

臺北區 106 學年度第二學期

指定科目第一次模擬考試

## 物理考科

—作答注意事項—

考試範圍：基礎物理(一)、基礎物理(二) B (上)(下)、  
選修物理(上)

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。

祝考試順利



99363305-26

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。

## 第 1 - 2 題為題組

1. 水平地面上有一靜止的光滑  $\frac{1}{4}$  圓柱體，在其圓心正上方以不計質量的細繩懸掛一質量為  $m$  的小鋼珠，小鋼珠離地面之垂直高度為  $h$ ，圓柱體半徑與小鋼珠半徑總和恰為  $2h$ ，如圖 1 所示。設重力加速度為  $g$ ，則小鋼珠所受的細繩張力為何？

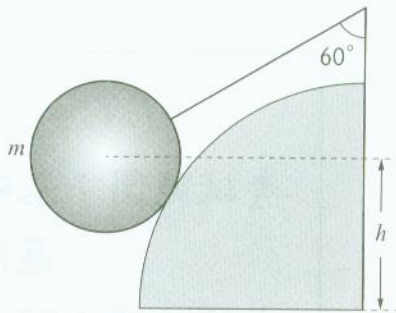


圖 1

- (A)  $4mg$  (B)  $\frac{1}{\sqrt{2}}mg$  (C)  $\frac{1}{2}mg$   
 (D)  $\frac{2}{\sqrt{3}}mg$  (E)  $mg$
2. 若整個系統以等加速度向右運動，當小鋼珠脫離圓柱體時細繩也恰好斷裂，細繩斷裂後，圓柱體繼續以等加速度向右運動。已知小鋼珠離開後不會再撞到圓柱體，則經過多久以後會著地？

- (A)  $\sqrt{\frac{4h}{g}}$  (B)  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$  (C)  $\sqrt{\frac{h}{g}}$  (D)  $\sqrt{\frac{h}{2g}}$  (E)  $\sqrt{\frac{h}{4g}}$

3. 光滑水平桌面上，一質量  $m$  的質點受彈力作用，已知彈簧的彈性常數為  $k$ 、彈簧原長為  $L_0$ 、重力加速度為  $g$ 。另以細線通過桌面中央一小洞與質量  $M$  的砝碼相連，欲使該質點作半徑  $R$  的等速圓周運動如圖 2 所示，則此質點的運動週期為何？

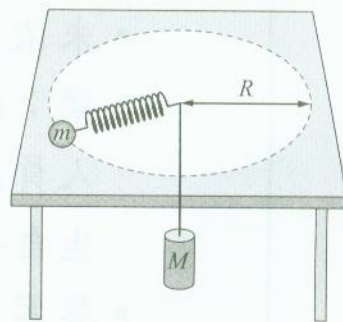


圖 2

- (A)  $2\pi\sqrt{\frac{M(R-L_0)}{kR}}$  (B)  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  (C)  $2\pi\sqrt{\frac{mR}{ML_0}}$   
 (D)  $2\pi\sqrt{\frac{MR}{mg}}$  (E)  $2\pi\sqrt{\frac{mR}{k(R-L_0)}}$
4. 物體 A 的質量為  $m$ ，受一固定水平外力作用，由靜止開始，在  $t$  秒內移動  $S$ ；物體 B 的質量為  $2m$ ，受另一固定水平外力作用，由靜止開始，在  $t$  秒內移動  $2S$ 。不計一切阻力，則在此  $t$  秒內物體 A 所受衝量與物體 B 所受衝量之比值為何？

- (A)  $\frac{1}{4}$  (B)  $\frac{1}{2}$  (C) 1 (D) 2 (E) 4



5. 質量分別為  $70\text{ kg}$ 、 $55\text{ kg}$  的 A 男與 B 女兩人，均靜止站立在無摩擦的冰湖上，準備練習花式雙人溜冰賽。若 A 男以  $14\text{ m/s}$  的速度水平擲出一  $1.0\text{ kg}$  之彩球，而 B 女穩穩將球接住了，則後來 A、B 兩人的相對速度量值約為下列何者？

(A)  $0.1\text{ m/s}$       (B)  $0.3\text{ m/s}$       (C)  $0.5\text{ m/s}$       (D)  $1.0\text{ m/s}$       (E)  $1.4\text{ m/s}$

6. 過年期間，阿銘一家人夜晚於老家旁空地燃放煙火，若煙火從地面起以初速  $40\text{ m/s}$  鉛直上升，恰於最高點炸裂成數片小碎片，美麗火光如圖 3 所示。假設炸裂前後總質量幾乎不變，重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ，請問煙火炸裂後  $2\text{ s}$  時，若煙火之小碎片皆未落地，則小碎片的質心高度為多少？



圖 3

(A)  $80\text{ m}$       (B)  $60\text{ m}$       (C)  $50\text{ m}$   
(D)  $40\text{ m}$       (E)  $20\text{ m}$

7. 如圖 4 所示，兩同相波源  $S_1$ 、 $S_2$  相距  $4$  公尺，水波波長為  $1.5$  公尺，小琳由  $S_1$  出發，垂直波源連線前進  $3$  公尺至 P 點，則小琳會遇到幾個節點？

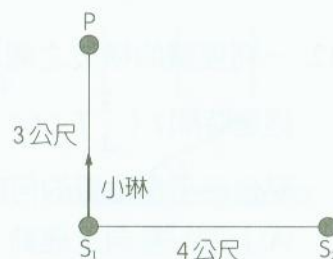


圖 4

(A) 5  
(B) 4  
(C) 3  
(D) 2  
(E) 1

8. 在光滑地面上放置一斜面，斜面與地面的夾角為  $37^\circ$ ，斜面上放置一物體，質量為  $5\text{ kg}$ ，如圖 5 所示，今發現物體相對斜面為靜止且一起與斜面以等加速度  $a=6\text{ m/s}^2$  向右滑行，試問此物體受到的摩擦力量值為何？（假設重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ）

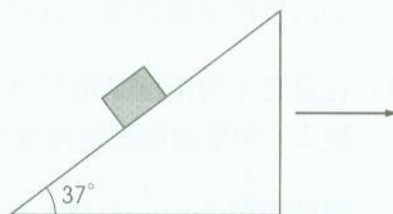


圖 5

(A)  $0\text{ N}$   
(B)  $27\text{ N}$   
(C)  $50\text{ N}$   
(D)  $54\text{ N}$   
(E)  $108\text{ N}$

9. A、B 兩車在光滑平面上以相同速率  $v$  相向運動，如圖 6 所示。已知 A、B 的質量分別為  $M$ 、 $2M$ ，其中 B 車前方有一彈性常數為  $k$  且質量可忽略的彈簧，則彈簧之最大壓縮量為何？

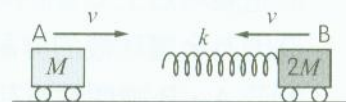


圖 6

(A)  $\sqrt{\frac{4Mv^2}{3k}}$       (B)  $\sqrt{\frac{5Mv^2}{3k}}$       (C)  $\sqrt{\frac{8Mv^2}{3k}}$       (D)  $\sqrt{\frac{4Mv^2}{5k}}$       (E)  $\sqrt{\frac{8Mv^2}{5k}}$

10. 一質量為  $2m$  的小球 A 自傾斜角為  $30^\circ$  的斜面頂端下滑，與另一質量為  $m$  之靜止小球 B 發生正面彈性碰撞，並滑上半圓形軌道，如圖 7 所示。若斜面長為  $\ell$ ，半圓形軌道半徑為  $R$ ，忽略所有摩擦力，且碰撞後 B 球可到達半圓形軌道的頂端，則斜面長  $\ell$  與半圓形軌道半徑  $R$  之比值最小值為何？

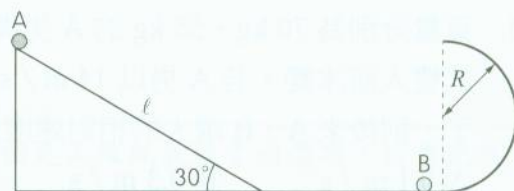


圖 7

- (A)  $\frac{15}{8}$  (B)  $\frac{45}{16}$  (C)  $\frac{5}{4}$  (D)  $\frac{25}{16}$  (E)  $\frac{32}{15}$
11. 飛機飛行時受到空氣阻力的作用，若所受空氣阻力的量值與飛行速率的平方成正比。當飛機以等速率  $v$  水平飛行  $L$  的距離時，引擎所作總功為  $W$ ；而當飛機以等速率  $2v$  水平飛行  $3L$  的距離時，則引擎所作總功為何？
- (A)  $2W$  (B)  $4W$  (C)  $6W$  (D)  $12W$  (E)  $18W$
12. 一列連續的橫波之繩波沿水平方向傳播，繩的一端在  $t=0$  時開始作週期為  $T$  的簡諧運動，經過時間  $t$  ( $\frac{3}{4}T < t < T$ )，繩上某點位於平衡位置上方最大位移處。試問在時間為  $2t$  時，該點位於平衡位置的何處？
- (A) 上方，且向上運動  
(B) 上方，且向下運動  
(C) 下方，且向上運動  
(D) 下方，且向下運動  
(E) 恰位於平衡位置，且向上運動
13. 在真空中有兩個點電荷 A 與 B，電量分別為  $-Q$  與  $2Q$  且相距  $L$ ，如果兩個點電荷連線的中點有一個空心金屬球，此金屬球半徑小於  $\frac{L}{2}$  且球心位於 O，如圖 8 所示，庫倫常數為  $k$ ，則下列敘述何者正確？

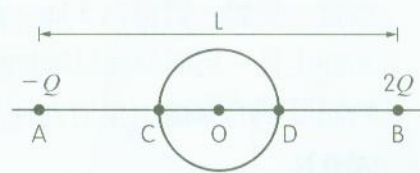


圖 8

- (A) 在空心金屬球內 O 處的電場強度不為 0  
(B) 金屬球殼上感應電荷在 O 處所建立的電場量值為  $\frac{12kQ}{L^2}$   
(C) 金屬球殼上 C 點的電位高於 D 點電位  
(D) 因為金屬球殼的屏蔽效應，A、B 兩個點電荷之間沒有靜電作用力  
(E) 若 A、B 兩個點電荷同時都向金屬球接近一些，C、D 的電位維持不變
14. 將波長  $2\lambda$  及  $3\lambda$  的單色光同時照射在同一雙狹縫上，可於屏幕上產生兩種不同色光的干涉條紋，有一觀察者發現兩干涉條紋有互相重疊的部分。試問位於屏幕上與中央亮帶最接近，且為兩種色光的亮帶互相重疊之位置到雙狹縫的光程差為多少？
- (A)  $\lambda$  (B)  $2\lambda$  (C)  $3\lambda$  (D)  $6\lambda$  (E)  $12\lambda$



15. 甲、乙、丙三介質折射率  $n_{\text{甲}}=2$ 、 $n_{\text{乙}}=\frac{7}{4}$ 、 $n_{\text{丙}}=\frac{3}{2}$  如圖 9 所示，且

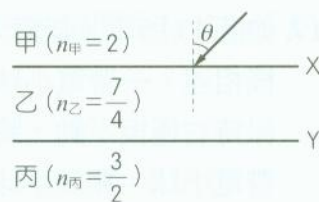


圖 9

甲、乙介質界面 X 與乙、丙介質界面 Y 彼此平行，若逐漸增大入射角  $\theta$ ，第一次全反射將於下述何情況下發生？

- (A)  $\sin\theta=\frac{7}{8}$  時，於 X 界面發生全反射  
 (B)  $\sin\theta=\frac{6}{7}$  時，於 X 界面發生全反射  
 (C)  $\sin\theta=\frac{6}{7}$  時，於 Y 界面發生全反射  
 (D)  $\sin\theta=\frac{3}{4}$  時，於 X 界面發生全反射  
 (E)  $\sin\theta=\frac{3}{4}$  時，於 Y 界面發生全反射
16. 一顆鋼珠沿著無摩擦力的細桿，由靜止開始下滑，細桿與地面呈  $30^\circ$ ，如圖 10 所示，重力加速度為  $g$ 。今光線由上方鉛直向下照射，則鋼珠在水平地面上的影子，其加速度量值為何？

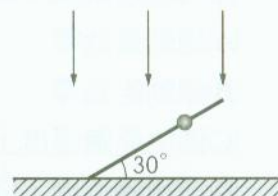


圖 10

- (A)  $\frac{1}{2}g$   
 (B)  $\frac{\sqrt{3}}{2}g$   
 (C)  $\frac{1}{4}g$   
 (D)  $\frac{\sqrt{3}}{4}g$   
 (E)  $g$
17. 如圖 11 所示，在長度為  $R$  的輕繩子一端繫上質量為  $m$  的物體，使之作鉛直面且轉向為順時針的圓周運動，圓心為 O 點，最高點為 A 點，最低點為 C 點，請問當物體從  $A \rightarrow B \rightarrow C$  時，下列對物體的敘述何者正確？

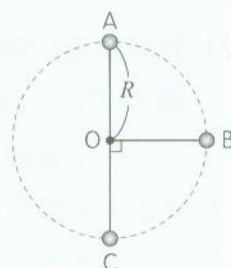


圖 11

- (A) 物體作等速圓周運動  
 (B) 動量量值先增而後降  
 (C) 對 O 點而言，角動量量值先增而後降  
 (D) 對 O 點而言，重力對物體所施力矩量值先增而後降  
 (E) 對 O 點而言，繩張力對物體所施力矩量值先增而後降
18. 圖 12 為某一等位線分布，今放置一負電荷於圖中 A 點處，則由靜止釋放瞬間，該電荷會往哪個方向移動？

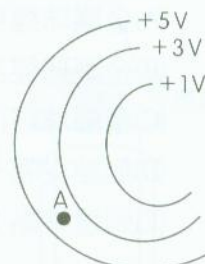


圖 12

- (A) ↗  
 (B) ↘  
 (C) ↑  
 (D) ↖  
 (E) ↙

19. 如圖 13 所示，無窮大帶電平行板的兩極板豎直放置並分別與電源的正負極相連，一帶電小球經絕緣輕繩懸掛於兩極板之間，處於靜止狀態。現保持右極板不動，將左極板向右緩慢移動，移動過程中左極板皆未碰觸帶電小球。關於小球所受的電場之電力量值  $F$  與繩子張力量值  $T$ ，下列何者判斷正確？

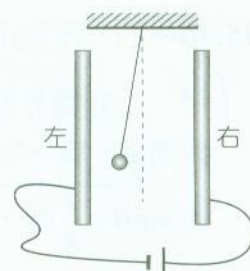


圖 13

- (A)  $F$  逐漸減小， $T$  逐漸減小
- (B)  $F$  逐漸增大， $T$  逐漸增大
- (C)  $F$  逐漸增大， $T$  逐漸減小
- (D)  $F$  逐漸減小， $T$  逐漸增大
- (E)  $F$  逐漸增大， $T$  量值不變

20. 一靜止的密閉容器中裝有理想氣體，若不考慮密閉容器體積隨溫度的變化，則下列關於此容器內理想氣體之敘述，何者正確？

- (A) 總動量為零
- (B) 總動能為零
- (C) 總位能隨溫度上升而變大
- (D) 體積隨溫度下降而變小
- (E) 壓力隨溫度上升而變小

## 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. 置於軌道頂端 A 的金屬球從靜止開始，分別通過甲、乙、丙三個不同高度的光滑軌道，如圖 14 所示。若不計一切阻力，則下列敘述中哪些是正確的？

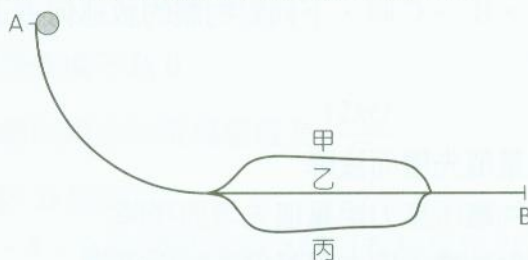


圖 14

- (A) 金屬球經甲軌道可最快到達終點 B
- (B) 金屬球經乙軌道可最快到達終點 B
- (C) 金屬球經丙軌道可最快到達終點 B
- (D) 無論從哪一軌道到達終點 B，金屬球的末速皆相同
- (E) 到達終點 B 時，經丙軌道的金屬球動能最大



22. 使用波長為  $\lambda$  之雷射光做雙狹縫干涉實驗，若狹縫與屏幕距離為  $L$ ，狹縫間距為  $d$  ( $d \ll L$ )，其實驗結果中央亮帶寬度為  $\Delta y$ ，則下列敘述哪些正確？

- (A) 若將狹縫間距改為  $\frac{d}{2}$ ，則中間亮帶寬度會變為  $2\Delta y$
- (B) 若將狹縫與屏幕距離改為  $2L$ ，則中間亮帶寬度會變為  $2\Delta y$
- (C) 若將雷射光的亮度增加，則中間亮帶也會隨之變寬
- (D) 若改以波長為  $2\lambda$  的雷射光做實驗，則中間亮帶寬度會變為  $\frac{\Delta y}{2}$
- (E) 若將雙狹縫改換成狹縫寬為  $d$  的單狹縫，則中間亮帶寬度會變為  $2\Delta y$

23. 下列關於「碰撞」的敘述，何者正確？

- (A) 非彈性碰撞不遵守動量守恆律
- (B) 兩物體作彈性碰撞過程中，系統總動能守恆
- (C) 兩物體作完全非彈性碰撞後，速度相同
- (D) 兩物體作彈性碰撞過程中，兩物體相對速度量值不變
- (E) 兩物體發生碰撞過程中，兩者相對於質心之動量和為零

24. 一定質量之理想氣體，在  $P$ - $T$  (壓力—絕對溫度) 圖上，由狀態  $a$  經狀態  $b$ 、狀態  $c$ 、狀態  $d$  再回到原狀態  $a$ ，如圖 15 所示。圖中  $ab$  平行於  $cd$ ，且  $ab$  之延長線通過原點， $c$  點氣壓較  $a$  點高。下列敘述，何者正確？

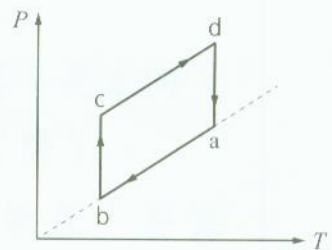


圖 15

- (A) 體積大小關係為  $V_a = V_b > V_d > V_c$
- (B) 氣體總動能關係為  $E_{ka} = E_{kd} > E_{kc} = E_{kb}$
- (C) 氣體總動量大小關係為  $p_a > p_b > p_c > p_d$
- (D) 氣體方均根速率關係為  $v_d > v_c > v_a > v_b$
- (E) 氣體施於某一器壁的合力大小關係為  $F_d > F_c > F_a > F_b$

## 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、某生做「氣柱的共鳴」實驗，請回答下列問題：

- 實驗中使用橡皮槌敲打音叉，而不用鐵鎚敲打音叉，為什麼？(2 分)
- 若實驗所用音叉頻率為 600 Hz，第一次共鳴時管長為 13.0 cm，第二次共鳴時管長為 40.5 cm，求聲速為多少？(3 分)
- 利用本實驗的方法，如何由已知音叉 A 的頻率求出另一未知音叉 B 的頻率？(3 分)
- 如圖 16 所示，某生希望能夠聽到更清楚的共鳴聲音，理應在共鳴管口上面放置凸透鏡還是凹透鏡？為什麼？(2 分)



圖 16

二、一顆人造衛星在圓形軌道上繞地球運轉，其動能為  $K$ ，軌道半徑為  $r$ ，則：（答案以  $K$ 、 $r$  作答）

1. 欲使其軌道半徑變為  $3r$ ，須補充若干能量？（3 分）
2. 欲使其到達距地心  $3r$  處之高空的瞬間為靜止，須補充若干能量？（2 分）
3. 欲使其脫離地球引力，至少須補充若干能量？（2 分）
4. 若其總能量因摩擦而損失  $\frac{K}{5}$ ，則軌道半徑變為何？（3 分）



臺北區 106 學年度第二學期

指定科目第一次模擬考試

物理  
考  
科  
參  
考  
答  
案  
暨  
詳  
解



99363317-26

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 | (E) | (B) | (E)    | (A)       | (C)    | (B)       | (D) | (D) | (C) |
| 題號 | 10. | 11. | 12.    | 13.       | 14.    | 15.       | 16. | 17. | 18. |
| 答案 | (B) | (D) | (A)    | (B)       | (D)    | (E)       | (D) | (D) | (E) |
| 題號 | 19. | 20. | 21.    | 22.       | 23.    | 24.       |     |     |     |
| 答案 | (B) | (A) | (C)(D) | (A)(B)(E) | (C)(E) | (A)(B)(E) |     |     |     |

## 第壹部分：選擇題

### 一、單選題

1. (E)

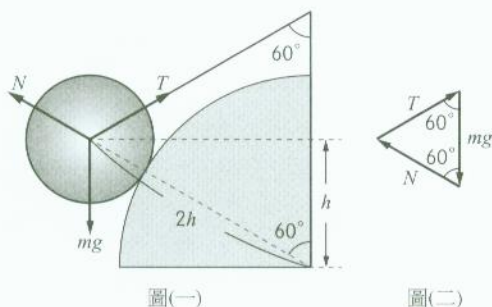
出處：基礎物理(二) B 上 靜力學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：三力平衡的關係

解析：選取小鋼珠為系統，小鋼珠受重力、正向力、張力作用達成力平衡，如圖(一)。三力之和為零形成一正三角形，如圖(二)。

$$mg = T = N$$



2. (B)

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——直線運動、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：拋體運動

解析：小鋼珠離開圓柱體後以某初速向右，進行水平拋體運動，則

$$h = \frac{1}{2}gt^2, t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

經過時間  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，小鋼珠撞擊地面。

3. (E)

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：圓周運動，彈力，向心力

解析：選取質點為系統，彈力與速度方向垂直，故彈力即為向心力，值為  $F_c = k(R - L_0)$

另選取砝碼為系統，重力即為繩張力又等於彈力，值為  $Mg = T' = k(R - L_0)$

向心力  $F_c = k(R - L_0)$

$$= m \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

$$\begin{aligned} \text{週期 } T &= \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{mR}(R - L_0)}} \\ &= 2\pi \sqrt{\frac{mR}{k(R - L_0)}} \text{ 或 } 2\pi \sqrt{\frac{mR}{Mg}} \end{aligned}$$

4. (A)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律；

基礎物理(二) B 下 動量與動量守恒律

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：等加速運動，牛頓第二運動定律，衡量動量定理

解析：運用「牛頓第二運動定律」 $F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$

與等加速度運動公式之一的  $S = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

可列出物體 A 之  $S = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_A}{m} \cdot t^2$

物體 B 之  $2S = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_B}{2m} \cdot t^2$

比較可知  $F_A : F_B = 1 : 4$

再由「衡量動量定理」 $J = F \cdot t = m \cdot \Delta v = \Delta p$

最後得出  $J_A : J_B = F_A : F_B = 1 : 4$

故  $J_A$  與  $J_B$  之比值為  $\frac{1}{4}$ 。

5. (C)

出處：基礎物理(二) B 下 動量與動量守恒律

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：相對運動，動量守恒律

解析：利用動量  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  與「動量守恒定律」，可列出：

A 男丟球前後：

$$0 = 70 \times (-v_A) + 1 \times (+14)$$

B 女接球前後：

$$1 \times (+14) + 0 = (55 + 1) \times v_B$$

再由相對速度的定義為  $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$ ， $\vec{v}_A$  方向向左， $\vec{v}_B$  方向向右，則得出相對速度大小

$$= \frac{1 \times 14}{70} + \frac{1 \times 14}{55 + 1} = \frac{1}{5} + \frac{1}{4}$$

$$= \frac{9}{20} \approx 0.5 \text{ (m/s)}$$

6. (B)

出處：基礎物理(二) B 下 動量與動量守恒律

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：質心運動



解析：爆炸的前後瞬間，化學能轉換成爆炸的作用力為系統內力，且重力作用的衝量可忽略，僅需考慮煙火好似未炸開時，質點以初速  $40 \text{ m/s}$  作鉛直上拋運動

$$0 = 40 + (-10)t \Rightarrow t = 4 \text{ (s)}$$

花  $4 \text{ s}$  可飛上最高點，再運算出小碎片的質心高度

$$h = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 - \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 60 \text{ (m)}$$

7. (D)

出處：選修物理(上) 波動

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：水波槽干涉圖形的判斷

解析：水波槽之最大波程差 = 兩波源間距

$$4 = \text{半波長} \times N = 0.75 \times N, N \approx 5.3$$

其中遇到奇數  $1、3、5$ ，表示最多可到第三節線。

題目圖中波程差為  $5 - 3 = \text{半波長} \times n = 0.75 \times n$ ， $n \approx 2.7$

$2.7$  大於  $1$ ，表示小琳由波源  $S_1$  往  $P$  點方向走會遇到第二及第三節線上的節點。

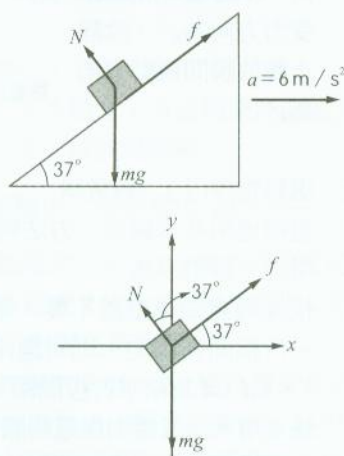
8. (D)

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：力的分析

解析：分析受力圖，使用牛頓運動定律，力圖如下



將正向力 ( $N$ )、摩擦力 ( $f$ ) 分解成  $x、y$  方向

$$\sum F_x = ma$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\begin{cases} x: f \cos 37^\circ - N \sin 37^\circ = ma \\ y: f \sin 37^\circ + N \cos 37^\circ = mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} x: \frac{4}{5}f - \frac{3}{5}N = 5 \cdot 6 = 30 \\ y: \frac{3}{5}f + \frac{4}{5}N = 5 \cdot 10 = 50 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x: 4f - 3N = 150 \\ y: 3f + 4N = 250 \end{cases}$$

解聯立， $f = 54 \text{ (N)}$ ， $N = 22 \text{ (N)}$

9. (C)

出處：基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律、碰撞

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：彈性能，碰撞

解析：當彈簧之壓縮量最大時，兩車均以質心速度運動，增加的彈性能來自於系統減少的動能。若彈簧的形變量為  $x$ ，則

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} \cdot 2M \cdot v^2 - \frac{1}{2} (M+2M) \cdot \left( \frac{Mv-2M \cdot v}{M+2M} \right)^2$$

$$\Rightarrow kx^2 = 3Mv^2 - \frac{Mv^2}{3} = \frac{8Mv^2}{3}$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{\frac{8Mv^2}{3k}}$$

10. (B)

出處：基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律、碰撞

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：鉛直圓周運動，力學能守恆，正面彈性碰撞

解析：設 A 球滑下斜面時的速度為  $v_A$

$$2mg\ell \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{g\ell}$$

若一質量為  $m$  之小球，可沿半徑為  $R$  的光滑圓形軌道作鉛直圓周運動，則小球於最低點速度之最小值，可利用小球在圓形軌道最高點所受的向心力為其重量（此時小球所受正向力為零）及力學能守恆求得，如右圖，設小球在圓形軌道最高點的速度為  $v_h$ ，在最低點的速度為  $v_l$

$$mg = m \frac{v_h^2}{R} \Rightarrow v_h = \sqrt{gR}$$

$$mg \cdot 2R + \frac{1}{2} mv_h^2 = \frac{1}{2} mv_l^2$$

$$\Rightarrow 2gR + \frac{1}{2} (\sqrt{gR})^2 = \frac{1}{2} v_l^2 \Rightarrow v_l = \sqrt{5gR}$$

因此若碰撞後 B 球可到達半圓形軌道的頂端，B 球於碰撞後速度之最小值為  $\sqrt{5gR}$ ，設 B 球於碰撞後的速度為  $v_B'$ ，則

$$v_B' = \frac{2 \cdot 2m}{2m+m} v_A = \frac{4}{3} \sqrt{g\ell} \geq \sqrt{5gR}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{9} g\ell \geq 5gR$$

$$\Rightarrow \frac{\ell}{R} \geq \frac{45}{16}$$

11. (D)

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，功率

解析：設空氣阻力  $f = kv^2$ ，其中  $k$  為常數。

飛機以等速率飛行，引擎作正功之功率  $P$  等於空氣阻力作負功之功率的大小，則

$$P = fv = kv \cdot v^2 = kv^3 \propto v^3$$

若飛行時間為  $t$ ，則

$$\text{引擎所作之總功 } W = Pt = kv^3 \cdot \frac{L}{v} = kv^2 L \propto v^2 L$$

故當飛行速率變為 2 倍，而飛行距離變為 3 倍時，則

$$\text{引擎所作之總功 } W' = 2^2 \cdot 3W = 12W$$

12. (A)

出處：選修物理(上) 波動

目標：理解基本觀念、方法與原理的能力

內容：週期，質點振動

解析：當時間由  $t$  至  $2t$  時，經過了時間  $t$ ，又題目表示  $t$  大於  $\frac{3}{4}$  週期且小於 1 個週期，故位於平衡

位置之上且尚未到達最大位移處，並向上運動。

13. (B)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：電位，電場，屏蔽效應

解析：(A) 金屬球內之電場強度為 0。

(B) 感應電荷在 O 處之電場  $E_1$  與  $-Q$  及  $2Q$  建立的電場  $E_2$  量值和相等、方向相反，故

$$E_1 = \frac{kQ}{(\frac{L}{2})^2} + \frac{k \cdot 2Q}{(\frac{L}{2})^2} = \frac{12kQ}{L^2}$$

(C) 同一金屬球中，電位均相同。

(D) A、B 兩個點電荷仍有靜電作用力存在。

(E) A、B 兩個點電荷接近金屬球感應電荷數量改變，故金屬球上 C、D 的電位將改變。

14. (D)

出處：選修物理(上) 物理光學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：干涉，光程差

解析：亮帶的條件為光程差

$$\delta = d \sin \theta = n\lambda, n = 1, 2, 3, \dots$$

對  $2\lambda$  而言， $\delta = n \cdot 2\lambda, n = 1, 2, 3, \dots$

對  $3\lambda$  而言， $\delta = n' \cdot 3\lambda, n' = 1, 2, 3, \dots$

故最接近中央亮帶的光程差為  $\delta = 6\lambda$

15. (E)

出處：選修物理(上) 幾何光學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：全反射

解析：在 X 界面發生全反射條件為  $2 \sin \theta \geq \frac{7}{4}$ ，得

$$\sin \theta \geq \frac{7}{8}, \text{ 在 Y 界面發生全反射條件為}$$

$$2 \sin \theta \geq \frac{3}{2}, \text{ 得 } \sin \theta \geq \frac{3}{4}。 \text{ 故第一次全反射在}$$

$$\sin \theta = \frac{3}{4} \text{ 時於 Y 界面發生全反射。}$$

16. (D)

出處：選修物理(上) 幾何光學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：光直進性，投影量

解析：於光滑細桿上鋼珠加速度沿細桿方向量值為  $a = g \sin \theta$ ，經由光線投影至水平方向，故加速

$$\text{度量值為 } a' = a \cos \theta = g \sin \theta \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{4} g$$

17. (D)

出處：基礎物理(二) B 下 動量與動量守恒律

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：力學能守恒，動量，角動量，力矩

解析：A、B、C 三點的位能依序是由高至低，因力學能守恒，動能及動量量值皆為由低至高，非等速率運動。 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v}$ ，角動量量值為由低至高。 $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ ，重力對物體所施力矩量值先增而後降，繩張力對物體所施力矩量值為零。

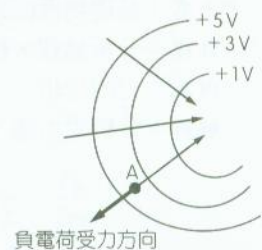
18. (E)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：電力線與等位線

解析：右圖為等位線，則電力線應與等位線垂直，並指向電位減少的方向，A 點電荷帶負電，受力方向為 ↙，故靜止釋放瞬間運動方向為 ↙。



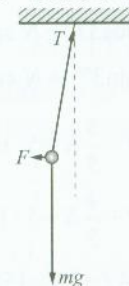
19. (B)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：電力，靜電平衡

解析：根據題意知電壓差不變，電場在無窮大帶電平行板間為均勻，則可運用電場與電位關係  $V = Ed$  ( $d$  為兩平行板間距) 得知，電場量值逐漸增大，又電力與電場關係為  $F = qE$  ( $q$  為小球帶電量)，可得電力  $F$  逐漸增大。因由題意知帶電小球為靜止狀態，鉛直方向張力  $T_y = mg$  量值不變，水平方向張力  $T_x$  等於電力  $F$  逐漸增大，故張力量值  $T$  逐漸增大。



20. (A)

出處：選修物理(上) 熱學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：理想氣體方程式，氣體動力論



解析：(A) 靜止密閉容器中理想氣體質心靜止，故總動量為零。

(B) 密閉容器中理想氣體之莫耳數  $n$  不變，故

總動能  $E_{k\text{sys}} = \frac{3}{2} nRT \propto T$ ，與絕對溫度成正比。

(C) 理想氣體分子間除碰撞外無其他作用力，故沒有位能。

(D) 密閉容器中理想氣體的體積等於密閉容器內部空間的體積，故體積不隨溫度改變。

(E) 密閉容器中理想氣體之莫耳數  $n$  不變，且氣體體積  $V$  不變，根據理想氣體方程式  $PV = nRT \Rightarrow P \propto T$ ，壓力隨溫度上升而變大。

## 二、多選題

### 21. (C)(D)

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——直線運動、運動學——平面運動；

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：變速運動，力學能守恆

解析：由水平方向  $v-t$  圖可知：面積＝位移，因甲、乙、丙有相同的水平位移，丙軌道速度最快，可最快到達終點 B。若不計一切阻力，則力學能守恆，設末位置為零位面，甲、乙、丙有相同初力學能（僅有位能）＝末力學能（僅有動能），終點 B 速度亦相同。

### 22. (A)(B)(E)

出處：選修物理(上) 物理光學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：雙狹縫干涉，單狹縫繞射

解析：雙狹縫實驗中，亮帶寬度  $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$

(A)  $d$  變為原來一半， $\Delta y$  變為原來 2 倍。

(B)  $L$  變為原來 2 倍， $\Delta y$  變為原來 2 倍。

(C) 亮度不影響亮帶寬度。

(D)  $\lambda$  變為原來 2 倍， $\Delta y$  變為原來 2 倍。

(E) 狹縫寬度為  $d$  的單狹縫實驗，其中央亮帶寬度為雙狹縫實驗亮帶寬度的 2 倍。

### 23. (C)(E)

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：動量守恆，質心速度

解析：(A) 非彈性碰撞亦遵守動量守恆律。

(B) 兩物體作彈性碰撞過程中，系統總動能先減少再增加。

(C) 兩物體作完全非彈性碰撞後，兩物體結合為一體，均以質心速度運動。

(D) 兩物體作彈性碰撞過程中，兩物體相對速度先減少再增加。兩者相對速度最小值為零，此時兩者速度相等，均為質心速度。

$$(E) \text{ 質心速度 } v_{c.m.} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$\Rightarrow (m_1 + m_2) v_{c.m.} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\Rightarrow m_1 (v_1 - v_{c.m.}) + m_2 (v_2 - v_{c.m.}) = 0$$

### 24. (A)(B)(E)

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：理想氣體方程式，方均根速率

解析：(A)  $P-T$  圖斜率  $= \frac{nR}{V}$ ，又定量氣體  $n$  為定值，

故依照通過原點之斜率大小可知

$$V_a = V_b > V_d > V_c$$

(B) 氣體總動能  $= \frac{3}{2} nRT$ ，又定量氣體  $n$  為定

值，故由題圖橫軸溫度資訊可得，總動能關係為  $E_{ka} = E_{kd} > E_{kc} = E_{kb}$

(C) 因均向性，氣體總動量皆為 0。

(D) 方均根速率  $= \sqrt{3 \frac{kT}{m}}$ ， $m$  為一分子質量，

故由題圖橫軸溫度資訊可得，方均根速率關係為  $v_d = v_a > v_c = v_b$

(E) 因  $P = \frac{F_{\text{合}}}{A}$ ，某一器壁面積固定，故由題

圖縱軸氣壓資訊可得，氣體施於器壁之合力關係為  $F_d > F_c > F_a > F_b$

## 第貳部分：非選擇題

一、1. 見解析 2. 330 m/s 3. 見解析 4. 凹透鏡

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：駐波，波的折射

解析：1. 當音叉用橡皮槌敲打時會發出單一頻率的聲音，用鐵鎚敲打時可能發出不同頻率的聲音。

$$2. \frac{\lambda}{2} = 40.5 - 13 = 27.5$$

$$\Rightarrow \lambda = 55 \text{ (cm)} = 0.55 \text{ (m)}$$

$$\text{又 } v = f\lambda = 600 \times 0.55 = 330 \text{ (m/s)}$$

3. 利用 A 音叉做共鳴實驗求出聲波波長  $\lambda_A$ ，再利用 B 音叉做共鳴實驗，求出聲波波長  $\lambda_B$ ，因前後實驗中可假定溫度不變，所以

$$f_A \lambda_A = f_B \lambda_B = v, f_B = \frac{f_A \lambda_A}{\lambda_B}$$

4. 凹透鏡，因聲波在介質中傳播速度比在空氣中快，聲波由空氣進入介質時偏離法線，故凹透鏡可使聲波匯聚。

二、1.  $\frac{2K}{3}$  2.  $\frac{K}{3}$  3.  $K$  4.  $\frac{5}{6}r$

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能、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：引力場位能、動能，能量守恆

解析：1.  $r$  處： $E(r) = -K = -\frac{GMm}{2r}$

$$\begin{aligned} 3r \text{ 處：} E(3r) &= -\frac{GMm}{2(3r)} = -\frac{GMm}{6r} \\ &= -\frac{K}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{供}} &= E(3r) - E(r) \\ &= -\frac{K}{3} - (-K) = \frac{2K}{3} \end{aligned}$$

2. 同第1.小題，在  $3r$  處

$$E(3r) = U(3r) = -\frac{GMm}{3r} = -\frac{2K}{3}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{供}} &= E(3r) - E(r) = -\frac{2K}{3} - (-K) \\ &= \frac{K}{3} \end{aligned}$$

3.  $E_{\text{末總能}} = -E(r) = K$

4. 承第1.小題，得

$$\begin{aligned} E(r') &= -K - \frac{K}{5} = -\frac{6}{5}K \\ &= -\frac{6}{5} \frac{GMm}{2r} = -\frac{GMm}{2r'}, \quad r' = \frac{5}{6}r \end{aligned}$$

#### ※非選擇題評分標準

- 一、1. 寫出橡皮槌敲打音叉發聲為單一頻率 或  
寫出鐵鎚敲打音叉發聲非單一頻率給 2 分
2. 寫出計算式，算出波長給 2 分  
求出正確波速答案 330 (m/s) 給 1 分
3. 寫出  $v = \lambda \cdot f$  波速、波長及頻率的關係給 1 分  
寫出聲速相同結合 A 與 B 音叉關係，算出正確答案給 2 分
4. 寫出正確答案凹透鏡給 1 分  
寫出合理原因給 1 分
- 二、1. 寫出  $r$  與  $3r$  處能量守恆式，得 2 分  
求出正確答案  $\frac{2K}{3}$ ，得 1 分
2. 求出  $3r$  處力學能  $-\frac{2K}{3}$ ，得 1 分  
求出正確答案  $\frac{K}{3}$ ，得 1 分
3. 利用能量守恆式，列出之等式完全正確者，得 1 分  
正確計算出答案  $K$ ，得 1 分
4. 利用能量守恆式，列出之等式完全正確者，得 2 分  
正確計算出答案  $r' = \frac{5}{6}r$ ，得 1 分





1.  $\frac{1}{x^2} = x^{-2}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-2} = -2x^{-3} = -\frac{2}{x^3}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^2} = -\frac{2}{x^3}$   
 2.  $\frac{1}{x^3} = x^{-3}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-3} = -3x^{-4} = -\frac{3}{x^4}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^3} = -\frac{3}{x^4}$   
 3.  $\frac{1}{x^4} = x^{-4}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-4} = -4x^{-5} = -\frac{4}{x^5}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^4} = -\frac{4}{x^5}$   
 4.  $\frac{1}{x^5} = x^{-5}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-5} = -5x^{-6} = -\frac{5}{x^6}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^5} = -\frac{5}{x^6}$

5.  $\frac{1}{x^6} = x^{-6}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-6} = -6x^{-7} = -\frac{6}{x^7}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^6} = -\frac{6}{x^7}$   
 6.  $\frac{1}{x^7} = x^{-7}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-7} = -7x^{-8} = -\frac{7}{x^8}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^7} = -\frac{7}{x^8}$   
 7.  $\frac{1}{x^8} = x^{-8}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-8} = -8x^{-9} = -\frac{8}{x^9}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^8} = -\frac{8}{x^9}$   
 8.  $\frac{1}{x^9} = x^{-9}$   
 $\frac{d}{dx} x^{-9} = -9x^{-10} = -\frac{9}{x^{10}}$   
 $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^9} = -\frac{9}{x^{10}}$

**Exercises**

1. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^2}$ .
2. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^3}$ .
3. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^4}$ .
4. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^5}$ .
5. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^6}$ .
6. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^7}$ .
7. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^8}$ .
8. Find the derivative of  $y = \frac{1}{x^9}$ .

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100