

全國公私立高級中學

101 學年度指定科目第七次聯合模擬考試

考試日期：102 年 5 月 9~10 日

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。

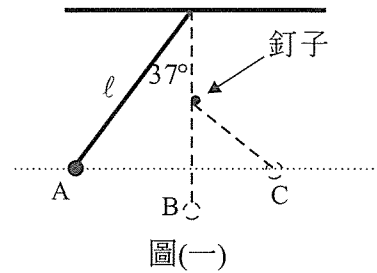
本試卷若無特別說明，重力加速度 g 以 10m/s^2 計算

第壹部分：選擇題(占 80 分)

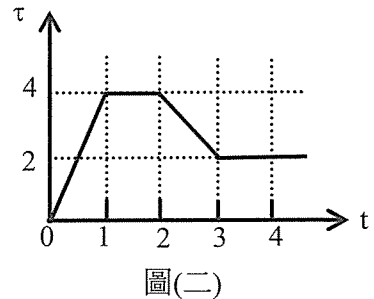
一、單選題(占 60 分)

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. 一繩長 ℓ 、擺錘質量 m 的單擺，在懸掛點的正下方 $\frac{1}{2}\ell$ 處釘有一個釘子，將擺錘拉至擺繩與鉛直線夾角 $\theta=37^\circ$ 之 A 點靜止釋放，單擺在 A、B、C 三點間來回擺動，如圖(一)所示。問擺繩在 A 點、碰觸釘子的前一瞬間 B 點、擺至另一側最高的 C 點，三點的張力比為何？
- (A) 1 : 1 : 1 (B) 4 : 2 : 3
(C) 3 : 2 : 4 (D) 4 : 7 : 3
(E) 3 : 7 : 4

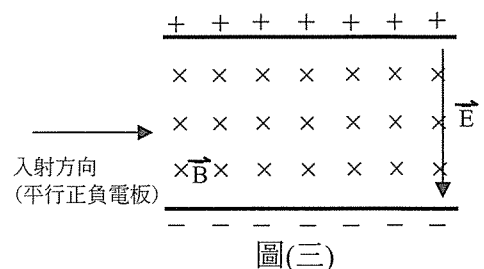


2. 一物體所受對某支點之力矩 τ (單位： $\text{N}\cdot\text{m}$) 與時間 t (單位： s) 關係如圖(二)所示，若物體在 $t=0$ 時為靜止，則物體在第 2 秒末與第 3 秒末時，對該支點的角動量大小比為？
- (A) 2 : 1 (B) 2 : 3
(C) 3 : 2 (D) 3 : 1
(E) 1 : 1



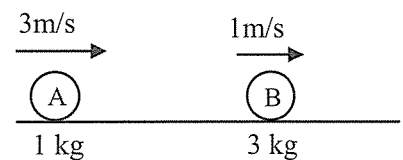
3. 一質量 6 公斤的物體放在粗糙地面上，物體與地面的動摩擦係數為 0.25，靜摩擦係數為 0.3，今以 20 牛頓的力沿水平方向推動物體 3 秒鐘，當物體最後又靜止於地面時，相較於原靜止點，物體總共移動多少公尺？
- (A) 5 (B) 7.5 (C) 12.5
(D) 17.5 (E) 20

4. 分別將質子、 α 粒子、中子、電子及 γ 射線射入一均勻電場 \vec{E} 與均勻磁場 \vec{B} 相互垂直作用的區域，如圖(三)所示。在僅考慮電磁力的作用之下，若質子、 α 粒子、中子、電子以相同的速度進入電磁場區時，質子為等速直線前進，則下列選項正確的是？



- (A) α 粒子會向正板移動
(B) 中子會向負板移動
(C) 電子會作等速直線運動
(D) γ 射線會沿垂直穿出紙面的方向偏折
(E) 質子進入電磁場區的速度大小 $v = \frac{B}{E}$

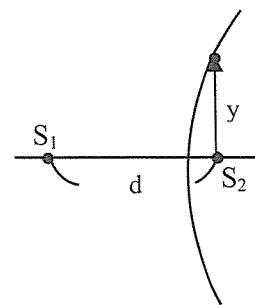
5. 已知水的汽化熱為 540 cal/g 、冰的熔化熱為 80 cal/g 。若將 10 g 、 100°C 的水蒸氣與 30 g 、 0°C 的冰置於一絕熱容器中混合，則最後達熱平衡時，容器中的狀態是？
- (A) 100°C 水蒸氣與水共存
 (B) 全部為 100°C 的水
 (C) 溫度介於 $0^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 的水
 (D) 0°C 冰與水共存
 (E) 全部為 0°C 的冰
6. 一開孔容器原裝有分子數為 n 莫耳、絕對溫度 T 的單原子理想氣體，若將容器加熱至 $3T$ ，假設容器體積不變，則下列選項何者正確？
- (A) 容器內的分子數增為 3 莫耳
 (B) 容器內的壓力增為原本的 3 倍
 (C) 每一分子的平均移動動能增為原本的 3 倍
 (D) 容器內所有分子的總動能增為原本的 3 倍
 (E) 分子的方均根速率增為原本的 3 倍
7. 如圖(四)，A、B 兩顆大小相同的球在光滑直線上同向而行，A 的質量 1 kg ，速度 3 m/s ，B 的質量 3 kg ，速度 1 m/s ，若之後兩球發生正向彈性碰撞，問碰撞結束後經過 1 秒的時間，兩球間的距離為何？



圖(四)

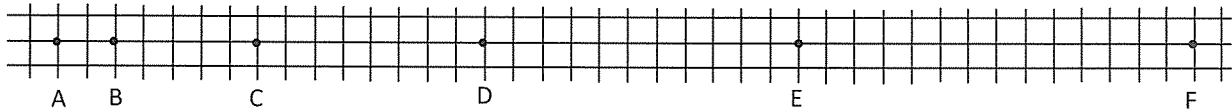
8-9 題為題組

8. 水波槽中兩同相點波源 S_1 、 S_2 發出的波長均為 λ ，兩波源相距為 d ，若希望在兩波源連線內(不包含兩波源上)觀測到 3 條腹線，則 $\frac{\lambda}{d}$ 的範圍為何？
- (A) $\frac{1}{2} < \frac{\lambda}{d} \leq 1$ (B) $\frac{1}{2} \leq \frac{\lambda}{d} < 1$ (C) $1 \leq \frac{\lambda}{d} < \frac{3}{2}$
 (D) $1 < \frac{\lambda}{d} \leq \frac{3}{2}$ (E) $1 \leq \frac{\lambda}{d} \leq \frac{3}{2}$
9. 承第 8 題，在兩波源連線內僅能有 3 條腹線的條件下，若 $d = 20 \text{ cm}$ ，則由 S_2 垂直於波源連線的方向上移動，如圖(五)所示，與腹線交會的位置距離 S_2 的最大距離 y 值為何？
- (A) 5 cm (B) 8 cm
 (C) 10 cm (D) 12 cm
 (E) 15 cm



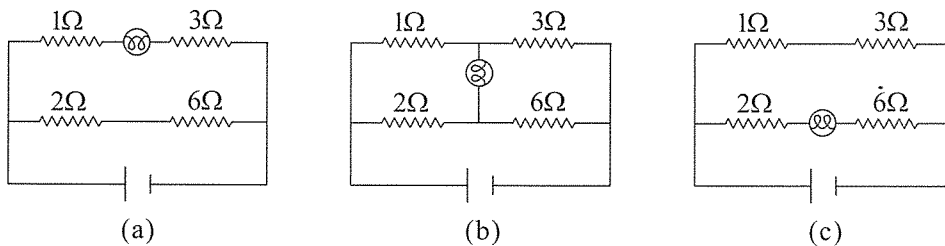
圖(五)

10. 圖(六)為打點頻率為 50Hz 的打點計時器，紀錄某物體作等加速度運動中某段過程的軌跡點，已知圖上的方格邊長為 1cm，則以下推算物體的運動狀態，錯誤的是？



圖(六)

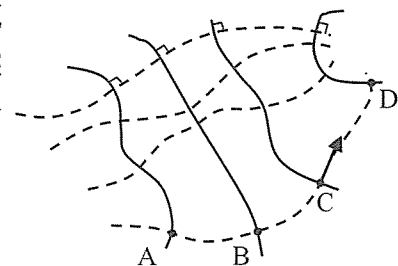
- (A) 物體在 \overline{AB} 間的平均速度大小為 100 cm/s
 (B) 物體的加速度大小為 75 m/s^2
 (C) 物體在 C 點的瞬時速度大小 $v_C = 325 \text{ cm/s}$
 (D) 物體在 E 點的瞬時速度大小 $v_E = 625 \text{ cm/s}$
 (E) 物體在 \overline{CD} 線段中點的瞬時速度大小 $v = 400 \text{ cm/s}$
11. 將一燈泡分別接於同一電路不同的位置，如圖(七)的(a)、(b)、(c)所示，請問此燈泡亮度的大小順序為何？



圖(七)

- (A) (a) > (b) > (c) (B) (b) > (c) > (a) (C) (c) > (b) > (a)
 (D) (c) > (a) > (b) (E) (a) > (c) > (b)
12. 以 248 nm 的入射光分別入射功函數為 1.5 eV 及 2.5 eV 的兩種不同金屬作光電效應實驗，則兩金屬所對應的截止電壓比為何？
- (A) 3 : 5 (B) 7 : 5 (C) 1 : 1
 (D) 3 : 7 (E) 5 : 3

13. 空間中存在一不均勻的電場，其結構如圖(八)中實或虛線所示(自行判斷)，實、虛線間以相互垂直的狀態相交，且下方有四交點分別為 A、B、C、D。已知一負電靜止置於 C 點時，受力方向如箭頭所示，則下列敘述正確的是？



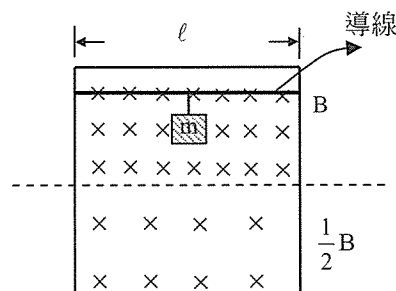
圖(八)

- (A) 實線為電力線
 (B) 虛線為運動軌跡
 (C) A 點電位比 D 點電位高
 (D) 帶電粒子在實線上沿實線移動，電力不作功
 (E) A 點電場強度比 D 點電場強

14. 某原子的能階以基態能量為零時，最低的四個能階分別為 0eV 、 5eV 、 7eV 、 10eV ，則下列哪個頻率的入射光，可以使該原子在此 4 個能階之間(不一定由基態，亦不考慮其他能階)產生躍遷？
- (A) 3100\AA (B) 1771.4\AA (C) 1550\AA
(D) 1377.8\AA (E) 1200\AA
15. 以波長 400 nm 的入射光進行光電效應實驗，測得光電流的大小為 3.2 微安培。假設一個光子恰可產生一個光電子，則此入射光每秒照射到靶極的光能約為多少焦耳？
- (A) 1.0×10^{-5} (B) 1.2×10^{-4} (C) 1.0×10^{-4}
(D) 8.0×10^{-5} (E) 8.0×10^{-6}

16-17 題為題組

有一鉛直豎立兩邊極長的固定 \square 字形金屬線，置於一垂直此 \square 字形金屬線的磁場中，磁場分為強度為 B 與 $\frac{1}{2}B$ 的上下兩區(各區皆為均勻磁場)，如圖(九)所示。現有質量 m 、電阻 R 、長度 l 的導線，兩端套在此 \square 字形金屬線的兩長邊上，保持良好的接觸形成迴路，導線上再懸掛另一質量亦為 m 的物體後，導線與物體一起由靜止自由落下。

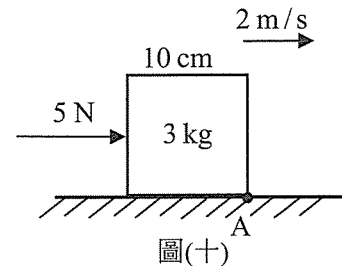


圖(九)

16. 在忽略摩擦力、空氣阻力、地磁、迴路電流產生的磁場及 \square 字形金屬線的電阻下，導線落至下區磁場區前(圖(九)中虛線上方)已達終端速度 v ，則 v 的大小為何？(g 為重力加速度)
- (A) $\frac{2mgR}{\ell^2 B^2}$ (B) $\frac{mgR}{\ell^2 B^2}$ (C) $\frac{mgR}{2\ell^2 B^2}$
(D) $\frac{2mgR}{5\ell^2 B^2}$ (E) $\frac{mgR}{5\ell^2 B^2}$
17. 若導線抵達上下區磁場的交界處(圖(九)中虛線，即磁場變為 $\frac{B}{2}$)時，物體 m 同時脫落，則導線在之後的短時間內會做什麼運動？
- (A) 變加速度向下，運動方向向上
(B) 等加速度向下，運動方向向上
(C) 等速度運動向下
(D) 等加速度向下，運動方向向下
(E) 變加速度向下，運動方向向下

18. 一質量 3 kg、邊長為 10 cm 的均勻材質正立方體，受一通過其質心的水平力 5 N 作用，在平面上作等速度直線運動，如圖(十)所示。假設速度 $V=2 \text{ m/s}$ ，則此時正向力對 A 點的力矩大小為何？

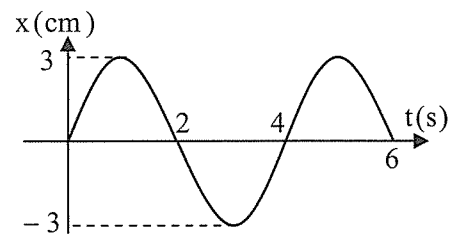
- (A) 25 N·m
(B) 75 N·m
(C) 1.25 N·m
(D) 1.75 N·m
(E) 2.0 N·m



圖(十)

19. 一繩子駐波上，某一質點振動的位移與時間關係如圖(十一)所示。則關於此駐波的敘述，何者正確？

- (A) 此駐波的最大振幅是 3 cm
(B) 此駐波的週期為 2 秒
(C) 此駐波的頻率為 0.25 Hz
(D) 該質點為此駐波的腹點
(E) 該質點為此駐波的節點



圖(十一)

20. 已知鐳元素衰變為氦的核反應式為 ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ ，且衰變後 ${}^4_2\text{He}$ 粒子的動能為 E_0 。假設衰變的能量全部以粒子的動能形式展現，則此衰變所損失的質量為何？

(粒子質量視為與質量數相同)

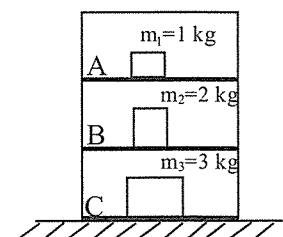
- (A) $\frac{111E_0}{2c^2}$ (B) $\frac{43E_0}{44c^2}$ (C) $\frac{44E_0}{43c^2}$
(D) $\frac{113E_0}{111c^2}$ (E) $\frac{111E_0}{113c^2}$

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。

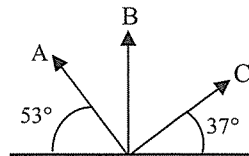
21. 一質量 3 kg 的三層櫃立於地面上，每層分別放置質量 $m_1=1\text{kg}$ 、 $m_2=2\text{kg}$ 、 $m_3=3\text{kg}$ 的物體，如圖(十二)所示。以下關於 A、B、C 三層隔板作用力的敘述，正確的是：

- (A) A 隔板與 m_1 物體的作用力為 1kgw
(B) B 隔板與 m_2 物體的作用力為 3kgw
(C) C 隔板與 m_3 物體的作用力為 6kgw
(D) C 隔板與地面間的作用力為 9kgw
(E) 地面支撐三層櫃的作用力為 6kgw



圖(十二)

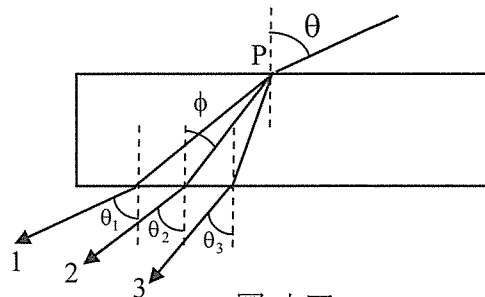
22. 將同一物體分別沿著 A、B、C 三種不同方向，以同一速率由地面拋出：A—仰角 53° 的斜拋、B—鉛直上拋、C—仰角 37° 的斜拋，最後皆落回地面上，如圖(十三)。若不考慮一切阻力，則下列敘述正確的是？



圖(十三)

- (A) 最大高度比 $H_A:H_B:H_C=16:25:9$
 (B) 拋出至落地的飛行時間比 $t_A:t_B:t_C=16:25:9$
 (C) 拋出至落地的平均加速度大小比 $a_A:a_B:a_C=1:1:1$
 (D) 拋出至落地前一瞬間重力作用的衝量大小比 $J_A:J_B:J_C=1:1:1$
 (E) 拋出至落地前一瞬間物體的動量變化大小比 $\Delta P_A:\Delta P_B:\Delta P_C=4:5:3$

23. 一道複合光由空氣入射至一矩形的透明磚塊某側的 P 點後，在磚內色散成 1、2、3 三道光線，分別沿著三個不同的方向由磚塊的另一側折射出去，如圖(十四)所示。關於這三道光線的敘述，下列選項正確的是：



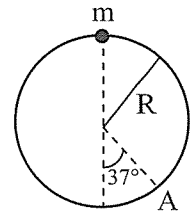
圖(十四)

- (A) 依照折射定律， $\theta_1=\theta_2=\theta_3$
 (B) 此三道光線的頻率 $f_1>f_2>f_3$
 (C) 三道光線在透明磚中的折射率 $n_1>n_2>n_3$
 (D) 若光線 2 在透明磚中的速率為 v_2 ，則 $n_2=\frac{v_2}{c}$ 。(c 為真空光速)
 (E) 若 $\theta=60^\circ$ ，且 $n_2=\frac{5}{3}$ ，則 $\sin\phi=\frac{3\sqrt{3}}{10}$
24. 假設地球為質量 M 、半徑 R_e 、密度均勻的正球體，某質量 m 的人造衛星在離地表高度 $h=3R_e$ 處繞著地球作等速率圓周運動，關於此人造衛星的敘述，下列哪些正確？(G 為萬有引力常數)
- (A) 人造衛星繞地球作圓周運動的向心力為 $\frac{GMm}{9R_e^2}$
 (B) 若以無窮遠為重力位能零位面，則衛星在該軌道上與地球的重力位能為 $\frac{GMm}{4R_e}$
 (C) 衛星繞轉的速率為 $\sqrt{\frac{GM}{4R_e}}$
 (D) 此衛星的繞轉週期比地球的同步衛星還短
 (E) 此衛星的繞轉速率比地球的表面衛星還快

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。

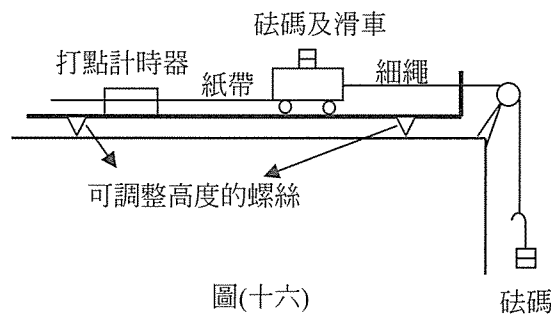
一、一質量為 m 的質點串在一鉛直無摩擦、半徑為 R 的光滑圓環上，繞著圓環作鉛直圓周運動，如圖(十五)所示。若質點在運動中最大速率為最小速度的 3 倍， g 為重力加速度，則：



圖(十五)

1. 質點在最低點的速率為何？(3 分)
2. 在最高點時，圓環對質點的作用力大小與方向為何？(3 分)
3. 在圖(十五)中 A 點時，圓環對質點的作用力大小為何？(4 分)

二、某生作滑車實驗，裝置如圖(十六)所示。他先調整軌道使滑車呈等速運動，然後每次實驗在繩子一端逐次增加一個砝碼，保持滑車質量不變並記錄滑車的加速度。問：



圖(十六)

1. 調整軌道目的是使軌道呈水平嗎？(2 分)
使滑車呈等速運動的目的為何？(3 分)
2. 若滑車質量為 M ，每個砝碼質量為 m ，請在方格紙上畫出加速度對砝碼數的函數關係趨勢圖。(只需標出座標軸物理量(加速度、砝碼數)及畫出趨勢圖，不需詳細計算座標點)(5 分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	B	A	C	B	C	A	B	E	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E	B	D	B	A	A	E	C	C	D
21	22	23	24						
AD	ACE	AE	CD						

第壹部分

一、單選題

1. A 點：靜止釋放點，

$$T_A = mg \cos 37^\circ = \frac{4}{5} mg$$

B 點：有速度 v ，鉛直圓周運動的最低點，先解速度 v

$$mg\ell(1 - \frac{4}{5}) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv^2 = \frac{2}{5}mg\ell$$

$$\text{向心力 } F = T_B - mg = \frac{mv^2}{\ell} = \frac{2}{5}mg \Rightarrow T_B = \frac{7}{5}mg$$

C 點：靜止點， $T_C = mg \cos \theta$

$$\text{由 } \frac{4}{5}\ell = \frac{1}{2}\ell + \frac{1}{2}\ell \cos \theta \Rightarrow \theta = 53^\circ \Rightarrow T_C = \frac{3}{5}mg$$

$$\Rightarrow T_A : T_B : T_C = 4 : 7 : 3$$

2. $\tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta L = (L - 0) = \tau \cdot \Delta t = L$ 求 2 秒內及 3 秒內的 $\tau - t$

圖面積即可得第 2 秒末與第 3 秒末的角動量比 $\therefore \tau_2 : \tau_3 = 2 : 3$

3. 物體與地面的最大靜摩擦力 $f_{SM} = \mu_S mg = 0.3 \times 6 \times 10 = 18N$ 、動摩擦 $f_k = \mu_k mg = 0.25 \times 6 \times 10 = 15N$ ，

故前 3 秒合力 $F = 20 - 15 = 6 \times a$ 得 $a = \frac{5}{6} m/s^2$ ，

$$\text{移動位移 } s_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{6} \times 3^2 = \frac{15}{4} m$$

3 秒後末速度 $v_3 = at = \frac{5}{2} m/s$ ；3 秒後 f_k 減速，

$$\text{位移由 } 0^2 = (\frac{5}{2})^2 - 2 \times \frac{15}{6} \times s_2, \text{ 得 } s_2 = \frac{5}{4} m$$

$$\text{故總位移 } s_1 + s_2 = \frac{15}{4} + \frac{5}{4} = 5 m$$

4. 質子在電磁場中呈等速度運動，可知 $q\vec{E} = -q\vec{v} \times \vec{B}$ ，即 $\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$ ，與粒子電性無關，當粒子皆以相同速度入射時，皆同為等速度運動，故選(C)

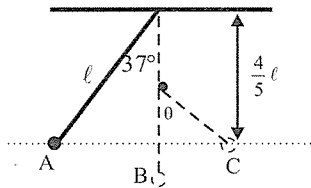
5. $100^\circ C$ 的水蒸氣凝結為 $100^\circ C$ 的水，放出的熱量為 5400 cal，恰提供 30 g、 $0^\circ C$ 的冰熔化並升溫至 $100^\circ C$ 的水所需的熱量 $30 \times 80 + 30 \times 1 \times 100 = 5400 cal$ ，故最後皆為 $100^\circ C$ 的水

6. (A)(B) $PV = nRT$ \therefore 開孔容器， $\therefore PV$ 不變 $\Rightarrow T$ 增為 3 倍，則 n 減為 $\frac{1}{3}$ 倍 (C) 每一分子平均移動動能 $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT \Rightarrow T$ 增為 3 倍，則 $\overline{E_k}$ 增為 3 倍 (D) 總動能 $N\overline{E_k} = \frac{3}{2}PV \Rightarrow$ 不變

$$(E) v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \Rightarrow T \text{ 增為 3 倍，則 } v_{rms} \text{ 增為 } \sqrt{3} \text{ 倍}$$

7. 由碰撞末速公式知 A、B 兩球撞後的末速分別為

$$v'_A = \frac{1-3}{1+3} \cdot 3 + \frac{2 \cdot 3}{1+3} \cdot 1 = 0, v'_B = \frac{2 \cdot 1}{1+3} \cdot 3 + \frac{3-1}{1+3} \cdot 1 = 2 m/s$$



故撞後 1 秒兩球相距 2 m

8. 波源連線間，相鄰兩腹線間的距離為 $\frac{\lambda}{2}$ ，兩波源連線內觀測到

3 條腹線的極限為波源恰為第一腹線與第二腹線

(1) 當兩波源恰為第一腹線時，此時 $d = \lambda$ ，當 $d > \lambda$ 時，波源內可見 3 條腹線

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{d} < 1$$

(2) 當兩波源恰為第二腹線時，此時 $d = 2\lambda$ ，當 $d \leq 2\lambda$ 時，

波源內可見 3 條腹線 $\Rightarrow \frac{\lambda}{d} \geq \frac{1}{2}$

$$\text{綜合(1)(2)} \Rightarrow \frac{1}{2} \leq \frac{\lambda}{d} < 1$$

9. 最大值發生在波源為第二腹線的時候，此時 $d = 2\lambda = 20 cm$ ，得 $\lambda = 10 cm$ 。

又第一腹線上任一點到兩波源的距離差為 $\lambda = 10 cm$ ，由畢氏定理得 $y = 15 cm$

10. $f = 50 Hz$ ，知兩點間 $\Delta t = \frac{1}{50} = 0.02 s$

$$(A) AB \text{ 間平均速度大小} = \frac{2}{0.02} = 100 cm/s$$

$$(B) \text{ 加速度大小} = \frac{5-2}{0.02^2} = 7.5 \times 10^3 cm/s^2 = 75 m/s^2$$

$$(C) v_C = \frac{13}{0.02 \times 2} = 325 cm/s$$

$$(D) v_E = \frac{25}{0.02 \times 2} = 625 cm/s$$

$$(E) \bar{v}_{CD} = \frac{8}{0.02} = 400 cm/s = CD \text{ 間時距中點速度，非距離中點速度}$$

11. 若燈泡電阻為 r ，電池電壓為 V ，

$$\text{則 } V = I_1(1 + 3 + r) \text{ (圖(a))} = I_2(2 + 6 + r) \text{ (圖(c))}$$

可知 $I_1 > I_2$ ，故圖(a)燈泡比圖(c)亮，

而圖(b)為惠司同電路，燈泡不會亮，故 (a) > (c) > (b)

12. 光子能量 $E = \frac{12400}{2480} = 5 eV$ ，由光電方程式

$$E = W + eV_s \text{ (} W: \text{功函數) 可知截止電壓比} = 3.5 : 2.5 = 7 : 5$$

13. (A) 由負電荷的受力方向可知虛線為電力線，實線為等位線 (B) 電力線非電荷的運動軌跡 (C) 由負電荷的受力方向可知 D 為高電位、A 為低電位 (D) 電荷在等位線上移動電力不作功 (E) 電場強度看電力線疏密程度

14. 選項中光子能量分別為

$$(A) \frac{12400}{3100} = 4 eV \quad (B) \frac{12400}{1771.4} = 7 eV \quad (C) \frac{12400}{1550} = 8 eV$$

(D) $\frac{12400}{1380} = 9 \text{ eV}$ (E) $\frac{12400}{1200} = 10.3 \text{ eV}$

僅(B)的光子符合基態至第二激發態的能階差

15. 光子能量 $\epsilon = \frac{12400}{4000} = 3.1 \text{ eV} = 3.1 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$,

又 $3.2 \mu\text{A} = 3.2 \times 10^{-6} \text{ A} = \frac{n \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ s}}$

得電子數 $n = \frac{3.2 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}}$ 即為每秒入射到靶極的光子數, 故光子

總能 $E = n\epsilon = 3.1 \times 3.2 \times 10^{-6} = 9.92 \times 10^{-6} \approx 1.0 \times 10^{-5} \text{ J}$

16. 達終端速度時,

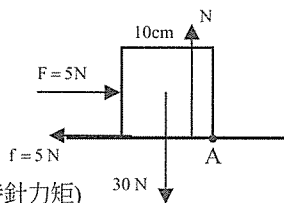
重力 $2mg =$ 磁力 $F_B = i\ell B = \frac{\ell VB}{R}$ $\ell B = \frac{\ell^2 VB^2}{R} \Rightarrow v = \frac{2mgR}{\ell^2 B^2}$

17. 抵達磁場交界處時, 處於上題的終端速度, 且方向向下; 又當物體脫離後, 重力為 $mg \downarrow$, 磁力 $F_B = \frac{\ell^2 B^2}{4R} (\frac{2mgR}{\ell^2 B^2}) = \frac{mg}{2} \uparrow$,

合力 $= mg - F_B = \frac{1}{2} mg \downarrow$, 先做向下加速度運動, 而隨著速度

增快, 磁力愈大, 加速度愈小, 故在短時間內為變加速度運動

18. 如圖, 作等速度運動, 可知立方體與地面的動摩擦力亦為 5 N , 以 A 點為支點, 則 τ_{mg} (逆時針力矩) $= \tau_F + \tau_N$ (順時針力矩)



(摩擦力對 A 點無力矩作用),

得 $\tau_N = \tau_{mg} - \tau_F = 30 \times 0.05 - 5 \times 0.05 = 1.25 \text{ N} \cdot \text{m}$

19. (A)(D)(E)題目條件不足以判斷此點是否為駐波的腹點, 無法得知最大振幅為何 (B)由圖可知週期為 4 秒 (C)承(B), 頻率為 $\frac{1}{4} = 0.25 \text{ Hz}$

20. 由 $E_k = \frac{P^2}{2m}$, 因為動量守恆, $P_{R_n} = P_{H_c}$,

故 $E_{kR_n} : E_{kH_c} = 4 : 222 = 2 : 111 = E_{kR_n} : E_0$, 得 $E_{kR_n} = \frac{2}{111} E_0$, 衰變的能量全部以粒子的動能形式展現,

由 $E = \Delta mc^2 = E_{kR_n} + E_{kH_c} = \frac{113}{111} E_0$, 可得 $\Delta m = \frac{113 E_0}{111 c^2}$

二、多選題

21. (A)A 隔板撐住 m_1 的重量, 與 m_1 的作用力為 1 kgw
 (B)B 隔板撐住 m_2 的重量, 與 m_2 的作用力為 2 kgw
 (C)C 隔板撐住 m_3 的重量, 與 m_3 的作用力為 3 kgw
 (D)(E)地面與 C 隔板相接觸, 並撐住三層櫃與三物體的重量, 所以 C 隔板地面的作用力為 9 kgw

22. (A)最大高度 $H = \frac{(V_0 \sin \theta)^2}{2g} \propto \sin^2 \theta$

$\Rightarrow H_A : H_B : H_C = \sin^2 53^\circ : \sin^2 90^\circ : \sin^2 37^\circ = 16 : 25 : 9$

(B)飛行時間 $t = \frac{2V_0 \sin \theta}{g} \propto \sin \theta$

$\Rightarrow t_A : t_B : t_C = \sin 53^\circ : \sin 90^\circ : \sin 37^\circ = 4 : 5 : 3$

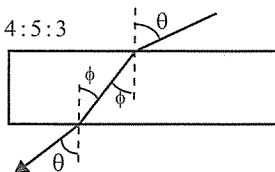
(C)平均加速度皆等於重力加速度 $\Rightarrow a_A : a_B : a_C = 1 : 1 : 1$

(D)(E)重力作用的衝量 = 物體的動量變化

$\Rightarrow J = Ft = mgt = \Delta P \propto t$

$\Rightarrow J_A : J_B : J_C = \Delta P_A : \Delta P_B : \Delta P_C = 4 : 5 : 3$

23. (A)如圖, 光線由空氣進入磚內再射出空氣, 最後射出的角度與入射角相同, 與頻率無關,



故 $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3$

(B)頻率 f 愈大, 偏折角度愈大, 故 $f_3 > f_2 > f_1$

(C)偏折角度愈大, 光線在介質中的折射率愈大, 故 $n_3 > n_2 > n_1$

(D)折射率的定義 = 真空中光速 / 介質中光速, 故 $n_2 = \frac{c}{v_2}$

(E)由司乃耳定律

$n_2 \sin \phi = 1 \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \phi = 1 \cdot \sin \theta_2 / n_2 = \frac{3\sqrt{3}}{10}$

24. (A)萬有引力提供為向心力 $F_C = \frac{GMm}{(4R_c)^2} = \frac{GMm}{16R_c^2}$

(B)重力位能 $U = -\frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{4R_c}$

(C) $F_C = \frac{GMm}{r} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM}{4R_c}}$ (r 為軌道半徑)

(D)同步衛星約在距離地表 $5.6R_c$ 的高度上, 比該衛星高, 由克卜勒第三定律可推得, 同步衛星的週期比較大

(E)表面衛星的軌道半徑 $\approx R_c$, 由(C)知 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, r 愈小速度愈大, 故表面衛星速度較快

第貳部分

一、1. 分別設最大速度和最小速度為 $3v$ (最低點)、 v (最高點), 由力學能守恆 $E_{\text{最高點}} = E_{\text{最低點}}$

$\Rightarrow \frac{1}{2} mv^2 + mg2R = \frac{1}{2} m(3v)^2$

(列出力學能守恆式 1 分)

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{1}{2} gR}$ (算出 1 分)

最低點為最大速率 $= 3v = 3\sqrt{\frac{1}{2} gR}$ (最大速率 1 分)

2. 最高點為最小速率 $v = \sqrt{\frac{1}{2} gR}$,

向心力 $F_C = m \frac{v^2}{R} = \frac{1}{2} mg = mg - N$ (1 分)

$\Rightarrow N = \frac{1}{2} mg$ (1 分) 方向向上 (1 分)

3. A 點與最低點高度差 $h = R(1 - \cos 37^\circ) = \frac{1}{5} R$, 由力學能守恆

$E_A = E_{\text{最低點}} \Rightarrow \frac{1}{2} mv_A^2 + mg \frac{1}{5} R = \frac{1}{2} m(3\sqrt{\frac{1}{2} gR})^2$

$\Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{41}{10} gR}$ (解出 v_A 得 2 分)

向心力 $F_C = m \frac{v_A^2}{R} = \frac{41}{10} mg = N_A - mg \cos 37^\circ$

$\Rightarrow N_A = \frac{49}{10} mg$ (2 分)

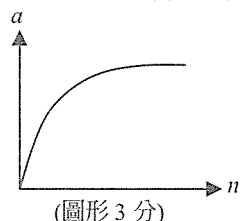
二、1. 不一定呈水平 (2 分)、等速度目的是為了減少摩擦力對本實驗造成的影響 (3 分)

2. $nmg = (M + nm)a$ n: 砝碼數

$\Rightarrow a = \frac{nm}{M + nm} g$ (2 分)

當 $n \rightarrow \infty$ 時, 斜率逐漸變小, $a \rightarrow g$

故 $a - n$ 關係圖應為



(圖形 3 分)