

臺中區國立高級中學 103 學年度
大學入學第三次指定科目聯合模擬考

物理考科

考試日期：104 年 3 月 4~5 日

—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）

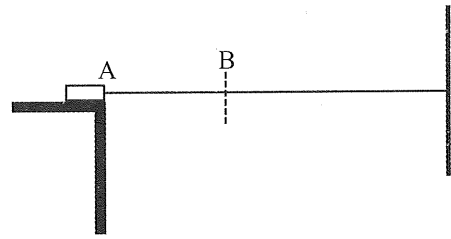
一、單選題(占 60 分)

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. A 點電位 $V_A = +3\text{ V}$ 、B 點電位 $V_B = -7\text{ V}$ 、C 點電位 $V_C = +10\text{ V}$ 。將一電子由 A 點移至 B 點後再移至 C 點，則整個過程靜電力做多少功？
(A) $+7\text{ eV}$ (B) -7 eV
(C) $+20\text{ eV}$ (D) -20 eV
(E) -27 eV
2. 太陽能熱水器是利用太陽光照射太陽能板使板子發熱，利用傳導使水的溫度上升。但太陽能板無法將所有太陽能轉換為熱能，一般而言只有一半左右的轉換效率。若在某一個時刻，太陽光照射的功率每平方公尺為 2520 W ，則一整片總面積為 30 m^2 的太陽能板(轉換的效率為 50%)，每秒鐘可使多少質量的水，溫度從 20°C 上升到 50°C ？
(A) 50 g (B) 100 g
(C) 200 g (D) 250 g
(E) 300 g
3. 在地震中，建築物的水平晃動可視為簡諧運動。在某次地震時，測得建築物水平晃動的頻率為 5 Hz ，而晃動的振幅為 20 cm ，則在晃動過程中建築物的最大加速度量值為何？
(A) 500 m/s^2 (B) 5 m/s^2
(C) $2000\pi^2\text{ m/s}^2$ (D) $20\pi^2\text{ m/s}^2$
(E) $2\pi\text{ m/s}^2$
4. 一個木塊 A 在光滑水平面上向右等速度前進，其右端繫著一輕質彈簧，彈力常數為 k ，和一個質量相同的靜止木塊 B 發生一維方向碰撞。若碰撞過程中，彈簧最大的壓縮量為 x 。則碰撞前木塊 A 的動能為何？
(A) $\frac{1}{3}kx^2$ (B) $\frac{1}{2}kx^2$
(C) kx^2 (D) $2kx^2$
(E) $3kx^2$
5. 史瓦西半徑是任何具有質量的物體都會擁有的一個臨界半徑，其涵義是如果該物體的質量壓縮到史瓦西半徑值以內，則沒有任何已知的作用力可以阻止該物體自身的重力將其壓縮成一個點，而進入到該半徑之內的任何物質也無法逃出史瓦西半徑之外。利用愛因斯坦的廣義相對論可以算出任意物體的史瓦希半徑 $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ 。其中 G 為萬有引力常數、 M 為該物體(星體)的質量、 c 則為光速($c=3\times 10^8\text{ m/s}$)。若已知地球半徑為 6400 km 、地表重力加速度為 9.8 m/s^2 ，則地球的史瓦西半徑大小為何？
(A) 0.9 cm (B) 0.9 m
(C) 0.9 km (D) 0.9 mm
(E) $0.9\text{ }\mu\text{m}$

6. 一甚長的彈性繩，線密度為 $50 \times 10^{-2} \text{ kg/m}$ ，一端連接鉛直牆面，另一端則連接一振動器 A，繩張力為 2N，在繩上有另一點 B。t=0 時，振動器開始振動，發現經過 5 秒之後，振動器共完成 10 次的振動，而 B 點僅完成 6 次的振動。試問 B 點距震動器 A 多遠？(一次振動定義為經歷一個週期的振動)

(A) 1 m
(B) 2 m
(C) 3 m
(D) 4 m
(E) 6 m



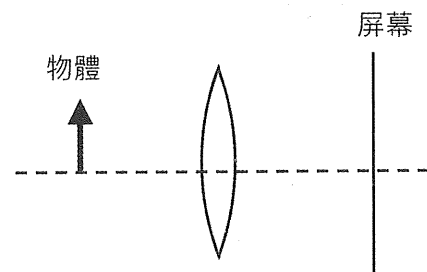
圖(1)

7. 兩個質量相同，速率也相同的物體發生完全非彈性碰撞，發現碰撞後的合體速率是原速率的 $\frac{1}{2}$ ，則碰撞前此兩物的速度夾角為何？

(A) 30° (B) 45°
(C) 60° (D) 90°
(E) 120°

8. 在物體和屏幕之間放上一未知焦距的凸透鏡，如圖(2)所示。發現當凸透鏡距物體分別為 4 cm 和 6 cm 時，皆可在屏幕上成清晰的像。試問此凸透鏡的焦距為何？

(A) 2.4 cm
(B) 1.2 cm
(C) 0.8 cm
(D) 0.6 cm
(E) 0.4 cm

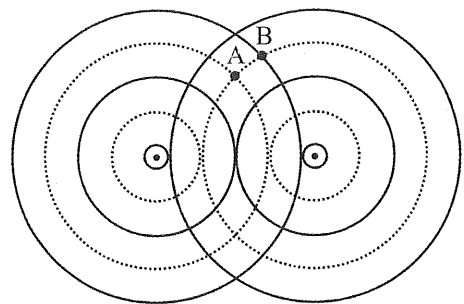
凸透鏡
圖(2)

9. 有關圓柱管的開管及閉管空氣柱的駐波，下列敘述何者正確？

(A) 相同的長度，開管和閉管所發出的基音亦相同
(B) 若開管的第二泛音和閉管的第一泛音頻率相同，則開管管長和閉管管長長度比為 2 : 1
(C) 當駐波產生時，開口處的空氣分子的震動振幅最大不能超過管子的半徑
(D) 開管能發出的頻率只與管長有關，和空氣溫度無關
(E) 除了閉口處外，駐波各處空氣分子的振幅皆相同

10. 圖(3)為水波槽干涉實驗中，某一瞬間的照片。其中實線為波峰的波前、虛線為波谷的波前。根據此張照片，下列敘述何者正確？

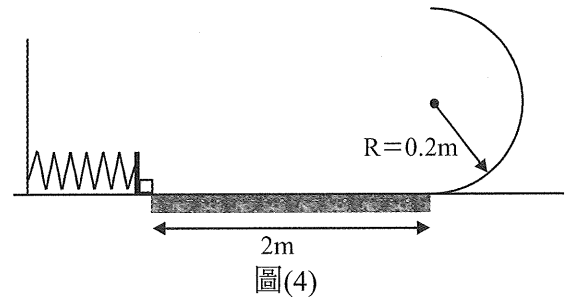
(A) 此兩波源為反相波源
(B) 此實驗中只會觀察到 2 條節線
(C) A 點為節點，振幅為零
(D) B 點到兩波源的波程差是水波波長的一半
(E) A、B 兩點相距半個波長



圖(3)

11. 用一縫距為 d 的雙狹縫做干涉實驗，測得中央亮紋和第一亮紋的間距為 2 cm ，若雷射光的波長和屏幕位置皆不變，只將雙狹縫換成縫寬為 b 的單狹縫，則測得中央亮紋和第一亮紋的距離為 3 cm ，試問 $\frac{d}{b} = ?$
- (A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{3}{2}$
(C) $\frac{4}{9}$ (D) $\frac{9}{4}$
(E) 1
12. 在天文中，除了直接觀察星球來得到它的物理性質之外，某些情況之下我們也可由環繞著它的衛星(行星)來得到該星資訊。假設我們觀察到太陽系外有一個恆星，旁邊有一個行星繞著它旋轉。若該行星的繞行半徑是地球繞太陽的 3 倍、周期是地球繞太陽的 2 倍，則該恆星的質量是太陽的幾倍？
- (A) $\frac{3}{2}$ 倍 (B) $\frac{9}{4}$ 倍
(C) $\frac{27}{8}$ 倍 (D) $\frac{27}{4}$ 倍
(E) $\frac{9}{8}$ 倍
13. 一個質量為 3 kg 的鏈球，繫著質量可忽略的細繩，一鏈球選手握住細繩的另一端施力。若鉛球選手欲使鉛球在離地某高度的水平面上做半徑為 $\frac{5}{3}\text{ m}$ 、速度為 3.5 m/s 的等速率圓周運動，他應施多大的力？
- (A) 29.4 N
(B) 39.2 N
(C) 58.8 N
(D) 49 N
(E) 98 N
14. 一物體自距地面 19.6 m 處的高空靜止落下(忽略空氣阻力)，落地撞擊地面後反彈，之後再撞擊地面(此為第二次落地)。若物體自靜止釋放至第二次落地共歷時 5 s ，則第一次撞擊之後物體的速率為何？(假設撞擊過程的時間極短可以忽略。)
- (A) 2.25 m/s
(B) 4.9 m/s
(C) 9.8 m/s
(D) 14.7 m/s
(E) 19.6 m/s
15. 將質量 1 kg 的物體由高 10 m 的懸崖，以 10 m/s 的速率斜向拋出，發現落到地面時的速率也是 10 m/s ，若物體在空中飛行時，所受的摩擦力大小固定為 7 N ，方向為物體運動方向的反向，則物體從拋出到落地的過程中，軌跡長度為何？
- (A) 7 m
(B) 14 m
(C) 21 m
(D) 17.5 m
(E) 24.5 m

16. 將一質量 $m=2\text{ kg}$ 的物體，緊靠在一彈力常數 $k=2000\text{ N/m}$ 的彈簧上，置於一水平面上，當彈簧被釋放時，物體會經過一動摩擦係數 $\mu_k=0.25$ 、長度 2 m 的水平面，接著滑上一半徑 $R=0.2\text{ m}$ 的無摩擦半圓形軌道。若欲使物體可以滑至軌道的最高點，則一開始須將彈簧壓縮多少長度？

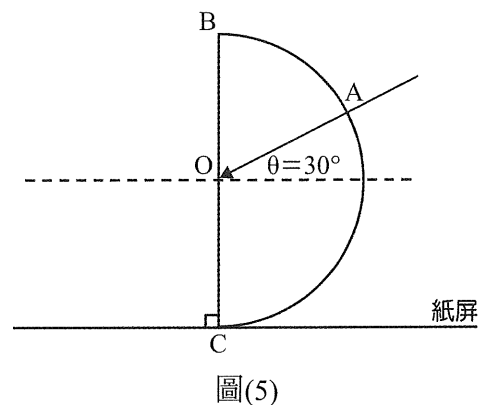


- (A) 0.10 m
 (B) 0.12 m
 (C) 0.14 m
 (D) 0.16 m
 (E) 0.2 m

17. 一斜角為 37° 長度甚長的無摩擦斜面固定於地面上，空間中有鉛直向下的重力場以及水平方向的電場。將一個質量為 m 、但電量為 q 的物體自斜面底端沿斜面上滑，發現最遠可滑行 Δx_1 。若把電場方向水平轉向(即左右顛倒)，讓同一物體以相同的速度沿斜面上滑，發現最遠可滑行 Δx_2 。若測得 $\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{5}{1}$ ，則物體受到的重力 F_g 和電

力 F_q 的比值， $\frac{F_g}{F_q} = ?$

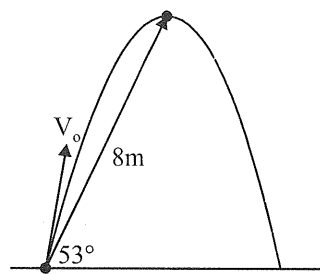
- (A) 5
 (B) $\frac{1}{5}$
 (C) 2
 (D) $\frac{1}{2}$
 (E) 10
18. 將一個半徑為 $3\sqrt{3}$ 公分的半圓柱的透明物體立於一紙屏上(BC 線段垂直於紙屏)，O 點為圓柱的圓心。圖(5)為此圓柱的橫切面。將一雷射光由空氣沿著 AO 線入射至 O 點，入射角為 30° ，因為光線部分折射，部分反射的因素結果在紙屏上發現兩個光點，兩光點相距 12 公分。則此透明物質的折射率為何？(虛線為 O 點的法線)



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

19. 一人立於水平地面上，將一物體以初速 12 m/s 、未知仰角 θ 拋出(忽略空氣阻力)，當物體到達最高點的時候，物體的位移大小為 8 m ，位移方向則和水平地面夾 53° (如圖(6)所示)。則拋射仰角的正弦值 $\sin\theta = ?$

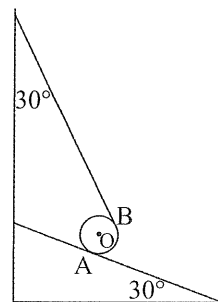
- (A) $\frac{14}{15}$
(B) $\frac{11}{12}$
(C) $\frac{9}{10}$
(D) $\frac{7}{8}$
(E) $\frac{5}{6}$



圖(6)

20. 將一質量為 m 、半徑為 R 的小球用一輕繩繫於球上的 B 點之後，將球置於一斜角為 30° 的斜面上，輕繩的另一端則繫於一鉛直牆上。當球靜止時，輕繩和鉛直牆夾 30° ，且輕繩恰為球上 B 點的切線。試問繩張力是重力的幾倍？

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

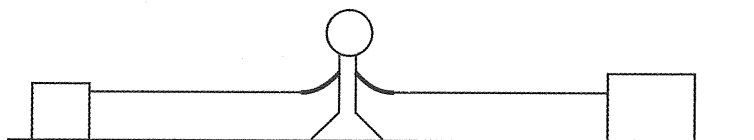


圖(7)

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。

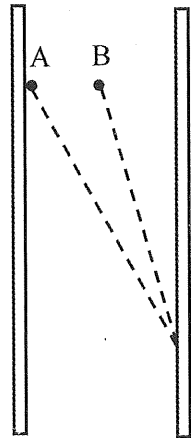
21. 小華站在無摩擦的地面上，兩手各持質量可忽略的細繩，細繩的另一端皆繫上一木箱，兩木箱和地面間亦無摩擦，繩子的方向和地面平行。整個系統(系統為小華 + 兩木箱)一開始保持靜止，如圖(8)所示。後來小華分別對兩繩子施力，施力於左繩的力為 F_1 ，施力於右繩的力為 F_2 ，則有關此系統的敘述哪些正確？



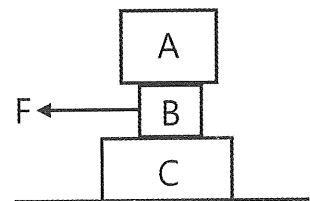
圖(8)

- (A) 當 $F_1 = F_2$ 時，系統的質心位置不變
(B) 當 $F_1 < F_2$ 時，系統的質心位置會向右移動
(C) 當 $F_1 > F_2$ 時，系統的質心位置會向右移動
(D) 當 $F_1 = F_2$ 時，人不會移動
(E) 當 $F_1 < F_2$ 時，人會向右移動

22. 有兩個相同體積的密閉容器 A 和 B，裝有相同種類的單原子氣體。其中 A 容器內裝有壓力為 1 atm、溫度為 200 K 的氣體；B 容器裝有壓力為 2.5 atm、溫度為 400 K 的氣體。兩容器以一體積可忽略的管子相連接，管內有活塞將兩容器隔開。試問下列敘述哪些正確？
- (A) 兩容器的總能量比為 2 : 5
 (B) 兩容器的方均根速率比為 $\sqrt{2} : \sqrt{5}$
 (C) 若將活塞移除使氣體混合，則混合後的壓力為 1.75 atm
 (D) 若將活塞移除使氣體混合，但過程保持兩容器各自溫度皆不變，則混合後的壓力為 2 atm
 (E) 承(D)，因為混合過程氣體溫度不變，故混合前後總能量守恆
23. 如圖(9)所示，鉛直豎立兩片帶電平行板，之間有一均勻電場。在兩板之間的相同高度同時由靜止釋放兩個質量相同的帶電小球。其中 A 小球緊靠著左板釋放(A 小球的帶電量不受左板影響)、B 小球則是由兩板的正中央釋放，結果兩個小球都會擊中右板的同一位置，則有關釋放到擊中右板的過程，哪些敘述是正確的？
- (A) AB 兩個小球的運動時間 A 大於 B
 (B) AB 兩小球的帶電量比為 2 : 1
 (C) AB 兩小球的動能變化量比為 4 : 1
 (D) AB 兩小球的重力位能變化量比為 1 : 1
 (E) AB 兩小球的電位能變化量比為 2 : 1
24. 有三個木塊 A、B、C，以如圖(10)方式堆疊後，置於無摩擦的地面上。三木塊的量分別為 $m_A = 4\text{ kg}$ 、 $m_B = 1\text{ kg}$ 、 $m_C = 5\text{ kg}$ 。其中 A、B 兩木塊間的靜摩擦係數 $\mu_1 = 0.5$ ，B、C 兩木塊間的靜摩擦係數 $\mu_2 = 0.4$ 。若作用一水平力 F 於 B 木塊上，使整個系統由靜止開始向左作等加速度運動。則下列有關施力大小和各木塊運動的狀況，哪些敘述是正確的？
- (A) 當 $F = 10\text{ N}$ 時，B 木塊的加速度為 1 m/s^2
 (B) 當 $F = 30\text{ N}$ 時，A、B 木塊間發生相對滑動
 (C) 當 $F < 39.2\text{ N}$ 時，所有木塊皆不相對滑動
 (D) 當 $F = 39.2\text{ N}$ 時，AB 間和 BC 間恰要相對滑動
 (E) 當 F 由零開始慢慢變大時，BC 木塊間會先發生相對滑動



圖(9)



圖(10)

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

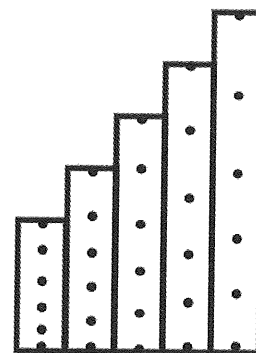
說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（(1)、(2)、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、質量為 m 的物體由距沙地面高 H 處靜止落下，結果在沙面上砸出一個深 h 的沙坑，假設物體砸在沙地面的過程中所受的阻力和深度無關，都是定值，重力加速度為 g ，則：
- (1) 阻力大小為何？(4 分)
 (2) 若對準此沙坑，將物體再從沙坑的正上方和之前同一位置靜止釋放，則砸完之後此沙坑變為多深？(6 分)

二、小明在物理實驗課做「直線等加速度運動」實驗，將紙帶連接於滑車上，傾斜滑車軌道使滑車加速下滑，同時利用打點計時器(打點頻率為 60 Hz)，在紙帶上留下痕跡。小明由紙帶上中間部分取一點作為第 0 點，將第 0 點的位置定為 $x=0$ ，並以此做為時間的起始 $t=0$ ，然後記錄下第 6 點、第 12 點、第 18 點…等的位置，記錄出如下的表格。

點數	0	6	12	18	24	30
X (cm)	0	2.30	7.00	14.20	23.60	36.00

- (1) 請由上表格計算出滑車的平均加速度量值。(4 分)
- (2) 若將第 0 點、第 6 點、第 12 點…等的位置作為分隔線，將其剪下後，依序排放，會得到如圖(11)的圖形。發現相鄰紙帶的長度差是定值，試解釋造成此種狀況的原因。(3 分)
- (3) 在實驗中，通常會取中間部分的任一打點作為第零點，而不是由釋放瞬間的打點作為第零點，你認為原因為何？(3 分)



圖(11)

物理考科解析

考試日期：104 年 3 月 4~5 日

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

第壹部分

一、單選題

1. 靜電力做功和路徑無關，只和初末位置有關

$$W_e = -U_e = -(q\Delta V)$$

$$\text{其中 } \Delta V = +7 \text{ V}$$

所以過程靜電力做功 $W_e = -(-1.6 \times 10^{-19})(+7)$ 焦耳
 = +7 電子伏特

2. 每秒鐘，太陽能板接收到的能量 $2520 \times 30 = 75600 \text{ (J)}$

每秒鐘，太陽能板轉換成的熱能 $75600 \times 50\% = 37800 \text{ (J)}$

每秒鐘，37800 J 用來升溫的水量 m ：

$$\frac{37800}{4.2} = m \times 1 \times (50 - 20) \Rightarrow m = 300 \text{ (g)}$$

3. 簡諧運動的最大加速度 $a_{\max} = R\omega^2 = R(2\pi f)^2 = 20\pi^2 \text{ (m/s}^2\text{)}$

4. 假設碰撞前木塊的質量為 m 、速度為 v ，當彈簧達最大壓縮量時，兩物體皆以質心速度運動

$$\text{質心速度 } v_c = \frac{mv}{m+m} = \frac{v}{2}$$

$$\text{由力學能守恆 } \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}(2m)\left(\frac{v}{2}\right)^2, \text{ 故 } v = \sqrt{\frac{2kx^2}{m}}$$

$$\text{所以木塊的動能 } K = \frac{1}{2}mv^2 = kx^2$$

5. 地表重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2}$ ，故 $GM = gR^2$

所以地球的史瓦希半徑

$$R_s = \frac{2gR^2}{c^2} = \frac{2 \times 9.8 \times (6400 \times 10^3)^2}{(3 \times 10^8)^2} \div 9 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.9 \text{ cm}$$

6. 繩波的波速 $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{2}{(50 \times 10^{-2})}} = 2 \text{ (m/s)}$

振動器 5 秒震動 10 次，故震動器的頻率 $f = \frac{10}{5} = 2 \text{ (Hz)}$

$$\text{則產生的繩波波長 } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{2}{2} = 1 \text{ (m)}$$

又當 A 振動 10 次時，B 只振動 6 次，表示 AB 之間的長度恰為波長的 4 倍

故 AB 之間的距離為 4 m

7. 假設兩物相撞前速度的夾角為 2θ

則由動量守恆可得

$$mv \cos \theta + mv \cos \theta = (2m)\left(\frac{v}{2}\right)$$

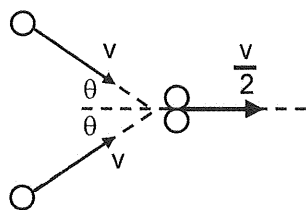
$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

所以相撞前兩物速度的夾角為 120°

8. 假設物體和屏幕的距離為 d ，則由成像公式 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

$$(1) \frac{1}{+4} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{4} + \frac{1}{d-4} = \frac{1}{f}$$

$$(2) \frac{1}{+6} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{d-6} = \frac{1}{f}$$



$$\text{將(1)(2)兩式相除可得 } \frac{1}{4} + \frac{1}{d-4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{d-6} \Rightarrow d = 10 \text{ (cm)}$$

帶回(1)可得 $f = 2.4 \text{ (cm)}$

9. (A) 相同的長度，閉管和開管的基音不同

(B) 開管的第二泛音頻率 $f_1 = \frac{3v}{2L_{\text{開}}}$ 、閉管的第一泛音頻率

$$f_2 = \frac{3v}{4L_{\text{閉}}}。兩個頻率若一樣，則兩個管長比為 2:1$$

(C) 形成駐波時，空氣分子是沿著管子振動，故振動振幅不受限於管口大小

(D) 空氣溫度影響聲速，聲速則會影響開管所能發出的頻率

(E) 每個位置的振幅皆不相同

10. (A) 中央線為波峰和波峰重疊，所以此兩波源應為同相波源

(B) 由圖可看到左右至少有兩條節線，所以至少會有四條節線

(C) A 為波谷和波谷重疊，為腹點

(D) 由圖可知 B 點在第一節線上，故波程差為波長之半

(E) AB 兩點的連線並沒通過圓心，故兩點連線應大於半波長

11. 雙狹縫相鄰兩亮紋的間距 $y_1 = \frac{R\lambda}{d} = 2 \text{ (cm)}$

單狹縫，除了中央亮紋之外，相鄰兩亮紋間距 $y_2 = \frac{R\lambda}{b}$

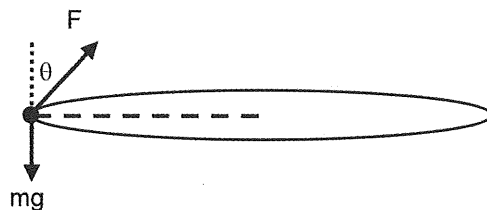
又單狹縫中，中央亮紋和第一亮紋的間距為 $\frac{3}{2}y_2 = 3 \text{ (cm)}$ ，

$$\text{故 } y_2 = 2 \text{ (cm)}, \text{ 故 } \frac{y_2}{y_1} = \frac{d}{b} = \frac{2}{2} = 1$$

12. 由圓周運動和萬有引力定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = m \times \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

$$\text{故恆星的質量 } M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} \propto \frac{r^3}{T^2}, \text{ 所以 } \frac{M_{\text{星}}}{M_{\text{太}}} = \frac{\frac{3^3}{2^2}}{\frac{1^3}{1^2}} = \frac{27}{4}$$

13. 分析物體的力圖，可得 $\begin{cases} F \cos \theta = mg \\ F \sin \theta = ma_c = m \times \frac{v^2}{R} \end{cases}$



$$\text{兩式相除可得 } \tan \theta = \frac{v^2}{Rg} = \frac{3.5^2}{\frac{5}{3} \times 9.8} = \frac{3}{4}, \text{ 故 } \theta = 37^\circ$$

$$\text{帶回第一式可得 } F = \frac{mg}{\cos 37^\circ} = \frac{4 \times 9.8}{\frac{4}{5}} = 49 \text{ (N)}$$

14. 靜止釋放到第一次落地費時 t_1 ，則由等加速度運動方程式

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t_1 = 2 \text{ (s)}$$

所以反彈後到第二次落地費時 $5-2=3$ (s)

則由等加速度運動方程式，反彈時的速度 $v=9.8 \times 1.5=14.7$ (m/s)

15. 摩擦力做功 (W_f) = 力學能的變化 (ΔE)

$$W_f = \left(\frac{1}{2}mv_2^2\right) - (mgh + \frac{1}{2}mv_1^2) = -mgh = -1 \times 9.8 \times 10 = -98 \text{ (J)}$$

又摩擦力方向永遠和運動方向垂直，故摩擦力做功

$$W_f = f \times \Delta x \times \cos \theta = 7 \times \Delta x \times \cos 180^\circ = -7\Delta x = -98$$

所以 $\Delta x = 14$ (m)

16. 無摩擦的鉛直圓形軌道，要能滑到最高點，在最低點時的速率至少要為 $\sqrt{5gR}$

$$\text{由能量守恆：} \frac{1}{2}k\Delta x^2 = -f_k \cdot S + \frac{1}{2}m(\sqrt{5gR})^2, \Delta x = 0.14 \text{ m}$$

17. 當電場向右時，沿斜面方向的合力

$$F_1 = mg \sin 37^\circ - qE \cos 37^\circ = ma_1$$

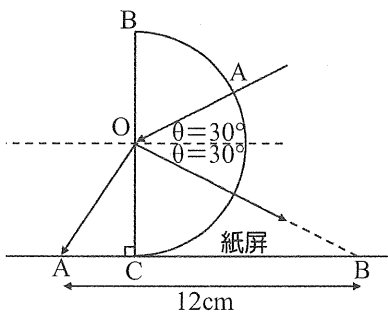
當電場向左時，沿斜面方向的合力

$$F_2 = mg \sin 37^\circ + qE \cos 37^\circ = ma_2$$

又由等加速度運動方程式，物體由最底端滑至最高點時的位移 $\Delta x = \frac{v_0^2}{2a} \propto \frac{1}{a}$ ，所以 $\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{mg \sin 37^\circ + qE \cos 37^\circ}{mg \sin 37^\circ - qE \cos 37^\circ} = \frac{5}{1}$

$$\text{可得 } \frac{F_2}{F_1} = \frac{mg}{qE} = 2$$

18. 屏幕上的兩個光點分別由反射光和折射光所產生。如圖所示



由三角形 BCO 可得 $\overline{BC} = \frac{OC}{\tan 30^\circ} = 9$ (cm)，所以 $\overline{AC} = 3$ (cm)

又由三角形 ACO 的三邊邊長關係可知， $\angle AOC = 30^\circ$
故折射角為 60°

由司乃耳定律： $n \times \sin 30^\circ = 1 \times \sin 60^\circ \rightarrow n = \sqrt{3}$

19. 由圖中可看出，此斜拋的最大高度 $H = 8 \sin 53^\circ = \frac{32}{5}$ (m)

$$\text{又斜拋的最大高度 } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{32}{5} \rightarrow \sin \theta = \frac{4}{5}$$

20. 分析出如右的力圖

由移動平衡可得

$$\begin{cases} mg \cos 30^\circ = N + T \sin 30^\circ \cdots (1) \\ mg \sin 30^\circ = f + T \cos 30^\circ \cdots (2) \end{cases}$$

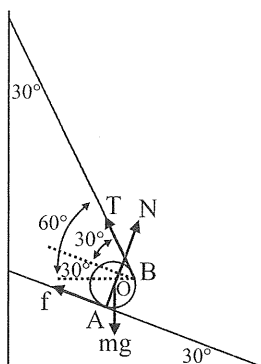
由轉動平衡，令圓心為參考點

$$\text{可得 } T \times R = f \times R \rightarrow T = f$$

代回(2)可得

$$mg \sin 30^\circ = T(1 + \cos 30^\circ)$$

$$\rightarrow \frac{T}{mg} = \frac{\sin 30^\circ}{1 + \cos 30^\circ} = 2 - \sqrt{3}$$



二、多選題

21. (A)(B)(C) 人所施的力對於系統而言是屬內力，內力不會改變系統的運動狀態。所以質心不會移動
(D) 對人而言，受到兩側的繩張力相同，故人不會移動
(E) 對人而言，受到來自右繩的繩張力較大，故合力向右，人會往右側移動

22. (A) 氣體總能量 $= \frac{3}{2}PV$ ，

$$\text{故 } E_A : E_B = \frac{3}{2}(1)V : \frac{3}{2}(2.5)V = 1 : 2.5 = 2 : 5$$

$$(B) \text{ 方均根速率 } v = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \propto \sqrt{T},$$

$$\text{故 } v_A : v_B = \sqrt{200} : \sqrt{400} = \sqrt{2} : 2 = 1 : \sqrt{2}$$

(C) 混合前後，氣體總能量守恆：

$$\frac{3}{2}(1)V + \frac{3}{2}(2.5)V = \frac{3}{2}P(2V) \Rightarrow P = 1.75 \text{ (atm)}$$

(D)(E) 由於有外界維持溫度，所以總能量不守恆。但容器依舊密閉，故分子數守恆

$$\text{由理想氣體方程式，分子數 } n = \frac{PV}{RT}$$

$$\text{故 } \frac{(1)V}{R(200)} + \frac{(2.5)V}{R(400)} = \frac{P(V)}{R(200)} + \frac{P(V)}{R(400)} \Rightarrow P = 1.5 \text{ (atm)}$$

23. (A) 小球受重力和電力影響，因兩個力相互垂直，運動不互相受到影響。對鉛直方向而言，兩物皆有相同的加速度(重力加速度)，又下落的距離相同，且初速度一樣，所以所用的時間也相同，即 $t_A = t_B$

(B) 由於撞板時間相同，所以對受電力的水平方向而言，

$$\Delta x \propto a = \frac{qE}{m}, \text{ 故 } q \propto \frac{m\Delta x}{E} \propto \Delta x, q_A : q_B = 2 : 1$$

(C) 由功能原理，合力做功 = 動能變化

$$W_A : W_B = (mgh + q_A EL) : (mgh + q_B EL) \neq 4 : 1$$

(D) 重力位能變化比 $U_A : U_B = mgh : mgh = 1 : 1$

(E) 電位能變化比 $U_{qA} : U_{qB} = q_A EL : q_B EL = \frac{L}{2} = 4 : 1$

24. AB 間的最大靜摩擦力 $f_{AB} = \mu_1 m_A g = 19.6$ (N)，故 AB 間不滑動的最大加速度

$$a_A = \frac{f_{AB}}{m_A} = 4.9 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

BC 間的最大靜摩擦力 $f_{BC} = \mu_2 (m_A + m_B)g = 19.6$ (N)，故 BC

間不滑動的最大加速度 $a_A = \frac{f_{BC}}{m_C} = 3.92 \text{ (m/s}^2\text{)}$

(A) 視 ABC 為一個整體，則 $10 = (1 + 4 + 5) \times a \rightarrow a = 1 \text{ (m/s}^2\text{)}$

(B) 視 ABC 為一個整體，則 $30 = (1 + 4 + 5) \times a \rightarrow a = 3 \text{ (m/s}^2\text{)}$

加速度小於上述滑動的條件，故不會有木塊滑動

(C) 當 $F < 39.2$ N 時，整體的加速度 $a < 3.92 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ，沒超過 BC 間和 AB 間的限制，故所有木塊皆不相對滑動

(D) 當 $F = 39.2$ N 時，整體的加速度 $a = 3.92 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ，恰為 BC 間的限制，所以 BC 間恰要相對滑動。但尚未達到 AB 間的限制，所以 AB 間尚未相對滑動

(E) 因為 BC 間的限制比較低，所以當施力漸大時，會是 BC 間先相對滑動

第貳部分

一、(1) 由功能守恆 $mg(H+h)\cos 0^\circ + f \times h \cos 180^\circ = 0$

$$f = \frac{H+h}{h}mg$$

(2) 假設第二次額外撞出的深度為 h'

$$\text{由功能原理 } mg(H+h+h')\cos 0^\circ + f \times h' \cos 180^\circ = 0$$

$$h' = \frac{h}{H}(H+h)$$

$$\text{故沙坑的深度 } = h + h' = h + \frac{h}{H}(H+h) = \frac{h}{H}(2H+h)$$

二、(1) 每六個點的間距，歷時 $\frac{1}{60} \times 6 = \frac{1}{10}$ (s)

點數	0	6	12	18	24	30
X(cm)	0	2.30	7.00	14.20	23.60	36.00
$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$		23	47	72	96	122
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$		240	250	240	260	

$$a = \frac{240 + 250 + 240 + 260}{4} = 247.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

- (2) 相同點數剪成一段，代表相同的時間剪成一段。所以每一段的長度和該段的平均速度量值成正比
而在等加速度運動中，一段時間的平均速度為該段時間中點的瞬時速度
所以每段長度即表示相同時間間隔的瞬時速度
又因為物體是做等加速度運動，物體速度的變化量和時間成正比，故會有相同的長度間隔
- (3) 因為一開始的打點因為手持的關係，打點會受到手的影響而影響實驗結果，所以一般都取已經穩定運動的中間部分作為第 0 點