

臺北區 106 學年度第二學期

指定科目第二次模擬考試

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)(下)

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



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）

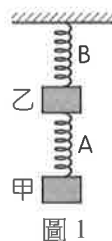
說明：第 1. 題至第 20. 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 在水平地面以初速 v_0 、仰角 53° 斜向拋射一小球，忽略空氣阻力，自小球拋出至最高點期間，其水平方向平均速度量值為鉛直方向平均速度量值的多少倍？

(A) $\frac{3}{4}$ (B) $\frac{4}{3}$ (C) $\frac{3}{2}$ (D) $\frac{2}{3}$ (E) 1

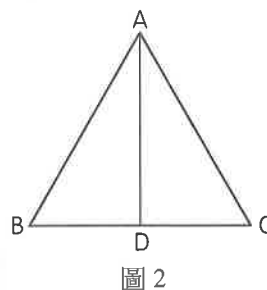
2. 如圖 1 所示，以力常數各為 k 、 $2k$ 之 A、B 兩條輕彈簧，鉛直懸掛重量相等的兩物體甲、乙並達成平衡。今施力拉動甲使其自平衡點下移距離 d ，則乙自平衡點下移距離為下列何者？

(A) d (B) $\frac{d}{2}$ (C) $\frac{d}{3}$ (D) $\frac{d}{4}$ (E) $\frac{d}{5}$



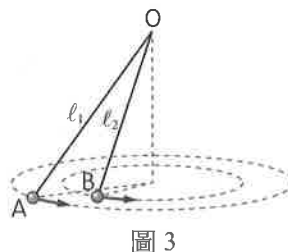
3. 如圖 2 所示，有一張桌面為正三角形的桌子，在角頂 A、B、C 處由三隻等長的桌腳支撐，置於水平地面。已知 D 點為 BC 線段之中點，今在 AD 線段中點放置重 24 kgw 之物體，則 B 處桌腳所承受之力量值增加多少 kgw？

(A) 4
(B) 6
(C) 8
(D) 9
(E) 10



4. 如圖 3 所示，兩質量相等的小物體 A、B 各以細繩（繩長 $l_1 > l_2$ ）懸吊在同一點 O，並在同一水平面上作等速圓周運動，下列敘述何者正確？

(A) 兩繩張力的量值大小關係為 $A < B$
(B) 兩物體繞轉一週期，繩張力造成的衝量皆為 0
(C) 兩物體繞轉一週期，繩張力造成的衝量量值大小關係為 $A > B$
(D) 兩物體對 O 點的角動量皆守恒
(E) 兩物體對 O 點角動量的時變率大小關係為 $A > B$



5. 如圖 4 所示，在光滑水平面上，以質量不計之兩條細線繫質量比為 3 : 2 的 A、B 兩球，並將一端固定於 O 點，以 O 為圓心作等速圓周運動，O、A、B 始終維持一直線。兩線長度比 $\overline{OA} : \overline{AB} = 4 : 3$ ，則 A、B 兩球所受的向心力量值比為下列何者？

(A) 2 : 1 (B) 3 : 1 (C) 6 : 7 (D) 13 : 7 (E) 13 : 6



6. 一輛小車在水平面上作直線運動，從某時刻（定 $t=0$ ）起，地面給小車向前的推力 F 和小車所受的阻力 f 與時間 t 的關係如圖 5 所示，則小車所受推力 F 的功率 P 隨時間 t 的變化曲線為下列何者？

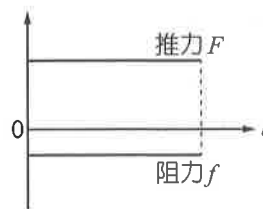
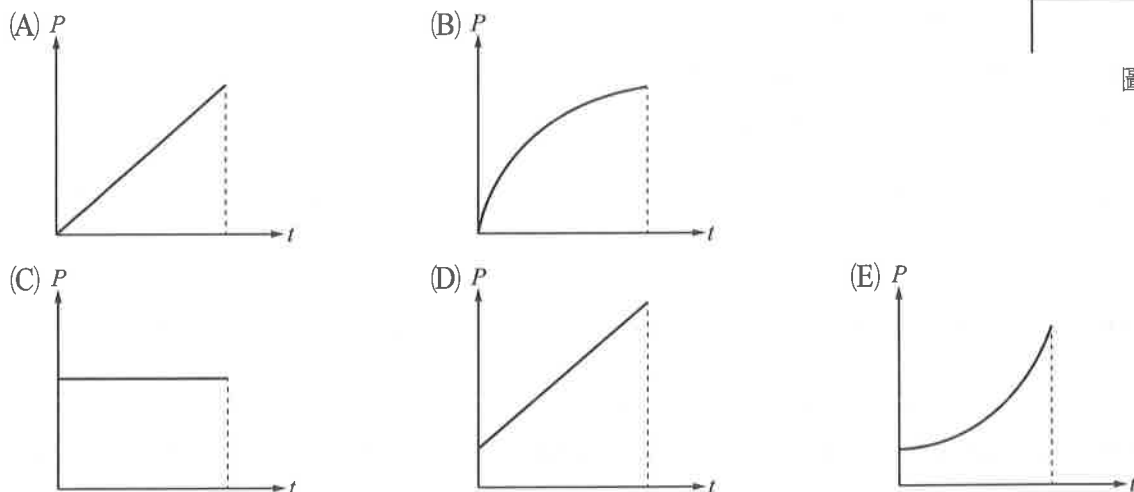


圖 5



7. 在光滑水平面上，有甲、乙、丙三個金屬塊，其質心互成一直線，其中甲的質量為 m ，而乙連接一力常數為 k 的理想彈簧，如圖 6 所示。初始時，乙、丙靜止，而甲以速度 v 向右與乙正面彈性碰撞，碰撞期間並未撞到丙，

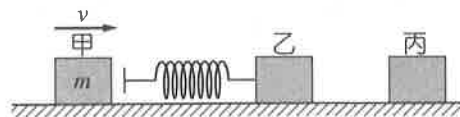


圖 6

且彈簧的最大壓縮量為 $\sqrt{\frac{mv^2}{3k}}$ 。接著乙再與丙正面彈性碰撞，碰撞後乙反彈，且乙、丙的速率相同。若所有金屬塊間的碰撞可視為質量集中於質心之質點間彈性碰撞，且彈簧質量可以忽略，則乙、丙的質量 $m_{\text{乙}}$ 、 $m_{\text{丙}}$ 分別為何？

- (A) $m_{\text{乙}} = \frac{1}{2}m$ 、 $m_{\text{丙}} = \frac{3}{2}m$
 (B) $m_{\text{乙}} = \frac{3}{2}m$ 、 $m_{\text{丙}} = \frac{1}{2}m$
 (C) $m_{\text{乙}} = 2m$ 、 $m_{\text{丙}} = 6m$
 (D) $m_{\text{乙}} = 6m$ 、 $m_{\text{丙}} = 2m$
 (E) $m_{\text{乙}} = m$ 、 $m_{\text{丙}} = 3m$
8. 一單擺擺長為 180 cm，將擺錘由最低點向旁邊水平移動 2.5 cm 後靜止釋放。若重力加速度 $g=9.8 \text{ m/s}^2$ ，當其自釋放點水平移動 1.0 cm 時，擺錘速度量值約為多少 cm/s？
- (A) 2
 (B) $\frac{8}{3}$
 (C) $\frac{10}{3}$
 (D) 4
 (E) $\frac{14}{3}$

9.、10.題為題組

2017 年諾貝爾物理獎由萊納·魏斯 (Rainer Weiss) 等三人獲得，表彰他們在重力波 (gravitational wave) 理論的探測。重力波是當帶質量的物體作加速度運動時，產生一種能量傳播形式，其傳播的速率為光速。在獎項公布後的數日，位於美國的雷射光干涉重力波天文臺 LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) 又宣布他們探測到兩顆中子星在互撞合併時，釋放重力波訊號。試回答 9.、10.題：

9. 一恆星因演化形成中子星後，質量為太陽的 2.3 倍、直徑為太陽的 $\frac{1}{70000}$ 倍，假設該中子星

與太陽皆可視為均勻的球體，則該中子星表面之重力加速度約為太陽表面的多少倍？

- (A) 1.6×10^9 (B) 3.2×10^9 (C) 1.1×10^{10} (D) 2.1×10^{12} (E) 4.6×10^{14}

10. 質量分別為 m 、 $2m$ 的兩中子星，距離 r ，靠著兩者間的萬有引力，繞著兩者的質心作等速圓周運動。定無窮遠重力位能為零，若在互繞過程中，因為重力波的效應而使得系統的力學能減少 $\frac{Gm^2}{3r}$ (G 為重力常數)，則質量為 m 之中子星作圓周運動的軌道半徑會縮減為多少？

- (A) $\frac{r}{2}$ (B) $\frac{r}{4}$ (C) $\frac{3r}{4}$ (D) $\frac{r}{8}$ (E) $\frac{3r}{8}$

11.、12.題為題組

圖 7 為手機充電過程中的電路示意圖，其中 \mathcal{E}_C 為充電器的直流輸出電壓、 \mathcal{E}_P 為手機電池的使用電壓、 R 為包含電池內電阻的充電迴路總電阻。小明買了 A 牌的新手機，電池上標示【使用電壓 $\mathcal{E}_P = 4.0 \text{ Vdc}$ 、充電電壓 $\mathcal{E}_C = 5.0 \text{ Vdc}$ 、充電容量 $3000 \text{ mA} \cdot \text{h}$ 】。開機後顯示電量為 50%，接上充電器充電約 180 分鐘後電量達到 100%。

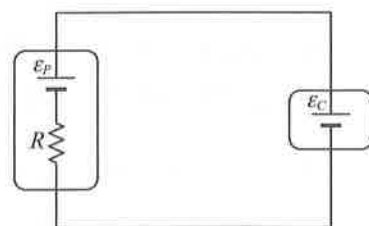


圖 7

11. 若充電過程中內電阻與充電電流均可視為定值，請問此手機充電過程，迴路總電阻值 R 約為多少 Ω ？

- (A) 0.5 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4

12. 小明看網路上販售此手機專用的原廠快速充電器 (Quick charge)，充電器上標示直流輸出電壓 $\mathcal{E}_C = 9.0 \text{ Vdc}$ ，其餘參數不變。假設充電迴路總電阻 R 不會因為溫度的影響而改變電阻值，請問用此快速充電器，將手機電池的電量由 0% 充電達到 100%，約需多少分鐘？

- (A) 60 (B) 72 (C) 90 (D) 120 (E) 180

13. 如圖 8 所示，容器 A 與 B 內充有絕對溫度均為 T_0 、壓力為 P_0 的相同理想氣體， $V_B = 3V_A$ ，中間有細管相連通。今維持容器 A 中氣體的溫度不變，對容器 B 中氣體加熱，使其壓力增大為 $2P_0$ ，則此時容器 B 中氣體絕對溫度為下列何者？

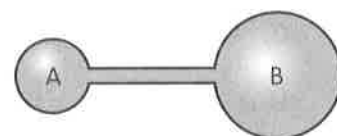


圖 8

- (A) T_0 (B) $2T_0$ (C) $3T_0$ (D) $4T_0$ (E) $5T_0$

14. 一個兩端開口的管狀物長度超過 1.5 公尺但不到 3.5 公尺，



圖 9

將一揚聲器置於此管狀物的一端開口處，如圖 9 所示，連

續改變揚聲器發出的聲頻，發現當頻率為 340 赫茲時會產

生共鳴。今將其一端封閉，做如上的測試，則發現當頻率為 510 赫茲時會產生共鳴。若當時的聲速為 340 公尺 / 秒，則管長為多少公尺？

- (A) 2.0
(B) 2.2
(C) 2.5
(D) 2.8
(E) 3.0

15. 一個連續週期繩波向 $+x$ 的方向傳播，如圖 10

所示，若細繩上的各質點在原位置每分鐘上下振盪 10 次，則下列敘述何者正確？

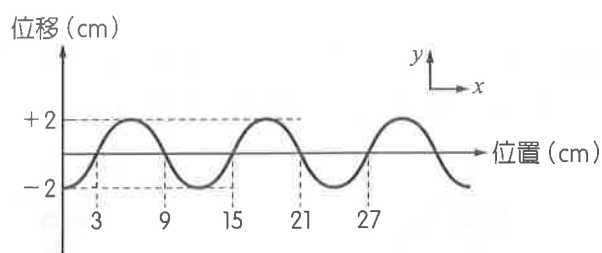


圖 10

- (A) 此週期波的波長為 15 cm
(B) 此週期波的振幅為 4 cm
(C) 此週期波的頻率為 10 Hz
(D) 此週期波的波速為 2.0 cm / s
(E) 此週期波由位置 3 cm 處傳播到 27 cm 處需時 18 s

16. 一帶正電粒子由原點射入一平行 x 軸的磁場中，粒子入射方向在 xy 平面上，並與 x 軸夾角 θ 。觀察者觀測到此帶正電粒子的運動過程為迴轉半徑先變小再變大的順時針螺旋線軌跡，如圖 11 所示。試問 x 軸方向之磁場量值 B_x 隨 x 軸位置的變化圖，最接近下列何者？

(註： B_x 以 x 軸方向向右為正)

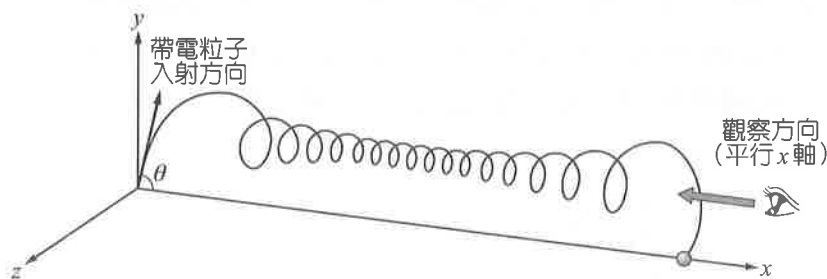


圖 11

- (A) (B) (C) (D) (E)

17. 法拉第盤是世界上第一臺直流發電機。如圖 12 所示，將一銅盤放置於均勻磁場中，磁力線垂直穿過銅盤，轉動銅盤即可於封閉迴路中輸出電流。已知圓盤半徑為 R ，由上而下的均勻磁場為 B ，且由圓盤上方觀察，發現圓盤以等角速度 ω 作逆時針旋轉，試問 ab 兩點的電位差 V_{ab} 為下列何者？（註： $V_{ab} = V_a - V_b$ ）

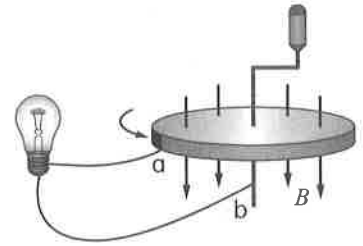
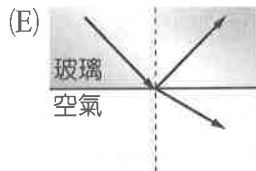
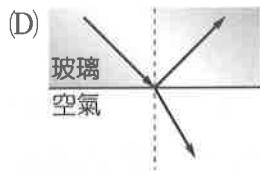
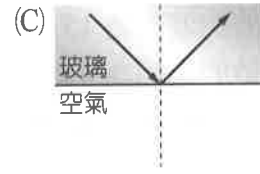
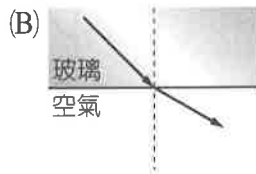
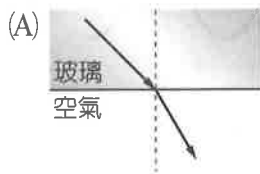


圖 12

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

18. 一束光線從折射率為 1.5 的玻璃內射向空氣，在界面上的入射角為 45° 。試問下列選項的圖形中，何者為此光線最可能的軌跡？



19. 如圖 13 所示，均勻的電場中有 a 、 b 、 c 三點，以它們為頂點形成的三角形中， $\angle a = 30^\circ$ ， $\angle c = 90^\circ$ ，電場的方向與三角形所在平面平行。已知 a 、 b 、 c 三點的電位為 $(2 - \sqrt{3}) \text{ V}$ 、 $(2 + \sqrt{3}) \text{ V}$ 與 2 V ，則沿著此三角形的外接圓可找到最低及最高之電位分別為下列何者？

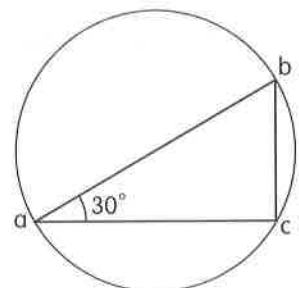


圖 13

- (A) $(2 - \sqrt{3}) \text{ V}$ 、 $(2 + \sqrt{3}) \text{ V}$
(B) $(2 - \frac{4}{\sqrt{3}}) \text{ V}$ 、 $(2 + \frac{4}{\sqrt{3}}) \text{ V}$
(C) $(4 - \sqrt{3}) \text{ V}$ 、 $(4 + \sqrt{3}) \text{ V}$
(D) 0 V 、 4 V
(E) 0 V 、 $2\sqrt{3} \text{ V}$

20. 以波長為 λ_0 的電磁波分別照射兩塊金屬甲與乙後，均可測得光電子。金屬甲所產生之光電子的截止電壓為 V ，金屬乙的截止電壓為 $\frac{V}{3}$ 。若金屬甲的底限波長 $\lambda_{甲} = \frac{3}{2} \lambda_0$ ，請問金屬乙的底限波長 $\lambda_乙$ 為何？（註：底限波長為可打出光電子之最大光波長）

- (A) $\frac{5}{4} \lambda_0$ (B) $\frac{6}{5} \lambda_0$ (C) $\frac{7}{6} \lambda_0$ (D) $\frac{8}{7} \lambda_0$ (E) $\frac{9}{8} \lambda_0$

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. 一物體從傾斜角為 θ 的斜面底以 v_0 之初速上滑，假設斜面夠長，達最高點再滑回斜面底時的速率為 v 。物體與斜面之動摩擦係數 $\mu = \frac{3 \tan \theta}{5}$ ，重力加速度為 g ，則下列敘述哪些正確？
- (A) 上滑與下滑時，物體加速度量值比為 4 : 1
- (B) $v = \frac{v_0}{2}$
- (C) 上滑與下滑所經歷時間比為 1 : 2
- (D) 物體沿斜面所能上滑之最大高度為 $\frac{5v_0^2}{16g}$
- (E) 物體下滑至其所達最大高度的 $\frac{3}{4}$ 時，其速度量值為 $\frac{v_0}{4}$
22. 如圖 14 所示，一質量為 M 、斜角為 θ 的斜面放置於水平地面上，今將一質量為 m 的木塊在斜面上由靜止釋放。不計斜面與地面、斜面與木塊間的摩擦，重力加速度為 g ，則在下滑過程中，下列敘述哪些正確？

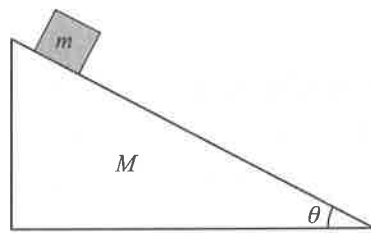


圖 14

- (A) 木塊與斜面系統動量守恆
- (B) 木塊與斜面系統的質心加速度量值為 0
- (C) 當木塊相對斜面的速率為 v ，此時斜面後退的速度量值為 $\frac{mv \cos \theta}{M+m}$
- (D) 斜面對木塊不作功
- (E) 木塊與斜面系統的力學能守恆
23. 以單色光做雙狹縫干涉實驗，下列敘述哪些正確？
- (A) 光源由藍光改成紅光時，亮帶間距變大
- (B) 把整個系統改放在折射率較大的透明介質中時，亮帶間距變大
- (C) 把兩個狹縫之寬度各減小時，亮帶的亮度會減小
- (D) 把兩個狹縫之寬度各減小時，亮帶間距變大
- (E) 把雙狹縫與光屏間的距離拉大時，亮帶間距變大

24. 某生用電子做雙狹縫干涉實驗，在雙狹縫後的螢幕上有電子偵測器，每次電子在垂直入射雙狹縫後，會撞擊偵測器顯示出一亮點。用許多電子逐一重複上述步驟後，統計螢幕上各處偵測器所顯示的亮點數目，可以得到類似光波的干涉條紋。請問下列有關電子雙狹縫干涉實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 電子槍每次發射一顆電子，屏幕上立即可出現雙狹縫干涉條紋
- (B) 電子槍一次一定要射出大量電子，每個電子之間會互相干擾，才能在屏幕上出現干涉條紋
- (C) 若提升電子槍的發射電壓增加電子速率，則所見的干涉條紋間距將變小
- (D) 若某生能射出相同動能的質子進行實驗，所得的質子干涉條紋間距將比電子還小
- (E) 若某生用與電子動能一樣能量的光子（電磁波，例如 X-ray）進行實驗，能得到干涉條紋間距相同的圖案

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 15 所示，電荷量均為 $+q$ 、質量分別為 m 與 $2m$ 的小球 A 與 B，中間連接質量不計的細繩，在鉛直方向向上的均勻電場 \vec{E} 中以速度 v_0 等速上升，在某時刻細繩斷開，若重力加速度為 g ，求：

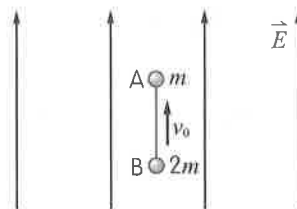


圖 15

1. 空間電場強度為多少？（1 分）
2. 當 B 球速度為零時，A 球的速度量值為多少？（4 分）
3. 自細繩斷開至 B 球速度為零的過程中，兩球系統質心的位移量值為多少？（1 分）
4. 承 3. 題，兩球組成系統的重力位能變化量、電位能變化量分別為多少？（4 分）

二、圖 16 為惠司同電橋測量一待測電阻 R_x 的實驗裝置示意圖。圖中 MN 為惠司同電橋之均勻金屬線，B 為滑動接觸點， ε 為電池之電動勢，S 為開關， \odot 為電流計，其中 X、 R_x 、電流計均共同連結於一導體片上。回答下列各問題：

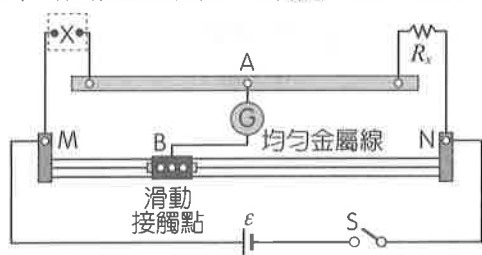


圖 16

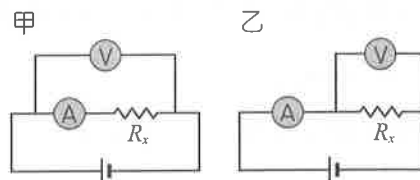


圖 17

1. 圖 16 中虛線方框內未畫出的儀器 X 是什麼？為達較準確的實驗數據，在測量 R_x 時，儀器 X 及滑動接觸點需先做什麼樣的步驟？（3 分）
2. 承 1. 題，若做好前述步驟後，發現有少許電流由 A 流至 B，則滑動接觸點需如何移動？請解釋。（2 分）
3. 請比較惠司同電橋測量法與圖 17 中甲、乙兩種測電阻法之特性差異。（3 分）
4. 是否能將圖 16 中的電流計改裝成伏特計？請解釋。（2 分）

臺北區 106 學年度第二學期

指定科目第二次模擬考試

物理
考
科
參
考
答
案
暨
詳
解



99363417-26

版權所有・翻印必究

物理考科詳解

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

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. (C)

出處：基礎物理(二) B 上 運動學——平面運動

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：分量的運用，平均速度的計算

解析：水平方向為等速運動，其平均速度為 $\frac{3v_0}{5}$ 。

鉛直方向為等加速運動，其平均速度為初速

$\frac{4v_0}{5}$ 與末速 0 之算術平均值 $\frac{2v_0}{5}$ 。故小球水平

方向平均速度量值為鉛直方向平均速度量值的

$\frac{3}{2}$ 倍。

2. (C)

出處：基礎物理(二) B 上 靜力學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：虎克定律，力的平衡

解析：自平衡狀態下拉甲，A、B 同時感受此力，因力常數比為 1:2，故伸長量比為 2:1，因此甲、乙兩物體下移之距離比為 3:1。所以甲

下移距離為 d 時，乙下移距離為 $\frac{d}{3}$ 。

3. (B)

出處：基礎物理(二) B 上 靜力學

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：靜力平衡

解析：以 BC 線段為轉軸，由轉動平衡知重物產生的力矩與 A 桌腳所增加之力矩平衡，可知 A 桌腳支撐力增加 12 kgw。由力平衡知 B、C 兩桌腳共增加 12 kgw，則依對稱性可知，兩桌腳支撐力各增加 6 kgw。

4. (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 動量與動量守恆律

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：圓周運動中各物理量關係的比較

解析：(A) 令繩張力為 F 、細繩與鉛直線的夾角為 θ ，繩張力的量值為 $F = mg \sec \theta$

因 $\theta_A > \theta_B$ ，故 $F_A > F_B$

(B) 物體繞轉一週期 T ，所受的總衝量

$$\vec{J}_F + mgT (\downarrow) = \Delta \vec{p} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{J}_F = mgT (\uparrow)$$

(C) 物體受力與週期 T 的關係為

$$F \sin \theta = m \frac{4\pi^2 (\ell \sin \theta)}{T^2}, \text{ 且 } F \cos \theta = mg,$$

$$\text{故週期 } T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell \cos \theta}{g}}$$

$$\Rightarrow T_A = T_B$$

故繩張力造成的衝量量值為 $A = B$

(D) 因物體對 O 點之力矩不為零，故角動量不守恆。

(E) 令物體繞轉半徑為 r ，則物體對 O 點的力矩量值為 mgr ，又 $r_A > r_B$ ，故對 O 點角動量的時變率大小關係為 $A > B$

5. (C)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：圓周運動與向心力

解析：向心加速度 $a_c = r\omega^2$ ，向心力 $F_c = ma_c$

O、A、B 始終維持一直線，表示 A、B 圓周運動週期相等，兩者圓周運動半徑比為

4:7，所以向心加速度量值比為 4:7，向心力量值比為 6:7。

6. (D)

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：功率

解析：小車受定力作用，故作等加速運動， t 時刻速度 $v = v_0 + at$

$$\text{因此 } t \text{ 時刻功率 } P = Fv = F(v_0 + at)$$

7. (A)

出處：基礎物理(二) B 下 碰撞

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：彈性碰撞過程能量的轉換

解析：由甲、乙碰撞期間彈簧最大壓縮量知

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(m+m_Z)\left(\frac{mv}{m+m_Z}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2}k\left(\sqrt{\frac{mv^2}{3k}}\right)^2 \Rightarrow m_Z = \frac{1}{2}m$$

由乙、丙碰撞後速率相等、方向相反

$$\vec{v}_Z' = \left(\frac{m_Z - m_{丙}}{m_Z + m_{丙}}\right) \vec{v}_Z = -\vec{v}_{丙}' = \frac{-2m_Z}{m_Z + m_{丙}} \vec{v}_Z$$

$$\Rightarrow m_{丙} = 3m_Z \Rightarrow m_{丙} = \frac{3}{2}m$$

8. (E)

出處：基礎物理(二) B 上 牛頓運動定律的應用
目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力
內容：簡諧運動速度與位置之關係

解析：單擺週期 $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$$\text{所以角頻率 } \omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} = \sqrt{\frac{980}{180}} = \frac{7}{3}$$

擺錘偏離平衡點 x 之速度量值

$$v = \omega \sqrt{R^2 - x^2} = \frac{7}{3} \times \sqrt{2.5^2 - 1.5^2} \\ = \frac{14}{3} \text{ (cm/s)}$$

9. (C)

出處：基礎物理(二) B 下 萬有引力
目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力
內容：重力加速度的計算

$$\text{解析：} g_{\text{中子星}} = \frac{G(2.3M_{\text{太陽}})}{(\frac{1}{7 \times 10^4} R_{\text{太陽}})^2} \div 1.1 \times 10^{10} g_{\text{太陽}}$$

10. (A)

出處：基礎物理(二) B 下 功與動能
目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力
內容：力學能變化的計算與應用
解析：原中子星系統之力學能

$$E = -\frac{Gm(2m)}{2r} = -\frac{Gm^2}{r}$$

依題意，後來的力學能

$$E' = -\frac{Gm^2}{r} - \frac{Gm^2}{3r} = -\frac{4Gm^2}{3r} \\ = -\frac{Gm(2m)}{2(\frac{3}{4}r)}$$

可知兩中子星距離縮減為 $\frac{3r}{4}$

故質量為 m 的中子星之軌道半徑 = 其與質心

$$\text{的距離} = \frac{3r}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{r}{2}$$

11. (C)

出處：選修物理(下) 電流、電阻與電路
目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力
內容：電流，歐姆定律，電流熱效應與電功率
解析： $\varepsilon_C = 5.0 \text{ Vdc}$ 、 $\varepsilon_P = 4.0 \text{ Vdc}$

由充電電量

$$\Delta Q = I \Delta t = 0.5 \times 3000 \text{ mA} \cdot h = I \times 3 \text{ h}$$

得充電過程電流 $I = 0.5 \text{ A}$

再由歐姆定律 $\varepsilon_C - \varepsilon_P = I \times R$

$$\text{得迴路電阻 } R = \frac{\varepsilon_C - \varepsilon_P}{I} = \frac{5-4}{0.5} = 2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

12. (B)

出處：選修物理(下) 電流、電阻與電路
目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：電流，歐姆定律，電流熱效應與電功率

解析： $\varepsilon_C = 9.0 \text{ Vdc}$ 且其餘參數均不變，由歐姆定律可

$$\text{得充電電流為 } I' = \frac{\varepsilon_C - \varepsilon_P}{R} = \frac{9-4}{2} = 2.5 \text{ (A)}$$

為 11.題 0.5 A 的五倍，因此充電速率也為原本的五倍。

由充電電量

$$\Delta Q = I \Delta t = 3000 \text{ mA} \cdot h = 2500 \text{ mA} \times \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = 1.2 \text{ h} = 72 \text{ min}$$

13. (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：理想氣體方程式

解析：(1) 設對容器 B 加熱前，容器 A 與 B 內含有氣

體分子數分別為 n_A 及 n_B ，依題意已知

$$V_B = 3V_A, \text{ 可得}$$

$$\textcircled{1} P_0 \times V_A = n_A \times R \times T_0$$

$$\textcircled{2} P_0 \times V_B = P_0 \times 3V_A = n_B \times R \times T_0$$

由①及②可得 $n_B = 3n_A$

(2) 對容器 B 加熱後，容器 A 與 B 內含有氣體分子數分別為 n_A' 及 n_B' ，容器 B 的溫度為 T' 。

容器 A：

$$2P_0 \times V_A = n_A' \times R \times T_0 = 2n_A \times R \times T_0 \text{ (由①式可得)}$$

$$\text{得 } n_A' = 2n_A$$

$$\text{故 } n_B' = (n_A + n_B) - n_A' \\ = (3+1)n_A - 2n_A = 2n_A$$

容器 B：

$$2P_0 \times V_B = n_B' \times R \times T'$$

$$\text{即 } 2P_0 \times 3V_A = n_B' \times R \times T' = 2n_A \times R \times T' \\ = 6n_A \times R \times T_0 \text{ (由①式可得)}$$

$$\text{故 } T' = 3T_0$$

14. (C)

出處：選修物理(上) 聲波

目標：分析過程，找出相關數量之間關係的能力

內容：聲音與共鳴

解析：設管狀物長度為 L ，聲速為 v

$$\text{開管共鳴的頻率為 } f = \frac{nv}{2L}, n \text{ 為整數；}$$

$$\text{閉管共鳴的頻率為 } f' = \frac{mv}{4L}, m \text{ 為奇數。}$$

$$\text{分別可得管長 } L = \frac{nv}{2f} = \frac{n \times 340}{2 \times 340} = \frac{n}{2} \text{ 及}$$

$$L = \frac{mv}{4f'} = \frac{m \times 340}{4 \times 510} = \frac{m}{6}$$

$$\text{因 } 1.5 < L = \frac{n}{2} = \frac{m}{6} < 3.5, n \text{ 為整數及 } m \text{ 為奇數，故得 } n=5, m=15, L=2.5 \text{ (公尺)}$$

15. (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：波動性質

$$(E) \quad t = \frac{S}{v} = \frac{24}{2} = 12 \text{ (s)}$$

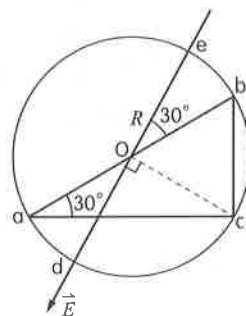
其運動過程中迴轉半徑是先變小再變大，故可推測其 B_x 應為先變大再變小，選(A)。

此 b 點為高電位。故 $V_{ab} = -\frac{R^2 \omega B}{2}$

所以 $\theta_c < 45^\circ$ ，即現在的人射角大於臨界角，發生全反射。

$$V_O = \frac{V_a + V_b}{2} = 2\text{V}, \text{ 又 } V_c = 2\text{V}, \text{ 所以 O、c 連}$$

可知 e 點的電位最高，即 $V_e = 4 \text{ V}$


$$\Rightarrow \lambda_z = \frac{9}{8} \lambda_0$$
$$\text{得 } \frac{t_{\text{上}}}{t_{\text{下}}} = \frac{v_0 a_{\text{下}}}{va_{\text{上}}} = \frac{1}{2}$$

$$(D) H = S \sin \theta = \frac{v_0^2}{2a_{\perp}} \sin \theta$$

$$= \frac{5v_0^2}{16g}$$

$$(E) v'^2 = 0^2 + 2a_{\perp} \left(\frac{S}{4} \right) = \frac{v^2}{4}$$

$$\text{得 } v' = \frac{v}{2} = \frac{v_0}{4}$$

22. (C)(E)

出處：基礎物理(二) B 下 動量與動量守恆律、功與動能

目標：綜合運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：動量守恆與能量守恆的綜合概念

解析：(A) 木塊與斜面系統鉛直方向的動量不守恆。

(B) 木塊與斜面系統鉛直方向的質心加速度量值不為 0。

(C) 木塊與斜面系統水平方向動量守恆，令木塊後退的速度量值為 u

$$m(v \cos \theta - u) + M(-u) = 0$$

$$\Rightarrow u = \frac{mv \cos \theta}{M + m}$$

(D) 斜面給木塊的正向力與木塊的位移方向並不垂直，因此斜面對木塊作負功。

(E) 斜面對木塊作的負功與木塊對斜面作的正功抵消，故整個系統的力學能守恆。

23. (A)(C)(E)

出處：選修物理(上) 物理光學

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：光干涉性質

解析：亮帶（暗紋）間距 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$ ， L 為狹縫與光

屏距離， λ 為波長， d 為雙狹縫間距。

(A) 紅光波長 λ 較大，故亮帶間距較大。

(B) 放入折射率較大的介質，波長 λ 變小，故亮帶間距變小。

(C)(D) 狹縫寬度變小，只會影響亮度，不會影響亮帶間距。

(E) 拉大狹縫與光屏距離 L ，亮帶間距變大。

24. (C)(D)

出處：選修物理(下) 原子結構與原子核

目標：理解基本觀念、方法與原理的能力

內容：物質波，電子雙狹縫干涉

解析：(A) 一顆電子經過雙狹縫至偵測器只會顯示一個亮點，不會產生干涉條紋。

(B) 每個電子個別經過雙狹縫時，均會在偵測器上產生特定位置機率分布，不需要一次發射大量電子。

(C) 由物質波波長 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ 知，當速率上升，物質波波長變短，則雙狹縫干涉條紋間距 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$ 將縮小。

(D) 由物質波波長 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$ 知，當動能

相同時，質量愈大，則物質波波長愈短，因此用相同動能的質子進行雙狹縫干涉，

所得的條紋間距 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$ 將比電子還小。

(E) 光子的波長為 $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ ， $\lambda = \frac{hc}{E}$ ，與物

質波波長 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$ 不同，故會有相同形

狀的干涉條紋，但條紋間距不同。

（由計算可知，光子能量與電子動能相同時，電子的物質波波長比光子波長短，即電子的雙狹縫干涉條紋間距將比相同能量的光子短）

第貳部分：非選擇題

一、1. $\frac{3mg}{2q}$ 2. $3v_0$ 3. $\frac{4v_0^2}{g}$ 4. $-12mv_0^2, 15mv_0^2$

出處：基礎物理(二) B 下 位能與力學能守恆律；
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：重力場及靜電場對物體、電荷力學綜合影響

解析：1. 因系統所受靜電力與重力合力為零，故

$$2qE = 3mg$$

$$\Rightarrow E = \frac{3mg}{2q}$$

2. 繩斷開後兩物體可分開運動，可依受力得到個別加速度

$$F_A = qE - mg = \frac{mg}{2} = ma_A$$

$$\Rightarrow a_A = \frac{g}{2} \quad (\uparrow)$$

$$F_B = 2mg - qE = \frac{mg}{2} = 2ma_B$$

$$\Rightarrow a_B = \frac{g}{4} \quad (\downarrow)$$

再算出 B 球達靜止所需時間

$$v_B = 0 = v_0 - \frac{g}{4}t$$

$$\Rightarrow t = \frac{4v_0}{g}$$

即可算出此時 A 球末速

$$v_A = v_0 + \frac{g}{2}t = v_0 + \frac{g}{2} \cdot \frac{4v_0}{g} = 3v_0$$

3. 因系統重力與靜電力合力為零，所以無系統質心加速度，系統質心等速。

$$\Delta y = v_0 t = v_0 \cdot \frac{4v_0}{g} = \frac{4v_0^2}{g} \quad (\uparrow)$$

4. 算出 A 球位移

$$v_A^2 = (3v_0)^2 = v_0^2 + 2 \cdot \frac{g}{2} \cdot \Delta y_A$$

$$\Rightarrow \Delta y_A = \frac{8v_0^2}{g}$$

算出 B 球位移

$$v_B^2 = 0^2 = v_0^2 - 2 \cdot \frac{g}{4} \cdot \Delta y_B$$

$$\Rightarrow \Delta y_B = \frac{2v_0^2}{g}$$

A 球重力位能變化量與 B 球重力位能變化量之和

$$\begin{aligned}\Delta U_g &= - \left(mg \cdot \frac{8v_0^2}{g} + 2mg \cdot \frac{2v_0^2}{g} \right) \\ &= -12mv_0^2\end{aligned}$$

A 球電位能變化量與 B 球電位能變化量之和

$$\begin{aligned}\Delta U_e &= q \cdot \frac{3mg}{2q} \cdot \frac{8v_0^2}{g} + q \cdot \frac{3mg}{2q} \cdot \frac{2v_0^2}{g} \\ &= 15mv_0^2\end{aligned}$$

二、1.~4. 見解析

出處：選修物理(下) 電流、電阻與電路

目標：直接運用基本觀念、方法與原理的能力

內容：電流、電阻、電壓的綜合應用

解析：1. 儀器 X 為可變電阻箱。

在操作時一般會先將滑動接觸點移至中間，然後開始轉動可變電阻箱的電阻值，直至電流計讀數降至最低（盡量接近零），才繼續進行後續實驗步驟。

2. A 點電流若流至 B 點，表示儀器 X 電位差小於 MB 段電位差，如此需將滑動接觸點左移，可減少 MB 段電位差，A、B 電位漸趨於一致，電流將降至零。

3. 甲圖為高電阻法，測量高電阻時較為準確。乙圖為低電阻法，測量低電阻時較為準確。而惠司同電橋法則無論高、低電阻皆準確，但測量時需注意可變電阻箱需盡量與待測電阻電阻值相近，如此可減少誤差。

4. 是。因惠司同電橋測量法原理來自電流計兩端電位相等，如此若改以伏特計，測量出電位差為零的狀態即可取代原來電流計效果。

※非選擇題評分標準

一、1. 寫出 $2qE = 3mg$ 且得到 $E = \frac{3mg}{2q}$ ，得 1 分。

2. 寫出 $F_A = qE - mg = \frac{mg}{2} = ma_A$ 且得到 $a_A = \frac{g}{2}$ （↑），得 1 分。（不必寫出方向）

寫出 $F_B = 2mg - qE = \frac{mg}{2} = 2ma_B$ 且得到 $a_B = \frac{g}{4}$ （↓），得 1 分。（不必寫出方向）

列出算式得 B 球達靜止所需時間 $t = \frac{4v_0}{g}$ ，得 1 分。

列出算式得 A 球末速為 $3v_0$ ，得 1 分。

3. 列出算式且得到質心位移量值為 $\frac{4v_0^2}{g}$ ，得 1 分。（不必寫出方向）

4. 算出 A 球位移為 $\frac{8v_0^2}{g}$ ，得 1 分；算出 B 球位移為 $\frac{2v_0^2}{g}$ ，得 1 分。（不必寫出方向）

算出 A、B 球系統重力位能變化量為 $-12mv_0^2$ ，得 1 分。（無法辨識增加或減少者不予計分）

算出 A、B 球系統電位能變化量為 $15mv_0^2$ ，得 1 分。（無法辨識增加或減少者不予計分）

二、1. 寫出「可變電阻箱」得 1 分。

寫出「將滑動接觸點移至中間」得 1 分，再寫出「然後開始轉動可變電阻箱的電阻值，直至電流計讀數降至最低（盡量接近零）」得 1 分。

2. 完整解釋得 1 分，寫對移動方向得 1 分，若無解釋或解釋錯誤但移動方向正確仍不給分。

3. 寫出高電阻法特性得 1 分，寫出低電阻法特性得 1 分，寫出惠司同電橋法特性得 1 分（可變電阻箱需盡量與待測電阻電阻值相近）。

4. 寫出原因並回答「是」者得 2 分，若無解釋或解釋錯誤但回答「是」者仍不給分。

