通密度，特斯拉（wb/m²）

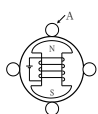
I：電流，安培（A）

範例練習：

1. 佛來銘右手定則中，中指代表 (A)電流方向 (B)導體運動方向 (C)磁通方向 (D)應電勢正極
2. 佛來銘右手定則，拇指、食指和中指應互成 (A)45° (B)90° (C)180° (D)平行
3. 如下圖所示，在磁場內的導體，要使電流方向為流出紙面，則導體運動方向為 (A)向上 (B)向下 (C)向左 (D) 向右



4. 如下圖之同步發電機，若轉子由原動機順時針帶動旋轉，則 A 導體之電流為(A)向上 (B)向下 (C)流入紙面 (D) 流出紙面



5. 導體在磁場中運動，其導體的感應電壓極性（或電流方向）、導體的運動方向及磁場方向，三者關係可依何原理決定？(A) 佛來明定則（Fleming's rule）(B) 克希荷夫電壓定理（Kirchhoff's voltage law）(C) 法拉第定理

(Faraday's law)(D) 歐姆定理 (Ohm's law) 【94】

解答【1】A【2】B【3】B【4】C【5】A

(7) 安培右手掌定則電機基本原理--導體在磁場中運動產生應電勢

說明：

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \theta (V)$$

E：平均應電勢（伏特）

B：磁通密度（特斯拉）

l：導體長度（公尺）

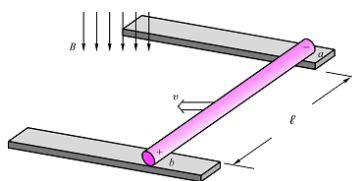
v：導體運動速度（公尺/秒）

θ ：B 與 v 之夾角

已知：①磁場方向

②導體運動方向

待求：應電勢大小

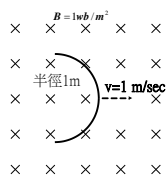


範例練習：

1. 40 公分長的導體，每秒以 10 公尺速度與磁通垂直方向運動，若磁通密度為 0.2 韋伯/米²，則感應電勢為多少伏特？

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \theta = 0.2 \times 0.4 \times 10 = 0.8(V)$$

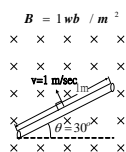
2. 下圖運動的導體感應電勢為多少伏特？



$$E = B \cdot l \cdot v = 1 \times 2 \times 1 = 2(V)$$

3. 如圖所示，導體長度為 1 米，磁通密度為 1wb/m²，導體運動速率為 1m/sec，則導體之感應電勢為

(A)0.1V(B)0.5V(C)1V(D)10V

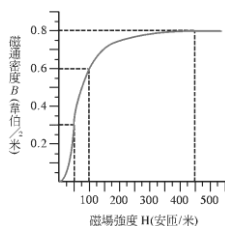


4. 固定長度的導體在磁場中運動，當導體運動的方向與磁場方向互為垂直時，導體感應電壓的大小可依何原理決定？(A) 法拉第定理 (Faraday's law)(B) 克希荷夫電流定理 (Kirchhoff's current law)(C) 佛來明左手定則 (Fleming's left-hand rule)(D) 佛來明右手定則 (Fleming's right-hand rule) 【95 四技二專】

解答【3】C【4】A

歷屆試題精選

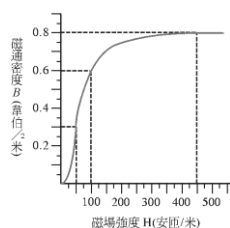
- () 1. 如圖所示，當磁場強度為 100 安匝/米時，導磁係數為多少韋伯/(安匝·米)？
(A) 6×10^{-3} (B)60 (C)1000/6 (D)200。【89 四技二專】



- () 2. 螺線管線圈之電感量和 (A)匝數成正比 (B)匝數平方成正比 (C)螺管長度成正比 (D)螺管半徑成反比。【86 四技二專】
- () 3. 一長直導體加以穩定之直流電流 5A，試求距離導線 1 米處之磁通密度 (A) 10^{-4} Wb/m² (B) 10^{-5} Wb/m² (C) 10^{-6} Wb/m² (D) 10^{-7} Wb/m²。
- () 4. 以最大速度平行切割磁力線，所產生之感應電動勢為 (A)零 (B)最大 (C)無法判別 (D)以上皆非。【89 四技二專】
- () 5. 有一個 50mH 的電感器，若通過該電感器的電流在 0.5 毫秒內由 10mA 降至 5mA 時，試求電感兩端之感應電勢為多少？ (A)2V (B)4V (C)5V (D)7V。【89 四技二專】
- () 6. 兩根長度均為 50 公尺之導體，平行置於空氣中相距 50 公分，分別通以同方向之電流 100 安培及 1000 安培，則其間之作用力為多少牛頓？ (A)2 (B)4 (C)6 (D)8 (E)10。【89 四技二專】
- () 7. 有一線圈其匝數為 1000 匝，其電感量為 10H，若欲將自感量減為 2.5H，則應減少多少匝的線圈？ (A)500 匝 (B)750 匝 (C)250 匝 (D)100 匝。【87 四技二專】
- () 8. 兩線圈 A 和 B 分別為 300 匝及 400 匝，當 A 線圈通以 10 安培電流時，產生 5×10^{-3} 磁通線與之交鏈，若其中之 2×10^{-3} 線與線圈相鏈，則兩線圈間之互感為 (A)0.08 (B)0.1 (C)0.16 (D)0.2 亨利。【88 四技二專】
- () 9. 有一 3mH 之電感器，在 $t \geq 0$ 秒時，其端電流 $i(t) = 10 - 10 e^{-100t} (3\cos 200t + 4\sin 200t)$ A，則在 $t = 0$ 秒時，此電感器儲存之能量為 (A)2400mJ (B)1500mJ (C)600mJ (D)150mJ。【90 四技二專】
- () 10. 兩個不同磁性材料之鐵心電感器 L_1 及 L_2 ，已知其鐵心上所繞之線圈匝數均為 100 匝，若分別通以 1A 之電流，其產生之磁通分別為 $\phi_1 = 1\text{mWb}$ 及 $\phi_2 = 4\text{mWb}$ ，再將此兩電感器串聯，若其磁通互助且耦合係數為 0.1，則此兩電感器串聯之總電感量 $L_T = ?$ (A)0.52H (B)0.54H (C)0.48H (D)0.46H。【92 四技二專】

歷屆試題解答

1. (A) 2. (B) 3. (C) 4. (A) 5. (C) 6. (A) 7. (A) 8. (A) 9. (C) 10. (B)



1. 【查圖知： $\mu = \frac{B}{H} = \frac{0.6}{100} = 6 \times 10^{-3} \text{ (Wb/A-m)}$ 】

2. 【 $L = \frac{N^2}{R}$ 即電感與匝數平方(N^2)成正比】

3. 【 $H = \frac{I}{2\pi d} = \frac{5}{2\pi \times 1} = \frac{2.5}{\pi} \text{ (A/m)}$ ， $B = \mu \cdot H = \mu_0 \times \mu_r \times H = 4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times \frac{2.5}{\pi} = 1 \times 10^{-6} \text{ (Wb/m}^2\text{)}$ 】

4. 【平行時 $\theta = 0^\circ$ ， $e = Blv \sin 0^\circ = 0 \text{ (V)}$ 】

5. 【 $e = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 50\text{m} \times \frac{(10\text{m} - 5\text{m})}{0.5\text{m}} = 5 \text{ (V)}$ 】

6. 【 $F = \frac{2I_1 I_2 \times l \times 10^{-7}}{d} = \frac{2 \times 100 \times 1000 \times 50 \times 10^{-7}}{0.5} = 2 \text{ (Nt)}$ 】

7. 【 $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{10}{2.5} = \frac{(1000)^2}{(N_2)^2} \Rightarrow N_2 = \frac{1000}{2} = 500 \text{ (匝)}$ 】

8. 【 $M = N_B \times \frac{\phi_{AB}}{I_A} = 400 \times \frac{2 \times 10^{-3}}{10} = 0.08 \text{ (H)}$ 】

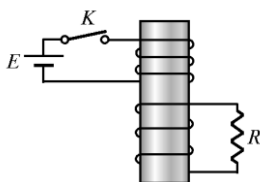
9. 【當 $t = 0$ 時， $i(0) = 10 - 10 \cdot e^{-100 \times 0} (3\cos(200 \times 0) + 4\sin(200 \times 0)) = 10 - 10 \cdot e^0 (3\cos 0^\circ + 4\sin 0^\circ)$
 $= 10 - 10 \cdot 1(3 \times 1 + 4 \times 0) = 10 - 30 = -20 \text{ (A)}$ ， $\therefore W = 1/2 Li^2 = 1/2 \times 3\text{m} \times (-20)^2 = 600 \text{ (mJ)}$ 】

10. 【 $L_1 = \frac{N_1 \phi_2}{I^2} = \frac{100 \times 1\text{m}}{1} = 0.1\text{H}$ ， $L_2 = \frac{N_2 \phi_2}{I^2} = \frac{100 \times 4\text{m}}{1} = 0.4\text{H}$ 】

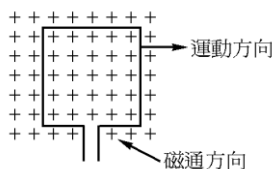
$M = km \sqrt{L_1 \cdot L_2} = 0.1 \times \sqrt{0.1 \times 0.4} = 0.02\text{H}$ ， $L_T = L_1 + L_2 + 2M = 0.1 + 0.4 + 2 \times 0.02 = 0.54\text{H}$ 】

試題演練

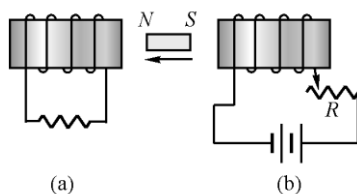
- () 1. 有一個 50mH 的電感器，若通過該電感器的電流在 0.5 毫秒內由 10mA 增加至 50mA 時，試求電感兩端的感應電勢為多少？ (A)2V (B)4V (C)5V (D)7V。
- () 2. 兩根長度均為 50 公尺之導體，平行置於空氣中相距 50 公分，分別通以同方向之電流 100 安培及 1000 安培，則其間之作用力為多少牛頓？ (A)2 (B)4 (C)6 (D)8 (E)10。
- () 3. 有一線圈，其匝數為 500 匝，若通過的磁通在 0.1 秒內由 0.4 韋伯降至 0.3 韋伯，則此線圈兩端之感應電勢為多少伏特？ (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500。
- () 4. 有一 3mH 之電感器，在 $t \geq 0$ 秒時，其端電流 $i(t) = 10 - 10e^{-100t}(3\cos 200t + 4\sin 200t)$ A，則在 $t = 0$ 秒時，此電感器儲存之能量為 (A)2400mJ (B)1500mJ (C)600mJ (D)150mJ。
- () 5. 一空心螺管長度為 1 公尺，半徑為 5 公分，線圈數為 100 匝，通過電流為 1A，則磁通量為 (A) 39.43×10^5 (B)100 (C) 39×10^{-7} (D) 12.56×10^{-5} (E) 9.87×10^{-7} 韋伯。
- () 6. 某一磁路在 50 週/秒之磁滯損為 120 瓦特，則 60 週/秒之磁滯損為 (A)124 (B)144 (C)164 (D)122 W。
- () 7. 如圖所示，開關 K 閉合之瞬間，流經電阻 R 之電流應該怎樣？ (A)0 (B)向下 (C)向上。



- () 8. 如圖所示，設一線圈在磁場中由左向右運動，則該線圈將有什麼變化？ (A)會感應電勢 (B)不會感應電勢 (C)2 倍感應電勢 (D)無法知道。

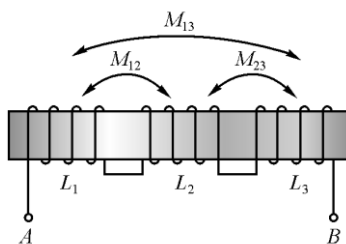


- () 9. 如圖所示 a、b 兩電路中，a 電路中磁鐵向左移動，b 電路中可變電阻器之接點向左移動，則 a、b 兩電路中之線圈上所感應之電動勢分別為 (A)均係左端為正 (B)均係右端為正 (C)a 電路之線圈左端為正，b 電路之線圈右端為正 (D)b 電路之線圈左端為正，a 電路之線圈右端為正 (E)均不感應電動勢。



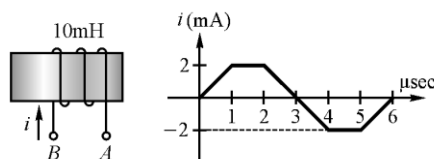
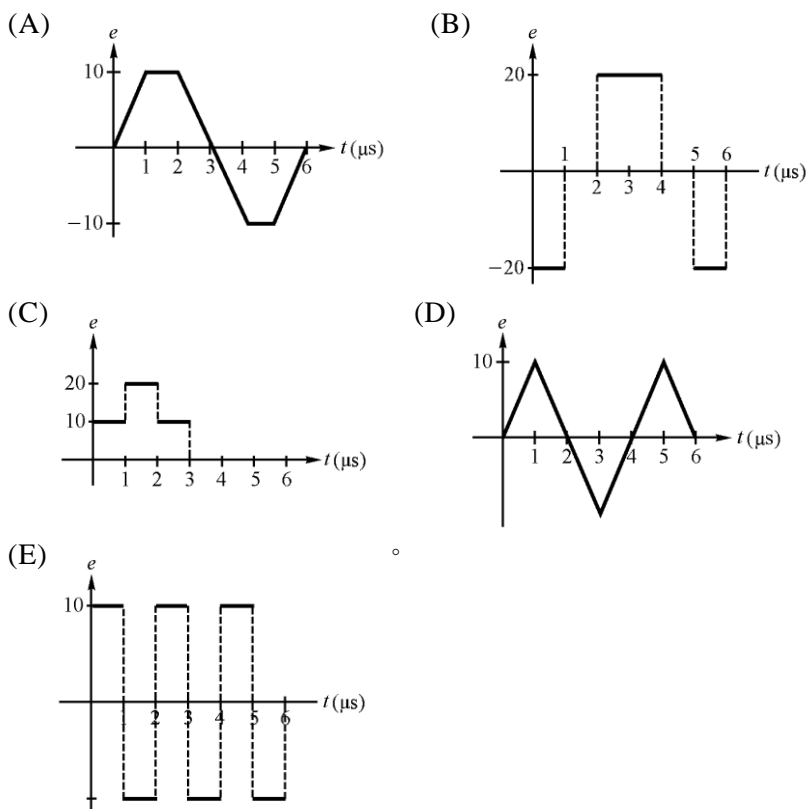
- () 10. 有一隨時間變化的磁通 $\phi = 0.0005 - 0.0001t$ ， ϕ 的單位為韋伯， t 的單位為秒，與 200 匝線圈相鏈，試求線圈上感應電動勢之值？ (A)20 伏 (B)2 伏 (C)0.2 伏 (D)0.02 伏。
- () 11. 一甚長之直線導體，若通以 100 安培時，產生於距導體 1 公尺處之磁場強度為 (A)100 安匝/公尺 (B)50 安匝/公尺 (C) $\frac{50}{\pi}$ 安匝/公尺 (D) $\frac{50}{2\pi}$ 安匝/公尺。
- () 12. 若螺線管之圈數為 500 匝，電流為 4 安培，產生之磁通為 2×10^6 線，若螺線管圈數增加至 750 匝，電流不變，則電感量變為 (A)5.625 (B)1.5 (C)2.5 (D)10 亨利。

- () 13. 兩線圈其自感分別為 3 亨及 12 亨，兩線圈相串聯，其耦合係數為 0.8，則此兩線圈間之互感為 (A)4.8 (B)15 (C)9 (D)12 (E)7.2 亨。
- () 14. 如圖所示，其中 $L_1=12$ 、 $L_2=24$ 亨、 $L_3=10$ 亨， $M_{12}=5$ 亨、 $M_{23}=7$ 亨、 $M_{13}=3$ 亨，則 A、B 間之等效電感量為 (A)16 (B)28 (C)37 (D)61 (E)76 亨。

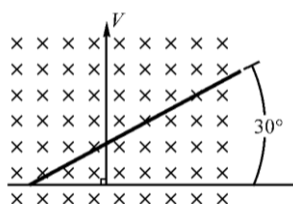


- () 15. 電流為 50 毫安之線圈，於斷路時，電流在 0.01 秒內降為零，線圈之自感為 0.01 亨利。試求在斷路的 0 到 0.01 秒間，線圈上釋放能量之平均功率？ (A)3 瓦特 (B)30 毫瓦 (C)1.25 毫瓦 (D)0.78 毫瓦。

- () 16. 如圖所示為一 10mH 之電感器，若通過其上之電流波形如圖所示，則其之自感應電勢波形 V_{AB} 約為



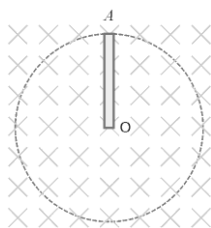
- () 17. 如圖所示，若磁通密度 B 為 4 韋伯/平方公尺，長度為 1 公尺的導體以每秒 5 公尺之速率朝上方（如 v 之箭頭方向）運動，則導體之應電勢為 (A)0V (B)5V (C)10V (D) $10\sqrt{3}$ V (E)20V。



- () 18. 有一導體在磁場裏有效長度為 20 公分，其磁通密度為 0.01 韋伯/平方公尺，若感應電勢為 0.1 伏，則此導體移動速度為 (A)10 (B)20 (C)40 (D)50 公尺/秒。
- () 19. 下列所敘述的電磁效應，哪一項是錯誤的？ (A)以右手握導線，伸直姆指以指電流之方向，則環握導線之四指所指之方向，即為磁場中磁力線之方向 (B)以右手握線圈，伸直姆指，若四指彎曲指電流之方向，則姆指將指線圈內磁力線之方向 (C)將右手伸出，以食指、姆指及中指伸直互相成直角，若食指指磁力線之方向，姆指指導線運動之方向，則中指所指為應電流或應電勢之方向 (D)將右手伸出，以食指、姆指及中指伸直互相成直角，若食指指磁力線之方向，中指指電流之方向，則姆指所指為導線受推力之方向。
- () 20. 已知電子在磁場中受力之大小為 $F=QVB$ ，其中 Q 為電子的電荷量， V 為電子之速度， B 為磁通密度，若磁場方向與電子運動方向成垂直，則電子在此磁場之運動軌跡將成圓

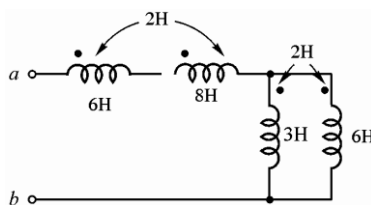
形，而其向心力為 $F = m \frac{V^2}{r}$ ， r 為圓之半徑， m 為電子質量，則圓之半徑與下列何者因數成正比？ (A) Q (B) B (C) QV (D) mV^2 。

- () 21. 下列對各種單位的敘述，何者錯誤？ (A) 高斯／平方公分是磁通密度的單位 (B) 牛頓／庫侖是電場強度的單位 (C) 焦耳是能量的單位 (D) 庫侖／平方公尺是電通量的單位。【90 四技二專】
- () 22. 一無限長的圓直導體通以 100A 之電流，則其導體中心之磁場強度為 (A) $50/\pi$ (B) 無限大 (C) 200π (D) 0 安匝／米。【86 四技二專】
- () 23. 如圖所示，有一導體長 1 公尺，以 O 為圓心，以 240rpm 的速度在磁通密度 $B = 1\text{Wb/m}^2$ 的磁場中旋轉，則該導體兩端之感應電勢約為幾伏特？ (A) π (B) 2π (C) 4π (D) 8π 。【89 四技二專】

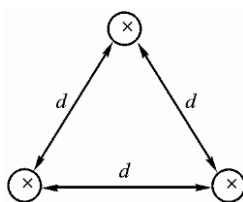


- () 24. 有一邊長 5 公分之正方形線圈，計 10 匝，置於磁通密度的磁場中，若流過線圈的電流為 10A，試求線圈與磁場成時，轉矩為 (A) 0.032Nt-m (B) 0.043Nt-m (C) 0.05Nt-m (D) 0Nt-m 。【89 四技二專】
- () 25. 「感應電勢之極性恆為抵制線圈原磁通量的變動」這個敘述就是 (A) 法拉第電磁感應定律 (B) 安培右手定則 (C) 楞次定律 (D) 佛來銘左手定則。【89 四技二專】

- () 26. 有一線圈，其匝數為 500 匝，若通過的磁通在 0.1 秒內由 0.4 韋伯降至 0.3 韋伯，則此線圈兩端之感應電勢為多少伏特？ (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500。【89 四技二專】
- () 27. 有一線圈共 20 匝置於磁場中，若磁力線在 0.5 秒內由 0.1 韋伯增加至 0.4 韋伯，則此線圈之應電勢為 (A)0 (B)6 (C)10 (D)12 伏特。【88 四技二專】
- () 28. 如圖所示， $a-b$ 兩端之等效電感為 (A)16.8H (B)18.8H (C)20.8H (D)22H。【88 四技二專】

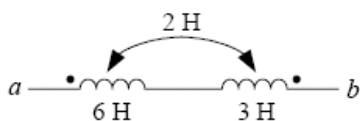


- () 29. 有三條相互平行的長直導線如圖所示，導線間距離為 d 米。若三條導線上均通以大小相等，方向圖的電流 I 安培，則每一導線中單位長度所受的合磁力大小為多少牛頓？($K = \frac{\mu_0}{2\pi} = 2 \times 10^{-7}$ 牛頓 / 安培²) (A) $K(I^2/d)$ (B) $\sqrt{2}K(I^2/d)$ (C) $2K(I^2/d)$ (D) $\sqrt{3}K(I^2/d)$ 。【91 四技二專】



- () 30. 有一線圈匝數 1000 匝，電感量 20H，若希望電感成為 5H 時，匝數應減為多少匝 (A)250 匝 (B)500 匝 (C)750 匝 (D)1000 匝。
- () 31. 如圖所示電路，求 $a、b$ 兩端的總電感 $L_{ab} = ?$ (A) 3 H (B) 4 H (C) 5 H (D) 6 H

【94 四技二專】



- () 32. 有一電感器通以 4 A 的電流，儲存 4 焦耳的能量，求此電感器的電感量為多少？ (A) 0.5 H (B) 1 H (C) 1.5 H (D) 2 H

試題演練解答

1. (B) 2. (A) 3. (E) 4. (C) 5. (E) 6. (B) 7. (C) 8. (B) 9. (A) 10. (D)
 11. (C) 12. (A) 13. (A) 14. (B) 15. (C) 16. (B) 17. (D) 18. (D) 19. (D) 20. (D)
 21. (A) 22. (D) 23. (C) 24. (B) 25. (C) 26. (E) 27. (D) 28. (C) 29. (D) 30. (B)
 31. (C) 32. (A)

1.
$$e_L = \left| L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = \left| 50\text{m} \times \frac{50\text{m} - 10\text{m}}{0.5\text{m}} \right| = 4\text{V}$$
2.
$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 100 \times 50}{2\pi \times (50 \times 10^{-2})} = 2 \text{ 牛頓}$$
3.
$$e_{av} = \left| N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| 500 \times \frac{0.3 - 0.4}{0.1} \right| = 500\text{V}$$
4.
$$\begin{aligned} \therefore i(0) &= 10 - 10e^{-100 \times 0} (3\cos 200 \times 0 + 4\sin 200 \times 0) \\ &= 10 - 10 \times 1 \times (3 \times 1 + 4 \times 0) = -20\text{A} \\ \therefore W_L &= \frac{1}{2} L \cdot i^2(0) = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-3} \times (-20)^2 = 600\text{mJ} \end{aligned}$$
5.
$$H = \frac{NI}{\ell} = \frac{100 \times 1}{1} = 1 \times 10^2 \quad B = \mu H = 4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 10^2 = 4\pi \times 10^{-5} \quad \phi = A \cdot B = \pi \cdot (0.05)^2 \cdot 4\pi \times 10^{-5} = 9.87 \times 10^{-7} \text{Wb}$$
6.
$$W_h = K_h \cdot f \cdot B_m^{1.6} \quad \frac{W_h'}{W_h} = \frac{f'}{f} \quad W_h' = 120 \cdot \frac{60}{50} = 144\text{W}$$
7. 依安培右手定則
8.
$$e = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$
 左右移動，左右兩邊感應相同方向之電流，則電勢合計=0。
9. 依安培右手定則
10.
$$e = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -200 \times \frac{0.0001}{1} = 0.02\text{V}$$
11.
$$H = \frac{I}{2\pi r} = \frac{100}{2\pi \times 1} = \frac{50}{\pi}$$
12.
$$\therefore L = \frac{\mu AN^2}{\ell} = \frac{N^2}{R} \propto N^2 \quad \therefore L' = L \left(\frac{N'}{N} \right)^2 = 2.5 \times \left(\frac{750}{500} \right)^2 = 5.625\text{H}$$
13.
$$M = K \sqrt{L_1 L_2} = 0.8 \times \sqrt{3 \times 12} = 0.8 \times 6 = 4.8\text{H}$$

14. 先以安培右手定則決定互感方向

$$L=L_1+L_2+L_3-2M_{12}+2M_{13}-2M_{23}=12+24+10-2\times 5+2\times 3-2\times 7=28$$

15. $W=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\cdot 0.01(50\times 10^{-3})^2=0.005\times 2500\times 10^{-6}=1.25\times 10^{-5}J$ $P=\frac{W}{t}=\frac{1.25\times 10^{-5}}{0.01}=1.25\times 10^{-3}W$

16. 依公式 $e=-L\frac{di}{dt}$

17. 依公式 $\vec{e}=\vec{v}\times\vec{B}\cdot\ell\cdot\cos 30^\circ=5\times 4\times 1\times\frac{\sqrt{3}}{2}=10\sqrt{3}$

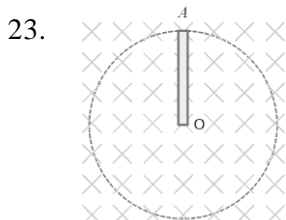
18. $\vec{e}=\vec{v}\times\vec{B}\cdot\ell$, $v=\frac{e}{B\cdot\ell}=\frac{0.1}{0.01\times 0.2}=50M/sec$

19. 佛來銘右手定則為若食指指磁力線之方向，姆指所指為導線受推力之方向，則中指指電流之方向

20. $F=BLI=(I\cdot t)(L/t)B=QVB=m\frac{V^2}{r}$ $r=\frac{mV^2}{QVB}$ $r\propto mV^2$

21. (A)高斯是磁通密度的單位 (B)牛頓/庫侖是電場強度的單位 (C)焦耳是能量的單位 (D)庫侖/平方公尺是電通密度的單位。

22. 一無限長的圓直導體通以 100A 之電流，則其導體中心之磁場強度為 0 安匝/米。
【無限長的圓直導體中心之磁場強度為 0】



【 $C=N\times\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ $\because B=\frac{\phi}{A}\Rightarrow\phi=B\times A=B\times(\pi r^2)=1\times\pi(1)^2=\pi$,

$f=\frac{240}{60}=4(rps)$, $t=\frac{1}{f}=\frac{1}{4}$ $\therefore e=N\cdot\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=1\times\frac{\pi}{\frac{1}{4}}=4\pi(V)$ 】

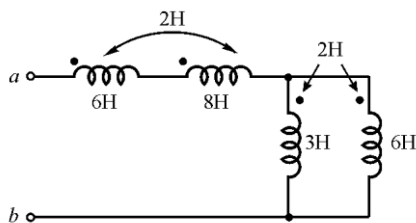
24. 【 $T=IBA\cos\theta=10\times 0.2\times 10\text{ 匝}\times 0.05\times 0.05\times\cos 30^\circ=0.043(Nt\cdot m)$ 】

25. 楞次定律是指感應電勢之極性恆為抵制線圈原磁通量的變動

26. 【 $e=N\cdot\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=500\times\frac{(0.3-0.4)}{0.1}=500(V)$ 】

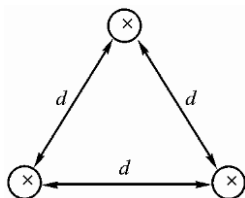
27.. 【 $e=20\times\frac{(0.4-0.1)}{0.5}=12(V)$ 】

28. 下圖所示， $a-b$ 兩端之等效電感為 20.8H。



【 $L_{ab}=[6+8(2\times 2)]+\left[\frac{3\times 6-(2)^2}{3+6-(2\times 2)}\right]=18+\frac{14}{5}=18+2.8=20.8(H)$ 】

29.



【兩平行導體作用力 $F = \frac{\mu_0 \times I_1 I_2 l}{2\pi d} = K \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d}$ ($\because I_1 = I_2 = i$) $\therefore F = K \cdot \frac{I^2 \cdot l}{d}$ ($\because l = 1\text{m}$, 單位長度) 故 $F = \frac{KI^2}{d}$ $\therefore F_r = F \cos 30^\circ + F \cos 30^\circ = K \cdot \frac{I^2}{d} \times \frac{\sqrt{3}}{2} + K \cdot \frac{I^2}{d} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = K \cdot \frac{I^2}{d} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 = \sqrt{3}K(I^2/d)$ (牛頓)】

30. 【依公式 $L = (\mu AN^2)/\ell$, 電感與匝數平方成正比, $L_1/L_2 = N_1^2/N_2^2$, ($L_1=20\text{H}$, $L_2=5\text{H}$, $N_1=1000$) 可得 $N_2=500$ 匝

故應減少 $1000-500=500$ 匝】

31. $L_{ab} = 6 + 3 - 2 \times 2 = 5$

32. 依公式 $W = \frac{1}{2} LI^2$, $4 = \frac{1}{2} * L * 4^2$

$L = 0.5\text{H}$