

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？

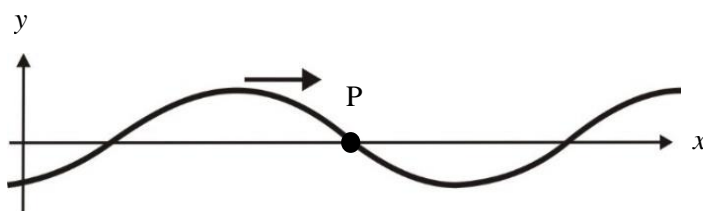
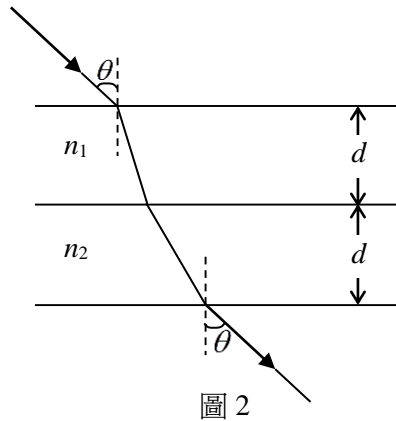


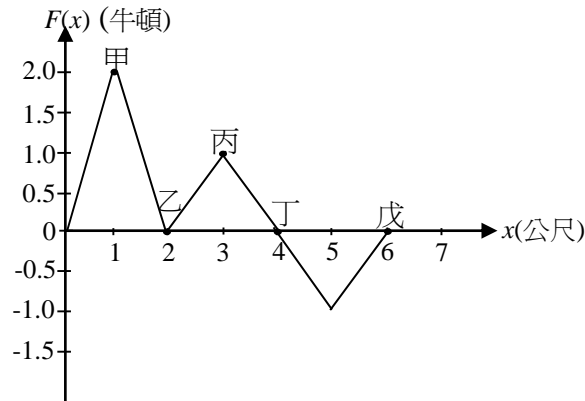
圖 1

- (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 m^3 壓縮至 5 m^3 ，同時把汽缸內氣體的溫度從 313°C 降溫至 20°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 θ 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 λ 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° (B) 45° (C) 53° (D) 60° (E) 75°
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 。

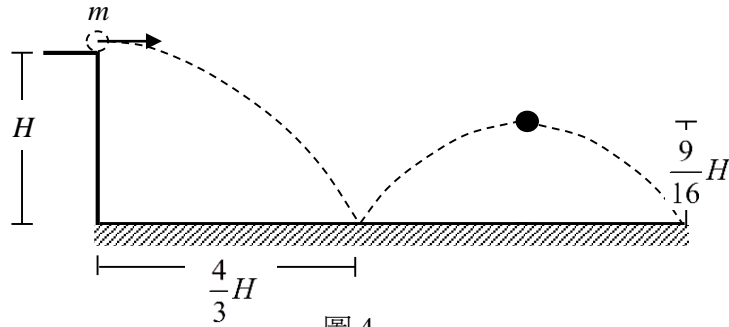


圖 4

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？

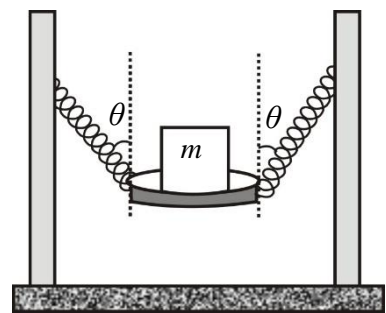


圖 5

- (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？

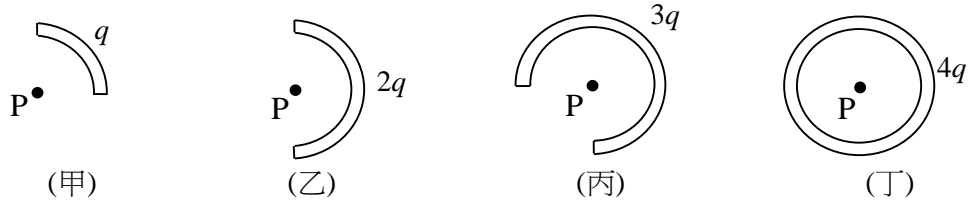


圖 6

- (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 ω ，則電路中電流為下列何者？

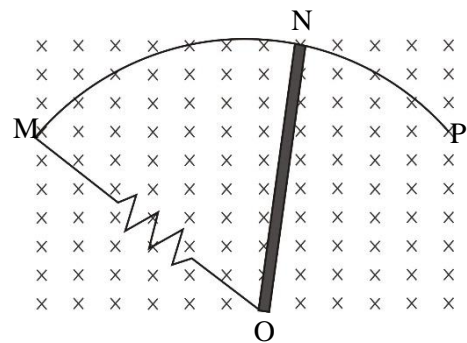


圖 7

- (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？

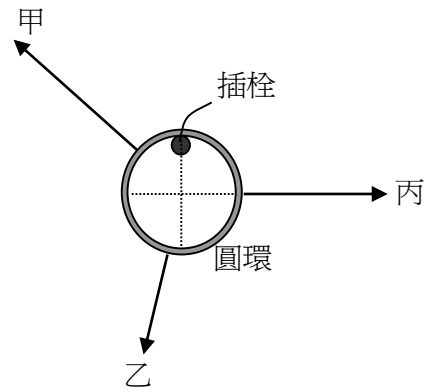


圖 8

- (A) 增加甲、乙兩力的量值，且甲力的量值增加較多
- (B) 增加甲、丙兩力的量值，且甲力的量值增加較多
- (C) 增加乙、丙兩力的量值，且乙力的量值增加較多
- (D) 增加乙、丙兩力的量值，且丙力的量值增加較多
- (E) 增加甲、丙兩力的量值，且丙力的量值增加較多

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 Δm 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 1.5×10^{11} m，鄰近地球表面正對太陽處測得太陽能的強度約為 1.4×10^3 W/m²，已知光速為 3.0×10^8 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) 1.5×10^{-2} (B) 1.5×10^3 (C) 3.3×10^5 (D) 1.1×10^7 (E) 4.4×10^9

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

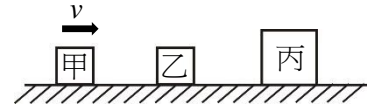


圖 9

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 λ 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 θ_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

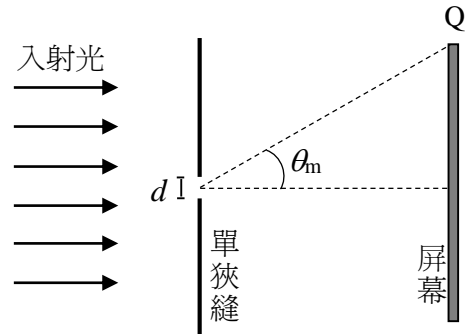


圖 10

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 ℓ ，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 θ_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 θ_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

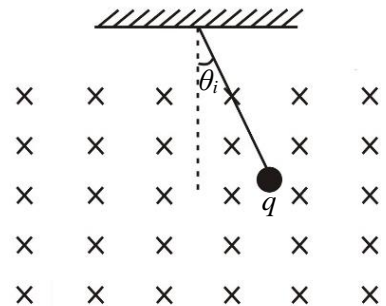


圖 11

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

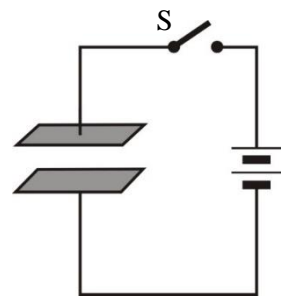


圖 12

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 V 且其內電阻可忽略；安培計的讀數範圍從 0 至 1 mA ，每隔 0.1 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 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 mA 到 0.9 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）

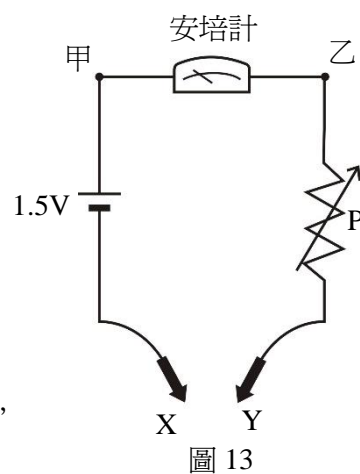


圖 13

二、如圖 14 所示，水平地面上有一斜角為 θ 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）

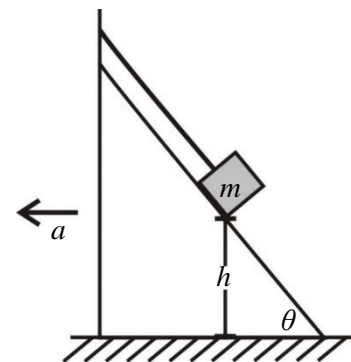


圖 14