

臺中區國立高級中學 104 學年度

指定科目第二次聯合模擬考

物理考科

—作答注意事項—

考試範圍：基礎物理(一)～選修物理(下)

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。

物理常數

計算時如需要可利用下列數值：

重力加速度量值 $g=10 \text{ m/s}^2$

理想氣體常數 $R=8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

真空光速 $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$

庫倫常數 $k=9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

真空中的磁導率 $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

普朗克常數 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

祝考試順利



版權所有・翻印必究

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.～7.題為題組

太空人馬克在執行任務的時候發生了意外，導致他孤零零的留在火星上，等待太空總署派人救援。火星的環境與地球大不相同，火星的直徑約為地球的一半，表面重力加速度約為 4 公尺/秒^2 ，自轉週期約為 24 小時，大氣的主要成分為二氧化碳，地表的日夜溫差很大。馬克能靠著他的科學知識解決問題並活過 1000 天嗎？試回答 1.～7.題：

1. 馬克以焦距 f 的凹面鏡正對太陽，發現太陽的實像直徑為 d ，已知太陽的實際直徑為 D ，且太陽與火星的距離甚大於凹面鏡的焦距，則太陽與火星的距離約為多少？

(A) $\frac{df}{D}$

(B) $\frac{Df}{d}$

(C) $\frac{(D+d)f}{D-d}$

(D) $\frac{(D-d)f}{D+d}$

(E) $\frac{Df}{D-d}$

2. 馬克在居住艙內透過玻璃發現外面的太陽能面板被沙子蓋住，為了不讓電力供給出問題，他必須到外面將沙子掃掉。馬克在艙門口目測太陽能面板距離居住艙門的直線距離為 5 公尺，然而當他實際走過去清理的時候，卻走了 5.05 公尺。若玻璃的折射率為 1.5，而室內外的氣體折射率皆為 1。試問玻璃的厚度為多少公分？

(A) 7.5

(B) 10.0

(C) 12.5

(D) 15.0

(E) 17.5

3. 居住艙依靠太陽能面板利用光電效應產生電能，馬克想知道太陽能面板的效率，於是他做一些測試。馬克以波長為 5000 埃、光強度為 $100 \text{ 焦耳/米}^2 \cdot \text{秒}$ 的單色光，照射面積為 2.5×10^{-3} 平方公尺的太陽能面板。假設每個光子打出一個光電子，試問光電流約為多少安培？

(A) 0.1

(B) 6.25

(C) 62.5

(D) 3.6×10^2

(E) 1.8×10^3

4. 火星的大氣約有 95% 的二氧化碳、3% 的氮氣以及其他氣體所組成，對人類而言是無法生存的，馬克必須混合出與地球環境相同的氣體才有辦法活下去。假設馬克有總質量 m_1 (g)、溫度為 T_1 (K) 的氧氣，總質量 m_2 (g)、溫度為 T_2 (K) 的氮氣，同時裝入一個體積為 V (m^3) 且絕熱良好的容器中，則混合一段時間後，下列敘述何者正確？（氧氣分子量為 32、氮氣分子量為 28）

- (A) 混合氣體的絕對溫度為 $\frac{T_1+T_2}{2}$ (K)
- (B) 混合氣體的總動能為 $\frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{m_2}{28} RT_2$ (J)
- (C) 混合氣體的總動量為 $\sqrt{\frac{3R}{m_1+m_2}} \left(\frac{m_1}{32} T_1 + \frac{m_2}{28} T_2 \right)$ ($kg \cdot m/s$)
- (D) 混合氣體的總壓力為 $\frac{1}{V} \left(\frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{m_2}{28} RT_2 \right)$ (N/m^2)
- (E) 氧氣與氮氣的方均根速率比為 $\sqrt{m_2} : \sqrt{m_1}$

5. 如圖 1 所示，馬克開著探測車準備去尋找遺留在火星上的拓荒者號，路途中遇到了一個曲面高臺，他以 $v_0=10$ 公尺 / 秒的初速度從底端衝上去後，並從高臺頂端水平飛出。若探測車衝到高臺頂端的過程中以 1 千瓦特的恆

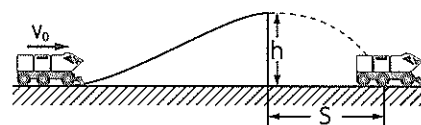


圖 1

定功率行駛，從底端衝到高臺頂端所用時間為 5 秒，人與車的總質量為 150 公斤，臺高 $h=2.0$ 公尺，探測車的落地點到高臺的水平距離 $S=5$ 公尺。若不計離開高臺後的空氣阻力，探測車衝到高臺頂端的過程中阻力所作的功為多少焦耳？

- (A) -1325 (B) -3125
- (C) -5325 (D) -7625
- (E) -9425
6. 赫密斯號終於到達火星準備執行救援馬克的任務。救援計劃的內容第一階段是馬克將接駁小艇開到同步衛星的圓形軌道甲等速率繞行火星，而赫密斯號在公轉週期為 192 小時的圓形軌道丙待命，如圖 2 所示。假設圓形軌道甲距離火星中心 R ，則圓形軌道丙與火星中心的距離為多少？

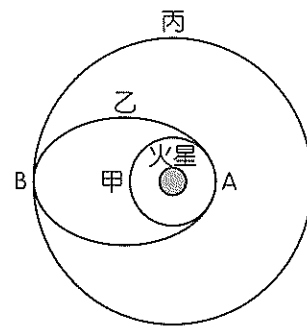


圖 2

7. 承 6 題，救援計劃的第二階段是當馬克到達圓形軌道甲的 A 位置時，給予接駁小艇能量 ΔE ，使接駁小艇沿橢圓軌道乙運行到 B 位置。已知火星質量為 M 、接駁小艇的質量為 m ，試問能量 ΔE 為多少？（重力常數為 G ）

- (A) $\frac{GMm}{5R}$ (B) $\frac{3GMm}{10R}$ (C) $\frac{GMm}{2R}$ (D) $\frac{3GMm}{4R}$ (E) $\frac{2GMm}{R}$

8. 如圖 3 所示，有一光滑斜面其傾斜角度 θ 為 37° ，在斜面上有一條平行斜面的繩子綁著一顆質量 m 為 500 克的小球。給予斜面適當的外力，使其以等加速度 $a=1$ 公尺 / 秒² 運動，此時小球相對於斜面靜止，試問繩子的張力 T 為多少牛頓？

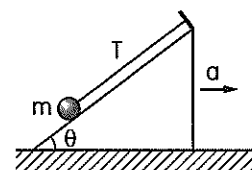


圖 3

- (A) $\frac{17}{5}$ (B) $\frac{19}{5}$
(C) $\frac{21}{5}$ (D) $\frac{23}{5}$
(E) $\frac{27}{5}$

9. 如圖 4 所示，光滑平面上有 A、B 兩球，平面的右端有一巨大的牆壁。A 球以速率 $v_0=10$ m / s 向右運動；B 球一開始靜止不動。已知所有的碰撞皆為彈性碰撞，試問當 A 與 B 剛好只碰撞一次，則 A 與 B 球的質量 m_A 、 m_B 之關係為何？

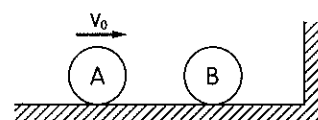


圖 4

- (A) $\frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{3}$ (B) $\frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{2}$ (C) $\frac{m_A}{m_B} \leq 1$ (D) $\frac{m_A}{m_B} \leq 2$ (E) $\frac{m_A}{m_B} \leq 3$

10. 如圖 5 所示，兩個均勻帶電的絕緣體薄球殼都帶著 q 的電量，半徑分別為 R 及 $\frac{R}{4}$ 。兩球殼內切於一點，試問大球殼球心 P 點的電位為多少？

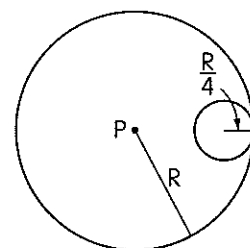


圖 5

(庫倫常數 k)

- (A) $\frac{3kq}{2R}$ (B) $\frac{2kq}{R}$
(C) $\frac{7kq}{3R}$ (D) $\frac{11kq}{4R}$
(E) $\frac{5kq}{R}$

11. 如圖 6 所示，在光滑無摩擦的水平桌面上放置三個帶電小球 A、B、C 於邊長為 R 的正三角形之三個頂點上。A、B 兩球皆帶 q 的正電荷且固定於圖 6 所示的兩個頂點，C 球則在第三個頂點上。若外加與桌面平行的電場 E 後，C 球可維持靜止狀態，則 E 的量值為何？(庫倫常數 k)

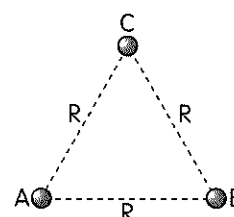


圖 6

- (A) $\frac{\sqrt{3}kq}{2R^2}$ (B) $\frac{\sqrt{3}kq}{R^2}$
(C) $\frac{3kq}{R^2}$ (D) $\frac{2\sqrt{3}kq}{R^2}$
(E) $\frac{3\sqrt{3}kq}{2R^2}$

12. 有一邊長為 $4a$ 的正方形均勻薄板，從薄板上切下一個半徑為 a 的圓形，如圖 7 所示。試問切割後的薄板質心位置距離 O 點多遠？

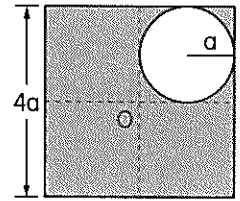


圖 7

- (A) $\frac{\pi}{16-\pi}a$ (B) $\frac{\pi}{16}a$
 (C) $\frac{\pi}{8-2\pi}a$ (D) $\frac{\sqrt{2}\pi}{16-\pi}a$
 (E) $\frac{\sqrt{2}\pi}{16-4\pi}a$

13. 將 A、B、C、D 四個點電荷分別固定在邊長為 L 的正四邊形之頂點上，如圖 8 所示。已知 A 電荷受向東偏北 37° 、量值為 5 牛頓的靜電力，而 A 電荷給 D 電荷的靜電力為向南、量值為 2 牛頓。若 A 帶 Q 的電量，D 帶 $2Q$ 的電量，則 B 帶電量為多少？

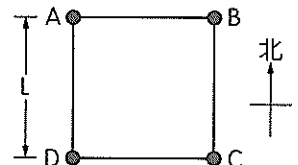


圖 8

- (A) $2Q$
 (B) $2\sqrt{2}Q$
 (C) $-2\sqrt{2}Q$
 (D) $5Q$
 (E) $-5Q$

14. 在雙狹縫干涉實驗中，測得中央亮帶寬度為 0.4 公分。若將此裝置移到某液體中再做一次實驗，測得第一暗紋到第二亮帶中線的間距為 0.3 公分，則某液體的折射率為多少？

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

15. 在「氣柱的共鳴」實驗中，當共鳴管中水面在管口附近時，敲擊音叉後接近共鳴管口並逐漸降低水面。當水面降至與管口距離為 13 公分的時候，聽到第一次的共鳴聲；水面與管口距離 45 公分時，聽到第二次的共鳴聲。則要聽到第三次的共鳴聲，水面與管口的距離約為多少公分？

- (A) 61 (B) 71
 (C) 77 (D) 123
 (E) 141

16. 如圖 9 所示，水平地面上靜置一質量為 60 kg 的木塊，持續施加一水平力 F 使木塊在光滑平面以 2 m/s^2 的加速度移動。從靜止開始移動 16 m 後地面不再光滑，木塊受到地面阻力後經過 2 秒靜止，試問阻力給木塊的衝量量值為多少 $\text{N} \cdot \text{s}$ ？

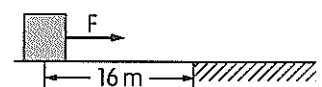


圖 9

- (A) 120 (B) 240 (C) 360 (D) 480 (E) 720

17. 如圖 10 所示，一長度為 L 的均勻木棒重 W ，將木棒斜靠在表面光滑的立方體上，立方體的頂端距地面 $\frac{L}{2}$ 。已知木棒與水平面夾角 $\theta = 60^\circ$ ，木棒與水平面間的靜摩擦係數為 0.5，此時木棒為平衡狀態，試問水平面施給木棒的摩擦力為多少？

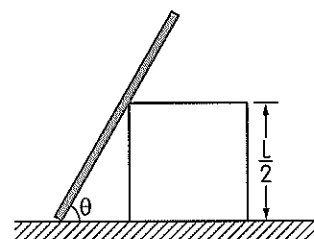


圖 10

- (A) 0
(B) $\frac{3}{8}W$
(C) $\frac{5}{16}W$
(D) $\frac{\sqrt{3}}{4}W$
(E) $\frac{5}{8}W$
18. 如圖 11 所示，平面上有兩個由細導線圍成的封閉線圈，形狀分別為邊長 $3R$ 的正方形及半徑 R 的圓形。已知垂直平面的方向上，有一隨時間作均勻變化的磁場通過，不考慮應電流所產生的磁場，則正方形線圈與圓形線圈的應電動勢比為多少？

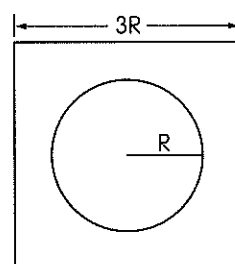


圖 11

- (A) $3 : \pi$
(B) $(9 - \pi) : \pi$
(C) $9 : \pi$
(D) $(3 - \pi) : \pi$
(E) $1 : 1$
19. 如圖 12，在高度為 10 m 的高塔上，以仰角 30° 及 v_A 的初速率拋出 A 球，而同一時間，在 A 球正下方塔底的位置有一 B 球，以仰角 60° 及速率 v_B 拋出，A 與 B 的運動軌跡在同一平面上。不計空氣阻力，若想讓 A、B 兩球在空中相遇，請問 v_A 需符合下列哪一個條件？

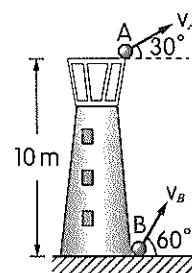


圖 12

- (A) $v_A > \frac{10}{3}\sqrt{3}$
(B) $v_A < \frac{10}{3}\sqrt{3}$
(C) $v_A > 10\sqrt{3}$
(D) $v_A < 10\sqrt{3}$
(E) $v_A > 5\sqrt{3}$

20. 將一輕彈簧鉛直掛在一天花板上，在彈簧下端掛上一 10 kg 的物體，靜止時彈簧伸長 0.4 m 。若再施加外力將物體緩慢下拉 0.4 m ，則下列何者正確？
- (A) 施加外力下拉的過程，重力對物體不作功
 - (B) 施加外力下拉的過程，重力對物體作功為 20 J
 - (C) 施加外力下拉的過程，彈力對物體作功 20 J
 - (D) 施加外力下拉的過程，彈力對物體作功 -20 J
 - (E) 施加外力下拉的過程，外力對物體至少需作功 20 J

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. 有一遊客想在臺中公園的湖心亭划船遊湖，陣陣地涼風吹拂著湖面，小船微微來回振動。將小船的運動簡化成沿著湖岸的水平簡諧運動，已知船的振動週期為 4 秒 ，離岸最遠是 45 公分 、最近是 5 公分 。當船與岸邊的距離不超過 15 公分 時才能確保安全上船。在 $t=0\text{ 秒}$ 時，觀察到船離岸邊最遠，則下列哪些時刻遊客可以安全上船？
- (A) $t=1.5\text{ 秒}$
 - (B) $t=2.6\text{ 秒}$
 - (C) $t=3.7\text{ 秒}$
 - (D) $t=5.4\text{ 秒}$
 - (E) $t=6.8\text{ 秒}$
22. 下列物理量使用的單位，何者正確？
- (A) 角動量：公斤·公尺
 - (B) 線膨脹係數： $1/^\circ\text{C}$
 - (C) 熔化熱：卡/克
 - (D) 動摩擦係數：秒/公斤·公尺
 - (E) 哈伯常數： $1/\text{秒}$
23. 下列有關磁場性質的敘述，何者正確？
- (A) 在均勻磁場中，長方形載流線圈所受磁力必為零
 - (B) 載流導線在磁場中必受磁力
 - (C) 無限長載流直導線在四周產生的磁場量值只與距離有關
 - (D) 載流線圈在均勻磁場中所受的力矩與線圈面積成正比，而與線圈形狀無關
 - (E) 帶電質點在均勻磁場中的運動必為圓形軌跡

24. 已知運動的位移為 Δx 、末速度為 v 、運動所花費的時間為 t ，試問下列關係式何者表示質點可能作等加速運動？

(A) $v = 6t^2 + 4$

(B) $\Delta x - 2t = 6t^2$

(C) $\Delta x = -7 + 2v^2$

(D) $t = 5\sqrt{\Delta x}$

(E) $t - 4 = 5v^2$

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有兩大題，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、如圖 13 所示，光滑平面上有甲、乙兩小球，質量比為 3:1，平面右方有一半徑為 $R = 2 \text{ m}$ 的半圓形光滑軌道。若甲、乙分別用 $v_{\text{甲}}$ 及 $v_{\text{乙}}$ 的速度向右運動，發生碰撞後才通過 A 點。請回答下列問題：

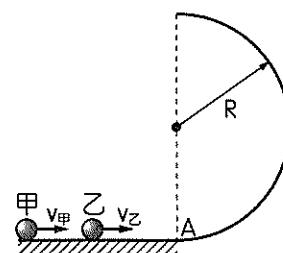


圖 13

1. 若 $v_{\text{甲}}$ 的量值為 8 m/s ，試問 $v_{\text{乙}}$ 的量值為多少時，彈性碰撞後乙剛好可以到達半圓形軌道的最高點？（4 分）
2. 若 $v_{\text{甲}}$ 的量值為 15 m/s ， $v_{\text{乙}}$ 的量值為 3 m/s 。發生完全非彈性碰撞後，到達半圓形軌道的最高點時，其速率為多少？（3 分）
3. 承 2 題，物體離開半圓形軌道後，剛落回地面時與 A 點的距離為多少？（3 分）

二、如圖 14，在「電子的荷質比」實驗中，利用亥姆霍茲線圈在空間產生磁場。若現在亥姆霍茲線圈用兩圓形線圈各 N 匝，半徑皆為 a ，線圈通電流皆為 I ，且同軸並立，電流方向相同，圓心相距亦為 a ，請回答下列問題：

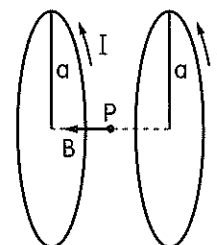


圖 14

1. 求在兩圓心連線的中點 P 之磁場。（4 分）
2. 在實驗中，將電子射入亥姆霍茲線圈中，亥姆霍茲線圈的主要功能是什麼？（3 分）
3. 設電子射出的方向恰與亥姆霍茲線圈產生的磁場垂直，已知電子的加速電壓為 200 V ，受到的磁場為 0.01 T ，電子於磁場中運動的曲率半徑為 5 mm 。試問這次實驗測出的荷質比是多少？（3 分）

臺中區國立高級中學 104 學年度
指定科目第二次聯合模擬考

物理
考
科
參
考
答
案
暨
詳
解

版權所有・翻印必究

物理考科詳解

題號	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
答案	(B)	(D)	(A)	(D)	(E)	(A)	(B)	(A)	(A)
題號	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
答案	(C)	(B)	(D)	(E)	(D)	(C)	(E)	(B)	(C)
題號	19.	20.	21.	22.	23.	24.			
答案	(A)	(E)	(A)(B)(D)	(B)(C)(E)	(A)(D)	(B)(C)(D)			

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. (B)

出處：選修物理(上) 幾何光學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：面鏡成像

解析：由面鏡公式： $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

$$\text{可知 } q = \frac{fp}{p-f}$$

$$\text{利用 } \frac{q}{p} = \frac{d}{D}, \text{ 可知 } \frac{f}{p-f} = \frac{d}{D}$$

$$\text{又 } p \gg f \therefore \frac{d}{D} = \frac{f}{p-f} \div \frac{f}{p}$$

$$\Rightarrow p = \frac{Df}{d}$$

2. (D)

出處：選修物理(上) 幾何光學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：視深與實深

解析：由視深與實深的關係式可知 $h' = \frac{h}{n}$,

$$\text{所以 } \Delta h = h - h' = \frac{h(n-1)}{n}$$

已知視深與實深的變化為 0.05 公尺

$$\therefore 0.05 = \frac{h(1.5-1)}{1.5}$$

$$\Rightarrow h = 0.15 \text{ (公尺)} = 15 \text{ (公分)}$$

3. (A)

出處：選修物理(下) 近代物理的重大發現

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：光電效應

解析：每個光子的能量為 $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}}$$

$$= 3.978 \times 10^{-19} \text{ (焦耳)}$$

又光強度為 100 焦耳 / 米² · 秒，可知

$$\frac{100}{3.978 \times 10^{-19}} = 2.5 \times 10^{20} \text{ (光子個數 / 米}^2 \cdot \text{秒)}$$

$$\therefore 2.5 \times 10^{20} \times 2.5 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 0.1 \text{ (庫侖 / 秒)} = 0.1 \text{ (安培)}$$

4. (D)

出處：選修物理(上) 熱學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：氣體動力論

解析：(A) $E_k = \frac{3}{2} nRT$

$$\therefore \frac{3}{2} \times \frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{3}{2} \times \frac{m_2}{28} RT_2$$

$$= \frac{3}{2} \times \left(\frac{m_1}{32} + \frac{m_2}{28} \right) RT$$

$$\Rightarrow T = \frac{\frac{m_1}{32} T_1 + \frac{m_2}{28} T_2}{\frac{m_1}{32} + \frac{m_2}{28}}$$

$$(B) E_k = \frac{3}{2} \times \frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{3}{2} \times \frac{m_2}{28} RT_2$$

(C) 總動量和為零。

$$(D) PV = \frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{m_2}{28} RT_2$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{V} \left(\frac{m_1}{32} RT_1 + \frac{m_2}{28} RT_2 \right)$$

$$(E) v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow \sqrt{28} : \sqrt{32}$$

5. (E)

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：功能定理

解析：由 $h = \frac{1}{2} at^2$ $\therefore 2 = \frac{1}{2} \times 4 \times t^2 \Rightarrow t = 1 \text{ (秒)}$

$$\text{又 } S = vt \therefore 5 = v \times 1$$

$$\Rightarrow v = 5 \text{ (公尺 / 秒)} \text{ (到達高臺頂端的速度)}$$

利用功能定理 $\Delta K = W_f + W_g + W_{fr}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 150 (5^2 - 10^2) = W_f - 150 \times 4 \times 2 + 1000 \times 5$$

$$\Rightarrow W_f = -9425 \text{ (焦耳)}$$

6. (A)

出處：基礎物理(二) B 下 萬有引力

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：克卜勒行星運動定律

解析：由克卜勒第三定律可知

$$\frac{R_{甲}^3}{T_{甲}^2} = \frac{R_{丙}^3}{T_{丙}^2} \therefore \frac{R^3}{24^2} = \frac{R_{丙}^3}{192^2}$$

$$\Rightarrow R_{丙} = 4R$$

7. (B)

出處：基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：重力位能的普遍形式

解析：已知在圓形軌道甲的能量為

$$E_{\text{甲}} = -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$= -\frac{GMm}{2R}$$

又橢圓軌道乙的能量為

$$E_{\text{乙}} = -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$= -\frac{GMm}{4R} + \frac{1}{2}mv_B^2$$

角動量守恆 $Rmv_A = 4Rmv_B$

$$\text{聯立可得 } E_{\text{乙}} = -\frac{GMm}{5R}$$

$$\Delta E = E_{\text{乙}} - E_{\text{甲}} = \frac{3GMm}{10R}$$

8. (A)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：加速度與力

解析：以地板為參考坐標系，小球共受重力、正向力及繩張力三種力，使其產生加速度 a 。

水平方向的合力：

$$F_x = T_x - N_x$$

$$= T \cos 37^\circ - N \sin 37^\circ$$

$$= ma$$

垂直方向的合力：

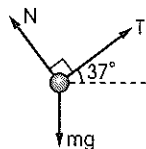
$$F_y = T_y + N_y - mg$$

$$= T \sin 37^\circ + N \cos 37^\circ - mg$$

$$= 0$$

代入 $m = 0.5$ 公斤、 $a = 1$ 公尺 / 秒²

$$\text{可得 } T = \frac{17}{5} \text{ 牛頓}$$



9. (A)

出處：基礎物理(二) B 下 碰撞

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：彈性碰撞

解析：A 與 B 第一次碰撞後，

$$v_A' = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_A, v_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A$$

v_A' 需小於 0，故 $m_A < m_B$

接著 B 與牆壁作彈性碰撞， $v_B'' = -\frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A$

若要 A 與 B 只碰撞一次，則 $|v_A'| \geq |v_B''|$

$$\Rightarrow \frac{m_B - m_A}{m_A + m_B} v_A \geq \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A$$

$$\therefore \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{3}$$

10. (C)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：電位

解析：大球殼對 P 點的電位， $V = \frac{kq}{R}$

$$\text{小球殼對 P 點的電位，} V' = \frac{kq}{\frac{R}{2} + \frac{R}{4}}$$

$$\text{所以 P 點電位為 } V + V' = \frac{7kq}{3R}$$

11. (B)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：電場

解析：對 C 球分析，A、B 球對 C 球位置產生的電場

$$E' = \frac{kq}{R^2} \cos 30^\circ \times 2 = \frac{\sqrt{3}kq}{R^2}$$

由於維持靜止，所以 C 球位置的電場為零

$$\Rightarrow E + E' = 0$$

可知 E 與 E' 量值相同、方向相反。

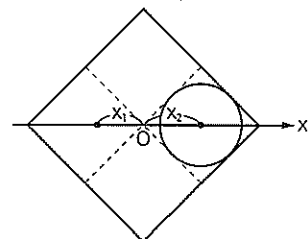
12. (D)

出處：基礎物理(二) B 上 靜力學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：質心位置

解析：由於薄板是均勻的，故質量正比於薄板面積。



以 O 點為原點： $(m_1 + m_2) x_C = m_1 x_1 + m_2 x_2$

$$\Rightarrow (4a)^2 \times 0 = [(4a)^2 - \pi a^2] \times x_1 + \pi a^2 \times \sqrt{2}a$$

$$\Rightarrow x_1 = -\frac{\sqrt{2}\pi}{16-\pi}a \text{ (負號表在 O 點左方)}$$

13. (E)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：庫倫定律

解析：已知 A 給 D 的力為 $F = -2\vec{j}$ ，故 D 給 A 的力為 $F' = 2\vec{j}$

而 A 受的合力為 $F_{\text{合}} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$ ，所以 B、C 給 A 的力為 $F_B + F_C = 4\vec{i} + 1\vec{j}$

因為 B 只給 A 水平力，所以 $F_C = -1\vec{i} + 1\vec{j}$ 、 $F_B = 5\vec{i}$ (B 給 A 的靜電力向東，故 B 帶負電)

$$F_D = \left| \frac{kQ(2Q)}{L^2} \right| = 2,$$

$$\text{而 } F_B = \left| \frac{kQQ_B}{L^2} \right| = 5$$

$$\Rightarrow Q_B = -5Q$$

14. (D)

出處：選修物理(上) 物理光學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：雙狹縫干涉

解析：已知中央亮帶中線寬度 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d} = 0.4$ 公分

(L 為狹縫到屏幕的距離、d 為雙狹縫間距)

光射入某液體中之後，波速變慢、頻率不變、波長 λ 變短。

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda}{\lambda'} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

在某液體中第一暗紋到第二亮帶中線的間距

$$\Delta y' = \frac{3\lambda' L}{2d} = \frac{3\lambda L}{2nd} = 0.3$$

所以 $n=2$

15. (C)

出處：選修物理(上) 聲波

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：基音與諧音

解析：由第一次與第二次聽到共鳴聲的距離差可知

$$\frac{\lambda}{2} = 32 \text{ 公分}$$

第三次聽到共鳴聲，水面距管口為 $45 + 32 = 77$ (公分)

16. (E)

出處：基礎物理(二) B 下 動量與動量守恆律

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：衝量

解析：木塊到達不光滑地面前速度為

$$v = \sqrt{2ad} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 16} = 8 \text{ (m/s)}$$

$$J_{\text{總}} = J_{\text{外力}} + J_{\text{阻力}}$$

$$60(0-8) = 120 \cdot 2 + J_{\text{阻力}}$$

$$\Rightarrow J_{\text{阻力}} = -720 \text{ (N} \cdot \text{s)}$$

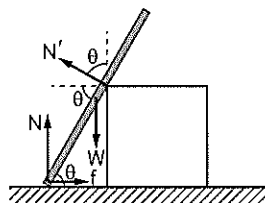
17. (B)

出處：基礎物理(二) B 上 靜力學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：靜力平衡

解析：



木棒受四個力呈現靜力平衡

水平方向平移平衡： $N' \sin \theta = f$

$$\text{轉動平衡：} W \times \frac{L}{2} \cos \theta = N' \times \frac{L}{2} \sin \theta$$

$$\Rightarrow N' = W \sin \theta \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{4} W$$

$$\text{故 } f = \frac{3}{8} W$$

18. (C)

出處：選修物理(下) 電磁感應

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：法拉第電磁感應定律

解析：由法拉第電磁感應定律：

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = - A \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

正方形面積為 $9R^2$ 、圓形面積為 πR^2 ，且 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$

相同，故應電動勢比為 $9 : \pi$

19. (A)

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——平面運動

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：斜向拋射

解析：拋射後兩球要相遇，即在 t 秒後兩球到達相同的位置。

水平位置相等：

$$x = v_A \cos 30^\circ t = v_B \cos 60^\circ t$$

$$\Rightarrow \sqrt{3} v_A = v_B$$

垂直位置相等：

$$y = 10 + v_A \sin 30^\circ t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= v_B \sin 60^\circ t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_B t - \frac{1}{2} v_A t = v_A t$$

$$\Rightarrow t = \frac{10}{v_A}$$

又必須在落地前相遇，故 $y > 0$

$$\Rightarrow t < \frac{2 v_B \sin 60^\circ}{g} = \frac{3 v_A}{g}$$

$$\text{所以 } v_A > \frac{10\sqrt{3}}{3}$$

20. (E)

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：變力所作的功

解析：(A)(B) 重力做功 $W_g = mgd$

$$= 10 \times 10 \times 0.4$$

$$= 40 \text{ (J)}$$

$$(C)(D) \text{ 彈性常數 } k = \frac{mg}{x} = \frac{10 \times 10}{0.4}$$

$$= 250 \text{ (N/m)}$$

$$\text{彈力做功 } W_{\text{彈}} = -\Delta U$$

$$= -\frac{1}{2} k (0.8^2 - 0.4^2)$$

$$= -60 \text{ (J)}$$

(E) 若施加外力下拉 0.4 m 後物體靜止，則外力做功最小

$$W_g + W_{\text{彈}} + W_{\text{外}} = 0$$

$$\Rightarrow 40 - 60 + W_{\text{外}} = 0$$

$$\Rightarrow W_{\text{外}} = 20 \text{ (J)}$$

二、多選題

21. (A)(B)(D)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：簡諧運動的週期

解析：由離岸最遠和最近的距離可知

$$\text{振幅 } R = \frac{45-5}{2} = 20 \text{ (公分)}$$

平衡位置距岸邊 25 公分

$$\therefore x = 20 \cos\left(\frac{2\pi}{4}t\right) + 25$$

$$\text{要使 } 5 \leq x \leq 15, \text{ 則 } \frac{4}{3} \leq t \leq \frac{8}{3},$$

$$\frac{16}{3} \leq t \leq \frac{20}{3}, \dots\dots$$

22. (B)(C)(E)

出處：基礎物理(一) 緒論

目標：累積知識並加以記憶的能力

內容：物理量的單位

解析：(A) 角動量：公斤·公尺²/秒

(D) 動摩擦係數：無單位

23. (A)(D)

出處：選修物理(下) 電流的磁效應

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：載流導線在磁場中所受的磁力

解析：(B) 導線與磁場平行時不受磁力。

(C) 無限長載流直導線產生的磁場還與電流大小成正比。

(E) 可為直線或螺旋形。

24. (B)(C)(D)

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——直線運動

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：等加速運動

解析：等加速運動符合： $v = v_0 + at$ 、 $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ 、

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

(A)(E) 不符合。

第貳部分：非選擇題

一、1. 4 m/s 2. 8 m/s 3. $\frac{16}{5}\sqrt{5} \text{ m}$

出處：基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：力學能守恆及碰撞應用

解析：1. 乙球剛好到達最高點的情況： $mg = m \frac{v^2}{R}$

由力學能守恆可知

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R)$$

$$= \frac{5}{2}mgR$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{5gR} = 10 \text{ (m/s)}$$

彈性碰撞後乙球的速度為

$$v_Z' = \frac{2m_{\text{甲}}}{m_{\text{甲}} + m_Z} v_{\text{甲}} + \frac{m_Z - m_{\text{甲}}}{m_{\text{甲}} + m_Z} v_Z$$

$$= \frac{3}{2}v_{\text{甲}} + \left(-\frac{1}{2}\right)v_Z$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{3}{2} \times 8 - \frac{1}{2}v_Z$$

$$\Rightarrow v_Z = 4 \text{ (m/s)}$$

2. 發生完全非彈性碰撞後的速度為

$$m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_Zv_Z = (m_{\text{甲}} + m_Z)v_C$$

$$\Rightarrow v_C = 12 \text{ (m/s)}$$

由 1. 可知， $v_C \geq 10 \text{ m/s}$ 可到達軌道最高點。

由力學能守恆可知

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R)$$

$$\Rightarrow v = 8 \text{ (m/s)}$$

3. 從最高點掉到地面的時間為 $h = \frac{1}{2}gt^2$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{4}{5}} \text{ (s)}$$

$$\text{水平方向的位移 } x = vt = 8\sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{16}{5}\sqrt{5} \text{ (m)}$$

二、1. $\frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125}a}$ 2. 詳見解析 3. $1.6 \times 10^{11} \text{ C/kg}$

出處：選修物理(下) 近代物理的重大發現

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：電子的荷質比認識

解析：1. 在圓形導線上通電流，其中心軸上一點之

$$\text{磁場 } B = \frac{N\mu_0 I a^2}{2(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

又由題目知 P 點的 $x = \frac{a}{2}$ ，且兩線圈在 P

點造成之磁場量值相等，方向也相同

$$\therefore B = 2 \times \frac{N\mu_0 I a^2}{2(a^2 + \frac{a^2}{4})^{\frac{3}{2}}} = \frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125}a}$$

2. 此線圈利用電流磁效應產生磁場，使電子受磁力偏轉。

3. 電子因而作等速圓周運動，而勞倫茲力即為所需的向心力，可寫成 $evB = m \frac{v^2}{r}$ 。又

由於電子的動能來自電位差 V 的加速，所以 $eV = \frac{1}{2}mv^2$ 。

因此電子的荷質比為

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2} = \frac{2 \times 200}{0.01^2 \times (5 \times 10^{-3})^2} = 1.6 \times 10^{11} \text{ (C/kg)}$$

