

# 臺中區國立高級中學 102 學年度 大學入學第四次指定科目聯合模擬考

## 物理考科

考試日期：103 年 5 月 5~6 日

### —作答注意事項—

考試時間：80 分鐘

作答方式：

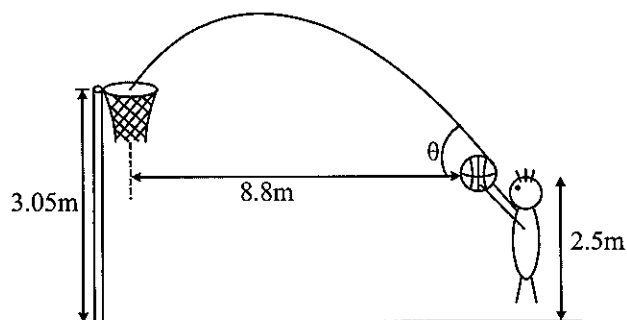
- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

## 第壹部分：選擇題（占 80 分）

### 一、單選題(占 60 分)

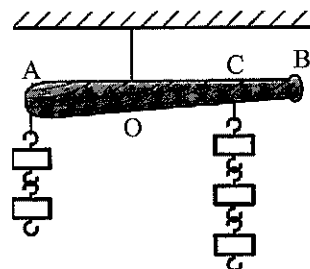
說明：第 1 題至第 20 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 2013 年 10 月 14 日在天津東亞運金牌戰中華隊靠著隊員葛記豪最後 25 秒的「超大號」逆轉三分彈，中華男籃順利於本屆賽事擊敗大陸隊奪冠，同時這也是我國男籃史上第 3 面東亞運金牌。賽後葛記豪表示，「能當贏球英雄真的好開心，當下教練就叫我投，因為時間也快到了，我就放膽出手，慶幸得到好結果。」已知籃框高 3.05 公尺，葛記豪當時出手高度為 2.5 公尺，距籃框的水平距離 8.8 公尺，仰角為  $\theta$ ，且  $\tan \theta$  之值為 0.75，如圖(1)所示，則下列哪個選項錯誤？( $g=10\text{m/s}^2$ )



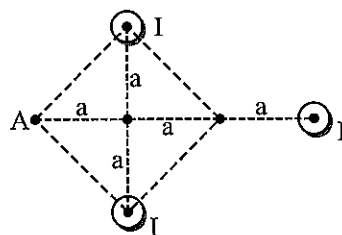
圖(1)

- (A) 球從出手到進籃費時 1.1 秒  
(B) 球在最高點時離地高為 3.85 公尺  
(C) 球出手的初速大小為 10m/s  
(D) 球出手的水平初速大小為 8 m/s  
(E) 球軌跡的曲率半徑在 0.6 秒瞬間最小
2. 如圖(2)所示，一根木棒 AB 在 O 點被懸掛起來， $\overline{AO}=\overline{OC}$ ，在 A、C 兩點分別掛有兩個和三個砝碼，木棒處於平衡狀態。則哪個選項正確？  
(A) 若在木棒的 A、C 點各增加一個同樣的砝碼，木棒繞 O 點逆時針方向轉動  
(B) 若在木棒的 A、C 點各減少一個同樣的砝碼，木棒繞 O 點逆時針方向轉動  
(C) 若把砝碼全卸下，木棒不會轉動  
(D) 單純木棒的質心在 AO 段之間  
(E) 單純木棒的質心在 O 點



圖(2)

3. 如圖(3)，三條長平行導線，載流大小均為  $I$ ，導線彼此間距離及電流方向如圖(3)所示。問 A 點磁場大小？

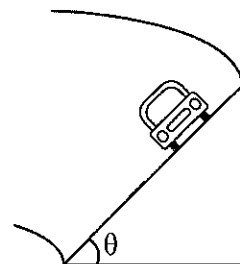


圖(3)

- (A)  $(\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{2}}{2}) \frac{\mu_0 I}{\pi a}$   
(B)  $(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{2}}{6}) \frac{\mu_0 I}{\pi a}$   
(C)  $\frac{\sqrt{19} \mu_0 I}{6 \pi a}$   
(D)  $\frac{\sqrt{10} \mu_0 I}{6 \pi a}$   
(E)  $\frac{2 \mu_0 I}{3 \pi a}$

4. 如圖(4)所示，汽車在一傾斜角為  $45^\circ$ ，曲率半徑  $8.1 \text{ m}$  的彎道上，以  $10 \text{ m/s}$  的速率轉彎時(無打滑現象)，汽車維持在同一水平面上，則彎道沿傾斜方向作用於汽車的摩擦力為何？

(A) 動摩擦力，方向為  $\swarrow$   
 (B) 靜摩擦力，方向為  $\swarrow$   
 (C) 動摩擦力，方向為  $\nearrow$   
 (D) 靜摩擦力，方向為  $\nearrow$   
 (E) 無摩擦力



圖(4)

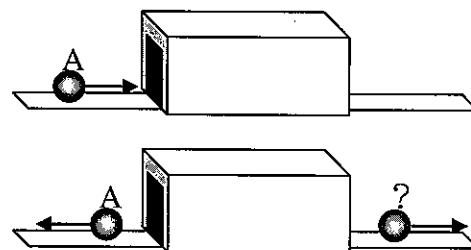
5. 珮彤在地面作單擺週期實驗及彈簧振盪週期實驗，測得其週期皆為  $T$ 。若在離地表  $h$  處作向上加速運動的火箭中重做實驗(加速度為  $\frac{g}{3}$ )，測得單擺的週期為彈簧週期的  $1.5$  倍，試問  $h$  之值為若干  $R$ ？(設地表之重力加速度為  $g$ ，地球半徑為  $R$ )

(A) 1 (B) 2 (C) 3  
 (D) 1.5 (E) 0.5

6. 梅鳳分別利用波長  $\lambda_1$  與  $\lambda_2$  的單色光，操作單狹縫繞射實驗，發現波長  $\lambda_1$  造成的第 2 暗紋中線與  $\lambda_2$  的第 4 亮紋中線重疊，則  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  之值為何？

(A)  $\frac{8}{3}$  (B)  $\frac{1}{2}$  (C)  $\frac{3}{8}$   
 (D)  $\frac{9}{4}$  (E)  $\frac{5}{2}$

7. 五顆體積相同的小球 A、B、C、D、E，其質量關係  $D > A = B = C > E$ 。發哥設計了一個「隧道乾坤」的關卡如圖(5)所示，他先由 B、C、D、E 球任取幾顆在隧道內排成一列，並令 A 球由隧道左邊的直線軌道進入隧道，結果發現下一刻隧道兩邊出口分別「只有」一球離開，其中左側出口離開的是 A 球。假設隧道內所有小球的碰撞皆為一維彈性碰撞，且所有碰撞皆在隧道內發生。下表為八個同學針對隧道內球排列的情形提出自己的看法：



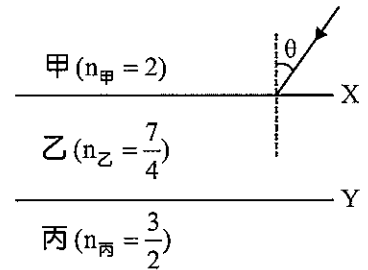
圖(5)

名字	看法	名字	看法	名字	看法
小恩		小修		小宏	
小芬		小平		小康	
小齡		小S			

試問下列何者選項內的學生看法皆合理？

(A) 小恩、小康、小齡 (B) 小S、小宏、小平  
 (C) 小修、小芬、小康 (D) 小宏、小修、小齡  
 (E) 小芬、小S、小平

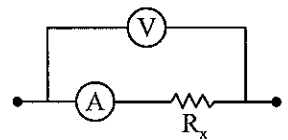
8. 甲、乙、丙三介質折射率如圖(6)所示，已知甲、乙介質間界面 X 與乙、丙介質間界面 Y 彼此平行。一束光線由甲介質入射 X 界面，使入射角  $\theta$  逐漸增大，則下列何者狀況正確？



圖(6)

- (A) 若  $\sin\theta = \frac{1}{2}$  時，會於 X 界面全反射  
(B) 若  $\sin\theta = \frac{13}{16}$  時，不會於 Y 界面全反射  
(C)  $\sin\theta = \frac{15}{16}$  時，會於 Y 界面全反射  
(D) 不管  $\sin\theta$  的值為何，皆不會於 X 界面全反射  
(E) 若  $\sin\theta = \frac{2}{3}$  時，在 X 與 Y 界面皆會有部分反射

9. 圖(7)所示為使用伏特計和安培計測量電阻的一種連接方法， $R_x$  為待測電阻。如果考慮到儀表本身電阻對測量結果的影響，則下列選項何者正確？



圖(7)

- (A) 伏特計讀數大於  $R_x$  兩端的實際電壓，安培計讀數大於通過  $R_x$  的實際電流  
(B) 伏特計讀數大於  $R_x$  兩端的實際電壓，安培計讀數等於通過  $R_x$  的實際電流  
(C) 伏特計讀數等於  $R_x$  兩端的實際電壓，安培計讀數大於通過  $R_x$  的實際電流  
(D) 測量出來的電阻值小於實際值  
(E) 測量出來的電阻值等於實際值

10. 如圖(8)所示，線密度分別為  $\mu_1$  和  $\mu_2$ ，長度分別為  $L_1$  和  $L_2$  的兩端繩子連接起來，某甲與某乙各執繩的一端，並同時拉動繩子產生上下振動的脈波。若  $\mu_2 = 4\mu_1$ ， $L_2 = 2L_1$ ，且繩重可以忽略，則兩脈波第一次相遇時的位置與兩繩接點間的距離為何？



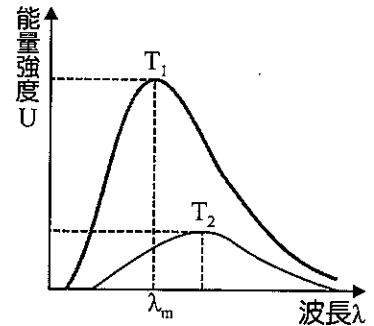
圖(8)

- (A)  $\frac{3}{8}L_1$  (B)  $\frac{1}{4}L_1$   
(C)  $\frac{3}{4}L_1$  (D)  $\frac{1}{8}L_2$   
(E)  $\frac{5}{8}L_2$

11. 已知放射性元素甲會衰變成元素乙。若元素甲原含量為  $N_0$ ，經過 10 年後有  $\frac{2}{3}N_0$  衰變成元素乙，則再經過 10 年後，剩餘的元素甲含量為若干？

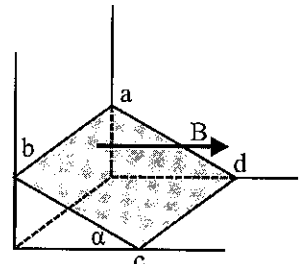
- (A)  $\frac{4}{9}N_0$  (B)  $\frac{1}{2}N_0$   
(C)  $\frac{5}{9}N_0$  (D)  $\frac{1}{9}N_0$   
(E)  $\frac{1}{2}N_0$

12. 圖(9)表示一空腔在絕對溫度  $T_1$  與  $T_2$  下，其輻射的光譜能量強度  $U$  對波長  $\lambda$  的分布曲線，則下列敘述何者錯誤？
- (A) 空腔輻射可視為黑體輻射  
(B)  $T_1 > T_2$   
(C) 此分布圖與空腔的材料無關  
(D) 若空腔的絕對溫度  $T_1$  增為 2 倍，則圖中的  $\lambda_m$  也增為 2 倍  
(E) 此分布圖要用普朗克提出的能量量子化觀念才能圓滿解釋



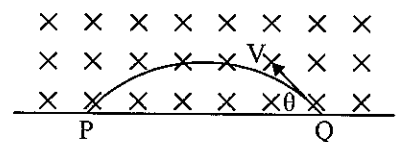
圖(9)

13. 如圖(10)所示，邊長為 20 cm 的正方形線框 abcd 共有 10 匝，靠著牆角放置，線框平面與地面的夾角  $\alpha = 30^\circ$ 。該區域內有強度為 0.2T、水平向右的均勻磁場。若線框沿牆下滑，在 0.1 s 後線框平貼於地面，在這一過程中線框內產生的平均應電動勢大小為多少？
- (A) 4 V  
(B) 0.4 V  
(C) 0.2 V  
(D) 0.04 V  
(E) 0.02 V



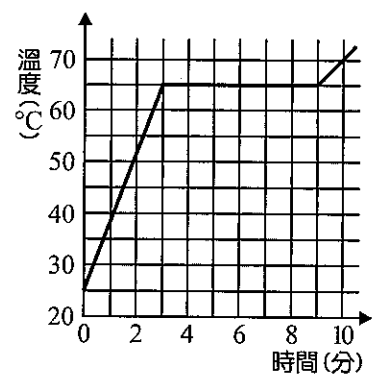
圖(10)

14. 如圖(11)所示，在  $\overline{PQ}$  上方有一均勻磁場  $B$ ，而  $\overline{PQ}$  下方則無磁場。有一質量為  $m$  而帶電量為  $q$  的粒子以速度  $v$ ，以仰角  $\theta$  (即速度方向與  $\overline{PQ}$  的夾角為  $\theta$ ) 從  $Q$  點射入場內，不計重力，則下列敘述何者正確？
- (A) 此粒子在磁場內的軌跡為拋物線  
(B) 此粒子在磁場內受到一固定向下的磁力  
(C) 此粒子在磁場內歷時  $\frac{m\theta}{qB}$   
(D) 此粒子在磁場內的軌跡線長度為  $\frac{2mv\theta}{qB}$   
(E) 此粒子在磁場內的總位移  $\frac{mv\sin 2\theta}{qB}$



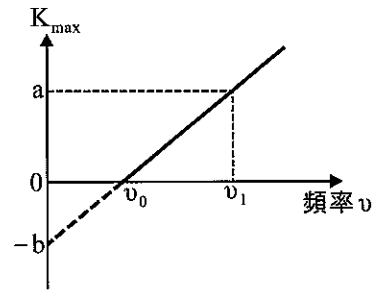
圖(11)

15. 某實驗人員利用電壓為 21 伏特的直流電源，串接了 5.0 歐姆的電阻線。將 280 克的固態待測物質放在絕熱容器中以電阻線加熱，待測物的溫度隨著時間變化的情形，如圖(12)所示。在此加熱過程中，假設系統均處於熱平衡狀態，且電阻線的電阻值變化極為微小，且電阻線本身的熱容量甚小可忽略，待測物質是純物質且不會導電。此待測物質的熔化熱為多少卡/克？(1卡=4.2焦耳)
- (A) 2835  
(B) 1620  
(C) 386  
(D) 113  
(E) 27



圖(12)

16. 以入射光照射某金屬表面進行光電效應實驗，測得光電子的最大動能  $K_{\max}$  對入射光頻率  $\nu$  之關係如圖(13)所示。



圖(13)

- 圖中  $a$ 、 $b$  均為正值，根據此圖，下列敘述何者正確？  
(A) 若入射光的能量小於  $a$ ，則無法打出光電子  
(B) 圖中斜直線的斜率等於普朗克常數  $h$  與電子電量  $e$  的比值  
(C) 由圖可判斷能由該金屬表面打出光電子的底限頻率為  $\nu_1$   
(D) 由圖可判斷頻率為  $\nu_1$  的入射光，每一光子能量為  $a$   
(E) 由圖可判斷該金屬的功函數為  $h\nu_0$

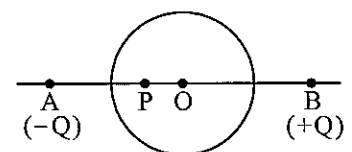
17. 質子質量為  $m$  以  $E_k$  之動能正面射向極遠方之  $\alpha$  粒子時，若  $\alpha$  粒子可自由移動，兩者相距最近時的距離為  $r_0$ ，若質子再一次以  $E_k$  之動能正面射向極遠方之另一被固定的  $\alpha$  粒子，關於此次碰撞的敘述何者正確？

- (A) 因為  $\alpha$  粒子被固定，受外力作用，質子與  $\alpha$  粒子的力學能不守恆  
(B) 接近過程中，質子與  $\alpha$  粒子的總動量守恆  
(C) 兩者相距最近時，電位能為  $\frac{4}{5}E_k$   
(D) 相距最近的距離為  $\frac{4r_0}{5}$   
(E) 接近過程中，質心速度始終不變

18. 依照波耳的氫原子模型，電子繞質子作等速圓周運動。若已知電子的質量為  $m$ ，氫原子在基態時，電子的角動量量值為  $\hbar$  ( $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ， $h$  為普朗克常數)，其軌道半徑為  $a_0$ ，則下列敘述何者正確？

- (A) 氫原子在基態時，電子的角速率為  $\frac{\hbar}{ma_0}$   
(B) 氫原子在基態時，電子的電位能為  $-\frac{\hbar^2}{2ma_0^2}$   
(C) 氫原子在基態時，電子的總能量為  $-\frac{\hbar^2}{ma_0^2}$   
(D) 氫原子在第一激發態時，電子的總能為  $-\frac{\hbar^2}{8ma_0^2}$   
(E) 作等速圓周運動的電子在質子處產生的磁場為零

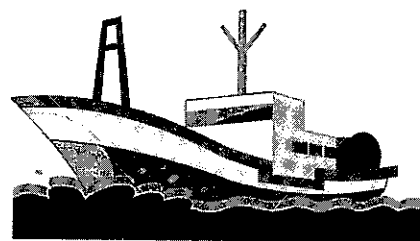
19. 如圖(14)所示，在真空中相距  $L$  的兩個點電荷，電量分別為  $-Q$  和  $+Q$  在兩電荷間。置入一個不帶電的金屬球殼，其半徑為  $r$  ( $2r < L$ )，球心位於兩個點電荷連線中點  $O$  處， $P$  點則位於連線上與  $O$  點相距  $\frac{r}{2}$  處，下列何者正確？



圖(14)

- (A) 感應電荷在  $O$  處建立的電場大小為  $\frac{8kQ}{L^2}$   
(B)  $O$  點總電場不為零  
(C) 感應電荷在  $P$  處建立的電場大小為  $\frac{8kQ}{L^2 - r^2}$   
(D) 感應電荷在  $P$  點造成的電場方向向左  
(E) 若  $B$  電荷向金屬球接近一些，則  $O$  點和  $P$  點的總電場均向右

20. 如圖(15)所示，漁船要靠港卸魚貨時，為避免直接撞上碼頭造成船體受損，因此必須打開反向推進器，將海水反向推動使得漁船得以減速。若推進器最多每秒可將  $20\text{ kg}$  的海水以相對於地  $2\text{ m/s}$  的速度噴出。當漁船航行速度大小為  $2\text{ 公尺/秒}$  時，想要安全靠岸不撞上碼頭，則最少需離碼頭多少公尺時就得打開反向推進器？(假設船行走時，不受海水阻力作用且直線前進，海水視為靜止)



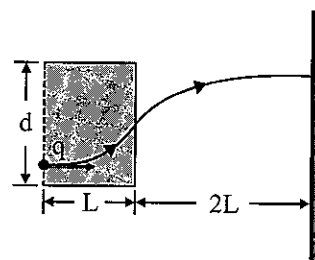
圖(15)

- (A) 20  
(B) 25  
(C) 50  
(D) 75  
(E) 100

## 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. 兩水平放置的平行金屬板，板長  $L$ 、板距  $d$ ，距板右端  $2L$  處有一鉛直放置的螢光屏如圖(16)。一質量  $m$ 、帶電量  $q$  的質點，自電場左端以水平速度射入電場中，在電力與重力的影響下，最後打中螢光幕瞬間的速度亦為水平，重力加速度值以  $g$  表示，則下列哪些選項正確？

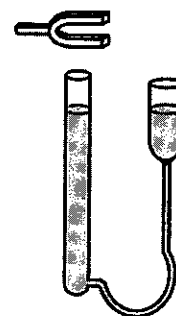


圖(16)

- (A) 穿過電場所花的時間與離開電場到打到螢光屏的時間相同  
(B) 整個過程電力與重力所做的功的和為零  
(C) 質點在平行金屬板內及板外的加速度大小比為  $2:1$   
(D) 此帶電質點一定帶正電

(E) 兩金屬板間的電場量值為  $\frac{3mg}{q}$

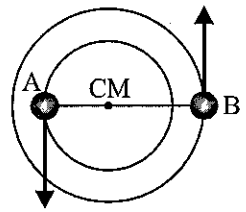
22. 如圖(17)所示，在「共鳴空氣柱」的實驗中，所使用的共鳴儀為長度  $100\text{ cm}$  附有刻度的玻璃管，底側開口以橡皮軟管連接蓄水器。實驗時可提高或降低蓄水器的位置，來調整玻璃管內空氣的長度，找到共鳴點，則下列敘述何者正確？( $v=331+0.6t$ )



圖(17)

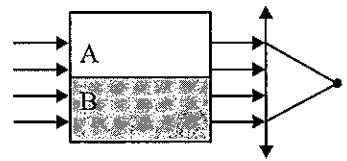
- (A) 若實驗當時的溫度為  $15^\circ\text{C}$ ，則所使用的音叉可發生共鳴的最低頻率為  $85\text{ Hz}$   
(B) 進行實驗時，音叉的振動方向必須與空氣柱互相平行  
(C) 若利用甲音叉來實驗，共鳴時水面位置的實驗數據依序為：  
 $17.0\text{ cm}$ 、 $52.0\text{ cm}$ 、 $87.0\text{ cm}$ ，則此音叉所發出聲音的波長應記為  $68\text{ cm}$   
(D) 承(C)，此音叉所發出聲音的波長應記為  $70\text{ cm}$   
(E) 承(C)，已知甲音叉頻率約為  $490\text{ Hz}$ ，現在利用乙音叉來實驗，測得乙音叉所發出聲音的波長為  $50\text{ cm}$ ，則乙音叉的頻率約為  $350\text{ Hz}$

23. 如圖(18)所示，有一雙星系統，A 的質量為  $3M$ 、B 的質量為  $2M$ 、A 到質心的距離為  $L$ ，且雙方繞質心運轉，則下列敘述何者正確？



圖(18)

- (A) B 所受的引力為  $\frac{6GM^2}{L^2}$   
 (B) A 的向心加速度為  $\frac{8GM}{25L^2}$   
 (C) B 繞一圈的時間較 A 短  
 (D) B 的速率為  $\sqrt{\frac{18GM}{25L}}$   
 (E) 質心位置的重力場強度為 0
24. 如圖(19)所示，一平行光(波長  $500\text{ nm}$ )對準 A、B 薄膜中心射入而後經後方薄凸透鏡聚焦(薄膜厚度同為  $6.0\text{ }\mu\text{m}$ )。其中介質 A 的折射率為  $\frac{4}{3}$ ，介質 B 的折射率為  $1.5$ 。則哪些選項正確？( $\lambda_A$  為光在 A 薄膜的波長， $\lambda_B$  為光在 B 薄膜的波長)



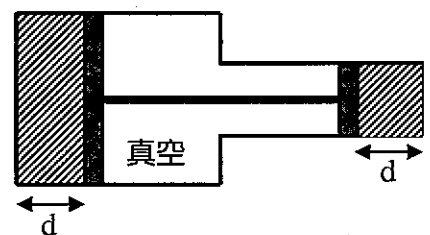
圖(19)

- (A) 在兩介質內的光頻率相同  
 (B)  $\lambda_A > \lambda_B$   
 (C)  $\lambda_A < \lambda_B$   
 (D) 焦點處為亮點  
 (E) 焦點處為暗點

## 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、一圓柱形密閉容器的兩邊截面積不同，各有一與兩邊截面密合的絕熱活塞置於其內，兩活塞間以輕桿緊緊相連，活塞間為真空狀態。今在容器兩側充入理想氣體，若平衡時兩側氣體的溫度相同，且兩活塞與容器兩端的距離皆為  $d$ ，如圖(20)所示。若已知容器兩邊的截面積比為  $2:1$ ，試問：



圖(20)

- (1) 平衡時兩側氣體的壓力比為若干？(3 分)  
 (2) 兩側氣體的莫耳數比為若干？(3 分)  
 (3) 今若各自改變兩側氣體的溫度，使活塞系統向右移動  $\frac{d}{2}$  的距離後達平衡，則此時左、右兩側氣體的絕對溫度比為若干？(4 分)

- 二、設地球半徑為  $R$ 、質量為  $M$ ，自地面發射質量  $m$  的人造衛星，使之到達離地面  $R$  之軌道上繞地球作等速圓周運動，求：

- (1) 此時人造衛星的速率為何？(2 分)  
 (2) 此時人造衛星在軌道上的總力學能為若干？(3 分)  
 (設離地球無窮遠處之重力位能為零)(要列算式否則不予計分)  
 (3) 要讓衛星由地面到該軌道至少需供給多少能量？(2 分)  
 (4) 承上題衛星受空氣阻力作用掉落至距地表  $\frac{R}{2}$  處，仍繞地球作等速圓周運動，則此過程中衛星的動能變化量為何？(3 分)



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

## 第壹部分

### 一、單選題

1. 假設初速為  $v_0$ ，經過時間為  $t$ ，

則水平方向可列式  $\frac{4}{5}v_0 \times t = 8.8$ ，

鉛直方向可列式  $\frac{3}{5}v_0 \times t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 0.55$ ，

則可算出  $v_0 = 10(\text{m/s})$ ， $t = 1.1$  秒

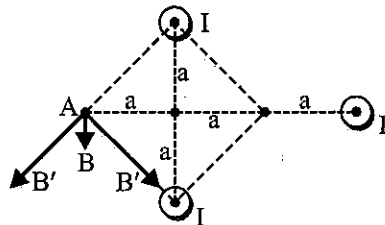
(B) 最高點的高度為  $2.5 + \frac{6 \times 0.6}{2} = 4.3(\text{m})$

(E) 0.6 秒時在最高點，此時速率最慢，法向加速度最大，根據公式  $a_n = \frac{v^2}{r}$ ，可知此時  $r$  最小

(D)  $v_x = v_0 \cos \theta = 10 \times \cos 37^\circ = 8(\text{m/s})$

2. (A)(B) 以 O 點為支點，在木棒的 A、C 點各加一個砝碼，此兩砝碼所形成的合力矩為零，故木棒仍能保持原平衡狀態  
(C)(D)(E) 右側砝碼造成的順時針力矩大於左側砝碼造成的逆時針力矩，所以木棒質心必在 O 點左側，所以(D)選項正確

3. 假設最右側導線在 A 點造成的磁場為 B，則另外兩條導線在 A 點造成的磁場大小為  $B'$ ，如圖所示。則由圖可知在 A 點造成的總磁場大小為  $B + \sqrt{2}B'$



$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 3a} + \frac{\mu_0 I}{2\pi \times \sqrt{2}a} \times \sqrt{2} = \frac{2\mu_0 I}{3\pi a}$$

4. 先假設不需摩擦力便可轉彎時的最大速度為  $v$ ，由右圖可知正向力向上之分量與  $mg$  互相抵銷，正向力的向左分量做為向心力，因為傾斜角為  $45^\circ$ ，所以向心力大小亦為  $mg$

可列式  $mg = m \frac{v^2}{R}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \times 8.1} = 9(\text{m/s})$$

因為行車速率為  $10\text{m/s}$  大於  $9\text{m/s}$ ，車子有向上斜滑的趨勢，車子所受摩擦力方向為  $\swarrow$ ，且無打滑，為靜摩擦力

5. 因為彈簧週期不會因地而異，可知單擺週期變為 1.5 倍

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \propto \sqrt{\frac{1}{g}} \Rightarrow \frac{1.5T}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow g' = \frac{4}{9}g = g_r + \frac{g}{3}$$

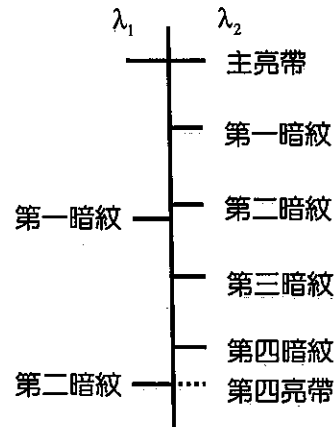
$$\Rightarrow g_r = \frac{1}{9}g, \therefore g \propto \frac{1}{r^2}$$

$$\text{所以 } \frac{g_r}{g} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow r = 3R = h + R \Rightarrow h = 2R$$

6. 暗紋位置  $y = \frac{mr\lambda}{b}$  ( $m=1, 2, 3, \dots$ )

$$\text{亮紋位置 } y = \frac{(n + \frac{1}{2})r\lambda}{b} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

由下圖可知  $\frac{r\lambda_1}{b} \times 2 = \frac{r\lambda_2}{b} \times \frac{9}{2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{9}{4}$



7. 一維彈性碰撞後速度公式為： $\vec{v}_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_2$

$$\vec{v}_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_2$$

小恩：因為  $A=B$ ，所以僅有 B 球向右離開，而 A 靜止

小宏：因為  $A>E$ ，所以 A、E 兩球皆向右離開

小平：因為  $A<D$ ，所以 A 碰撞後會向左離開，而  $D>E$ ，所以 D、E 皆向右離開

小齡：因為  $D>A=B=C>E$ ，所以 A 撞 B 後，A 靜止、B 向右。B 撞 D 後，B 向左、D 向右。B 再撞擊 A，B 靜止，A 向左。D 撞擊 E 後，兩者皆向右。所以 D、E 皆向右離開，B 靜止，A 向左離開

小修：因為  $D>A$ ，所以 D 球向右離開，而 A 向左

小芬：因為  $D>A=B$ ，所以 A 撞 B 後，A 靜止、B 向右。B 撞 D 後，B 向左、D 向右。B 再撞擊 A，B 靜止，A 向左

小康：因為  $A=B$ ，所以 A 撞 B 後，A 靜止、B 向右。因為  $B=C$ ，B 撞 C 後，B 靜止、C 向右。D>C，所以 D 向右，C 向左。因為  $A=B=C$ ，所以最後 B、C 皆靜止，A 向左

小 S：因為  $A<D$ ，所以 A 碰撞後會向左離開。D>C，D、C 皆向前，C 撞 B 後靜止，C 靜止、B 向右。B>E，所以 B、E 皆向右。靜止的 C 又受 D 碰撞，所以兩球皆向右。最後，A 向左、B、C、D、E 皆向右

小修、小芬、小康三人正確

8. 假設角度大於  $\theta_1$  時會

於 X 界面全反射；角

度大於  $\theta_2$  時會於 Y 界

面全反射；

則  $2 \times \sin \theta_1 = \frac{7}{4} \sin 90^\circ$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$2 \times \sin \theta_2 = \frac{7}{4} \sin \alpha = \frac{3}{2} \times \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

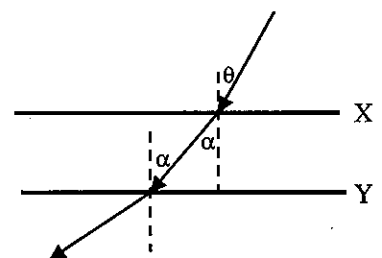
$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{7}{8}$$



$\frac{3}{4} < \sin \theta < \frac{7}{8}$  時，會於 Y 界面全反射；

若  $\sin \theta > \frac{7}{8}$  時，會於 X 界面發生全反射。所以答案為(E)

9. 伏特計量到的電壓為  $R_x$  與安培計的總電壓，所以大於  $R_x$  兩端的實際電壓。安培計僅與  $R_x$  串聯，所以量到的讀數等於通過  $R_x$  的實際電流  $R = \frac{V}{I}$ ，因為  $V$  較實際值大， $I$  等於實際值，所以換算出來的電阻大於實際值

10. 繩子串聯  $\Rightarrow$  張力皆相等

$$F_1 = F_2 = F$$

$$\begin{cases} v_1 = \sqrt{\frac{F}{\mu_1}} \\ v_2 = \sqrt{\frac{F}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{F}{4\mu_1}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F}{\mu_1}} = \frac{1}{2} v_1 \end{cases}$$

因為  $v_1 > v_2$  且  $L_2 > L_1$ ，故相遇點必位於  $L_2$  繩上

設相遇點於  $L_2$  繩上，距兩繩連接處  $x$

甲波到達相遇點時間 = 乙波到達相遇點時間

$$\Rightarrow \frac{L_1}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{L_2 - x}{v_2} \Rightarrow \frac{L_1}{v_1} + \frac{x}{\frac{v_1}{2}} = \frac{L_2 - x}{\frac{v_1}{2}}$$

$$\Rightarrow L_1 + 2x = 4L_2 - 2x \Rightarrow 4x = 3L_1 \Rightarrow x = \frac{3}{4}L_1$$

11. 經過 10 年後有  $\frac{2}{3}N_0$  衰變成元素乙，元素甲剩餘  $\frac{1}{3}N_0$ ，每經過

過 10 年剩餘  $\frac{1}{3}$  倍，再經過 10 年剩餘  $(\frac{1}{3})^2 N_0 = \frac{1}{9}N_0$

12. (D) 黑體的絕對溫度上升，則其黑體輻射  $U-\lambda$  分布曲線的  $\lambda_m$  應減小才是

13. 由題圖可知，原先線圈法向量與磁場夾角為  $60^\circ$ ，

$$\text{則 } \Phi = BA \cos 60^\circ = 0.2 \times (0.2 \times 0.2) \times \frac{1}{2} = 0.004$$

$$\Phi' = BA \cos 90^\circ = 0$$

$$\epsilon = \frac{N \times |\Delta \Phi|}{\Delta t} = \frac{10 \times |0 - 0.004|}{0.1} = 0.4 \text{ (V)}$$

14. (A) 軌跡應為圓弧

(B) 磁力方向應指向圓弧的圓心，不一定指向下方

(C)  $PQ$  所對應的圓心角為  $2\theta$ ，

$$t = \frac{2\theta}{2\pi} \times T = \frac{2\theta}{2\pi} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2m\theta}{qB}$$

$$(D) \ell = R \cdot 2\theta = \frac{mv}{qB} \times 2\theta = \frac{2mv\theta}{qB}$$

$$(E) \Delta x = 2r \sin \theta = \frac{2mv}{qB} \sin \theta$$

15.  $P = \frac{V^2}{R} = \frac{21^2}{5.0} = 88.2 \text{ (瓦特)}$

$$H = P \times t = mL_r \times 4.2 \Rightarrow 88.2 \times (9 - 3) \times 60 = 280 \times L_r \times 4.2$$

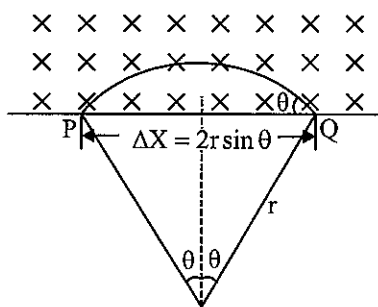
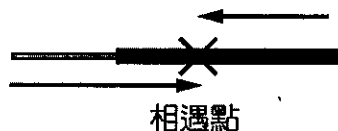
$$\Rightarrow L_r = 27 \text{ (卡/克)}$$

16. (A) 應該為  $b$

(B)  $K_{\max} = h\nu - h\nu_0$ ，所以  $K_{\max} - \nu$  的圖形中斜率等於  $h$

(C) 底限頻率為  $\nu_0$

(D) 光子能量  $= a + h\nu_0$



17. (A) 雖有外力，但  $\alpha$  粒子不動，所以外力做功為零，所以力學能仍守恆

(B) 因為  $\alpha$  粒子受外力不動，所以動量不守恆

(C) 因為相距最近時， $\alpha$  粒子與質子速度皆為零，所以動能完全轉換為電位能，所以此時電位能為  $E_k$

(D) 設質子初速度為  $v$ ，質量為  $m$ 。原  $\alpha$  粒子可移動，所以最接近時兩物速度皆為質心速度

$$v_c = \frac{m \times v}{m + 4m} = \frac{v}{5}$$

$$\text{原動能} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{最接近時動能} = \frac{1}{2}(m + 4m) \times \left(\frac{v}{5}\right)^2 = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{1}{5}$$

由此可知此時有  $\frac{4}{5}$  的動能變為電位能

$$\text{所以 } E_k \times \frac{4}{5} = \frac{ke \times 2e}{r_0}$$

後來  $\alpha$  粒子被固定，假設最近距離變為  $r$

$$\text{則 } E_k = \frac{ke \times 2e}{r} \text{，所以 } r = \frac{4r_0}{5} \text{，故選(D)}$$

(E) 因為  $\alpha$  粒子受外力不動，所以質心速度會改變

18. (A) 由  $L = \vec{r} \times \vec{p} = mvr \sin \theta = mr^2 \omega$

$$\text{所以 } L = ma_0^2 \omega = \hbar \Rightarrow \omega = \frac{\hbar}{ma_0^2}$$

$$(B) U = -2K = -mv^2 = -m(a_0 \omega)^2 = -\frac{\hbar^2}{ma_0^2}$$

$$(C) E = -K = \frac{\hbar^2}{2ma_0^2}$$

(D) 在第一激發態時，

$$a_2 = 4a_0 \text{， } L = 2\hbar = (4a_0)mv \Rightarrow p = mv = \frac{\hbar}{2a_0}$$

$$E = -\frac{p^2}{2m} = -\frac{1}{2m} \left(\frac{\hbar}{2a_0}\right)^2 = -\frac{\hbar^2}{8ma_0^2}$$

$$(E) B = \frac{\mu_0 I}{2a_0}$$

19. (A)  $-Q$  和  $+Q$  在 O 點造成的總電場為  $\frac{kQ}{(\frac{L}{2})^2} \times 2 = \frac{8kQ}{L^2}$  向左，

所以感應電荷在 O 處建立的電場為  $\frac{8kQ}{L^2}$  向右，在 O 點的總電場才為零，故選(A)

(B) 因為處於靜電平衡，所以 O 點總電場為零

$$(C)(D) -Q \text{ 和 } +Q \text{ 在 P 點造成的總電場為 } \frac{kQ}{(\frac{L-r}{2})^2} + \frac{kQ}{(\frac{L+r}{2})^2}$$

$$= \frac{8kQ(L^2 + r^2)}{(L^2 - r^2)^2} \text{ 向左，所以感應電荷在 P 處建立的電場為}$$

$$\frac{8kQ(L^2 + r^2)}{(L^2 - r^2)^2} \text{ 向右，在 P 點的總電場才為零}$$

(E) 因為仍處於靜電平衡，所以 O 點和 P 點的總電場仍為零

20. 先算推進器可產生之衝力

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = 20 \times 2 = 40 \text{ (牛頓)}$$

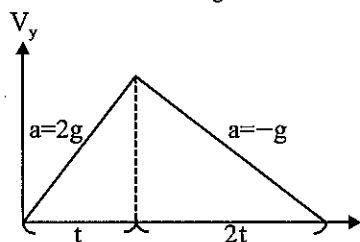
再算船的反向加速度， $F = ma \Rightarrow 40 = 1000 \times a$

$$\Rightarrow a = \frac{1}{25} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{再利用公式 } v^2 = v_0^2 + 2as \Rightarrow 0 = 2^2 - 2 \times \frac{1}{25} \times S \Rightarrow S = 50 \text{ (m)}$$

## 二、多選題

21. (A) 因為整個過程僅受向下的重力及向上的電力，所以水平方向為等速度運動，所以穿過電場所花的時間與離開電場到打到螢光屏的時間比為 2:1  
 (B) 因為最初及最後的速度皆為  $v_x$ ，所以動能沒有變化，根據功能原理合力所做的功 = 動能變化量，因為動能變化量 = 0，所以重力所做的負功與電力所做的正功互相抵消，其和為零  
 (C) 可畫鉛直速度與時間的關係圖，可知後 2L 的過程僅受重力，所以加速度為  $-g$ ，所以前 L 的過程為  $2g$  向上



- (D) 未給板極電性，所以無法判斷  
 (E) 前 L 的路程的加速度為  $2g$  向上  
 所以  $F_e - mg = m \times 2g \Rightarrow F_e = 3mg$

$$F_e = 3mg = qE \Rightarrow E = \frac{3mg}{q}$$

22. (A)  $4\lambda_{\max} \leq L$  (管長)， $v = 331 + 0.6 \times 15 = \lambda_{\max} \times f_{\min}$   
 $340 = 4 \times f_{\min} \Rightarrow f_{\min} = 85$  (Hz)  
 (C)(D) 波長應為兩相臨節點距離的兩倍，所以應為 70.0 公分  
 (E)  $v = \lambda \times f$ ，因為聲速不變，所以波長與頻率成反比。乙音叉的波長為甲音叉的  $\frac{5}{7}$  倍，所以頻率為  $\frac{7}{5}$  倍，

$$490 \times \frac{7}{5} = 686 \text{ (Hz)}$$

23. (A)  $\frac{r_A}{r_B} = \frac{2M}{3M} = \frac{L}{r_B} \Rightarrow r_B = \frac{3}{2}L$ ，則 A 與 B 間的距離為  $\frac{5}{2}L$

$$F_B = \frac{G(3M)(2M)}{(\frac{5}{2}L)^2} = \frac{24GM^2}{25L^2} = F_A$$

$$(B) a_A = \frac{F_A}{3M} = \frac{8GM}{25L^2}$$

(C) A 和 B 的週期相同

$$(D) F_B = \frac{24GM^2}{25L^2} = (2M) \frac{v_B^2}{r_B} = (2M) \left( \frac{v_B^2}{\frac{3}{2}L} \right) \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{18GM}{25L}}$$

$$(E) g_A = \frac{G(3M)}{L^2} = \frac{9GM}{L^2}, g_B = \frac{G(2M)}{(\frac{3}{2}L)^2} = \frac{8GM}{9L^2} \neq g_A, \text{ 故在質}$$

心處重力場強度不為零

24. (A) 光在不同介質中傳播，頻率保持不變

$$(B)(C) \text{ 光在介質(折射率 } n) \text{ 中的波長 } \lambda = \frac{\lambda_0}{n} \propto \frac{1}{n}$$

$$\therefore n_A < n_B \Rightarrow \lambda_A > \lambda_B$$

$$(D)(E) \text{ 波數} = \frac{\text{厚度}}{\text{波長}} = \frac{d}{\lambda} = \frac{d}{\frac{\lambda_0}{n}} = \frac{nd}{\lambda_0}$$

$$\text{光在介質 A 中波數 } N_A = \frac{\frac{4}{3} \times 6 \times 10^{-6}}{500 \times 10^{-9}} = 16, \text{ 光在介質 B 中波數}$$

$$N_B = \frac{1.5 \times 6 \times 10^{-6}}{500 \times 10^{-9}} = 18$$

兩者波數相差  $18 - 16 = 2 \Rightarrow$  兩束光通過介質後為同相，為完全建設性干涉  $\Rightarrow$  焦點為亮點

## 第貳部分

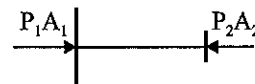
- 一、(1) 1:2

$$(2) 1:1$$

$$(3) 3:1$$

【詳解】

- (1) 以活塞為系統，活塞受力如右圖



$$F_{\text{合}} = P_1 A_1 - P_2 A_2 = 0 \Rightarrow P_1 : P_2 = A_1 : A_2 = 1 : 2$$

$$(2) PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}, \therefore \text{溫度相等}$$

$$\therefore n \propto PV \Rightarrow n_1 : n_2 = P_1 V_1 : P_2 V_2 = 1 \times A_1 d : 2 \times A_2 d = 1 \times 2 : 2 \times 1 = 1 : 1$$

- (3) 最後活塞不動，

$$\text{則 } F_{\text{合}} = P'_1 A_1 - P'_2 A_2 = 0 \Rightarrow P'_1 : P'_2 = A_2 : A_1 = 1 : 2$$

表示活塞壓力比與溫度無關，由理想氣體方程式

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$$

$$\Rightarrow T_1 : T_2 = \frac{P'_1 V'_1}{n_1 R} : \frac{P'_2 V'_2}{n_2 R} = P'_1 V'_1 n_2 : P'_2 V'_2 n_1$$

$$= P'_1 2A \times \frac{3}{2}d \times n_2 : P'_2 A \times \frac{1}{2}d \times n_1$$

$$= 1 \times 2 \times \frac{3}{2} \times 1 : 2 \times 1 \times \frac{1}{2} \times 1 = 3 : 1$$

$$\text{二、(1) } v = \sqrt{\frac{GM}{2R}}$$

$$(2) -\frac{GMm}{4R}$$

$$(3) \frac{3GMm}{4R}$$

$$(4) \frac{GMm}{12R}$$

【詳解】

- (1) 利用衛星所受的引力 = 向心力

$$\frac{GMm}{(2R)^2} = m \times \frac{v^2}{2R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{2R}}$$

$$(2) E = U + K = \frac{GMm}{-2R} + \frac{1}{2}m \left( \sqrt{\frac{GM}{2R}} \right)^2 = -\frac{GMm}{4R}$$

- (3) 衛星本來在地面上為靜止狀態，所以動能為零，其總能

$$\text{即為重力位能} = -\frac{GMm}{R}$$

$$\text{所以要補充的能量為 } \frac{GMm}{-4R} - \left( -\frac{GMm}{R} \right) = \frac{3GMm}{4R}$$

$$(4) K' = \frac{GMm}{2 \times \frac{3}{2}R} = \frac{GMm}{3R}$$

$$K' - K = \frac{GMm}{3R} - \frac{GMm}{4R} = \frac{GMm}{12R}$$