

# 全國公私立高級中學

## 107 學年度指定科目第六次聯合模擬考試

考試日期：108 年 4 月 10~11 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。

## 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。

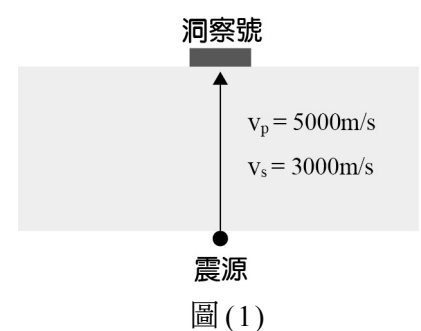
#### 1-3 為題組

NASA 的火星探測器「洞察號」(InSight) 經過長達七個月的漫長太空旅行，終於成功登陸火星，回傳首張拍攝照片。2018 年 5 月發射升空的洞察號正要迎來歷史性一刻，它已於 2018 年美東時間 11 月 26 日下午成功登陸火星，降落在火星赤道附近的埃律西昂平原(Elysium Planitia)。此處是火星最年輕的火山區之一，地勢平緩，海拔約 -2 公里，東西橫跨約 3,000 公里。洞察號裝備總質量為 50 千克，登陸大不易，關鍵七分鐘定輸贏，科學家們稱之為「EDL」(entry, descent, and landing)整個過程中的每個步驟都需要非常精準，才有辦法降落成功。表(1)為火星的基本資料，回答下列 1-3 題：

表(1)

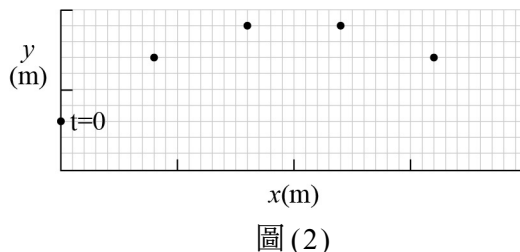
質量(地球=1)	0.107
體積(地球=1)	0.151
平均密度	3.93 g/cm <sup>3</sup>
赤道表面重力(地球=1)	0.38
直徑	6,780 公里
軸傾斜(度)	24
軌道傾斜(度)	1.85
公轉	1.88 地球年
自轉	24.62 地球時
表面平均溫度(攝氏)	-140~20
衛星數	2

- 若已知地球表面的重力加速度量值為  $9.8 \text{ 公尺/秒}^2$ ，則當火星探測器「洞察號」降落在火星赤道附近的埃律西昂平原時，洞察號的重量約為多少公斤重？  
(A) 50 (B) 490 (C) 19  
(D) 8 (E) 2.5
- NASA 火星探測器「洞察號」成功登陸火星，其最重要的任務是量測火星上的地震波，地震波在火星內部傳遞的體波分成 P 波和 S 波兩種形式。若洞察號上的地震觀測儀器偵測一接近火星表面的震源產生的震波，如圖(1)所示，箭頭為震波傳遞到洞察號的行進方向，已知該地區附近地層的 P 波傳播波速約 5000 公尺/秒，S 波傳播波速約 3000 公尺/秒，洞察號量得縱波與橫波到達時間相差 0.50 秒，則洞察號與震源的直線距離約為多少公尺？  
(A) 3000 (B) 3750 (C) 4000  
(D) 4250 (E) 5000
- 火星繞太陽的平均軌道半徑約為地球繞太陽的幾倍？ $((1.88)^{\frac{1}{3}} \doteq 1.23)$   
(A) 0.25 (B) 0.49 (C) 1.31  
(D) 1.51 (E) 2.5



4. 某學生想要在地球表面探究斜向拋射運動，他站在距離地面高 3 公尺的平台將棒球拋出，利用每 0.50 秒拍照一次的照相機紀錄球的飛行軌跡，定拋出時間為  $t=0$  秒，所得水平位置與離地面高度的位置，關係示意圖如圖(2)所示。若該地重力加速度  $g=8$  公尺 / 秒<sup>2</sup>，則棒球到達離地面最大高度的(時間(秒))，高度(公尺))為下列何者？

- (A)  $\left(1, \frac{25}{4}\right)$  (B)  $\left(\frac{5}{4}, \frac{25}{4}\right)$  (C)  $\left(\frac{5}{4}, \frac{37}{4}\right)$   
(D)  $\left(1, \frac{37}{4}\right)$  (E)  $\left(2, \frac{25}{4}\right)$

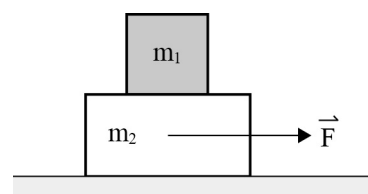


圖(2)

5. 一個以等速度  $\vec{v}=(2,-7)$  m/s 行進的質點，有三個力作用在其上。其中兩個力是

- $\vec{F}_1=(2,3)$  N、 $\vec{F}_2=(-5,8)$  N。請問第三個力為何？  
(A)  $(3,-11)$  N (B)  $(-3,11)$  N (C)  $(-3,-11)$  N  
(D)  $(5,11)$  N (E)  $(3,-8)$  N

6. 質量  $m_1$  的塊狀物體放置在質量  $m_2=6$  kg 的塊狀物體的上面，如圖(3)所示。當  $m_2$  物體固定時，若要讓  $m_1$  在  $m_2$  上滑動至少需施加 16N 的水平力在  $m_1$  上。現在將此組合物體放在水平無摩擦的桌面上，並對  $m_2$  施一水平力使兩物體無相對移動的條件下，該最大水平力的大小為  $F=40$  N，試求  $m_1$  的質量為多少 kg？

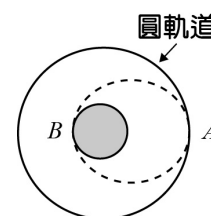


圖(3)

- (A) 2.7 (B) 3.2 (C) 3  
(D) 4.0 (E) 4.5

### 7-8 為題組

地球的半徑為  $R$ 、質量為  $M$ ，萬有引力常數為  $G$ 。有一太空船，質量  $m$ ，在離地表高  $2R$  的圓軌道環繞地球運轉，其週期為  $T$ 。現太空船欲返回地球，可在其軌道上某點  $A$  將速率降低至某適當數值，然後使太空船沿著以地心為焦點的橢圓軌道運行，此橢圓軌道與地表相切於  $B$  點，如圖(4)。回答下列 7-8 題：



圖(4)

7. 根據上述資料，下列敘述何者正確？

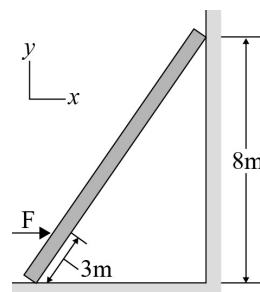
- (A) 因為橢圓軌道的  $A$  點速率較小，所以所受向心力會比圓軌道小  
(B) 太空船在橢圓軌道的週期為  $\frac{\sqrt{6}}{9}T$   
(C) 在橢圓軌道中， $A$  點速率大於  $B$  點速率  
(D) 在橢圓軌道中，太空船在  $A$  點對地球中心角動量等於  $B$  點角動量  
(E) 在圓軌道上的速率與軌道半徑成反比

8. 外界需對太空船作功，才可讓太空船的速率符合橢圓軌道上  $A$  點的速率，使太空船沿著以地心為焦點的橢圓軌道運行，順利回到地表，若太空船已在橢圓軌道上順利運行，則太空船到達  $B$  點時對地球中心的角動量為下列何者？

- (A)  $m \times \sqrt{\frac{3}{2}GMR}$  (B)  $m \times \sqrt{\frac{5}{2}GMR}$  (C)  $m \times \sqrt{\frac{7}{4}GMR}$   
(D)  $m \times \sqrt{\frac{9}{4}GMR}$  (E)  $m \times \sqrt{\frac{11}{4}GMR}$

9. 一根均勻的木棒長 10 公尺，重量 200 牛頓，木棒靠在垂直無摩擦的牆壁面上，其接觸點是在地面上方 8 公尺處，如圖(5)所示。今施一水平力  $F=50$  牛頓，作用在沿木棒算起離木棒底部 3 公尺的位置，若此時木棒呈現靜力平衡，則地面施予木棒的作用力以向量座標法表示為  $(x, y)$  牛頓，則  $x+y$  的值為多少？

- (A) 170 (B) 220  
(C) 225 (D) 230  
(E) 240



圖(5)

10. 假設未來科技公司發展出具自動駕駛輔助功能的貨車，可以減輕司機員的負擔。該公司一款總質量為 35000 公斤的油罐車，以 25 公尺/秒在水平直線的高速公路上向北等速行駛。行駛過程中油料因故漏出而汙染路面，經國道警察攔下後，司機辯稱毫無感覺油料漏出。有關該司機的說法，下列敘述何者可能最符合事實？

- (A) 司機應該知道漏油，因為漏油後，車重變輕，車速會突然變快  
(B) 司機應該知道漏油，因為漏油後，車重變輕，車速會突然變慢  
(C) 司機應該不知道漏油，因為漏油後，雖然車重變輕，但車速不會改變  
(D) 司機應該不知道漏油，因為漏油後，雖然車重變輕，但車速只是些微變快  
(E) 司機應該知道漏油，為卸責而推說不知道

11. 有一波長為 560 奈米的雷射光束對準厚度為 5.6 微米的薄膜中心處垂直膜面入射，若薄膜的折射率為 1.60，則下列敘述何者錯誤？

- (A) 薄膜內雷射光子能量與空氣中雷射光子能量相同  
(B) 薄膜內雷射光波速比空氣中慢  
(C) 薄膜內的雷射光頻率與空氣中雷射光頻率相同  
(D) 薄膜內的雷射光波長小於空氣中的雷射光波長  
(E)  $\frac{\text{薄膜厚度}}{\text{薄膜內雷射光波長}} = 8$

12. 圖(6)為甲、乙兩橫波在空氣中傳播的位置關係圖。實線為  $t=0$  秒時，橫波甲、乙的波形圖線；虛線為經過 1 秒後，甲的波峰移到  $A'$  點、乙的波峰移到  $B'$  點。班上四位同學針對關係圖提出見解如下：

小明：甲的波長是乙的 2 倍

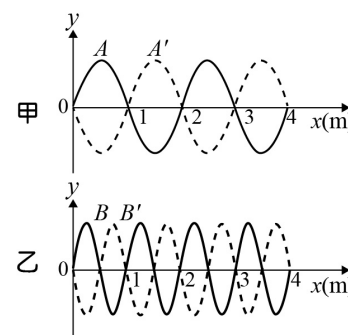
小花：甲的波速大於乙的波速

小睿：甲的週期等於乙的週期

小千：甲的能量是乙的 2 倍

哪幾位同學的說法正確？

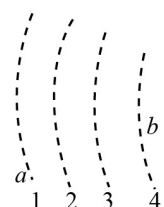
- (A) 僅小花、小睿、小千 (B) 僅小明、小花、小睿 (C) 僅小花、小千  
(D) 僅小明、小睿、小千 (E) 僅小明、小睿



圖(6)

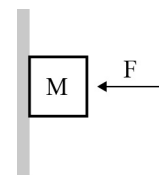
13. 圖(7)中虛線為某靜電場中的等位線，相鄰兩條等位線間的電位差相等，其中編號 3 的等位線的電位定為 0，現有一帶電質點在靜電力的作用下在該電場中運動，經過 a、b 點的動能分別為 26 eV 及 5 eV，當該帶電質點運動到某一位置時，其電位能為 -8 eV，則此時該質點的動能為多少 eV？

- (A) 8 (B) 13 (C) 20  
(D) 34 (E) 43



圖(7)

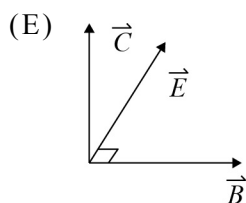
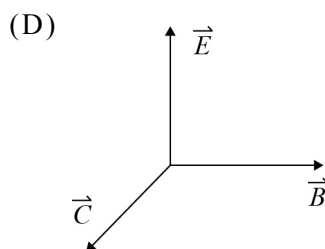
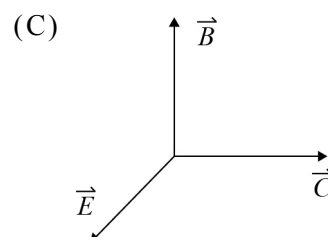
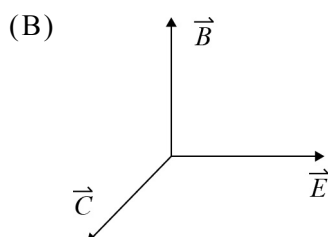
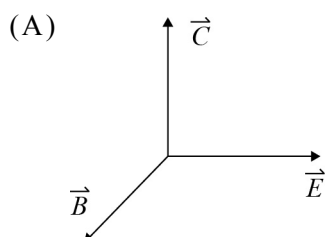
14. 如圖(8)所示，重 3 公斤重的物體受到 40 牛頓的水平力  $F$  作用，被壓在鉛直牆上而靜止不動，則下列敘述何者正確？(重力加速度  $g=10 \text{ m/s}^2$ )



圖(8)

- (A) 物體所受牆之正向力為 50 牛頓  
(B) 物體所受最大靜摩擦力為 30 牛頓  
(C) 物體所受牆之作用力為 50 牛頓  
(D) 若  $F$  減為 35 牛頓而物體已沿牆等速下滑，則物體所受滑動摩擦力等於 35 牛頓  
(E) 承(D)，物體與牆之間的動摩擦係數為 1

15. 電磁波就是空間中具有隨時間變動的電場和磁場，下列各選項圖示描述的電場  $\vec{E}$ 、磁場  $\vec{B}$  和波的傳遞方向  $\vec{C}$ ，何者正確？



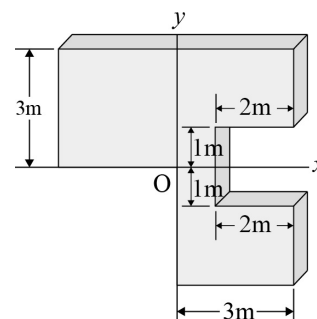
16. 已知相向行駛的 B、T 兩車的質量比值  $\frac{m_B}{m_T} = \frac{3}{2}$ ，在鄉間小徑迎面行駛，碰撞前分別具有動能  $K_B$  和  $K_T$ ，且  $K_B + K_T = 10000$  焦耳，兩車因駕駛分心，導致相向運動而發生碰撞並黏在一起，若碰撞過程中兩車均未煞車且損失的力學能達到最大，則碰撞前兩車的動能大小應該是下列何者？
- (A)  $K_B = 100$  焦耳、 $K_T = 9900$  焦耳      (B)  $K_B = 9900$  焦耳、 $K_T = 100$  焦耳  
(C)  $K_B = 5000$  焦耳、 $K_T = 5000$  焦耳      (D)  $K_B = 2000$  焦耳、 $K_T = 8000$  焦耳  
(E)  $K_B = 4000$  焦耳、 $K_T = 6000$  焦耳

17. 某生欲以一未知波長的雷射光來進行雙狹縫干涉實驗，如果兩個狹縫的間隔距離是  $14.0 \mu\text{m}$ ，而兩個狹縫寬度都是  $2.0 \mu\text{m}$ ，狹縫至屏幕的距離為 140.0 公分，經測得屏幕上相鄰兩暗紋的寬度為 2.0 公分。則該雷射光的波長為若干 nm？

- (A) 2000      (B) 6000      (C) 400      (D) 200      (E) 100

18. 有一塊厚度均勻的平板，其尺寸與邊長如圖(9)所示，若以  $O$  點為座標原點，則該平板的質心座標  $(x, y)$  為下列何者？

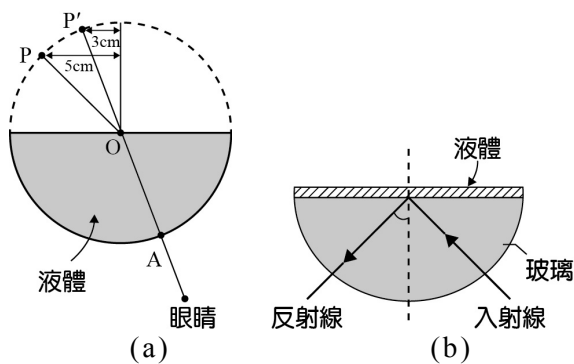
- (A)  $\left(+\frac{11}{46}, +\frac{27}{46}\right)$       (B)  $\left(-\frac{11}{46}, -\frac{27}{46}\right)$       (C)  $\left(+\frac{11}{46}, -\frac{27}{46}\right)$   
(D)  $\left(-\frac{11}{46}, +\frac{27}{46}\right)$       (E)  $\left(+\frac{27}{46}, +\frac{11}{46}\right)$



圖(9)

19. 某學生運用「測定透明液體的折射率」的實驗方法來測量未知液體的折射率。如圖所示，先在圓心處  $O$  點、 $P$  點及  $A$  點各鉛直地插上大頭針。在塑膠盒的圓弧面處，經眼睛觀測到  $P'$  點為三大頭針連成一線的位置，測量相關數據，標示如圖(10)(a)所示。接著如圖(10)(b)所示，取一半圓柱狀玻璃(折射率未知但大於液體折射率)，其平面部分向上。如在平面上塗上一層折射率為 1.40 的酒精，光線在玻璃表面發生全反射，測得其臨界角為  $53^\circ$ 。若改塗該學生所測量的液體，若要使光線在玻璃表面發生全反射，測得其臨界角為  $\theta_c$ ，則  $\sin\theta_c$  值為何？

- (A)  $\frac{5}{21}$   
(B)  $\frac{20}{21}$   
(C)  $\frac{10}{3}$   
(D)  $\frac{8}{3}$   
(E)  $\frac{5}{27}$



圖(10)

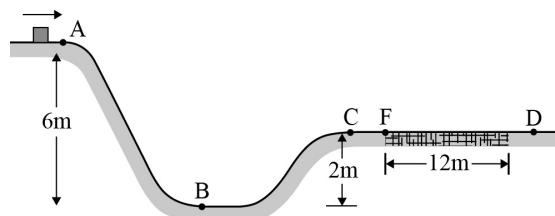
20. 潛水是一項刺激但危險的活動，必須考量潛水者的身體狀況及氧氣瓶的供應時間。設大氣壓力  $P_0$ ，今有一潛水伏在水面下約 10 公尺深的海域作業，此時身體承受壓力約為  $2P_0$ 。該潛水夫背著一容積  $V$  的氧氣筒內裝有壓力  $P$  的高壓氧，筒內氣體的絕對溫度  $T$  與海水溫度相同。已知筒內的氧氣為理想氣體，氣體常數為  $R$ ，且每單位時間流出的氧分子莫耳數固定為  $n$ ，若過程中氧氣筒內外溫度皆為  $T$ ，則該潛水伏在安全條件下，可作業時間最長為下列何者

- (A)  $\frac{PV}{nRT}$  (B)  $\frac{2nP_0}{PV}$  (C)  $\frac{VR(P-2P_0)}{nT}$   
(D)  $\frac{T(P-2P_0)}{nRV}$  (E)  $\frac{V(P-2P_0)}{nRT}$

## 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。

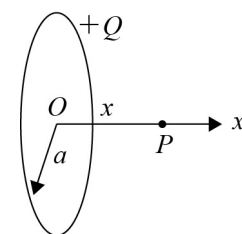
21. 一小木塊在示意圖(11)中所示的軌道運動，重力加速度  $g=10 \text{ m/s}^2$ ，圖中標示的高度  $A$  點離軌道最低點是 6.0 m， $C$  點離軌道最低點是 2.0 m，一個小木塊的運動路徑，除了  $CD$  線段間有一段長度 12 m 且動摩擦係數為 0.80 的粗糙區域以外，其他路徑皆光滑，且經過點  $A$  時的速率是  $8.0 \text{ m/s}$ 。下列敘述哪些正確？



圖(11)

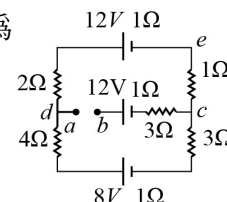
- (A) 木塊會抵達  $D$  點，且在  $D$  點的速率恰為零  
(B) 木塊會通過  $D$  點，且在  $D$  點的速率不為零  
(C) 木塊不會通過  $D$  點，會停在距  $F$  點 9 公尺處  
(D) 摩擦力所做的功，等於木塊在  $C$  點力學能減去  $A$  點力學能  
(E) 木塊在  $A$ 、 $C$  兩點的力學能比值等於 1

22. 兩帶電質點的庫倫靜電力數學關係式為  $F = \frac{kQq}{r^2}$ ， $k$  為庫倫定律中的比例常數。電場定義為單位正電荷所受的靜電力，為一向量場。兩帶電質點間的電位能表示為  $U_e = \frac{kQq}{r}$ ，為一純量。如圖(12)所示，半徑為  $a$  且位置固定的細圓環上，帶有總電量為  $+Q$  ( $Q > 0$ ) 的均勻電荷， $O$  點為圓環的圓心， $x$  軸通過  $O$  點且垂直於環面， $P$  點在  $x$  軸上，它與  $O$  點的距離為  $x$ 。若定無窮遠處的電位為零，則下列敘述哪些正確？



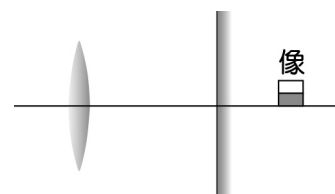
圖(12)

- (A) 圓環圓心  $O$  點的電場為零  
 (B) 圓環圓心  $O$  點的電場為  $\frac{kQ}{r^2}$   
 (C) 圓環圓心  $O$  點的電位為零  
 (D) 圓環圓心  $O$  點的電位為  $\frac{kQ}{a}$   
 (E) 若  $x \gg a$ ，則  $P$  點的電位為  $\frac{kQ}{x}$
23. 圖(13)電路中，共有 5 個電阻與 3 個電池構成電路迴路，電池內電阻均為  $1\Omega$ ，導線電阻不計，若定  $e$  點的電位為零，則下列哪些敘述正確？



圖(13)

- (A) 迴路的電流為  $\frac{1}{3}$  A  
 (B) 迴路的電流為  $\frac{4}{3}$  A  
 (C)  $b$ 、 $c$  兩點的電位差  $V_{bc} = V_b - V_c = 12V$   
 (D)  $a$ 、 $b$  兩點的電位差  $V_{ab} = V_a - V_b = 0$   
 (E)  $a$ 、 $b$  兩點的電位差  $V_{ab} = V_a - V_b = -\frac{4}{3}V$
24. 在實驗桌的光凳上安置一焦距  $2.00\text{ cm}$  的薄凸透鏡和一平面鏡，透鏡與平面鏡相距  $10.0\text{ cm}$ ，如圖(14)所示。今將一小紙箱放在凸透鏡左側的某處，且在透鏡的中心軸上，觀察紙箱的成像，發現平面鏡內紙箱的像位於鏡子「裡面」 $4.00\text{ cm}$  處。接著考慮由平面鏡反射的光線會向左行經透鏡，然後再次由透鏡產生箱子的最後成像。下列敘述哪些正確？
- (A) 箱子與透鏡之間的距離為  $2\text{ cm}$   
 (B) 箱子與透鏡之間的距離為  $3\text{ cm}$   
 (C) 透鏡與箱子最後成像位置的距離為  $\frac{5}{3}\text{ cm}$   
 (D) 透鏡與箱子最後成像位置的距離為  $\frac{7}{3}\text{ cm}$   
 (E) 箱子的最後成像為實像

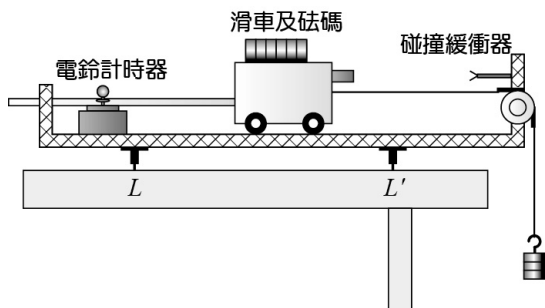


圖(14)

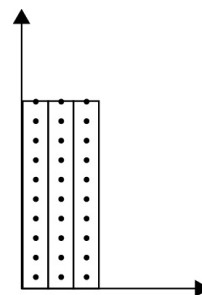
## 第貳部分：非選擇題(占 20 分)

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、(1) 班上一組學生做「牛頓第二運動定律」實驗，實驗裝置如示意圖(15)。在實驗過程中，先調整  $L$ 、 $L'$  的高度，接著啟動電鈴計時器，釋放滑車，取得紙帶上留下的打點痕跡。將紙帶上的痕跡每十點剪成一段，再將各段邊接邊沿一直線排成一排，如圖(16)所示。若滑車軌道的摩擦力不可忽略，則在實驗步驟中調整  $L$ 、 $L'$  高度，會對實驗結果有何影響？(提示：討論在總質量  $M$  固定時，滑車加速度  $a$  與砝碼的總質量  $M$  的關係圖會如何改變？)(3 分)



圖(15)



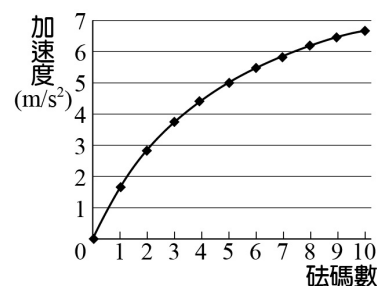
圖(16)

- (2) 該組學生的實驗步驟如下：  
先在滑車上放置 10 個質量為 100 g 的砝碼，

表(2)

砝碼數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
加速度 ( $m/s^2$ )	0	1.67	2.86	3.75	4.44	5	5.45	5.83	6.15	6.43	6.67

每次實驗在滑車上拿取一個砝碼移到吊掛的掛鉤平盤上，逐次增加，並利用紙帶分析得到滑車的加速度。如果滑車質量為  $m$ ，細繩質量可忽略，實驗室的重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ，滑車的加速度實驗數據如表(2)及圖(17)所示，則滑車質量為多少公克？(3 分)

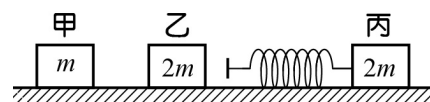


圖(17)

- (3) 假設學生找到軌道摩擦力可忽略的軌道，在實驗裝置不變的情況下，學生在滑車上放置固定重量為 100 gw 的透明玻璃杯，再倒入 200 毫升的液體，此時液面與水平面夾角為  $0$  度。接著在砝碼吊掛處吊掛 10 個 50 g 的法碼，經過幾次實驗後，測得液體液面與水平面夾角的正切值

$$\tan\theta = \frac{1}{3}, \text{ 則該液體的密度為多少 } g/cm^3? (4 \text{ 分})$$

- 二、在水平光滑的桌面上放置質量分別為  $m$ 、 $2m$  及  $2m$  的甲、乙、丙三金屬塊，其質心成一直線，其中丙連接一力常數  $k$  的理想彈簧，如圖(18)所示。初始時，乙、丙靜止，甲以速度  $v$  向右與乙正面碰撞，若所有金屬塊間的碰撞可視為質量集中於質心的質點間碰撞，且忽略彈簧質量。回答下列問題：



圖(18)

- (1) 若甲以速度  $v$  向右與乙正面彈性碰撞，則乙與丙碰撞過程中，彈簧最大壓縮量為何？(2 分) 碰撞後，丙的最大速率為何？(2 分)
- (2) 若甲以速度  $v$  向右與乙正面碰撞，且碰撞後， $\frac{\text{分離速度}}{\text{接近速度}} = 0.8$ ，則乙與丙碰撞過程中，彈簧最大壓縮量為何？(3 分)
- (3) 若甲以速度  $v$  向右與乙正面碰撞，且碰撞後甲乙黏在一起，則乙與丙碰撞過程中，彈簧最大壓縮量為何？(3 分)