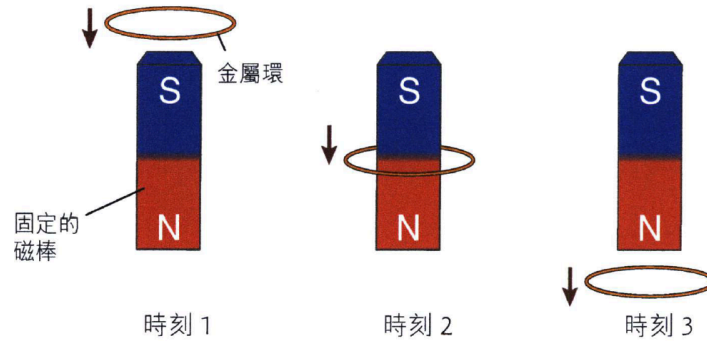


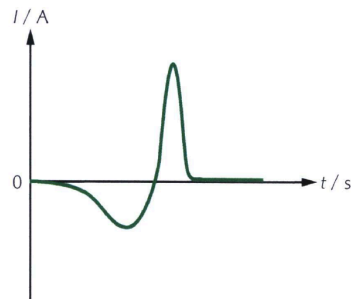
結構題 Structured Questions

1. 在一根固定的磁棒上，從靜止釋放一個金屬環。金屬環下墜時通過磁棒，如圖。



從上方觀察，取順時針方向為正。

- (a) 指出在時刻 1、2 和 3，金屬環上的感生電流方向，並扼要解釋你的答案。(假設觀察者從上方望向金屬環) (3 分)
- (b) 線圖顯示感生電流 I 隨時間 t 的變化。



試扼要解釋以下兩項。

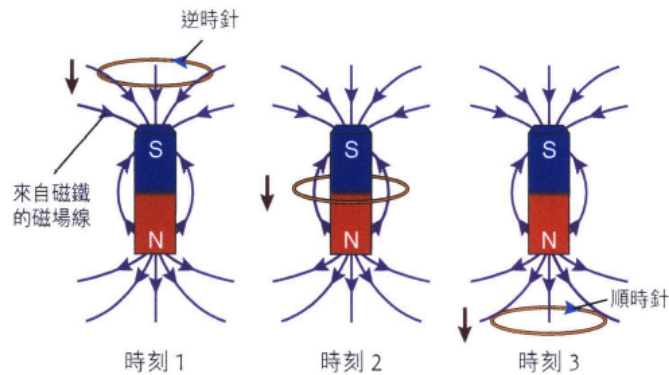
- (i) 為甚麼兩個峯正負相反？ (1 分)
- (ii) 為甚麼第二個峯比第一個高？ (1 分)
- (c) 金屬環下墜時的加速度不變嗎？試扼要解釋。 (2 分)

Ans:

- (a) 在時刻 1，金屬環正逼近磁棒的磁南極，環內向下的磁場越來越強。根據楞次定律，感生電流沿逆時針方向流動，以抗衡改變。

◀ 有越來越多的向下磁場線通過

◀ 感生電流產生向上的磁場



在時刻 2，金屬環跌至磁棒中央，通過金屬環的磁場沒有變化。故此，沒有電動勢或電流感生。

◀ 或沒有切割磁場線

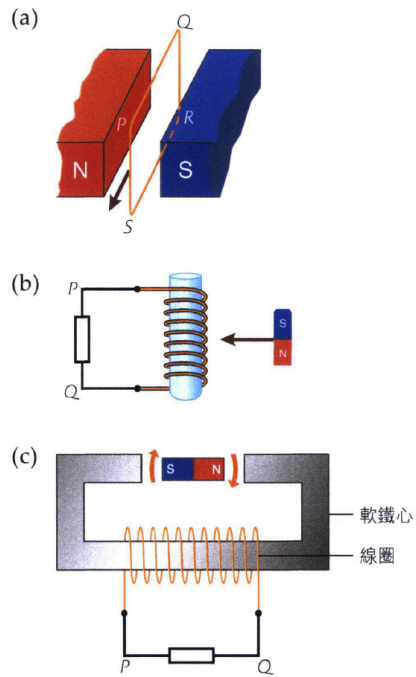
在時刻 3，金屬環正離開磁棒的磁北極，環內向下的磁場越來越弱。根據楞次定律，感生電流沿順時針方向流動，以抗衡改變。

◀ 通過的向下磁場線也越來越少

◀ 感生電流產生向下的磁場

- (b) (i) 金屬環通過磁棒時，感生電流方向逆轉。
- (ii) 第二個峯較高是因為金屬環離開磁棒時切割磁場線的速率比逼近時高。
- (c) 不是，金屬環的加速度並非不變。在金屬環逼近或離開磁棒時，其運動皆受到感生電流所產生的磁力抗衡。

2. 就以下各情況，回答所有問題。



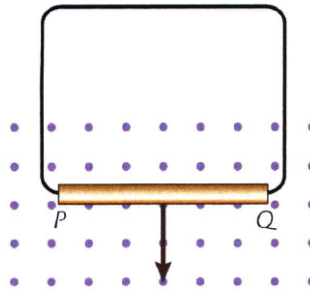
- (i) 線圈所包圍的磁場有甚麼變化？
- (ii) 為抗衡這變化，線圈中的感生電流所產生的磁場應指向哪一方？
- (iii) 試指出線圈中的感生電流方向。

(6 分)

Ans:

- (a) (i) 向右的磁場減弱了
(ii) 向右
(iii) 沿 $QPSR$ 方向
- (b) (i) 向上的磁場增強了
(ii) 向下
(iii) 由 P 經電阻器到 Q
- (c) (i) 向左的磁場減弱了
(ii) 向左
(iii) 由 P 經電阻器到 Q

3. 一根首尾以導線相連的金屬棒通過一個勻強磁場，如圖。



- (a) 為抗衡金屬棒向下的運動，所產生的磁力沿哪一個方向作用在其上？ (1 分)
- (b) 若要產生這個磁力，感生電流應沿哪一個方向流動？ (1 分)
- (c) 試利用弗林明右手定則，找出感生電流的方向。答案與 (b) 部相符嗎？ (1 分)
- (d) 現把連接金屬棒兩端的導線移去。
 - (i) 金屬棒上有任何感生電流嗎？為甚麼？ (2 分)
 - (ii) 電子累積在金屬棒哪一端？試扼要解釋。 (2 分)
 - (iii) 由此，指出金屬棒哪一端的電勢較高。 (1 分)

Ans:

(a) 上方

(b) 由 Q 經金屬棒到 P

(c) 由 Q 經金屬棒到 P

故答案**相符**

(a) 沒有

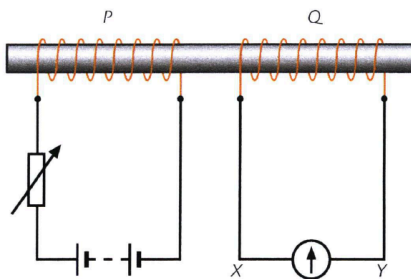
因為電路並未閉合

(b) Q 端

若電路閉合，感生電流會由 Q 端經金屬棒到 P 端。即表示電子從 P 端向 Q 端移動。但現在電路並未閉合，電子便只能在 Q 端積聚。

(c) P 端

4. 線圈 P 和 Q 繞在一根軟鐵棒上，如圖。



變阻器的電阻減少至原來的一半，期間，電流在線圈 Q 上感生。

(a) 試指出感生電流的方向。

(1 分)

(b) 舉出三個增加指針偏轉程度的方法。

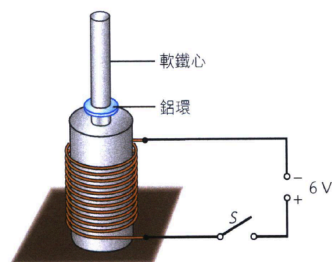
(3 分)

Ans:

(a) 由 X 經檢流計到 Y。

- (b)
- 增加線圈 P 的密度。
 - 增加線圈 Q 的密度。
 - 加快調低變阻器的電阻。

5. 一個鋁環放在一個電磁鐵上。



在開關閉合的瞬間，鋁環躍起。

(a) 鋁環其後會掉下還是浮在半空？試扼要解釋。 (3 分)

(b) 在以下各情況中，鋁環躍起的最大高度有甚麼變化？ (3 分)

- (i) 螺線管多繞數匝
- (ii) 把軟鐵心換成紙筒
- (iii) 鋁環破開一道窄縫

Ans:

(a) 鋁環會掉下來。

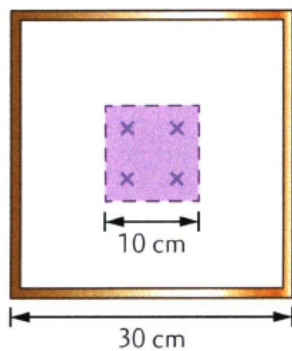
開關閉合瞬間，螺線管從無到有產生一道磁場。為對應這變化，鋁環會感生電流，產生一道與之相抗的磁場。結果令鋁環彈起。其後螺線管的磁場轉趨穩定，不再變化。穩定的磁場不能使鋁環感生電流，所以會掉下來。

(b) (i) 增加

(ii) 減少

(iii) 鋁環不會跳起

6. 現有一個方形勻強磁場，由一個電阻為 $20\ \Omega$ 的方形線圈包圍着，如圖。若磁場正以 $0.2\ \text{T s}^{-1}$ 的速率增加，求線圈上的感生電流。
(2 分)

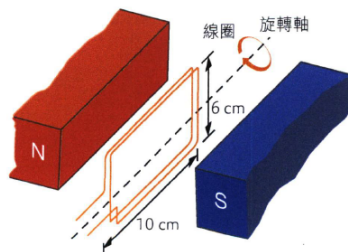


Ans:

$$\text{感生電動勢 } \mathcal{E} = \frac{\Delta B A}{\Delta t} = \frac{(0.2)(0.1^2)}{1} = 0.002\ \text{V}$$

$$\therefore \text{感生電流 } I = V/R = 0.002/20 = \mathbf{0.1\ \text{mA}}$$

7. 小珍製作了一個簡單發電機，所用的磁鐵能產生量值為 0.5 T 的勻強磁場。線圈共有 50 匝，以 2 Hz 的頻率在磁鐵之間旋轉，並連接至一個 $10\ \Omega$ 電阻器。現在，小珍正估計發電機的輸出功率。



- (a) 當線圈旋轉了 90° ，磁通量的變化為多少？ (2 分)
- (b) 由此，求線圈上的平均感生電動勢。 (2 分)
- (c) 由此，估計發電機的輸出功率。 (2 分)

Ans:

- (a) 線圈旋轉 90° 後，分量 B_\perp 從 0.5 T 變為零。

$$\Delta\Phi = \Delta B_\perp A = (0.5)(0.006 \times 0.1) = \mathbf{0.003\text{ Wb}}$$

- (b) 線圈旋轉 90° 所需的時間

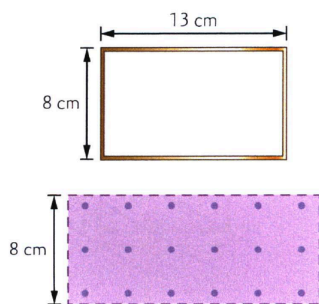
$$= \frac{1}{2\text{ Hz}} \times \frac{90^\circ}{360^\circ} = 0.125\text{ s}$$

\therefore 感生電動勢

$$\mathcal{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 50 \times \frac{0.003}{0.125} = \mathbf{1.2\text{ V}}$$

- (c) 功率 $P = V^2/R = 1.2^2/10 = \mathbf{0.144\text{ W}}$

8. 一個銅線框質量為 4 g，電阻為 $20\ \Omega$ ，在某高度上從靜止釋放。銅線框其後以勻速通過一個量值為 1 T 的勻強磁場，如圖。空氣阻力的影響可略去不計。已知重力加速度為 $9.81\ \text{m s}^{-2}$ 。



- (a) 求金屬框中的感生電流。 (2 分)
- (b) 通過該區域時，散失的總能量為多少？ (2 分)

Ans:

- (a) 因為銅線框以勻速通過磁場，因此可得：

$$\begin{aligned}
 LIB &= mg \\
 (0.13)I(1) &= (0.004)(9.81) \\
 \therefore I &= \mathbf{0.302\ A}
 \end{aligned}$$

- (b) 運用 $\mathcal{E} = LvB$ ，可得

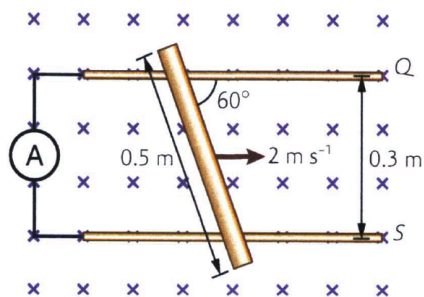
$$v = \mathcal{E}/(LB) = IR/(LB) = (0.302)(20)/(0.13 \times 1) = 46.5\ \text{m s}^{-1}$$

損耗的總能量

$$\begin{aligned}
 &= Pt = (I^2 R)(2h/v) \\
 &= (0.302)^2 (20) (2 \times 0.08/46.5) \\
 &= \mathbf{6.28 \times 10^{-3}\ J}
 \end{aligned}$$

另解：由於銅線框沒有加速，因此損耗的總能量 $\Delta PE = mg \Delta h = (0.004)(9.81)(2 \times 0.08) = 6.28 \times 10^{-3}\ \text{J}$ 。

9. 一根電阻可忽略的導電棒放在一對平行的平滑路軌上，如圖。導電棒與路軌成某角度，正以 2 m s^{-1} 的速率推向右方。整個裝置處於一個勻強磁場內，量值為 0.4 T ，方向指入紙面。



- (a) 求 QS 兩點的感生電動勢。 (2 分)
- (b) 以下的改變對感生電動勢有甚麼影響？ (3 分)
- 進一步減小導電棒與路軌之間的夾角
 - 增加路軌之間的距離
 - 增加路軌的電阻

Ans:

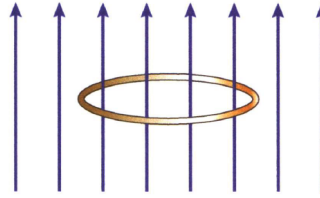
- (a) 感生電動勢

$$\mathcal{E} = LvB_{\perp} = (0.3)(2)(0.4) = 0.24 \text{ V}$$

- (b) (i) 只要電棒仍可留在路軌之上，電棒與路軌之間的夾角跟感生電動勢 **無關**。
- (ii) 感生電動勢會 **增加**。
- (iii) 路軌的電阻 **並不** 影響感生電動勢。

多項選擇題 Multiple choice questions

1. 在一個穩定而勻強的垂直向上磁場內，一個金圈環水平擺放，如圖。在以下哪一個情況中，環上會感生電流？



- A. 金屬環以恆速水平移動。
- B. 金屬環以勻加速度水平移動。
- C. 金屬環繞直徑勻速轉動。
- D. 以上皆會。

Ans: C

2. 當一條導線在一塊磁鐵旁移動時，其上**必定**感生以下哪一項？

- A. 電流
- B. 電壓
- C. 兩者皆會
- D. 兩者皆非

Ans: B

3. 一根金屬棒在一個勻強磁場中以初速 v_0 向上拋出，移動時切割磁場線。金屬棒能達到的最大高度為多少？忽略空氣阻力。

- A. 低於 $\frac{v_0^2}{2g}$
- B. 等於 $\frac{v_0^2}{2g}$
- C. 高於 $\frac{v_0^2}{2g}$
- D. 視乎磁場方向

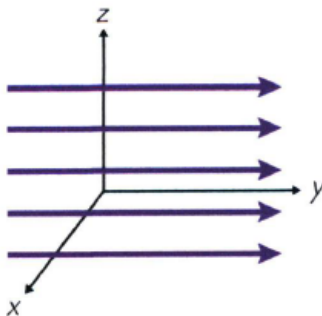
Ans: B

4. 以下哪一項不是磁通量的單位？

- A. Wb
- B. Vs^{-1}
- C. Tm^2
- D. Nm A^{-1}

Ans: B

5. 一個扁平線圈由一條 10 cm 長的銅線繞成，在圖中沿 y 方向的勻強磁場內繞 z 軸旋轉。

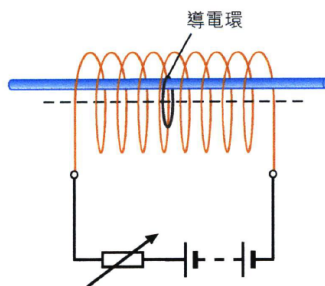


為得到最大的感生電流，線圈應繞成哪一種形狀？所處的平面應為哪一個？

- | | 形狀 | 處於 |
|----|----|-------|
| A. | 方形 | xy 平面 |
| B. | 方形 | xz 平面 |
| C. | 圓形 | xy 平面 |
| D. | 圓形 | xz 平面 |

Ans: D

6. 一個輕巧而有彈性的導電環自由地掛在一條平滑路軌上，並同時位於一個同軸的螺線管中央。螺線管以串聯方式連接至一個變阻器和一個電池組。

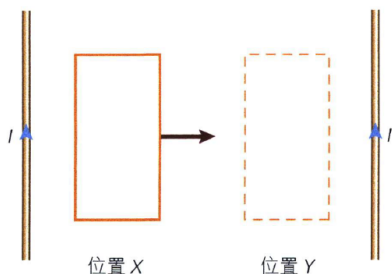


若變阻器的電阻增加，導電環發生甚麼事情？

- A. 向左移。
- B. 向右移。
- C. 面積增加。
- D. 面積減少。

Ans: C

7. 一對平行的長直導線載有相同的電流 I 。一個長方形線圈從位置 X 以恆速移至位置 Y，如圖。

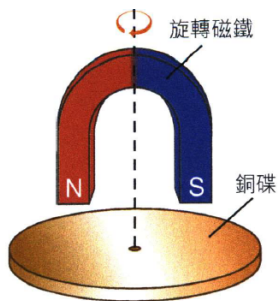


以下哪一項正確描述線圈上感生的電流方向？

- A. 整個過程為順時針
- B. 個過程為逆時針
- C. 先順時針，後逆時針
- D. 先逆時針，後順時針

Ans: A

8. 一塊蹄形磁鐵懸在一塊銅碟上方，如圖。圓碟可繞通過中心的垂直軸自由旋轉。

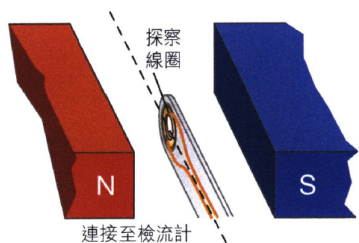


從上方觀察，若磁鐵沿順時針方向旋轉，銅碟會發生甚麼事情？

- (1) 從上方觀察，銅碟沿逆時針方向旋轉。
 - (2) 磁力作用在蹄形磁鐵上，並抗衡其運動。
 - (3) 銅碟會逐漸變熱。
- A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1), (2) 和 (3)

Ans: C

9. 一個探索線圈連接至一個檢流計，然後放在一個勻強磁場中，如圖。線圈的平面與磁場互相垂直。



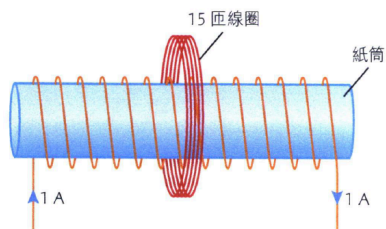
怎樣能令檢流計指針偏轉？

- (1) 沿磁場線方向前後移動線圈。
- (2) 把線圈抽離磁場。
- (3) 沿虛線旋轉線圈。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (3)
- C. 只有 (1) 和 (2)
- D. 只有 (2) 和 (3)

Ans: D

10. 一個長直螺線管繞在一個紙筒上，橫截面積為 6.0 cm^2 ，線圈密度為每米 1500 匝，並載有 1 A 的電流。另有一個 15 匝的線圈，橫截面積為 30 cm^2 ，如圖示般圍着長直螺線管。

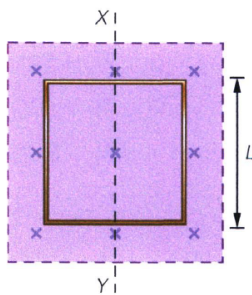


假如長直螺線管中的電流在 0.01 s 內穩定減少至零，線圈中的感生電動勢為多少？

- A. 0.113 mV
- B. 1.70 mV
- C. 3.38 mV
- D. 8.46 mV

Ans: B

11. 一個邊長為 L 的正方形金屬框放置於一個勻強磁場 B 之中，如圖所示。當金屬框沿 XY 軸分別旋轉 90° 和 180° 時，通過金屬框磁通量的改變是多少？



	90°	180°
A.	0	0
B.	0	$2BL^2$
C.	BL^2	0
D.	BL^2	$2BL^2$

Ans: D