

臺北區 110 學年度第二學期

分科測驗第一次模擬考試

物理考科

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)、選修物理 I ～ III〔含探究與實作〕

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響考生成績並傷及權益。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

祝考試順利



版權所有・翻印必究

第壹部分、選擇題（占 68 分）

一、單選題（占 33 分）

說明：第 1.題至第 11.題，每題 3 分。

1.、2.題為題組

西元 2421 年，小新星際旅行來到了一顆未知的星球，為了了解該星球表面的重力加速度，他做了一個單擺實驗，實驗步驟如下：

(一) 量測擺球的直徑，以求得擺球的半徑。

(二) 架設單擺裝置，取擺長（繩長＋擺球半徑）100 cm、擺角 5° 測量單擺連續擺動 30 次的時間，重複 5 次，求週期平均值。

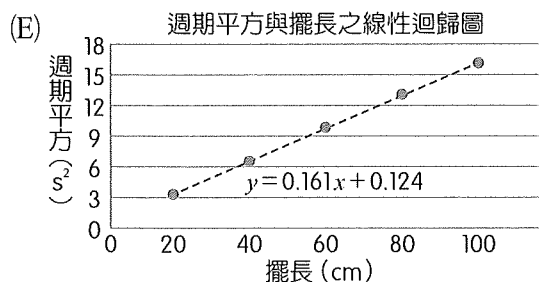
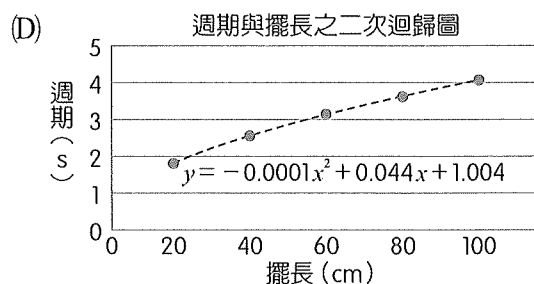
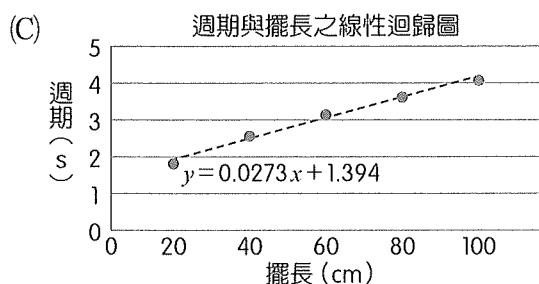
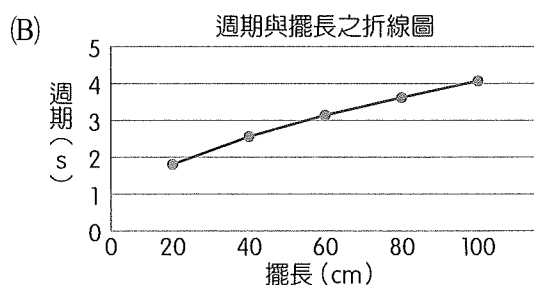
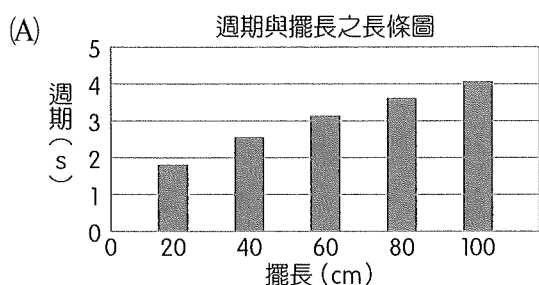
(三) 改變擺長，使擺長為 80 cm、60 cm、40 cm、20 cm，重複實驗步驟(二)，測量不同擺長其單擺的平均週期。

小新的實驗結果紀錄如表 1。

表 1

擺長 (cm)	平均週期 T (s)	平均週期平方 T^2 (s ²)
100	4.02	16.16
80	3.62	13.10
60	3.14	9.86
40	2.56	6.55
20	1.82	3.31

1. 為了求得該星球表面的重力加速度，請問小新應該選擇下列何種關係圖來呈現數據較為適合？



2. 承 1. 題，小新測出該星球之平均半徑為地球的 2 倍，則該星球之平均密度為地球的幾倍？
（地表的重力加速度為 9.8 m/s^2 ）

(A) $\frac{1}{8}$ (B) $\frac{1}{4}$ (C) $\frac{1}{2}$ (D) 2 (E) 4

3. 一般情況下，我們所看見的風力發電機（簡稱風機）有著很大的風機葉片，以此來吸收風能並發電。然而一個風電場的眾多風機之間的排列需要較大之安全距離，即一塊固定大小的地面上，能夠安裝的風機數量是有限的，且扇葉的旋轉產生大噪音也對鳥類帶來了危害。新一代無葉片風機由西班牙公司 Vortex Bladeless 開發，利用風機本體特殊形狀結構之振動捕獲風的動能，具有體積小、安裝維護容易、土地利用率高及對環境友好等顯著特點。無葉片風機振動原理為卡門渦列，其原理為當流體流經阻流體時，流體從阻流體兩側剝離，形成交替的渦流。這種交替的渦流，使阻流體兩側流體的瞬間速度不同。流體速度不同，阻流體兩側受到的瞬間壓力也不同，因此使阻流體發生振動。若 f 為阻流體振動頻率， S 為司特勞克數， V 為流體速度， d 為阻流體迎面寬度，且已知 S 為無因次的常數，則下列式子中何者可能為渦列方程式的形式？

(A) $f = SVd$ (B) $f = SV^2d$ (C) $f = SVd^2$ (D) $f = S \frac{V}{d}$ (E) $\frac{1}{f} = \frac{1}{V} + \frac{1}{d}$

4. 福爾摩沙衛星五號為首個由臺灣完全自主研发的光學遙測衛星，軌道半徑約 7000 公里，質量約 500 公斤，繞行方向為地球的南北向，且繞行地球的週期約 100 分鐘。若考慮全球衛星定位系統（簡稱 GPS），每顆衛星質量約 1000 公斤，軌道半徑約 21000 公里，則此全球衛星定位系統衛星繞行地球的週期約為多少分鐘？

(A) 50 (B) 120 (C) 520 (D) 900 (E) 1440

5. 小新仿照伽利略於比薩斜塔頂端將 10 公斤鉛球與 10 克羽毛同時釋放做自由落體實驗，已知塔高 57.6 公尺，若鉛球墜落地面瞬間與地面的撞擊時間約為 0.48 秒，忽略空氣阻力及其他外在因素，僅討論重力作用且鉛球落地後不反彈，則碰撞期間地面施予鉛球的作用力約為多少牛頓？（提示： $24^2 = 576$ ，重力加速度 $g = 9.8 \text{ 公尺/秒}^2$ ）

(A) 100 (B) 250 (C) 500 (D) 800 (E) 960

6. 如圖 1 所示，光滑桌面上有一小孔，一輕繩穿過小孔（孔內亦光滑），一端繫質量為 m 的小球，另一端以手施力向下拉。起初小球以半徑 R 作等角速度 ω_0 之水平圓周運動。在 $t = 0$ 秒時，手開始以一定的速度 v 將繩下拉，在繩尚未被拉完前，試問第 t 秒末時小球的角速度為何？

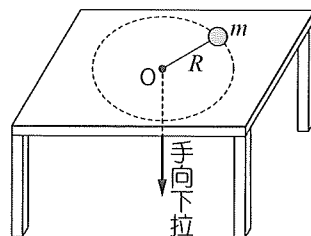


圖 1

(A) ω_0 (B) $\omega_0 \left(\frac{R}{R-vt} \right)^2$
 (C) $\omega_0 \sqrt{\frac{R}{R-vt}}$ (D) $2\omega_0 \left(\frac{R}{R-7vt} \right)^2$
 (E) $\omega_0 \sqrt{\frac{2R}{R-vt}}$

7. 傳統的水力發電之儲能必須抽蓄水於高處並建設水壩，而有環保、工期過長及管路維護等諸多問題。目前有歐美能源公司提出，重力儲能應該是開發成本最低的能源儲存方式，就是以重力位能來儲存能量，當離峰時間用電的電能有多餘的時候，驅動馬達將重物吊至高處，需要電力的時候，再利用重物下降來驅動發電機發電。若有如圖 2 所示的重力儲能裝置，重力位能轉換電能的效率為 80%，重物質量為 $4.9 \times 10^4 \text{ kg}$ ，當重物由高處靜止釋放時，於落下過程某段時間可以達到穩定速率釋放位能，經過測量此段時間內的輸出發電功率恰為 $2.45 \times 10^6 \text{ W}$ ，試問重物於此時段內的落下速率為多少 m/s ？（若不考慮空氣阻力，當地的重力加速度為 10 m/s^2 ）

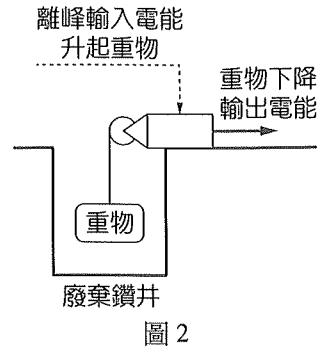


圖 2

8. 圖 3 為一定量的理想氣體之壓力 P 對體積 V 的關係圖，圖中的曲線為絕對溫度 T_0 之等溫過程。若此氣體處在 A、B 兩狀態時的絕對溫度分別為 T_A 與 T_B ，試問下列何者為 T_0 、 T_A 、 T_B 的正確關係？

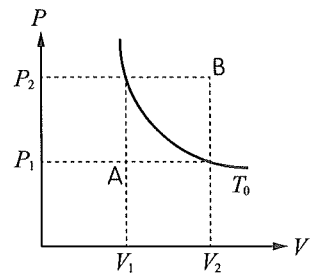


圖 3

- (A) $T_0 = \frac{1}{2} (T_A + T_B)$
 (B) $T_0 = \frac{T_A T_B}{T_A + T_B}$
 (C) $T_0 = \frac{2T_A T_B}{T_A + T_B}$
 (D) $T_0 = \frac{T_A T_B}{T_B - T_A}$
 (E) $T_0 = \sqrt{T_A T_B}$
9. 小新與美牙共乘於一總長 3 公尺、質量 20 公斤的小船上，小新想知道美牙的體重，於是由右端與位於左端的美牙彼此互換了位置，結果發現船竟然在水面上向左移了 1 公尺的距離。若小新質量為 30 公斤，美牙質量為 M 公斤，請你幫小新計算出美牙質量介於下列哪一個範圍？
- (A) $M < 45$ (B) $45 \leq M < 55$ (C) $55 \leq M < 65$
 (D) $65 \leq M < 75$ (E) $M \geq 75$
10. 已知地球的半徑為 R 公尺，波茲曼常數為 k 焦耳 / 克耳文，若視空氣分子為單一類型的理想氣體，當地球表面的溫度上升到 T 克耳文時，分子恰可逃離地表，試問一個空氣分子的平均重量應為多少牛頓？

- (A) $\frac{kT}{R}$ (B) $\frac{3kT}{2R}$ (C) $\frac{2R}{kT}$
 (D) $\frac{kT}{2R}$ (E) $\frac{3kT}{R^2}$

11. 今有物體 1 與物體 2，其中物體 1 質量為 0.2 kg ，兩者在無摩擦力作用的平臺上進行一維彈性碰撞，如圖 4 所示。一開始物體 1 以速度量值 v 向右撞擊靜止物體 2，物體 2 受撞擊後水平飛離平臺落在距離 d 的地面上，而物體 1 撞擊物體 2 後反彈，同樣以水平方向飛離平臺但落在距離 $2d$ 的地面上，由此實驗，試問物體 2 的質量應為多少 kg ？

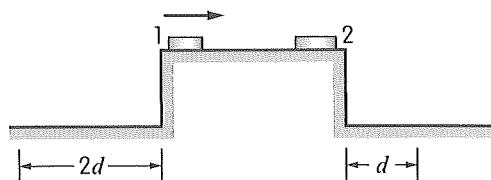


圖 4

- (A) 0.2 (B) 0.4 (C) 0.5 (D) 1 (E) 2

二、多選題（占 35 分）

說明：第 12 題至第 18 題，每題 5 分。

12. 近年來為了實現太空旅行，多家公司提供無重力體驗，方法是利用飛機以圖 5 所示軌跡飛行，將飛機向上加速拉升到某向上速度時，關掉引擎製造出數秒的失重狀態，下降持續數秒後，再度開啟引擎拉升飛機，以避免撞地。若只考慮重力，暫不考慮空氣阻力等外力，下列敘述哪些正確？

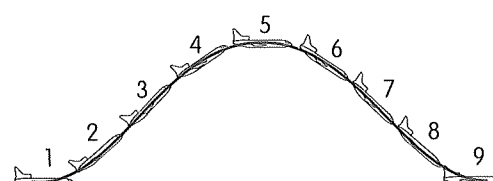


圖 5

- (A) 飛機在最高點位置 5 時的加速度為零
 (B) 在無重力體驗期間，飛機的加速度與速度均持續增加
 (C) 由位置 2 加速爬升到位置 5，飛機內乘客會覺得體重增加了
 (D) 失重狀態期間，飛機中的乘客將失去重力作用
 (E) 除了模擬失重，位置 6 到位置 8 期間飛機也能模擬月球重力（約地球重力的 $\frac{1}{6}$ ）

13. 如圖 6 所示，有一均質梯子長為 L 、重量為 W ，斜靠在牆上，與地面夾角為 θ ，受牆面與地面的正向力分別為 N_2 與 N_1 ，則下列敘述哪些正確？

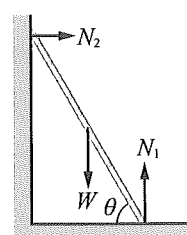


圖 6

- (A) 若欲平衡，梯子與地面必有摩擦力
 (B) 無論 θ 為何值，地面給梯子的正向力，在梯子靜力平衡階段，始終保持定值
 (C) 若牆壁光滑，亦有可能靜力平衡
 (D) 若牆面光滑，則梯子與地面的摩擦力為 $\frac{W}{2} \tan \theta$
 (E) 若牆面光滑，則地面給予梯子的作用力與地面之夾角恰為 θ

14. 一弦線一端固定，另一端連接無重量小環套在一光滑金屬棒上，並且拉緊。此弦出現某種駐波模式時，可觀察到共有 3 個節點。弦長為 50 公分，弦上張力為 10 牛頓，弦線密度為 1 克 / 公尺，則下列敘述哪些正確？

- (A) 此駐波波形為 (B) 此駐波為第三諧音
 (C) 此駐波頻率為 250 赫茲 (D) 此駐波模式是唯一可以產生的駐波模式
 (E) 此駐波頻率為基音的 3 倍

15. 如圖 7 所示，已知當空氣中有聲波傳播時，會造成空氣粒子密度疏密相間的變化，則下列敘述哪些正確？

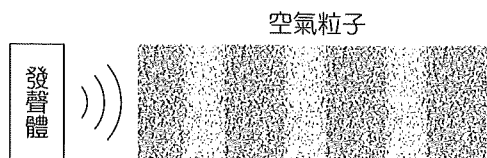


圖 7

16. 如圖 8 所示，一紅色光在空氣中以入射角 $\theta = 53^\circ$ 從上方射入一折射率為 1.6 且高度甚高的透明玻璃磚，則下列敘述哪些正確？

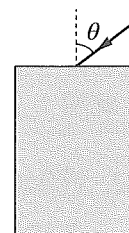


圖 8

17. 角柱形銅條質量為 m 、電阻為 R 、長為 ℓ ，放置於傾角為 θ 的兩平行金屬軌條上，如圖 9 所示，軌條相距為 ℓ ，且光滑無摩擦力，有鉛直向上之均勻磁場 B 作用於此區域，若軌道夠長，下列敘述哪些正確？

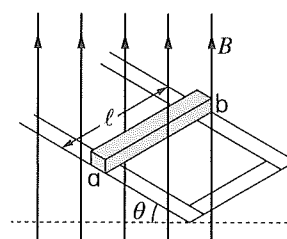


圖 9

18. 在雙狹縫光干涉實驗結果中，下列敘述哪些正確？

- (A) 可觀察到相對於兩旁，在屏幕上中央處存在特別亮特別寬的亮帶
- (B) 若此裝置全部置於折射率為 1.5 的透明液體中，則相鄰亮帶間距會變為空氣中的 1.5 倍
- (C) 若將入射狹縫的光線與狹縫面的夾角由 90° 變為 30° ，則干涉條紋間隔變為原來的 $\frac{2}{\sqrt{3}}$ 倍
- (D) 若原以波長 6000 埃之黃光照射做實驗，暗紋間距為 1.5 毫米，後改用 4000 埃的紫光，則暗紋間距縮短為 1.0 毫米
- (E) 若以 6000 埃之黃光為入射光做實驗，今在此雙狹縫中的一個狹縫前，以厚度為 1.8×10^{-6} 公尺、折射率為 1.5 的透明玻璃遮住，則原來中央亮帶的位置此時變為暗紋

第貳部分、混合題或非選擇題（占 32 分）

說明：本部分共有 3 題組，每一子題配分標於題末。限在標示題號作答區內作答。選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

19.~21. 題為題組

在太空中要找到系外行星非常困難，主要原因是母恆星的強大幅射會完全吞噬行星發出的光，所以根本看不到行星發出的光，自然找不到其存在。但科學家發現兩個天體可以因彼此的重力，互相繞著共同質心運轉形成雙星系統，且當恆星在作週期性環繞運動時，其光譜會呈現周而復始紅移與藍移交錯的都卜勒效應現象，如圖 10。獲得 2019 年諾貝爾物理獎的其中兩位瑞士天文學家梅爾與奎洛茲，他們於 1995 年因發現飛馬座 51 這顆恆星都卜勒光譜 4 天的快速週期變化，進而找到其環繞的行星飛馬座 51b，並測得其質量為母恆星的 $\frac{1}{2500}$ 。2001 年，科學家又另外對其他太陽系以外的行星之大氣進行探測與化學分析。圖 11 為當行星 HD209458b 從其恆星 HD209458 前面經過時，我們偵測該恆星的光，記錄某個光波區段所對應的光強度。圖 12 為實驗室中量測不同元素所放出的光譜圖。

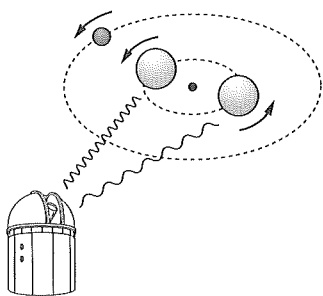


圖 10

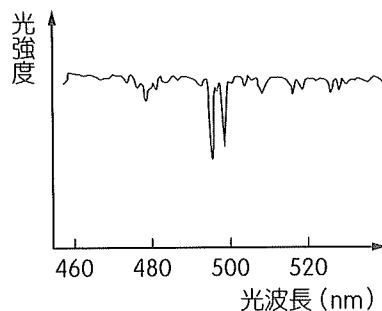


圖 11

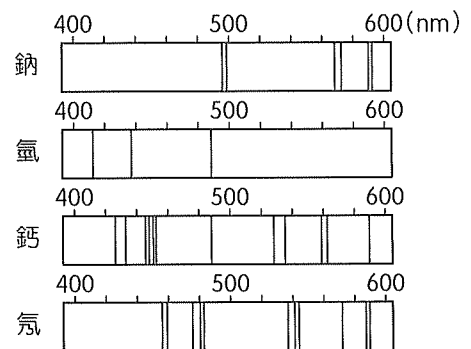


圖 12

19. 依照實驗室各別測出的元素光譜，行星 HD209458b 最有可能含有什麼成分？（單選）（2 分）
- (A) 鈉
(B) 氫
(C) 鈣
(D) 氮
(E) 以上皆非
20. (1) 飛馬座 51b 與其恆星的速率比為_____。（填充題）（2 分）
(2) 飛馬座 51b 繞其雙星系統質心的週期為_____天。（填充題）（2 分）
21. 觀測天體光譜時，有時因為星體運動產生的都卜勒效應使我們無法察覺星體實際的發光波長，若有一個星球釋放極強的紫外線，卻被地球上的我們觀察到該星球釋放主要光線為藍光，請問該星球光源發生藍移或是紅移？請簡述原因。（2 分）

22.、23. 題為題組

水波槽是一種觀察水波性質的實驗裝置，如圖 13 所示，水槽底部為透明玻璃板，上方安裝強光源裝置，而強光源發出的光線可以將水槽內的水波圖像投射在水槽下方的白紙上，藉此觀察水波的傳播情形。

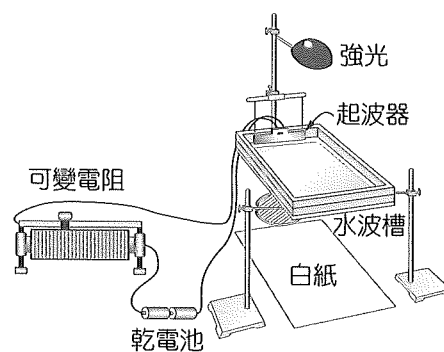


圖 13

22. 當水波槽中，兩同相點波源產生波長為 8 公分的水波，且水面上形成干涉。若水面上某 P 點到兩點波源的距離之差為 20 公分，則 P 點投射於白紙上的位置是在有亮暗變化的線上還是在灰線上？理由為何？（4 分）

23. 在水波通過單狹縫的繞射實驗中，若狹縫的寬度太寬，則無法清楚顯示繞射現象。試問在不改變狹縫寬度及水深的前提下，應如何做才能讓繞射現象清楚的顯現出來？（2 分）

24.~26. 題為題組

小新購買了焦距 4 公分的凸透鏡 A 及焦距 12 公分的凸透鏡 B，利用這兩個透鏡各別進行成像實驗。

24. 將一個燃燒中具火焰總長 2 公分的蠟燭直立置於凸透鏡 B 鏡主軸上距鏡面 60 公分的地方，試問成像結果以下敘述是正確或錯誤？其理由為何？
- 敘述一：成像位置是在鏡後 20 公分處。（3 分）
- 敘述二：成像的長度為 0.5 公分。（3 分）
- 敘述三：若改以同樣焦距 12 公分的凹透鏡取代原凸透鏡 B 之位置，則會在鏡後 10 公分處成虛像。（3 分）
25. 若將高度 4 公分的娃娃放在透鏡 A 正前方 8 公分處，則成像方式為何？試利用答題卷方格紙畫出透鏡、娃娃（以箭頭表示）、正確的兩條光徑及成像位置，並說明成像的虛實、大小及正倒立形式。（6 分）
26. 如圖 14 所示，小新將兩個透鏡置於同軸且保持直立，若兩透鏡相距為 d ，將一物放置於透鏡 A 前 20 公分。若經兩透鏡折射後成像為實像，則 d 的範圍為何？（3 分）

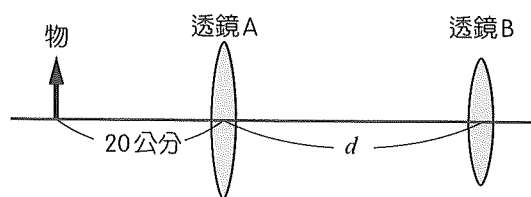


圖 14