

大學入學考試中心  
102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。

1. 下列的現象或應用，何者的主因是波的繞射性質造成的？  
(A) 琴弦振動產生駐波  
(B) 波浪進入淺水區波速變慢  
(C) 以 X 射線拍攝胸腔照片  
(D) 以 X 射線觀察晶體結構  
(E) 陰極射線實驗中螢幕的亮點位置會隨外加磁場改變
2. 一彈性繩上的小振幅週期波由左向右方傳播，某一瞬間其振動位移  $y$  與位置  $x$  的關係如圖 1 所示，繩上質點 P 恰在  $x$  軸上，則質點 P 在這一瞬間的運動方向最接近下列何者？

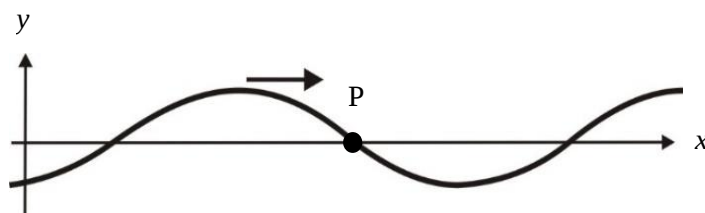
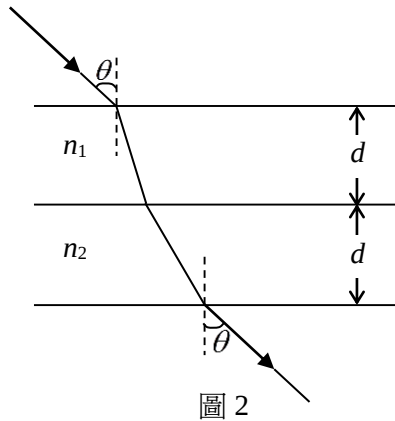


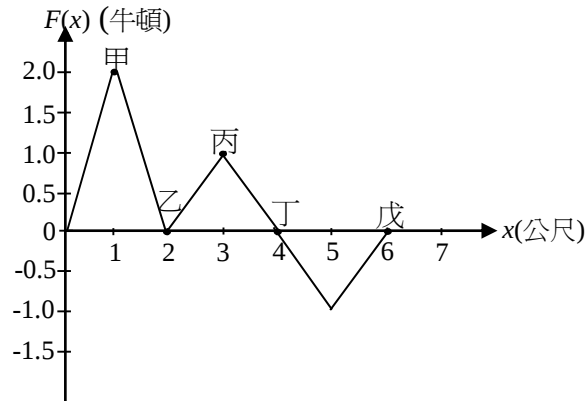
圖 1

- (A) ↑ (向上)  
(B) ↓ (向下)  
(C) ← (向左)  
(D) → (向右)  
(E) 沒有確定的方向，因其速度為零
3. 某樂器以開管空氣柱原理發聲，若其基音頻率為 390 Hz，則其對應的空氣柱長度約為幾公分？  
假設已知音速為 340 m/s。  
(A) 44 cm                      (B) 58 cm                      (C) 66 cm                      (D) 80 cm                      (E) 88 cm
  4. 下列關於體積固定之密閉容器內理想氣體的性質敘述，何者正確？  
(A) 壓力和分子平均動量的平方成正比  
(B) 壓力和所有氣體分子之移動動能的和成正比  
(C) 溫度升高時，每一個氣體分子的動能都會增加  
(D) 溫度下降時，密閉容器內理想氣體的壓力升高  
(E) 氣體分子和容器壁的碰撞是否為彈性碰撞，並不會影響壓力的量值
  5. 密閉汽缸內定量理想氣體原來的壓力為 2 大氣壓，當汽缸的體積被活塞從  $10 \text{ m}^3$  壓縮至  $5 \text{ m}^3$ ，同時把汽缸內氣體的溫度從  $313^\circ\text{C}$  降溫至  $20^\circ\text{C}$ ，則熱平衡後汽缸內氣體的壓力最接近下列何者？  
(A) 8 大氣壓                      (B) 4 大氣壓                      (C) 2 大氣壓                      (D) 1 大氣壓                      (E) 0.25 大氣壓

6. 雷射光以一入射角  $\theta$  自空氣入射雙層薄膜再進入空氣，其中各層薄膜厚度皆為  $d$  而折射率各為  $n_1$  及  $n_2$ ，光路徑如圖 2 所示。今以折射率為  $n$  且厚度為  $2d$  的薄膜取代原雙層薄膜，若光線射入與射出的位置、角度皆與圖 2 相同，則  $n_1$ 、 $n_2$  與  $n$  的大小關係為下列何者？



- (A)  $n > n_1 > n_2$       (B)  $n_1 > n_2 > n$       (C)  $n > n_2 > n_1$       (D)  $n_2 > n > n_1$       (E)  $n_1 > n > n_2$
7. 某生使用波長為  $\lambda$  的光源進行雙狹縫干涉實驗，若兩狹縫間的距離  $d = 9\lambda$ ，則第 5 暗紋所在位置至雙狹縫中點之連線與中央線的夾角約為幾度？
- (A)  $30^\circ$       (B)  $45^\circ$       (C)  $53^\circ$       (D)  $60^\circ$       (E)  $75^\circ$
8. 一質點在一直線上運動，圖 3 為此質點所受的外力與位置的關係，質點的起始位置為  $x = 0$ ，起始速度沿著  $+x$  方向，則此質點在何處的速率最大？



- (A) 甲      (B) 乙      (C) 丙      (D) 丁      (E) 戊

9-10 為題組

如圖 4 所示，一質量為  $m$  可視為質點的小球從離地  $H$  處水平射出，第一次落地時的水平位移為  $\frac{4H}{3}$ ，反彈高度為  $\frac{9H}{16}$ 。若地板為光滑，且空氣阻力可以忽略，而小球與地板接觸的時間為  $t$ ，重力加速度為  $g$ 。

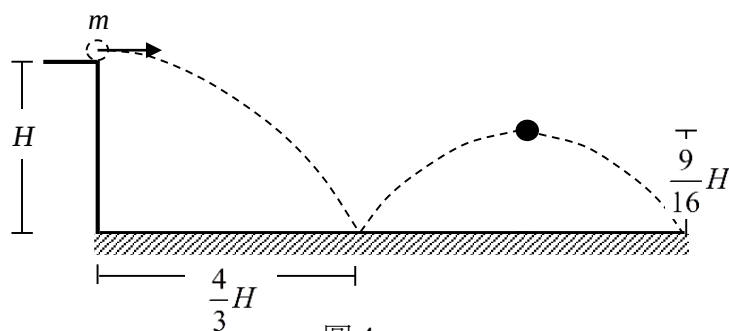


圖 4

9. 第一次落地碰撞期間，小球在鉛直方向所受到的平均作用力之量值為何？

- (A)  $\frac{m\sqrt{2gH}}{4t}$  (B)  $\frac{7m\sqrt{2gH}}{16t}$  (C)  $\frac{25m\sqrt{2gH}}{16t}$  (D)  $\frac{5m\sqrt{2gH}}{4t}$  (E)  $\frac{7m\sqrt{2gH}}{4t}$

10. 小球第一次落地點到第二次落地點的水平距離為何？

- (A)  $H$  (B)  $\frac{4H}{3}$  (C)  $\frac{3H}{2}$  (D)  $2H$  (E)  $\frac{8H}{3}$

11. 已知火星的平均半徑約為地球的 0.5 倍，火星表面的重力加速度約為地球的 0.4 倍，則火星表面上的脫離速率(不計阻力下，使物體可脫離其重力場所所需的最小初速率)約為地球上的多少倍？

- (A)  $\sqrt{\frac{1}{5}}$  (B)  $\sqrt{\frac{1}{3}}$  (C)  $\sqrt{\frac{4}{5}}$  (D)  $\sqrt{3}$  (E)  $\sqrt{6}$

12. 由一對完全相同的強力理想彈簧所構成可垂直彈射之投射裝置，如圖 5 所示，設  $g$  為重力加速度，彈簧的力常數為  $k$ 。若質量為  $m$  的物體置於質量可忽略的彈射底盤上，欲將物體以  $5g$  的起始加速度垂直射向空中，此時兩彈簧與鉛垂線的夾角皆為  $\theta=60^\circ$ ，則每個彈簧的伸長量為下列何者？

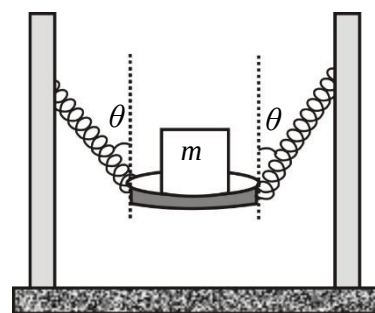


圖 5

- (A)  $\frac{5mg}{2k}$  (B)  $\frac{3mg}{k}$  (C)  $\frac{4mg}{k}$   
(D)  $\frac{5mg}{k}$  (E)  $\frac{6mg}{k}$

- 13.考慮以  $P$  點為圓心、半徑為  $R$  的部份或整個圓周上的四種電荷分佈情形，如圖 6 所示：(甲) 電荷  $q$  均勻分佈在四分之一的圓周；(乙) 電荷  $2q$  均勻分佈在半圓周；(丙) 電荷  $3q$  均勻分佈在四分之三的圓周；(丁) 電荷  $4q$  均勻分佈在整個圓周。試問這四種情形在  $P$  點所造成的電場，依其量值大小排列的次序為何？

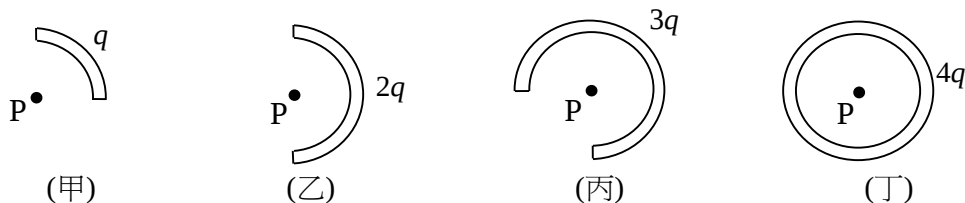


圖 6

- (A) 甲>乙>丙>丁  
(B) 丁>丙>乙>甲  
(C) 乙>甲=丙>丁  
(D) 丁>乙>甲=丙  
(E) 甲=乙=丙=丁
- 14.一個半徑為  $R$  的圓形線圈通有順時針方向的電流  $I$ ，其圓心的磁場為  $B$ 。今在同一平面上加上一個同心的圓形線圈，若欲使其圓心處的磁場為零，則所加上圓形線圈的條件為下列何者？  
(A) 半徑為  $2R$ ，電流為  $\sqrt{2}I$ ，方向為順時針方向  
(B) 半徑為  $\sqrt{2}R$ ，電流為  $2I$ ，方向為順時針方向  
(C) 半徑為  $2R$ ，電流為  $2I$ ，方向為順時針方向  
(D) 半徑為  $2R$ ，電流為  $2I$ ，方向為逆時針方向  
(E) 半徑為  $\sqrt{2}R$ ，電流為  $2I$ ，方向為逆時針方向

- 15.有一以  $O$  為圓心、 $L$  為半徑的  $OMN$  扇形電路置於均勻磁場  $B$  中如圖 7 所示，磁場垂直穿入紙面，半徑  $OM$  之間有電阻  $R$ ，電路中其他電阻可忽略不計。 $OM$  與  $MP$  弧固定不動，而長度為  $L$  的  $ON$  以  $O$  為軸心作順時針往  $P$  方向旋轉，角速率為  $\omega$ ，則電路中電流為下列何者？

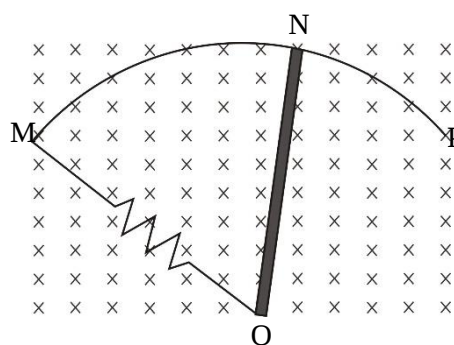


圖 7

- (A)  $\frac{\omega BL^2}{2R}$  (B)  $\frac{\omega BL^2}{R}$  (C)  $\frac{\omega BL}{R}$   
(D)  $\frac{\omega^2 BL^2}{2R}$  (E)  $\frac{\omega^2 BL^2}{R^2}$
- 16.地球繞太陽運動軌道的平均半徑定義為一個天文單位，某行星繞太陽之平均半徑約為 10 個天文單位，則該行星公轉的週期約為地球上的多少年？  
(A) 1 (B) 5 (C) 15 (D) 32 (E) 100

17. 在靜力平衡實驗中，甲、乙、丙三力與一輕圓環以及一個插栓，在力桌上達成平衡時小圓環緊靠著插栓，如圖 8 所示。圓環與插栓間的摩擦力可忽略，若只調整其中兩力的量值，欲移動圓環使插栓位於圓環正中央，則下列有關施力過程的敘述何者正確？

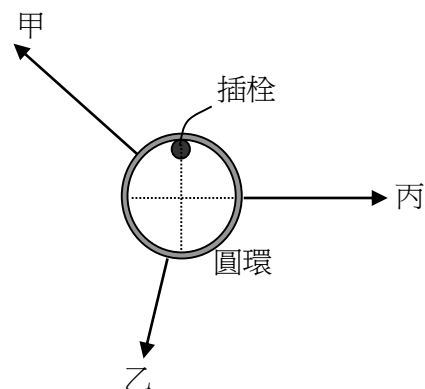


圖 8

18. 下列為五種電磁波源：

氫氣放電管：為不連續的光譜線

鎢絲電燈泡：其光譜與溫度有關且為連續光譜

藍光雷射：波長約介於 360 nm 到 480 nm 之間的雷射光

FM 調頻廣播：其波長介於 2.8 m 到 3.4 m 之間

X 射線：其波長介於 0.01 nm 到 1 nm 之間

以上何者之光譜最接近黑體輻射？

- (A) 氫氣放電管 (B) 鎢絲電燈泡 (C) 藍光雷射 (D) FM調頻廣播 (E) X射線
19. 在波耳的氫原子模型中，電子可視為以質子為中心做半徑為  $r$  的等速圓周運動。考量物質波模型，當電子處於容許的穩定狀態時，軌道的周長必須符合圓周駐波條件。軌道半徑也隨著主量子數  $n$  而愈來愈大。設普朗克常數為  $h$ ，當電子處於主量子數為  $n$  的穩定軌道的情形之下，電子的動量  $p$  量值為何？

(A)  $p = \frac{nh}{2r}$  (B)  $p = \frac{nh}{2\pi}$  (C)  $p = \frac{nh}{2\pi r}$  (D)  $p = \frac{nh r}{2\pi}$  (E)  $p = \frac{h}{2nr}$

20. 太陽能為極重要的綠色能源，在太陽進行核融合的過程中，當質量減損  $\Delta m$  時太陽輻射的能量  $\Delta E = \Delta m \times c^2$  ( $c$  為光速)。地球繞太陽公轉的軌道平均半徑約為  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ ，鄰近地球表面正對太陽處測得太陽能的強度約為  $1.4 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ ，已知光速為  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，則太陽因輻射而減損的質量，每秒鐘約為多少公斤？(球的表面積為  $4\pi r^2$ ，其中  $r$  為球的半徑)

(A)  $1.5 \times 10^{-2}$  (B)  $1.5 \times 10^3$  (C)  $3.3 \times 10^5$  (D)  $1.1 \times 10^7$  (E)  $4.4 \times 10^9$

## 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. 圖 9 中一光滑水平面上有三物體，甲、乙的質量均為  $m$ ，丙的質量為  $2m$ 。開始時，乙和丙均為靜止而甲以等速度  $v$  向右行進。設該三物體間的碰撞皆為一維彈性碰撞，則在所有碰撞都結束後，各物體運動速度的敘述哪些正確？

- (A) 甲靜止不動  
(B) 乙靜止不動  
(C) 甲以等速度  $\frac{1}{3}v$  向左行進  
(D) 乙以等速度  $\frac{1}{3}v$  向右行進  
(E) 丙以等速度  $\frac{2}{3}v$  向右行進

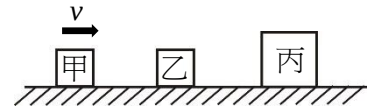


圖 9

22. 圖 10 為單狹縫繞射實驗裝置示意圖，其中狹縫寬度為  $d$ 。今以波長為  $\lambda$  的平行光，垂直入射單狹縫，屏幕邊緣  $Q$  點與狹縫中垂線的夾角為  $\theta_m$ 。若在屏幕上未觀察到繞射形成的暗紋，下列哪些選項是可能的原因？

- (A)  $d \gg \lambda$   
(B)  $d \sin \theta_m < \lambda$   
(C) 入射光太亮  
(D) 入射光不具有同調性  
(E) 入射光為單色光

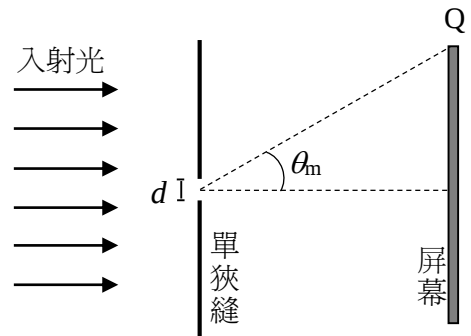


圖 10

23. 如圖 11 所示，一質量為  $m$ 、帶正電荷  $q$  的小球以一端固定的細繩懸掛著，繩長為  $\ell$ ，系統置於均勻的磁場中，磁場  $B$  的方向垂直穿入紙面。開始時靜止的小球擺角與鉛直線夾  $\theta_i$ ，釋放後帶電小球向左擺動，設其左側最大擺角與鉛直線夾  $\theta_f$ 。若摩擦力與空氣阻力均可忽略，重力加速度為  $g$  而小球在最低點的速率為  $v$ ，則下列關於小球受力與運動狀態的關係式或敘述，哪些正確？

- (A)  $\theta_i < \theta_f$   
(B) 在擺動過程中，磁力不對小球作功  
(C) 在擺動過程中，重力對小球永遠作正功  
(D) 小球在第一次通過最低點時，繩子的張力  $T = mg + qvB + \frac{mv^2}{\ell}$   
(E) 小球在運動過程中所受的重力及磁力均為定值

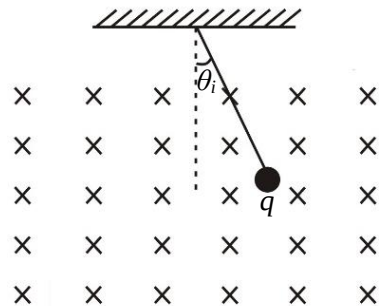


圖 11

24. 密立坎油滴實驗裝置中，兩平行板之間距為  $d$ ，接上電源後如圖 12 所示， $S$  為電路開關。若開關  $S$  壓下接通後，發現平行板間有一質量為  $m$ ，帶電量為  $q$  之小油滴在平行板間靜止不動，設  $g$  為重力加速度。若忽略空氣浮力，則下列敘述哪些正確？

- (A) 小油滴帶正電  
(B) 直流電源提供之電動勢為  $\frac{mgd}{q}$   
(C) 將平行板間距加大時，該小油滴仍將停留不動  
(D) 運用密立坎油滴實驗可測量光子的質量  
(E) 運用密立坎油滴實驗可測量基本電荷的電量

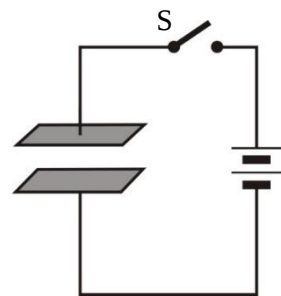


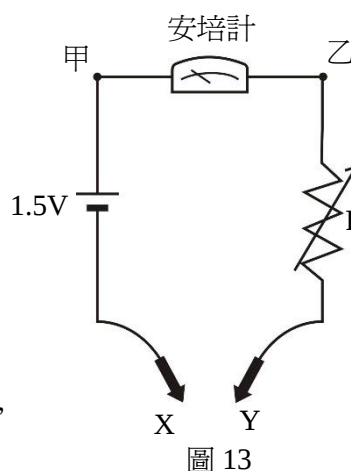
圖 12

## 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、以一顆電池、一台安培計和一個可變電阻  $P$  串聯所組成的簡易電阻測量器，可用來測量電阻，即相當於使用三用電表的歐姆檔位。如圖 13 所示，電池的電動勢為  $1.5\text{ V}$  且其內電阻可忽略；安培計的讀數範圍從  $0$  至  $1\text{ mA}$ ，每隔  $0.1\text{ mA}$  有一個刻度，其內電阻為  $20\ \Omega$ ；可變電阻  $P$  的範圍為  $100\ \Omega$  至  $2500\ \Omega$ 。

1. 為了配合安培計的最大讀數，此電阻測量器在測量電阻之前必須先調整可變電阻，此步驟稱為歸零。試說明如何將此簡易電阻測量器歸零。（2 分）
2. 承第 1 小題歸零後，將一待測物體的兩端分別連至  $X$  及  $Y$ ，若安培計的讀數為  $0.5\text{ mA}$ ，則該物體的電阻為幾歐姆？（2 分）
3. 承第 1 小題歸零後，將安培計讀數範圍限制在  $0.1\text{ mA}$  到  $0.9\text{ mA}$  之間，試求該電阻器可量測的電阻範圍。（2 分）
4. 如果在甲、乙兩點間與安培計並聯一個小的電阻  $r = 20\ \Omega$ ，並重新歸零，若與第 3 小題的結果比較，可量測的電阻範圍將如何變化？試說明原因。（4 分）



二、如圖 14 所示，水平地面上有一斜角為  $\theta$  的光滑斜面，在其頂端以質輕之細線平行於斜面懸掛一質量為  $m$  的小體積物體，開始時斜面靜止且物體底部離地面之垂直高度為  $h$ ，設重力加速度為  $g$ 。

1. 當斜面靜止時，細繩上張力與物體所受斜面的正向力之比值為何？（3 分）
2. 當整個系統以等加速度  $a$  向左運動時，則加速度  $a$  最低為何值時物體會脫離斜面？若物體脫離斜面時，細繩也恰好斷裂，則細繩所能承受之最大張力為何？（4 分）
3. 承上題，細繩斷裂後，斜面繼續以加速度  $a$  向左運動，已知物體離開後不會再撞到斜面，簡述物體會如何運動(包含形式與方向)，以及何時會撞擊地面？（3 分）

