

財團法人大學入學考試中心基金會

115學年度分科測驗試題

物理考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—作答注意事項—

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正帶（液）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響成績。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

第壹部分、選擇題（占63分）

一、單選題（占33分）

說明：第1題至第11題，每題3分。

1. 一汽車以 108 km/h (30 m/s) 等速行駛在速限為 90 km/h (25 m/s) 的水平筆直高速公路，車上駕駛發現前方 50 m 處的路旁有一測速照相器，立即煞車以等加速度 $-a$ 行進。若此車在通過該測速照相器所在處瞬間，車速恰降為 90 km/h ，則 a 約為多少？
(A) 1.0 m/s^2 (B) 2.8 m/s^2 (C) 4.0 m/s^2 (D) 5.6 m/s^2 (E) 8.0 m/s^2

2-3 題為題組

若將地球與火星視為質地均勻的圓球體，其密度與半徑的資料如表一所示。

2. 在地表週期為 T 的單擺，移至火星表面時的週期為多少？

- (A) $\frac{6400 \times 5.5}{3400 \times 3.9} T$ (B) $\frac{3400 \times 3.9}{6400 \times 5.5} T$
(C) $\sqrt{\frac{6400 \times 5.5}{3400 \times 3.9}} T$ (D) $\sqrt{\frac{3400 \times 3.9}{6400 \times 5.5}} T$
(E) $\sqrt{\frac{6400 \times 3.9}{3400 \times 5.5}} T$

表一		
行星	半徑 (km)	密度 (g/cm^3)
地球	6400	5.5
火星	3400	3.9

3. 若忽略一切阻力與行星自轉現象，已知地球表面的物體要脫離地球引力並到達無窮遠處所需最小速率為 v 。若要使火星表面的物體脫離火星引力並到達無窮遠處，則物體在火星表面所需的最小速率為多少？

- (A) $\frac{\sqrt{3.9 \times 3400}}{\sqrt{5.5 \times 6400}} v$ (B) $\frac{\sqrt{5.5 \times 6400}}{\sqrt{3.9 \times 3400}} v$ (C) $\frac{\sqrt{3.9 \times 3400}}{\sqrt{5.5 \times 6400}} v$
(D) $\frac{\sqrt{5.5 \times 6400}}{\sqrt{3.9 \times 3400}} v$ (E) $\frac{3.9 \times 3400}{5.5 \times 6400} v$

4. 若行星甲與恆星乙的距離為 R ，在行星甲表面正對恆星乙所測得每單位面積接收到恆星乙發出光能的功率為 P 。假設行星甲的半徑遠小於 R ，且恆星乙發出的光能全部由質能互換產生，則恆星乙單位時間損失的質量為下列何者？（光速以 c 表示，半徑為 R 的球之表面積為 $4\pi R^2$ ）

- (A) $2\pi PR^2 c^2$ (B) $4\pi PR^2 c^2$ (C) $\frac{Pc^2}{2\pi R^2}$ (D) $\frac{Pc^2}{4\pi R^2}$ (E) $\frac{4\pi R^2 P}{c^2}$

5. 為了發射或接收電磁波，手機需要配置天線。已知天線的長度為電磁波波長的 $1/4$ 時，可以達到較佳的發射和接收效率。若天線長度約為 4 cm ，則該手機最適合接收的電磁波頻率範圍為下列何者？（光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）

- (A) $50 \text{ MHz} \sim 500 \text{ MHz}$ (B) $500 \text{ MHz} \sim 5 \text{ GHz}$ (C) $5 \text{ GHz} \sim 50 \text{ GHz}$
(D) $50 \text{ GHz} \sim 500 \text{ GHz}$ (E) $500 \text{ GHz} \sim 5 \text{ THz}$

6. 今有兩顆電池 P、Q，電池 P 的電動勢為 ε_P 、內電阻為 r_P ；電池 Q 的電動勢為 ε_Q 、內電阻為 r_Q 。當 P、Q 電池分別串聯可變電阻器形成迴路，調整可變電阻器的電阻值，可得到 P、Q 電池端電壓 V 和迴路電流 I 的關係，如圖 1 所示。下列關於兩電池的比較，何者正確？

- (A) $\varepsilon_Q > \varepsilon_P$ ， $r_Q > r_P$ (B) $\varepsilon_Q > \varepsilon_P$ ， $r_Q < r_P$
(C) $\varepsilon_Q < \varepsilon_P$ ， $r_Q > r_P$ (D) $\varepsilon_Q < \varepsilon_P$ ， $r_Q < r_P$
(E) $\varepsilon_Q = \varepsilon_P$ ， $r_Q = r_P$

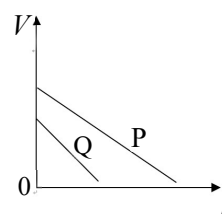


圖 1

7. 在電力網配電到各用戶的電箱前，需經變壓器將電壓由 6.6 kV 降為 220 V 或 110 V，其等效電路如圖 2 所示，其中主線圈的匝數為 N ，副線圈兩部分的匝數分別為 N_1 與 N_2 。下列有關主線圈與副線圈匝數的敘述，何者正確？

(A) $\frac{N}{N_1} = \frac{1}{60}$

(B) $\frac{N}{N_1} = 60$

(C) $\frac{N}{N_2} = \frac{1}{60}$

(D) $\frac{N}{N_1 + N_2} = 60$

(E) $\frac{N}{N_1 + N_2} = \frac{1}{60}$

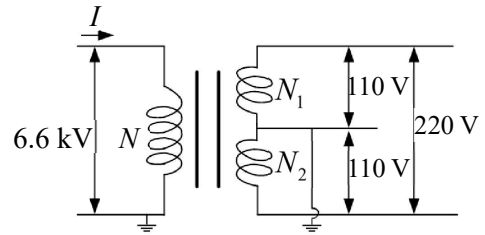


圖 2

8. 感應式旋轉磁感測器利用導電線圈進入磁場時產生的感應電動勢，作為非接觸式機械動作檢測，可應用於工業搬運機器人或醫療手術機械手臂等領域。圖 3 為感應式旋轉磁感測器的示意圖，有一矩形分布的磁場，其磁力線垂直射入紙面，其旁水平放置半徑為 r 的半圓形封閉導電線圈。圖 3 下半部為磁場量值 B 與水平方向位置 x 的關係圖。當線圈繞圓心 O 為軸以等角速度 ω ($= 2\pi/T$, T 為週期) 順時針旋轉進出磁場 $B \neq 0$ 區域，在時間 $t=0$ 時，線圈的位置如圖 3 所示，下列選項的線圈感應電動勢 ε 對時間 t 關係圖，何者最為可能？

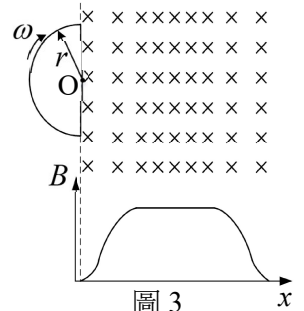
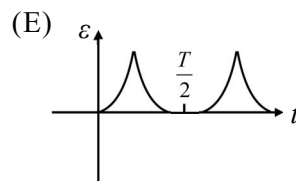
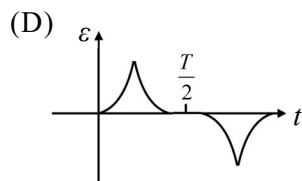
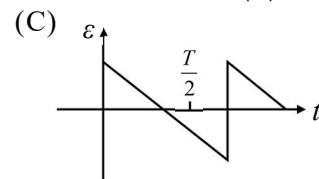
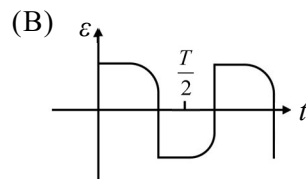
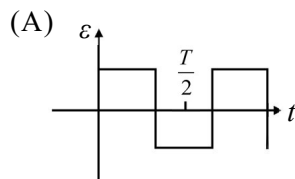


圖 3



9. 某生進行油滴實驗時，將油滴室放置在均勻的重力場 g 、電場 E 與磁場 B 中，其中電場 E 與重力場 g 方向鉛直向下，磁場 B 垂直射入紙面。今發現三個帶有等量的同種電荷、標示為 1、2、3 的油滴，質量分別為 m_1 、 m_2 、 m_3 ，其中油滴 1 保持靜止、油滴 2 以速度 $\vec{v}_2$ 水平向右運動、油滴 3 以速度 $\vec{v}_3$ 水平向左運動，如圖 4 所示。不計一切阻力，三個油滴質量的大小關係為下列何者？

(A) $m_1 > m_2 > m_3$

(B) $m_1 > m_3 > m_2$

(C) $m_2 > m_3 > m_1$

(D) $m_2 > m_1 > m_3$

(E) $m_3 > m_1 > m_2$

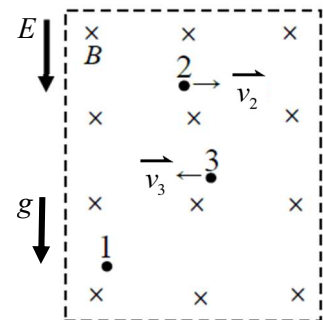


圖 4

10. 釷 (Th) 有很長的衰變期，是地球上儲量最豐富的放射性元素，當它從 $^{232}_{90}\text{Th}$ 衰變到 $^{228}_{90}\text{Th}$ 的過程中，發生 α 衰變與 β 衰變的總次數，下列何者正確？
- (A) 一次 β 衰變 (B) 兩次 β 衰變 (C) 一次 α 衰變
(D) 一次 α 衰變，兩次 β 衰變 (E) 兩次 α 衰變，兩次 β 衰變

11. 某生進行光電效應實驗，用光強度為 I_1 、 I_2 ，其對應波長為 λ_1 、 λ_2 的單色光分別照射同一陰極板，測得的光電流 I 隨著外加電壓 V 變化關係的示意圖，如圖 5 所示。已知本實驗中 λ_1 、 λ_2 相差不大，而 I_1 、 I_2 卻相差甚多。若不同波長的每一顆光子激發光電子的機率相同，則下列選項何者正確？

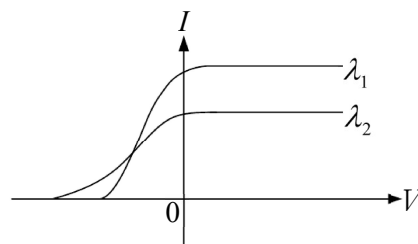


圖 5

- (A) $I_1 > I_2$ ， $\lambda_1 > \lambda_2$ (B) $I_1 < I_2$ ， $\lambda_1 < \lambda_2$
(C) $I_1 > I_2$ ， $\lambda_1 < \lambda_2$ (D) $I_1 < I_2$ ， $\lambda_1 > \lambda_2$
(E) $I_1 > I_2$ ， $\lambda_1 = \lambda_2$

二、多選題（占30分）

說明：第12題至第17題，每題5分。

12. 將球場上加油的汽笛喇叭，與高壓氣體罐的噴嘴銜接，如圖 6 所示。當按壓氣閥開關時，瓶內高壓氣體向噴嘴噴出，可使喇叭發出鳴笛響聲，同時亦使氣體罐內氣體對外界作功而產生能量轉移。假設氣體罐絕熱良好，當持續按壓使鳴笛響聲較長時間，則下列關於氣體噴出過程中的敘述哪些正確？

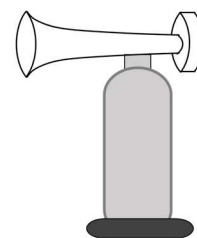


圖 6

13. 常見的四旋翼無人機，其俯視圖如圖 7 所示。旋翼支架固定無法改變方向，其中甲、丙為旋轉方向相同的一對旋翼，乙、丁則為另一對旋轉方向相同的旋翼，該二對旋翼旋轉方向相反。所有旋翼旋轉時均將空氣往下推，無人機可透過調整旋翼轉速使機身懸停或移動，但機身不翻轉。試問下列敘述哪些正確？

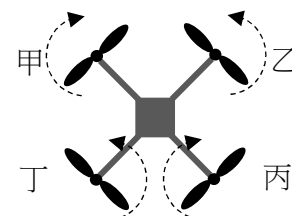


圖 7

- (A) 當機身在空中懸停，增加所有旋翼的推升力，可使機身向上行進
(B) 相鄰的一對旋翼轉向相反是為了上下推升力抵銷，讓機身懸停
(C) 相鄰的一對旋翼轉向相反是為了抵銷角動量，避免機身在圖7所示的平面旋轉
(D) 若左側的旋翼推升力大於右側的旋翼推升力，造成機身左高右低，則會使機身向右行進
(E) 若前列的旋翼推升力大於後列的旋翼推升力，造成機身前高後低，則會使機身向前行進
14. 在光滑水平面上，有兩個相同的理想彈簧，一端固定，另一端分別被甲、乙兩質點壓縮，彈簧經壓縮 d 後由靜止釋放。當彈簧恢復到自然長度時，質點即與彈簧分離。已知甲質點對乙質點的質量比為 1:4，下列敘述哪些正確？
- (A) 兩彈簧分別對甲、乙兩質點所作的功相等
(B) 兩質點自釋放開始至離開彈簧所需的時間相同
(C) 釋放瞬間，甲質點對乙質點的加速度量值比為 2:1
(D) 當彈簧各自恢復到自然長度時，甲質點對乙質點的動量量值比為 1:2
(E) 當彈簧各自恢復到自然長度時，甲質點對乙質點的動能比為 1:2

15. 如圖 8 所示，電路中電阻器 a、b、c 的電阻值分別為 R_a 、 R_b 、 R_c ，若 $R_a > R_b > R_c$ ，且其消耗的電功率分別為 P_a 、 P_b 、 P_c ，則下列電功率的比較哪些正確？

- (A) $P_a > P_b$
(B) $P_a > P_c$
(C) $P_c > P_b$
(D) $P_b > P_c$
(E) $P_b > P_a$

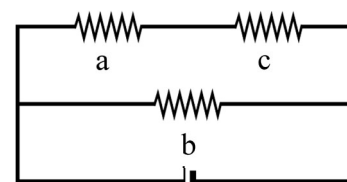


圖 8

16. 圖 9 為電子雙狹縫干涉實驗裝置的示意圖。電子束於真空中經電壓 V 加速之後，通過縫距為 d 的雙狹縫，射向距離狹縫為 L 的遠處屏幕。電子在屏幕上的落點呈現疏密相間的分布，如圖 9 右方所示。雙狹縫中央對應屏幕處為 $y = 0$ ；在 y_1 、 y_2 等位置，電子落點最為稀疏。設 e 為基本電量、 h 為普朗克常數、 λ 為電子的物質波波長、 m 為電子的質量，則電子通過狹縫後，下列關係式哪些正確？

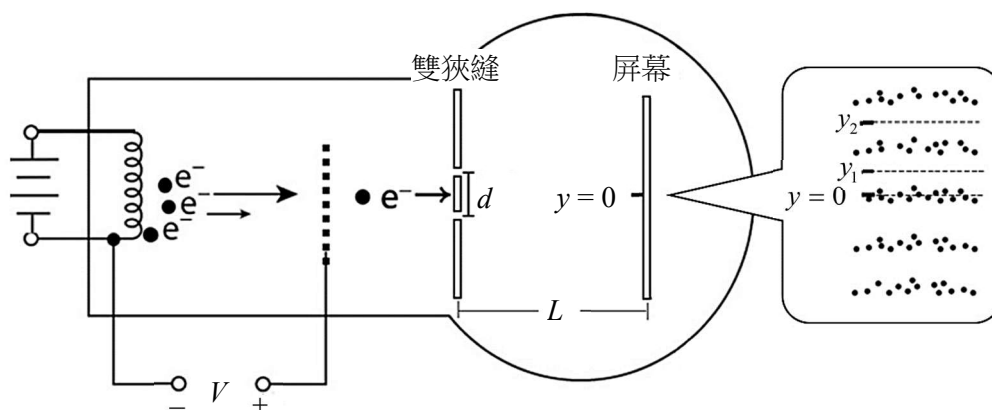


圖 9

- (A) 電子動能為 meV (B) 電子動量為 $\sqrt{2meV}$ (C) $\lambda = h\sqrt{\frac{2eV}{m}}$
(D) $y_1 = \frac{\lambda L}{d}$ (E) $y_2 = \frac{3\lambda L}{2d}$
17. 鈹子是基本粒子，其所帶的負電量與電子相同但質量約為電子質量的 200 倍。若將氫原子核外的電子以鈹子取代，依據波耳的氫原子模型，試問下列關於此特殊的類氫原子基態相較於一般氫原子基態的敘述，哪些正確？
- (A) 鈹子軌道半徑較小
(B) 鈹子基態能量較大
(C) 鈹子繞行氫原子核的週期較短
(D) 鈹子受氫原子核庫侖力值較小
(E) 鈹子繞行氫原子核角動量值較小

第貳部分、混合題或非選擇題（占37分）

說明：本部分共有 3 題組，每一子題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

18-20 題為題組

利用打點計時器進行「自由落體實驗」時，將紙帶穿過打點計時器，一端固定於金屬塊。啟動打點計時器的同時，使金屬塊拉著紙帶一起落下，打點計時器每一秒鐘敲擊 50 次。分析紙帶上的打點，可以求得金屬塊落下的加速度。以不同質量的金屬塊分別進行甲、乙兩次實驗。其中甲實驗打點的紙帶如圖 10 所示，從紙帶拉動瞬間的第 1 個打點算起，已知紙帶實驗中標示 5.5 cm 的點是第 6 個打點，標示 9.8 cm 的點是第 8 個打點，標示 19.0 cm 的點是第 11 個打點。試回答下列問題。

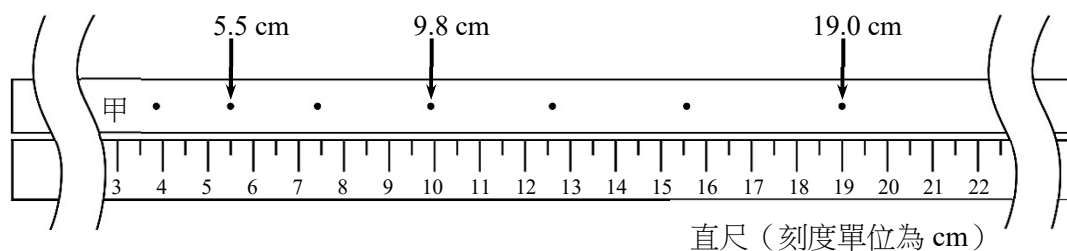


圖 10

18. 甲實驗中金屬塊加速度 $a_{\text{甲}}$ 的量值為多少 cm/s^2 ？（須有說明或計算過程）（4 分）

19. 甲實驗中的第一個打點，最接近直尺的哪個刻度？（單選）（3 分）

- (A) 0 (B) 0.5 (C) 1.0 (D) 1.5 (E) 2.0

20. 甲、乙兩次實驗金屬塊的質量分別為 M （170 g）與 m （50 g）。已知乙實驗中測得金屬塊的加速度為 $a_{\text{乙}} = 700 \text{ cm/s}^2$ 。

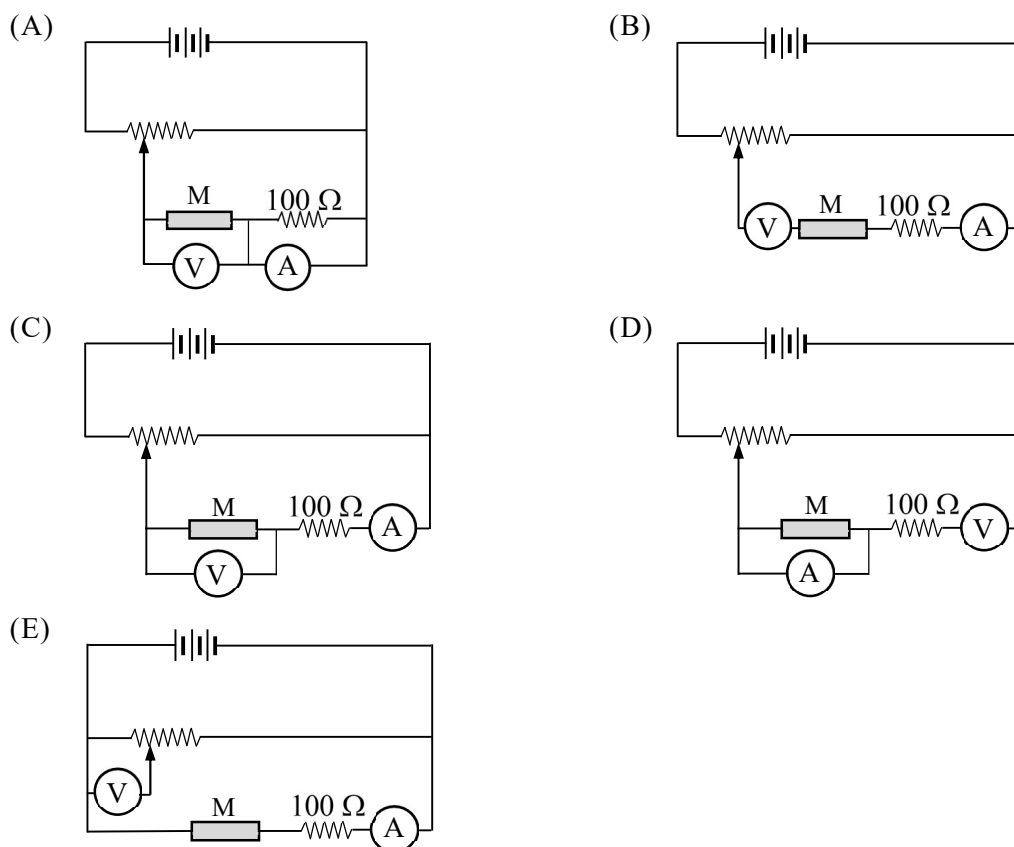
(a) 假設地表重力加速度量值為 g ，若可用固定量值的力 f 來描述金屬塊所受的阻力，試寫出對應本實驗的牛頓第二定律關係式。（2 分）

(b) 依據甲、乙兩實驗數據，計算實驗當地的重力加速度 g 之量值？（須有說明或計算過程）（4 分）

21-23 題為題組

某生使用三個 1.50 V 的電池組成的電池組、一個可變電阻、一個 100Ω 的電阻、和兩具三用電表來測量一塊材料 M 兩端的電位差和流過電流之關係，其中 100Ω 的電阻必須和材料 M 串聯以避免電源開啟瞬間有過大的電流而損毀待測材料。可變電阻則是用來調變待測材料兩端的電位差。

21. 該生將一具三用電表作為伏特計(V)，另一具三用電表作為安培計(A)進行實驗，下列何者是正確的實驗設置？(單選)(3分)



22. 另一位同學對於電路設計有不同想法，他將兩具三用電表都作為伏特計使用，用來測量可變電阻(最大值為 $1000\ \Omega$)與 $100\ \Omega$ 的電壓值，實驗裝置連接如圖 11，其中電池組的電動勢為 ε 。該生調整並記錄可變電阻值 R_V 、兩具伏特計所測得的電壓 V_1 、 V_2 後，欲繪製流過 M 的電流 I (縱軸) 和 M 兩端電位差 V (橫軸) 的關係圖，以計算待測材料 M 的電阻值 R_M 。則下列依序對應縱軸和橫軸的物理量哪些正確？(多選)(5分)

- (A) $\frac{V_1}{R_V}$ 、 $V_1 - V_2$ (B) $\frac{V_1}{100\ \Omega}$ 、 $V_1 - V_2$
 (C) $\frac{V_1 - V_2}{R_V}$ 、 $\varepsilon - V_2$ (D) $\frac{V_2}{100\ \Omega}$ 、 $V_1 - V_2$
 (E) $\frac{\varepsilon - V_1}{1000\ \Omega - R_V} - \frac{V_1}{R_V}$ 、 $V_1 - V_2$

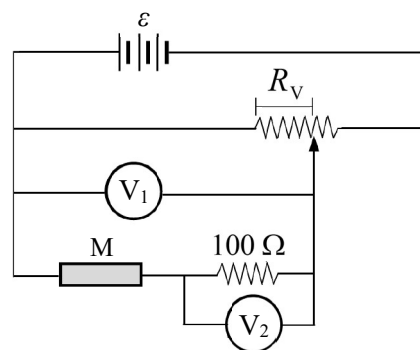


圖 11

23. 該生量測了流過待測材料的電流 I 和其兩端電位差 V 的三筆數據，並記錄於表二。

表二

電流 I	2.0 mA	6.0 mA	10.0 mA
電位差 V	0.62 V	1.80 V	2.90 V

根據此三筆數據，計算該材料的 (a) 平均電阻值 (2分) 及 (b) 所對應的 A 類不確定度 (2分)。(須有說明或計算過程)

24-26 題為題組

有一種蝴蝶叫做摩爾福蝶，翅膀呈現耀眼的藍色，而且換個角度觀察，顏色就會改變。但用顯微鏡檢視，其翅膀並沒有藍色的色素，之所以呈現藍色是因為結構的關係。在電子顯微鏡下翅膀的結構就好像一排排的聖誕樹，其水平的枝幹像一片片長度不相等的木板，且各木板的表面並不平坦。

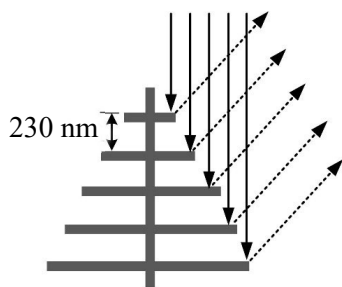


圖 12

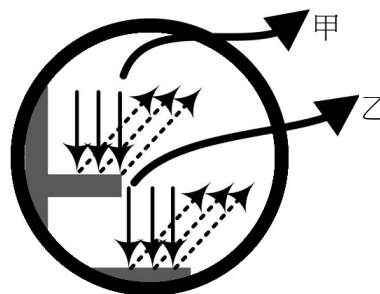


圖 13

24. 今簡化其結構，單就一株聖誕樹結構探討其呈現藍色的原因。如圖 12 所示，聖誕樹的兩條水平的枝幹間距離加上枝幹厚度等於 230 nm，以不同波長但強度皆相同的可見光從上垂直向下入射，假設枝幹可完全將光反射。圖 13 為光在相鄰兩條水平的枝幹上被反射的局部放大示意圖，甲、乙為緊鄰的入射光。已知可見光波長為 400 nm ~ 700 nm，為了簡化計算，試以甲、乙入射相鄰兩條枝幹反射後的光進行討論。

- (a) 計算當反射光和垂直線夾角為 0° 時，反射後強度最大的可見光波長。(2 分)
- (b) 當反射光和垂直線夾角為 37° 時，反射後強度最大的可見光波長相較於 (a) 小題的結果是變大、變小或不變？須說明理由。($\cos 37^\circ \approx 0.8$) (3 分)

25. 承上題，如果滴一滴酒精（折射率約 1.36）到此結構上，使酒精充滿於所有水平的枝幹間，計算當垂直反射後，空氣中觀察到光強度最大的可見光波長。（須有說明或計算過程，空氣折射率約為 1）(4 分)

26. 今滴一滴酒精在雙狹縫的其中一狹縫上，酒精在該狹縫處可視為形成一半徑為 r 的半圓球體，此半圓球體之球心恰位於狹縫上，如圖 14 所示。使用波長為 500 nm 的單頻雷射光垂直入射雙狹縫，光屏中央處 O 點位於雙狹縫中垂線上。酒精折射率約 1.36，若要使 O 點處形成暗紋， r 值應約為下列何者？（單選）(3 分)

- (A) $0.70 \mu\text{m}$
- (B) $1.05 \mu\text{m}$
- (C) $1.40 \mu\text{m}$
- (D) $1.75 \mu\text{m}$
- (E) $2.80 \mu\text{m}$

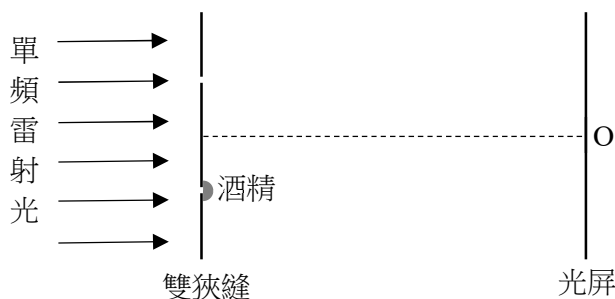


圖 14