

臺北區 107 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



99363305-27

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. 在同一條直線道路上，甲、乙兩車同時同方向由不同地點出發，速度（ v ）—時間（ t ）關係圖如圖 1 所示。已知兩車在行進過程中總共會發生兩次相遇，其中甲、乙兩車第一次相遇發生在第 6.0 秒末，則兩車第二次相遇發生在何時？

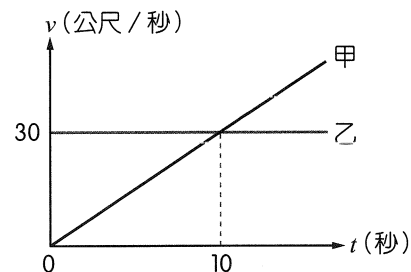


圖 1

- (A) 第 12 秒末
(B) 第 14 秒末
(C) 第 18 秒末
(D) 第 20 秒末
(E) 第 30 秒末

2. 在日本電子製造商任天堂的經典作品《超級瑪利歐兄弟》中，當瑪利歐通過重重阻礙到達每一個关卡的最後時，都會有一個經典畫面，瑪利歐必須爬至階梯的頂端，並由階梯頂端跳至旗桿上，以獲得破關的獎勵分數。如圖 2 所示的示意圖，階梯頂端離地 32 m，階梯牆面與旗桿底部相距 32 m，旗桿頂點高 36 m，若瑪利歐以一初速 v_0 、仰角 37° 斜向跳出，恰掠過旗桿頂，已知重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，則瑪利歐自跳出多久後恰抵達桿頂？

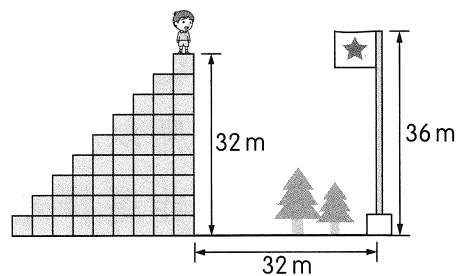


圖 2

- (A) 1.0 s (B) 1.2 s (C) 1.5 s (D) 1.8 s (E) 2.0 s

第 3 - 4 題為題組

在童話故事《長髮姑娘》裡，長髮姑娘被一個巫婆囚禁在沒有樓梯、沒有門、只有窗戶的高塔上，當巫婆要回塔時，她會站在塔下喊：「長髮姑娘，長髮姑娘，放下妳的長髮，讓我爬上金色的梯子。」在聽到之後，長髮姑娘會坐在窗邊，沿著窗邊放下她的金色長髮，巫婆便沿著長髮爬上塔來，示意圖如圖 3 所示：（重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

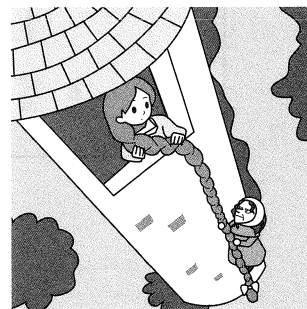


圖 3

3. 已知巫婆質量為 50 kg，而長髮姑娘的頭髮可以承受之最大張力為 600 N，則巫婆沿著長髮姑娘的頭髮往上爬之最大加速度為何？
(A) 1.0 m/s^2 (B) 1.2 m/s^2 (C) 1.5 m/s^2 (D) 1.8 m/s^2 (E) 2.0 m/s^2
4. 某天巫婆正沿著長髮以 6.0 m/s 等速往上爬，在離地 27 m 時，巫婆不慎由口袋掉落一個硬幣，則硬幣將於多久後落地？
(A) 3.0 s (B) 2.7 s (C) 1.5 s (D) 1.2 s (E) 0.8 s

第 5 - 6 題為題組

如圖 4 所示，一直角三角形金屬框靜止立於桌面上，由長度分別為 5.0 cm、12 cm、13 cm 的三根均勻金屬棒圍成，金屬框重 30 N：

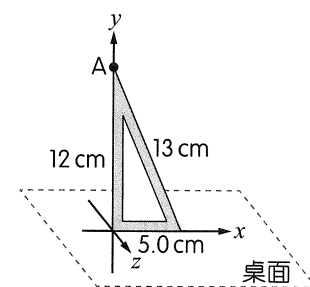


圖 4

5. 若以直角頂為正交（垂直）坐標的原點，此直角三角形金屬框的重心坐標 (x_c, y_c) 為何？（以 cm 為單位）
- (A) (1.5, 5.0)
(B) (1.0, 3.0)
(C) (2.0, 3.0)
(D) (2.5, 6.0)
(E) (3.0, 7.5)
6. 若於金屬框 A 點施一向右水平力，在不發生滑動的情況下，欲使金屬框翻倒，則此力最小需為何值？
- (A) 2.0 N
(B) 5.0 N
(C) 6.25 N
(D) 8.75 N
(E) 12.5 N
7. 老師請小皓將一箱書搬至圖書館，為了省力小皓決定使用推車，如圖 5 所示。假設地面光滑，小皓所施的拉力方向與地面夾角為 53° ，推車質量為 M ，箱子總質量為 m ，箱子與推車間的靜摩擦係數為 μ_s ，重力加速度為 g ，則欲使箱子與推車間無相對滑動，小皓的拉力 F 需小於何值？
- (A) $\frac{5}{4} (M+m) g\mu_s$
(B) $\frac{5}{3} (M+m) g\mu_s$
(C) $(M+m) g\mu_s$
(D) $\frac{5(M+m)^2}{3m} g\mu_s$
(E) $\frac{5}{3} mg\mu_s$
8. 某一行星旁有 A、B 兩顆衛星繞其運行，假設兩衛星運行軌道皆為圓形。已知 A、B 兩衛星質量比為 1：2、週期比為 8：27，請問對行星而言，A、B 兩衛星的角動量比為下列何者？
- (A) 1：2 (B) 1：3 (C) 3：2 (D) 4：3 (E) 4：9

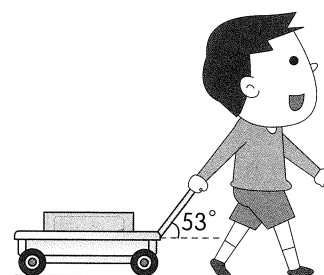


圖 5

9. 彈跳床是一張繃緊的彈性網，運動員可在彈跳床上蹦跳、翻滾及做出各種空中動作。一位質量為 60 kg 的運動員，從離水平彈性網面 3.2 m 高處自由落下，接觸網面後沿垂直方向回到離網面 1.8 m 高處，忽略網面的形變。已知運動員與彈性網接觸時間為 0.7 s ，試求接觸期間彈性網對運動員的平均作用力為何？（重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ ）

- (A) $6\times 10^3\text{ N}$
(B) $1.8\times 10^3\text{ N}$
(C) $1.2\times 10^3\text{ N}$
(D) $1.8\times 10^2\text{ N}$
(E) $1.2\times 10^2\text{ N}$

10. 在一水平長直軌道上，一輛馬達動力車水平牽引一個質量為 5000 kg 的車廂，以 36 km/h 的等速度行駛，此時動力車對該車廂的輸出功率為 15 kW 。若因掛鉤老舊不慎脫落，此時車廂與動力車脫離分開，假設車廂脫離動力車前後，車廂與地面間阻力相同，則車廂會滑行多遠距離才停下來？

- (A) $\frac{500}{3}\text{ m}$ (B) $\frac{400}{3}\text{ m}$ (C) 80 m
(D) $\frac{500}{9}\text{ m}$ (E) $\frac{216}{5}\text{ m}$

11. 圖 6 中，有一質量為 1.0 kg 的小鋼球 A 懸掛於 1.0 m 長的細繩下，形成一單擺，今由擺角 53° 之位置靜止釋放，當其落到最低點時，正面彈性碰撞一個靜止於光滑斜面底的 2.0 kg 鋼球 B。假設斜面有足夠長度，且重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ ，則 2.0 kg 的鋼球 B 在斜面上所能到達最大高度為多少？

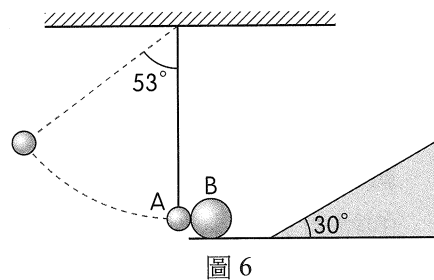










圖 6

- (A) $\frac{1}{4}\text{ m}$ (B) $\frac{2}{5}\text{ m}$ (C) $\frac{4}{5}\text{ m}$ (D) $\frac{5}{9}\text{ m}$ (E) $\frac{8}{45}\text{ m}$

12. 隨著傳輸技術的發展， Bluetooth 藍牙無線傳輸成為一種時尚風潮。 Bluetooth 是一種利用 2.4 至 2.485 GHz 的高頻波技術，能夠在一定的範圍內建置個人區域網路（PAN），常用來短距離交換資料，現代化智慧型手機都具備此功能。下列關於  Bluetooth 的敘述，何者正確？

- (A)  Bluetooth 信號為一種聲波訊號
(B)  Bluetooth 信號不可以在真空中傳輸
(C)  Bluetooth 信號屬於紫外線的頻譜範圍
(D)  Bluetooth 信號與無線網路 Wi-Fi（ 2.4 GHz 高頻波），在相同空間傳輸時不會相互干擾
(E)  Bluetooth 信號在手機與喇叭間傳輸時，即使手機放在隔壁教室，依然可以利用繞射現象來進行資料傳輸

13. 圖 7 為一正弦波上 P、Q 兩點在 $t=0$ s 時的波形，P 點位於弦波上 $x=1.0$ cm 的位置上，而 Q 點位於弦波上 $x=6.0$ cm 的位置上；圖 8 為 Q 點隨時間 t 的振動圖像。下列關於 P、Q 兩點的敘述，何者正確？

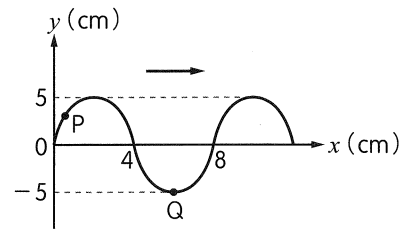


圖 7

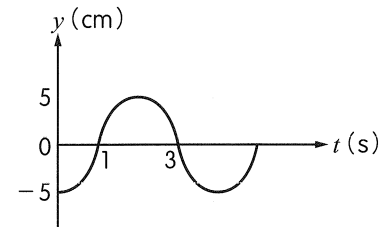


圖 8

14. 一場音樂演奏開始前，確認樂器音準是每一位演奏家在表演前必須先執行的步驟，而在校正樂器的音準時，我們會把一個細小的音源放在樂器附近，它會發出準確頻率的聲音。如果樂器的發聲頻率不準確，且發出十分接近準確頻率的聲音時，聲音會由微弱變得響亮，並不斷交替轉變，直到調整至正確樂器的頻率後才會停止響度的交替變化。圖 9、圖 10 為兩個同振幅、頻率為 5 Hz 與 6 Hz 的單頻聲波波形，若考慮將此兩個單頻聲波相干涉組成混合波形，則下列哪一張圖可表示此兩波的混合波形？

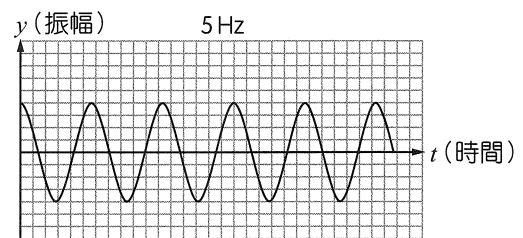


圖 9

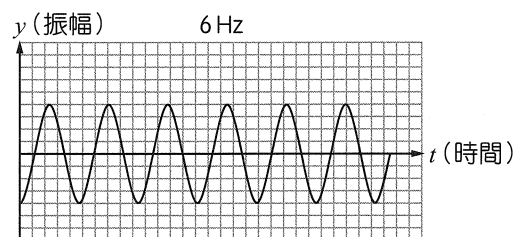
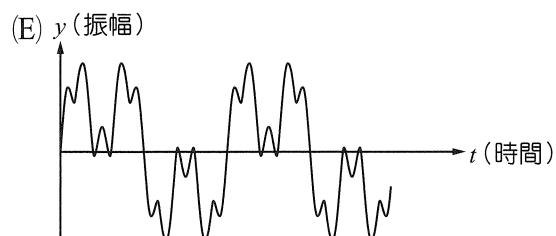
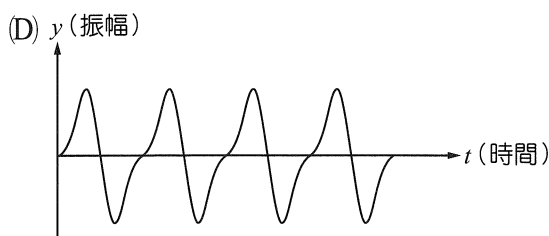
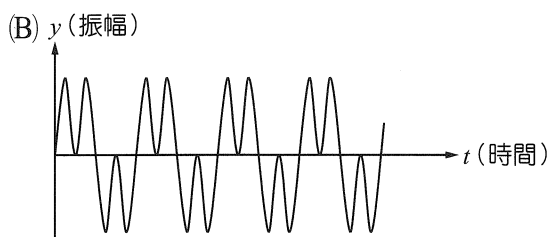
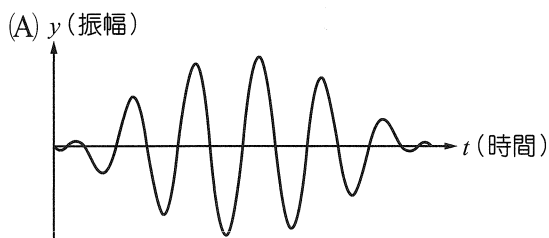


圖 10



15. 社群軟體從 Facebook 到 Instagram，甚至是時下流行的抖音，促使自拍這股風潮流行於時下年輕世代，甚至為自拍創造了 selfie 這個英文單字，此風潮造就了對相機使用的依賴。若僅使用手機的光學變焦功能，選定單一凸透鏡焦距 $f=8.0\text{ mm}$ 與感光原件尺寸 $5.0\text{ mm}\times 5.0\text{ mm}$ 的手機自拍，若自己的臉長 25 cm 、寬 15 cm ，今要把自己的臉全部清晰拍進手機裡，試問拿著手機水平舉起的手要距離臉多遠？

(A) 26.8 cm
(B) 35.6 cm
(C) 40.8 cm
(D) 55.3 cm
(E) 61.2 cm

16. 今有五種單色雷射光，分別以紅光、綠光、藍光通過同一個雙狹縫形成干涉圖案，而黃光、紫光通過同一個單狹縫形成繞射圖案，試問依據圖 11 中甲、乙、丙、丁、戊五種亮紋分布對應所入射的色光依序為何？（圖中的黑色部分代表亮紋）

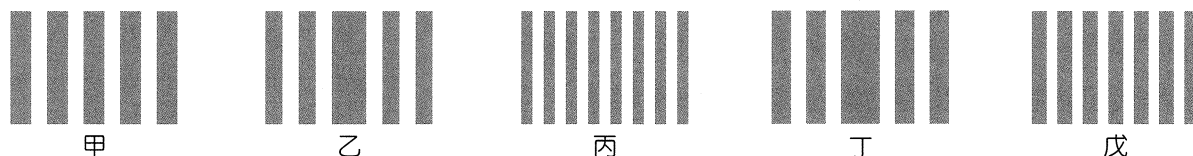
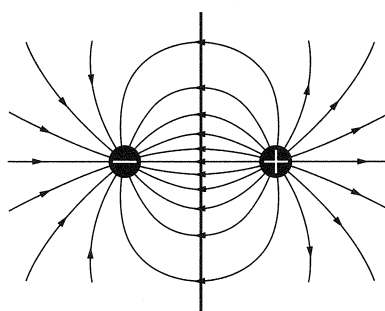


圖 11

(A)紅藍綠黃紫 (B)紅黃藍紫綠 (C)綠紫藍黃紅 (D)紅紫藍黃綠 (E)綠黃藍紫紅

17. 「鏡像法」為物理問題中的一種特殊對稱解法，無論是在光學、波動，甚至是靜電學中都有應用的實例，其核心思維是為了解釋鏡前世界的現象，可以假設鏡後存在一個對稱的像，且此像會對鏡前世界造成影響。圖 12 為電偶（一對帶電等量異號的點電荷）的電力線分布圖，由對稱與計算可以得知，此電偶連線的中垂面上各點的電位皆為零。現今



中垂面

圖 12

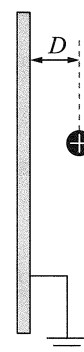


圖 13

將電量為 Q ($Q>0$) 的點電荷置於一接地的無限大金屬板前方距離 D 處，如圖 13 所示，試問此電荷所受金屬板給予的靜電力為何？（庫侖常數為 k ）

(A) $\frac{kQ^2}{D^2}$ ，向右
(B) $\frac{kQ^2}{D^2}$ ，向左
(C) $\frac{kQ^2}{4D^2}$ ，向右
(D) $\frac{kQ^2}{4D^2}$ ，向左
(E) 不受力

18. 為了明瞭水沸騰等巨觀世界的現象，對微觀世界的分析實為必要途徑！已知在一大氣壓下，水的沸點為 100°C 、水的汽化熱約為 540 cal/g ，且三原子水分子每莫耳的平均動能可以 $\bar{K} = 3RT$ 來估計，其中 R 為理想氣體常數、 T 為絕對溫標。若將水分子脫離水面後的分子間位能定為零，且分子間的重力與水氣體對外界的作功皆不計，則每莫耳水分子在脫離水面前的平均力學能約為多少 kJ ？（理想氣體常數 $R = 8.3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ 、熱功當量為 4.2 J/cal 、水分子的分子量為 18）

- (A) +32
(B) -32
(C) -40
(D) +50
(E) -50

19. 在豐富的化學現象背後其實也隱藏著基本的物理定律，例如：化學鍵形成的部分原因就是各原子之間外層電子與中心原子核的靜電交互作用。圖 14 為共價鍵氧分子結構示意圖，圖 15 則為其位能示意圖，其中橫軸 r 為兩個氧原子的中心距離、縱軸 U 為兩個氧原子之間的靜電位能，由圖 15 可知，當

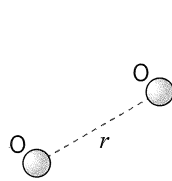


圖 14

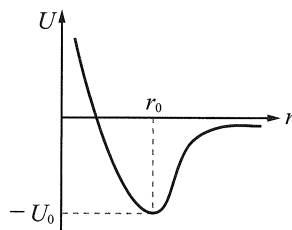


圖 15

兩原子的位能最低時（ $U = -U_0$ ），兩原子便處於最穩定的平衡距離 r_0 。已知一個氧原子的質量為 m ，當兩原子之間的位能為 $-\frac{15}{16}U_0$ 時，兩原子相對於質心的動能皆恰為零，試問在兩原子振動過程中，單一氧原子相對於質心的最大速率為何？

- (A) $\sqrt{\frac{U_0}{m}}$ (B) $\sqrt{\frac{U_0}{16m}}$ (C) $\sqrt{\frac{U_0}{8m}}$ (D) $\sqrt{\frac{15U_0}{16m}}$ (E) $\sqrt{\frac{15U_0}{8m}}$

20. 如圖 16，在室溫下，鐵球可卡在細銅環上不掉落。已知鐵球的體膨脹係數為 γ 、細銅環的線膨脹係數為 α ，且 $1 \gg \alpha > \gamma$ 。若要使鐵球能穿過細銅環而掉落，請問溫度至少要上升多少？

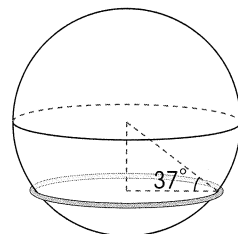


圖 16

- (A) $\frac{1}{\alpha - \gamma}$
(B) $\frac{3}{12\alpha - 5\gamma}$
(C) $\frac{6}{9\alpha - 5\gamma}$
(D) $\frac{3}{3\alpha - 2\gamma}$
(E) $\frac{3\sqrt{3}}{3\sqrt{3}\alpha - 2\gamma}$

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. 水果摩天輪是「臺北兒童新樂園」裡最受大人與小孩歡迎的遊樂設施，示意圖如圖 17 所示。若摩天輪的直徑為 40 m，旋轉一圈需時 15 分鐘，日正當中時，陽光可垂直照射地面，則有關運轉中摩天輪的敘述下列哪些正確？

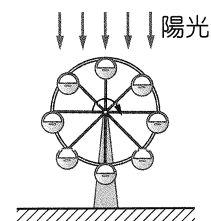


圖 17

- (A) 車廂作等速度運動
(B) 車廂的角速度為 $\frac{\pi}{450} \text{ rad/s}$
(C) 車廂的加速度量值為 $\frac{40\pi^2}{9} \text{ cm/s}^2$
(D) 車廂在水平地面上的投影為變加速度直線運動
(E) 當車廂到達摩天輪最右側時，其在水平地面上的投影加速度達最大值

22. 假設地球半徑為 r ，自地球表面發射出一質量為 m 的太空船，至距離地球表面 $3r$ 處作正圓軌道的運行，若地表重力加速度為 g ，請問下列敘述哪些正確？

- (A) 發射時所需的最小動能為 $\frac{7}{8}mgr$
(B) 發射時所需的最小動能為 $\frac{3}{8}mgr$
(C) 靜止太空船發射前至軌道上運行的過程中，太空船的力學能會因與地球間距離變大而變小
(D) 欲使軌道上運行的太空船脫離地球引力束縛，至少需作功 $\frac{3}{8}mgr$
(E) 欲使軌道上運行的太空船脫離地球引力束縛，至少需作功 $\frac{1}{8}mgr$

23. 如圖 18 所示，在一電中性空心厚球殼球心處放置電量為 Q ($Q > 0$) 的點電荷，已知厚球殼的內半徑為 r_1 、外半徑為 r_2 ，則下列敘述哪些正確？（庫侖常數為 k ）

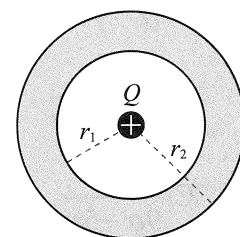


圖 18

- (A) 厚球殼的總帶電量為零
(B) 厚球殼的總帶電量為 $-Q$
(C) 點電荷所受靜電力量值為零
(D) 點電荷所受靜電力量值為 $\frac{kQ^2}{r_1^2} - \frac{kQ^2}{r_2^2}$
(E) 若將球殼的外表面接地，接著在球殼以外距球心為 r ($r > r_2$) 處放置另一個電荷 Q' ($Q' < 0$)，則球心處的電荷 Q 所受靜電力量值為零

24. 圖 19 中的活塞汽缸內裝有定量的理想氣體，圖 20 則為此理想氣體的密度 D 與溫度倒數 $\frac{1}{T}$ 的關係圖，已知氣體由狀態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ ，經歷了一個變化的循環過程，則下列敘述哪些正確？

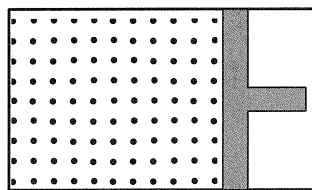


圖 19

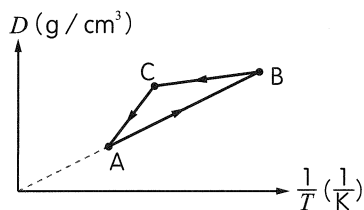


圖 20

- (A) 三個狀態的壓力大小關係為 $B > C > A$
 (B) 三個狀態的壓力大小關係為 $C > B = A$
 (C) $C \rightarrow A$ 的過程中，氣體的方均根速率漸增
 (D) $C \rightarrow A$ 的過程中，氣體的方均根速率漸減
 (E) $A \rightarrow B$ 的過程中，活塞對氣體作負功

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 21 所示，兩物體的質量分別為 2.0 kg 與 1.0 kg ，兩者距離為 2.0 m ，用一不計質量之輕繩繫著，靜置在光滑桌面上，現施一 12 N 的外力 F 拉動物體 2.0 s ，且於施力期間兩物體間的繩子斷裂，此時 1.0 kg 物體之末速度量值為 6.0 m/s ，請回答下列問題：

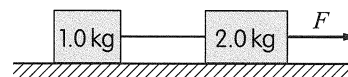


圖 21

1. 兩物體間的繩子斷裂時間點為何？（3 分）
2. 第 2.0 s 末瞬間，此時兩物體距離為多少？（4 分）
3. 2.0 kg 物體在此 2.0 s 期間內獲得的總衝量量值為多少？（3 分）

二、在「玻璃折射率實驗」中，有兩位同學甲、乙使用插針法進行測量。

插針法示意圖如圖 22 所示， $\overline{aa'}$ 、 $\overline{bb'}$ 表示在白紙上畫出玻璃磚的兩個界面：

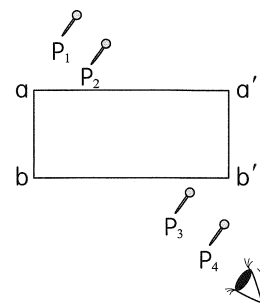


圖 22

- 圖 23 所示為甲同學經正確操作插好了四根大頭針 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ，請你把接下來的光路徑完成並進行測量與計算，求該玻璃磚的折射率 n 為何？（需(1)繪圖、(2)說明並計算玻璃磚折射率，取至小數點以下兩位， $\sqrt{2} \div 1.4$ ， $\sqrt{149} \div 12.2$ ）（5 分）

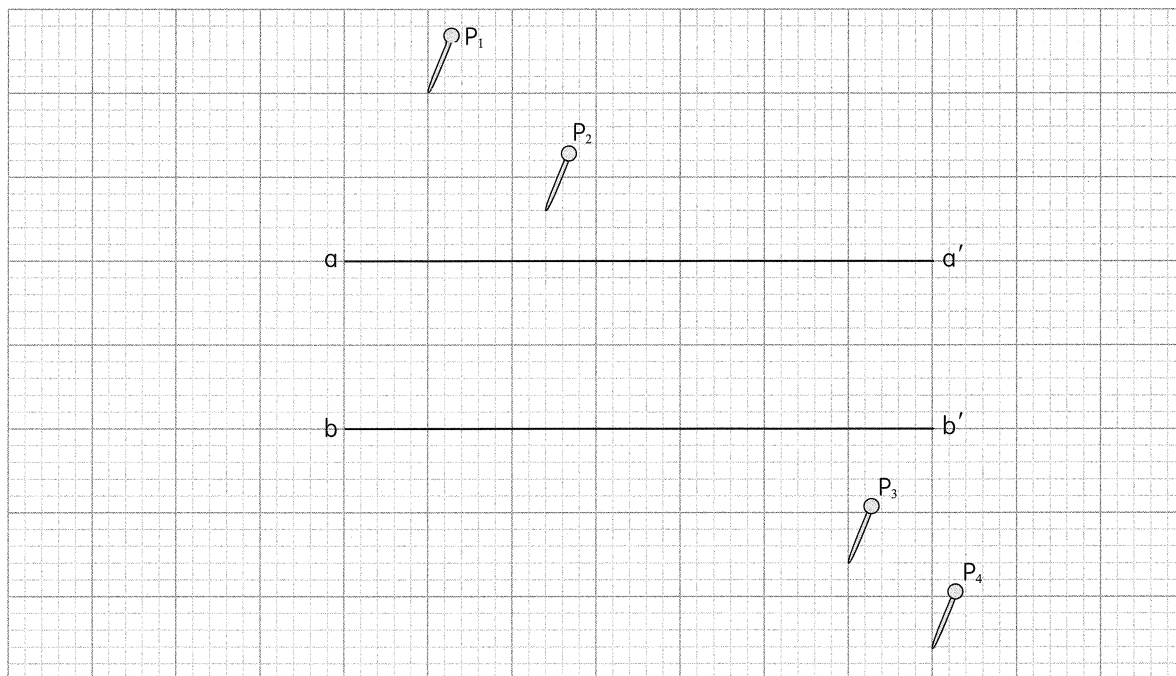


圖 23

- 若實驗裝置經過甲同學的操作後，清點儀器時發現有一根大頭針遺失了。後續乙同學接續這套器材進行玻璃磚折射率實驗，若僅使用三根大頭針進行實驗，試問該如何使用這三根大頭針進行測量玻璃磚折射率的測量？（需(1)繪圖、(2)說明原理、(3)說明如何計算玻璃磚折射率）（5 分）

物理考科詳解

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

第壹部分：選擇題

一、單選題

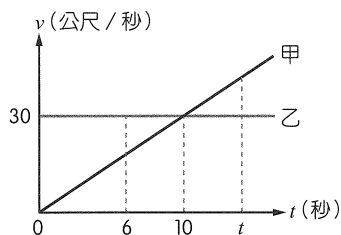
1. (B)

出處：基礎物理(一) B 上 運動學——直線運動

目標：理解基本觀念、方法與原理的能力

內容：兩車相遇條件判斷

解析：由如下 $v-t$ 圖可知當 $t=14$ 秒時，甲、乙兩車在 $6.0 \sim 14$ 秒內的位移相等，即兩車第二次相遇發生在第 14 秒末。



2. (E)

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：斜向拋射軌跡應用

解析：

$$\begin{cases} x=32=v_0 \cos 37^\circ \times t \\ y=36-32=v_0 \sin 37^\circ \times t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_0=20 \text{ (m/s)} \\ t=2.0 \text{ (s)} \end{cases}$$

3. (E)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：牛頓第二運動定律

解析： $T_m - mg = ma$

$$\Rightarrow 600 - 500 = 50a$$

$$\Rightarrow a = 2.0 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

4. (A)

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：鉛直上拋

解析：硬幣作初速 6.0 m/s 的鉛直上拋運動：

$$y = -27 = 6.0 \times t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = 3.0 \text{ (s)}$$

5. (A)

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：重心坐標公式

解析：將三根均勻金屬棒視為三個質點，其重量與坐標分別為 12 N ($0, 6.0$)、 5 N ($2.5, 0$)、 13 N ($2.5, 6.0$)，代入重心坐標公式可得

$$(x_c, y_c) = \left(\frac{12 \times 0 + 5.0 \times 2.5 + 13 \times 2.5}{12 + 5.0 + 13}, \frac{12 \times 6.0 + 5.0 \times 0 + 13 \times 6.0}{12 + 5.0 + 13} \right)$$

$$= (1.5, 5.0)$$

6. (D)

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

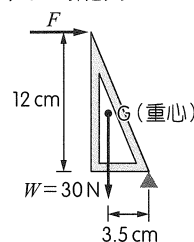
內容：力矩平衡

解析：以右下角為支點，欲使金屬

$$\tau_F \geq \tau_W$$

$$\Rightarrow F \times 12 \geq 30 \times 3.5$$

$$\Rightarrow F \geq 8.75 \text{ (N)}$$



7. (B)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律

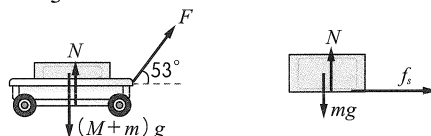
目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：最大靜摩擦力的條件

解析：假設系統加速度為 a 向右，由力圖可知

$$\begin{cases} f_s = \mu_s mg = ma \\ F \cos 53^\circ = (M + m) a \end{cases}$$

$$\Rightarrow F = \frac{5}{3} (M + m) g \mu_s$$



8. (B)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用；

基礎物理(二) B 下 萬有引力

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：應用圓周運動原理與克卜勒定律分析天體運動

解析：由克卜勒行星第三定律： $\frac{R^3}{T^2} = \text{定值}$

$$\text{因 } T_A : T_B = 8 : 27 \Rightarrow R_A : R_B = 4 : 9$$

$$\text{再由角動量公式 } L = mR^2\omega$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_A : m_B = 1 : 2 \\ R_A : R_B = 4 : 9 \\ \text{角速率 } \omega = \frac{2\pi}{T} \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \omega_A : \omega_B = 27 : 8 \end{cases}$$

$$\therefore L_A : L_B = 1 \times 16 \times 27 : 2 \times 81 \times 8 = 1 : 3$$

9. (B)

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：落下時，觸網速度

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \times 10 \times 3.2} = 8 \text{ (m/s)} \text{ 向下}$$

反彈時，離網瞬間速度

$$v_2 = \sqrt{2 \times 10 \times 1.8} = 6 \text{ (m/s)} \text{ 向上}$$

由動量—衝量定理：設運動員質量為 m

$$(F - mg) \Delta t = mv_2 - (-mv_1)$$

$$\Rightarrow F = mg + m \left(\frac{6+8}{0.7} \right) = 600 + 60 \times 20$$

$$= 1.8 \times 10^3 \text{ (N)}$$

10. (A)

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：功率，功能定理

解析：在水平軌道上，動力車與車廂等速度前進，

牽引力量值與阻力相同，由 $P = fv$

$$\Rightarrow 15000 = f_{\text{阻}} \cdot v_0, v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow f_{\text{阻}} = \frac{15000}{10} = 1500 \text{ (N)}$$

由功能定理：

$$-f_{\text{阻}} \cdot S = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Rightarrow S = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2}{f_{\text{阻}}} = \frac{\frac{1}{2} \times 5000 \times 10^2}{1500} = \frac{500}{3} \text{ (m)}$$

11. (E)

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能、碰撞

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：力學能守恆，一維彈性碰撞

解析：A 球碰撞 B 球前瞬間，A 球速率為

$$\sqrt{2 \times g \times (1 - \frac{3}{5})} = 2\sqrt{2} \text{ (m/s)}$$

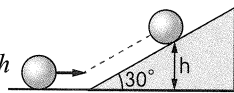
碰撞後，B 球速率為

$$v = \frac{2 \times 1}{1+2} \cdot 2\sqrt{2} = \frac{4}{3}\sqrt{2} \text{ (m/s)}$$

由力學能守恆：

$$\frac{1}{2} \times 2 \times \left(\frac{4}{3}\sqrt{2} \right)^2 = 2 \times g \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{8}{45} \text{ (m)}$$



12. (E)

出處：基礎物理(一) 波

目標：累積知識並加以記憶的能力

內容：電磁波的基本性質與電磁波在生活中的應用

解析：(A) 是一種高頻的電磁波信號。

(B) 電磁波可在真空中傳輸。

(C) 屬於無線電波的頻譜範圍。

(D) 由於頻率過於接近，信號傳輸時產生的干涉效果強，常造成相互干擾。

13. (D)

出處：選修物理(上) 波動

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：能描述波動上質點作 SHM 的運動，並能計算隨時間演變的關係

解析：(A) 由題圖 8 的圖形可知道波動週期為 4 s，故

$t = 1 \text{ s}$ 時 Q 點經過 $\frac{1}{4}$ 週期到達平衡點，所

以此時速度朝 +y 軸方向。

(B) 波動週期為 4 s，故 $t = 2 \text{ s}$ 時，即經過 $\frac{1}{2}$ 週

期，P 點正位於下端點與平衡點間，所以加速度往 +y 軸方向。

(C) Q 點經歷 4 s (1 週期) 後，回到原位置，故 Q 點位移為零。

(D) P 點經歷 2 s ($\frac{1}{2}$ 週期) 後，從初位置

$$y = +\frac{5}{\sqrt{2}} \text{ cm 處運動到達末位置}$$

$$y = -\frac{5}{\sqrt{2}} \text{ cm 處，所以位移 } \Delta y = -\frac{10}{\sqrt{2}} \text{ cm}$$

(E) P 點僅需經歷 $\frac{3}{4}$ 週期就可以到達 $t = 0 \text{ s}$ 時

的初始位置，故需時 $\frac{3}{4} \times 4 = 3 \text{ (s)}$

14. (A)

出處：選修物理(上) 聲波

目標：累積知識並加以記憶的能力

內容：聲波的波形與疊加原理的應用

解析：滿足波的疊加原理，作圖即可判斷。

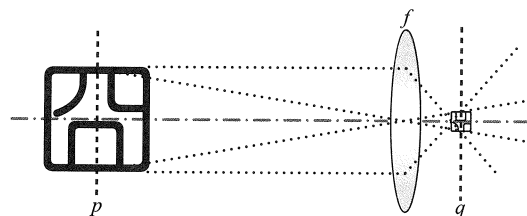
15. (C)

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：了解透鏡成像性質與放大率的關係，並能應用於生活實例

解析：下圖為示意圖



$$\text{利用成像公式：} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\text{與放大率公式：} |M| = \frac{q}{p} = \frac{5 \text{ mm}}{250 \text{ mm}} = \frac{1}{50}$$

$$\Rightarrow q = \frac{1}{50}p, \text{ 再代入 } \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{\frac{1}{50}p} = \frac{1}{8}$$

$$\therefore p = 408 \text{ (mm)} = 40.8 \text{ (cm)}$$

16. (D)

出處：選修物理(上) 物理光學

目標：判斷不同色光在雙狹縫干涉與單狹縫繞射的圖形

內容：理解基本觀念、方法與原理的能力

解析：由題圖可分成兩類：

- (1) 第一類為甲、丙、戊圖明顯是等間距亮暗紋，屬於雙狹縫干涉的圖案；第二類為乙、丁圖明顯是中央兩倍寬的亮暗紋，屬於單狹縫繞射的圖案。

- (2) 至於第一類的判斷可由狹縫寬公式

$$\Delta y = \frac{r (\text{狹縫與投影距離}) \cdot \lambda (\text{波長})}{d (\text{狹縫間距})}$$

可知與波長成正比。由此可判斷出甲圖入射光波長最長，丙圖入射光波長最短，戊圖入射光波長次之，即 $\lambda_{\text{甲}} > \lambda_{\text{戊}} > \lambda_{\text{丙}}$ ，故可判斷出甲為紅光、丙為藍光、戊為綠光。而第二類判斷是中央縫寬為

$$\Delta y = \frac{2 \times r (\text{狹縫與投影距離}) \cdot \lambda (\text{波長})}{a (\text{縫寬})}$$

可知與波長成正比，得出 $\lambda_{\text{丁}} > \lambda_{\text{乙}}$ ，故可判斷出乙為紫光、丁為黃光。

17. (D)

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：庫侖定律，電力線與電位的整合

解析：題圖 12 中電偶的中垂面電位為零，與題圖 13 接地的無限大金屬板相同，故題圖 13 右側的電力線分布與題圖 12 右側相同，且金屬板上的感應電荷總量為 $-Q$ ，因此題圖 13 中點電荷 Q 的受力可用題圖 12 的狀況來處理，故

$$F = \frac{kQ^2}{(2D)^2} = \frac{kQ^2}{4D^2}, \text{ 向左}$$

18. (B)

出處：選修物理(上) 熱學、靜電學

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：汽化熱即為微觀世界中分子間的電位能

解析：(1) 在不計水氣體對外界作功的條件下，水的汽化熱（潛熱）是指外界提供給水的熱量全轉為水分子之間的靜電位能，故汽化過程中 1 g 水分子之間的位能增加量為 540 cal，若將水分子脫離水面後的分子間位能定為零，則在脫離水面前每莫耳水分子（18 g）的平均位能為 $U_{\text{mol}} = -18 \times 540 \text{ (cal)}$

- (2) 在汽化過程中，水的溫度不變，故水分子的動能幾乎不變，每莫耳水分子的平均動能 $\bar{K}_{\text{mol}} = 3RT = 3 \times 8.3 \times 373 \text{ (J)} \div 9.3 \text{ (kJ)}$

- (3) 每莫耳水分子在脫離水面前的平均力學能

$$E_{\text{mol}} = \bar{K}_{\text{mol}} + U_{\text{mol}} = 9.3 - \frac{18 \times 540 \times 4.2}{1000}$$

$\div -31.5 \text{ (kJ)}$ ，選項(B)最接近。

19. (B)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：兩電荷振動過程中的力學能守恆

解析：兩原子在振動過程中滿足力學能守恆，因此當兩原子的位能達到最低 $-U_0$ 時，兩原子對於質心的動能最大

$$E_1 = E_2$$

$$\Rightarrow 2 \times 0 + \left(-\frac{15}{16} U_0\right) = 2 \times \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 + (-U_0)$$

$$\Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{U_0}{16m}}$$

20. (B)

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：熱的線膨脹公式之應用

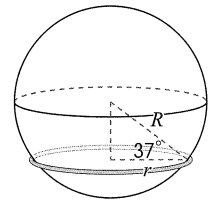
解析：一開始，金屬球與細銅環的半徑分別為 R 、 r

($R > r$)，當金屬球可通過細銅環時，兩者的半徑相同，則 $R' = r'$

$$\Rightarrow R \left(1 + \frac{\gamma}{3} \Delta t\right) = r \left(1 + \alpha \cdot \Delta t\right)$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{\gamma}{3} \Delta t = \frac{r}{R} (1 + \alpha \cdot \Delta t) = \frac{4}{5} (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{3}{12\alpha - 5\gamma}$$



二、多選題

21. (B)(D)(E)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用

目標：理解基本觀念、方法與原理的能力

內容：等速率圓周運動及其投影

解析：(A) 車廂作等速率圓周運動。

$$(B) \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{15 \times 60}$$

$$= \frac{\pi}{450} \text{ (rad/s)}$$

$$(C) a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

$$= \frac{4\pi^2 \times 2000}{900^2}$$

$$= \frac{4\pi^2}{405} \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

- (D) 投影為簡諧運動，是一種變加速度直線運動。

- (E) 當車廂到達摩天輪最右側時，其在水平地面上的投影加速度為最大值。

22. (A)(E)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用；

基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：萬有引力，功與力學能守恆

解析：(A)(B) 由力學能守恆：

$$\begin{aligned} E_r &= E_{Ar} \\ \Rightarrow E_r &= (-mgr) + K \\ &= E_{Ar} = \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{4}mgr\right) \\ \Rightarrow K &= mgr - \frac{1}{8}mgr = \frac{7}{8}mgr \end{aligned}$$

(C) 力學能由 $-mgr$ 變大至 $-\frac{1}{8}mgr$ 。

(D)(E) 脫離地球引力束縛為離地球無窮遠，此時太空船力學能最小值等於零

$$\begin{aligned} \therefore W &= E = E_{末} - E_{初} = E_{\infty} - E_{Ar} \\ &= 0 \quad \left(-\frac{1}{8}mgr\right) \\ &= \frac{1}{8}mgr \end{aligned}$$

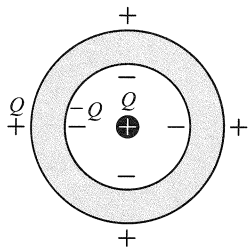
23. (A)(C)(E)

出處：選修物理(上) 靜電學

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

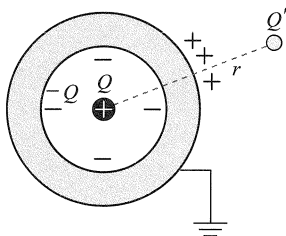
內容：感應電荷的產生與屏蔽效應之影響

解析：(A)(B) 厚球殼的內表面感應出電量 $-Q$ 、外表面感應出電量 $+Q$ ，故整個球殼的總帶電量為零，滿足電荷量守恆。



(C)(D) 點電荷位於具有球對稱分布的內、外表面感應電荷之內部，由球殼定理可知，點電荷所受靜電力量值為零。

(E) 由於金屬球殼的屏蔽作用，負電荷 Q' 對球殼外表面以內各點皆不影響，故球心點電荷 Q 所受的靜電力量值為零。



24. (B)(C)

出處：選修物理(上) 熱學

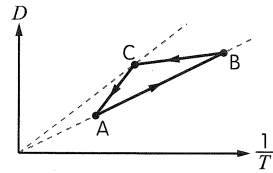
目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：理想氣體狀態函數圖形之判讀

解析：(A)(B) 由理想氣體方程式 $PM = DRT$

$$\Rightarrow D = \left(\frac{PM}{R}\right) \frac{1}{T}$$

若 $(D - \frac{1}{T})$ 關係存在一過原點的斜直線，則此斜直線的斜率正比於壓力，故壓力 $P_C > P_A = P_B$



$$(C)(D) \quad v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} \propto \sqrt{T}$$

由題圖 20 的橫軸坐標可知 $T_A > T_C$

$$\Rightarrow v_A > v_C$$

(E) $A \rightarrow B$ 為定壓過程，且密度變大，故體積減小。由於氣體對外界的壓力方向由內向外，因此過程中氣體對外界作負功， $W_{氣對外} < 0$ ，所以活塞對氣體作正功。

第貳部分：非選擇題

一、1. 1.5 s 2. 2.75 m 3. 18 N·s

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——直線運動、牛頓運動定律

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：運用牛頓運動定律，並結合等加速運動公式使用

解析：1. $F = 12 = (1.0 + 2.0) a$

$$\Rightarrow a = 4.0 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

看 1.0 kg 物體：

$$\text{末速} = 6.0 = a \cdot t = 4.0 \cdot t$$

$$\Rightarrow t = 1.5 \text{ (s)}$$

2. 1.5 s 繩斷裂後，在第 1.5 ~ 2.0 s 期間：

(1) 1.0 kg 物體以速度 6.0 m/s 等速度前進

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{位移 } S_1 &= 6.0 \times (2.0 - 1.5) \\ &= 3.0 \text{ (m)} \end{aligned}$$

(2) 2.0 kg 物體以初速度 6.0 m/s、加速度

$$a = \frac{12}{2.0} = 6.0 \text{ m/s}^2 \text{ 等加速度前進}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{位移 } S_2 &= 6.0 \times 0.5 + \frac{1}{2} \times 6.0 \times (0.5)^2 \\ &= 3.75 \text{ (m)} \end{aligned}$$

(3) 考慮繩斷裂時，兩物體相距 2.0 m (繩長)

$$\begin{aligned} \therefore \text{兩物體距離} &= S_2 + 2.0 - S_1 \\ &= 2.75 \text{ (m)} \end{aligned}$$

3. 第 2.0 s 末，2.0 kg 物體速度

$$\begin{aligned} v &= 6.0 + \frac{12}{2.0} (2.0 - 1.5) \\ &= 9.0 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

由動量—衝量定理：

$$\begin{aligned} \vec{J} &= \Delta \vec{p} \\ &= 2.0 \cdot (9.0 - 0) \\ &= 18 \text{ (N} \cdot \text{s)} \end{aligned}$$

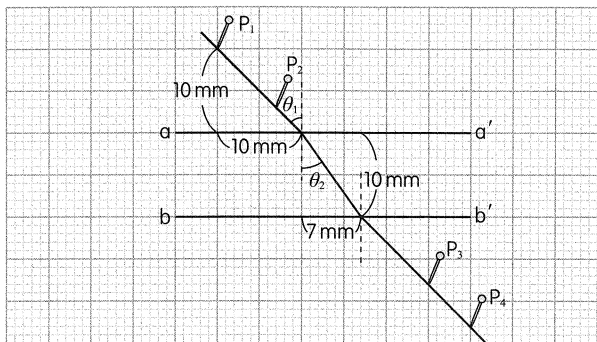
二、1. 見解析， $n \div 1.24$ 2. 見解析

出處：選修物理(上) 實驗——折射率的測定

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：了解折射率的測定之觀念，並能確實利用作圖找出玻璃磚折射率

解析：1.



如上圖所示，可知：

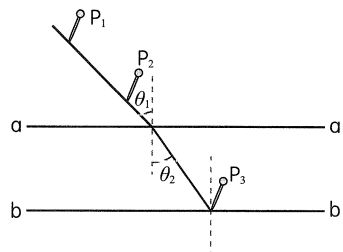
$$\sin \theta_1 = \frac{10}{\sqrt{10^2 + 10^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \div 1.4$$

$$\sin \theta_2 = \frac{7}{\sqrt{10^2 + 7^2}} = \frac{7}{\sqrt{149}} \div 12.2$$

由折射定律： $n_1 \times \sin \theta_1 = n_2 \times \sin \theta_2$

$$\text{代入數值得：} 1 \times \frac{1}{1.4} = n \times \frac{7}{12.2} \Rightarrow n \div 1.24$$

2. 若光由 $\overline{aa'}$ 界面射向 $\overline{bb'}$ 界面，則在 $\overline{aa'}$ 界面上方需用掉兩根大頭針，用法與原測量方式相同，取在合適的位置上，但於 $\overline{bb'}$ 界面下方時，僅剩下的一根大頭針需限制其只能插在 $\overline{bb'}$ 界面上，方能找出射出玻璃磚光線的折射點。只要確認 $\overline{aa'}$ 界面、 $\overline{bb'}$ 界面折射點就依然可以求出夾角 θ_1 、 θ_2 並代入 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 計算出折射率。



※非選擇題評分標準

- 一、1. 算出加速度 $a = 4 \text{ m/s}^2$ 給 1 分，算出繩子斷裂時間 $t = 1.5 \text{ s}$ 給 2 分
2. 算出 1.0 kg 物體在繩斷裂後的位移 $S_1 = 3 \text{ m}$ 給 1 分
算出 2.0 kg 物體在繩斷裂後的位移 $S_2 = 3.75 \text{ m}$ 給 1 分
算出兩物體距離為 2.75 m 給 2 分
3. 算出 2.0 kg 物體第 2.0 s 末的速度 $v = 9 \text{ m/s}$ 給 1 分
算出獲得的總衝量值為 $18 \text{ N} \cdot \text{s}$ 給 2 分
- 二、1. (1) 圖形正確完成給 2 分，錯一處扣 1 分，扣完 2 分為止
(2) 利用邊比關係找出入射角正弦值給 1 分、折射角正弦值給 1 分
計算出正確折射率給 1 分
2. (1) 繪圖正確給 2 分，錯一處扣 1 分，扣完 2 分為止
(2) 說明大頭針一側使用兩根，另一側使用一根，給 1 分
(3) 強調使用一根大頭針的那一側，大頭針要插在界面上，給 1 分
(4) 利用三角關係找出 θ_1 、 θ_2 ，代入 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 即可求出玻璃磚折射率，給 1 分