中六物理練習卷：萬有引力與衛星運動

中六（S6）　物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部（多項短答，29 分）

全部題目均須作答，須列出所用公式及代入的數值。

1. 地球質量 5.97×10^{24} kg、半徑 6.37×10^{6} m，重力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$。(a) 求地球表面重力加速度 g_0。(b) 求距地面 1.0×10^{7} m 處的重力加速度。(c) 求 g_0 與 (b) 之比。

2. 月球繞地球運行的軌道半徑約 3.84×10^{8} m。(a) 以圓周運動模型求月球的公轉週期（以日為單位）。(b) 說明為何月球不會掉到地球上。(c) 若月球質量加倍而軌道半徑不變，週期會否改變？解釋。

3. 一枚人造衛星在離地 400 km 的圓軌道運行，地球半徑取 6.37×10^{6} m。(a) 求其軌道半徑。(b) 求其速率。(c) 求其週期（以分鐘為單位）。(d) 若衛星質量加倍，速率如何改變？

4. (a) 由能量守恆推導地球表面的逃逸速度 $v = \sqrt{2GM/R}$。(b) 代入數據求數值（km s^{-1}）。(c) 解釋為何逃逸速度與拋體質量無關。

乙部（計算與解釋，33 分）

重力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$，地球質量 5.97×10^{24} kg，地球半徑 6.37×10^{6} m。

5. 火星質量 6.42×10^{23} kg、半徑 3.39×10^{6} m。(a) 求火星表面重力加速度。(b) 比較火星與地球表面的 g 值，並解釋差異的兩個原因。(c) 一個在地球重 600 N 的儀器在火星表面重多少？

6. 地球同步衛星的週期等於地球自轉週期 86 164 s。(a) 求其軌道半徑。(b) 求其離地高度。(c) 說明為何同步衛星必須位於赤道上方。

7. 質量 1200 kg 的衛星由 400 km 圓軌道轉移到地球同步軌道（半徑 4.22×10^{7} m）。(a) 寫出圓軌道總機械能的表達式。(b) 求每千克所需的能量。(c) 求該衛星所需的總能量。(d) 這些能量從何而來？

8. 雙星系統由兩顆質量均為 $1.5\ M_\odot$（$M_\odot = 1.99 \times 10^{30}$ kg）的恒星組成，兩星相距 2.0×10^{11} m，繞共同質心作圓周運動。(a) 求每顆星的軌道半徑。(b) 求其速率。(c) 求公轉週期（以日為單位）。(d) 若兩星質量不同，質心位置如何改變？

丙部（綜合與應用，38 分）

數值答案須準確至三位有效數字；解釋題須指出所依據的物理定律。

9. 下表為某行星一顆衛星的觀測數據：軌道半徑 $r = 7.00 \times 10^{6}$ m，週期 $T = 5.82 \times 10^{3}$ s。(a) 由 r 與 T 求行星質量。(b) 寫出所用的公式並說明為何不需要衛星質量。(c) 若測得的 T 偏小 2%，對質量的計算有何影響？

10. 地球自轉週期 86 164 s。(a) 求赤道處因自轉所需的向心加速度。(b) 求赤道處的有效 g 值。(c) 解釋為何赤道處的 g 比極地小。(d) 在軌道上的太空人為何感到「失重」？

11. 一枚衛星在 400 km 圓軌道（$v = 7.67\ \text{km s}^{-1}$）運行，現要脫離地球引力。(a) 求該高度的逃逸速度。(b) 求所需的速度增量。(c) 為何不在地面一次過加速到 $11.2\ \text{km s}^{-1}$ 更省能量？以能量角度解釋。

12. 某行星表面 $g = 3.73\ \text{m s}^{-2}$，半徑 3.39×10^{6} m。(a) 求其平均密度。(b) 若某天體半徑相同但密度加倍，表面 g 如何改變？(c) 一個單擺在該行星上的週期與在地球上相比如何？(d) 提出一個由觀測驗證密度的可行方法。

TutorZone 中六（S6）物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。