

大學入學考試中心
指定科目考試參考試卷
(適用於99課綱)

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。

物理常數

計算時如需要可利用下列數值：

普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

光在真空中的速度 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

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. 考慮一個帶正電的實心金屬導體球，如圖 1 所示。當電荷分布穩定不變時，甲（球外）、乙（球表）、丙（球內）三個點的電位大小關係為何？

- (A) 甲 > 乙 > 丙
- (B) 丙 > 乙 > 甲
- (C) 丙 = 乙 > 甲
- (D) 甲 > 乙 = 丙
- (E) 甲 = 乙 > 丙

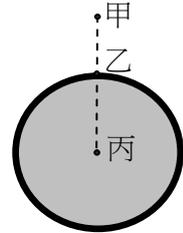


圖 1

2. 有一電路如圖 2，在左邊迴路中有垂直穿出紙面的磁場，其磁通量變化率 $\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$ 的量值固

定為 +8 Wb/s，則達穩定狀態時，通過在中央 2Ω 電阻器的電流是多少？

- (A) 0.5A
- (B) 0.75A
- (C) 1A
- (D) 1.5A
- (E) 0

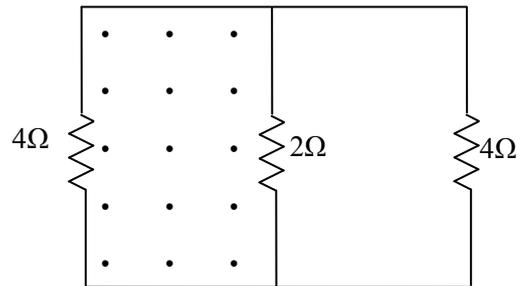


圖 2

3. 如圖 3 所示將一小球懸掛在一長度固定為 ℓ 的細繩下端，小球在最低點時有水平初速 \vec{v}_0 。已知當小球從最低點上升到高度 $h = 4\ell/3$ 時，細繩的張力恰好變成零。假設摩擦力及空氣阻力皆可忽略，小球初速 \vec{v}_0 的量值為何？

- (A) $\sqrt{5g\ell/2}$
- (B) $\sqrt{3g\ell}$
- (C) $\sqrt{7g\ell/2}$
- (D) $\sqrt{4g\ell}$
- (E) $\sqrt{9g\ell/2}$

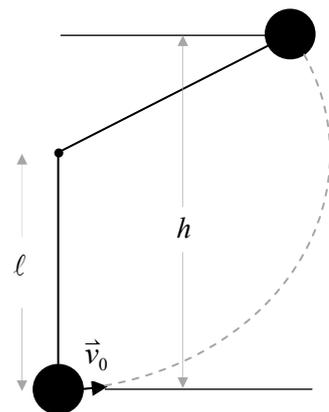


圖 3

4. 在一次演習中，某砲兵連的任務是以大砲摧毀 4.0 km 外的目標。已知砲彈離開砲口的速率是 200 m/s，假設空氣阻力可以忽略，則砲管與地面夾角應為何值才能讓砲彈命中與砲口同一水平面的目標？（設重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

- (A) 15°
- (B) 23°
- (C) 30°
- (D) 37°
- (E) 45°

5. 如圖 4 和圖 5 所示，在測量電子荷質比的實驗中，我們使用的亥姆霍茲線圈，是由兩個半徑、圓心相距都為 R 的線圈組合而成。這個線圈的主要功能為下列何者？

- (A) 顯示電子軌跡
- (B) 增加電子動能
- (C) 增加電子電位
- (D) 改變電子運動方向
- (E) 選擇適當的電子速率



圖 4

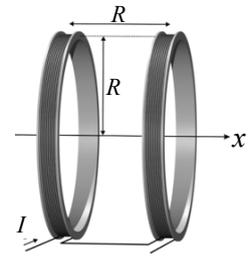


圖 5

6-7 題為題組

如圖 6 所示，質量均為 m 的甲與乙兩木塊之間連接著一個力常數（或彈性係數） k 、質量可忽略的彈簧。靜止觀察者小芳，以左手按住木塊甲，同時用右手將木塊乙由靜止推往木塊甲，使彈簧長度收縮 x_0 後，放開右手讓木塊乙在光滑水平面上運動。當木塊乙達到最大速率 v 的瞬間，小芳移開左手讓木塊甲由靜止開始運動。

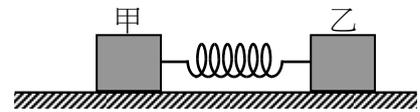


圖 6

6. 相對於靜止觀察者小芳，木塊乙最大速率 v 為何？
- (A) $x_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$
 - (B) $\frac{x_0}{2} \sqrt{\frac{k}{m}}$
 - (C) $\frac{x_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$
 - (D) $\frac{x_0}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$
 - (E) $x_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$
7. 相對於靜止觀察者小芳，木塊甲與木塊乙系統質心的速率為下列何者？
- (A) 0
 - (B) $\frac{v}{4}$
 - (C) $\frac{v}{2}$
 - (D) $\frac{3v}{4}$
 - (E) v
8. 質量為 $5M$ 的質點發生爆炸後，裂成質量分別為 $2M$ 、 $2M$ 和 M 的三個質點，其 SI 單位的速度分別為 $\vec{v}_1 = (8, 3)$ 、 $\vec{v}_2 = (4, -3)$ 、 $\vec{v}_3 = (-4, 0)$ ，則未爆炸前質點的速度 \vec{v} 為下列何者？
- (A) (8, 0)
 - (B) (-8, 0)
 - (C) (4, 0)
 - (D) (-4, 0)
 - (E) (4, 3)
9. 有關自然界的基本作用力，下列敘述何者正確？
- (A) 多個質子可以穩定存在於原子核中，主要是因為質子與質子間存在著弱交互作用
 - (B) 太陽發出來的光是電磁波，所以太陽會發光主要是因為電磁力的緣故
 - (C) 強作用力是一種無遠弗屆的超強吸引力
 - (D) 物體在重力場中運動，直線與橢圓都是可能的軌跡
 - (E) 帶電粒子在均勻磁場中運動，直線、拋物線與螺旋線都是可能的軌跡
10. 下列有關生活用品或自然現象的敘述，哪一項是錯誤的？
- (A) 來自遠方星系的光，其譜線均有紅移現象，依據都卜勒效應，我們可推論宇宙正在膨脹
 - (B) 彩虹現象形成的主要原因，是光在水珠中的全反射
 - (C) 微波爐加熱食物，主要是利用電磁波的能量
 - (D) 核能發電，主要是利用核分裂產生的能量
 - (E) 電動機的運轉，主要是運用電流磁效應

11. 一折射率為 n 的四邊形透光玻璃 $OPQR$ ，已知 $\angle O = \angle R = 90^\circ$ ，一束光線 I_1 自空氣中由 OR 邊射入此玻璃。此束光在幾個不同界面發生之部分折射、部分反射情形如圖 7 所示，但 I_2 在 PQ 邊發生全反射。 $\theta_1 \sim \theta_7$ 分別代表此束光在不同位置的入射角、反射角或折射角。根據圖 7 的資料研判，下列敘述何者正確？

- (A) $n \times \sin \theta_1 = \sin \theta_3$
 (B) $n \times \sin \theta_6 < 1$
 (C) $n \times \cos \theta_4 = \sin \theta_2$
 (D) $\theta_5 > \theta_6$
 (E) $\theta_2 < \theta_3$

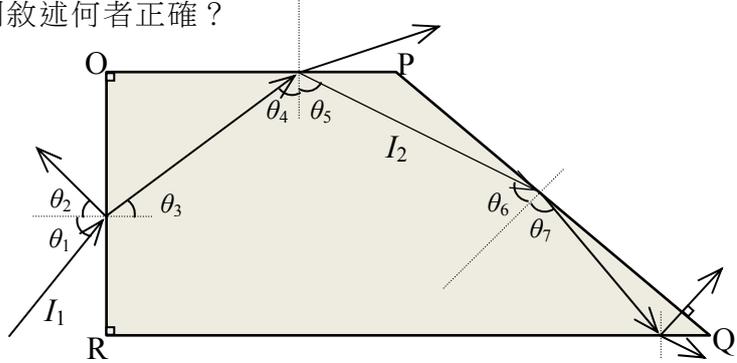


圖 7

12. 一綠光雷射光束，照射雙狹縫後，在狹縫後方 120 cm 處的紙屏上形成干涉條紋。經測量後得知，第二亮紋中央線與中央亮紋中央線相距 1.2 cm，則下列何種情形，可以使第三暗紋中央線與中央亮紋中央線相距 1.2 cm？

- (A) 將光源往靠近狹縫的方向移動，其它條件不變
 (B) 將紙屏往靠近狹縫的方向移動，其它條件不變
 (C) 將兩狹縫間的距離變為原來的 0.8 倍，其它條件不變
 (D) 將每一狹縫的寬度變為原來的 0.8 倍，其它條件不變
 (E) 改用紅光雷射光束，其它條件不變

13. 如圖 8 所示，一電量為 q ($q > 0$)、質量為 m 的帶電粒子，此帶電粒子以速率 v 由座標原點沿著 $+x$ 方向射入均勻電場中。已知電場量值為 E ，電場方向與 x 軸夾 30° 角。關於此帶電粒子進入均勻電場後的受力與運動狀態，下列敘述何者正確？

- (A) 此粒子在 x 方向不受靜電力作用
 (B) 此粒子在 x 方向加速度量值為 $\frac{qE}{2m}$
 (C) 此粒子在 y 方向動量守恆
 (D) 此粒子進入均勻電場 t 秒後，其在 y 方向的速度分量為 $\frac{qEt}{2m}$
 (E) 此粒子進入均勻電場 t 秒後，其位置座標為 $(\frac{\sqrt{3}qEt^2}{4m}, vt + \frac{qEt^2}{4m})$

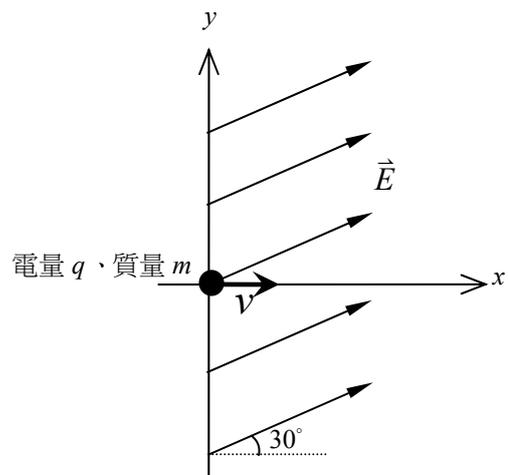


圖 8

14. 兩平行導線 L_1 和 L_2 所載的電流均為 I ，且電流方向相同。甲、乙、丙為兩導線所在平面上的三個點，其位置如圖 9 所示，則有關載流導線 L_1 、 L_2 在甲、乙、丙三點產生的磁場，下列敘述何者正確？

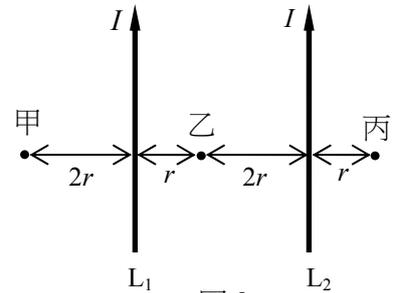


圖 9

- (A) 甲點的磁場方向為進入紙面
- (B) 乙點的磁場方向為射出紙面
- (C) 丙點的磁場方向為射出紙面
- (D) 三點的磁場量值由大到小依序為甲丙乙
- (E) 三點的磁場量值由大到小依序為丙甲乙

15. 在密閉容器內，一莫耳理想氣體的狀態從甲到戊經過如圖 10 的變化，其中丁狀態和戊狀態的壓力相同，下列敘述何者正確？

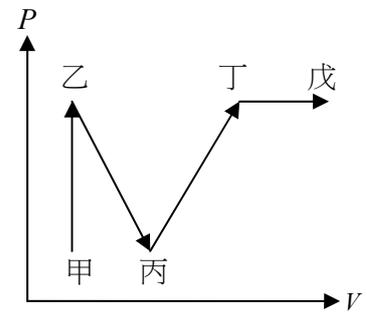


圖 10

- (A) 從乙到丙的過程，氣體溫度一直保持不變
- (B) 從丁到戊的過程，氣體溫度一直保持不變
- (C) 從甲到乙的過程，氣體總動能逐漸減少
- (D) 從丙到丁的過程，氣體總動能逐漸增加
- (E) 比較狀態甲和狀態戊，兩者總動能相同

16. 圖 11 為水的三相圖，下列敘述何者正確？

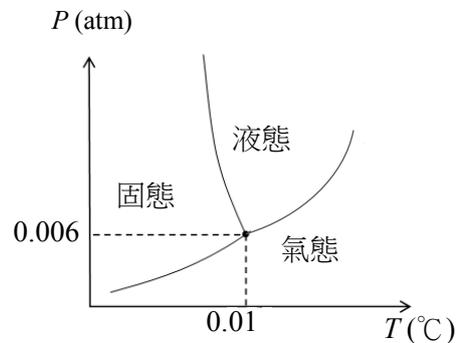


圖 11

- (A) 水的沸騰溫度隨壓力升高而降低
- (B) 冰的熔化溫度隨壓力升高而升高
- (C) 冰的昇華溫度隨壓力升高而升高
- (D) 三相點的壓力會隨溫度而變化
- (E) 水和冰只能在 0°C 共存

17. 拉塞福以 α 粒子撞擊金箔，依據實驗結果建立原子的行星模型，下列敘述何者錯誤？

- (A) 拉塞福與湯姆森的原子模型主要的不同在於正電荷的分布範圍
- (B) 拉塞福發現竟然有少數 α 粒子會被大角度（大於 90° ）散射
- (C) 拉塞福推論出原子的正電荷都集中在極小的區域
- (D) 拉塞福推論出原子的大部分質量集中在極小的區域
- (E) 拉塞福的實驗可以測得原子的能階

18. 一質量為 m 、密度均勻、邊長為 a 的立方體木塊置於水平地面，今在木塊頂端正方形一邊的中點處，施加一垂直於側面的水平力，其量值為 F ，如圖 12 所示。如果 F 過大，則木塊將無法保持平衡。若木塊與地面間的靜摩擦係數為 0.80， g 為重力加速度，試問 F 至少需大於何值，木塊才無法保持靜力平衡？

- (A) $0.30mg$
(B) $0.40mg$
(C) $0.50mg$
(D) $0.60mg$
(E) $0.70mg$

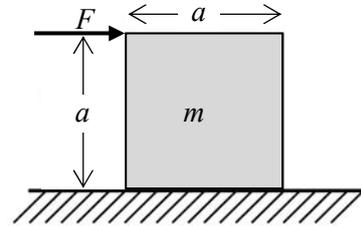
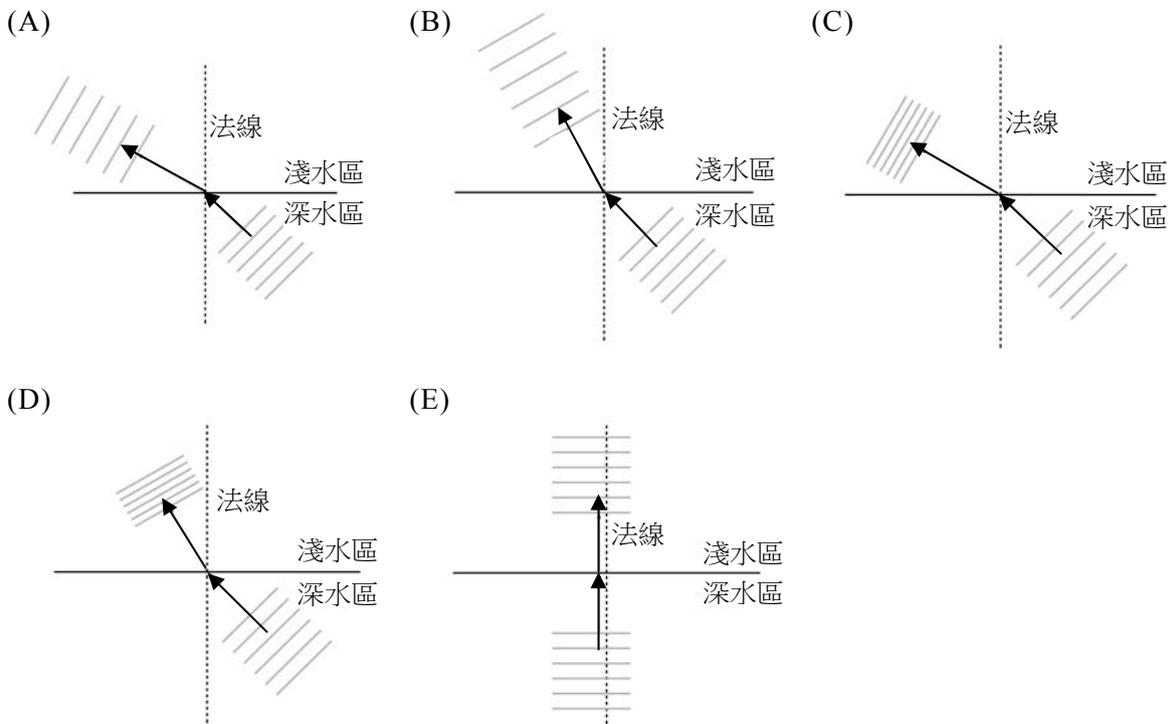


圖 12

19. 下列關於水波由深水區進入淺水區時，波前及行進方向的圖示，何者正確？（選項中平行直線代表波前，箭頭代表波的行進方向）



20. 水波槽中有兩個頻率、相位、振幅都相同的點波源起波器，彼此相距 0.35 m。若頻率為 10 Hz，且在水波槽內可觀察到 6 條節線，如圖 13 中虛線所示，則下列何者可能是水波的波速？

- (A) 0.60 m/s
(B) 0.90 m/s
(C) 1.2 m/s
(D) 1.5 m/s
(E) 1.8 m/s

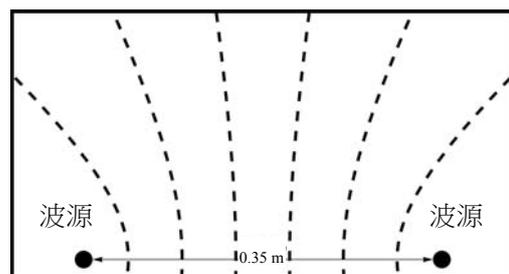


圖 13

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. 已知波長 $\lambda_0 = 91.2 \text{ nm}$ （即能量 $E_0 = 13.6 \text{ eV}$ ）的光子，正好可以游離基態的氫原子；且波長 λ 、能量 E 的光子，可以將氫原子的電子由主量子數 $n=1$ 激發到 $n=3$ 的軌道，則下列有關氫原子的敘述哪些正確？

- (A) 若 h 為普朗克常數， c 為光速，則 $E_0 \lambda_0 = hc$
- (B) $E = (1 - \frac{1}{9})E_0$
- (C) 波長 $\lambda' = \lambda - \lambda_0$ 的光子恰可將處於 $n=3$ 能階的電子游離
- (D) 能量 $E' = E_0 - E$ 的光子恰可將處於 $n=3$ 能階的電子游離
- (E) 電子由 $n=3$ 躍遷到 $n=1$ 的能階，會放出波長為 $\lambda' = \lambda - \lambda_0$ 的光子

22. 小志做「物體在斜面上的運動」實驗，獲得紙帶上的打點記錄如圖 14 所示，下列敘述哪些是正確的？



圖 14

- (A) 小志做實驗時，應先以水平儀校正，使軌道呈水平後再釋放滑車，才能獲得這個實驗結果
- (B) 如果打點計數器的頻率為 f ，A、B 兩點間距離為 ℓ ，則 A、B 兩點間的平均速率為 $\bar{v}_{AB} = f\ell$
- (C) 如果 M 為 \overline{BC} 中點，則 M 點的瞬時速度等於 B、C 兩點間的平均速度
- (D) 圖中 B、D 兩點間的平均速度小於 C 點的瞬時速度
- (E) 圖中 A、B 兩點間的時間間隔等於 C、D 兩點間的時間間隔

23. 一條繩子長度為 200 cm，現以繩子伸展方向為 x 軸方向，繩子的一端固定在 $x=0$ 處。以攝影機連續三分鐘拍攝繩子的振動後，分析每隔 0.1 s 繩子在 y 方向的位移，所得數據如表 1 所示。第二、三列分別為觀測到 $x=50 \text{ cm}$ 和 $x=60 \text{ cm}$ 處繩子在 y 方向的位移。

表 1（觀察時間為 1.3 s 時與 0.1 s 時的數據相同，依此類推）

觀察的時間(s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	...
$x=50 \text{ cm}$ 處 位移(cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
$x=60 \text{ cm}$ 處 位移(cm)	0	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00	-0.50	-0.87	-1.00	-0.87	-0.50	0	...

由表 1 可知，下列敘述哪些正確？

- (A) 此繩波為駐波
- (B) 繩波向 $+x$ 方向傳遞
- (C) 繩波周期為 0.6 s
- (D) 繩波波長不可能為 30 cm
- (E) 60 cm 處不可能是波腹

24. 下列關於點電荷在電場及磁場中運動的敘述，哪些是正確的？

- (A) 點電荷所受的靜電力有可能從低電位指向高電位
- (B) 點電荷在靜電場中沿封閉路徑繞一圈回到原來的位位置，靜電力對點電荷所作的功可能大於零
- (C) 點電荷受磁力作用時其速率不會改變
- (D) 點電荷在均勻磁場中作圓周運動時，其週期與粒子的運動速率成反比
- (E) 若空間中同時有均勻的電場及磁場，則點電荷不可能作等速運動

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二、三）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. 在科幻電影中，太空戰艦在太空中射出高能量雷射光束攻擊敵艦，讓敵艦重創。觀眾可以看到高能量雷射光束筆直地射到敵艦，敵艦爆炸後，也可以聽見爆炸聲響。

- 1. 假設太空為完全的真空，而且敵艦一定會受重創並爆炸，試以具體的物理原理，說明看到和聽到這樣的聲光效果，有哪兩項重大的錯誤。（4分）
- 2. 以示意圖輔助，指出電場、磁場方向和電磁波前進方向這三者間的關係，並說明電磁波為何是橫波。（2分）

二. 有一觀測太陽的太空站質量為 m ，假設此太空站和地球以相同的週期 T ，繞著太陽作等速圓周運動。太空船與地球之間的引力遠小於太陽與地球之間的引力，故可忽略太空船對地球的影響。設太陽質量為 M_s ，地球質量為 M_E ，重力常數為 G ，地球繞太陽運轉的軌道半徑與週期分別為 R 。

- 1. 試由牛頓第二運動定律與萬有引力定律推導出 R 與 T 的關係。（2分）
- 2. 設太空站所受的力的量值為 $F = \frac{GM_s m}{(R-D)^2} - \frac{GM_E m}{D^2}$ ，試作圖表示太陽、地球與太空站的相對位置，並說明上式中 D 的物理意義。（2分）
- 3. 在特定的 D 值，太空站繞太陽的公轉周期會和地球一樣，此時方程式 $\frac{M_s}{(R-D)^3} = \frac{M_E}{D^2(R-D)} + X$ 必須成立，試求出 X 。（3分）
- 4. 此太空站的週期與地球相同，但軌道半徑與地球不同，因此太空站的 R 與 T 的關係不遵守克卜勒行星運動第三定律。試具體說明為何克卜勒行星運動第三定律對此太空站不適用。（3分）

三. 已知在光電效應實驗中，若光的頻率低於截止頻率，則無論光的強度為何都無法產生光電流。一般認為光的粒子說可以成功的解釋這個現象，而光的波動說則否。試比較光的粒子說與波動說在解釋前述現象的優缺點。（4分）