



第

1

單元

電與生活

1-1

電流的熱效應

〈學習內容〉

學習內容 Ea-IV-1 能量有不同形式，例如：動能、熱能、光能、電能、化學能等，而且彼此之間可以轉換。

一、電流的熱效應

1. 電流的熱效應：

(1) 定義：當電流通過導體時，將電能轉變為熱能之現象。

(2) 產生熱效應之原因：

① 金屬導體以自由電子來導電。

② 當導體通以電流時，自由電子與導體中的原子產生碰撞，將部分的能量傳給原子，使導體中的原子振動加劇而造成導體溫度上升。

換言之，
熱效應是電阻造成的

2. 電流三大效應：

(1) 電流三大效應：電流熱效應、電流化學效應及電流磁效應。

(2) 電流三大效應的比較：

項目	電流熱效應	電流化學效應	電流磁效應
能量變化	電能→熱能	電能→化學能	電能→磁能
所需電源	交、直流電	直流電	直流電
實例	電鍋、電暖器	電解、電鍍	電磁鐵、馬達

3. 電能：

(1) 定義：電流通過電路時，對於電器所提供的能量，稱為電能（E）。

(2) 電能的高低：（補充）

① 電池（電源）均有正、負兩極。

② 正電荷在正極，或負電荷在負極具有較大的電能。

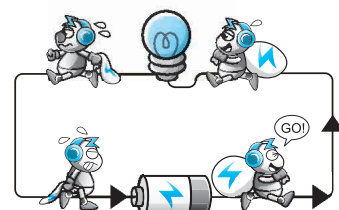
(3) 電池的功能：產生電能或提供電壓來推動電子，如右圖之電路。

註：袋子大小代表電能多寡，人表示電子，電子由電池負極攜帶電池內部的電能（化學能→電能），當電子通過電燈（電器）後，電能變少。

(4) 通電電路，電子流向與能量變化：

電池負極→導線上電器（產生光、熱，能量減少）→電池正極

（電池內部產生化學變化，電子再獲得能量）→電池負極 ⇨ 形成封閉迴路。

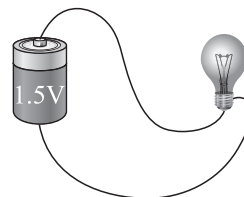


電路的能量轉換模型

$$\text{焦耳 (J)} = \text{庫倫 (C)} \times \frac{\text{焦耳 (J)}}{\text{庫倫 (C)}}$$

(5) 公式：電能 (E) = 電量 (Q) × 電壓 (V)

例：1 庫倫的電子，在電壓為 1.5 伏特之電池內，由正極移到負極可獲得 1.5 焦耳的電能。同時，在通電電路中，電池亦可釋放出 1.5 焦耳的電能給燈泡（電器）發光、發熱，即為電流之熱效應。



註：① 若將燈泡（電器）改為電解槽，產生化學變化，即為電流的化學效應。

② 若將燈泡（電器）改為線圈，產生磁性，即為電流的磁效應。

(6) 電能公式換算：（補充）

$$\begin{aligned} E &= QV \\ &= IVt \quad (Q = It) \\ &= I^2Rt \quad (V = IR) \\ &= \frac{V^2}{R}t \quad (I = \frac{V}{R}) \end{aligned}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{QV}{t} = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

串聯時 I 相同
R 大 → P 大

並聯時 V 相同
R 小 → P 大

電阻小的燈泡熱水較快

(7) 電學中常見的代號和單位：

代號	電能 (E)	電量 (Q)	電壓 (V)	電流 (I)	電阻 (R)	時間 (t)
單位	焦耳 (J)	庫倫 (C)	伏特 (V)	安培 (A)	歐姆 (Ω)	秒 (s)

註：1 卡 = 4.18 焦耳 ≈ 4.2 焦耳

1 焦耳 = 0.24 卡

市售電器通常會標示電壓 (V) 和電功率 (P) 可以反算出電器的電阻 (R) 和電流 (I)

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

$$P = IV \Rightarrow I = \frac{P}{V}$$

二、電功率

1. 定義：電器每秒消耗的電能，稱之為電功率 (P)。

2. 公式：電功率 (P) = $\frac{\text{電能 (E)}}{\text{通電時間 (t)}}$ ⇒ E = P × t = QV

3. 單位：瓦特（簡記為 W）或焦耳／秒。（1 瓦特 = 1 焦耳／秒）

4. 電學公式整理：

電量 = 電流 × 通電時間	Q = It	Q：電量（庫倫）	E：電能（焦耳）
電能 = 電量 × 電壓	E = QV	V：電壓（伏特）	I：電流（安培）
電壓 = 電流 × 電阻	V = IR	t：通電時間（秒）	
電能 = 電功率 × 通電時間	E = Pt	P：電功率（瓦特或焦耳／秒）	
電功率 = 電流 × 電壓 = 電流 ² × 電阻 = $\frac{\text{電壓}^2}{\text{電阻}}$ ⇒ P = IV = I ² R = $\frac{V^2}{R}$ （補充）			

例：有一電熱器使用電壓為 110 伏特，電流為 5 安培，則：

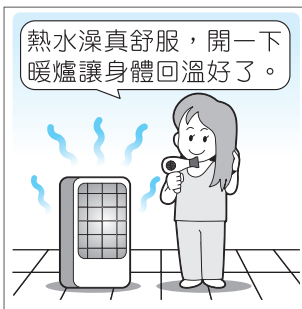
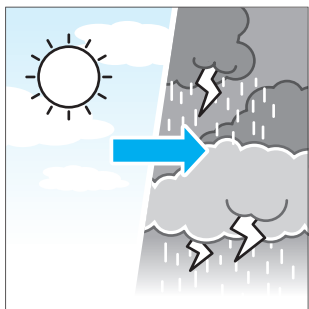
(1) 該電器之電功率 P = IV = 5 安培 × 110 伏特 = 550 瓦特（焦耳／秒），即該電器每秒消耗電能 550 焦耳。

(2) 該電器使用 10 分鐘，共消耗電能 E = Pt = 550 × 10 × 60 = 330000（焦耳）。

例題：使用電阻為 12.5Ω 的電熱水瓶，接上 $100V$ 的電源
加熱 1 公升 $20^{\circ}C$ 的冷水至沸騰，需費時幾分鐘？
(1 卡= 4.2 焦耳)

ANS：7分鐘

自然小劇場



觀念一把罩

1. 每單位電荷在電路中所獲得的能量稱為 電能。
2. 電路中單位時間內所消耗的電能，稱為 電功率。
3. 電烤箱、電鍋、烤麵包機、熨斗、電暖器或是保麗龍切割器等各種電器用品皆為 電流熱效應 的應用。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 電能單位為 (焦耳、庫侖/秒)。
2. 電功率 (P) 的公式為 (E/t 、 QV)。
3. 某一廠牌電鍋標示“ $110V$ 、 $550W$ ”，表示在正常使用下，將此電鍋插在 $110V$ 的電壓下，(每秒鐘、每分鐘)會消耗 550 焦耳的電能。

應用練習

- (B) 1. 下列何者不是應用電流的熱效應製成的電器用品？
(A) 電爐 (B) 電扇 (C) 電毯 (D) 烤箱
1. (B) 電扇是將電能轉為風扇轉動的動能
- 基(C) 2. 已知 1 庫侖的電量，通過二個串聯的相同電池後，可獲得 18 焦耳的電能，則每個電池的電壓為多少伏特？(不計電池的內電阻及導線電阻)
(A) 36 (B) 18 (C) 9 (D) 3
 $V = E/Q = 18/1 = 18(V)$
2. $E = QV$ ， $18 = 1 \times V$ ， $V = 18$ (伏特)， $18 \div 2 = 9$ (伏特)。
- 精(C) 3. 有關右圖的電路，下列敘述何者正確？
(A) 1 分鐘內，有 3^{180} 焦耳的電位能轉換成熱能
(B) 通電 1 分鐘，有 3^{60} 庫侖的電荷流經導線
(C) 電池提供的功率為 3 瓦特
(D) 燈泡產生熱能的功率為 9 瓦特
3. $I = 3/3 = 1(A)$ 。
(A) $E = I^2 \times 3 \times 60 = 180(J)$ ；
(B) $Q = It = 1 \times 60 = 60(C)$ ；
(C)(D) $P = IV = 1 \times 3 = 3(W)$ 。
- 基(D) 4. 使用甲、乙兩種不同電熱器，甲： $110V$ 、 $60W$ ，乙： $110V$ 、 $100W$ 。今分別利用甲、乙兩電熱器，欲將 1 公升 $25^{\circ}C$ 的水加熱至沸騰(不計熱量損失)，則下列選項何者正確？
(A) 甲的電功率較小，故較費電
(B) 乙的電功率較大，故較省電
(C) 因兩電熱器功率不同，故加熱時間甲 $<$ 乙
(D) 使用兩電熱器，消耗的電能相等
4. 甲、乙兩電熱器加熱水至沸騰所需的熱量相同，故消耗的電能相同。





- (A) 1. 電鍋標示：110V、800W。表示此電鍋接於 110V 之電源上可產生多少熱量？
(不計能量散失)
(A) 每秒可產生熱量 800 焦耳 (B) 每秒可產生熱量 800 瓦特
(C) 每分鐘可產生熱量 800 焦耳 (D) 每小時可產生熱量 800 焦耳
- (C) 2. 甲、乙兩電熱水壺，額定電壓均為 110V，已知電阻甲 > 乙。今利用此兩電熱水壺欲使 2 公斤的水由常溫加熱到沸騰，則何者較省電？
(A) 甲 (B) 乙
(C) 兩者消耗電能相等 (D) 未知使用時間及電阻值，無法比較

1. 此電鍋每秒將 800 瓦特的電能轉換為 800 焦耳的熱能

2. 電能→熱能，使水加熱到沸騰所需熱能相同，故電能亦相等。

- 基(D) 3. 秀春買了一個電火鍋，右圖為電火鍋上的電器標示，依據標示的資訊，在正常使用的情形下，此電火鍋達到最大功率時，每分鐘消耗多少的電能？

素養題

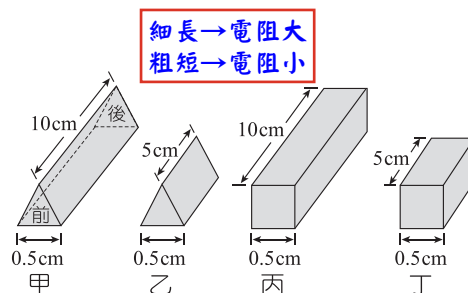


- (A) 20J (B) 110J (C) 1200J (D) 72000J
- 【112 國教會考】

3. 圖中的電功率資訊為 1200W，代表每秒 1200J，故每分鐘會消耗 72000J，其計算式為 $E(\text{能量}) = 1200\text{J/s} \times 60\text{s} = 72000\text{J}$ 。

- 基(A) 4. 四支相同材質的實心銅棒，截面分別為正三角形及正方形，銅棒各邊長如右圖所示。已知正三角形的面積小於正方形的面積。若分別將這四支遵守歐姆定律的銅棒前後接以相同電源，則單位時間內哪一銅棒的溫度最低？

素養題



- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

功率小→溫度低

4. 導線愈長、愈細，其電阻愈大；接相同電源電壓相等，由 $R = \frac{V}{I}$ ，電阻愈大，電流愈小，再根據 $P = IV$ ，得電阻愈大其電功率愈小，溫度愈低。

- 精(A) 5. 標示 100W、200V 的燈泡，接於 200V 之電源上使用，則流過燈泡的電流為多少安培？(補充)

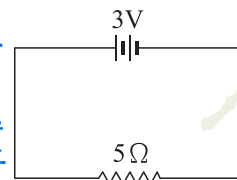
- (A) $\frac{1}{2}$ (B) 2 (C) $\frac{1}{4}$ (D) 4

5. $P = IV$, $100 = I \times 200$, $I = 0.5$ (A)

- 精(A) 6. 如右圖，每個電池電壓 1.5 V，則在 1 秒內每個電池消耗多少焦耳之電能？(補充)

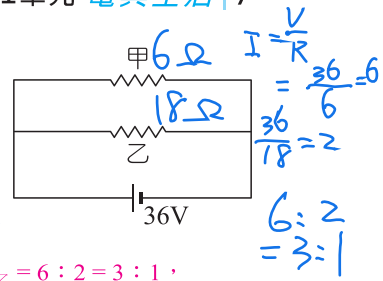
- (A) 0.9 (B) 1.8 (C) 2.7 (D) 3.6

6. $I = \frac{V}{R} = 0.6$ (安培)，或 $P = \frac{V^2}{R}$
 $P = IV = 0.6 \times 3 = 1.8$ (瓦特)，
 一個電池 $1.8 \div 2 = 0.9$ (瓦特)，
 $E = Pt = 0.9 \times 1 = 0.9$ (焦耳)。



$= 1.8 \text{ (W)}$
 $1.8 \div 2 = 0.9 \text{ (W)}$

- 基(C) 7. 電阻值分別固定為 6Ω 與 18Ω 的甲、乙兩電阻器與一電壓固定為 $36V$ 的電池並聯，如右圖所示。若導線的電阻忽略不計，通電 3 分鐘後，甲、乙兩電阻器消耗的電能分別為 $E_{\text{甲}}$ 與 $E_{\text{乙}}$ ，則 $E_{\text{甲}}:E_{\text{乙}}$ 為下列何者？（補充）



- (A) 1:9 (B) 1:3
(C) 3:1 (D) 9:1

$P \propto I^2 R$
 $P \propto I$

7. 並聯電壓相同，故 $I_{\text{甲}}:I_{\text{乙}} = 6:2 = 3:1$ ，由 $P = IV$ 得 $P_{\text{甲}}:P_{\text{乙}} = 3:1$ ，因皆通電 3 分鐘，故 $E_{\text{甲}}:E_{\text{乙}} = 3:1$ 。

- 精(A) 8. 有一電碗的電阻為 121Ω ，接在 $110V$ 之交流電源上使用，今欲將碗內 500mL 的水由 20°C 加熱到 100°C ，須加熱多少時間？（1 卡 = 4.2 焦耳）

- (A) 1680 秒 (B) 1680 分
(C) 40000 秒 (D) 40000 分

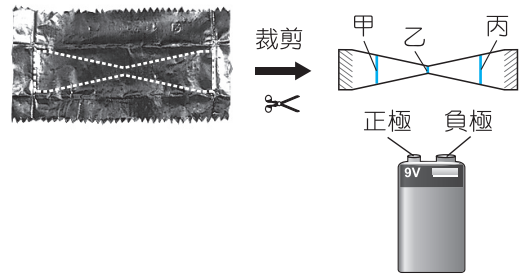
$$8. I = \frac{V}{R} = \frac{10}{11} \text{ (安培)}, P = IV = \frac{10}{11} \times 110 \text{ (瓦特)} = 100 \text{ (焦耳/秒)}$$

$$H = MS\Delta T = 500 \times 1 \times (100 - 20) = 40000 \text{ (卡)},$$

$$E = Pt, 40000 \times 4.2 = 100 \times t, t = 1680 \text{ (秒)}$$

請閱讀下列敘述後，回答 9.~10.題

小青將包裝口香糖的鋁箔紙剪成如右圖中所示的形狀，圖中甲、丙兩處截面面積相等，中央乙處截面面積較甲、丙處小。接著她取一個電壓為 $9V$ 的電池，並使裁剪過的鋁箔紙呈拱形彎曲，讓兩端斜線處分別接觸電池的正極、負極，接觸後鋁箔紙溫度上升，隨即在乙處起火燃燒。【105 國教會考】



- (D) 9. 本實驗中鋁箔紙起火燃燒，最適合以下列何種科學現象來解釋？
(A) 靜電感應 (B) 電磁感應 (C) 電流的磁效應 (D) 電流的熱效應

9. 電能轉變成熟能的現象

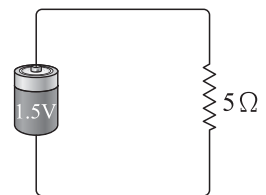
- (A) 10. 已知通過鋁箔紙甲、乙、丙三處截面的電流分別為 $I_{\text{甲}}$ 、 $I_{\text{乙}}$ 、 $I_{\text{丙}}$ ，則 $I_{\text{甲}}$ 、 $I_{\text{乙}}$ 、 $I_{\text{丙}}$ 三者的大小關係應為下列何者？

- (A) $I_{\text{甲}} = I_{\text{乙}} = I_{\text{丙}}$ (B) $I_{\text{甲}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{丙}}$ (C) $I_{\text{甲}} < I_{\text{乙}} < I_{\text{丙}}$ (D) $I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}} = I_{\text{丙}}$

10. 同一電路，電流相等。

請閱讀下列敘述後，回答 11.~12.題

如右圖，乾電池電壓為 $1.5V$ ，內電阻與導線電阻不計，今接上 5Ω 的電阻後，測該電路中的各項數值。



- (B) 11. 接上安培計後，其測得數值應為多少安培？
(A) 0.1 (B) 0.3 (C) 1 (D) 3

$$11. I = \frac{V}{R} = 0.3 \text{ (A)}$$

- 精(C) 12. 通電 1 分鐘後，應消耗了多少焦耳的電能？
(A) 15 (B) 18 (C) 27 (D) 75

$$12. P = IV = 0.3 \times 1.5 = 0.45 \text{ (瓦特)}, E = Pt = 0.45 \times 60 = 27 \text{ (焦耳)}$$



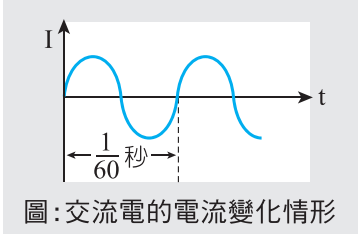
日常生活中的電

學習內容

一、直流電與交流電

	Direct Current	Alternating Current
項目與記號	直流電 DC	交流電 AC
電流方向	固定不變，電流不隨時間改變	電流大小、方向隨時間作規律變化
電流與時間之關係圖		
來源	電池供給的電流	電力公司提供的電流

註：臺灣地區，電力公司提供之交流電頻率為 60Hz，亦即電流方向每秒鐘來回變化 60 次，可使電燈在 1 秒鐘明滅 120 次，但因此週期比人的反應時間更短，故人無法察覺電燈有明滅現象。



圖：交流電的電流變化情形

二、電力輸送

- 1. 電力公司將電能送出至完整的變電系統，如電線、電塔、變電所、變壓器。
- 2. 電力從電廠輸送到用戶，須經過長途輸送，電能會因導線上之電阻產生熱能而造成電能損耗，故一般均採高電壓、低電流方式輸送。
- 3. 電廠的發電機總電功率一定，若將電壓升高，則電流變小 ($P = IV$)，且輸送線路中的導線電阻為定值，故消耗的功率變小 ($P = I^2R$)。

發電機輸出的功率 (V大→I小)

輸送線路消耗的功率 (I小→P小)

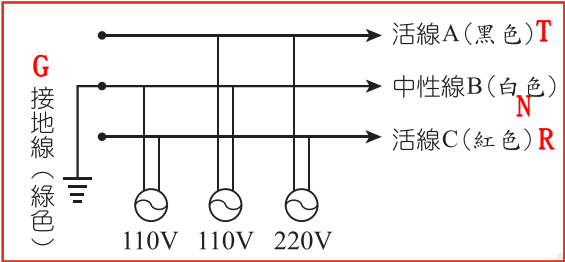
例：某電廠在輸電過程中，將電壓升高為原來的 10 倍，則電流變為原來的 $\frac{1}{10}$ ，電能

的消耗減少為原來的 $\frac{1}{100}$ 。

- 4. 目前利用住家附近電線杆上或人行道旁之變壓器，將電壓降為 110V 及 220V 供用戶使用。

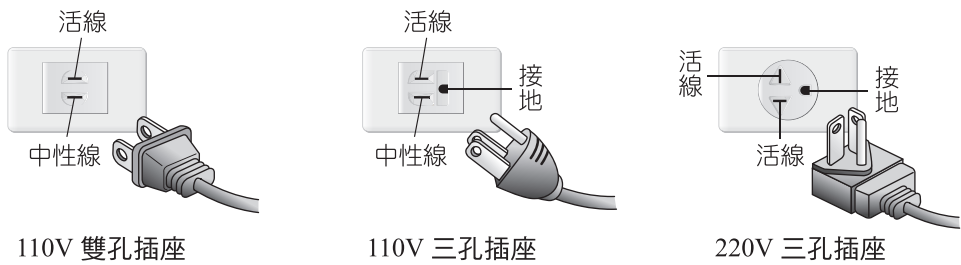
單相三線

- 5. 如右圖，電力公司利用三條導線將電力導入用戶，供給 110V 及 220V 之電源。



- (1) A、C 為活線（又稱火線，絕緣外皮為紅色、黑色，非接地線）。
- (2) B 為中性線（絕緣外皮為白色）。
- (3) 連接 A 線和 B 線，或連接 C 線和 B 線的交流電壓均為 110 伏特，而 A、C 兩活線間的電壓為 220 伏特。
- (4) 接地線為綠色絕緣外皮。

6. 各種電器的插座：



三、電器的標示

1. (1) 一般電器除了標示生產廠商、批號外，最重要的是須指示適用電壓及電功率。

(2) 經由電器產品標示，可知電器電阻 ($P = IV$, $R = \frac{V}{I}$)、使用電流及消耗電能。

例：右圖為收音機的標示，規格為 110V、77W，表示該收音機若接 110V 的電壓時，消耗的電功率為 77W（即每秒消耗電能 77 焦耳）。

收音機

機型:QK-500

電源:110V/60Hz

功率:77W

製造日期:2010.01

2. 電能的測量及單位：

(1) 測量：瓦時計（俗稱電錶），計算每 2 個月的家戶用電電費。

(2) 單位：度 $\Rightarrow$ 1 度 = 1000 瓦特 · 小時 = 1000 瓦特 $\times$ 3600 秒 = 3.6×10^6 焦耳
(1度=1 仟瓦x1 小時)

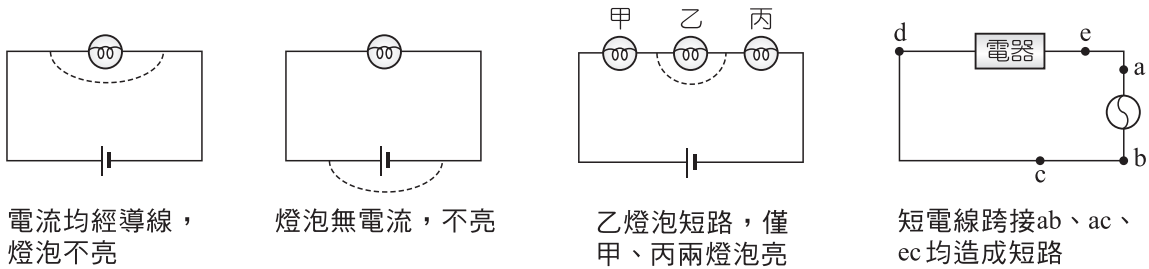
四、短路

1. 短路：電流不經過電器而直接構成迴路，導致電路電阻很小，電流很大，會損害電源，甚至引起火災，故有時亦稱電線走火。

2. 造成短路的原因：

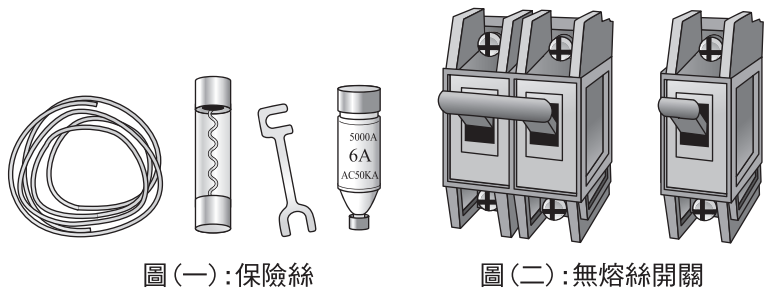
(1) 電線的絕緣塑膠老化使兩銅線裸露相互接觸。

(2) 用短電線（以虛線表示）跨接電源或電器，如下圖所示。



五、電路的保險裝置

1. 保險絲與無熔絲開關：避免流經電路的電流超過安全容量的裝置，請參考下圖(一)、圖(二)，在電路圖中以符號表示。



保險絲、無熔絲開關所標示的安培數，為其可承受的最大電流量，超過隨即燒斷。安裝時最好選擇略低於總開關能承受的最大電流量。

2. 保險絲及無熔絲開關之特性：

- (1) 與活線串聯。串在電源旁邊
- (2) 保險絲：熔點比銅線低，電阻比銅線大，故電流過大時，保險絲溫度比銅線更高而先燒斷，使電路斷路。電阻大(溫度易升高)、熔點低(易熔斷)，通常為鉛錫合金。
- (3) 無熔絲開關(斷路器)：電路上的電流超載時，開關自動跳開而形成斷路。
- (4) 通過保險絲或無熔絲開關之電流等於它所保護電器所用電流的總和。
- (5) 保險絲燒斷，不可使用更粗的保險絲或銅線代替。

3. 觸電：若通電導線的絕緣皮裸露，人體不小心碰觸導線，即有被電的感覺，稱之為觸電，有時會造成人員之傷亡。搶救觸電者，可就近切斷電源或用乾燥木棒、絕緣體將人與電線分開。

六、用電安全(確實遵守如下事項)

1. 插座不可安裝在靠近水源或熱源處。身體或站立處潮溼時，不可觸摸電器。
2. 不可在同一插座或用延長線連接過多電器。
3. 電器長時間不使用時，需拔下插頭。不可以用力拉扯電線的方式拔出插頭，若有損壞要立即更換。
4. 易燃物質不可靠近電燈、電熱器等。

自然小劇場

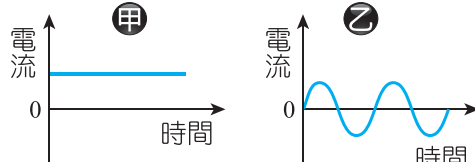


觀念一把罩

1. 電力公司提供一般家庭用戶的電源共有 三條，其中有 一條 中性線，二條 活線。
2. 電費計算方式用 度 為單位，此為電能單位。
3. 電力公司通常採取 高 電壓、低 電流的方式輸送電能。
4. 家庭用電為 並聯 電路。
5. 電源的正負兩極或有電位差的兩條導線連接，稱為 短路。

觀念推與敲

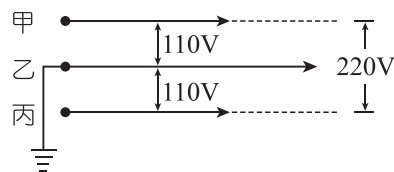
將對的圈起來

1. 電力輸送過程中，為避免電能做無謂的消耗，因此輸送路線是用電阻 (小、大) 的銅線製成。
2. 1 度 = (3.6×10^6 、 3.6×10^8) 焦耳。
3. (甲、乙) 圖符合交流電的電流方向和大小的情形。

4. 保險絲是一種 (熔點低、熔點高)，而 (電阻大、電阻小) 的金屬合金線。
5. 當電流太大時，無熔絲開關就會自動跳開而形成 (斷路、短路)。

應用練習

- (C) 1. 市售手提 CD 音響，其規格標示為 60W、AC 110V/220V 或 60W、DC 12V，表示該電器可以使用何種電源？
- (A) 只可使用交流電源
(B) 只可使用直流電源
(C) 使用交、直流電源均可，但須注意電壓之選擇
(D) 交、直流電源需交替使用

- (D) 2. 右圖為臺電公司供給家用電源之配線示意圖，有一標示 110V、60W 之燈泡，則燈泡的電源須接於哪兩條線上？



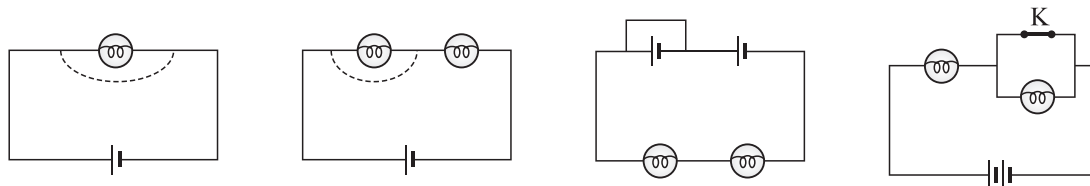
- (A) 僅甲乙 (B) 僅乙丙
(C) 僅甲丙 (D) 甲乙或乙丙均可

2. 甲、丙為活線，乙為中性線，接上甲乙或乙丙皆可獲得 110V 的電壓。

- (D) 3. 下列何項是用電安全守則？
- (A) 火災或地震發生時，不可搭乘電梯迅速逃生
(B) 發現有人觸電，立刻打「119」求救電話
(C) 若家中保險絲常燒斷，可用較粗保險絲或銅線代替
(D) 長時間不使用的電器應將插頭拔掉

3. (A) 逃生守則；(B) 應先找絕緣物將人和電源分開；(C) 應減少同時使用的電路量。

- (D) 4. 下列電路圖中，共有幾個圖有短路的現象？（虛線表示電線）



- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4



- (B) 1. 有關電器之使用連接方式，下列何者與其他三者不同？
- (A) 利用安培計測量電器之電流 **串** (B) 利用伏特計測量電源電壓 **並**
(C) 手電筒內多個乾電池之合併使用 **串** (D) 保險絲與被保護電路之使用 **串**

1. (A)(C)(D) 串聯；(B) 並聯。

- (C) 2. 美美使用規格為 110V、900W 之電鍋，則她應選擇下列何種規格之保險絲較安全？

- (A) 7 安培 (B) 8 安培 (C) 9 安培 (D) 15 安培

2. 保險絲承載的電功率應稍微高於電器，(C) $P = IV = 9 \times 110 = 990$ (W)。

保險絲安培數要高於電器，電器才能運作；但要低於總電源最大承受安培數。

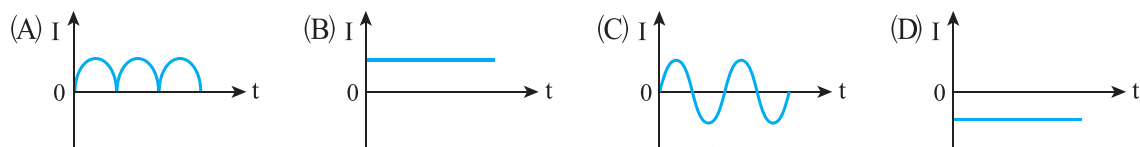
$$I = \frac{P}{V} = \frac{900}{110} \div 8.2 \text{ (A)}$$

(B) 3. 電力公司以何種方式輸送電力？

- (A) 高電壓、低電流，直流電 (B) 高電壓、低電流，交流電
(C) 低電壓、高電流，直流電 (D) 低電壓、高電流，交流電

3. 電力公司以交流電的方式輸出電力，並藉由高電壓、低電流減少輸送的電能損耗。

(C) 4. 臺灣的電力公司供給家用或工廠的電流，其電流 (I) 與時間 (t) 之關係圖為何？



4. 交流電的圖示應為(C)。

$$P = IV = 15 \times 110 = 1650 \text{ (W)}$$

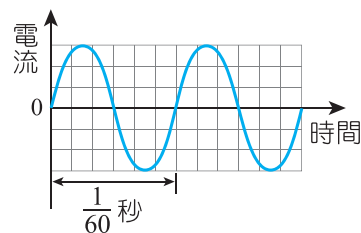
(B) 5. 有一多孔插座，規格為 110V、15A，今有三種電器，規格分別為 110V、200W，110V、900W，110V、350W，同時使用三種電器於多孔插座上，請問有無安全顧慮？

$$P_{\text{總}} = 200 + 900 + 350 = 1450 \text{ (W)}$$

- (A) 有 (B) 無 (C) 不一定 (D) 電壓規格不同，不能判斷

5. 多孔插座提供總電功率 = $P = IV = 110 \times 15 = 1650 \text{ (W)} > (200\text{W} + 900\text{W} + 350\text{W})$ ，故安全無慮。

(D) 6. 右圖為某國家一般家中所用電源的電流與時間關係圖，根據此圖判斷，下列敘述何者正確？



- (A) 此電源為直流電，頻率為 $\frac{1}{60}$ Hz 【111 國教會考補考】

- (B) 此電源為直流電，頻率為 60 Hz

- (C) 此電源為交流電，頻率為 $\frac{1}{60}$ Hz

- (D) 此電源為交流電，頻率為 60 Hz

6. 圖形來回變換輸出電流的方向與大小，屬於交流電；一個完整的波所需的時間為一週期，由圖可知，一個完整振動所需的時間為 $\frac{1}{60}$ 秒，頻率為 60Hz。

(A) 7. 下列有關交流電與直流電的敘述，何者錯誤？

- (A) 交流電簡記為 DC (B) 交流電的電流大小和方向會隨時間做規律地週期性變化 (C) 乾電池為直流電源的一種 (D) 臺灣電力公司提供的交流電頻率為 60 赫

7. (A) AC

(A) 8. 教室內有 40W 之日光燈管 24 支，若一天使用時間為 8 小時，則一個月 30 天約消耗多少度電？

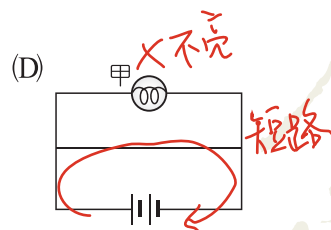
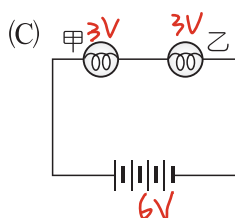
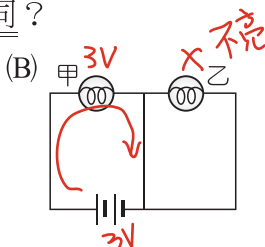
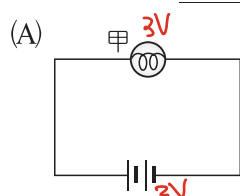
$$\text{度} = 0.04 \times 24 \times 8 \times 30 = 230$$

- (A) 230 (B) 240

- (C) 250 (D) 260

8. $E = Pt = 40\text{W} \times 24 \times 8\text{hr} \times 30 = 230400 \text{ W} \cdot \text{hr} \approx 230 \text{ 度}$ (1 度電 = 1000 W · hr)

(D) 9. 下列四圖中，電池、電燈規格均相同，且導線電阻不計，則何圖的甲燈泡亮度與其他三者最為不同？



9. (D) 短路，甲燈泡不亮。

(A)(B)(C) 的甲燈泡一樣亮

△ (D) 10. 有關保險絲的使用，下列敘述何者錯誤？
(A) 須與保護電器串聯 (B) 須接於電路的活線上 (C) 電阻須比銅線大，但熔點須比銅線低 (D) 為了一勞永逸，所以選用愈粗的保險絲愈安全

10. (D) 無法有效保護電器。

基 (A) 11. 小丸子家中有甲、乙、丙三種電器，規格標示如下：甲（110V、100W）、乙（110V、800W）、丙（110V、200W）。若三者同時使用，下列敘述何者錯誤？
(A) 正常使用電源電壓為 330V

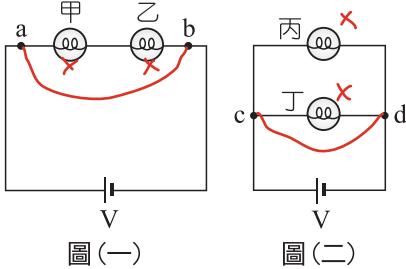
(B) 總消耗功率為 $1100\text{W} = 100 + 800 + 200$
(C) 總供應電流為 10 A $P = IV \quad I = \frac{P}{V} = \frac{1100}{110} = 10 \text{ (A)}$
(D) 同時使用之總電阻小於任單一電器之電阻 因為家庭皆為並聯

11. (A) 仍為 110V；(D) 並聯時電阻減小。

基 (A) 12. 承第11題，乙電器使用 1 小時消耗的電能，可讓甲電器連續使用多久？
(A) 8 小時 (B) 8 天 (C) 8 分 (D) 8 秒 $E = Pt \Rightarrow 0.8 \times 1 = 0.1 \times x \quad x = 8 \text{ (小時)}$

12. $E_{\text{乙}} = E_{\text{甲}}$ ，設甲電器使用 x 小時， $800\text{W} \times 1 \text{ 小時} = 100\text{W} \times x \text{ 小時}$ ， $x = 8$ 。

基 (C) 13. 右圖(一)、圖(二)中，甲、乙、丙、丁為四個相同規格的燈泡，今於圖中 ab 與 cd 間各跨接一條銅線，則甲、乙、丙、丁四燈泡的亮度為何？



- (A) 甲 > 乙
(B) 丙 > 丁
(C) 銅線造成短路，甲、乙、丙、丁四燈均不亮
(D) 銅線使電流增大，故甲、乙、丙、丁四燈亮度增加

(C) 14. 阿昇家中的屋頂裝設了一片太陽能板，這是一種可以將光能轉換為電能的設備。阿昇某日記錄此太陽能板日照 12 小時產生了 2.4 度的電能，則此太陽能板在這 12 小時中的平均電功率為多少瓦特？（1 度 = 1 千瓦·小時）

- (A) 0.2 (B) 5 (C) 200 (D) 5000

14. $P = \frac{2.4}{12} = 0.2 \text{ (kW)} = 200 \text{ (W)}$

精 (B) 15. 亞西吉家中電錶使用的電壓為 110 伏特，最大輸入電流為 50 安培。現在家中正使用下表中的電器，試問最多還能使用幾盞 100W 的燈？（補充）
 $P = IV = 50 \times 110 = 5500 \text{ (W)}$

素養題

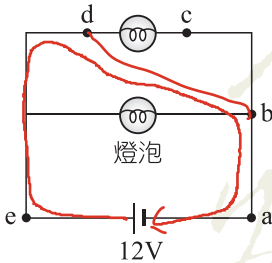
電 器	電磁爐	烤箱	電子鍋	電視機	吹風機	電熨斗
消耗功率	1300W	1000W	600W	100W	1200W	700W
數 量	1	1	1	1	1	1

- (A) 7 (B) 6

- (C) 5 (D) 4

15. $P = IV = 110 \times 50 = 5500 \text{ (W)}$
 $\frac{5500 - (1300 + 1000 + 600 + 100 + 1200 + 700)}{100} = 6 \text{ (盞)}$

精 (C) 16. 電路裝置如右圖所示。假設導線的電阻都很小，可忽略不計，則用導線連接哪兩個接點時會導致整個電路短路？



- (A) a、c (B) c、b

- (C) b、d (D) d、e

16. (A)(C)(D) 不影響電路

- 精(D) 17. 右圖為某商家一天中總消耗電功率與時間的關係圖

素養題

。假設每度電的電費為 4 元，若每日用電量相同，則該商家一週（7 天計）用電量的電費為多少元？

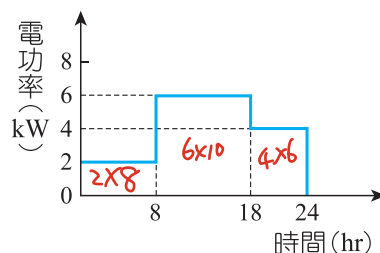
(A) 300

(B) 400

(C) 2100

(D) 2800 = 700×4

$$\begin{aligned} \text{度} &= (\text{kW} \times \text{hr}) \times 7 \\ &= (2 \times 8 + 6 \times 10 + 4 \times 6) \times 7 \\ &= 700 (\text{度}) \end{aligned}$$



17. 1 天的電費 = $(2 \times 8 + 6 \times 10 + 4 \times 6) \times 4 = 400$ (元)，1 週的電費 = $400 \times 7 = 2800$ (元)

請閱讀下列敘述後，回答 18.~20. 題

獅郎家裡新買了一台烤麵包機，烤麵包機上的標示如右圖所示。

烤麵包機

機型: LP-850

電源: AC 110V/60Hz

功率: 1100W

產地: Taiwan

- (A) 18. 有關此烤麵包機的敘述，下列何者正確？

(A) 使用交流電

(B) 使用一次會耗電 1100J

(C) 只能在臺灣使用

(D) 接在 220V 的電源上也可正常運作

18. (B) 使用 1 秒會耗費電能 1100 焦耳；(C) 此麵包機的製造地為臺灣；(D) 接上 220V 的電源可能會造成器材損壞。

- 基(D) 19. 連續使用此烤麵包機 2 分鐘，共耗電多少焦耳？

(A) 1100

(B) 2200

(C) 13200

(D) 132000

19. $E = Pt = 1100 \times 2 \times 60 = 132000$ (J)

- 精(D) 20. 此烤麵包機的電阻為多少？

(A) 850Ω

(B) 60Ω

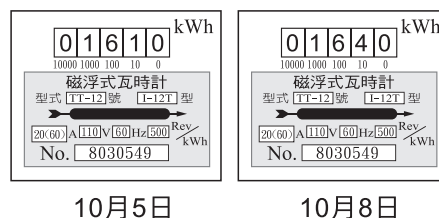
(C) 110Ω

(D) 11Ω

$$\begin{aligned} 20. I &= \frac{P}{V} = \frac{1100}{110} = 10 \text{ (A)}, R = \frac{V}{I} = \frac{110}{10} = 11 \text{ (}\Omega\text{)} \\ \text{或 } P &= \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{(110)^2}{1100} = 11 \text{ (}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

請閱讀下列敘述後，回答 21.~22. 題

右圖為阿樂家在三天內使用冷氣機時，家中專用冷氣電錶的指示變化情形。



- (D) 21. 三天內，冷氣共消耗了多少焦耳的電能？（1 度 = 3.6×10^6 焦耳）

(A) 30

(B) 30000

(C) 90000

(D) 1.08×10^8

21. $1640 - 1610 = 30$ (kWh) = $30 \times 3.6 \times 10^6$ (J) = 1.08×10^8 (J)

- (C) 22. 若該冷氣機之規格為 220V、2000W，則平均一天冷氣機共使用多少小時？

(A) 2

(B) 3

(C) 5

(D) 6

22. 3 天使用 30 度，平均一天使用 10 度，設平均一天使用 x 小時， $10 = 2 \times x$ ， $x = 5$ (小時)。

1-3

關於電池

學習內容

Jc-IV-5 鋅銅電池實驗認識電池原理。

Jc-IV-6 化學電池的放電與充電。

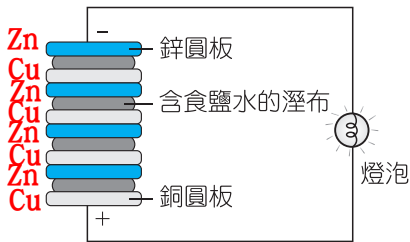
氧化還原反應
狹義 { 氧化→得到氧
還原→失去氧
廣義 { 氧化→失去電子
還原→得到電子

一、電池

活性越大，越容易失去電子

- 1. 定義：利用化學反應，將化學能轉換為電能之裝置，一般泛指化學電池，尚有將太陽能轉換為電能之太陽能電池。
- 2. 電池有正、負兩極，當進行化學變化時，可產生電能，推動電子。
- 3. 電池的發明：

- (1) 義大利生理學家賈法尼偶然發現，用外科手術刀觸及蛙腳上的外露神經時，蛙腳會抽搐。他認為這是由動物生理現象所生的電，稱為「動物電」。
- (2) 伏打將舌頭接觸兩種不同之金屬時，亦會產生電，而製造第一部電池，稱為伏打電池。（伏打把這種電稱為「接觸電」）
- (3) 伏打電池：將浸過食鹽水之溼布，夾在銅、鋅兩金屬片之間，堆成圓柱形狀，再以導線連接上、下兩塊金屬板，即可產生電流，如右圖。



二、鋅銅電池（改良式伏打電池）

- 1. 將鋅片放入硫酸鋅溶液中，銅片放入硫酸銅溶液中，兩種溶液分開，兩金屬片間用電線、毫安培計連接如下列甲、乙兩圖，試比較結果。（活性大小：Zn > Cu）

項目	甲圖（無鹽橋）	乙圖（有鹽橋）
圖示		
電池正、負極	正極：銅片，負極：鋅片	正極：銅片，負極：鋅片
毫安培計讀數	0（沒有電流）	指針偏轉（產生電流）
電池負極變化	無	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ 鋅失去電子解離出鋅離子，重量減少
電池正極變化	無	$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ 銅離子得到電子析出銅，重量增加
硫酸鋅溶液	無色	放電後，仍為無色
硫酸銅溶液	藍色	放電後，顏色逐漸變淡

教師用書
歡迎指教

2. 說明：

- (1) 鹽橋可保持溶液的電中性，且可聯繫兩杯分開之溶液。
- (2) 原先裝硫酸鋅、硫酸銅溶液之兩燒杯，呈電中性。
- (3) 裝硫酸鋅溶液之燒杯，因鋅離子 (Zn^{2+}) 為陽離子，使得溶液積存過多正電荷，故鹽橋內的陰離子 (NO_3^-) 跑到硫酸鋅溶液的燒杯中，使溶液呈電中性。
- (4) 裝硫酸銅溶液之燒杯，因銅離子 (Cu^{2+}) 減少，使得溶液積存過多之負電荷，故鹽橋內的陽離子 (K^+) 跑到硫酸銅溶液的燒杯中，使溶液呈電中性。
- (5) 放電幾分鐘後，毫安培計的讀數逐漸變小，銅離子濃度漸減，電池也逐漸沒有電流。
- (6) 鋅銅電池總反應： $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ 。

3. 鹽橋：

(1) 鹽橋的功用：

- ① 作為電流之橋樑、溝通電路。
- ② 保持兩杯溶液之電中性。在鹽橋中：陰離子往負極移動，陽離子往正極移動。

(2) 鹽橋裝置的注意事項：

- ① U 形管中裝有易解離的鹽類溶液，如硝酸鉀 (KNO_3)、硝酸鈉 (NaNO_3)、氯化鉀 (KCl) 等水溶液。鹽橋選用的鹽類其金屬離子活性>正極，才不會和正極搶電子
- ② U 形管用棉花塞住時，不可過鬆也不可過緊，過鬆則管中的液體易漏出，過緊則離子不易通過。
- ③ 鹽橋內之鹽類溶液和燒杯內的電解質溶液不可發生反應。
- ④ 管中不可有大氣泡，若有大氣泡，離子會不易通過，則可能會使電流中斷，可用原子筆輕敲鹽橋，使大氣泡排出管外，再塞上棉花。

4. 金屬之活性大小與改良式伏打電池之正、負極反應：（補充）

Ca	>	Mg	>	Al	>	Zn	>	Fe	>	Cu	>	Ag
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$		$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$		$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$		$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$		$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$		$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$		$\text{Ag}^+ + \text{e}^-$

- (1) 在上列愈左邊的金屬，活性愈大，可當電池之負極，其反應方向為箭頭向下 ($\downarrow$)。
- (2) 在上列愈右邊的金屬，活性愈小，可當電池之正極，其反應方向為箭頭向上 ($\uparrow$)。

例：利用鋁、鐵兩金屬片作一個鋁鐵電池：（改良式伏打電池）

- (1) 活性大小：鋁片 > 鐵片。
- (2) 負極：鋁片，反應： $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$ ，重量減輕；
正極：鐵片，反應： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ ，重量增加。
- (3) 總反應式： $2\text{Al} + 3\text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Fe}$
- (4) 導線電子流的方向： $\text{Al} \rightarrow \text{mA} \rightarrow \text{Fe}$ ，毫安培計之指針偏向鐵片的電極。

電池的正負極，和
電解電鍍的正負極
在定義上剛好相反

流出電子→電池(負極)
電解電鍍(正極)

流入電子→電池(正極)
電解電鍍(負極)

三、常見的電池

1. 電池的種類：

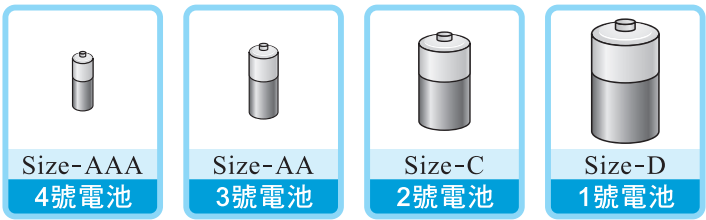
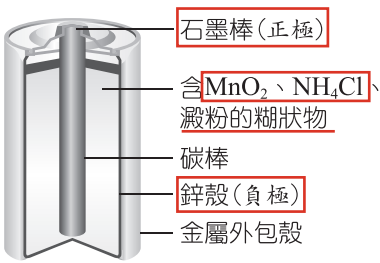
- (1) 一次電池：只能用一次，無法充電者。例：乾電池、鹼性電池、水銀電池。
- (2) 二次電池：可重複充電使用者。例：鉛蓄電池、鋰離子電池、鎳氫電池。

其實是MnO₂，碳棒只是幫助導電

2. 常見的一次電池：

(1) 碳鋅電池（乾電池）：如右圖

- ① 正極為碳棒，負極為鋅殼。
- ② 電解液以氯化銨為主，其中還包括二氧化錳、澱粉等，並加少量水調成的糊狀物。
- ③ 電壓為 1.5V，當放電一段時間後，電壓會逐漸降低，終至無法使用。
- ④ 購買時應注意大小、型號，安裝時須注意正、負極方向。



(2) 鹼性電池：(Alkaline Battery)

- ① 鹼性電池的外形與乾電池相似。
- ② 電解液為氫氧化鉀。電壓不會逐漸降低
- ③ 電壓為 1.5V，因電池內電阻較小，可產生較大電流，且壽命較長。

(3) 碳鋅電池（乾電池）與鹼性電池之比較：

項目	碳鋅電池	鹼性電池
正極	<u>MnO₂</u> 碳棒（石墨棒）	<u>二氧化錳</u>
負極	<u>鋅殼</u>	<u>鋅殼</u>
電解液	糊狀 <u>氯化銨</u>	<u>氫氧化鉀</u> 溶液
價格	便宜	較貴
穩壓性	差，使用時間短	良好，使用時間久

3. 常見的二次電池

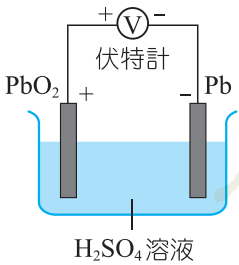
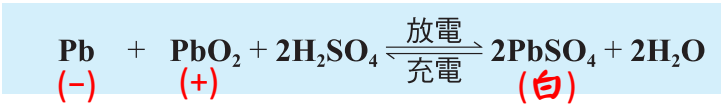
(1) 鎳氫電池：具有重量較輕、體積較小、電壓穩定、無毒性、壽命長的優點，且可儲存較高的能量，應用於家用無線電話等。（補充）

Li-ion 註：鎳氫電池的電解質為氫氧化鉀或氫氧化鈉溶液。

(2) 鋰離子電池：重量輕、輸出電壓高（約 3.6V），廣用於筆電、手機。

(3) 鉛蓄電池，又稱為鉛酸電池：（如右圖所示）

- ① 正極為二氧化鉛（PbO₂），負極為鉛（Pb）。
- ② 電解液為密度 1.24g/cm³ 之硫酸溶液。
- ③ 放電、充電的反應方程式：（補充）



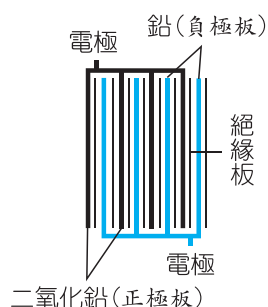
(a) 放電時：

PbSO₄結晶在兩極上I. 正極： $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$ ，負極： $\text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4$ 。II. 兩極重量皆**增加**，硫酸參與反應，故其**密度、濃度均變小**。

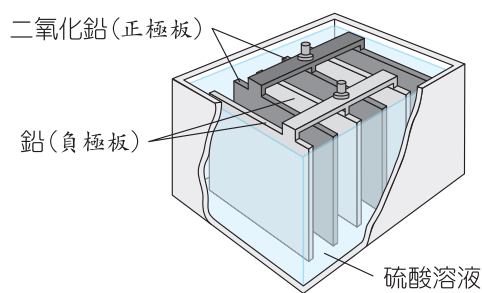
(b) 充電時：

I. 正極： $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbO}_2$ ，負極： $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}$ 。II. 正、負兩極重量皆**減輕**，硫酸溶液濃度**變大**，密度增加恢復到 1.24g/cm^3 。III. 充電時，必須使用**直流電源**，且**直流電源的正極接鉛蓄電池的正極，負極接鉛蓄電池的負極**。**正接正、負接負****④ 1 組鉛蓄電池產生 2V 之電壓，市售 12V 之鉛蓄電池是由六個鉛電池串聯而成。**

下圖(一)、圖(二)為鉛蓄電池的示意圖。



圖(一)：正負極交互配置(產生電壓8V)

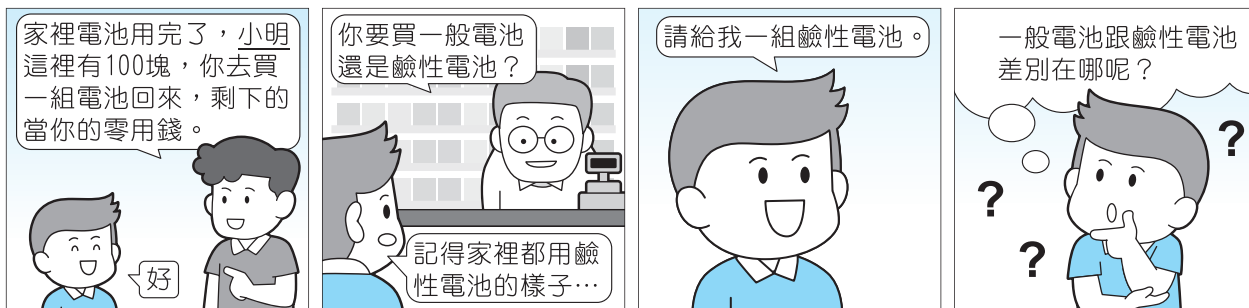


圖(二)：市售的鉛電池外觀

註：優點：價格稍貴，但可重複充電使用。缺點：酸液易外漏。

4. 電池回收：電池內部的金屬或電解液會汙染環境，故應將廢電池回收。目前便利商店、電器行均有回收舊電池。

自然小劇場



觀念一把罩

- 電池為利用化學反應產生電流，即將**化學**能轉變成**電**能的裝置。
- 伏打電池中外電路為**電子**的流動，內電路(鹽橋)為**離子**的流動。
- 鹽橋的功用為**溝通電路**和**保持電中性**。

觀念推與敲

將對的圈起來

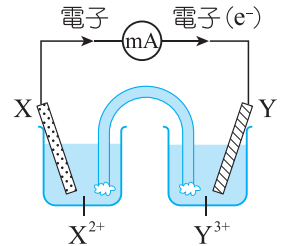
- (**鹼性電池**、鋰電池)為一次電池，(碳鋅電池、**鉛蓄電池**)為二次電池。
- 伏打電池中(**活性大**、活性小)之金屬作為電池中的負極。
- 鋅銅電池放電一段時間後正極和負極增加和減少的重量(相等、**不同**)。

應用練習

- (C) 1. 伏打電池必須使用鹽橋，鹽橋內所裝物質為何？
(A) 酸 (B) 鹼 (C) 屬於易解離的某些鹽類 (D) 任何鹽類均可

- 基(C) 2. 若右圖的電池有電流通過，經過數分鐘後，下列有關此電池的敘述，何者錯誤？
(A) X、Y 兩金屬活性： $X > Y$
(B) X 板重量減少，Y 板重量增加
(C) 取下鹽橋後，毫安培計的讀數增加
(D) 導線電流方向為 $Y \rightarrow X$

2. (A)(B)(D) 電子流由 X 流向 Y，故電流由 Y 流向 X，Y 為正極、X 為負極。
(C) 取下鹽橋後，電池內部電子無法流通，毫安培計讀數歸零。



- (D) 3. 「乾電池、鹼性電池、鉛蓄電池、鋰離子電池」，以上電池用盡或損壞後須回收者共有幾種？
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

都需回收

3. 電池不可直接丟棄，以避免電池中的電解液污染環境。

- 基(C) 4. 鉛蓄電池放電時，下列何者正確？
(A) 正極的鉛變為硫酸鉛 (B) 硫酸不參與反應
(C) 硫酸溶液的濃度、密度均變小 (D) 兩極重量皆減少



- (D) 1. 下列何者不是一次電池？
(A) 乾電池 (B) 鹼性電池 (C) 碳鋅電池 (D) 鋰離子電池

1. 鋰離子電池可充電，屬於二次電池。

- (A) 2. 下列有關乾電池的敘述何者錯誤？
(A) 乾電池內部的化學物質是完全乾燥的
(B) 糊狀氯化銨為其電解質
(C) 價格便宜，但穩壓性不足、使用壽命短
(D) 中間的碳棒為正極，不參與反應

2. (A) 內部為含 MnO_2 、 NH_4Cl 、澱粉與水的糊狀物。

- 基(B) 3. 已知金屬活性大小順序： $Ca > Mg > Al > Zn > Fe > Cu > Ag$ 。今將 Zn、Ag 兩金屬片插入檸檬中，並以毫安培計相通，發現指針可偏轉，今欲使毫安培計指針偏轉角度變大，下列方法何項無效？

素養題

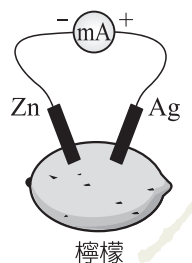
- (A) 將 Zn、Ag 兩金屬片靠近些
(B) 以 Cu 代替 Zn
(C) 以 Mg 代替 Zn

- (D) 選用含 $[H^+]$ 更大的水果代替

3. (B)(C) 與 Ag 之活性相差愈大，產生的電流愈大。

酸

兩金屬活性差越大
效果越好

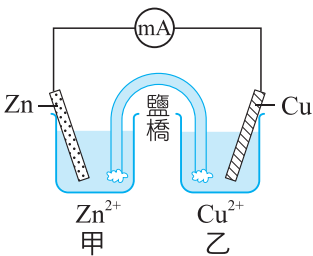


- 基(D) 4. 下列有關鉛蓄電池的敘述，何者錯誤？
(A) 正極為二氧化鉛
(B) 放電時，正、負極的重量增加
(C) 放電時，電解液（硫酸）的濃度、密度均變小
(D) 充電時，必須使用交流電
4. (D) 使用直流電
- 基(C) 5. 下列何種電池其能量的轉換方式與其他三者不同？
(A) 碳鋅電池 (B) 鹼性電池 (C) 太陽能電池 (D) 鉛蓄電池
5. (A)(B)(D) 化學能→電能；(C) 光能→電能。
- 基(D) 6. 改良式鋅銅伏打電池不需用到下列何種溶液？
(A) 硫酸鋅 (B) 硫酸銅 (C) 硝酸鉀（或硝酸鈉） (D) 氫氧化鈉
6. (A)(B)(C) 易解離的鹽類；(D) 屬於鹼。
- 基(D) 7. 有關乾電池與鹼性電池之比較，下列何者錯誤？

選項	乾電池	鹼性電池
(A) 正極	石墨棒	二氧化錳
(B) 電解質	糊狀氯化銨	氫氧化鉀溶液
(C) 負極	鋅殼	鋅殼
(D) 電流 方向	石墨棒→電燈→鋅殼	鋅殼→電燈→二氧化錳

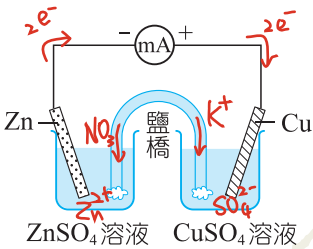
7. (D) 鹼性電池：二氧化錳→電燈→鋅殼
- 基(A) 8. 已知鋅銅電池放電時，其反應式為 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ 。則下列何者的反應式與上述反應式相同？（補充） **$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$**
(A) 鋅片插入硫酸銅溶液中 (B) 鋅片、銅片同時插入稀硫酸溶液中
(C) 銅片插入硫酸鋅溶液中 (D) 鋅片、銅片同時插入硫酸鋅溶液中
8. (B) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ ($\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$)，銅與稀硫酸不反應；(C)(D) 不反應。

- (C) 9. 右圖為鋅銅電池裝置的示意圖，則在產生電流後，哪一杯溶液需要保持電中性？
(A) 僅甲杯
(B) 僅乙杯
(C) 甲、乙兩杯均需要保持電中性
(D) 甲、乙兩杯均不需要保持電中性



9. 可藉鹽橋維持杯中溶液的電中性
- 基(B) 10. 右圖為鋅銅電池示意圖，則下列選項何者錯誤？

選項	負極	正極
(A) 發生反應	失去電子	得到電子
(B) 質量變化	增加	減少
(C) 溶液顏色	仍呈無色	藍色變淡
(D) 鹽橋補充	陰離子	陽離子



10. (B) 負極質量減少，正極質量增加。

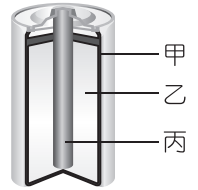
- 基(A) 11. 用兩種不同的金屬電極組成的伏打電池，其位於負極的金屬具有下列何種性質？
 (A) 活性較大且易放出電子 (B) 活性較大且易獲得電子
 (C) 活性較小且易放出電子 (D) 活性較小且易獲得電子

11. 電子流由負極流向正極，故負極易放出電子，活性較大。

- (A) 12. 乾電池的構造如右圖所示，下列相關敘述何者錯誤？

- (A) 正極的材料和鉛蓄電池相同
 (B) 乙為糊狀電解質，含二氧化錳的混合物
 (C) 甲為負極，丙為正極
 (D) 甲為鋅殼、丙為石墨棒

12. (A) 乾電池與鉛蓄電池的正極依序為石墨棒及二氧化鉛，故材質不相同。

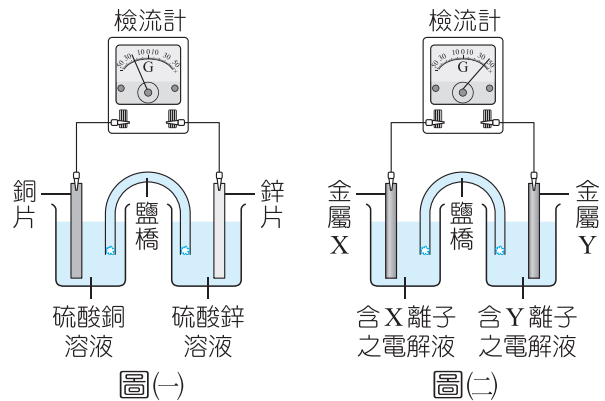


- 基(A) 13. 某鋅銅電池的裝置如右圖(一)所示，其檢流計指針由中央向左偏轉。若以相同的檢流計檢測金屬 X、金屬 Y 所組成的電池，指針由中央向右偏轉，如右圖(二)所示。關於右圖(二)電池的負極與電子流向的敘述，下列何者正確？

素養題

- (A) 金屬 X 為負極，電子由電池負極流出
 (B) 金屬 X 為負極，電子由電池正極流出
 (C) 金屬 Y 為負極，電子由電池負極流出
 (D) 金屬 Y 為負極，電子由電池正極流出

13. 檢流計之偏轉方向為電子流方向，電子由負極流出，故金屬 X 為負極。

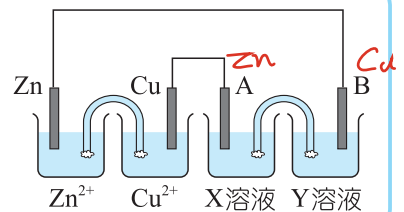


【105 國教會考】

請閱讀下列敘述後，回答 14.~15. 題

如右圖，將兩個 Zn-Cu 電池連接使電壓升高，圖中 X、Y 溶液裝有 ZnSO_4 或 CuSO_4 溶液。

要串聯
(+接-, -接+)



- 基(C) 14. 兩電池是以何種方式連接才可使電壓提高？而 A、B 又分別為什麼金屬片？
 (A) 串聯，A：Cu、B：Zn (B) 並聯，A：Cu、B：Zn
 (C) 串聯，A：Zn、B：Cu (D) 並聯，A：Zn、B：Cu

14. 串聯才可使電壓增加，故 A 金屬為 Zn，B 金屬為 Cu。

- 基(B) 15. 承第 14 題，X、Y 應分別為何種溶液？

- (A) X、Y 皆為 ZnSO_4 溶液
 (B) X： ZnSO_4 溶液，Y： CuSO_4 溶液
 (C) X、Y 皆為 CuSO_4 溶液
 (D) X： CuSO_4 溶液，Y： ZnSO_4 溶液

15. 因 A 為 Zn、B 為 Cu，故 X 為 ZnSO_4 溶液、Y 為 CuSO_4 溶液。

帶負電的電極 → 電池為正極
電解、電鍍為負極

(2) 結果：

負銅正氧

電極	正極（碳棒）	負極（碳棒）
產物	氧（O ₂ ）	析出紅色固體銅（Cu）
備註	① 電解結果，正極重量不變，負極重量增加 ② 溶液中，銅離子（Cu²⁺）參與反應，故溶液的顏色由藍變淡 ③ 正極產生的氧氣是由水參與反應而生成 ④ 若正極為碳棒，負極改為銅，則兩電極的產物仍相同	

(3) 若兩極皆為銅棒，正極： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ ，負極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 。
正極質量減輕、負極質量增加，溶液顏色不變。

負銅正銅
析出 溶解

二、電鍍

1. 原理：利用電解原理，在金屬表面鍍上一均勻薄層，可防止生鏽或增加美觀。

2. 電鍍前：（補充）

- (1) 被鍍金屬有鏽斑時，應先用細砂紙磨去鏽斑。
- (2) 有油污時，須用氫氧化鈉溶液洗去油污。

3. 電鍍時：

- (1) 須用直流電。 or 欲鍍金屬
- (2) 被鍍金屬為負極，擬鍍金屬為正極，以擬鍍金屬之鹽類溶液為電鍍液。
- (3) 電鍍過程中，電鍍液的濃度不變，且正極減少的質量等於負極增加的質量。

4. 電鍍後：

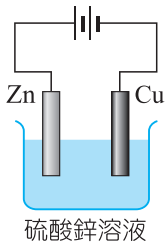
- (1) 電鍍層須先由蒸餾水沖洗，再用丙酮洗淨，用熱空氣硬化電鍍層後磨光。（補充）
- (2) 電鍍廢液含有許多重金屬離子，應妥善處理，以免造成環境汙染。

5. 實例：將銅片鍍上一層鋅（銅片鍍鋅），其裝置如右圖所示。

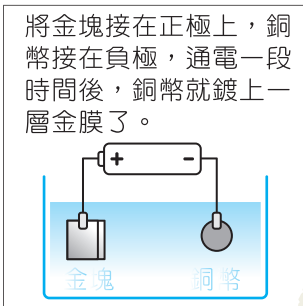
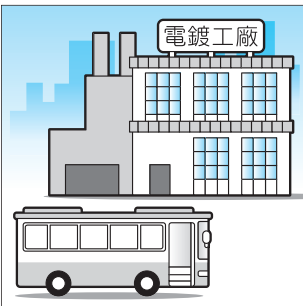
- (1) 電極：正極接鋅片，負極接銅片。
- (2) 電鍍液：含有鋅離子之鹽類水溶液，如硫酸鋅溶液。
- (3) 反應式：（補充）

① 正極： $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ ；負極： $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$

② 全反應： $\text{Zn} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Zn}$



自然小劇場



觀念一把罩

- 1. 電流的化學效應為利用 直流電 的 電 能轉變成 化學 能。
- 2. 水電解一段時間後負極產生 氫氣，正極產生 氧氣，其體積比為 2：1。
- 3. 純水不導電，所以在水中經常加入 稀硫酸 或 氫氧化鈉 溶液，以幫助導電。

觀念推與敲

將對的圈起來

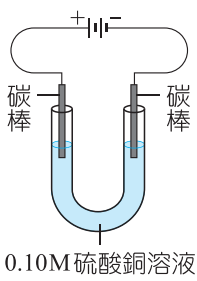
- 1. 電鍍是利用電解原理，將一金屬鍍於另一物體的表面，電鍍時被鍍物置於（負極、正極）。
- 2. 以碳棒作電極電解硫酸銅溶液，正極產生（氫氣、氧氣），一段時間後硫酸銅顏色（變淡、不變）。
- 3. 以銅棒作為電極電解硫酸銅溶液，一段時間後硫酸銅顏色（變淡、不變）。

應用練習

(D) 1. 以碳棒為電極，電解 0.1M 硫酸銅溶液，其裝置如右圖，經過一段時間後，下列何者正確？

- (A) 負極的碳棒產生氧氣
- (B) 正極的碳棒重量減輕
- (C) 水溶液中的顏色變深
- (D) 溶液的銅離子游向負極

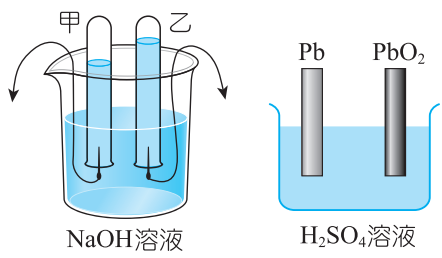
1. (A) 正極產生氧氣；(B) 重量不變；(C) 變淡。



基(A) 2. 以鉛蓄電池電解 NaOH 溶液，且利用排水集氣法得到氣體體積比為 2：1，如右圖，則導線甲、乙兩端點應分別接於電池之何電極？

- (A) Pb，PbO₂
- (B) PbO₂，Pb
- (C) 均接 Pb
- (D) 均接 PbO₂

2. 甲電極：負極（得氫），乙電極：正極（得氧）；鉛電池：Pb 為負極，PbO₂ 為正極。



(C) 3. 以下有關電鍍的敘述，哪些是正確的？(甲) 被鍍物品應掛在負極；(乙) 欲鍍的金屬作為負極；(丙) 電鍍液為欲鍍金屬的鹽類水溶液；(丁) 欲在銅湯匙上鍍鎳，應以純鎳片作為負極。

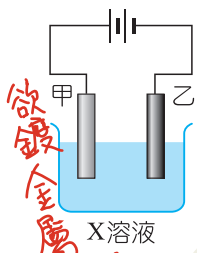
- (A) 甲乙 (B) 丙丁 (C) 甲丙 (D) 乙丁

3. (乙) 欲鍍金屬作為正極；(丁) 同(乙)，鎳片作為正極。

基(B) 4. 如右圖，在電鍍過程中，發現甲、乙兩金屬棒，甲變輕、乙變重，則甲、乙金屬棒及 X 溶液應為下列何者？

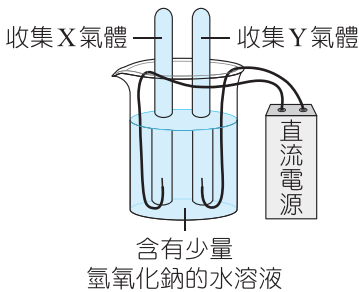
選項	甲電極	乙電極	X 溶液
(A)	Cu	Zn	KNO ₃
(B)	<u>Cu</u>	Fe	<u>CuSO₄</u>
(C)	Zn	Cu	CuSO ₄
(D)	Fe	Al	H ₂ SO ₄

4. 甲變輕且接在正極為欲鍍金屬，乙變重且接在負極為被鍍物，X 應為和甲相同之金屬化合物。



學習實戰評量

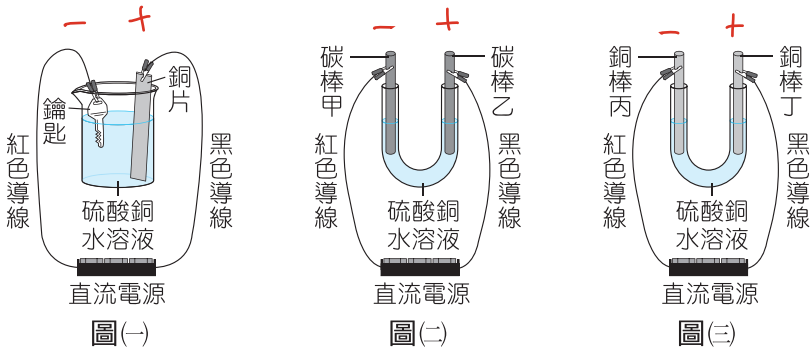
基(B) 1. 已知 25°C 時 0.001 莫耳的氫氣和氧氣體積均為 24.5 mL。小捷在 25°C 的環境下進行電解水實驗，實驗前裝置如右圖所示。反應一段時間後，兩管分別收集到 X 氣體 4.9 mL 和 Y 氣體，關於 Y 氣體的名稱與體積，下列推論何者正確？ 【109 國教會考】



- (A) 若 Y 氣體為氫氣，體積約為 4.9 mL
- (B) 若 Y 氣體為氫氣，體積約為 9.8 mL
- (C) 若 Y 氣體為氧氣，體積約為 4.9 mL
- (D) 若 Y 氣體為氧氣，體積約為 9.8 mL

1. 水電解實驗中，氫氣 (H₂) 的體積是氧氣 (O₂) 的 2 倍，故選(B)。

基(B) 2. 圖(一)為在鑰匙上鍍銅實驗的正確裝置圖，圖(二)是以相同的電源裝置，將紅色導線改接碳棒甲，黑色導線改接碳棒乙所組成的電解裝置。接著再以相同的電源裝置，將紅色導線改接銅棒丙，黑色導線改接銅棒丁組成另一個電解裝置如圖(三)。



在圖(二)和圖(三)兩組電解硫酸銅實驗過程中，哪一支電極附近產生的主要產物為氧氣？ 【110 國教會考】

- (A) 碳棒甲 (B) 碳棒乙 (C) 銅棒丙 (D) 銅棒丁

2. 由圖(一)可知，紅色導線接負極，黑色導線接正極；圖(二)：甲析出銅、乙產生氧氣；圖(三)：丙析出銅、丁放出銅離子。

(B) 3. 下列哪一裝置必須接上直流電？

- (A) 電扇 (B) 電鍍 (C) 電爐 (D) 電燈

(A) 4. 在電解水之過程中，欲使氣體產生的速率加快，下列何種方法無效？

- (A) 水中加入蔗糖 *非電解質* (B) 增加電池的電壓
- (C) 減少電解時兩電極之距離 (D) 適量增加氫氧化鈉溶液或硫酸溶液濃度

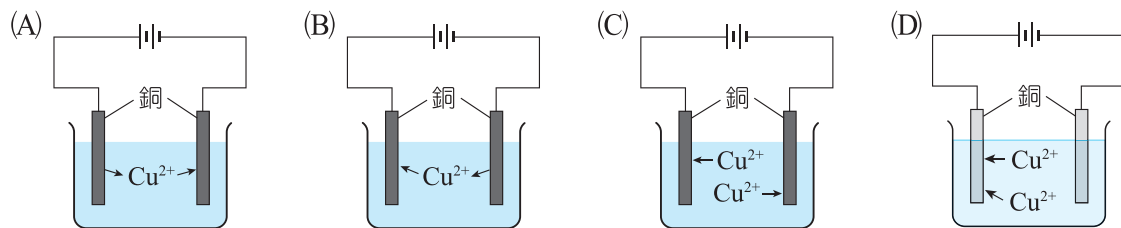
4. (A) 蔗糖為非電解質，無法幫助導電。

(B) 5. 電鍍前、後的注意事項，下列敘述何者錯誤？(補充)

- (A) 用細砂紙磨去被鍍物表面之鏽斑
- (B) 用肥皂水洗去被鍍物表面之油污 *NaOH*
- (C) 電鍍完畢後，被鍍物先用蒸餾水沖洗，再用丙酮沖洗
- (D) 電鍍廢液不可隨意丟棄

5. (B) 油污以氫氧化鈉洗清。

基(A) 6. 以銅棒電解硫酸銅溶液，下列何圖為正確的電解過程？



6. 正極： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ ，負極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 。 Cu^{2+} 由正極跑到負極。

基(C) 7. 雪莉想要在銅製的湯匙上鍍一層銀，則下列操作何者最適當？

- (A) 以硫酸銅溶液為電鍍液，將湯匙作正極
(B) 以硝酸銀溶液為電鍍液，將湯匙作正極
(C) 以硝酸銀溶液為電鍍液，將湯匙作負極
(D) 以硫酸銅溶液為電鍍液，將湯匙作負極

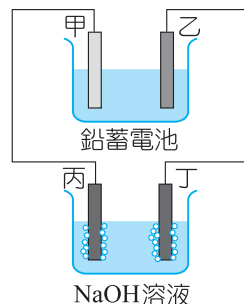
7. 被鍍物接在負極，電鍍液中應含有欲鍍之金屬。

基(A) 8. 如右圖，利用鉛蓄電池電解氫氧化鈉水溶液，已知丙、丁兩電極為石墨棒，而產生氣泡的速率：丙 > 丁。試判別鉛蓄電池的甲電極為下列何者？

素養題

- (A) Pb
(B) PbO_2
(C) PbSO_4
(D) Pb、 PbO_2 皆正確

8. 由氣泡生成速率：丙 > 丁，可知丙的氣體為氫，故為負極，因此甲電極為 Pb。

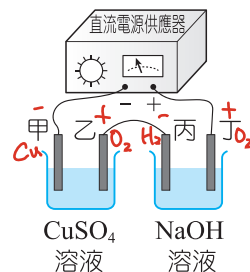


基(B) 9. 利用直流電源供應器電解 CuSO_4 及 NaOH 溶液，裝置如右圖，甲、乙、丙、丁均為石墨棒，則下列結果何者錯誤？

- (A) 甲電極重量增加
(B) 丙電極所生的氣體有助燃性
(C) 乙、丁兩電極所生的氣體相同
(D) 電解後， CuSO_4 溶液的顏色變淡，而 NaOH 溶液的 pH 值升高

9.

	甲	乙	丙	丁
極性	-	+	-	+
產物	Cu	O_2	H_2	O_2



精(A) 10. 下列各項實驗所收集到的氣體，何者不是氧氣？

- (A) 收集小蘇打加熱所產生的氣體 CO_2
(B) 收集氧化汞加熱所產生的氣體
(C) 收集以碳棒為電極，電解硫酸銅水溶液所冒出的氣體
(D) 收集電解氫氧化鈉水溶液正極所產生的氣體

10. (A) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ；(B)(C)(D) 產生 O_2 。

精(B) 11. 小安進行電解水的反應，其實驗如右圖所示，在正極產生 8 公克的氣體 X。若氣體 X 全部由電解水的反應產生，則消耗的水為多少莫耳？（氫、氧的原子量分別為 1、16）

- (A) 0.25 (B) 0.5
(C) 1 (D) 4

9 克的水 = 0.5 莫耳

【106 國教會考】



11. 電解水在正極產生氧，8 公克的氧氣為 0.25 莫耳，電解水的反應式為 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ，可知消耗 0.5 莫耳的水。

體積比 2 : 2 : 1
重量比 9 : 1 : 8

精(B) 12. 欲利用鋅銀電池使銅片鍍上一層鎳，則下列敘述何者錯誤？

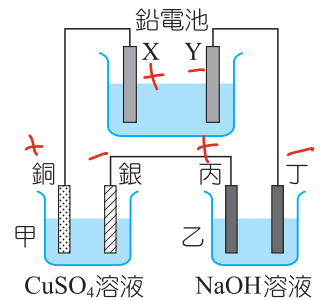
- (A) 銅片接鋅極
(B) 鎳片接負極
(C) 「？溶液」應含有鎳離子之鹽類
(D) 銅片的重量增加

12. (B) 鎳為欲鍍物，鎳片接正極。

請閱讀下列敘述後，回答 13.~14.題

右圖為利用鉛蓄電池使電流通過甲、乙兩杯電解質溶液，通電一段時間後發現甲杯電解質溶液濃度不變，丙、丁為石墨棒。

表示銅極溶解
補充 CuSO_4 的 Cu^{2+}
(因 Cu 被鍍到 Ag 極上)



基(A) 13. 試問圖中 X 的電極為何？其組成又為何？

- (A) X 為正極，由 PbO_2 組成 (B) X 為正極，由 Pb 組成
(C) X 為負極，由 PbO_2 組成 (D) X 為負極，由 Pb 組成

13. 由甲極濃度不變，可知有銅離子自銅棒析出，故 X 為正極，而鉛電池中正極為 PbO_2 。

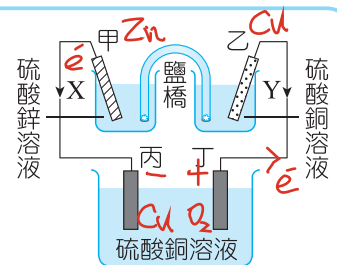
精(C) 14. 試問丙電極處所產生的氣體應如何檢驗？

- (A) 通入澄清石灰水會變混濁 CO_2
(B) 在充滿此氣體的燒杯中放入線香，可聽到爆鳴聲 H_2
(C) 在充滿此氣體的燒杯中放入快熄滅的火柴，火柴會復燃 O_2
(D) 可令藍色氯化亞鈷試紙變為粉紅色 H_2O

14. 乙杯中為水的電解，丙為正極產生氧氣 O_2 ，丁為負極產生氫氣 H_2 。(A) CO_2 ；(B) H_2 ；(C) O_2 ；(D) H_2O 。

請閱讀下列敘述後，回答 15.~16.題

右圖上端是 Zn-Cu 電池，下端是電解槽，丙、丁是碳棒，X、Y 表示電流或電子流的方向。



基(D) 15. 有關右圖的實驗裝置，下列選項何者錯誤？

- (A) 丁電極附近有助燃氣體生成 (B) 甲、丁極有電子流出
(C) 乙、丙兩極質量增加 (D) 乙反應為 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

15. (D) 乙為電池之正極，其反應式： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 。

基(C) 16. 若將丙、丁分別改為銀片及銅片，則下列選項何者錯誤？

- (A) 杯中仍裝硫酸銅溶液 (B) 丙電極之反應式： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
(C) 丁電極上產生氧氣 (D) 反應時，導線電子流動方向為 X

16. (C) 丁電極之反應式： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 。

銅溶解
(分解)

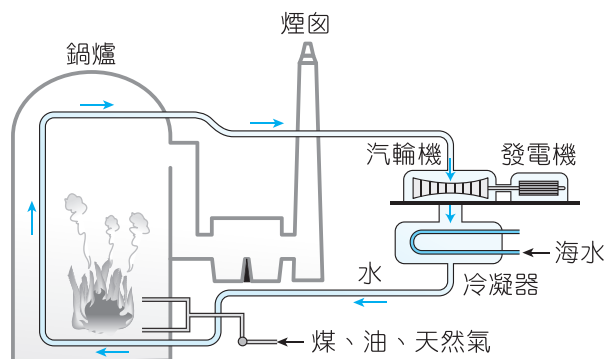


核心素養學習單



發電與電的輸送

火力發電的原理為利用煤炭、石油、天然氣等燃料，在燃燒時所產生的熱能來加熱水，使水變成高溫、高壓水蒸氣，然後再由水蒸氣推動發電機來發電，如右圖的火力發電裝置；通常火力發電廠為了維護環境和提升經濟效益，大部分都設置在較偏僻的地方，如海邊。核能發電原理主要是利用中子來撞擊鈾的原子核，以控制棒調節鈾燃料分裂的連鎖反應，當鈾原子核分裂時會放出大量的能量，這些能量可以使液態水轉換成水蒸氣，再由水蒸氣推動發電機，即可發電；近年來因環保意識抬頭，核廢料的處理和輻射被很多民眾廣為討論。



好不容易電製造出來了，輸電也是一大學問；台電在輸送電力的過程中，為了避免電能做無謂的消耗，輸送路線用電阻很小的銅線製成，但由於輸送線路太長，仍須考慮電能的損失，故利用提高輸出電壓的方式來減少耗損，最後將高壓的電流輸送至各地變電所後作首次降壓，再經由街道旁電線桿上或地面上的變壓器，再將電壓降至一般家庭用戶所用的（110V 或 220V）的電壓。

電對我們人類的生活至關重要，在發電方式有限的情況下節電是很重要的一件事，電的計費方式是以度為單位來收取，比如說某個家庭一個月用電量為500度，最簡單的方式是一度多少錢，乘上所用的度數即為該戶所要繳交的電費；但是夏天由於冷氣的使用需求大增，故夏天屬於用電高峰期，其電費和費率也會和其他時間不同；由此可知節電是很重要的，節省用電也可減少碳的排放，對於環境保護是有明顯助益的。

評量目標

了解發電過程的能量轉換及電的輸送。

- (B) 1. 臺灣核能發電主要是利用中子來撞擊鈾的原子核，請問下列關於此種發電方式的敘述何者正確？
 (A) 為核融合反應 (B) 為核分裂反應
 (C) 此種發電方式遵守質量守恆 (D) 和原子彈的爆炸原理不同
 1. (A)(B)(C) 臺灣核能發電為核分裂反應，不遵守質量守恆；(D) 原子彈的爆炸也為核分裂反應，答案選(B)。
- (C) 2. 電力輸送線路很長，需要以升高電壓的方式來減少耗損，其原因為下列何者？
 (A) 升高電壓可加大電流 (B) 升高電壓可加大電阻
 (C) 升高電壓可減少電流 (D) 升高電壓可減少電阻
 2. $P = IV$ ， P 固定的情況下，升高電壓，電流會變小，可減少電能耗損，答案選(C)。
- (D) 3. 已知電的計費方式是以度為單位，試問度的單位為下列何者？
 (A) 庫侖 (B) 伏特 (C) 瓦特 (D) 焦耳
 3. 度為千瓦·小時，為電能單位，答案選(D)焦耳。



第

2

單元

電 與 磁



2-1

磁 鐵 與 磁 場

〈學習內容〉

學習內容 Kc-IV-3 磁場可以用磁力線表示，磁力線方向即為磁場方向，磁力線越密處磁場越大。

一、磁鐵與磁化

1. 磁鐵與磁性物質：

(1) 磁鐵：能吸引鐵、鈷、鎳及其部分合金的物質。

(2) 磁性物質與非磁性物質：

① 能被磁鐵吸引的物質稱為磁性物質，如鐵、鈷、鎳及其部分合金等。

② 不能被磁鐵吸引的物質稱為非磁性物質，如玻璃、鋁、銅、塑膠。

(3) 磁鐵的特性：

① 磁鐵兩端磁性最強，稱為磁極（N 極及 S 極）。磁鐵中央部分磁性最弱，稱為中性區，如右圖所示。

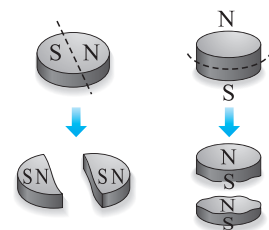
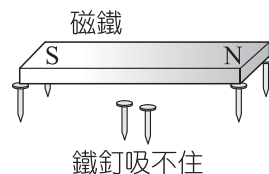
② 磁針靜止時，其指向北方的一端稱為N 極（指北極），指向南方的一端稱為S 極（指南極）。

③ 每個磁鐵必同時有N 極、S 極，磁極無法單獨存在。

註：正、負電荷可單獨存在於物體上（感應起電或接觸起電）。

陽離子與陰離子必共存於溶液中（電解質水溶液）。

④ 因為磁極無法單獨存在，所以磁鐵分成兩段後，每一段磁鐵仍有 N 極及 S 極，如右圖所示。



2. 磁化及磁鐵種類：

(1) 磁化：當磁性物質接觸或接近磁鐵時，使之具有磁性的過程。

① 當磁性物質被磁化時，靠近磁鐵一端產生相異磁極（異名極），遠端產生相同磁極（同名極）。因異名極相吸，故磁鐵與被磁化物質可互相吸引，如右圖鐵釘被磁化而相吸。

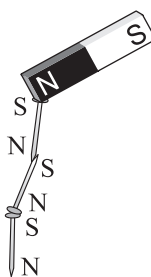
② 銀行存摺、高鐵、臺鐵車票及信用卡背後的磁條均有磁化過之氧化鐵粉，不得接近磁鐵太久，否則儲存在內部之資料易流失。

(2) 磁鐵的種類：依磁性保存長短分為兩種。

① 暫時磁鐵（軟磁鐵）：易磁化，但其磁性也易消失。純鐵、矽鋼（鐵中加矽）、鎳鐵合金

② 永久磁鐵（硬磁鐵）：不易磁化，但磁化後其磁性不易消失。

鈹鐵硼（NdFeB）、鐵氧體、鋁鎳鈷（AlNiCo）

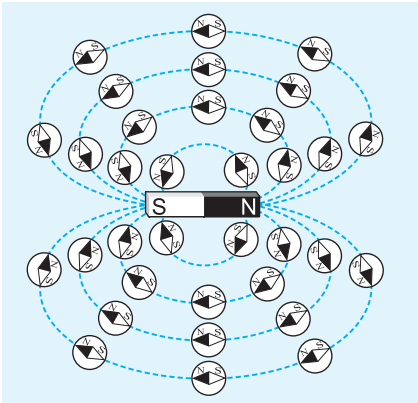


磁鐵勿摔、勿受高溫、勿置於磁場或電磁波較強的环境下，否則磁性分子的排列會紊亂，導致磁性減弱。

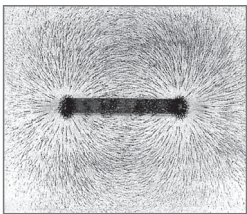
二、磁場與磁力線

1. 磁場：

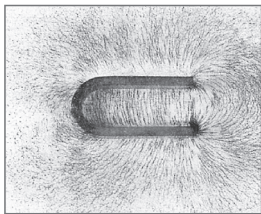
- (1) 磁力所及的三度空間，稱為磁鐵所建立的磁場。
- (2) 將磁棒放置於桌面上，且在磁棒周圍放置許多磁針，則磁針受磁棒影響而發生偏轉的空間，即是磁棒建立的磁場，如右圖所示。
- (3) 磁場的圖像：若以鐵粉代替磁針，在玻璃板上均勻灑上細鐵粉，將磁鐵放在玻璃板下面，當輕敲玻璃板後，可發現鐵粉在磁場內的分布情形，如下圖(a)、(b)。



註：圖中為磁棒在平面上所建立的磁場，但事實上磁場為三度空間



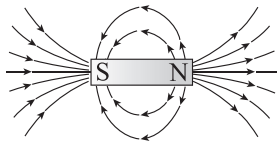
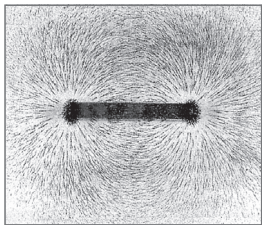
圖(a) 棒狀磁鐵之鐵粉分布



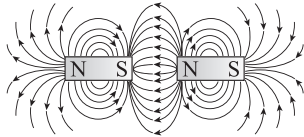
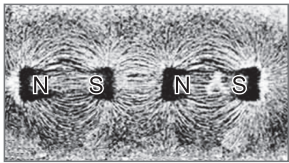
圖(b) U 形磁鐵鐵粉分布

2. 磁力線：

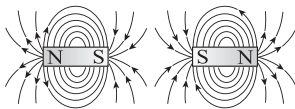
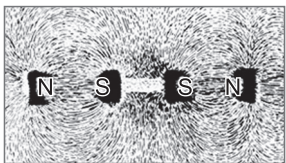
- (1) 磁力線為一種假想曲線，可以表現磁鐵在磁場中受力的情形。
- (2) 各種磁場圖像與磁力線之形狀，如下圖(一)、(二)、(三)。



圖(一)棒狀磁鐵的磁場圖像及磁力線形狀

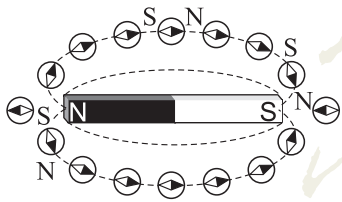


圖(二)異名極相對的磁場圖像及磁力線形狀



圖(三)同名極相對的磁場圖像及磁力線形狀

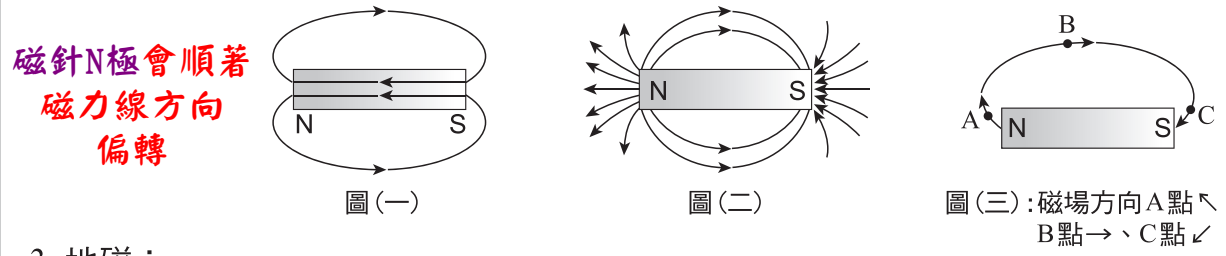
- (3) 上圖(一)、(二)、(三)中的細小鐵粉顆粒串聯成許多互不相交的曲線，即為磁力線。
- (4) 每顆小鐵粉被磁化後可視為小磁針，而畫出磁力線如右圖。
科學上訂定磁針 N 極所指的方向為磁場方向。



磁力線方向：磁鐵外部：N→S
內部：S→N

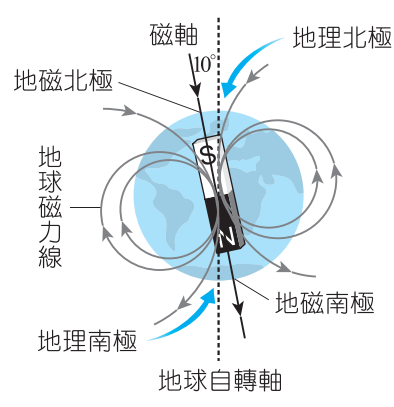
(5) 磁力線的性質：

- 1 磁力線的方向，由磁鐵 N 極出發，經磁鐵外部到達 S 極，再由 S 極經磁鐵內部回到 N 極，形成封閉曲線（該曲線無起點，亦無終點），如下圖(一)。
- 2 磁力線愈密集處，表示磁場愈強。接近磁極處的磁力線較密集，遠離磁極的磁力線較疏鬆。磁鐵內部磁力線亦較磁鐵外部密集，如下圖(二)。
- 3 磁力線永不相交。
- 4 磁力線上任一點之切線方向為磁場方向，即磁針 N 極之指向，如下圖(三)。



3. 地磁：

- (1) 地磁：由磁力相斥、相吸的原理，我們可推測在地球內部有一假想磁棒之存在，使地球表面附近的空間有一磁場存在，故能使磁鐵、磁針恆指向南北。
 - (2) 在磁北極的磁性是S，磁南極的磁性是N，所以地面上指北針的 N 極被地磁吸引，恆指向北方。
 - (3) 地磁方向：由南向北。
- 註：地球內部假想像磁棒的中心即為地球的球心。
- 磁軸（磁南、北極的連線）與地球自轉軸（地理南、北極的連線）大約有10°之夾角。



自然小劇場

磁鐵是所有金屬都能吸引嗎？

迴紋針可以 ✓

但1元硬幣卻不行，奇怪？✗

同樣是金屬，為什麼有些磁鐵能吸引有些卻不行呢？

觀念一把罩

- 1. 能被磁鐵吸引的物質，即稱為磁性物質，如鐵、鈷、鎳及其合金。
- 2. 任何形狀的磁鐵，N 極和 S 極必成對存在。
- 3. 磁場為三度空間的概念，具有大小和方向的物理量。

觀念推與敲

將對的圈起來

- 1. 磁鐵在兩磁極處磁力（最強、最弱），中間處磁力（最強、最弱）。
- 2. 磁鐵外部磁力線為（N→S、S→N），磁力線越密集處，磁場強度越（強、弱）。
- 3. 磁場方向為（N、S）極方向，為磁力線的切線方向。

教師用書
歡迎指教

應用練習

(A) 1. 有關暫時磁鐵與永久磁鐵的敘述，下列何者正確？

- (A) 永久磁鐵不易被磁化，也不易失去磁性
(B) 暫時磁鐵不易被磁化，也不易失去磁性
(C) 暫時磁鐵易被磁化，但不易失去磁性
(D) 永久磁鐵易被磁化，但也易失去磁性

(A) 2. 如右圖，可知磁針的 A 端磁極為下列何者？

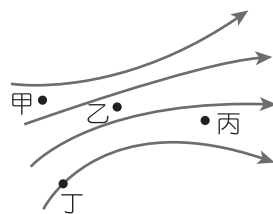
- (A) N 極 (B) N、S 極交替產生
(C) S 極 (D) 無磁性



2. 鐵釘左端、右端分別磁化為 S 極、N 極，故磁針之 B、A 磁極依序為 S 極、N 極。

(B) 3. 有一磁場的分布如右圖，試判別甲、乙、丙三區域的磁場強度，何者最大？

- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 三區域磁場相等



3. 磁力線愈密，磁場愈強。

基 (B) 4. 有關棒狀磁鐵兩極間之磁力線，下列圖形有幾個是正確的？



- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

4. 僅乙、丙兩圖正確

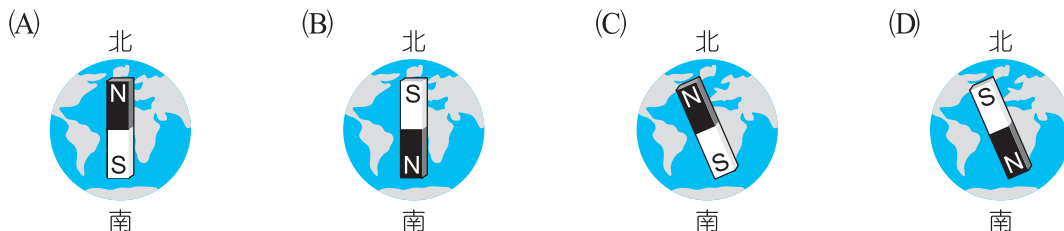


(B) 1. 下列哪些為磁性物質？(甲) 銅；(乙) 鋁；(丙) 鉛；(丁) 鎳；(戊) 鐵。

- (A) 僅甲乙丙 (B) 僅丁戊 (C) 僅乙丁戊 (D) 甲乙丙丁戊

1. 磁性物質包含鐵、鈷、鎳及其合金。

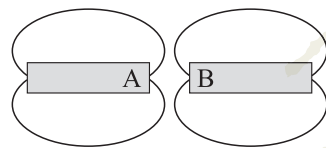
(D) 2. 下列何圖可大略描述地球內部假想之磁棒？（圖中南、北各為地理南極、北極）



2. 磁北極磁性為 S，磁南極磁性為 N，且磁軸和自轉軸具 10° 之夾角。

基 (A) 3. 右圖為兩條形磁鐵排成直線時簡易的磁力線示意圖，則下列有關 A、B 兩極的敘述何者正確？

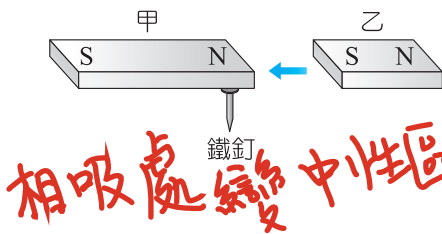
- (A) 必為同名極 (B) 必為異名極
(C) 必為 N 極 (D) 必為 S 極



- 基(B) 4. 兩磁性相當的條形磁鐵，若乙磁鐵依箭頭方向向左接近甲磁鐵，則甲的鐵釘是否會掉下？

- (A) 仍被吸住，因磁場增強
(B) 可能會掉下，因甲磁棒 N 極的磁性會減弱
(C) 鐵釘不會掉下，因乙的移動不影響甲的磁性
(D) 仍被吸住，因兩磁鐵的磁性是固定的，不會因另一磁鐵的靠近而改變

4. 乙靠近甲會使吸住鐵釘處由磁鐵邊緣變為磁鐵中間，造成磁性減弱。

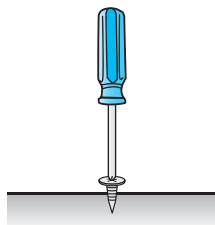


- 基(C) 5. 右圖的螺絲起子其前端可以吸取螺絲釘，以方便鎖緊螺絲，則下列有關螺絲起子可以吸引螺絲釘的敘述，何者正確？

素養題

- (A) 此螺絲起子的前端是靠靜電力來吸取螺絲釘
(B) 螺絲起子的前端是屬於暫時磁鐵
(C) 螺絲起子的前端是屬於永久磁鐵
(D) 螺絲起子本身不具磁性，所以是靠螺絲釘本身的磁性來吸取

5. 螺絲起子前端一直能吸住螺絲釘，屬於永久磁鐵。

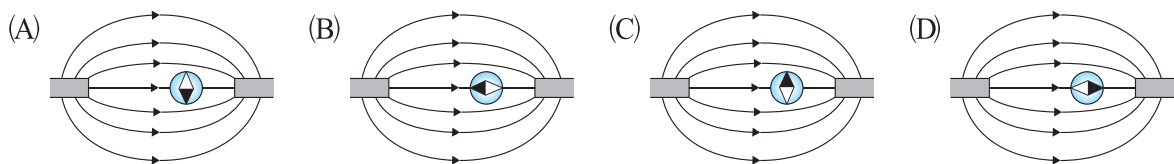


- 基(D) 6. 軍曹以磁鐵、鐵粉及玻璃板做磁場與磁力線的實驗，他先將磁鐵置於玻璃板下方，再撒鐵粉，然後以手指輕敲玻璃板，則他以手指輕敲玻璃板的目的為何？

- (A) 敲擊可使聚集成團的鐵粉分散，較易磁化
(B) 敲擊可以使鐵粉更易磁化，加速其規則排列
(C) 敲擊產生的振動可以使鐵粉聚集在一起，較易產生磁化
(D) 敲擊可減少鐵粉與玻璃板間摩擦力的影響，加速其規則排列

- 基(D) 7. 右圖為兩根條型強力磁鐵間的磁力線分布圖，箭頭表示磁力線的方向，在圖中 P 點放置一個磁針，已知磁針的黑色端表示 N 極，不考慮地磁的影響，則在磁針達到靜止平衡時的情形為下列何者？

【111 國教會考補考】

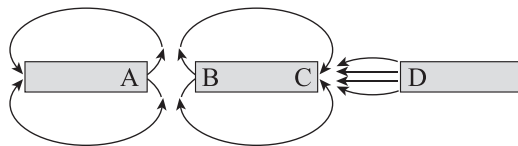


7. 此題目給了磁力線的方向，我們僅需判斷磁針 N 極（黑色端）的指向需在磁力線的切線上且同向即可。

- 精(A) 8. 三支條形磁鐵排列，其磁力線的排列情形如右圖所示，則 A、B、C、D 的磁性依序為下列何者？

- (A) N, N, S, N (B) N, N, N, S (C) S, S, N, N (D) S, S, S, N

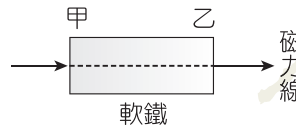
8. 磁鐵外部磁力線方向為 N → S，故由磁力線的方向可判斷，A、B、C、D 的磁性分別為 N、N、S、N。



- 基(B) 9. 如右圖，有一軟鐵棒被外加磁場磁化後，發現軟鐵棒內部的磁力線方向為甲→乙，則軟鐵棒的哪一端被磁化成 N 極？

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 甲或乙均有可能 (D) 甲、乙均不可能

9. 磁鐵內部，磁力線由 S (甲) → N (乙)。



2-3 電流與磁場的交互作用：電流+^(其他的磁場)外加磁場→運動 (右手開掌定則)

2-4 電磁感應：變化的磁場→電流 (冷次定律)



關於 電流的磁效應

→電流——產生——→磁場(安培右手定則)

學習內容

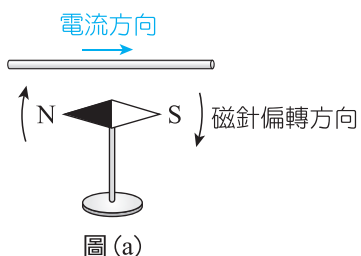
學習內容 Kc-IV-4 電流會產生磁場，其方向分布可以由安培右手定則求得。

Kc-IV-5 載流導線在磁場會受力，並簡介電動機的運作原理。

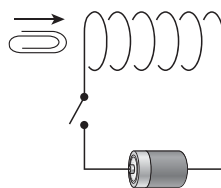
一、電流磁效應

1. 電流磁效應：

- (1) 西元 1820 年丹麥科學家厄斯特發現，當電流通過直導線時，能使磁針產生偏轉，顯示載流導線周圍有磁場產生，如下圖(a)。
- (2) 若將導線繞成線圈，鐵製迴紋針靠近線圈，通電後，則迴紋針被吸入，如下圖(b)。



圖(a)



圖(b): 壓下開關後，迴紋針被吸入

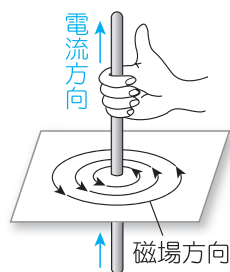
- (3) 通有電流的導線或線圈，在其周圍會產生磁場之效應，稱為電流磁效應。
- (4) 由鐵粉產生的磁場圖像可知，載流直導線附近的鐵屑排列成同心圓狀，且愈靠近導線的鐵屑，同心圓形狀愈明顯，表示磁場較強。反之，磁場較弱。
- (5) 由磁針偏轉方向可知：磁針 N 極的指向與載流直導線的方向垂直，故磁場方向與電流方向互相垂直。

2. 安培定律：

法國科學家安培經研究發現，載流直導線周圍磁場的強弱，與導線上電流大小成正比，與導線之距離成反比。(一次方)

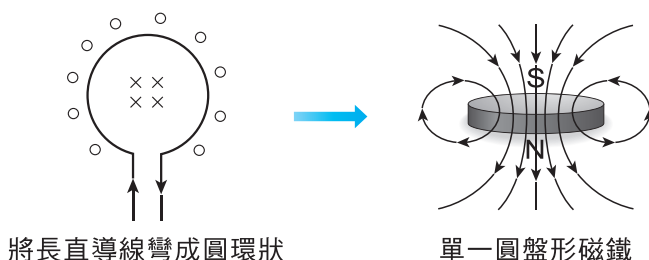
3. 安培右手定則(判別載流直導線及通電線圈之磁場方向)：

- (1) 載流直導線：右手握住線圈，大姆指代表直導線電流的方向，彎曲的四指即為磁場的方向。(如右圖所示)
- (2) 單圈圓環狀導線：



- ① 圓環狀導線平放在水平面上，如同一圓盤形磁鐵一樣。彎曲四指代表導線的電流方向，則伸直大姆指即為磁場的方向。

- ② 圓環狀導線電流為順時鐘方向，則導線內部磁場方向為垂直紙面向下(下圖中×)。導線外部，磁場方向為垂直紙面向上(下圖中。))。



將長直導線彎成圓環狀

單一圓盤形磁鐵

(3) **螺線管**：與單一圓環狀線圈相同，但因每個線圈的磁極相同，產生加乘效應，故磁性更強。

❶ 右手握住螺線管，彎曲的四指代表螺線管內的電流方向，伸直大姆指即為磁場方向（如下圖所示）。



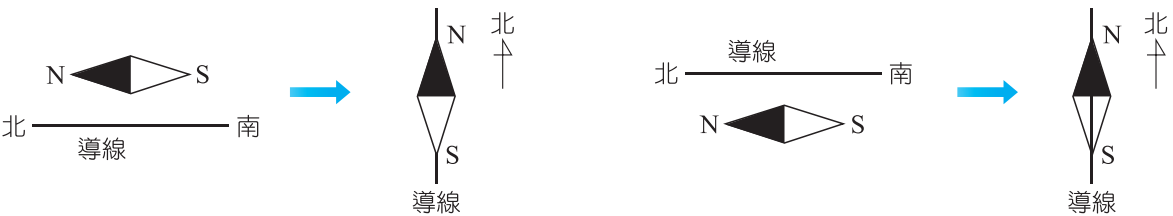
註：面對線圈，若線圈內的電流方向為順時鐘，則該端為 S 極，線圈另一端必為 N 極。反之，面對線圈內的電流方向為逆時鐘，則該端的磁極為 N 極，另一端必為 S 極。

❷ 影響螺線管**磁場之強弱**因素：

- (a) 電流大小。（電流愈大，磁場愈強） **(匝數)**
- (b) 單位長度內所繞線圈圈數的多寡。（線圈圈數愈多，磁場愈強）
- (c) 螺線管內部放入軟鐵棒。（軟鐵棒愈多，合成的磁場強度愈大）

二、安培右手定則實驗

1. 將導線水平放置，並通以南北向電流，如下圖(一)、圖(二)。其磁針 N 極之偏轉方向，如下表：

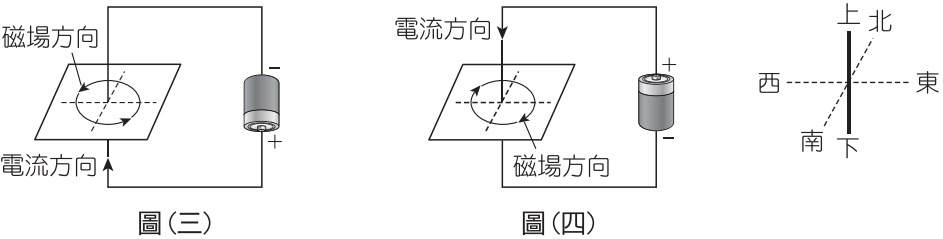


圖(一)：磁針在導線上方

圖(二)：磁針在導線下方

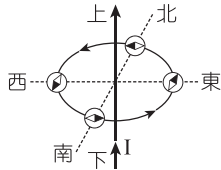
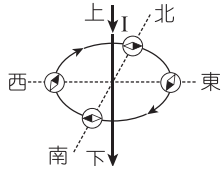
直導線電 流方向	導線周圍磁場形狀 (由南向北看)	磁針在導線 的上下方	參考 圖形	磁針 N 極之指向
南→北	順時鐘方向圓形磁場	上方	圖(一)	磁針 N 極偏東
		下方	圖(二)	磁針 N 極偏西
北→南	逆時鐘方向圓形磁場	上方	圖(一)	磁針 N 極偏西
		下方	圖(二)	磁針 N 極偏東

2. 載流直導線垂直穿過水平放置之厚紙板時，導線周圍的磁場方向，見下圖(三)、圖(四)。其磁針 N 極之偏轉方向，如下表：（不考慮地球磁場作用）



圖(三)

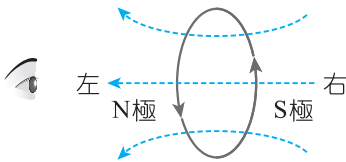
圖(四)

電流方向	導線周圍磁場（由上向下看）	參考圖形	磁針 N 極之指向
下→上	逆時鐘方向圓形磁場	圖(三)	
上→下	順時鐘方向圓形磁場	圖(四)	

3. 單圈圓形線圈的磁場比較：（以電流方向逆時鐘為例）

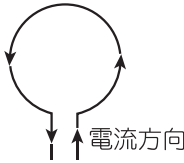
(1) 線圈垂直而立：（由左向右看，如右圖所示）

- ① 線圈的 N 極在左邊，S 極在右邊。
- ② 線圈內部磁場方向：右→左；線圈外部磁場方向：左→右。



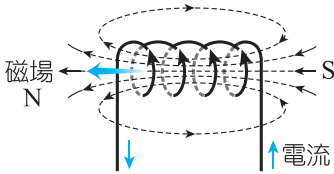
(2) 線圈水平放置：（由上向下看，如右圖所示）

- ① 如同圓盤形磁鐵一樣，N 極在上，S 極在下。
- ② 線圈中央磁場方向：下→上；線圈外部磁場方向：上→下。



4. 螺線管之磁場方向：（如右圖所示）

- (1) 螺線管的 N 極在左邊，S 極在右邊。
- (2) 螺線管內部磁場方向：右→左；
螺線管外部磁場方向：左→右。



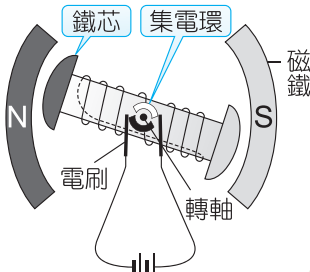
三、**電磁鐵**（暫時磁鐵）

- 1. 電磁鐵：將一軟鐵棒插入一螺旋形線圈的內部，當線圈通有電流時，線圈內部的磁場使軟鐵棒磁化，使得磁場強度大為增強，但當電流切斷時，則線圈及軟鐵棒的磁性隨之消失，所以電磁鐵是利用電流的磁效應做成。
- 2. 電磁鐵的磁力：可藉著電流大小及線圈圈數，控制磁性強弱，故用途大於天然磁鐵。
- 3. 電磁鐵的應用：電鈴、電話、電磁鐵起重機、安培計、伏特計、電磁門鎖。

四、**電動機**（俗稱馬達）

- 1. 原理：利用電流的磁效應，將電能轉換為力學能（動能及重力位能）的裝置。
- 2. 簡易馬達的構造及功能：（如右圖所示）

- (1) 磁鐵：產生磁場。又稱「場磁鐵」
- (2) 鐵芯：其上繞有線圈，可隨轉軸轉動。
- (3) 集電環：固定於轉軸上的兩個半圓形金屬環，可改變線圈中電流的方向。
- (4) 電刷：與集電環接觸但不隨集電環轉動，為電流輸入（出）的裝置。

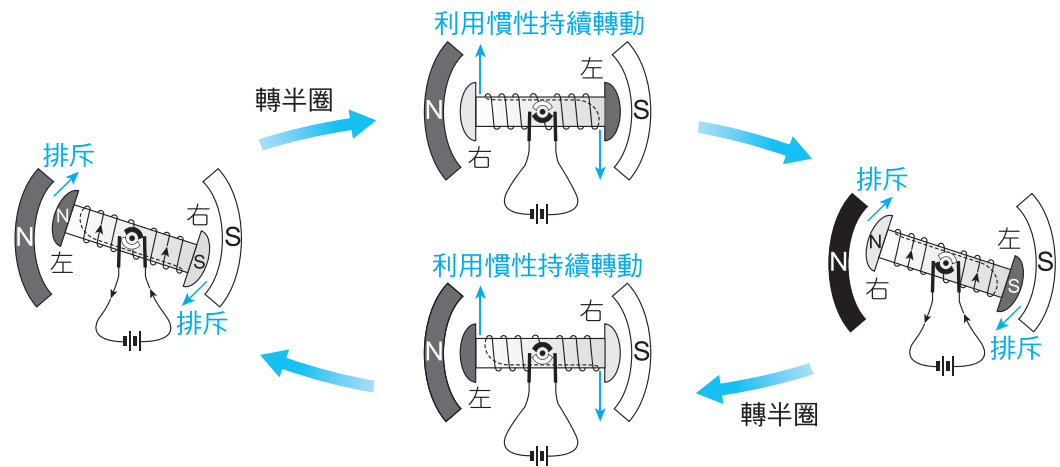


圖：馬達結構示意圖

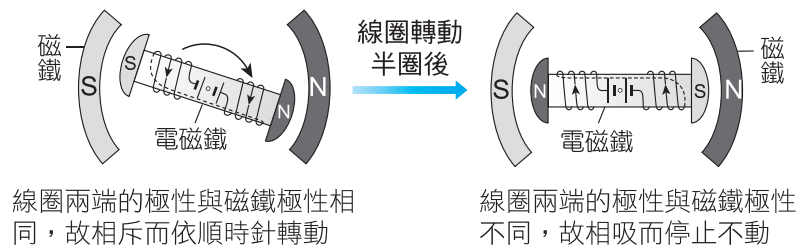
教師用書
歡迎指教

3. 轉動原理：

- (1) 鐵芯的轉動方向會因通電線圈內的電流方向不同而異。
- (2) 由於線圈內的電流恆沿同一方向流動，半圓形集電環會因線圈每轉半圈電流反向一次，造成線圈兩端的極性恆與兩側磁鐵之極性相同而產生排斥，故線圈與轉軸就能持續不斷朝同一方向轉動。
- (3) 如下圖，馬達轉軸上裝有半圓形集電環，每轉半圈，流入線圈內電流反向一次，因極性相同而排斥，故可繼續轉動。



- (4) 如下圖，若馬達轉軸上無半圓形集電環與電刷，線圈轉半圈後，電磁鐵就會因與兩側磁鐵相吸停止不動。



- 4. 電動機的應用：電扇、洗衣機、抽水機、吸塵器和冷氣機等。但應用於日常電器中的電動機，其構造較簡易馬達複雜許多。

自然小劇場

今天來做做看之前家政課上學到的料理當晚餐

首先先將紅蘿蔔跟馬鈴薯切塊

接著丟入鍋中川燙

不過好神奇喔，電磁爐不用火是怎麼加热的呢？

將對的圈起來

觀念一把罩

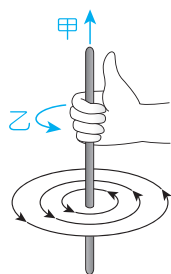
1. 任何通有電流的導線，在其四周都可以產生磁場的現象稱為 電流磁效應。
2. 安培右手定則可判定載流導線周圍的磁場方向，右手握住通電流的導線，大拇指伸直的方向為 電流 方向，四指彎曲的方向即為 磁場 的方向。
3. 電磁鐵為利用電流磁效應的裝置，將軟鐵棒插入螺線管內部，當通入電流時，螺線管內部磁場會因軟鐵棒磁化，使磁場強度 變大。
4. 馬達中的 集電環 及 電刷 是馬達能夠持續朝同方向轉動的關鍵。

觀念推與敲

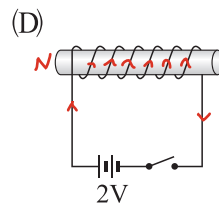
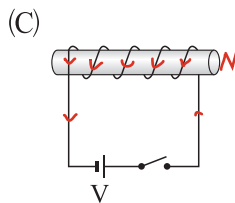
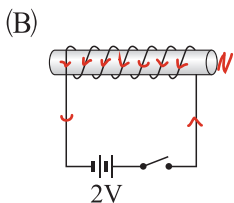
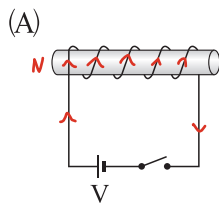
1. 通有電流的長直導線，在其四周所建立的磁場強弱，和導線上的電流大小成（正比、反比），和導線的距離成（正比、反比）。
2. 右手握住螺線管四指彎曲的方向為（電流、磁場）方向，大拇指伸直的方向即為（電流、磁場）的方向。
3. 若電磁鐵所通的電流愈（大，小）或所纏的線圈數愈（多，少），則電磁鐵產生的磁力愈大。
4. 馬達中的線圈每轉（半圈、一圈）電流方向須改變一次。

應用練習

- (C) 1. 通有電流的直導線，欲使在其附近的鐵粉磁場圖像更清晰及磁場愈強，須用下列何種方法？
(A) 換成顆粒較細的鐵粉 (B) 增加導線電流的強度
(C) 選項(A)、(B)兩項均可達到目的 (D) 將鐵粉的顆粒加粗
- (A) 2. 右圖為長直導線通以電流產生磁場的圖形，試由安培右手定則推論甲、乙各代表什麼方向？
(A) 電流，磁場 (B) 磁場，電流
(C) 電子流，磁場 (D) 磁場，電子流
2. 安培右手定則中，姆指表示電流方向，其餘四指表示磁場方向。
- (B) 3. 電動機是屬於下列何種能量轉換的裝置？
(A) 力學能轉換成電能 (B) 電能轉換成力學能
(C) 位能轉換成力學能 (D) 力學能轉換成熱能



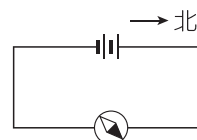
- 基(B) 4. 如下列四圖，以同長度的導線繞在相同鐵棒上，製成不同的電磁鐵，則何者的磁力最強且 N 極在右邊？



4. 由線圈匝數及電流大小可知，磁場強度：(B) = (D) > (A) = (C)，但 N 極在右邊，則為(B)、(C)，故符合題意者為選項(B)。

學習實戰評量

- (C) 1. 小華畫了一張電流的磁效應實驗示意圖，如右圖所示，圖中磁針放置於導線的上方，磁針黑色部分為 N 極，所指方向為磁場方向。老師發現此示意圖並不合理，則下列哪一個修改方式的示意圖最為合理？



【108 國教會考】

- (A) (B) (C) (D)

- (B) 2. 如右圖，長直導線上方放置一磁針，發現磁針 N 極依順時鐘方向偏轉，則導線中電子流的方向為何？

- (A) 南向北
(B) 北向南
(C) 東向西
(D) 西向東

1. 電流由北向南，磁針在導線上方時應偏向西北方，可用將正負極反接改變電流方向或將磁針移到導線下方的方式修正。



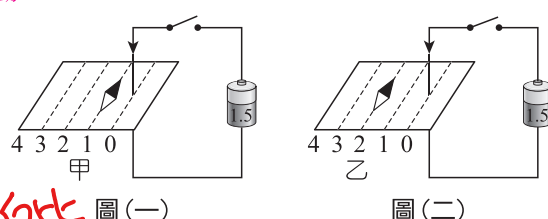
2. 導線上方磁針 N 極向東偏，依安培右手定則，電流方向：南→北，故電子流：北→南。

- (D) 3. 下列有關馬達之敘述，何者正確？

- (A) 線圈纏繞的鐵芯為永久磁鐵 (B) 線圈的漆包線兩端之引線各連接在兩個圓形的金屬環上 (C) 電刷可隨著線圈轉動供應電流 (D) 電流輸入線圈造成鐵芯的極性與外圍磁鐵極性相同產生排斥而轉動

3. (A) 暫時磁鐵；(B) 兩個半圓形金屬環；(C) 電刷不隨著轉動。

- (C) 4. 如右圖(一)、圖(二)，甲、乙兩磁針與導線之距離比為 1:2，壓下開關，則甲、乙兩磁針受到通電導線產生的磁場強度比為多少？

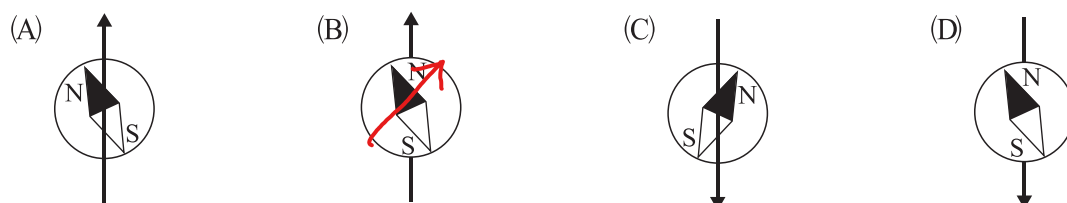


- (A) 1:2 (B) 1:4
(C) 2:1 (D) 4:1

安培定律：和距離 (一次方) 成反比

4. 由安培定律可知，磁場大小與電流成正比，與距離成反比。

- (B) 5. 利用安培右手定則，判別下圖中何者的磁針偏轉方向錯誤？(箭號表示導線電流方向)

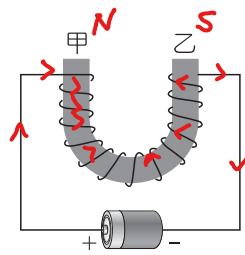


5. (B) 電流南→北，導線上方磁針 N 極向東偏。

- (A) 6. 有一不具磁性之鐵棒彎成 U 字形，用漆包線繞成線圈，並通以電流，如右圖，則甲、乙哪一端為該暫時磁鐵之 N 極？

(A) 甲 (B) 甲或乙均可
(C) 乙 (D) 無法判別

6. 依安培右手定則，甲為 N 極，乙為 S 極。



- (C) 7. 馬達的設計中，線圈轉動了 90 度之後，集電環和電刷並沒有接觸，那麼線圈為什麼會繼續轉動呢？

(A) 受磁場方向影響 (B) 線圈還有殘留的電流
(C) 受運動慣性影響 (D) 受重力影響

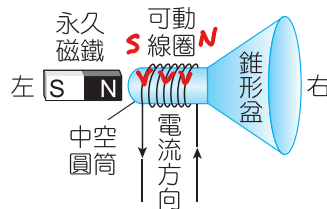
7. 集電環與電刷無接觸時，線圈不通電，故不受力，根據牛頓第一運動定律，線圈維持慣性繼續轉動。

- (B) 8. 右圖是喇叭構造圖，將可動線圈繞在中空圓筒上，磁鐵固定不動，當線圈通電後，線圈會如何運動？

素養題

(A) 向右 (B) 向左
(C) 左右運動 (D) 不動

8. 通電後，可動線圈左端產生 S 極，故會被磁鐵 N 極吸引向左運動。



- (A) 9. 下列有關電磁鐵之敘述何者錯誤？

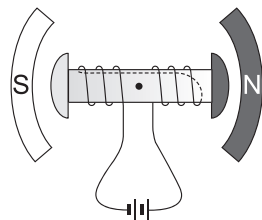
(A) 電磁鐵是利用鋼棒放入線圈內，通以直流電後磁化製成
(B) 電磁鐵磁力大小及用途比天然磁鐵大且廣
(C) 港口搬運進口廢鐵或鋼板利用電磁起重機即為電磁鐵之應用
(D) 電磁鐵之磁極及強度可用人工調整

9. (A) 是利用軟鐵棒

- (C) 10. 右圖為簡易馬達，當壓下開關後，鐵芯的轉動情形為何？

(A) 不停地依逆時鐘轉動
(B) 不停地依順時鐘轉動
(C) 轉動半圈後，即不再轉動
(D) 逆時鐘、順時鐘交互轉動

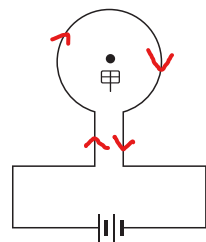
10. 缺少集電環來改變電流方向，故轉動半圈後電磁鐵會與磁鐵相吸。



- (A) 11. 如右圖，將一直導線繞成單圈線圈，平放水平桌面上並通以電流，則線圈中心點甲的磁場方向為何？

(A) 垂直進入桌面
(B) 垂直射出桌面
(C) 平行桌面向右
(D) 平行桌面向左

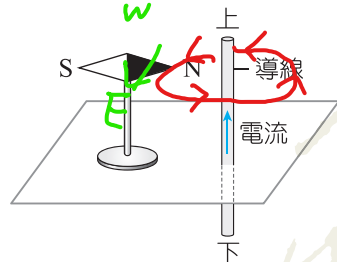
11. 由上俯視為順時鐘方向電流，根據安培右手定則，線圈內部磁場方向為垂直進入桌面。



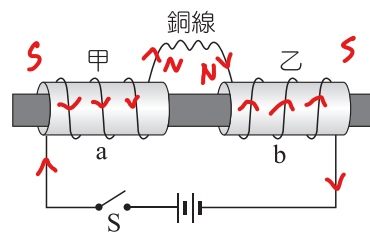
- (D) 12. 如右圖，磁針可在水平面上自由旋轉，今導線通以由下而上的電流時，則導線產生的磁場方向，由上方俯視之為何？磁針向何方偏轉？

(A) 順時鐘，向西偏 (B) 逆時鐘，向西偏
(C) 順時鐘，向東偏 (D) 逆時鐘，向東偏

12. 依安培右手定則判定



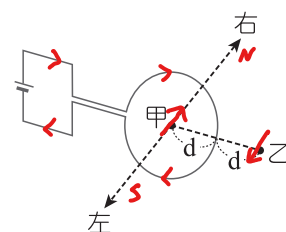
- (基) (B) 13. 如右圖所示，a、b 兩線圈固定在甲、乙兩塑膠套筒上，兩套筒在同一根光滑的水平直桿上，能自由滑動，且 a、b 兩線圈以一可自由彎曲的銅線串聯。若將開關 S 按下，使電路中通有電流，則關於甲、乙兩套筒運動的敘述，下列何者正確？



(A) 靜止不動 (B) 左右分開 (C) 相互靠攏 (D) 同時向右滑動

13. 甲線圈右端為 N、乙線圈左端為 N，甲、乙相斥。

- (基) (C) 14. 導線繞成圓形線圈，連接電池成右圖所示之電路。則由圖中圓形線圈所產生之磁場在甲、乙兩點的方向分別為何？

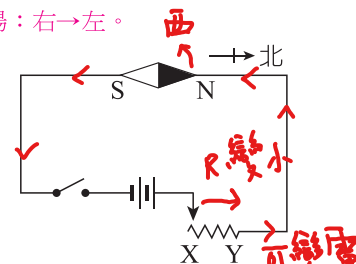


(d 表示甲、乙兩點至線圈的距離，甲位於線圈的圓心)

- (A) 甲、乙兩點磁場方向皆向右
(B) 甲、乙兩點磁場方向皆向左
(C) 甲點磁場方向向右，乙點磁場方向向左
(D) 甲點磁場方向向左，乙點磁場方向向右

14. 線圈電流方向順時鐘，故 S 極在左，N 極在右，故圈內磁場：左→右，圈外磁場：右→左。

- (精) (D) 15. 如右圖，壓下開關，箭號由 X 點移到 Y 點，則導線上方的磁針之 N 極會如何？



- (A) 向東偏，角度漸小
(B) 向東偏，角度漸大
(C) 向西偏，角度變小
(D) 向西偏，角度變大

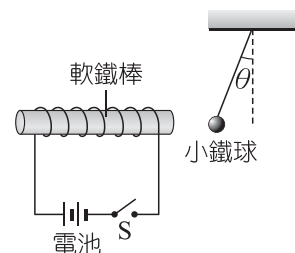
15. 安培右手定則，電流：北→南，導線上方的磁針 N 極向西偏，且因電阻漸小、電流漸大，故磁針偏轉角度亦變大。

- (C) 16. (甲) 觀察磁針偏轉的方向及角度大小；(乙) 利用安培右手定則；(丙) 由鐵粉排成的磁場圖像。上面哪幾項可用來判別磁場大小？

(A) 僅甲、乙 (B) 僅乙、丙 (C) 僅甲、丙 (D) 甲、乙、丙

16. (乙) 安培右手定則僅能判別磁場方向

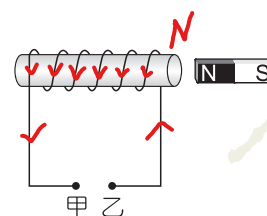
- (基) (B) 17. 在一螺線管中放入軟鐵棒，按下開關 S 接通電流後，吸引繫在繩上自由垂下的小鐵球，使它偏離 θ 角，如右圖所示。下列何者無法使 θ 角變大？



- (A) 讓通電的線圈及軟鐵棒的位置更接近小鐵球
(B) 將現有的兩個電池正負極同時反向連接
(C) 再多加兩個同向串聯的相同電池
(D) 將線圈繞得更緊密、更多圈

17. (B) 電池反接只能使電流方向改變，無法使 θ 角變大。

- (B) 18. 如右圖，欲使電磁鐵與永久磁鐵產生排斥作用，則電池的正極應接甲、乙的哪一點？



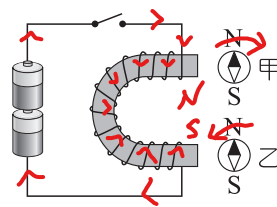
- (A) 甲 (B) 乙
(C) 甲或乙均可 (D) 以上皆可

18. 欲使電磁鐵和磁鐵相斥，電磁鐵右側應為 N 極，由安培右手定則判斷，乙為正極。

- 基(A) 19. 如右圖，U 形軟鐵棒繞以漆包銅線，作成電磁鐵，平放於桌面上，在軟鐵棒兩端放置磁針，當壓下開關時，甲、乙兩磁針之 N 極如何偏轉？

(A) 甲：順時鐘，乙：逆時鐘 (B) 甲、乙均順時鐘
(C) 甲：逆時鐘，乙：順時鐘 (D) 甲、乙均逆時鐘

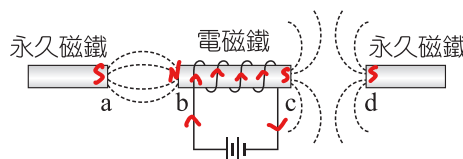
19. U 形磁鐵上方為 N 極，下方為 S 極。



- (D) 20. 愷傑發現電磁鐵與兩個永久磁鐵排列在一起時，磁力線的分布如右圖所示。下列何者為磁極 a、b、c、d 的磁性？

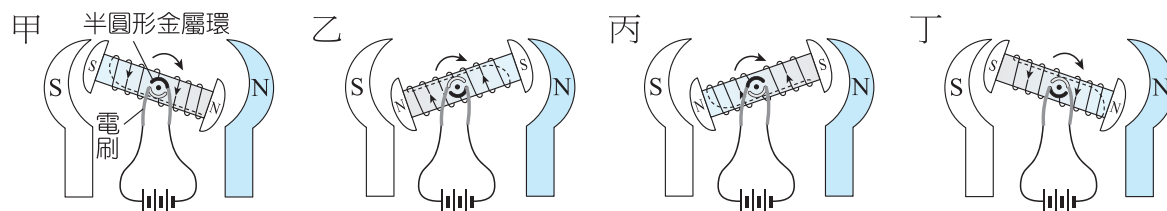
(A) N、S、N、N (B) N、N、N、N
(C) S、S、N、N (D) S、N、S、S

20. 由安培右手定則可知，電磁鐵的 b 為 N 極、c 為 S 極，故 a 為 S 極、d 為 S 極。



- 精(C) 21. 下列為直流馬達順時鐘轉一圈，線圈上的電流及其兩端的極性，若由下圖甲開始轉動，正確的轉動順序為下列何者？

注意接觸的半環必須前後貫通

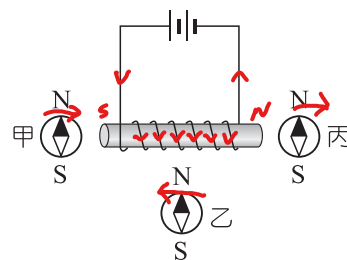


(A) 甲→乙→丙→丁→甲 (B) 甲→丙→丁→乙→甲
(C) 甲→乙→丁→丙→甲 (D) 甲→丁→乙→丙→甲

- 基(B) 22. 如右圖，螺線管通以電流後，甲、乙、丙三磁針 N 極的指向為何？（以箭號表示）

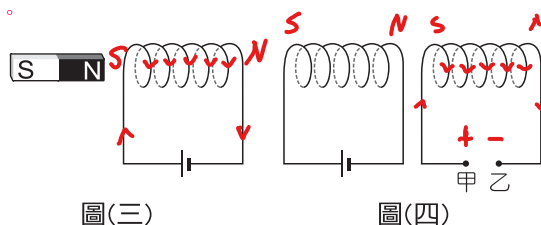
(A) 甲：→，乙：→，丙：→
(B) 甲：→，乙：←，丙：→
(C) 甲：←，乙：→，丙：←
(D) 甲：←，乙：←，丙：←

22. 由安培右手定則判斷，螺線管左側為 S 極、右側為 N 極。



- (A) 23. 欲使右圖(四)中兩線圈的磁力作用與圖(三)相同，則圖(四)中有一未知電源的線圈之甲點，應如何接電源？

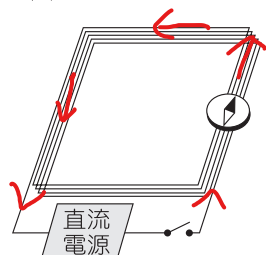
(A) 電池的正極
(B) 電池的負極
(C) 電池的正、負極均可
(D) 交流電



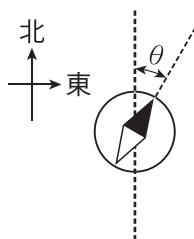
23. 圖(三)中，磁棒與線圈相吸。圖(四)中，左方線圈之右端為 N 極。欲相吸，故右方線圈之左端應產生 S 極，故甲點應連接電池正極。

請閱讀下列敘述後，回答24.~25.題

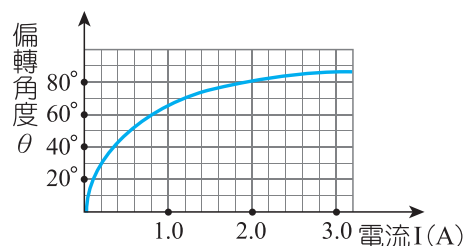
將一條長直導線繞成五匝後，在其上放一磁針，如圖(五)。今壓下開關後，磁針偏轉角度如下圖(六)，若調整電源的電壓，測量輸入電流與偏轉角度 θ 之關係，如圖(七)。



圖(五)



圖(六)



圖(七)

- (A) 24. 由圖(六)磁針偏轉之方向可知，圖(五)中磁針下方導線電流的方向為何？而直流電源的哪一側為正極？

- (A) 南→北，電源右側為正極 (B) 南→北，電源左側為正極
(C) 北→南，電源右側為正極 (D) 北→南，電源左側為正極

24. 磁針置於導線上方且偏向東方，根據安培右手定則，可判斷電流方向為由南向北，且直流電源右側為正極。

- (A) 25. 下列有關此實驗的推論，何者錯誤？

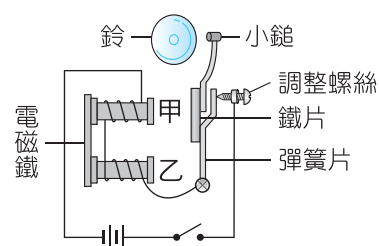
素養題

- (A) 輸入電流愈大，偏轉角度愈大，最大可能達到 $100^\circ \approx 90^\circ$
(B) 若輸入電流一樣，匝數增多，偏轉角度會增大
(C) 磁針同時受到地磁和感應磁場的作用
(D) 利用以上裝置及上圖(七)關係圖，可用來測電流的大小

25. 由圖(七)，偏轉角度最大時接近 90° 。

請閱讀下列敘述後，回答26.~27.題

電磁鐵除了應用在馬達上之外，電話、喇叭及電鈴等其實都有應用到電磁鐵。右圖為電鈴構造的示意圖，通電時，電磁鐵的磁力會帶動彈簧片，進而帶動小槌敲打鈴而發出鈴聲，而彈簧片與小槌觸碰的瞬間，會導致電路斷路，令彈簧片回歸原處，然後反覆進行相同的動作。



- (B) 26. 當按下開關時，甲、乙的極性如何？
(A) 甲、乙都為 N 極 (B) 甲為 N 極，乙為 S 極
(C) 甲、乙都為 S 極 (D) 甲為 S 極，乙為 N 極

26. 利用安培右手定則，判別線圈磁場方向。

- (C) 27. 下列有關電鈴的敘述，何者錯誤？

素養題

- (A) 電流通路時，電磁鐵具有磁性，而與鐵片互相吸引
(B) 電路形成斷路時，電磁鐵不具有磁性
(C) 電磁鐵與鐵片吸在一起時，電磁鐵的磁力不變
(D) 電磁鐵與鐵片吸在一起時，電路形成斷路

27. (C) 吸在一起時電路成斷路，電磁鐵磁力消失。

2-3

電流與磁場的交互作用

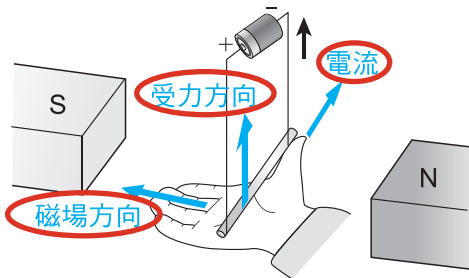
學習內容

學習內容 Kc-IV-5 載流導線在磁場會受力，並簡介電動機的運作原理。

直流電

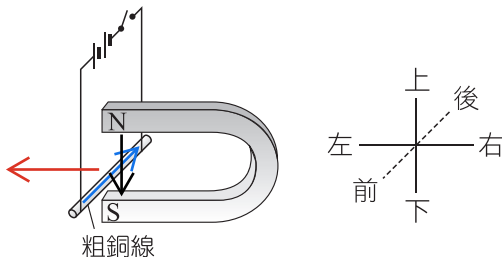
1. 電流與磁場的交互作用：外加的磁場

- (1) 在磁場中，磁針會受到磁場磁力作用而偏轉，且磁針 N 極指向即為磁場的方向。
- (2) 若將磁針改為載流導線時，則此導線在磁場中會受到磁力作用而運動，其受力現象可用右手開掌定則判別之。
- (3) 右手開掌定則：右手掌張開，伸直的四指與大拇指互成直角，如右圖。
 - ① 伸直的四指：磁場的方向。
 - ② 大拇指的方向：導線中電流的方向。
 - ③ 手掌心的方向：導線所受磁力之方向。
- (4) 載流導線在磁場中受力的方向與大小關係：
 - ① 磁場的方向與載流導線上電流的方向不平行時，導線才受磁力之作用。
 - ② 當兩者互相垂直時，導線所受磁力最大。導線⊥磁場→受力最大
 - ③ 當兩者互相平行時，導線所受磁力為 0。導線//磁場→受力為 0
 - ④ 導線的電流愈大、磁場強度愈強或導線在磁場中的長度愈長，受力愈大。



2. 載流導線在磁場中受力的情形：

- (1) 裝置：將細導線的兩端懸掛一粗銅線作成秋千狀，並將其置於 U 形磁鐵中間，然後將細導線接上電源及開關，其裝置如下圖。

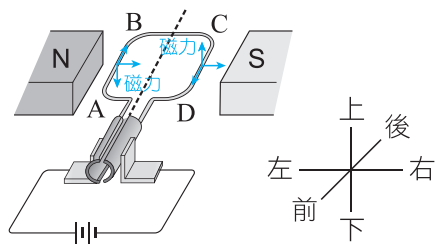


- (2) 實驗步驟及結果：（利用右手開掌定則，判斷粗銅線移動方向）
 - ① 圖中粗銅線電流方向：前→後（大拇指方向）。
 - ② 磁場方向：上→下（伸直四指方向）。
 - ③ 導線受力方向：向左（右手手掌心的方向）。

實驗步驟	實驗結果
(a) 壓下開關的瞬間	粗銅線向左方移動
(b) 增加電池的串聯數目，再壓下開關瞬間	粗銅線向左方移動更明顯
(c) 將電池反向連接，使粗銅線內電流方向相反	粗銅線向右方移動

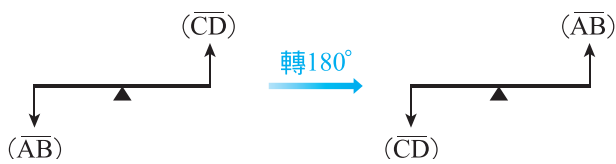
註：由結果可知，導線所受磁力大小、方向與電流大小、方向有關。

3. 利用右手開掌定則，判別直流電動機內線圈轉動的方向，參考右圖。



- (1) $\overline{AB}$ 部分：磁場方向：左→右。
電流方向：前→後。
磁力方向：向下。
- (2) $\overline{BC}$ 部分：電流方向與磁場方向平行，導線不受磁力作用。
- (3) $\overline{CD}$ 部分：磁場方向：左→右。
電流方向：後→前。
磁力方向：向上。

(4) 結果：
如右圖，線圈逆時鐘轉動經 180° 後，變成 $\overline{CD}$ 部分受到向下磁力， $\overline{AB}$ 部分受到向上磁力，再依逆時鐘轉動，如此重複，故線圈可依同方向不停轉動。



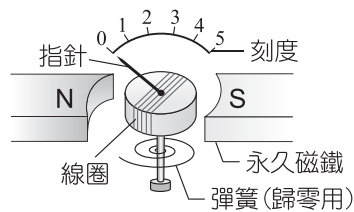
4. 粒子在空間中的運動情形：

- (1) 帶正電的質子於空間中運動時，其運動方向與電流方向相同。
- (2) 帶負電的電子於空間中運動時，其運動方向與電子流方向相同，和電流方向相反。
- (3) 帶電的粒子在磁場中運動時，粒子會受到磁力作用而發生偏轉。

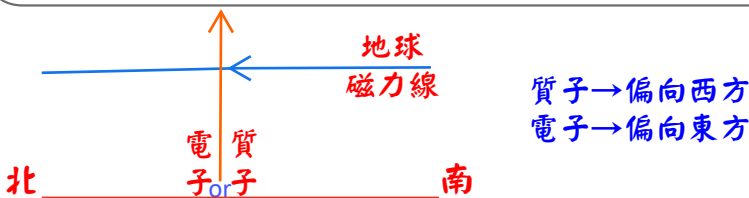
註：將質子、中子與電子同時射入磁場中，質子與電子因受磁力作用而發生偏轉；
但中子不帶電，故不受磁力作用，不產生偏轉。

(4) 傳統電視機映像管（CRT）螢幕與地球南、北極的極光現象，皆為帶電粒子在磁場中運動後所造成的結果。

5. 安培計內部構造如右圖所示，電流流經線圈後產生的磁場與永久磁鐵產生交互作用而使指針偏轉，可測量安培計的電流大小。



自然小劇場



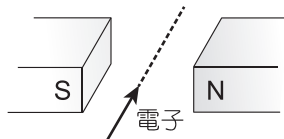
觀念一把罩

1. 右手開掌定則的內容為合併的四指指向為磁場方向，大拇指指向為電流方向，則垂直於掌心的方向即為導線受力（運動）的方向。
2. 電流方向與磁場垂直時，受力最大，平行時，受力為0。
3. 電荷運動方向不與磁場平行時，此電荷必受有磁力作用。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 兩相鄰的平行導線，若電流方向相同，則彼此（相吸、相斥）；若電流方向相反，則彼此（相吸、相斥）。
2. 磁場為北向南，一條東西方向的水平導線，電流由東至西時，此導線受力方向朝（上、下）。
3. 右圖的電子水平射入磁鐵的兩磁極之間，射入方向與磁場方向垂直，則電子射出後的運動方向將（偏向上方、偏向下方）。

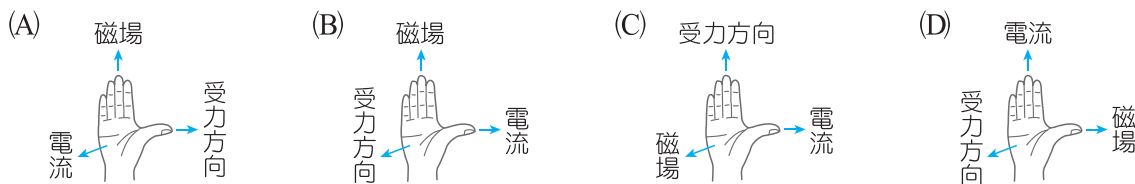


應用練習

- (C) 1. 載流導線在磁場中受到磁力的作用而產生偏移，其受力情形可用右手開掌定則說明，下列有關該定則的敘述何者錯誤？
- (A) 四指伸直的方向為磁場方向
 - (B) 大拇指的方向為電流方向
 - (C) 手掌心的方向是導線所受重力的方向
 - (D) 磁場方向、導線電流方向及導線所受磁力方向，兩兩夾角 90° （互成垂直）

1. (C) 導線所受磁力的方向，非重力。

- (B) 2. 以右手開掌定則，表示載流導線在磁場中受力的方向，下列何者正確？

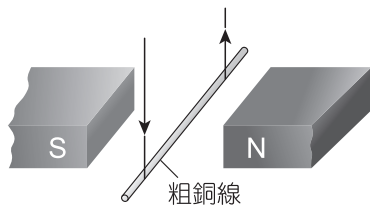


- (D) 3. 在南、北極有時可以欣賞到因太陽輻射而產生的美麗極光。請問是何種力量將帶電粒子引到南、北兩極，並與大氣碰撞而形成極光？

(A) 地球自轉的力量 (B) 地球引力 (C) 風力 (D) 地球磁場

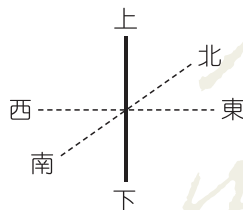
3. 太陽輻射帶電，受(D) 地球磁場作用，於極地和大氣層碰撞產生極光。

- (A) 4. 如右圖，用粗銅線與細導線作成秋千狀，箭頭表示電流方向，且該粗銅線會受外加磁場作用，則其所受的磁力方向為何？

(A) 向上 (B) 向下
(C) 向左 (D) 向右

4. 右手開掌定則，磁場方向：右→左，導線電流方向：前→後，手心方向：向上。

- (A) 5. 如右圖，今通有由東向西之電流的導線置於一個方向由上而下的磁場中，則該導線會偏向何方？

(A) 南 (B) 北
(C) 東 (D) 西



- (B) 1. 在赤道上空垂直向赤道射入下列哪一種粒子，其不受地球磁場的磁力作用？

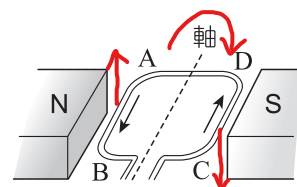
(A) 質子 (B) 中子 (C) 電子 (D) 原子核

1. (B) 中子不帶電

- 基(C) 2. 如右圖，在磁鐵中央放一可轉動的矩形線圈，並通以電流（以箭頭表示線圈內的電流方向），則哪一段的導線受力方向向下？

(A) AB (B) AD (C) CD (D) 線圈不動

2. AB 受力向上；AD 電流方向與磁場方向平行，故不受力；CD 受力向下。



- 基(A) 3. 如右圖，甲、乙兩種粒子受外加磁場之作用，其運動方向為何？

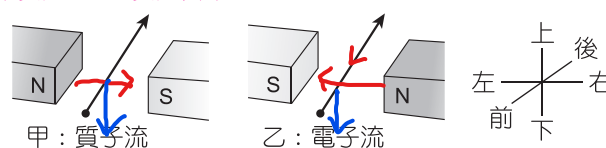
(A) 甲、乙均向下

(B) 甲、乙均向上

(C) 甲向下，乙向上

(D) 甲向上，乙向下

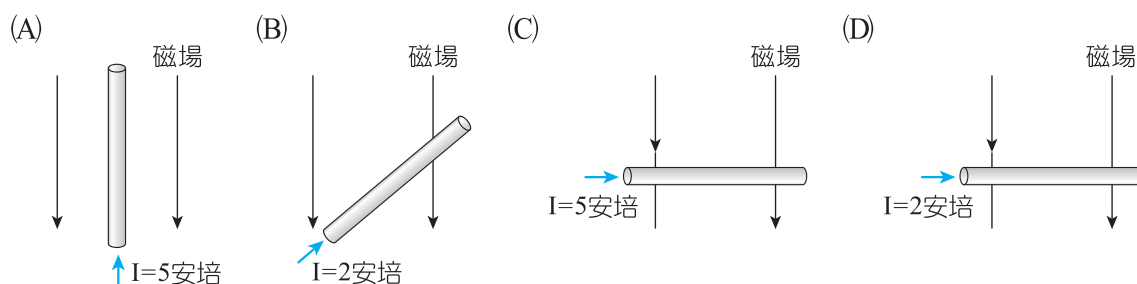
3. 質子流方向同電流，而電子流方向與電流相反，故選(A)。



- (A) 4. 要找出一條置於外加磁場中，通有電流的導線之受力情形，需使用哪一隻手？且大拇指、伸直的四指各分別代表什麼方向？

(A) 右手，導線上電流的方向、外加磁場的方向 (B) 右手，外加磁場的方向，導線上電流的方向 (C) 左手，導線上電流的方向、外加磁場的方向 (D) 左手，外加磁場的方向，導線上電流的方向

- 基(C) 5. 導線長度相同，依次置於向下均勻的磁場中，則以何圖導線所受磁力最大？（箭號方向：磁場方向，：導線）



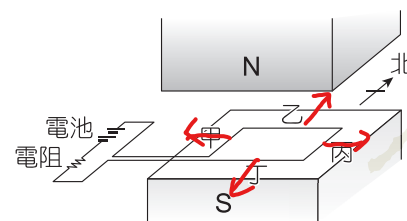
5. 所受磁力大小順序：(C) > (D) > (B) > (A)

- (C) 6. 有一電路裝置如右圖所示，銅線甲、乙、丙、丁分別與相鄰銅線垂直，且均與磁場方向垂直，則關於通電時銅線在磁場中所受的磁力方向，下列何者正確？

(A) 銅線甲：向北 (B) 銅線乙：向南

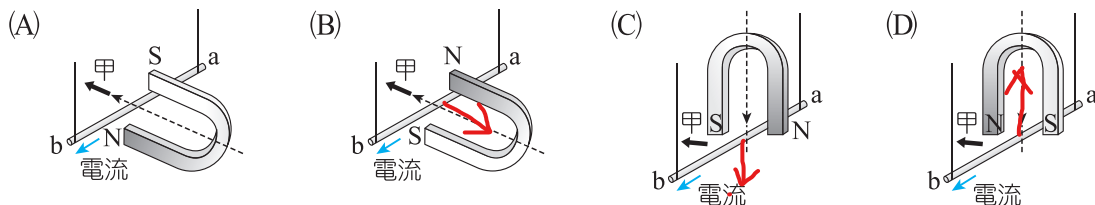
(C) 銅線丙：向東 (D) 銅線丁：向北

【106 國教會考】



6. 電流方向為甲向北、乙向東、丙向南、丁向西，磁場方向由上到下，故所受磁力方向為甲向西、乙向北、丙向東、丁向南。

- 基(A) 7. 下列四圖中，將 U 形磁鐵沿虛線靠近通有電流的銅線，則銅線朝甲箭頭方向移動者為哪一張圖？

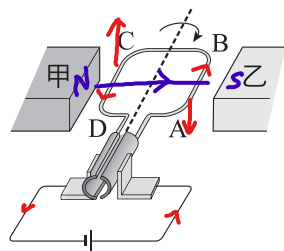


7. (B) 向甲的反方向移動；(C) 向下移動；(D) 向上移動。

- 基(A) 8. 如右圖，妮妮發現直流電動機的線圈依順時鐘轉動，試問甲、乙兩磁極，何者為 N 極？

- (A) 甲
(B) 乙
(C) 甲或乙均可
(D) 甲、乙皆不可能為 N 極

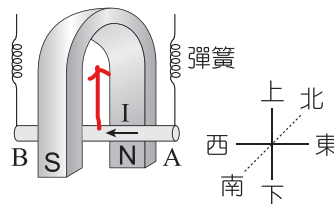
8. 線圈依順時鐘轉動，AB 部分電流方向為前→後，導線受力方向向下，CD 部分導線受力方向向上，磁場方向：左→右。



- 基(B) 9. 如右圖，光禹將兩磁極間水平放置一導線，通上電流後，連接導線的彈簧長度為何？

- (A) 增加 (B) 減少
(C) 不變 (D) 有時增加，有時減少

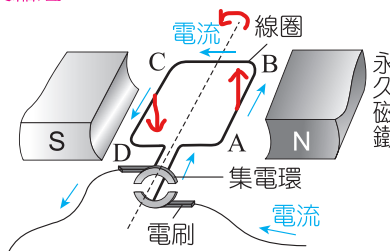
9. 磁場方向：北→南，電流方向：東→西，受力方向：向上，故彈簧長度縮短。



- 基(B) 10. 如右圖所示，箭頭代表線圈內的電流方向，則線圈依軸線（圖中虛線）往什麼方向轉動？

- (A) 順時鐘
(B) 逆時鐘
(C) 順、逆時鐘交替
(D) 無法判別

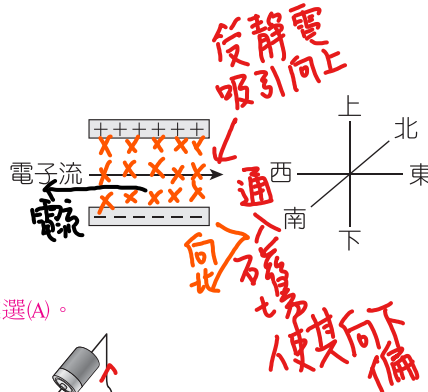
10. AB 受力向上，CD 受力向下，線圈依逆時鐘轉動。



- 精(A) 11. 如右圖，欲使一束電子流由西向東直線通過兩片帶電的平行電板（上方帶正電，下方帶負電）而不偏向，則兩平行帶電板間須有哪一方向之磁場？

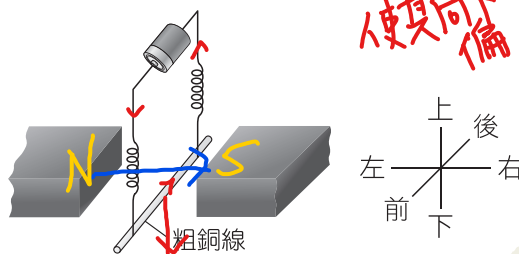
- (A) 南→北 (B) 東→西 (C) 西→東 (D) 上→下

11. 電子流會受上方正極電板所吸引，故需以向下的力將其抵消，答案選(A)。



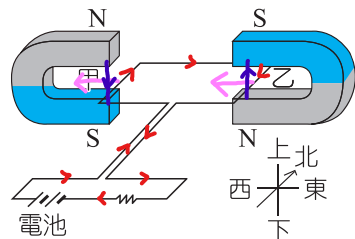
- 精(A) 12. 如右圖，粗銅線兩端用極細彈簧吊住，通以足夠電流，使之通過左右方向之水平磁場，發現彈簧長度增加，可見磁場方向為何？

- (A) 左→右
(B) 右→左
(C) 左右互相交替
(D) 無法判別



12. 彈簧長度增加，表示粗銅線受到向下之磁力作用，電流方向：前→後，手心方向：向下，依右手開掌定則，伸直的四指：左→右。

- 精(B) 13. 如右圖所示，有一電路裝置固定放置在水平面上，甲、乙兩段南北向的導線分別置於兩馬蹄型磁鐵所形成的磁場中，磁場恰好與甲、乙兩段導線垂直。判斷甲、乙兩段導線在磁場中所受磁力的方向，下列敘述何者正確？

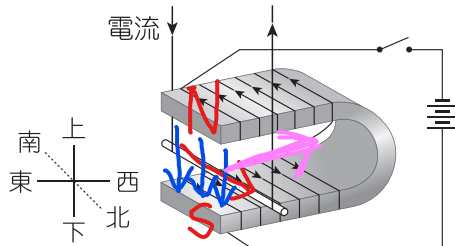


- (A) 甲、乙均向東 (B) 甲、乙均向西
(C) 甲向東，乙向西 (D) 甲向西，乙向東

13. 將電流與磁場的方向繪出後，根據右手開掌定則，甲導線電流向北、磁場向下，所以受力向西，乙導線電流向南、磁場向上，所以受力向西。

請閱讀下列敘述後，回答14.~16.題

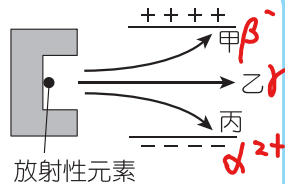
糖糖利用一電磁鐵作為外加磁場，然後在電磁鐵內沿南北方向放置一導線，並接上電源，如右圖所示。



- (A) 14. 壓下開關通電後，電磁鐵所產生的磁場方向為何？
(A) 由上而下 (B) 由南向北 (C) 由東向西 (D) 由下而上
14. 通電後，電磁鐵上方為 N 極、下方為 S 極，磁場方向由上而下。
- 基(B) 15. 若電磁鐵與導線同時接上直流電源，則可發現水平導線向何方移動？
(A) 東方 (B) 西方 (C) 上方 (D) 下方
15. 由右手開掌定則判斷
- 精(D) 16. 承第15題，若將電源改為交流電時，則通以電流之導線是否還會移動？
(A) 會，方向仍與通直流電時相同
(B) 會，但方向與通直流電時相反
(C) 會，但方向會不斷改變
(D) 不會，因接上交流電時無法產生穩定的磁場

請閱讀下列敘述後，回答17.~18.題

有一放射性元素，射出甲、乙、丙三種射線，通過一均勻電場，三種射線在電場中的偏向情形如右圖。



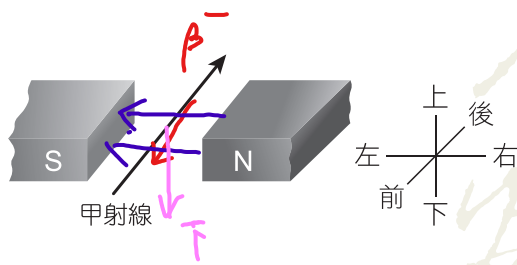
- 基(A) 17. 由三射線在電場中的偏向情形可知，丙射線帶何種電？
(A) 正電 (B) 負電 (C) 不帶電 (D) 無法判別
17. 丙射線受負極電板吸引，故帶正電。

- 精(D) 18. 今將甲射線改射入均勻磁場，如右圖。則該射線因受磁場作用而偏向何方？

素養題

- (A) 左 (B) 右
(C) 上 (D) 下

18. 甲射線為負電，故電流方向相反，由右手開掌定則可知，拇指由後→前，四指（磁場方向）右→左，掌心（受力方向）朝下。



2-4

關於電磁感應

〈學習內容〉

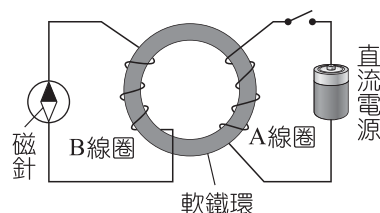
學習內容 Kc-IV-6 環形導線內磁場變化，會產生感應電流。

一、電磁感應與感應電流

1. 電磁感應：

- (1) 緣起：厄斯特於 1820 年發現通有電流的導線會產生磁場。爾後，安培發現導線電流與其所生磁場之關係，建立安培定律及安培右手定則。**法拉第**於 1831 年經由實驗，利用磁場變化產生電流的方法，製造出人類第一部發電機。

註：法拉第的實驗裝置如右圖所示，當開關壓下或拉起瞬間，**B 線圈上方之磁針有偏轉的現象**，表示 B 線圈有磁場（即有電流通過），但開關一直壓下使成通路時，因磁場大小不變，故磁針不偏轉。



- (2) 電磁感應之觀念：

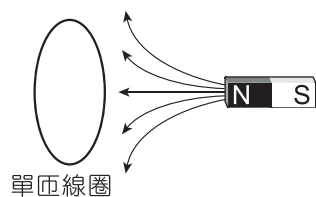
- ① 由於**磁場發生變化**（磁場強度變強或變弱）而**產生電流**的現象，稱為**電磁感應**。由電磁感應而產生的電流稱為**感應電流**。

- ② 電 $\xleftrightarrow[\text{電磁感應}]{\text{電流磁效應}}$ 磁，有電流**必定**會產生磁場，但有磁場**不一定**會產生感應電流，磁場必須發生變化（變強或變弱），才會產生感應電流。

- ③ 產生電磁感應之原因：通過線圈的磁場強度改變。

註：磁場變化方能產生電磁感應，參見右圖：

由磁力線疏密觀點而言，若磁鐵靠近線圈，通過線圈的磁力線增加，磁場變強，則線圈產生電流；反之，若磁鐵遠離線圈，通過線圈的磁力線減少，磁場變弱，則線圈內產生方向相反之電流。

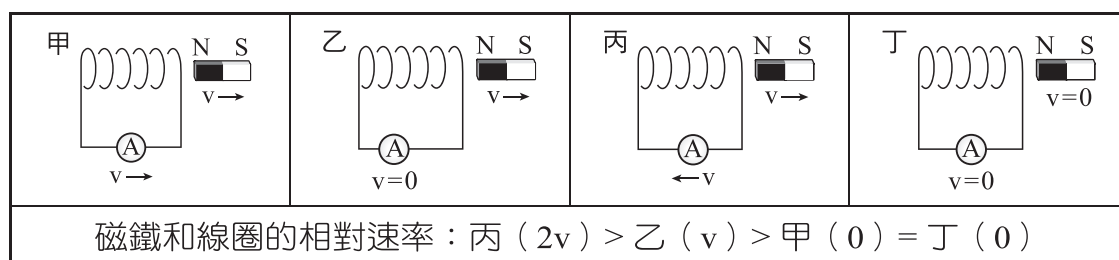
2. 法拉第定律：（判別感應電流的**大小**）

- (1) **法拉第定律**：感應電流大小與線圈內**磁場變化的速率成正比**。

- (2) 影響感應電流大小之因素：

- ① 線圈與磁鐵的**相對速率**愈大，則產生的**感應電流**愈大。
 ② 感應電流的大小與**單位長度內螺旋形線圈的圈數****成正比**。

例：下列四圖中，線圈產生的感應電流大小為丙 > 乙 > 甲 = 丁。



3. 感應電流方向之判別（冷次定律）：（補充）

- (1) 線圈內磁場發生變化時，線圈會產生感應電流，此電流將會產生一個感應磁場，來反抗原來的磁場變化。感應電流的磁場在阻止外界磁場的變化，也就是外界磁場最好不要變化。
- (2) 判別方法：

❶ 磁鐵與線圈接近時：產生的感應磁場會排斥原來的磁場，再依安培右手定則判別線圈內的電流方向，如下圖所示。（以磁極 N 極接近線圈時，由東向西面對線圈，則電流方向為逆時鐘；若以磁極 S 極接近線圈時，由東向西面對線圈，則電流方向為順時鐘。）



❷ 磁鐵與線圈遠離時：產生的感應磁場會吸引原來的磁場，再依安培右手定則判別線圈內的電流方向，如下圖所示。（以磁極 N 極遠離線圈時，由東向西面對線圈，則電流方向為順時鐘；若以磁極 S 極遠離線圈時，由東向西面對線圈，則電流方向為逆時鐘。）



- (3) 將螺旋形線圈、檢流計連接成通路，將磁棒迅速靠近或遠離線圈，觀察檢流計指針的偏轉方向：

圖示				
說明	N 極進入時，檢流計指針向上偏	N 極拿出時，檢流計指針向下偏	S 極進入時，檢流計指針向下偏	S 極拿出時，檢流計指針向上偏

註：檢流計：利用電流的磁效應，能測量出極微小的電流之儀器，其電路符號為ⓐ，檢流計指針偏轉方向與通過電流方向相反。

二、發電機

1. 發電機：

- (1) 原理：利用電磁感應，產生電流的裝置，其能量轉換方式由「力學能→電能」，恰與電動機的能量轉換方式相反。

(2) 構造：

- ❶ 磁鐵：產生磁場。

❸ 集電環：改變輸出電流的方向。
- ❷ 線圈：可以自由轉動。

❹ 電刷：將電流導出的裝置。

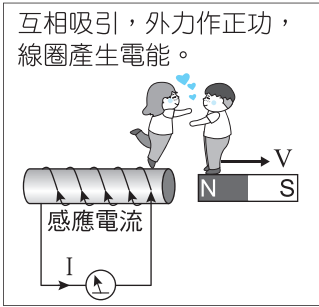
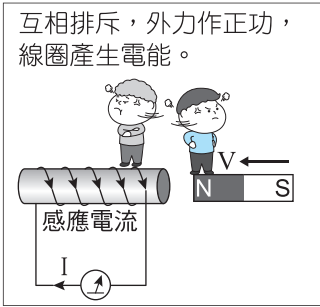
(3) 種類：直流發電機與交流發電機。（補充）

種類	直流發電機	交流發電機
圖示		
電流 (I) 與時間 (t) 之關係圖		

(4) 發電機（利用電磁感應）、電動機（利用電流磁效應）構造相似。

- ❶ 發電機：當線圈與磁鐵磁力方向垂直時，流出電流最大，且線圈每轉半圈，電流變換一次。（半圓形集電環可使輸出的電流保持相同方向→直流電）
- ❷ 電動機：線圈內的電流恆沿同一方向流動，半圓形集電環使線圈每轉半圈電流反向一次，故線圈即可朝同一方向不停轉動。

自然小劇場



教師用書
歡迎指教

觀念一把罩

- 1. 線圈和磁鐵棒有 相對運動 時磁場會產生變化，有感應電流產生。
- 2. 西元 1831 年時法拉第發現當線圈內的磁場發生變化時，會感應產生電流，這電流稱為 感應電流 。
- 3. 發電機是一種能將 力學能 轉變為電能的裝置，主要是利用 電磁感應 的原理所設計出來的。

觀念推與敲

將對的圈起來

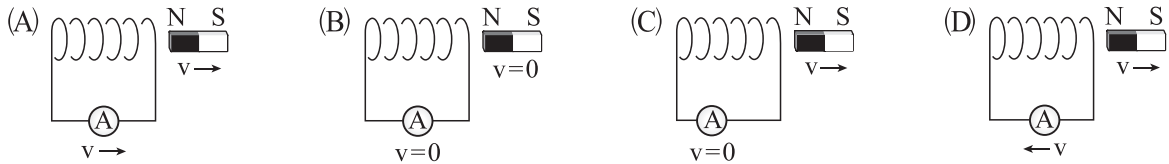
- 1. 在螺線管線圈和磁鐵相對運動的實驗中，檢流計指針偏轉方向和電流方向（相反、相同）。
- 2. 感應電流的大小，和磁場變化快慢（有關、無關）。
- 3. 交流發電機有兩個（圓形、半圓形）集電環，直流發電機有兩個（圓形、半圓形）集電環。（補充）

應用練習

- (B) 1. 下列敘述中，何者屬於電磁感應的現象？
(A) 只要磁場存在，即可產生電流 (B) 必須有磁場的變化，才會產生感應電流
(C) 電流有變化，才會產生磁場 (D) 穩定的電流才會產生磁場

1. (D) 電流磁效應

- (D) 2. 下列四圖中，何者產生的感應電流最大？（ v ：線圈與磁鐵之移動速率）

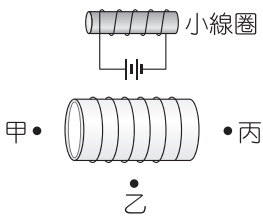


2. 線圈和磁鐵的相對速率愈大，其感應電流愈大。

- 基(D) 3. 如右圖，將一持續通電的小線圈置於大線圈的甲、乙、丙三處，則小線圈置於何處時，大線圈內會產生感應電流？

- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 均不會產生感應電流

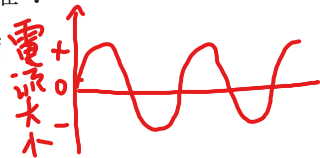
沒有變化磁場



3. 大線圈與小線圈並未產生相對運動，故不會產生感應電流。

- (D) 4. 交流發電機產生的電流大小及方向，下列何者正確？

- (A) 大小、方向均不變 (B) 大小改變，方向不變
(C) 大小不變，方向改變 (D) 大小、方向均改變



產生感應電流

- (A) 1. 下列四種裝置及其處理方式中，哪一種裝置的線圈會發生電磁感應現象？

(A) 磁鐵棒快速靠近線圈。

(B) 銅棒快速靠近線圈。

(C) 通有穩定電流的電磁鐵，磁鐵棒及電磁鐵保持不動。

(D) 通有穩定電流的線圈，銅棒及線圈保持不動。

【105 國教會考】

1. (B) 銅棒無磁場，靠近無法產生磁場變化；(C) 電磁鐵本身即具有電流，故無法產生感應電流；(D) 參照(B)(C)。

- (C) 2. 發電機與電動機之比較，下列何者錯誤？

選項	項目	發電機	電動機
(A)	構造	磁鐵、集電環、纏繞線圈的鐵芯	相似
(B)	原理	電磁感應	電流磁效應
(C)	能量轉換	電能→力學能	力學能→電能
(D)	種類	交、直流兩種	交、直流兩種

2. (C) 發電機：力學能→電能；電動機：電能→力學能。

(A) 3. 磁鐵和線圈發生相對運動時，當速率加大，產生的感應電流會有何變化？

- (A) 變大 (B) 變小
(C) 不變 (D) 大小不一定

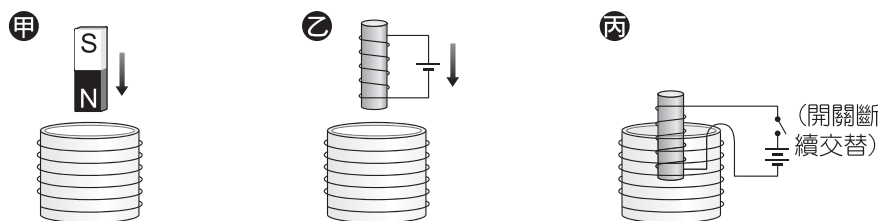
3. 相對運動的速率愈大，產生的感應電流愈大。

基(A) 4. 以同一磁鐵、相同的速度，分別在右圖中的甲、乙兩線圈中靠近、遠離時，所產生的感應電流大小為何？

- (A) 甲 > 乙 (B) 甲 = 乙
(C) 甲 < 乙 (D) 無法比較

4. 依法拉第定律，感應電流大小與單位長度線圈匝數成正比。

基(C) 5. 下列甲、乙、丙三圖中，何者可產生感應電流？



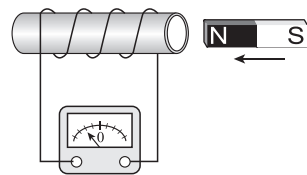
- (A) 僅甲
(B) 僅甲、乙
(C) 甲、乙、丙
(D) 甲、乙、丙均無法產生感應電流

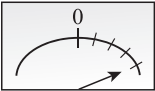
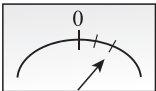
磁場皆有變化

5. 甲和乙透過磁鐵和電磁鐵的移動，產生磁場變化；丙透過開關產生磁場的有無變化。

基(A) 6. 如右圖，將一棒形磁鐵的 N 極插入一螺旋形線圈中，則連接在線圈上的檢流計指針向左偏轉 2 個刻度。若以更快的速度把磁鐵的 S 極插入線圈中，則下列何圖為檢流計可能的偏轉情形？

素養題



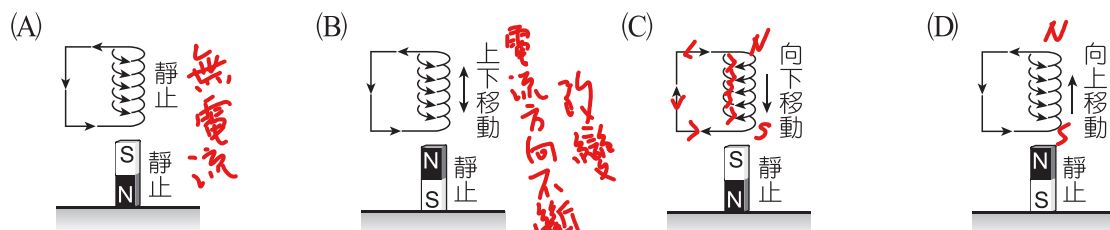
- (A)  (B) 
(C)  (D) 

偏轉方向不同
角度更大

6. S 極插入的速度加快，指針反方向偏轉，偏轉角度變大。

楞次定律

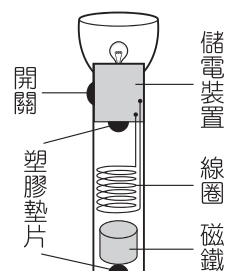
基(D) 7. 下列圖中，線圈上的箭頭表示磁場所產生感應電流的方向何者正確？（補充）



7. (A) 感應電流 = 0；(B) 電流 $\Rightarrow$ 交替進行；(C) 感應電流方向應相反。

- (精) (B) 8. 有一種手電筒，只需在使用前搖一搖，使磁鐵穿過線圈，在兩個塑膠墊片之間來回運動，就能發電並先將電能儲存，再供電給燈泡，它的構造如右圖所示。有關該手電筒的敘述，下列何者最為適當？

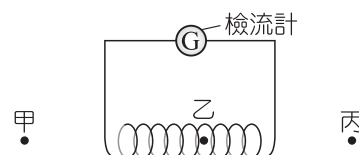
素養題



- (A) 搖晃手電筒的發電過程，是將磁鐵的動能直接轉換成光能
(B) 搖晃手電筒時，磁鐵來回經過線圈會使線圈產生感應電流
(C) 在來回搖晃手電筒的發電過程中，線圈會產生直流電
(D) 搖晃手電筒的發電過程，是運用電流產生磁場

8. (A) 轉換成電能；(C) 產生交流電；(D) 磁場變化產生電流。

- (基) (D) 9. 如右圖所示，將同一根磁棒靜置於甲、乙、丙三位置 10 秒後，比較三處的感應電流，下列敘述何者正確？

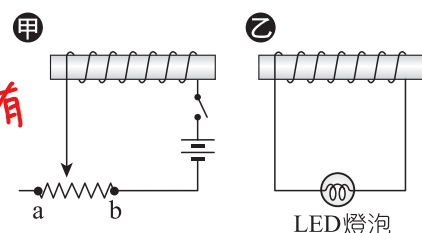


- (A) 在甲位置感應電流最大
(B) 在乙位置感應電流最大
(C) 在丙位置感應電流最大
(D) 在三個位置都沒有感應電流

9. 磁棒靜置於甲、乙、丙三位置，故線圈內的磁場沒有變化，也就沒有感應電流。

- (基) (A) 10. 如右圖，甲、乙兩線圈並排在一起成一直線，試問下列何種情形，乙的 LED 燈泡不亮？

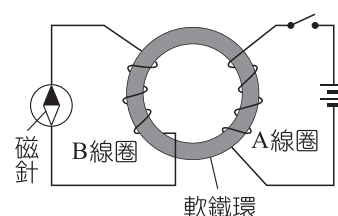
- (A) 壓下甲線圈的開關一段時間
(B) 壓下或拉開甲線圈開關的瞬間
(C) 甲線圈的箭號由 a 快速移到 b (先壓下開關)
(D) 增加電池的串聯數目，且壓下甲線圈開關之瞬間



10. (A) 磁場沒變，沒感應電流，LED 燈泡不亮。

請閱讀下列敘述後，回答 11.~12. 題

右圖為法拉第實驗裝置，A 線圈通電的瞬間觀察到位於 B 線圈上方的磁針 N 極向順時鐘偏轉，故可知 B 線圈中有感應電流通過。



- (C) 11. 下列哪一種情況下，磁針不會偏轉？
(A) 瞬間切斷 A 線圈的電流 (B) 瞬間通以 A 線圈電流
(C) 保持 A 線圈穩定的電流 (D) 增強或減弱 A 線圈的電流

- (精) (B) 12. 當瞬間切斷 A 線圈的電流時，導線上的磁針 N 極如何偏轉？

- (A) 順時鐘偏轉 (B) 逆時鐘偏轉
(C) 保持不會偏轉 (D) 左右擺盪

12. 已知通電瞬間 (磁場變強) N 極向順時鐘轉，故切斷瞬間 (磁場變弱) N 極朝反方向，也就是向逆時鐘偏轉。



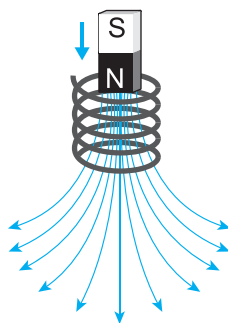
核心素養學習單



有我也有他！密不可分的電與磁

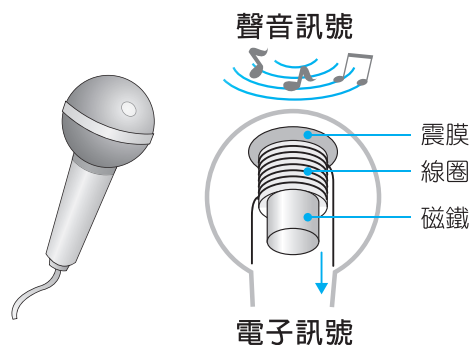
以前科學家研究電和磁時，會將兩者分開研究，電是電，磁是磁，直到丹麥的物理學家厄斯特，他在一次上課的時候，無意中發現通電導線附近的指南針發生偏轉，才開始研究，最後發現了電與磁之間，密不可分的關係。

自從厄斯特發現了電流磁效應後，許多科學家便猜想著磁生電的可能，在10年的研究中，法拉第試盡方法，但都失敗告終，在某一次實驗失敗後，他忍不住將磁鐵亂丟，而這磁鐵剛好掉進一個線圈當中，如右圖所示；此時，他注意到線圈上的檢流計指針發生了偏轉，於是他便發現了，在線圈中如果磁場大小發生變化，線圈就會產生電流。



在日常生活中許多用具的原理就和電及磁有關，例如：麥克風，其原理為有一個振膜經過聲音的震動以後，利用某種裝置將這種震動轉變成電子訊號，然後經過擴大器放大再送到喇叭就變成原來的聲音。通常振膜越大的，頻率越低，所以接大鼓的麥克風定要用大顆的。將震動轉換成訊號的方式基本上有兩種，一種是動圈式，也就是將振膜連到一個線圈的尾端，然後整個線圈套在一個磁鐵上，就好像喇叭一樣，當振膜震動時，在線圈裡面就會產生訊號。另外一種是所謂的電容式，就好像電話的受話器一樣，藉著振膜的振動來改變電容值，因而改變電阻，就能改變電流，變成訊號。

簡單來說，麥克風是將聲音訊號轉成電子訊號，當聲波進入動圈式麥克風後，震膜受到聲波影響，會帶著線圈在磁鐵的磁場中來回振動，透過電磁感應，轉換成電磁訊號，其原理如右圖所示。



評量目標

使學生了解電與磁原理的發展過程，與其在麥克風上的應用方式。

(A) 1. 下列哪一位科學家發現電生磁的現象？

(A) 厄斯特 (B) 法拉第 (C) 牛頓 (D) 富蘭克林

1. 電生磁的現象是厄斯特發現的，答案選(A)。

(B) 2. 生活中所見的動圈式麥克風其原理為下列何者？

(A) 電流磁效應 (B) 電磁感應
(C) 電生磁 (D) 靜電感應

2. 動圈式麥克風的原理為震膜受到聲波影響，會帶著線圈在磁鐵的磁場中來回振動，透過電磁感應，轉換成電磁訊號，答案選(B)。

基(B) 3. 電容式麥克風若輸出電壓固定的情形下，當零件內部的電阻變大時，其電流會如何變化？

(A) 變大 (B) 變小 (C) 不變 (D) 時而變大，時而變小

3. 根據歐姆定律，電壓固定下，電阻越大，電流會越小，答案選(B)。



第 1 次 段考評量

範圍

第 1、2 單元

得分

一 選擇題 (每題 4 分，共 80 分)

(D) 1. 下列何者不是利用離子移動而導電？

- (A) 電解硫酸銅溶液 (B) 電鍍銅時的硫酸銅溶液
(C) 鉛電池中兩電極板間之硫酸溶液 (D) 連接伏打電池兩極之銅電線

1. (D) 利用銅具有的導電性質

(精) (A) 2. 一盞家用檯燈，若本來用的是 60 瓦特鎢絲燈泡，換成 100 瓦特鎢絲燈泡之後就變得比較亮了。其主要的原因為何？

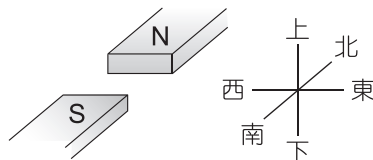
- (A) 通過燈泡的電流變大 (B) 通過燈泡的電流變小
(C) 燈泡兩端的電壓升高 (D) 燈泡兩端的電壓降低

2. 根據 $P=IV$ ， V 為定值， P 變大則 I 亦變大。

(B) 3. 如右圖，於南、北方向上放置永久磁鐵，今以導線通以下列四種方向的電流：(甲) 南→北；(乙) 北→南；(丙) 東→西；(丁) 西→東。則何者會使導線受到磁場之作用？

- (A) 甲、乙 (B) 丙、丁
(C) 甲、丙 (D) 乙、丁

3. 磁場方向與電流方向不平行，導線才受磁力作用。



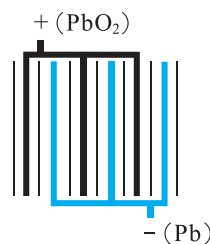
(A) 4. 下列有關磁力線之敘述，何者錯誤？

- (A) 磁力線的方向在磁鐵外部與磁鐵內部恆相同
(B) 磁力線的疏密程度，即為磁場強度
(C) 磁力線為一條沒有起點、沒有終點之封閉曲線
(D) 磁針的 N 極、S 極受到磁場作用的方向相反

(基) (C) 5. 咪露將一部機車的鉛蓄電池拆下，且加以分解，發現內部有三個槽，如右圖所示，仔細研究其內容，得到以下結論，何者正確？

- (A) 負極的形狀為圓筒
(B) 每一個槽的電壓為 1.5V
(C) 槽與槽之間彼此串聯，輸出電壓為 6V
(D) 外露的正、負極表面，有淡黃色粉末堆積，可能是鹽酸與電極發生了作用

5. (A) 平行板狀；(B) 2V；(D) 硫酸。



(基) (A) 6. 今甲、乙兩電器均使用額定電壓，甲：220V、100W，乙：110V、100W。則甲、乙兩電器的電阻比為多少？

- (A) 4 : 1 (B) 2 : 1
(C) 1 : 2 (D) 1 : 4

$$6. P=IV, I_{\text{甲}}=\frac{5}{11}(\text{A}), I_{\text{乙}}=\frac{10}{11}(\text{A});$$

$$R=\frac{V}{I}, R_{\text{甲}}=484(\Omega), R_{\text{乙}}=121(\Omega);$$

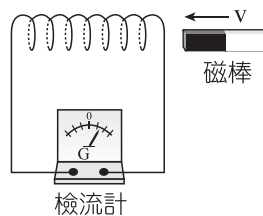
$$R_{\text{甲}}:R_{\text{乙}}=484:121=4:1。$$

基(B) 7. 直流馬達中的線圈藉由電刷和集電環反覆間斷的接觸而轉動，請問電刷和集電環多久接觸一次？

(A) 轉動 90° 後 (B) 轉動 180° 後 (C) 轉動 270° 後 (D) 轉動 360° 後

7. 每轉動半圈以後，電刷和集電環才會再接觸。

基(C) 8. 玲玲做電磁感應的實驗，將磁棒以 v 的速率平移向左插入線圈內，檢流計的瞬間偏轉情形如右圖所示。下列方法中，何者不能產生更大的感應電流？



(A) 在磁棒速率不變下，將線圈單位長度的圈數增加
(B) 在線圈不改變下，磁棒平移向左的速率增加為 $2v$
(C) 磁棒不動，將線圈以 v 的速率平移向右靠近磁棒
(D) 線圈向右、磁棒向左，兩者皆以 v 的速率平移互相靠近

8. (A)(B)(D) 感應電流增大；(C) 相對速率不變，故感應電流不變。

基(C) 9. 電力公司將發電廠產生的電輸送至用戶，須經過周密的供電系統配電才能安全的送達用戶使用，一般電力輸送的流程，下列何者正確？

(A) 變電所→發電廠→電線杆→用戶 (B) 發電廠→電線杆→變電所→用戶
(C) 發電廠→變電所→電線杆→用戶 (D) 發電廠→變電所→用戶

基(A) 10. 取鋅、銅、鉛三金屬與其鹽類水溶液互相反應，結果得右表資料（+：有反應，-：無反應），若取三金屬中任意二金屬做化學電池，則三金屬中的何者必作負極？

金屬	鋅	銅	鉛
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	/	-	-
CuSO_4	+	/	+
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	+	-	/

(A) 鋅 (B) 銅
(C) 鉛 (D) 無法比較

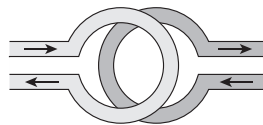
10. 活性愈大者愈容易失去電子，在電池中作為負極，活性： $\text{Zn} > \text{Cu}$ ， $\text{Zn} > \text{Pb}$ ， $\text{Pb} > \text{Cu} \Rightarrow \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu}$ ，故 Zn 必作負極。

基(B) 11. 通電後的導線會在周圍形成一個磁場，關於這個磁場的敘述，下列何者正確？

(A) 磁場的方向和電流方向平行 (B) 磁場方向和電流方向垂直
(C) 磁場強度和導線距離成正比 (D) 磁場和電流大小成反比

11. (A) 垂直；(C) 反比；(D) 正比。

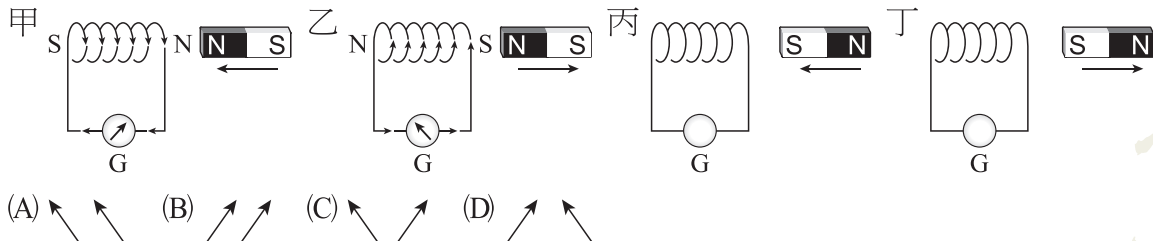
基(A) 12. 如右圖，上下相距甚近的環形導線通以電流，方向如箭號所示，則兩環形導線之間的作用如何？



(A) 相吸 (B) 相斥
(C) 無作用 (D) 先吸引後排斥

12. 利用安培右手定則，上面的環形導線上方為 S 極，下方為 N 極。下面的環形導線，上方為 S 極，下方為 N 極。

精(C) 13. 試由甲、乙兩圖，判別丙、丁兩圖檢流計 G 指針偏轉方向依序為何？

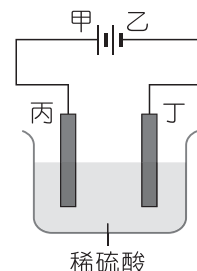


(A) ↙ ↘ (B) ↗ ↘ (C) ↗ ↙ (D) ↗ ↘

- 基(A) 14. 右圖為鉛蓄電池用乾電池充電的裝置，則甲、乙、丙、丁四電極，哪一個電極的重量不變？

- (A) 僅甲
(B) 僅甲乙
(C) 僅甲乙丙
(D) 甲乙丙丁

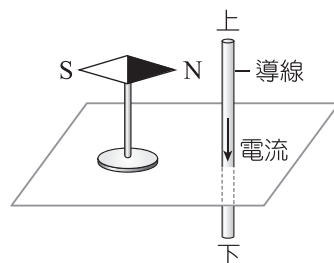
14. 甲：石墨棒僅負責傳遞電子，不參與反應；
乙：鋅殼，失去電子產生鋅離子；
丙：二氧化鉛， $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbO}_2$ ；
丁：鉛， $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}$ ；
甲重量不變，乙、丙、丁重量均減輕。



- 基(B) 15. 如右圖，磁針可在水平面上自由旋轉，今導線通以由上而下的電流時，則磁針 N 極的偏轉方向，由上方俯視之為何？

- (A) 順時鐘偏轉 (B) 逆時鐘偏轉
(C) 不偏轉 (D) 視導線上電流大小而定

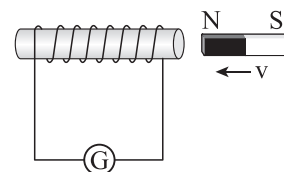
15. 依安培右手定則判定



- 基(C) 16. 如右圖，磁棒以 v 的速率接近封閉螺旋形線圈，發現檢流計 $\odot$ 的指針偏轉 30° ，今欲使指針偏轉角度變大，下列何者無法達成？

- (A) 增加單位長度內線圈之匝數
(B) 將線圈亦以 v 的速率與磁棒相互接近
(C) 將檢流計的接線柱與線圈兩端點互換
(D) 磁棒不動，將線圈以 $2v$ 之速率接近磁棒

16. (C) 無法使線圈的磁場發生變化(變大)，故指針偏轉角度不變。



- 精(B) 17. 已知 1 卡 = 4.2 焦耳，今欲使 500 公克的水由 40°C 加熱到 100°C 時，須用規格 110V、1000W 的電熱器加熱多少秒？(1 卡 = 4.2 焦耳)

- (A) 100 (B) 126 (C) 150 (D) 173

17. $H = MS\Delta T = 500 \times 1 \times (100 - 40) = 30000$ (卡)， $E = Pt$ ， $30000 \times 4.2 = 1000 \times t$ ， $t = 126$ (秒)

- 精(C) 18. 有一電熱水爐，其功率為 4200 瓦特，若自來水的流量每秒 50 公克，則水流經該電熱水爐後，水的溫度上升多少？(1 卡 = 4.2 焦耳)

- (A) 10°C (B) 15°C
(C) 20°C (D) 25°C

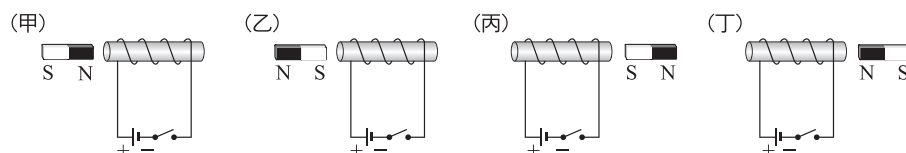
18. $H = MS\Delta T = 50 \times 1 \times \Delta T \times 4.2 = 4200 \times 1$ ， $\Delta T = 20$ ($^\circ\text{C}$)

- 基(B) 19. 有一束電子流朝你射過來，通過左向右之水平磁場，則該束電子將偏向你的何方？

- (A) 上方 (B) 下方 (C) 左方 (D) 右方

19. 右手開掌定則：磁場方向：左→右，電流離你而去，手心方向：向下。

- 基(B) 20. 下列各圖為磁鐵擺在插有軟鐵棒之線圈的相關位置，當電路接通時，哪些圖形中的磁鐵會受到排斥力的作用？



- (A) 乙、丙 (B) 乙、丁 (C) 甲、丙 (D) 甲、丁

20. 甲、丙為互相吸引

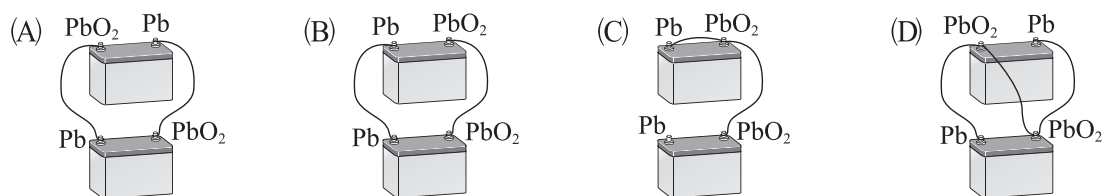
二 題 組 (每題 4 分，共 20 分)

請閱讀下列敘述後，回答 21.~22. 題

現代汽車中的用電大部分皆使用鉛蓄電池供應，而汽車除了車內儀器需要用電外，發動時也須用到電，因此若電池因故無法供給電力時，是無法發動汽車的。

善助一家在假日出遊時，汽車不幸地因電池漏電而拋錨在路邊，所幸遇到善良的智郎開車路過，用自車的鉛蓄電池為善助一家的汽車充電，才使善助一家能行駛到修車廠更換電池。

基(B) 21. 請問智郎協助善助一家充電時，下列何圖的接法正確？



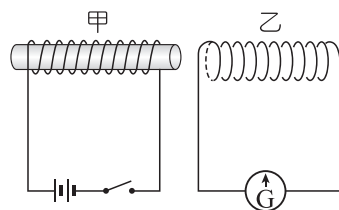
21. 充電時，正極 (PbO₂) 接正極，負極 (Pb) 接負極。

基(C) 22. 請問若善助等不到人協助時，是否能拆下自己的行動電子產品中的鋰離子電池為汽車的鉛蓄電池充電？

- (A) 能，只要連接的方式正確即可
- (B) 能，但需要將鋰離子電池泡入硫酸中
- (C) 不能，鉛蓄電池與鋰離子電池的電壓不同
- (D) 不能，鉛蓄電池與鋰離子電池所能儲存的電量差距過大

請閱讀下列敘述後，回答 23.~25. 題

甲螺旋形線圈中插入鐵棒，並接上電源與開關，將甲、乙兩個螺旋形線圈放置如右圖所示。



(C) 23. 當甲線圈開關接通後，乙線圈的檢流計將有何反應？

- (A) 左右來回擺動
- (B) 沒有任何反應
- (C) 先偏轉，然後慢慢歸零
- (D) 偏轉後，維持在一個固定的角度

23. 開關剛接通時，乙線圈產生感應電流，檢流計偏轉，接通一段時間後，磁場不變，無感應電流，指針歸零。

(C) 24. 承第 23 題，電路接通一段時間後，將開關切斷，乙線圈的檢流計將有何反應？

- (A) 左右來回擺動
- (B) 沒有任何反應
- (C) 先偏轉，然後慢慢歸零
- (D) 偏轉後，維持在一個固定的角度

24. 斷路的瞬間磁場減弱，故有感應電流，一段時間後，磁場不變，無感應電流，指針歸零。

精(D) 25. 甲線圈開關接通與斷路的瞬間，乙線圈檢流計的反應有何差異？

- (A) 偏向同一邊
- (B) 均不偏轉
- (C) 通路瞬間偏轉較大
- (D) 分別偏向不同的方向

25. 接通時，磁場變強，斷路時，則是磁場減弱，故偏轉方向相反。