

臺北區公立高中九十九學年度第二學期
指定科目第二次聯合模擬考試

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，修正時應以橡皮擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題請在「答案卷」上作答，務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。更正時，可以使用修正液（帶）。

物理常數

計算時如需要可利用下列數值：

重力加速度量值 $g = 10 \text{ m/s}^2$

水的質量密度 $= 1.0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$

水的比熱 $= 1.0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

速度單位換算 $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/hr}$

半徑 r 的球表面積 $= 4\pi r^2$

半長軸 a ，半短軸 b 的橢圓面積 $= ab\pi$

祝考試順利

第壹部分：選擇題(佔 80 分)

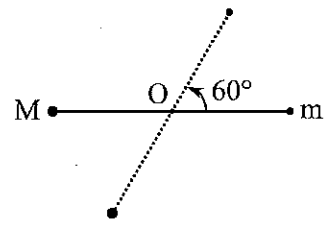
一、單選題(佔 60 分)

說明：第 1 至 20 題，每題選出一個最適當的選項，標示在答案卡之「選擇題答案區」。每題答對得 3 分，整題未作答或答錯者，該題以零分計算。

1. 質量 5 公斤的鋼球 A 以相同的動能分別與甲、乙、丙、丁、戊等五個靜止的鋼球作正向彈性碰撞，已知甲球質量 2 公斤，乙球質量 4 公斤，丙球質量 6 公斤，丁球質量 8 公斤，戊球質量 10 公斤，請問 A 球與哪個球碰撞後仍保有最多的動能？
- (A) 乙 (B) 丁
(C) 甲 (D) 戊
(E) 丙

2. 如圖(1)所示，有質量各為 M 、 m 的兩小鋼球以一長 L 的極輕剛性棒連接，可繞 M 和 m 的中點 O 作鉛直面無摩擦轉動，將 O 點固定，當棒由水平靜止釋放，轉動 60° 後，其角加速度為何？

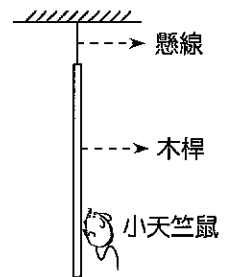
- (A) $\frac{M-m}{2(M+m)L}g$
(B) $\frac{2(M-m)}{(M+m)L}g$
(C) $\frac{4(M-m)}{(M+m)L}g$
(D) $\frac{M-m}{4(M+m)L}g$
(E) $\frac{M-m}{(M+m)L}g$



圖(1)

3. 一質量 m 的小天竺鼠自地面躍上並抓住垂掛在天花板下的均質長木桿，已知木桿質量 M ，且夠長，如圖(2)所示，當小天竺鼠捉住木桿瞬間，懸線斷裂，若小天竺鼠持續沿木桿上爬，恰使小天竺鼠離地的高度不變，在木桿落地和小天竺鼠離開木桿之前，設木桿均保持鉛直狀態，則此段時間內木桿下落的加速度為若干？

- (A) $\frac{M-m}{m}g$
(B) $\frac{M+m}{M}g$
(C) $\frac{M}{m}g$
(D) $\frac{M}{M-m}g$
(E) g

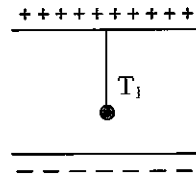


圖(2)

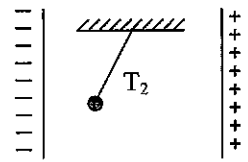
4. 在作「空氣駐波測音速」實驗時，使用音叉頻率為 450.0 Hz，共鳴管內的水面由管口開始下降至離管口 18 cm 時出現第一次共鳴響聲，當水面下降至離管口 56 cm 時出現第二次的共鳴響聲，則當時音速為若干 m/s？
- (A) 335 m/s (B) 324 m/s
(C) 348 m/s (D) 342 m/s
(E) 331 m/s

5. 一個以絕緣輕繩作成的單擺，擺錘質量為 3 公斤並帶有正電荷，電量為 10^{-2}C ，將此單擺分別置於鉛直方向與水平方向的均勻電場 E 中，電場 $E=4000\text{N/C}$ ，在達靜力平衡後，令其作小角度的擺動，如圖(3)及圖(4)所示，其擺動週期各為 T_1 和 T_2 ，則 $T_1 : T_2 = ?$

- (A) 1 : 1
(B) $\sqrt{3} : 2$
(C) $\sqrt{5} : \sqrt{7}$
(D) 3 : 4
(E) $\sqrt{3} : \sqrt{5}$



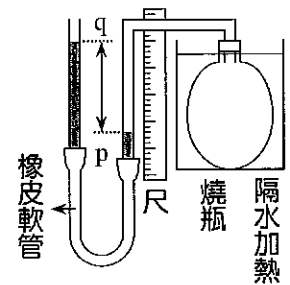
圖(3)



圖(4)

6. 在 0°C 時製作定容氣體溫度計，實驗裝置如圖(5)，未加熱時 p 與 q 兩邊水銀面等高，加熱後利用橡皮軟管調整 q 端玻璃管的高度，可將 p 端水銀面高度調至與未加熱前相同，當加熱至 25°C 時，q 比 p 高出 12 cm，若繼續加熱，當 q 比 p 高出 36 cm 時，燒瓶中氣體溫度為若干 $^\circ\text{C}$ ？

- (A) 75°C
(B) 58°C
(C) 84°C
(D) 92°C
(E) 50°C



圖(5)

7. 兩個絕熱容器內裝有相同的單原子理想氣體分子，壓力相等，其中一個容器的體積為 V ，溫度為 150K ，另一個容器的體積為 $2V$ ，溫度為 450K ，若使這兩個容器互相連通，則熱平衡時氣體的溫度為若干？

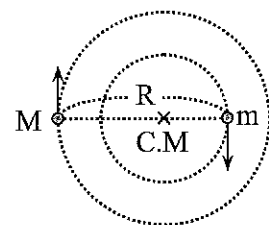
- (A) 200K
(B) 270K
(C) 300K
(D) 350K
(E) 375K

8. 自地面以 V_0 的初速鉛直向上發射一砲彈，彈達最高點時，砲彈爆裂成質量相等的兩塊，其中一塊於發射後經 t_1 秒著地，另一塊於發射後經 t_2 秒著地，已知 $t_2 > t_1$ ，若不計空氣阻力，則初速 V_0 為若干？

- (A) $2g\left(\frac{t_2 t_1}{t_2 + t_1}\right)$
(B) $g\left(\frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1}\right)$
(C) $g\left(\frac{t_1 t_2}{t_2 + t_1}\right)$
(D) $\frac{1}{2}g\left(\frac{t_1 t_2}{t_2 + t_1}\right)$
(E) $\frac{1}{2}g\left(\frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1}\right)$

9. 質量各為 M 、 m 的雙星系統，兩星球的質心相距 R ，靠著兩星球之間的萬有引力，繞著兩星球的共同質心作等速率圓周運動，如圖(6)所示，不考慮其他星體的引力，若要將兩星球拆成相距 $3R$ ，並且繞其共同質心作等速率圓周運動，對該系統至少須作功若干？

- (A) $\frac{GMm}{R}$
(B) $\frac{3GMm}{4R}$
(C) $\frac{2GMm}{3R}$
(D) $\frac{GMm}{6R}$
(E) $\frac{GMm}{3R}$



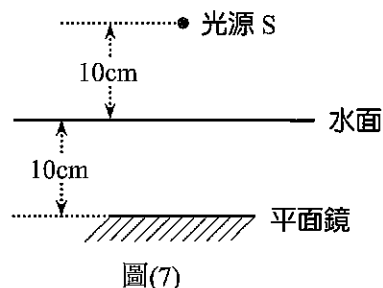
圖(6)

10. 有關下列各選項敘述的現象，請選出正確的選項？

- (A) 在水波槽作水波干涉實驗時，出現的節線必定是以兩波源為焦點的雙曲線
- (B) 王建民投出的伸卡球尾勁十足，在空中下墜幅度很大，這是地球重力造成的效果
- (C) 設地球的重力場 g 減為原來的一半，同一毛細管垂直插入水中，管內外水面高度差會減半
- (D) 若物距不變，但將凹面鏡的焦距變大，會使原本的實像變大，虛像變小。(不考慮因焦距變大而使原來的實像變成虛像。)
- (E) 已知肥皂泡膜的表面張力是 T ，若要吹一個半徑 r 的肥皂泡泡須作功 $4\pi r^2 T$

11. 設水的折射率為 $\frac{4}{3}$ ，今於水面上方 10 cm 處置一點光源，在水面下

10 cm 處平行水面置一鏡面向上的平面鏡，如圖(7)，則由水面上看到光源 S 經鏡面反射後的像在？

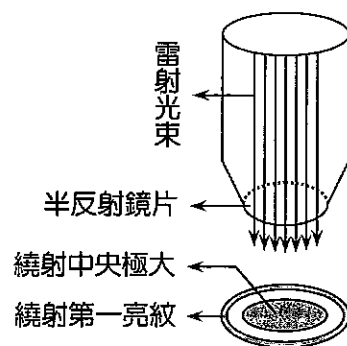


- (A) 水面下 25 cm
- (B) 水面下 22.5 cm
- (C) 水面下 27.5 cm
- (D) 水面下 $\frac{110}{3}$ cm
- (E) 水面下 $\frac{70}{3}$ cm

12. 在未來的世界，人類因引擎科技及流體材料的重大突破，發明了一種極高速的潛艇，最高航速達 700 m/s，某次我軍方派出該種潛艇以 300 m/s 的航速在太平洋海面下巡航，為偵測前方障礙物，我方潛艇的聲納發出頻率為 28000 Hz 超音波，在顯示器上發現我方潛艇的正前方航道上有一他國潛艇出現，並偵測到他國潛艇反射我方所發出超音波，已知我方潛艇接收到反射波的頻率為 30000 Hz，設音波在海水中傳播速率為 1500m/s，則他國潛艇接近或遠離我方潛艇的航速為若干？接近以「+」號表示，遠離以「-」號表示。

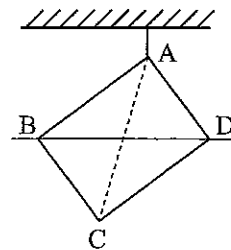
- (A) +250 m/s
- (B) +550 m/s
- (C) +50 m/s
- (D) -50 m/s
- (E) -250 m/s

13. 目前所使用的光碟機是以雷射光來讀取光碟片上的資料，因半反射鏡片為極小的圓孔，當雷射光束通過半反射鏡片時會產生繞射現象，其在光碟片上產生繞射中央極大所佔的面積即為一個位元(1 B)的資料儲存區域，圖(8)為簡圖，已知如果使用波長 966 nm 的雷射光時，光碟片上可以儲存的最大資料量為 4.7 GB，若改用波長 420 nm 的藍光作為雷射光源，則相同大小的光碟片最大資料儲存量大約為下列何者？



- (1 GB = 10^9 B)
- (A) 10.8 GB
 - (B) 32.5 GB
 - (C) 16.2 GB
 - (D) 57.2 GB
 - (E) 24.9 GB

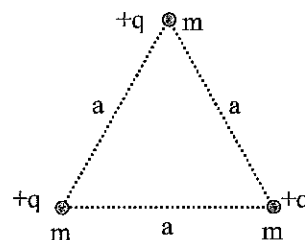
14. 質量 800 g 的均質長方體木塊 $ABCD$ ，其一頂點 A 以細繩吊起，下半部浸入水中，當靜力平衡時，木塊的對角線 BD 恰與水面切齊，如圖(9)所示，若將繩子剪斷，讓木塊重新在水中達平衡，此時木塊露出水面的體積是多少？



圖(9)

- (A) 320cm^3
 (B) $\frac{800}{3}\text{cm}^3$
 (C) 280cm^3
 (D) 400cm^3
 (E) 460cm^3

15. 等邊三角形的三邊長均為 a ，三頂點均放置電量 $+q$ ，質量 m 的小質點，如圖(10)所示，若其中兩個小質點被固定，另一頂點上的質點由靜止釋放至無窮遠處時，其速率為 V_1 ，若三個質點皆不固定，同時由靜止釋放至無窮遠處時，各質點速率均為 V_2 ，則 $\frac{V_1}{V_2} = ?$



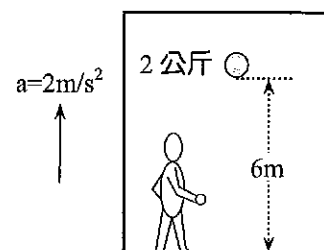
圖(10)

- (A) $\frac{3}{2}$
 (B) $\sqrt{2}$
 (C) 2
 (D) $\sqrt{3}$
 (E) $\frac{\sqrt{6}}{2}$

16. 一端封閉，另一端開口的筆直長管，對管內吹入空氣時，測得管內空氣有 1725 Hz 和 2875 Hz 兩種振動頻率，若當時空氣中的音速為 345 m/s ，則此管的管長可能是下列哪個長度？

- (A) 30 cm
 (B) 75 cm
 (C) 125 cm
 (D) 60 cm
 (E) 90 cm

17. 某生靜立於升降機內，而升降機以 2 m/s^2 的加速度上升，如圖(11)所示，該生見離地板高度 6 m 處一質量為 2 公斤的物體自由落下，該生見物著地板後反彈至原來高度，設物與地板接觸時間為 0.1 秒，則地板施予物的平均作用力為若干？

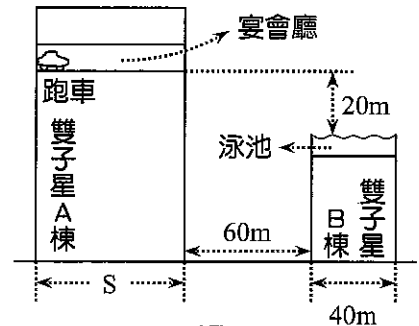


圖(11)

- (A) 400 牛頓
 (B) 480 牛頓
 (C) 420 牛頓
 (D) 524 牛頓
 (E) 504 牛頓

18-19 題為題組

18. 在名偵探柯南的電影『往天國的倒數計時』中，少年偵探隊想要駕駛停在雙子星 A 棟大樓某樓層宴會廳內的跑車衝出 A 棟大樓，且能安全降落在比該樓層低 20m 的雙子星 B 棟大樓樓頂的游泳池內，其相關位置和數據如圖(12)所示，宴會廳四周為落地玻璃帷幕，跑車衝破玻璃時其阻力可忽略不計，整個過程空氣阻力忽略不計，跑車長度與大樓寬度相較極小，可以不考慮，當該車恰離開 A 棟大樓時，跑車的速度表數據應該是下列哪個選項時，才能安全降落？



圖(12)

- (A) 100 km/hr
- (B) 185 km/hr
- (C) 75 km/hr
- (D) 130 km/hr
- (E) 210 km/hr

19. 若跑車的加速過程視為等加速度運動，已知跑車輪胎與地面的靜摩擦係數 0.5，那麼宴會廳的長度 S 至少應該多長？

- (A) 60 m
- (B) 90 m
- (C) 80 m
- (D) 110 m
- (E) 120 m

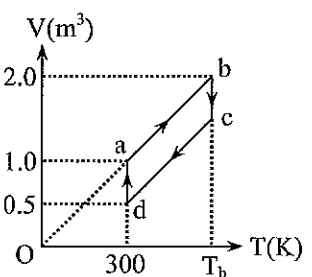
20. 一質量 200 公克的子彈，以 200 m/s 的水平速度射入一質量 4.8 公斤靜止於光滑水平面的木塊，彈留體內，事後測得子彈鑽入木塊內部深度為 10 cm，假設子彈與木塊碰撞過程兩者之間為定力作用，在子彈與木塊的碰撞期間，木塊在地面上滑行距離多遠？

- (A) 0.4 cm
- (B) 1.2 cm
- (C) 0.8 cm
- (D) 6 cm
- (E) 14 cm

二、多選題(佔 20 分)

說明：第 21 至 24 題，每題各有 5 個選項，其中至少有一個是正確的，選出正確選項，標示在答案卡之「選擇題答案區」。每題 5 分，各選項獨立計分，只答錯一個選項，得該題 3/5 題分；錯兩個選項，得該題 1/5 題分。整題未作答者或答錯多於兩個選項者，該題以零分計算。

21. 將一定量的單原子理想氣體封入一個體積可以改變的密閉容器中，該理想氣體的 V-T(體積-絕對溫度)圖中，由狀態 a 經 b、c、d 再回到狀態 a 的過程，如圖(13)所示，圖中 ab 與 cd 平行，而 ab 的延長線通過原點，ad 與 bc 互相平行且垂直於 T 軸，下列敘述何者正確？

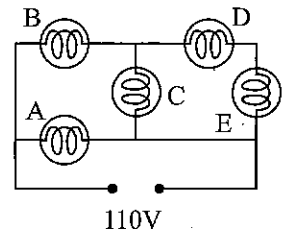


圖(13)

- (A) 氣體自狀態 a 到狀態 b 的過程，其壓力變大
- (B) 氣體自狀態 c 到狀態 d 的過程，其壓力變大
- (C) 氣體自狀態 d 到狀態 a 的過程，遵守波以耳定律
- (D) 圖中的溫度 $T_b = 600^\circ\text{C}$
- (E) 若氣體在 a 狀態時的壓力為 3 atm，則在 c 狀態時壓力為 4 atm

22. 有 5 盞完全相同燈泡 A、B、C、D、E，其連接線路，如圖(14)所示，各燈泡的規格均為 110 V、100 W，接上 110 V 的電源後，請問下列各項敘述何者正確？

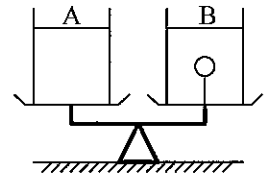
- (A) 通過 A 燈泡的電流為 $\frac{10}{11}$ A
 (B) B 燈泡兩端電壓為 66 V
 (C) 通過 C 燈泡的電流為 $\frac{4}{11}$ A
 (D) D 燈泡耗電功率為 4 W
 (E) C 燈泡最易燒毀



圖(14)

23. 將兩相同容器 A、B 分別置入適量質量密度 ρ 的水，但 B 容器底部以一細線綁住一體積 V ，質量密度 ρ_0 的木製圓球，已知 $\rho > \rho_0$ ，將兩容器置於等臂天平的兩秤盤上，調整容器內水量至兩秤盤成水平平衡，此時兩容器及其內容物總質量均為 M ，如圖(15)所示，若 B 容器中的細線突然斷裂，木球開始緩慢上浮，假設不計水之阻力且水之擾動極小可忽略不計，在木球露出水面之前，請選出正確的選項？

- (A) 在繩斷裂前其張力 $T = V(\rho - \rho_0)g$
 (B) 在繩斷裂後木球上浮的加速度 $a = \frac{\rho - \rho_0}{\rho}g$
 (C) 在木球上浮過程容器 B 及其內容物的質心速度是向上的
 (D) 在繩斷裂後在木球上浮過程，容器 B 及其內容物的總動量是向下的
 (E) 在木球上浮過程，等臂天平仍然保持水平平衡



圖(15)

24. 一物體作簡諧運動(S.H.M)，其位置與時間的關係為 $X(t) = 2\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ 其中 X 與 t 的單位為公尺與秒，

則下列敘述何者正確？

- (A) 此簡諧運動的週期為 2 秒
 (B) 2 秒末物體的位置在 +1 公尺處
 (C) 2 秒末物體的速度為 $-2\sqrt{3}\pi$ 公尺/秒
 (D) 物體最大加速度的量值為 $8\pi^2$ 公尺/秒²
 (E) 若物體的質量為 1 公斤，則受力為 $F = -8\pi^2 X$ 牛頓

第貳部分：非選擇題 (佔 20 分)

說明：本大題共有二題，作答都要用 0.5mm 或 0.7mm 之黑色墨水的筆書寫。答案務必寫在「答案卷」上，並於題號欄標明題號(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。每題配分標於題末。

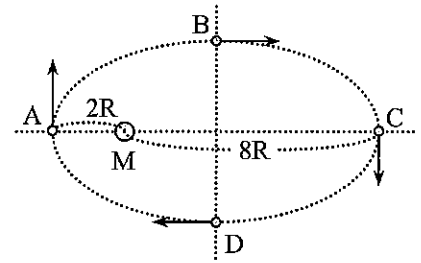
一、在室溫 25°C 下，將一銅塊 A 置入熱容量為 48 cal/°C 的量熱器中，秤得銅塊 A 及量熱器(含插有溫度計的杯蓋)質量共為 1200 g，此時倒入適量 42°C 的溫水，蓋上量熱器杯蓋，當系統達熱平衡時溫度為 30°C，此刻再次量得整個系統質量為 1250 g，設無熱量散失，水量蒸發亦可忽略不計，則：

- (1) 試計算該銅塊 A 的水當量為若干？(4 分)
 (2) 打開量熱器的杯蓋一段時間，待系統冷卻與室溫達熱平衡後取出銅塊 A，再加入一些適量室溫下的水，然後將銅塊 A 置於酒精燈火焰中加熱一段時間，待銅塊與火焰達熱平衡後，迅速將銅塊置入原量熱器中並蓋上杯蓋，當系統再次達熱平衡時，量熱器上的溫度計顯示讀數為 85°C，此時測得系統總質量為 2112 g，根據以上所測之數據，試計算酒精燈火焰的溫度為若干°C？(6 分)

二、一質量 m 的行星繞著質量為 M 的主星作橢圓軌道運行，已知其近日點 A 距離主星為 $2R$ ，遠日點 C 距離主星為 $8R$ ， BD 為橢圓軌道的短軸，如圖(16)所示，若不考慮其他星體引力的作用，萬有引力常數以 G 表示，試回答下列各小題：

說明：答案請以 G 、 M 、 m 、 R 表示，圓周率以 π 表示。

- (1) 行星自 B 點經 C 點至 D 點所花的時間設為 Δt_1 ，行星自 D 點經 A 點至 B 點所花的時間設為 Δt_2 ，試計算 $\Delta t_1 : \Delta t_2 = ?$ (3 分)
- (2) 該行星自 B 點運行至遠日點 C 時，重力對該行星作功為若干？ (3 分)
- (3) 行星通過 B 點時的速率為何？ (4 分)



圖(16)