

教育部受託辦理115學年度 公立高級中等學校教師甄選

物理科 試題

作答注意事項

1. 本試題共兩部分：選擇題 14 題，及綜合題 2 大題，共計 100 分。
2. 選擇題請用2B軟心鉛筆在答案卡劃記，綜合題限用藍色、黑色原子筆或鋼筆在答案本上作答，但繪圖時得使用黑色鉛筆。
3. 本科「不可以」使用電子計算器。

第一部分：選擇題 (共 40 分)

一、單選題 (每題 2.7 分，共 27 分)

- (B) 1. 一條長度為 L 、柔軟但無彈性的重繩，近乎對稱地掛在一個可忽略摩擦力的輕滑輪上，如圖 (一)。當重繩脫離滑輪那一刻，其速率為何？(滑輪半徑遠小於 L)

(A) $\sqrt{\frac{gL}{2}}$ (B) $\frac{\sqrt{gL}}{2}$ (C) $2\sqrt{gL}$ (D) \sqrt{gL} 。

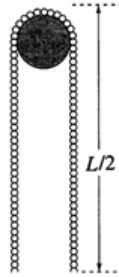


圖 (一)

- (D) 2. 如圖 (二)，甲、乙兩位同學合力將一具木箱抬上一臺階，兩人施予木箱的力均鉛直向上，並保持木箱底面與臺階平行，且臺階與水平面夾 45° ，若木箱重 W ，側面尺寸為 $a \times b$ ，重力作用於木箱的幾何中心，則甲、乙兩人施予木箱的作用力比值為何？

(A) $\sqrt{\frac{a}{b}}$ (B) $\frac{b}{a}$ (C) $\sqrt{\frac{a-b}{a+b}}$ (D) $\frac{a+b}{a-b}$ 。



圖 (二)

- (C) 3. 有一電路如圖 (三)，在左邊迴路中有穿入紙面的磁場，其磁通量時變率為 -8 Wb/s ，則流經電阻 2Ω 之電流為多少 A？

(A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{4}{3}$ (C) 2 (D) 1。

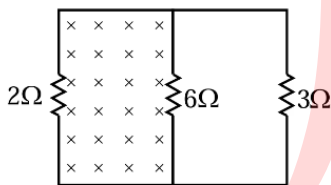


圖 (三)

- (B) 4. 一個平行板電容器的板面積為 A ，初始間距為 d 。兩板與電壓為 V_0 的電源相連。若要將兩板的間距拉開到 $2d$ ，需要對其做多少功？

(A) $-\frac{\epsilon_0 AV_0^2}{2d}$ (B) $\frac{\epsilon_0 AV_0^2}{4d}$ (C) $\frac{\epsilon_0 AV_0^2}{2d}$ (D) $\frac{\epsilon_0 AV_0^2}{d}$ 。

- (A) 5. 考慮一個半徑為 R 的無限長均勻帶電圓柱體，其體電荷密度為 ρ 。距離圓柱體中心軸 r 處（其中 $r < R$ ）的電場量值 E 為何？（ ϵ_0 為真空電容率）

(A) $\frac{\rho r}{2\epsilon_0}$ (B) $\frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r}$ (C) $\frac{\rho r}{\epsilon_0}$ (D) 0。

- (B) 6. 根據馬克士威-波茲曼速率分佈（Maxwell-Boltzmann distribution）

$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T}\right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$ ，處於絕對溫度 T 之理想氣體分子（質量為 m ），其最可能速率（Most probable speed） v_p 為何？（ k_B 為波茲曼常數）

(A) $\sqrt{\frac{k_B T}{m}}$ (B) $\sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$ (C) $\sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m}}$ (D) $\sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$ 。

- (A) 7. 在光電效應實驗中，以波長為 λ_1 的單色光照射某金屬表面時，測得截止電壓為 V_1 ；改以波長為 λ_2 的單色光照射同一金屬表面時，測得截止電壓為 V_2 。若已知電子電量為 e ，真空中光速為 c ，則普朗克常數 h 的實驗測量值可表示為何？

(A) $\frac{e(V_1 - V_2)}{c\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)}$ (B) $\frac{e(V_1 - V_2)}{c(\lambda_1 - \lambda_2)}$ (C) $\frac{c(V_1 - V_2)}{e(\lambda_1 - \lambda_2)}$ (D) $\frac{e(V_1 - V_2)\lambda_1\lambda_2}{c(\lambda_1 - \lambda_2)}$ 。

- (D) 8. 根據狹義相對論的時間膨脹效應（Time dilation）。繆子（Muon）在靜止參考系中的固有壽命為 τ_0 。若大氣層上空產生的繆子相對於地球以 $v = 0.8c$ （ c 為光速）的等速度直線飛向地表，則地球上的觀察者測量到該繆子的平均壽命為何？

(A) $0.6\tau_0$ (B) $0.8\tau_0$ (C) $\frac{5}{4}\tau_0$ (D) $\frac{5}{3}\tau_0$ 。

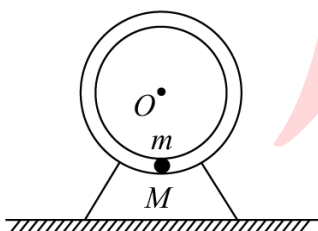
- (C) 9. 如圖（四）所示，鉛直放置的光滑圓形軌道（帶底座）質量為 M ，半徑為 R ，軌道最低點有一個質量為 m 的小球（球直徑小於管道內徑，可視為質點）。現給小球一水平初速度 v_0 ，使小球在鉛直軌道內做圓周運動，運動過程中圓形軌道不會左右移動，下列說法正確的是？（已知重力加速度為 g ）

(A) 當 $v_0 \geq \sqrt{\frac{5}{2}gR}$ 時，小球才能在鉛直軌道內做圓周運動。

(B) 小球在軌道最低、最高點時的正向力大小差恒等於 $6mg$ 。

(C) 當 $v_0 > \sqrt{\left(5 + \frac{M}{m}\right)gR}$ 時，就能使軌道離開地面。

(D) 小球從最低點運動到最高點的過程中，軌道對地面的正向力一直在減小。



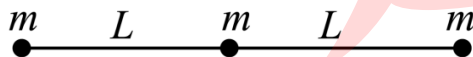
圖（四）

- (D) 10. 宇宙中存在一些三星系統，通常可忽略其他星體對它們的引力作用。現已觀測到穩定的三星系統存在兩種基本的構成形式：

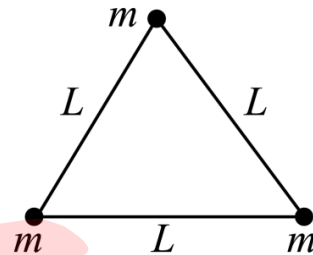
一種是三顆星位於同一直線上，兩顆星圍繞中央星做圓周運動，如圖（五）所示；另一種是三顆星位於等邊三角形的三個頂點上，並沿外接於等邊三角形的圓形軌道運行，如圖（六）所示。

設兩種系統中三個星體的質量均為 m ，且兩種系統中各星間的距離已在圖中標出，萬有引力常數為 G ，則下列說法中正確的是？

- (A) 直線形三星系統中星體做圓周運動的線速度大小為 $\sqrt{\frac{Gm}{L}}$ 。
(B) 直線形三星系統中星體做圓周運動的週期為 $2\pi\sqrt{\frac{L^3}{5Gm}}$ 。
(C) 三角形三星系統中每顆星做圓周運動的角速度為 $2\sqrt{\frac{L^3}{3Gm}}$ 。
(D) 三角形三星系統中每顆星做圓周運動的加速度大小為 $\frac{\sqrt{3}Gm}{L^2}$ 。



圖（五）



圖（六）

二、複選題（每題 3.25 分，全對才給分，共 13 分）

- (AB) 11. 一熱氣球質量為 70 kg ，容積為 400 m^3 ，底部有一開口通於大氣，方便對球內空氣加熱。今設定，加熱時球外空氣的溫度、壓力，以及氣球容積均不變。在 0°C 、 1 atm 時，空氣密度為 1.3 kg/m^3 。若欲使體重為 50 kg 的人升空，球內空氣應逐出 $M\text{ kg}$ ，此時球內空氣由 0°C 加熱至絕對溫度 $T\text{ K}$ 、球內空氣密度為 $D\text{ kg/m}^3$ 。假設大氣為 0°C ，則：
- (A) 氣球所受球外空氣的浮力為 520 kgw (B) $M=120$ (C) $T=300$ (D) $D=1$ 。

- (AB) 12. 關於康普頓散射（Compton scattering）實驗，下列敘述哪些是正確的？

D

- (A) 此實驗證實了光具有粒子性，光子具有動量 $p=\frac{h}{\lambda}$ 。
(B) 散射後的光子波長必定大於或等於入射光子的波長。
(C) 康普頓波長偏移量 $\Delta\lambda$ 與入射光的頻率成正比。
(D) 波長偏移量最大值發生在散射角 $\theta=180^\circ$ 時。

- (BC) 13. 若飛機某次起飛離地速度為 v_0 ，離地一段時間內水平方向速度不變，鉛直方向升力（鉛直方向升力為空氣對飛機作用力在鉛直方向合力）保持不變，飛機水平位移為 x 時，離地鉛直高度為 y ，已知起飛階段飛機質量為 m 且保持不變，重力加速度為 g ，下列說法正確的是？

(A) 起飛階段飛機鉛直方向升力為 $F = m \frac{2y}{x^2} v_0^2$ 。

(B) 起飛階段飛機鉛直方向升力為 $F = mg(1 + \frac{2y}{gx^2} v_0^2)$ 。

(C) 自起飛至離地高度為 y 的過程中，鉛直升力對飛機做功為 $mgy(1 + \frac{2y}{gx^2} v_0^2)$ 。

(D) 自起飛至離地高度為 y 的過程中，飛機力學能的增加量為 $m \frac{2y^2}{x^2} v_0^2$ 。

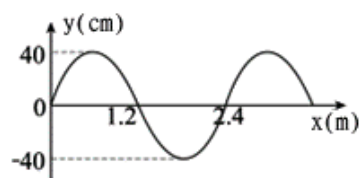
- (BD) 14. 戰繩訓練是健身房常見甩繩子的一項運動，人們在做戰繩訓練時，用手抓緊繩子，使得繩子呈波浪狀向前推進，形成橫波（可視為簡諧橫波）。 $t = 3\text{s}$ 時波形圖如圖（七）所示，圖（八）是繩上某質點的振動對時間關係圖，下列說法中正確的是？

(A) 該波的波速為 1.2 m/s 。

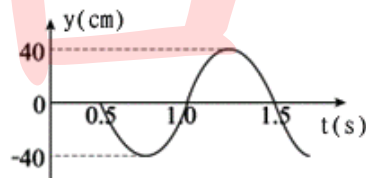
(B) 波源開始振動的方向向下。

(C) 該質點與波源的距離為 3.6 m 。

(D) $0 \sim 3\text{s}$ 時間內該質點通過的路程為 4 m 。



圖（七）

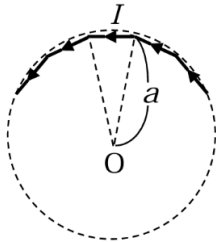


圖（八）

第二部分：綜合題 (共 60 分)

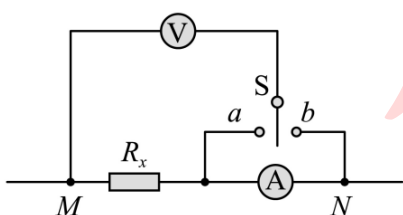
一、填充題 (每題 4 分，共 40 分)

1. 正 n 邊形導線通以電流 I ，如圖(九)，正 n 邊形頂點恰好與半徑 a 的圓形外接(僅繪出部分)，若真空中的磁導率為 μ_0 ，則其中心點 O 的磁場量值為 $\frac{\mu_0 n I}{2\pi a} \tan \frac{\pi}{n}$ 。



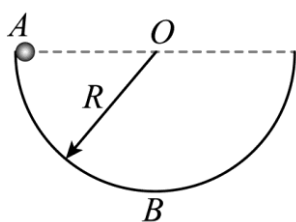
圖(九)

2. 一質點以初速 $\sqrt{3gr}$ 自半徑 r 之鉛直圓弧軌道底部水平往前衝，不計摩擦力，請問此物體可到達的最大高度為 $\frac{40}{27}r$ 。
3. 有一平凸透鏡，一面曲率半徑為 80 cm 的小角度圓弧，另一面是平面。若將平的那一面鍍銀，此鏡聚焦效果等於焦距 40 cm 的凹面鏡。若是將圓弧的那一面鍍銀，則此鏡的聚焦效果等同焦距 20 cm 的凹面鏡。
4. 在水平地面以初速度 v_0 鉛直上拋一物體，當物體到達最高點時，突然爆裂成質量相等的兩碎片，較早落地的碎片於拋射後 t 時刻落地，則另一塊碎片於拋射後 $\frac{v_0 t}{gt - v_0}$ 時刻落地。
(以 v_0 、 g 及 t 表示)
5. 半徑為 R 、質量為 M 的均勻實心球，由傾角為 θ 的斜面上靜止開始純滾動下滑。若下滑的鉛直高度為 h ，重力加速度為 g ，則到達斜面底端時，球心質點的速率 $v = \sqrt{\frac{10gh}{7}}$ 。
6. 截面積為 A 的開口大圓柱水桶，底部有一個截面積為 a 的小孔(假設 $A \gg a$)。若初始水深為 H ，根據白努利方程式，桶內的水完全從孔洞漏光所需的時間 $t = \frac{A}{a} \sqrt{\frac{2H}{g}}$ 。
7. 兩塊厚度皆為 d 、截面積皆為 A 的平板材料，其熱導率分別為 k_1 與 k_2 。若將兩者平貼串聯拼接，則整體組合的等效熱導率 $k_{eff} = \frac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ 。
8. 如圖(十)所示， M 、 N 間電壓固定，當開關 S 接通 a 端時，伏特計讀數為 10 V，安培計讀數為 0.2 A；當開關 S 接通 b 端時，伏特計讀數為 12 V，安培計讀數為 0.15 A，則電阻 R_x 的實際值為 70 Ω 。



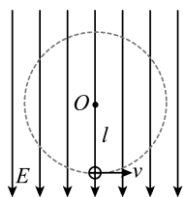
圖(十)

9. 如圖（十一）所示，一質量為 m 的質點在半徑為 R 的半球形容器中（容器固定）由靜止開始自邊緣上的 A 點滑下，到達最低點 B 時，它對容器的正向力為 N 。重力加速度為 g ，則質點自 A 滑到 B 的過程中，摩擦力所做的功大小為 $\frac{1}{2}R(N - 3mg)$ 。



圖（十一）

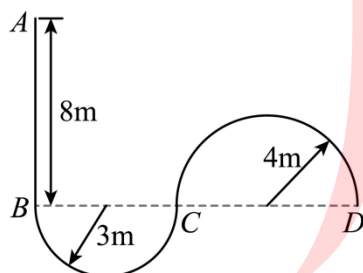
10. 如圖（十二）所示，帶電小球用絕緣細線懸掛在 O 點，在鉛直平面內做完整的變速率圓周運動，小球運動到最高點時，細線受到的拉力最大。已知小球運動空間存在鉛直向下的均強電場，電場強度為 E ，小球質量為 m ，帶電量為 q ，細線長為 l ，重力加速度為 g ，則小球運動過程最小速度至少為 $\sqrt{\frac{(qE - mg)l}{m}}$ 。



圖（十二）

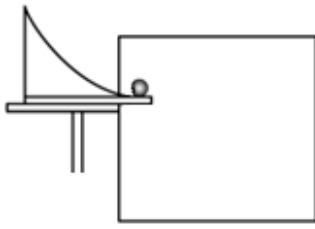
二、計算證明題（共 20 分）

1. 探究課程中，同學正在測試自走小車。性能測試路徑如圖（十三）所示：半徑為 3 m 的半圓弧 BC 與長 8 m 的直線路徑 AB 相切於 B 點，與半徑為 4 m 的半圓弧 CD 相切於 C 點。小車以最大速度從 A 點駛入路徑，到適當位置調整速率運動到 B 點，然後保持速率不變依次經過 BC 和 CD 。為保證安全，小車速率最大為 4 m/s 。在 ABC 段的加速度最大為 2 m/s^2 ， CD 段的加速度最大為 1 m/s^2 。小車視為質點，則：
- (1) 小車從 A 到 D 所需最短時間？（3 分）
 - (2) 在 AB 段做等速度直線運動的最長距離 L 為？（3 分）

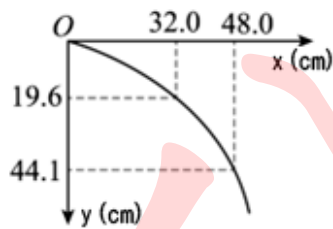


圖（十三）

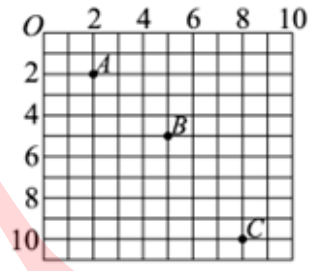
2. 圖（十四）是探究平拋物體運動的實驗裝置圖。



圖（十四）



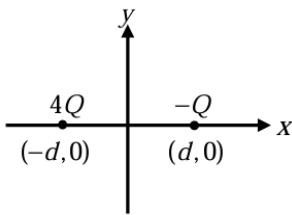
圖（十五）



圖（十六）

- (1) 圖（十五）是正確實驗取得的資料，其中 O 為拋出點，則此小球做平拋運動的初速度為多少 m/s ？（ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ）（3 分）
- (2) 在另一次實驗中將白紙換成方格紙，其中 O 為拋出點，每小格的邊長 $L = 5 \text{ cm}$ ，通過實驗記錄了小球在運動軌跡的三個位置，如圖（十六）所示，則該小球做平拋運動的初速度為多少 m/s ？（ $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）（3 分）

3. 如圖（十七），電量 $+4Q$ 及 $-Q$ 的點電荷分別位於 $(-d, 0)$ 和 $(d, 0)$ ，試寫出在 $x - y$ 平面上電位為零的軌跡方程式，並說明其是什麼形狀。（4 分）



圖（十七）

4. 請利用微積分，證明一個質量為 M 、半徑為 R 的均勻實心球體，其繞行通過球心之中心軸的轉動慣量為 $I = \frac{2}{5}MR^2$ 。（4 分）