

臺中市立高級中等學校

106 學年度指定科目第四次聯合複習考試

考試日期：107 年 4 月 26~27 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. 過年前有幾波的冷氣團南下，造成好幾天的低溫，一棟建築物外牆的磁磚因為天冷而自 5 樓最高處剝落。因害怕砸傷路人所以拉起封鎖線，禁止行人通行。針對此新聞事件，有幾位專家學者提出相關的說明：

專家 A：如果不考慮空氣阻力的影響，磁磚掉落地上的末速與高度成正比。

專家 B：如果每層樓高度約 3 公尺，且不考慮空氣阻力的影響，掉落時間小於 2 秒。

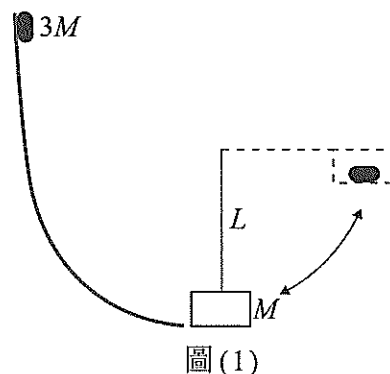
專家 C：如果空氣阻力與速度大小成正比，則掉下過程當中，其加速度和時間成反比。

專家 D：如果每層樓高度約 3 公尺，且不考慮空氣阻力的影響，磁磚掉落地面撞擊時間只有 0.5 秒，且不反彈，其合力的平均力約為其重量的 3~4 倍之間。

請問以上專家的說明那些比較接近事實的？

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

2. 一遊樂園於鉛直面上搭建了一個新遊樂設施，讓遊客挑戰其膽量，一滑車自光滑斜坡頂滑到水平底部後，被一個安全緩衝的車廂接收，滑車撞擊車廂後一起如單擺般可向上擺動至水平位置。如圖(1)所示。已知車廂質量為 M ，滑車加上乘客的質量為 $3M$ ，單擺的擺長為 L ，忽略摩擦力及空氣阻力的影響，試求出發點離單擺最低點的高度為何？



- (A) L (B) $\frac{4}{3}L$ (C) $\frac{16}{9}L$
(D) $\frac{16}{3}L$ (E) $9L$

3. 過年前有大量的人會去加油站進行洗車，工讀生會先以高壓清水沖洗客人的愛車，如果沖洗時，水柱的流量是 ρ (kg/s)，流速為 v (m/s)，假設水柱是以入射角 θ 衝擊車表面，且以反射角 θ ，但速率為 $v/2$ 離開車表面，試求在車表面的垂直方向，水柱作用的平均力大小為多少牛頓？

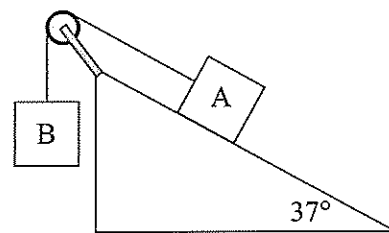
- (A) ρv (B) $\frac{3}{2} \rho v$ (C) $2 \rho v$ (D) $\frac{3}{2} \rho v \cos \theta$ (E) $\frac{3}{2} \rho v \sin \theta$

4. 臺灣入冬後寒流來襲，造成山上積雪，有新聞記者報導這則新聞時，爲了要讓觀眾了解積雪深度，記者用溫度計插入雪堆中，並說明目前積雪深度有 20 公分左右。下列有關此新聞報導的敘述何者正確？

- (A) 一般溫度計上的刻度是用來量測長度的
(B) 溫度和長度的因次相同，所以溫度多少可以對應積雪深度多深
(C) 如欲以溫度計量測深度，需確定插入端有接觸到地面，並劃記雪面在溫度計位置後，再另行用量尺量測溫度計上標記之長度
(D) 溫度計是利用熱膨脹的原理製成，包含攝氏及華氏溫標，不同溫標的刻度間隔相同，都是 1 cm
(E) 溫度計和雪達成熱平衡的時間，和雪的深度有關，雪越深平衡時間越長

5-6 為題組

在一個傾斜角為 37° 的斜面上，放置一質量為 m 的 A 木塊，並以質量不計的細繩跨過滑輪，連接一質量為 $3m$ 的 B 木塊，如圖(2)所示。已知 A 木塊與斜面間的動摩擦係數為 0.5 ，重力加速度以 g 表示，針對 B 木塊尚未觸地及 A 木塊未撞擊滑輪的過程，進行以下兩題討論。



圖(2)

5. 兩木塊開始運動後，B 木塊的加速度大小為何？

(A) g (B) $\frac{g}{2}$ (C) $\frac{g}{3}$

(D) $\frac{g}{4}$ (E) $\frac{g}{6}$

6. B 木塊由靜止向下移動 H 的距離，此過程中重力對 A、B 兩木塊所作的總功大小為何？

(A) $\frac{12}{5}mgH$ (B) $2mgH$ (C) 0 (D) $-2mgH$ (E) $-\frac{12}{5}mgH$

7. 一星球的半徑為 R ，表面的重力場強度為 g ，原本有一觀察衛星，質量為 M ，在離星球地面高度 $3R$ 處進行觀察，後來因為摩擦的關係，造成繞行軌道離星球地面高度變小為 $2R$ ，請求摩擦力對此觀察衛星做功多少？

(A) $\frac{1}{6}MgR$ (B) $\frac{1}{12}MgR$ (C) $-\frac{1}{12}MgR$ (D) $-\frac{1}{24}MgR$ (E) $\frac{1}{24}MgR$

8. 一光點在一焦距為 f 的凹面鏡前方 $3f$ 處的主軸上，沿著垂直主軸方向以速度 v 等速移動，則其對應的像移動狀況為何？

(A) 像和物移動方向相同，像的移動速率為 $\frac{3}{2}v$

(B) 像和物移動方向相同，像的移動速率為 $\frac{1}{2}v$

(C) 像和物移動方向相反，像的移動速率為 v

(D) 像和物移動方向相反，像的移動速率為 $\frac{1}{2}v$

(E) 像和物移動方向相反，像的移動速率為 $\frac{3}{2}v$

9. 一光點在一焦距為 f 的凸透鏡一側，在主軸上距離鏡心 $3f$ 處沿著主軸方向移動到 $2f$ 處，其平均速率為 v ，則其對應的像移動狀況為何？

(A) 像和物移動方向相同，像移動的平均速率為 $\frac{3}{2}v$

(B) 像和物移動方向相同，像移動的平均速率為 $\frac{1}{2}v$

(C) 像和物移動方向相反，像移動的平均速率為 v

(D) 像和物移動方向相反，像移動的平均速率為 $\frac{1}{2}v$

(E) 像和物移動方向相反，像移動的平均速率為 $\frac{3}{2}v$

10. 一排笛(兩端開口)其中一管的長度為 L ，在管中產生的駐波有三個節點，則此時管中聲波的波長為何？

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

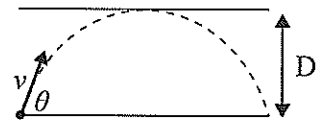
11. 在「狹縫干涉和繞射」的實驗中，先利用雙狹縫之干涉現象，測量單色雷射光的波長，在整個實驗儀器裝置位置都不變的狀況之下，僅將雙狹縫片換成單狹縫片，如果單狹縫的縫寬為雙狹縫的縫距的 $\frac{1}{4}$ ，則量測到單狹縫繞射圖形中央亮帶的寬度應該為雙狹縫中央亮帶寬度的多少倍？

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

12. 將 50 公克 0°C 的冰，丟到 100 公克 100°C 的水中混合，假設過程中損失 300 卡熱量，則熱平衡時的溫度為何？(以知冰的溶化熱為 80 卡/克)

(A) 35°C (B) 38°C (C) 40°C
(D) 42°C (E) 45°C

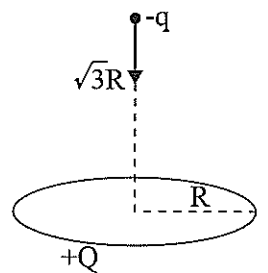
13. 一帶電粒子帶電量為 q ，質量為 m ，以初速 v 打進一個帶有均勻電場的平行金屬板中，其運動軌跡如圖(3)所示，已知兩金屬板相距為 D ，帶電粒子入射方向與下方金屬板的夾角為 θ ，拋物線的頂點剛好跟上方金屬板相切但不接觸，忽略重力及空氣阻力的影響，試求兩金屬板間均勻電場的大小為何？



圖(3)

(A) $\frac{mv \sin \theta}{2qD}$ (B) $\frac{mv \sin \theta}{qD}$
(C) $\frac{2mv \sin \theta}{qD}$ (D) $\frac{2mv^2 \sin^2 \theta}{qD}$
(E) $\frac{mv^2 \sin^2 \theta}{2qD}$

14. 一個帶有電量為 Q 的固定均勻帶電金屬環，半徑為 R ，在其圓心上方距離 $\sqrt{3}R$ 處，有一帶電量為 $-q$ 的點電荷，質量為 m ，如圖(4)所示，將點電荷自靜止釋放，不考慮重力的影響，試求其通過圓心時的速度大小為何？

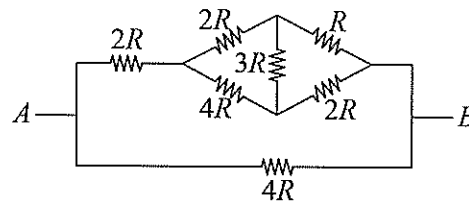


圖(4)

(A) $\sqrt{\frac{kQq}{mR}}$ (B) $\sqrt{\frac{3kQq}{mR}}$
(C) $\sqrt{\frac{3kQq}{2mR}}$ (D) $\sqrt{\frac{kQq}{2mR}}$
(E) $\sqrt{\frac{kQq}{\sqrt{3}mR}}$

15. 有一電路圖如圖(5)所示，試求 A、B 兩點間的等效電阻為何？

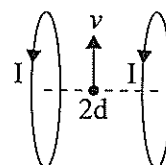
(A) R
(B) $2R$
(C) $3R$
(D) $4R$
(E) $5R$



圖(5)

16. 兩個圓形線圈半徑皆為 R ，相距為 $2d$ ，通有同向電流 I ，一帶電粒子帶電量為 q ，以速度 v 垂直通過連心線中點，如圖(6)，試求其所受的兩圓形線圈的磁力大小為何？

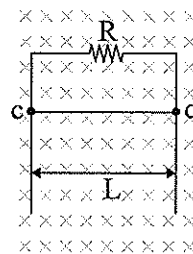
(A) $\frac{qv\mu_0 I}{2\pi R}$
(B) $\frac{qv\mu_0 I}{2\pi d}$
(C) $\frac{qv\mu_0 IR^2}{2\pi(R^2+d^2)^{\frac{3}{2}}}$
(D) $\frac{qv\mu_0 IR^2}{2(R^2+d^2)^{\frac{3}{2}}}$
(E) $\frac{qv\mu_0 IR^2}{(R^2+d^2)^{\frac{3}{2}}}$



圖(6)

17. 質量為 m 的一條導線 \overline{cd} ，水平懸掛在鉛直放置的 Γ 字型導線上自由向下滑動，上方有一個電阻為 R ，如圖(7)所示，不考慮摩擦力的作用，導線受重力及磁力作用，已知重力加速度為 g ，導線 \overline{cd} 長度為 L ，磁場大小為 B ，方向為垂直穿入口字型導線之平面，當導線達到最大速度時，電阻的電功率大小為何？

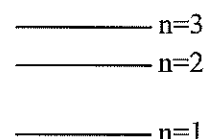
(A) $\frac{mg}{LB}$
(B) $\frac{mgR}{L^2 B^2}$
(C) $\frac{m^2 g^2 R}{L^2 B^2}$
(D) mgR
(E) LBR



圖(7)

18. 圖(8)為氫原子能階的示意圖，圖中 n 為主量子數，已知普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ， $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。則一個電子自 $n=3$ 躍遷到 $n=1$ 時，輻射出的光子波長約為多少？

(A) 1026 \AA
(B) 1369 \AA
(C) 2735 \AA
(D) 4133 \AA
(E) 6789 \AA



圖(8)

19-20 為題組

用波長為 4000 \AA 的光照射一功函數為 1.1 eV 的金屬表面，已知光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，

19. 此光源照射在金屬表面上產生的光電子之最大動能約為何？

(A) 3.1 eV (B) 2.48 eV (C) 2 eV (D) 1.1 eV (E) 1 eV

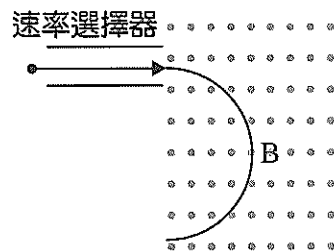
20. 產生的光電子其物質波的最短波長約為何？

(A) 4000 \AA (B) 200 \AA (C) 20 \AA (D) 8.7 \AA (E) 1.1 \AA

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. 在光滑水平面上，質量為 $3m$ 、速度為 v 的甲木塊，與質量為 m 的靜止乙木塊，發生正面碰撞。若碰撞後乙木塊相對於甲木塊的速度為 $0.5v$ ，則下列敘述哪些正確？
- (A) 碰撞後甲乙兩木塊的質心速度為 $0.5v$
- (B) 碰撞過程中，當甲乙兩木塊速度一樣時，其總動能較碰撞前減少 $\frac{3}{8}mv^2$
- (C) 碰撞前後甲乙兩木塊的總動能守恆
- (D) 碰撞後甲木塊的速率為 $\frac{5}{8}v$
- (E) 碰撞後乙木塊得到的動能是碰撞前甲木塊的動能的 $\frac{3}{4}$ 倍
22. 一體積不變的密閉容器內裝有理想氣體，下列有關理想氣體的敘述哪些正確？
- (A) 理想氣體的方均根速率和溫度成反比
- (B) 溫度增加為兩倍時，密閉容器內的氣體壓力變兩倍
- (C) 溫度增加為兩倍時，氣體分子碰撞容器壁的頻率變兩倍
- (D) 溫度增加為兩倍時，容器內的總能變成兩倍
- (E) 溫度增加為兩倍時，氣體分子的平均動能變兩倍
23. 速率選擇器是由一個平行金屬板產生均勻電場，以及外加一個垂直方向的均勻磁場，使帶電粒子通過時同時受到電力及磁力作用，如果速度正確，則可以筆直通過。將一個帶電粒子通過速率選擇器後，進入另一個均勻磁場 B 中，如圖(9)不考慮重力的影響，下列敘述哪些正確？
- (A) 正電荷能通過速率選擇器時，負電荷因為所受電力方向相反，所以不能通過
- (B) 通過速率選擇器的電荷其帶電量需視特定值才可以，不同電量有不同速率
- (C) 要使通過的速度加倍，則可以在速率選擇器的磁場不變狀況下，將電場變兩倍
- (D) 速度加倍後，帶電粒子在另一區均勻磁場 B 中的運動半徑變 2 倍
- (E) 速度加倍後，帶電粒子在另一區均勻磁場 B 中的運動週期變 2 倍
24. 下列有關近代物理學敘述，哪些正確？
- (A) 黑體輻射強度最大的波長隨溫度增加而減少
- (B) 重力波、物質波都是一種電磁波，所以都是以光速傳遞
- (C) 波耳氫原子模型中，電子的角動量與主量子數成正比
- (D) 波耳氫原子模型中，電子的速度與主量子數成反比
- (E) 米立坎作實驗否決了光電方程式，因此才有重力波的發現



圖(9)

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、小美因為最近連續下雨，造成室內潮濕，於是想去採購浴室防滑墊，減少在浴室跌倒的可能性，為了挑選防滑效果比較好的防滑墊，小美選購了 A 和 B 兩款的防滑墊回家測試，請問：

1. 你認為小美應該要量測哪一個物理係數，比較合適？(1 分)請說明原因？(1 分)
2. 如果小美家的浴室地板都是固定品牌的磁磚，在量測 A 和 B 兩款的防滑墊與此品牌的磁磚的防滑程度時，可能還有哪些因素造成防滑係數的改變？請列出兩項。
(各 1 分，共 2 分)
3. 請針對以上可能因素的其中一項說明實驗步驟(4 分)，以及數據如何呈現。(2 分)

二、在金屬比熱實驗中，我們先針對量熱器的水當量進行量測，使得後續測量金屬比熱時，可以將量熱器造成的熱量變化考慮進去，請問：

1. 請協助完成量測量熱器水當量的實驗步驟
 - (1) 將整組量熱器拿到電子秤上量測其質量 m_1 。
 - (2) 在燒杯中裝水並利用電湯匙將其煮沸，利用溫度計量測其溫度為 T_1 。
 - (3) 將量熱器裝水後利用攪拌器攪拌一段時間後，將整組 _____ (2 分)，並 _____ (2 分)。
 - (4) 快速打開量熱器的蓋子，將煮沸的熱水迅速倒入量熱器中，蓋上蓋子並攪拌，且量測其平衡溫度 T_3 。
 - (5) 最後再將整組量熱器拿到電子秤上量測其質量 m_3 。
 - (6) 計算量熱器的水當量 M 。
2. 經第二階段的測量後，得到量熱器的水當量為 M ，金屬在沸水中的溫度為 T_4 ，質量為 m_4 ，金屬投入前量熱器內溫水的質量為 m_5 ，平衡溫度為 T_5 ，將金屬投入量熱器後，平衡溫度為 T_6 ，請說明如何計算金屬的比熱。(4 分)
3. 實驗後，發現測量出來的金屬比熱還是有誤差，在現有儀器不變的條件下，在操作實驗過程中，可以利用怎樣的方式降低實驗的誤差。請列出兩項。(各 1 分，共 2 分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
E	C	D	C	B	A	D	D	B	E	A	B	E	A	B
16	17	18	19	20	21	22	23	24						
E	C	A	C	D	BD	BDE	CD	ACD						

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 專家 A：如果不考慮空氣阻力的影響，磁磚掉落地上的末速與高度的平方根成正比。

專家 B：每層樓高度 3 公尺，5 樓最高處離地約 15 公尺，自

$$\text{自由落體時間 } t = \sqrt{\frac{2 \times 15}{9.8}} \approx 1.75 < 2$$

專家 C：如果空氣阻力與速度大小成正比，掉下過程當中，其加速度和時間並非成反比，其關係為自然指數函數關係。

專家 D：落地速度 $v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 15} \approx 17.15$ ，平均力 $F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$

$$= \frac{m \times 17.15}{0.5}, \text{ 重量 } w = m \times 9.8, \frac{F}{w} = \frac{17.15}{0.5 \times 9.8} = 3.5$$

2. 假設出發點離單擺最低點的高度為 H ，滑車自靜止滑到底部時會力學能守恆，故 $3MgH = \frac{1}{2} 3Mv^2$ 。滑車與車廂做完全非彈性碰撞，動量守恆 $3Mv = 4Mv_1$ 。車子與車廂一起向上擺動會力學能守恆，故 $\frac{1}{2} 4Mv_1^2 = 4MgL$ 。聯立求得 $H = \frac{16}{9} L$ 。

$$3. F = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = \rho \left(\frac{v \cos \theta}{2} + v \cos \theta \right) = \frac{3 \rho v \cos \theta}{2}$$

4. (A) 溫度計上的刻度是用來量測溫度的 (B) 溫度和長度因次不同，溫度和深度無關 (D) 不同溫標的刻度間隔不相同，也不是剛好 1cm (E) 平衡時間與雪的深度無關

5. 解析斜面上木塊之力圖可得

$$\begin{cases} mg \cos 37^\circ = N \\ T - mg \sin 37^\circ - f_k = ma \\ f_k = N \times 0.5 \end{cases}$$

解析質量為 $3m$ 的木塊之力圖可得 $3mg - T = 3ma$

$$\text{聯立可得 } a = \frac{g}{2}$$

6. 重力對質量為 m 的木塊作功為 $mgH \cos(90^\circ + 37^\circ)$
重力對質量為 $3m$ 的木塊作功為 $3mgH \cos 0^\circ$

$$\text{總功為 } \frac{12}{5} mgH$$

7. 摩擦力作功為力學能變化量，

$$\text{故 } W = \Delta E = \frac{-GmM}{2(3R)} - \frac{-GmM}{2(4R)} = -\frac{GmM}{24R}$$

$$\text{星球表面的 } g = \frac{Gm}{R^2}, \text{ 故 } W = -\frac{1}{24} MgR$$

8. 由高斯式可知 $\frac{1}{3f} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ ，則 $q = \frac{3}{2} f$ ，

$$\text{放大率} = \frac{q}{p} = \frac{\frac{3}{2} f}{\frac{2}{3f}} = \frac{1}{2} = \frac{vq}{v}, \text{ 則 } v_q = \frac{v}{2}。$$

另外當物體放在 3 倍焦距處，所以呈倒立實像，因此像和物移動方向相反。

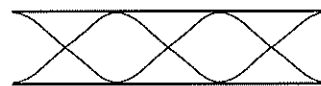
9. 由高斯式可知 $\frac{1}{3f} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f}$ ，則 $q_1 = \frac{3}{2} f$ 。 $\frac{1}{2f} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f}$ ，則

$$q_2 = 2f。 \text{ 物移動的平均速率 } v = \frac{3f-2f}{t}。 \text{ 像移動的平均速率}$$

$$v_1 = \frac{2f-\frac{3}{2}f}{t}。 \text{ 故 } v_1 = \frac{1}{2} v。 \text{ 另外當物體自 } 3f \text{ 移動到 } 2f \text{ 的過程}$$

中，像自另一側 $\frac{3}{2} f$ 處移動到 $2f$ 處，因此像和物移動方向相同。

10. 管中產生的駐波如下圖，



$$\text{故 } L = \frac{3}{2} \lambda, \text{ 則 } \lambda = \frac{2L}{3}。$$

11. 雙狹縫中央亮帶寬度 $= \frac{L\lambda}{D}$ 。

$$\text{單狹縫中央亮帶寬度} = 2 \times \frac{L\lambda}{D} = 8 \times \frac{L\lambda}{D}。$$

12. 假設平衡溫度為 $T^\circ\text{C}$ ， 0°C 的冰變成 0°C 的水 $\Delta H_1 = 50 \times 80$
 0°C 的水變成 $T^\circ\text{C}$ 的水 $\Delta H_2 = 50 \times 1 \times (T - 0)$

$$100^\circ\text{C} \text{ 的水變成 } T^\circ\text{C} \text{ 的水 } \Delta H_3 = 100 \times 1 \times (T - 100)$$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = -300, \text{ 故 } T = 38^\circ\text{C}。$$

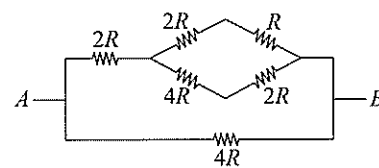
13. 解析帶電粒子的力圖可知 $qE = ma$ ，由拋體運動原理可知拋物線頂點鉛直速度為零，且鉛質方向做等加速度運動，故

$$0 = (v \sin \theta)^2 - 2aD, \text{ 則 } E = \frac{mv^2 \sin^2 \theta}{2qD}$$

14. 運動過程只受電力作用，會力學能守恆，

$$\text{則 } \frac{-kQq}{2R} = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{-kQq}{R}, v = \sqrt{\frac{kQq}{mR}}$$

15. 圖中左上角為惠斯同電橋，故 $3R$ 可以移除，如下圖



故等效電阻 $= 2R$ 。

16. 兩圓形線圈再連心線中點產生的磁場 $B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}} \times 2$ ，

$$\text{帶電粒子在磁場中運動所受的磁力 } F = qVB = \frac{qV\mu_0 IR^2}{(R^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}。$$

17. 導線達到最大速度時磁力等於重力， $ILB = mg$

$$\text{電阻的電功率 } P = I^2 R = \frac{m^2 g^2 R}{L^2 B^2}$$

18. 電子自 $n=3$ 躍遷到 $n=1$ 時 $\Delta E = \frac{-13.6}{1} - \frac{-13.6}{9} = -12.09 \text{ eV}$

$$\text{光子的能量 } E = 12.09 = \frac{12400}{\lambda}, \text{ 則 } \lambda = 1026 \text{ \AA}。$$

19. 由光電方程式可知 $\frac{12400}{4000} = 1.1 + E_k$ ，則 $E_k = 2\text{eV}$ 。

20. 電子的物質波波長 $\lambda = \frac{12.3}{\sqrt{V}} = \frac{12.3}{\sqrt{2}} = 8.7 \text{ \AA}$ 。

二、多選題

21. (A) 碰撞過程中會動量守恆，質心速度不變，碰撞後甲乙兩木塊的質心速度 = 碰撞前甲乙兩木塊的質心速度

$$= \frac{3mv}{m+3m} = \frac{3}{4}v。$$

 (C) 因為接近速度不等於分離速度，此碰撞為非彈性碰撞，故碰撞前後總動能不守恆。
 (E) 由動量守恆可知 $3mv = 3mv_1 + m(v_1 + 0.5v)$ ，則 $v_1 = \frac{5}{8}v$ 。

質量為 m 的乙木塊碰撞後速度 $v_2 = \frac{9}{8}v$ ，碰撞後乙木塊得

到的動能與碰撞前甲木塊的動能的比值為

$$\frac{\frac{1}{2}m(\frac{9}{8}v)^2}{\frac{1}{2}3mv^2} = \frac{27}{64}$$

22. (A) 方均根速率和溫度的平方根成正比。
 (C) 頻率變 $\sqrt{2}$ 倍。
 23. (A) 正負電荷皆可以通過。
 (B) 因 $qvB = qE \Rightarrow vB = E$ 故與帶電粒子的帶電量無關。
 (E) $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ，週期和速度無關。
 24. (B) 重力波、物質波不是電磁波。
 (E) 重力波是愛因斯坦在廣義相對論中提出的。

第貳部分：非選擇題

一、【詳解】

- 靜摩擦係數(1分)，防滑墊就是要讓人踩在上面時不會滑動，所以防滑墊和磁磚間的摩擦力屬於靜摩擦力。(1分)
- (a) 防滑墊的潮濕程度(利用滴多少滴水改變)、(b) 不同的液體(洗髮乳、肥皂水)滴到防滑墊、(c) 正面及反面使用(有寫對一個給1分)
- (a) 防滑墊的潮濕程度(利用滴多少滴水改變)
 - 將防滑墊上方放置約人體重的重物並水平擺放在磁磚上方。
 - 利用彈簧秤水平拉防滑墊，並記錄防滑墊開始移動時的彈力大小 F 。(1分)
 - 量測重物及防滑墊的總重量 M 。(1分)
 - 依序在防滑墊與浴室地板之間添加 5 mL、10 mL、15 mL、20 mL、25 mL 的水，並重複(2)及(3)的步驟。(1分)
 - 防滑墊與磁磚間的摩擦係數為 F/M 。(1分)
 - 最後整理添加水量與對應摩擦係數的關係圖。

添加的水量	F	M	F/M
0 mL			
5 mL			
10 mL			
15 mL			
20 mL			
25 mL			

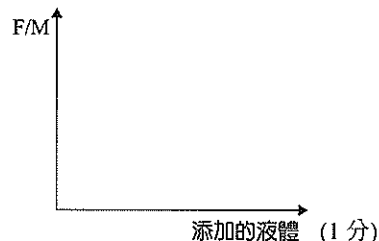
(1分)



- (b) 不同的液體(洗髮乳水、肥皂水)滴到防滑墊
 (1) 將防滑墊上方放置約人體重的重物並水平擺放在磁磚上方。
 (2) 利用彈簧秤水平拉防滑墊，並記錄防滑墊開始移動時的彈力大小 F 。(1分)
 (3) 量測重物及防滑墊的總重量 M 。(1分)
 (4) 利用烘乾機烘乾防滑墊後，分別添加 5 mL 的水、洗髮乳水、肥皂水於防滑墊與浴室地板之間，並重複(2)及(3)的步驟。(1分)
 (5) 防滑墊與磁磚間的摩擦係數為 F/M 。(1分)
 (6) 最後整理不同添加液體與對應摩擦係數的關係圖。

添加的液體	F	M	F/M
水			
洗髮乳水			
肥皂水			

(1分)



- (c) 正面及反面使用
 (1) 將防滑墊上方放置約人體重的重物並水平擺放在磁磚上方。
 (2) 利用彈簧秤水平拉防滑墊，並記錄防滑墊開始移動時的彈力大小 F 。(1分)
 (3) 量測重物及防滑墊的總重量 M 。(1分)
 (4) 將防滑墊翻面，並重複(2)及(3)的步驟。(1分)
 (5) 防滑墊與磁磚間的摩擦係數為 F/M 。(1分)
 (6) 最後整理正反面與對應摩擦係數的關係圖。

正反面	F	M	F/M
正面			
反面			

(1分)



二、【詳解】

- 將量熱器裝水後利用攪拌器攪拌一段時間後，將整組量熱器拿到電子秤上量測其質量 m_2 (2分)，並利用溫度計量測此時的平衡溫度為 T_2 (2分)。
- 量熱器 $\Delta H_1 = M \cdot 1 \cdot (T_6 - T_5)$ (1分)
 溫水 $\Delta H_2 = m_5 \cdot 1 \cdot (T_6 - T_5)$ (1分)
 金屬 $\Delta H_3 = m_4 \cdot S \cdot (T_6 - T_4)$ (1分)
 絕熱條件下 $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0$ ，
 故 $S = \frac{M \cdot (T_6 - T_5) + m_5 \cdot (T_6 - T_5)}{m_4 \cdot (T_4 - T_6)}$ (1分)

$$= \frac{(M + m_5) \cdot (T_6 - T_5)}{m_4 \cdot (T_4 - T_6)}$$
- (a) 減少金屬在空氣中的時間
 (b) 一開始量熱器的水使用室溫的水
 (c) 量熱器內的水不要過多，差不多可以淹過金屬即可
 (d) 分工合作確實攪拌減少熱平衡所需要的時間(有寫對一個給1分)