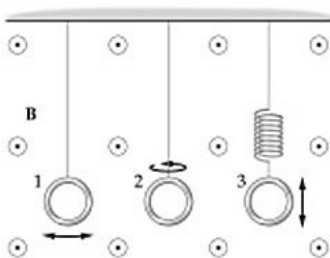


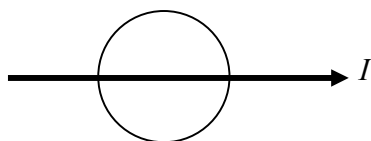
普通物理學 6. 電磁感應題庫

1. 在相同的均勻磁場 B 下，導體線圈 1 左右擺動、導體線圈 2 逆時針旋轉、導體線圈 3 上下振動(如下圖所示)。那一個導體線圈會被感應出電動勢？ (A) 線圈 1；(B) 線圈 2；(C) 線圈 3；(D) 所有線圈。

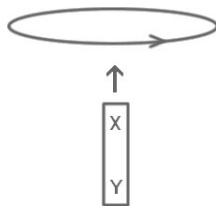


2. 從下而上、隨時間在增強的磁場，對 1 個置放在水平面上的導體線圈產生感應電流；從上而往下看，線圈的感應電流方向為何？ (A) 順時針方向；(B) 逆時針方向；(C) 沒有感應電流，所以沒有方向；(D) 從題意無法判斷其方向。

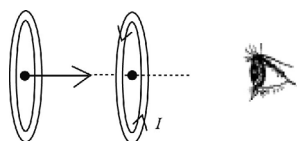
3. 1 個圓形導體線圈下有 1 個載有電流 I 的長直導線(如下圖所示)。從上往下看，長直導線通過導體線圈的圓心。當電流 I 隨著時間慢慢減小，線圈中的感應電流方向為何？ (A) 順時針方向；(B) 逆時針方向；(C) 沒有感應電流，所以沒有方向；(D) 從題意無法判斷其方向。



4. 1 根磁棒從下往上移動，對 1 個水平面上的導體線圈產生了逆時針方向的感應電流(如下圖所示)。問磁棒的 x 處及 y 處的磁極為何？ (A) x 為 S 極、 y 為 N 極；(B) x 為 N 極、 y 為 S 極；(C) x 為 S 極、 y 為 S 極；(D) x 為 N 極、 y 為 N 極。



5. 1 個垂直擺放的圓形導體線圈載有電流 I ；對於在其右側的人而言，線圈的電流方向為逆時針方向(如下圖所示)。在其左側，有另 1 個垂直擺放的相同圓形導體線圈，以著等速度，圓心對圓心、由左至右地接近它。左邊線圈的感應電流方向對右邊的人而言，其方向為何？ (A) 順時針方向；(B) 逆時針方向；(C) 沒有感應電流，所以沒有方向；(D) 從題意無法判斷其方向。



6. 由 1 條長 4 m 的導線所繞成正方型線圈置放在水平面上，有 1 個與水平面呈 30 度夾角的均勻磁場通過，磁場大小為 9 T。通過正方型線圈的磁通量大小為何？ (A) $4.5 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ ；(B) $4.5 \text{ T} \cdot \text{m}$ ；(C) $36 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ ；(D) $36 \text{ T} \cdot \text{m}$ 。

Sol :

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$= 9 \times (1)^2 \times \cos(90^\circ - 30^\circ) = 4.5$$

7. 有 1 個線圈的匝數為 10、截面積為 0.2 m^2 、電阻值非常地大且受到 0.05 T 的均勻磁場作用。均勻磁場的方向會變化，一開始是在造成磁通量最大的方向；經過 0.4 s 後，在使得磁通量為零的方向。在這段 0.4 s 的期間中，線圈上平均的感應電動勢大小？ (A) 0.004 V ；(B) 0.04 V ；(C) 0.025 V ；(D) 0.25 V 。

Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{0.05 \times 0.2 \times 0 - 0.05 \times 0.2 \times 1}{0.4} = 0.025 \dots \text{這是 1 匝的結果}$$

$$\text{ii) 1 匝線圈上平均的感應電動勢是 } 0.025 \rightarrow 10 \text{ 匝線圈上平均的感應電動勢是 } 0.025 \times 10 = 0.25$$

8. 有 1 個圓型線圈的匝數為 10、半徑為 10 cm 、電阻值為 0.6Ω 且受到了均勻磁場作用。均勻磁場的方向垂直線圈的截面；均勻磁場的大小會改變，一開始是 0.20 T ；經過 0.2 s 後，大小是 1.2 T 。在這段 0.2 s 的期間中，線圈上平均的感應電動勢大小？ (A) $0.001\pi \text{ V}$ ；(B) $0.01\pi \text{ V}$ ；(C) $0.05\pi \text{ V}$ ；(D) $0.5\pi \text{ V}$ 。

Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{1.2 \times [\pi \times (0.1)^2] - 0.2 \times [\pi \times (0.1)^2]}{0.2} = -0.05\pi \dots \text{這是 1 匝的結果}$$

$$\text{ii) 1 匝線圈上平均的感應電動勢大小是 } 0.05\pi \rightarrow 10 \text{ 匝線圈上平均的感應電動勢大小是 } 0.05\pi \times 10 = 0.5\pi$$

9. 水平面上有 1 半徑 1 cm 的圓型線圈，線圈的電阻是 30Ω 且受到了方向往上的均勻磁場作用。均勻磁場的大小會改變，一開始是 0.75 T ；經過 0.25 s 後，大小變成 0 T 。在這段 0.25 s 的期間中，線圈上平均的感應電動勢大小？ (A) $\pi \times 10^{-5} \text{ A}$ ；(B) $\frac{1}{9}\pi \times 10^{-5} \text{ A}$ ；(C) $\pi \times 10^{-1} \text{ A}$ ；(D) $\frac{1}{9}\pi \times 10^{-1} \text{ A}$ 。

Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{0 \times [\pi \times (0.01)^2] - 0.75 \times [\pi \times (0.01)^2]}{0.25} = 3\pi \times 10^{-4}$$

$$\text{ii) } \varepsilon = IR \rightarrow 3\pi \times 10^{-4} = I \times 30 \rightarrow I = \pi \times 10^{-5}$$

10. 1 個半徑 2 m 的圓型導體線圈，受到了 1 個方向不變、大小會時變的均勻磁場作用，磁場的方向與線圈截面的方向垂直。若線圈感應出 5 V 的電動勢，那麼磁場大小的時變率約為何？ (A) 0.4 T/s; (B) 2.5 T/s; (C) 0.08 T/s; (D) 5 T/s。

Sol :

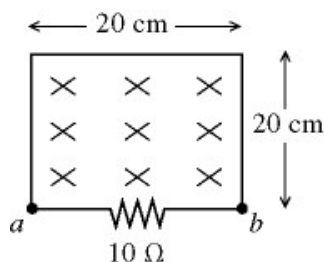
$$\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

$$= -\frac{dB A}{dt} = -\frac{dB}{dt} A$$

$$\rightarrow 5 = -\frac{dB}{dt} \times [\pi \times (2^2)]$$

$$\rightarrow \left| \frac{dB}{dt} \right| = \frac{5}{4\pi} \sim 0.4$$

11. 1 條導線串聯 1 個 10Ω 的電阻器形成 1 個 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 的正方形樣子(如下圖所示)，受到了 1 個方向不變、大小會時變的均勻磁場作用，磁場的方向為垂直進入線圈截面的方向。磁場的大小在 10 ms 的期間，由 1.5 T 改變為 0.5 T。流過電阻的感應電流及其方向為何？ (A) 0.4 A，從 a 點以逆時針方向流至 b 點；(B) 0.4 A，從 a 點以順時針方向流至 b 點；(C) 4 A，從 a 點以逆時針方向流至 b 點；(D) 4 A，從 a 點以順時針方向流至 b 點。



Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = -\frac{0.5 \times [0.2 \times 0.2] - 1.5 \times [0.2 \times 0.2]}{10 \times 10^{-3}} = 4$$

$$\text{ii) } \varepsilon = IR \rightarrow 4 = I \times 10 \rightarrow I = 0.4$$

iii) 電流方向由冷次定律判斷 \rightarrow 順時針方向

12. 把上下相距 50 cm 的 2 根金屬棒平行擺放，當成軌道；軌道的左端以 0.1Ω 的電阻器相連接，在 2 軌道上放置 1 根與之垂直且可以無摩擦地滑動的金屬棒。整個軌道面受到了 1 個垂直其截面的均勻磁場。以 1 個 0.05 N 的力量讓可滑動的金屬棒由左往右作等速度的運動，當磁場大小為何時，其速度可達 0.5 m/s 。(A) 0.1 T ; (B) 0.2 T ; (C) 0.3 T ; (D) 0.4 A 。

Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} = -\frac{d[B \times (lx)]}{dt} = -Blv \rightarrow \varepsilon = -B \times 0.5 \times 0.5$$

$$\text{ii) } \varepsilon = IR \rightarrow -B \times 0.5 \times 0.5 = I \times 0.1 \rightarrow I = -2.5B$$

$$\text{iii) } \vec{F}_{\text{磁力}} = I\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\rightarrow F_{\text{磁力}} = (2.5B) \times 0.5 \times B = 1.25B^2$$

$$\text{iv) 等速度運動} \rightarrow \text{合力為零} \rightarrow F_{\text{外力}} = F_{\text{磁力}}$$

$$\rightarrow 0.05 = 1.25B^2$$

$$\rightarrow B = 0.2$$

13. 匝數為 125、截面積為 $3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 的線圈，在 0.12 T 的均勻磁場下以每秒 60 圈地等角速度地旋轉，其旋轉軸的方向與磁場方向垂直。這樣的一組發電機，可輸出的最大電壓值是多少？(A) 0 V ; (B) 110 V ; (C) 170 V ; (D) 220 V 。

Sol :

$$\text{i) } \varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} = -\frac{dBA\cos(2\pi ft)}{dt} = -BA \frac{d\cos(2\pi ft)}{dt}$$

$$= BA \times (2\pi f)\sin(2\pi ft)$$

$$\rightarrow \varepsilon_{\text{max}} = BA \times (2\pi f)$$

$$\rightarrow \varepsilon_{\text{max}} = 0.12 \times (3 \times 10^{-2}) \times (2\pi \times 60)$$

$$\sim 1.36 \dots \text{這是 1 匝的結果}$$

$$\text{ii) 1 匝線圈上最大的感應電動勢是 1.36} \rightarrow \text{125 匝線圈上最大的感應電動勢是 } 1.36 \times 125 = 170$$

$$\rightarrow \text{這樣的一組發電機可輸出的最大電壓值是 } 170 \text{ V}。$$

14. 匝數為 125、截面積為 $3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 的線圈，在 0.12 T 的均勻磁場下以每秒 60 圈地等角速度地旋轉，其旋轉軸的方向與磁場方向平行。這樣的一組發電機，可輸出的最大電壓值是多少？(A) 0 V ; (B) 110 V ; (C) 170 V ; (D) 220 V 。

15. 匝數為 N 、截面積為 100 cm^2 的線圈，在 0.05 T 的均勻磁場下等角速度地旋轉，其旋轉軸的方向與磁場方向垂直，可輸出頻率 60 Hz 、最大電壓 12 V 的交流電。 N 值約為多少？(A) 6；(B) 24；(C) 32；(D) 64。

Sol :

第 13 題 $\rightarrow \epsilon_{max} = BA \times (2\pi f)$...這是 1 匝的結果

$\rightarrow \epsilon_{max} = N \times BA \times (2\pi f)$ N 匝的結果

$\rightarrow 12 = N \times 0.05 \times (0.01) \times 2\pi \times 60$

$\rightarrow N \sim 64$

16. 匝數為 200、截面積為 0.03 m^2 的線圈，在 0.03 T 的均勻磁場下等角速度地旋轉，其旋轉軸的方向與磁場方向垂直，可輸出頻率 f 、最大電壓 8 V 的交流電。 f 值約為多少？(A) 7 Hz；(B) 21 Hz；(C) 35 Hz；(D) 63 Hz。

Sol :

第 15 題 $\rightarrow \epsilon_{max} = N \times BA \times (2\pi f)$ N 匝的結果

$\rightarrow 8 = 200 \times 0.03 \times (0.03) \times 2\pi \times f$

$\rightarrow f \sim 7$

17. 長 10 cm 、寬 20 cm 、匝數為 N 的長方型導體線圈，在 1.5 T 的均勻磁場以每秒 60 圈地等角速度地旋轉，其旋轉軸的方向與磁場方向垂直，可以輸出最大電壓 22.6 V 的交流電。 N 值約為多少？(A) 2；(B) 4；(C) 6；(D) 8。

Sol :

第 15 題 $\rightarrow \epsilon_{max} = N \times BA \times (2\pi f)$ N 匝的結果

$\rightarrow 22.6 = N \times 1.5 \times (0.1 \times 0.2) \times 2\pi \times 60$

$\rightarrow N \sim 2$

18. 截面積 $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 、長 30 cm 、100 匝的螺線管，其電感值約為多少？($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$) (A) 4.19 nH；(B) 4.19 pH；(C) 4.19 μH ；(D) 4.19 mH。

Sol :

i) 螺線管內部的磁場是 $\mu_0 nI$

ii) 1 匝的電感公式是： $L = \frac{\Phi_B}{I}$

$\rightarrow N$ 匝的電感公式是： $L = N \frac{\Phi_B}{I}$

$\rightarrow L = N \frac{(\mu_0 nI \times A)}{I}$

$= N\mu_0 nA$

$= 100 \times 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{100}{0.3} \times (1 \times 10^{-4})$

$\sim 4.19 \mu\text{H}$

19. 電感值為 100 mH 的電感器，流經其上的電流時變率大小為何時，感應電動勢可達 1000 V？(A) 10 A/s；(B) 100 A/s；(C) 1000 A/s；(D) 10000 A/s。

Sol：

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\rightarrow 1000 = -100 \times 10^{-3} \times \frac{dI}{dt}$$

$$\rightarrow \frac{dI}{dt} = -10000 \rightarrow \text{電流時變率大小：10000 A/s}$$

20. 流經電感器的電流 I 與時間 t 的關係為 $I(t) = 0.5 \times \cos(\omega t)$ ，電流的單位為 A， ω 的值是 200 s^{-1} 。若電感器上最大的感應電動勢為 0.5 V，則其電感值為何？(A) 2.5 mH；(B) 5 mH；(C) 7.5 mH；(D) 10 mH。

Sol：

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

$$= L \times 0.5 \times 200 \sin(200t)$$

$$\rightarrow \varepsilon_{max} = L \times 0.5 \times 200$$

$$\rightarrow 0.5 = L \times 0.5 \times 200$$

$$\rightarrow L = 5 \times 10^{-3}$$

21. 當地磁強度為 $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ 時，約有多少磁能儲存於長 3 m、寬 4 m、高 2 m 的空間中？($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$) (A) 12 mJ；(B) 24 mJ；(C) 120 mJ；(D) 240 mJ。

Sol：

$$\begin{aligned} \text{i) } \mu_B &= \frac{B^2}{2\mu_0} \\ &= \frac{(5 \times 10^{-5})^2}{2 \times (4\pi \times 10^{-7})} = 1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\text{ii) 儲存於長 3 m、寬 4 m、高 2 m 的磁能：} \mu_B \times V = (1 \times 10^{-3}) \times (3 \times 4 \times 2) = 24 \times 10^{-3}$$

22. 載有 12 A 的長直導線，垂直距其 25 cm 處的磁能密度約是多少？($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$) (A) $9.3 \times 10^{-5} \text{ J/m}^3$ ；(B) $3.7 \times 10^{-5} \text{ J/m}^3$ ；(C) $1.6 \times 10^{-5} \text{ J/m}^3$ ；(D) 未提供所占空間的尺寸，無法計算。

Sol：

$$\text{i) 長直導線磁場大小：} B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 12}{2\pi \times 0.25} = 0.96 \times 10^{-5}$$

$$\text{ii) } \mu_B = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{(0.96 \times 10^{-5})^2}{2 \times (4\pi \times 10^{-7})} = 0.037 \times 10^{-3} = 3.7 \times 10^{-5}$$

23. 在一個電路上，串聯著 15 V 電池、開關、60 Ω 的電阻器以及 45 mH 的電感器。在時間 0 s 時，將開關閉合，接通整個電路；在時間 7 s 時，流過電路的電流值為多少？ (A) 50 mA；(B) 100 mA；(C) 200mA；(D) 250 mA。

Sol :

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

$$= \frac{15}{60} \left(1 - e^{-\frac{60}{45 \times 10^{-3}}t} \right) = \frac{15}{60} \left(1 - e^{-\frac{60}{45 \times 10^{-3}} \times 7} \right) \sim \frac{15}{60} = 0.25 = 250 \times 10^{-3} A$$

24. 在一個 LR 電路上，電感器的電感值 3 H，電阻器的電阻值為何時，其時間常數是 4 ms？ (A) 0.75 kΩ；(B) 12 Ω；(C) 0.75 Ω；(D) 2.5 Ω。

Sol :

$$\tau = \frac{L}{R}$$

$$\rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{3}{R}$$

$$\rightarrow R = 0.75 \times 10^3$$

25. 有一根長長的螺線管，管內的磁場 B 大小(單位 T)與時間 t (單位 s)的關係是 $B(t) = 5.0 \times t$ ；螺線管的截面是個圓型，在螺線管外、距圓心 2 公尺處的感應電場是 1 V/m。螺線管截面的半徑約為多少？ (A) 0.045 m；(B) 0.09 m；(C) 0.45 m；(D) 0.9 m。

Sol :

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\rightarrow 1 \times 2\pi \times 2 = \frac{d(5t \times \pi r^2)}{dt}$$

$$\rightarrow 1 \times 2\pi \times 2 = \frac{d(5t)}{dt} \times \pi r^2$$

$$\rightarrow 1 \times 2\pi \times 2 = 5 \times \pi r^2$$

$$\rightarrow r \sim 0.9$$