中六物理練習卷（第三份）：圓周運動與萬有引力、簡諧運動、雙縫與光柵干涉、磁力與感生電動勢、放射性衰變與核能、理想氣體與功率效率

年級：中六　｜　科目：物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24

第 1 題　圓周運動與萬有引力

取 $g = 9.81\ \text{m s}^{-2}$，地球 $GM = 3.99 \times 10^{14}\ \text{m}^3\ \text{s}^{-2}$。答案須準確至 3 位有效數字。

1. 一輛質量 1200 kg 的汽車以速率 v 繞半徑 50 m 的水平彎路行駛，輪胎與路面之間的靜摩擦係數為 0.60。求汽車不致滑出的最大速率。（4 分）

答案：最大摩擦力提供向心力：$\mu mg = mv^2/r$，故 $v = \sqrt{(\mu g r)} = \sqrt{(0.60 \times 9.81 \times 50)} = 17.2\ \text{m s}^{-1}$（速率與質量無關）。

2. 一顆人造衛星在距地心 7.0×10^6 m 的圓軌道上運行。求其軌道速率。（4 分）

答案：$GMm/r^2 = mv^2/r$，故 $v = \sqrt{(GM/r)} = \sqrt{(3.99 \times 10^{14} / 7.0 \times 10^6)} = 7.55 \times 10^3\ \text{m s}^{-1}$。

3. 承上題，求衛星的軌道周期（以分鐘表示）。（4 分）

答案：$T = 2\pi r/v = 2\pi \times 7.0 \times 10^6 / 7.55 \times 10^3 \approx 5.83 \times 10^3\ \text{s} \approx 97.1$ 分鐘。

4. 求該軌道高度處的重力加速度 g′，並解釋為何軌道上的太空人感到「失重」。（4 分）

答案：$g' = GM/r^2 = 3.99 \times 10^{14} / (7.0 \times 10^6)^2 = 8.14\ \text{m s}^{-2}$。太空人與太空船同以 g′ 自由下落（向心加速度相同），支持力為零，故感到失重；g′ 並非零。

第 2 題　簡諧運動

彈簧振子質量 0.50 kg，彈簧勁度 20 N m⁻¹，振幅 0.080 m。

5. 求振動周期。（4 分）

答案：$\omega = \sqrt{(k/m)} = \sqrt{(20/0.50)} = 6.32\ \text{rad s}^{-1}$；$T = 2\pi/\omega = 0.994$ s。

6. 求最大速率。（4 分）

答案：$v_{max} = \omega A = 6.32 \times 0.080 = 0.506\ \text{m s}^{-1}$。

7. 求最大加速度，並指出它出現在哪個位置。（4 分）

答案：$a_{max} = \omega^2 A = 40 \times 0.080 = 3.20\ \text{m s}^{-2}$，出現在位移最大處（端點）。

8. 當位移為 0.040 m 時，求速率及動能佔總能量的比例。（4 分）

答案：$v = \omega\sqrt{(A^2 - x^2)} = 6.32 \times \sqrt{(0.0064 - 0.0016)} = 0.438\ \text{m s}^{-1}$；總能量 $E = \tfrac{1}{2}kA^2 = 0.064$ J，動能 $\tfrac{1}{2}mv^2 = 0.048$ J，佔 0.75（即 75%）。

第 3 題　光的干涉與繞射

所用單色光波長 600 nm。

9. 楊氏雙縫實驗中，縫距 0.50 mm，屏幕距雙縫 2.0 m。求條紋間距。（4 分）

答案：$\Delta y = \lambda D/d = 600 \times 10^{-9} \times 2.0 / 0.50 \times 10^{-3} = 2.4 \times 10^{-3}$ m = 2.4 mm。

10. 若屏幕移遠至 3.0 m，求新的條紋間距。（4 分）

答案：$\Delta y \propto D$，故 $\Delta y = 2.4 \times 3.0/2.0 = 3.6$ mm。

11. 改用每毫米 500 條的光柵，求第一級亮紋的繞射角。（5 分）

答案：$d = 10^{-3}/500 = 2.0 \times 10^{-6}$ m；$\sin\theta = \lambda/d = 0.300$，$\theta = 17.5^\circ$。

12. 求該光柵可觀察到的最高亮紋級次，並解釋。（5 分）

答案：$\sin\theta = m\lambda/d \leqslant 1$，故 $m \leqslant d/\lambda = 3.33$，最高為第 3 級（第 4 級需 $\sin\theta > 1$，不可能）。

第 4 題　磁力與感生電動勢

電子電荷 1.6×10^{-19} C，質量 9.11×10^{-31} kg。

13. 一個電子以 3.0×10^{6} m s^{-1} 垂直進入 0.20 T 的均勻磁場。求它所受磁力的大小。（4 分）

答案：$F = Bqv = 0.20 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3.0 \times 10^{6} = 9.6 \times 10^{-14}$ N。

14. 求該電子在磁場中圓周運動的半徑。（5 分）

答案：$Bqv = mv^2/r$，故 $r = mv/(qB) = 9.11 \times 10^{-31} \times 3.0 \times 10^{6} / (1.6 \times 10^{-19} \times 0.20) = 8.5 \times 10^{-5}$ m。

15. 一根長 0.40 m 的導體棒以 2.5 m s^{-1} 垂直橫越 0.50 T 的磁場。求棒兩端的感生電動勢。（4 分）

答案：$\varepsilon = BLv = 0.50 \times 0.40 \times 2.5 = 0.50$ V。

16. 若棒兩端接上 2.5 Ω 的電阻，求電流及電阻消耗的功率。（4 分）

答案：$I = \varepsilon/R = 0.50/2.5 = 0.20$ A；$P = \varepsilon I = 0.50 \times 0.20 = 0.10$ W。

第 5 題　放射性衰變與核能

取 1 u 對應 931.5 MeV。

17. 某樣本初時活度為 6400 Bq，半衰期 8 日。求 24 日後的活度。（4 分）

答案：24 日 = 3 個半衰期，故 $A = 6400 / 2^3 = 800$ Bq。

18. 同一樣本的活度降至 400 Bq 需時多久？（4 分）

答案：6400 → 400 為 $1/16 = 1/2^4$，即 4 個半衰期 = 32 日。

19. 某核反應的質量虧損為 0.0030 u。求釋放的能量（以 MeV 表示）。（5 分）

答案：$E = 0.0030 \times 931.5 = 2.79$ MeV。

20. 寫出碳–14 的 β^- 衰變方程，並指出產物。（4 分）

答案：$^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + \bar{\nu}$（反微中子）；原子序數加一，質量數不變，故變成氮–14。

第 6 題　功率效率與理想氣體

取 $R = 8.31\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$，$k = 1.38 \times 10^{-23}\ \text{J K}^{-1}$。

21. 一電動機的輸入功率為 2.0 kW，能把 150 kg 的負載以 0.80 m s⁻¹ 等速吊起。求電動機的效率。（4 分）

答案：有用功率 $= mgv = 150 \times 9.81 \times 0.80 = 1.18 \times 10^{3}$ W；效率 $= 1177/2000 = 59\%$。

22. 2.0 mol 理想氣體在 300 K 時佔體積 0.050 m³。求其壓力。（4 分）

答案：$p = nRT/V = 2.0 \times 8.31 \times 300 / 0.050 = 9.97 \times 10^{4}$ Pa。

23. 若在定容下加熱至 450 K，求新的壓力。（4 分）

答案：定容下 $p \propto T$，$p_2 = 9.97 \times 10^{4} \times 450/300 = 1.50 \times 10^{5}$ Pa。

24. 求 450 K 時每個氣體分子的平均平動動能。（4 分）

答案：$\langle KE \rangle = (3/2)kT = 1.5 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 450 = 9.3 \times 10^{-21}$ J。

TutorZone 中六物理練習卷 I 題目為原創，並非任何學校或出版社的教材。