

大學入學考試中心
103學年度指定科目考試試題

物理考科

— 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「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第1題至第20題，每題有5個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得3分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- 在吉他空腔的圓孔前以管笛吹奏某特定頻率的聲音，即使不彈奏吉他，吉他也可能會發出聲音並看到弦在振動，這主要是下列何種物理現象造成的？
(A) 回聲 (B) 繞射 (C) 反射 (D) 折射 (E) 共鳴
- 欲使核電廠之核子反應爐內的連鎖反應停止，可以注入大量的硼酸，這是因為硼酸很容易吸收下列何者？
(A) 熱 (B) 質子 (C) 中子 (D) 輻射線 (E) 鈾原子
- 已知在某一溫度下，同種氣體分子的運動速率有大有小。今將同為 5 莫耳及 100°C 的氦氣及氮氣注入同一密閉隔熱的真空鋼瓶內，鋼瓶上裝設有一速度選擇閥，當此閥門開啟時可以使到達該閥門而速率高於 400 m/s 的鋼瓶內任何種類氣體分子單向通過此閥門，而脫離鋼瓶。待氦氣與氮氣達到熱平衡後開啟此速度選擇閥一段時間，然後關閉。當存留於鋼瓶內的氦氣與氮氣再次達到熱平衡後，則下列關於鋼瓶中氦氣與氮氣的敘述，何者正確？(氦氣分子量為 4，氮氣分子量為 28)
(A) 氦氣的溫度較氮氣高 (B) 氮氣的溫度較氦氣高 (C) 氮氣的分壓較氦氣高
(D) 氦氣的分壓較氮氣高 (E) 兩種氣體的分壓相等
- 空間中某區域的電力線分布如圖 1，其電場方向如箭頭所示，下列敘述何者正確？
(A) 甲點的電場較乙點強
(B) 甲點之電位低於乙點之電位
(C) 若甲點沒有電荷存在，則可以有兩條電力線通過甲點
(D) 帶電粒子在甲點所受之靜電力之方向即為甲點電場之方向
(E) 在甲點附近以平行電力線的方向移動帶電粒子時，電場所施之靜電力不會對該粒子作功

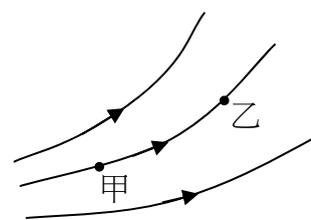
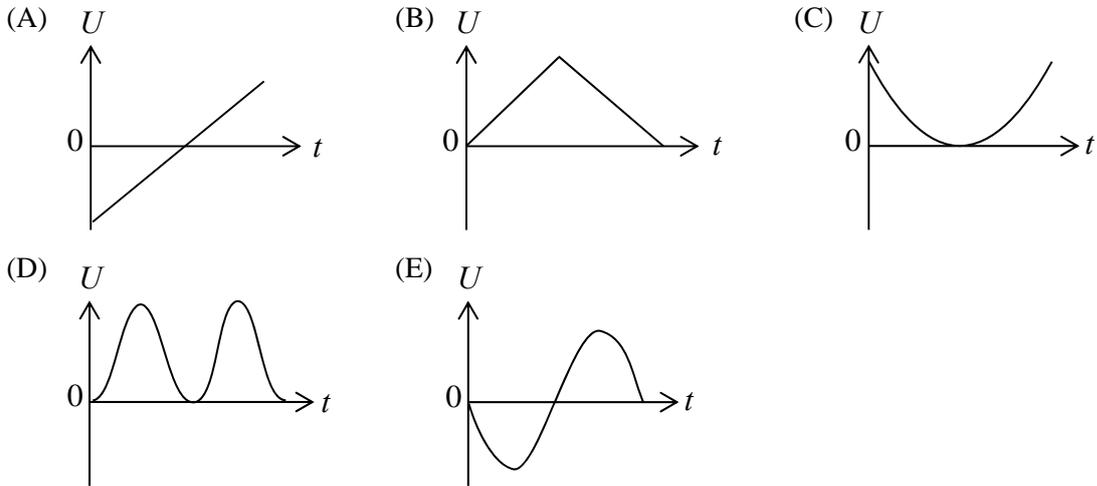
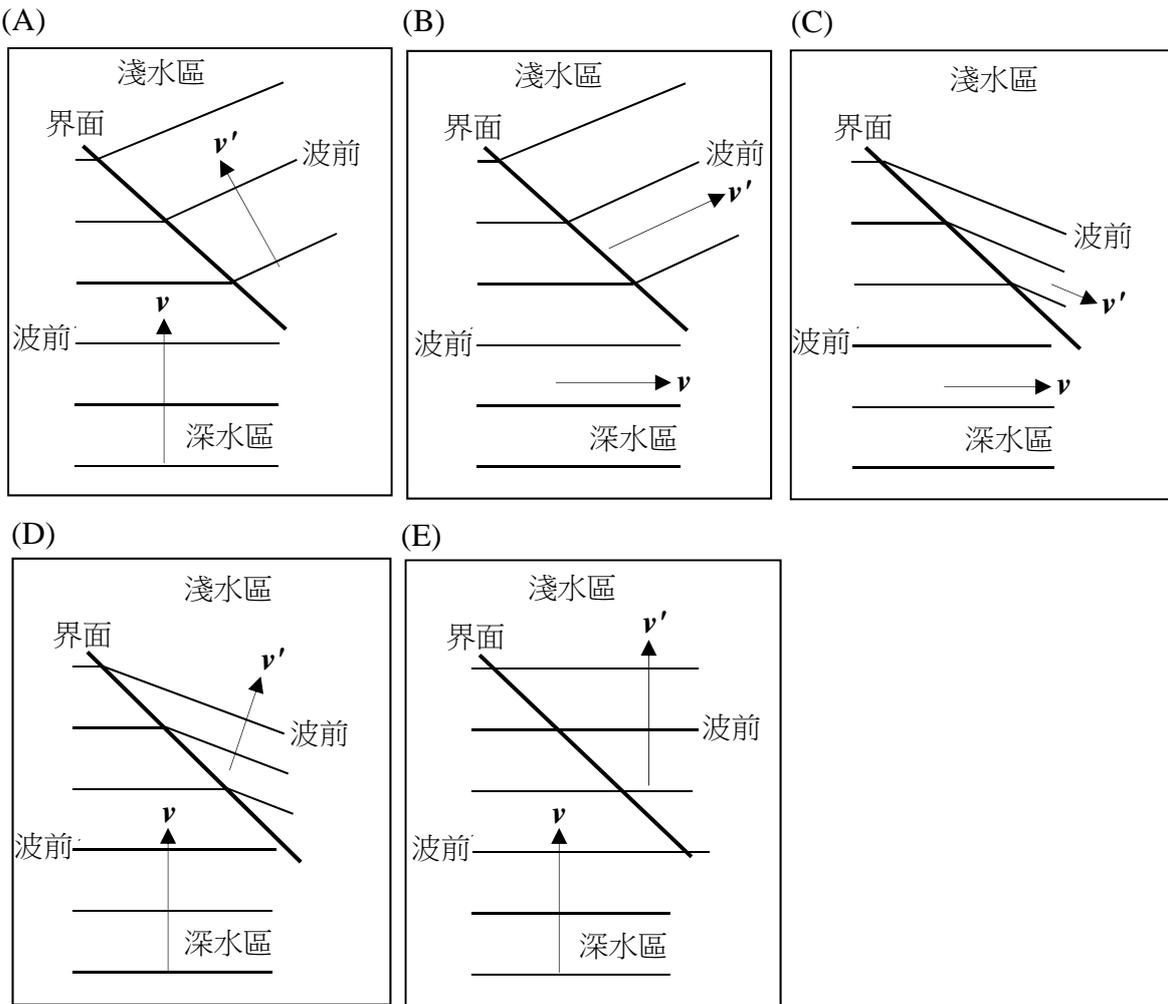


圖 1

5. 有一質量可忽略的理想彈簧一端固定，另一端繫有一質點，在光滑水平面上作一維簡諧運動，則在一個週期內，彈性能 U 隨時間 t 的變化圖最可能為下列何者？



6. 某生以水波槽觀察水波的傳播，將厚玻璃板平置於水波槽底，形成淺水區與深水區，並以直線起波器產生直線波。以下各圖中， v 與 v' 分別為深水區與淺水區的波速，箭頭所示為波傳播的方向。下列關於連續波前與波傳播方向的關係示意圖，何者正確？



7. 如圖 2 所示，空氣中一球形水滴，紅、藍兩道平行的單色光分別從 P、Q 兩點入射，其入射角分別為 θ_p 、 θ_Q ，則下列相關敘述，何者正確？

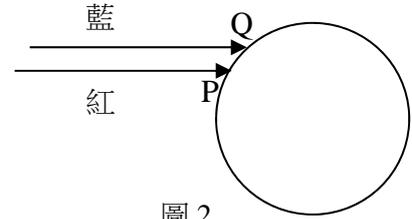


圖 2

- (A) $\theta_p < \theta_Q$ ，且兩色光均將在界面處同時發生反射與折射
(B) $\theta_p > \theta_Q$ ，且兩色光均將在界面處同時發生反射與折射
(C) $\theta_p < \theta_Q$ ，且僅紅光將在界面處同時發生反射與折射
(D) $\theta_p < \theta_Q$ ，且僅藍光將在界面處同時發生反射與折射
(E) $\theta_p > \theta_Q$ ，且僅紅光將在界面處同時發生反射與折射

8. 在波耳的氫原子模型中，假設 E 為電子繞原子核的力學能， K 為電子的動能， L 為電子的角動量， n 為主量子數， h 為普朗克常數，則下列的關係式何者正確？

- (A) $E = K$ (B) $E = 2K$ (C) $E = -\frac{1}{2}K$
(D) $L = (n+1)\frac{h}{2\pi}$ (E) $L = n\frac{h}{2\pi}$

9. 一細長磁鐵棒繫於棉線下端形成單擺，並於此擺的正下方放置一環形導線，如圖 3 所示，箭頭所示方向表示導線上電流的正方向。當時間 $t = 0$ 時，單擺由圖 3 的位置自靜止釋放而來回擺動，若此單擺的擺動可視為週期運動，其週期為 T ，下列何者最可能表示該導線上的電流 i 與時間 t 在單擺擺動一週期內的關係圖？

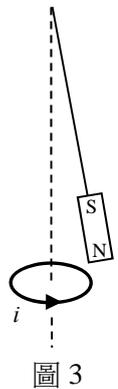
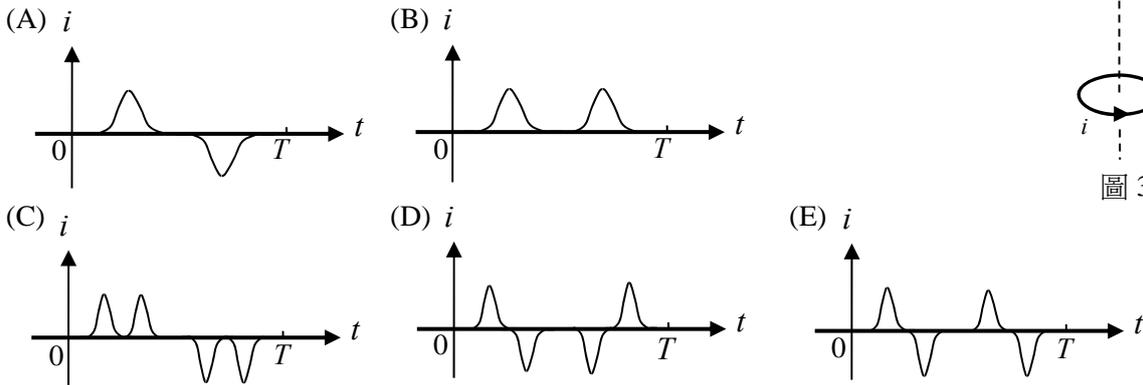


圖 3



10. 核能電廠遇突發事故時可以關閉反應爐，停止連鎖反應，反應後的產物仍具有放射性，也會持續產生餘熱，因此仍需用水來冷卻反應爐。假設某反應爐正常運轉的發電功率為 $2.1 \times 10^9 \text{ W}$ ，停機以後某時段內餘熱的發熱功率為正常運轉時發電功率的 4.0%。已知水的比熱為 $4.2 \times 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ，如果用 20°C 的水來吸收此餘熱，且不能讓水沸騰而蒸發，則每秒至少需要多少質量的水？

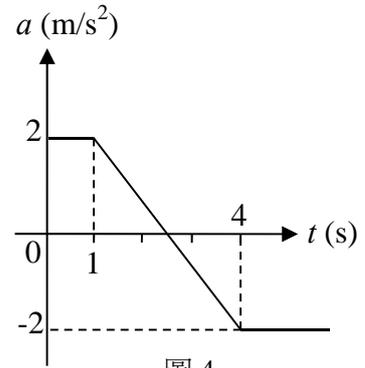
- (A) $8.4 \times 10^1 \text{ kg}$ (B) $2.5 \times 10^2 \text{ kg}$ (C) $7.5 \times 10^2 \text{ kg}$ (D) $1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ (E) $6.3 \times 10^4 \text{ kg}$

11. 重量為 8000 牛頓的車子，在水平的道路上以 12 m/s 的速率直線前進，如果車子忽然緊急煞車後，滑行了 4.0 秒鐘才停住，取重力加速度為 10 m/s^2 ，則在煞車過程中所產生的總熱能最多約為多少？

- (A) $4.8 \times 10^3 \text{ J}$ (B) $5.8 \times 10^4 \text{ J}$ (C) $1.2 \times 10^5 \text{ J}$ (D) $5.8 \times 10^5 \text{ J}$ (E) $4.8 \times 10^6 \text{ J}$

12-13 題為題組

質量為 2 kg 的物體原先靜止於一光滑水平面， $t = 0$ 秒時因受外力而開始沿一直線運動，測得該物體之加速度 a 與時間 t 的關係如圖 4。



12. 時間由 0 至 4 秒之間，該物體所受之衝量為多少？

- (A) $2 \text{ N} \cdot \text{s}$ (B) $4 \text{ N} \cdot \text{s}$ (C) $6 \text{ N} \cdot \text{s}$
(D) $8 \text{ N} \cdot \text{s}$ (E) $10 \text{ N} \cdot \text{s}$

13. 時間由 0 至 4 秒之間，外力對物體共作多少功？

- (A) 0 (B) 2 J (C) 4 J
(D) 6 J (E) 8 J

14. 一容積為 V 的氧氣筒內裝有壓力為 P 的高壓氧，筒內氣體的絕對溫度 T 與室溫相同。設病患在大氣壓力 P_0 下利用壓力差使用此氧氣筒。假設筒內的氧氣為理想氣體，氣體常數為 R ，且每單位時間流出的氧分子莫耳數固定為 r ，過程中氧氣筒內外溫度皆保持為 T ，則此筒氧氣可使用的時間為何？

- (A) $\frac{VP}{rRT}$ (B) $\frac{rP_0}{PV}$ (C) $\frac{VR(P-P_0)}{rT}$ (D) $\frac{T(P-P_0)}{rRV}$ (E) $\frac{V(P-P_0)}{rRT}$

15. 有一行星繞行某一恆星以正圓軌道運行，軌道半徑為恆星半徑的 1000 倍。若該恆星的半徑因演化而增加為原來的 2 倍，而此時行星的正圓軌道半徑也因故變為原來的 $\frac{1}{2}$ ，但兩者的質量皆保持不變，則下列敘述何者正確？

- (A) 行星的繞行週期變為原來的 $\frac{1}{4}$ (B) 行星的繞行週期變為原來的 $2\sqrt{2}$ 倍
(C) 恆星的表面重力加速度變為原來的 $\frac{1}{4}$ (D) 行星所受恆星的重力變為原來的 $\frac{1}{4}$
(E) 恆星所受行星的重力變為原來的 $\frac{1}{2}$

16. 一汽車開在曲率半徑為 16 m 的彎曲水平路面上，車胎與路面的靜摩擦係數為 0.40，動摩擦係數為 0.20，取重力加速度為 10 m/s^2 ，則汽車在此道路上能等速安全轉彎而不打滑的最大速率約為下列何者？

- (A) 64 m/s (B) 32 m/s (C) 16 m/s (D) 8.0 m/s (E) 5.7 m/s

17. 由彈性物質的性質可知若將一彈性繩對折，相當於將此彈性繩裁剪成相同長度的二段繩，每段繩在相同的外力作用下，其伸長量為原來的一半。今有原長 20 公分的彈性繩，其外力與伸長量的關係如圖 5 所示，將此彈性繩對折，其兩端點固定於天花板同一位置，並於對折點鉛垂懸吊一物體，然後再緩慢放手，平衡後發現物體下降 2.0 公分，則該物體重約為多少牛頓？

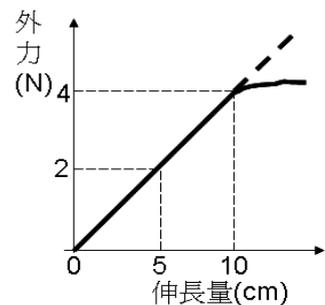
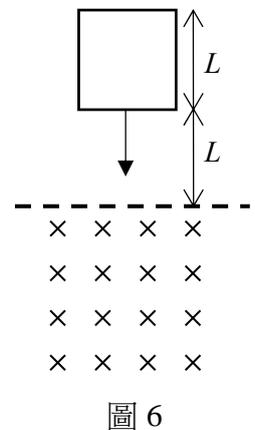


圖 5

- (A) 0.8 (B) 1.6 (C) 3.2
(D) 6.4 (E) 9.6

18. 某生欲以間距為 1.6 mm 的雙狹縫，來測知另一單狹縫的縫寬。當雷射光垂直入射雙狹縫後，在屏幕上測得相鄰兩暗紋的間距為 0.60 cm，在所有器材與實驗設置不變的情況下，僅將雙狹縫更換為單狹縫後，在屏幕上中央亮帶的同一側，測得相鄰兩暗紋的間距為 6.0 cm，則單狹縫的縫寬為何？
- (A) 0.16 mm (B) 0.32 mm (C) 1.6 mm (D) 3.2 mm (E) 3.2 cm
19. 在常溫常壓下，一長度為 1.50 m、兩端固定的弦，所能產生的最低音頻為 264 Hz。下列有關此弦振動時的敘述，何者正確？
- (A) 弦振動的基頻為 132 Hz (B) 基頻振動的波長為 1.50 m
(C) 音頻愈高，則弦波波長也愈長 (D) 弦可以產生頻率為 528 Hz 的聲波
(E) 弦以基頻振動所產生的聲波，在空氣中傳播的波速為 792 m/s

20. 有一個邊長為 L 、電阻為 R 的方形封閉迴路自靜止自由落下，如圖 6，經過 L 的鉛垂位移後開始進入一水平方向的均勻磁場 B 中，磁場方向與迴路面垂直，圖 6 中虛線以下為磁場區域。假設 g 為重力加速度，而且方形迴路在開始進入該磁場後而未完全進入磁場區的過程中，作等速鉛直運動，則此過程中方形迴路上的電流 I 及其質量 m 分別為何？



- (A) $I = \frac{BL\sqrt{2gL}}{R}$, $m = \frac{\sqrt{2L}}{\sqrt{gR}} B^2 L^2$ (B) $I = \frac{BL\sqrt{2gL}}{R}$, $m = \frac{\sqrt{Lg}}{R} B^2$
(C) $I = \frac{\sqrt{BgL}}{R}$, $m = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{gR}} BL$ (D) $I = \frac{\sqrt{BgL}}{R}$, $m = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{2gR}} BL$
(E) $I = \frac{\sqrt{BgL}}{R}$, $m = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{gR}} BL^2$

二、多選題（占 20 分）

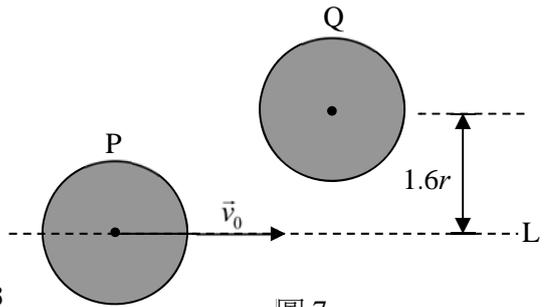
說明：第21題至第24題，每題有5個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得5分；答錯1個選項者，得3分；答錯2個選項者，得1分；答錯多於2個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 某生用電子做雙狹縫干涉實驗，在狹縫後的螢幕上有電子偵測器，每次電子在垂直入射雙狹縫後，會撞擊偵測器顯示出一亮點。用許多電子逐一重覆上述步驟後，統計螢幕上各處偵測器所顯示的亮點數目，可以得到類似光波的干涉條紋。在螢幕上有甲、乙、丙三點，甲點與乙點分別位於兩個狹縫的正後方，丙點為甲乙之中點。下列敘述哪些正確？
- (A) 使用不同速率的電子重覆實驗，丙點一定是亮點
(B) 使用速率較大的電子重覆實驗，所形成的干涉條紋較密
(C) 使用不同速率的電子重覆實驗，甲、乙兩點一定是亮點
(D) 將電子換成中子，且將電子偵測器換成中子偵測器，丙點不會是亮點
(E) 電子射出的時間間隔增長為原來的兩倍，重覆實驗，則干涉條紋的間隔將增為兩倍

22. 一個電子經過電位差 V 加速之後，撞擊金屬靶而將動能完全轉換為電磁波的光子能量。若此過程能夠輻射光子的最短波長為 λ_s ，普朗克常數為 h ，光速為 c ，基本電荷為 e ，則下列有關此最短波長光子及入射電子的敘述，哪些正確？

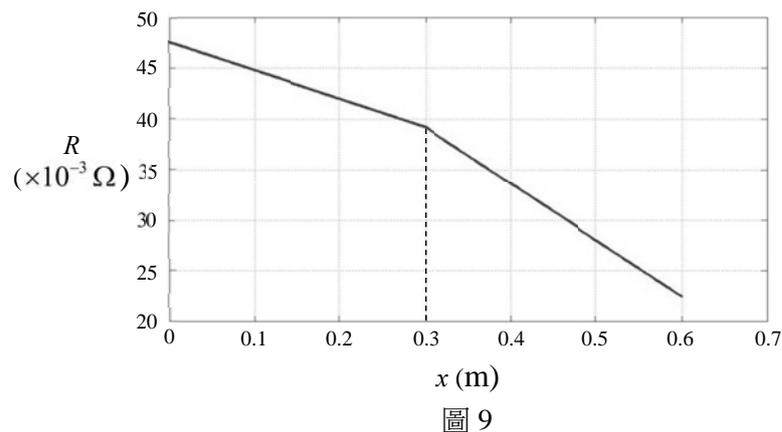
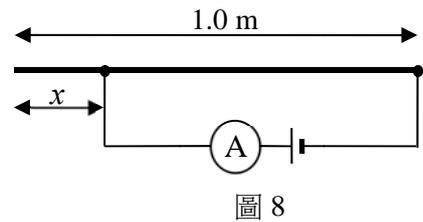
- (A) $\lambda_s = \frac{hc}{V}$ (B) 光子的動量量值為 $\frac{eV}{c}$ (C) 光子的能量為 eV
 (D) 光子的頻率為 $\frac{hc}{\lambda_s}$ (E) 電子的動能為 $\frac{1}{2}eV^2$

23. 在一個光滑的水平面上，有兩個質量相同、半徑均為 r 的光滑彈珠 P 和 Q 發生彈性碰撞。碰撞前彈珠 P 的球心沿直線 L 以等速度 \vec{v}_0 向右移動，Q 則是靜止的，Q 的球心到直線 L 的垂直距離是 $1.6r$ ，如圖 7 所示。若令碰撞後彈珠 P 與彈珠 Q 的運動方向與 \vec{v}_0 的夾角分別為 α 與 β ，則下列關係式哪些正確？



- (A) $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ (B) $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ (C) $\sin \beta = \frac{3}{5}$
 (D) $\sin \beta = \frac{4}{5}$ (E) $\alpha + \beta = 60^\circ$

24. 如圖 8，電動勢為 0.10 V 的電池，連接一安培計 A，兩者的內電阻均可忽略。電池的一端連接一長度為 1.0 m 導線的右端，安培計的另一端接上導線的某一點， x 為接點與導線左端的距離，導線由一段鎢線（電阻率為 $5.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ）和一段銅線（電阻率為 $2.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ）串接而成，其截面積相同。由安培計測得的電流 I ，所推得的電路總電阻 R 和 x 的關係如圖 9。下列選項哪些正確？



- (A) 鎢線在左，長度為 0.3 m
 (B) 銅線在左，長度為 0.3 m
 (C) 導線的截面積約為 $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$
 (D) 當 $x = 0.3 \text{ m}$ 時，電路的總電阻約為 38Ω
 (E) 當 $x = 0.5 \text{ m}$ 時，電池消耗的功率約為 0.36 W

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、某生為了測得一個凸透鏡的未知焦距，進行以下實驗：將光源 A、光源屏 B、薄透鏡 C、像屏 D 等依序水平排列，如圖 10 所示。若該生由 B、C 之間面對光源屏 B，會看到光源屏如圖 11 所示，其中黑色的箭頭圖案即為光源屏的可透光區。每當改變 BC 的距離，則經調整 CD 的距離後，便可在像屏 D 上清楚看到帶有箭頭的影像。某生針對五個不同的 BC 距離，分別測量對應的 CD 距離，記錄於表 1。

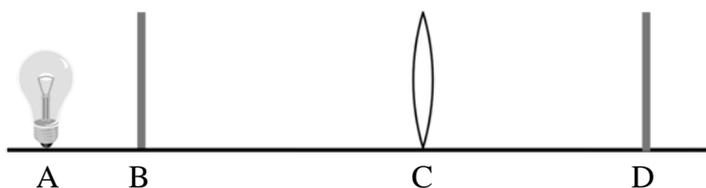


圖 10

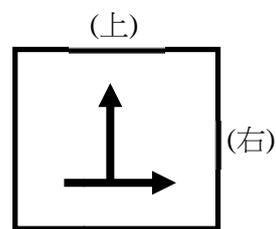


圖 11

表 1

次序	BC 距離 (cm)	CD 距離 (cm)
1	20.0	20.0
2	25.0	17.0
3	30.0	15.0
4	40.0	13.0
5	50.0	12.5

- 在表 1 中「次序 1」的實驗過程中，若由 C、D 之間面對像屏 D，畫出像屏上所看到的透鏡成像圖案（標出像屏的上及右）。比較該影像與光源屏 B 之圖案的尺寸大小，並說明理由。（3 分）
 - 利用薄透鏡成像公式，將表 1 的數據做適當的運算或組合後，在答案卷的作圖區畫出合適的關係圖，以明確驗證薄透鏡成像公式，並說明可以明確驗證的理由。（4 分）
 - 若要見到光源屏 B 上箭頭圖案的虛像，則 BC 的距離大小有何限制？要如何以實驗方式測量出該虛像的像距？請簡要說明實驗操作步驟。（3 分）
- 二、以一對分別帶有等量正負電荷的平行板作為電子的轉向裝置，其中帶正電的下板挖有相距 1.0 cm 的兩個小縫，側視圖如圖 12 所示。設有一電子以 $4.55 \times 10^{-19} \text{ J}$ 的動能及 45° 的入射角，從一縫進入，由另一縫射出，而且電子的射入與射出方向的夾角為 90° 。已知電子的質量為 $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，電量為 $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，若重力可以忽略不計，試回答下列問題：

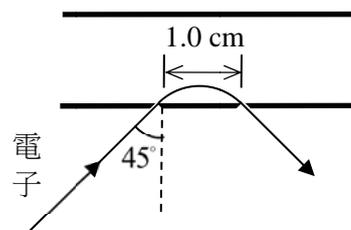


圖 12

- 電子的入射速率為何？(3 分)
- 電子在平行板電場中的運動軌跡為何種曲線？為什麼？(3 分)
- 平行板間的電場量值約為多少？(4 分)