中五物理練習卷：圓周運動、引力與衛星、簡諧運動、電場與電勢、電磁感應、核衰變與結合能

中五　物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分：圓周運動（17 分）

取 g = 9.81 m s^-2，答案取 3 位有效數字。

1. 一輛質量 1200 kg 的汽車以 20 m s^-1 駛過半徑 50 m 的彎路。求其向心加速度與所需的向心力。
答案：向心加速度 a = v² ÷ r = 20² ÷ 50 = 8.0 m s^-2；向心力 F = ma = 1200 × 8.0 = 9600 N，方向指向彎心。

2. 質量 0.20 kg 的石塊縛在長 1.0 m 的繩上，在水平面上每秒轉 2.0 圈。求角速度、線速度與繩的張力。
答案：ω = 2πf = 2π × 2.0 = 12.57 rad s^-1；v = ωr = 12.57 × 1.0 = 12.6 m s^-1；張力提供向心力，T = mω²r = 0.20 × 157.91 = 31.6 N。

3. 小球在半徑 1.6 m 的豎直圓形軌道內側運動。(a) 求小球在最高點不致跌離軌道的最小速率。(b) 若小球（質量 0.1 kg）在最低點速率為 6.0 m s^-1，求軌道對小球的作用力。
答案：(a) 最高點最小速率時正向力為零：mg = mv² ÷ r，v = √(gr) = √(9.81 × 1.6) = 3.96 m s^-1。(b) 最低點：N − mg = mv² ÷ r，N = mg + mv² ÷ r = 0.98 + 2.25 = 3.23 N。

4. 賽道彎位半徑 80 m、傾角 15.000 度，無摩擦。求汽車以設計速率轉彎時的速率。
答案：設計速率由 N sinθ 提供向心力：v² = rg tanθ = 80 × 9.81 × tan 15.0° = 210.3，v = 14.50 m s^-1。

第二部分：引力與衛星（17 分）

取地球半徑 6.37 × 10^6 m、GM = 3.986 × 10^14 m^3 s^-2。

5. 人造衛星在離地 1000 km 的圓軌道運行。求該處的重力加速度，並求它與地面 g 的比值。
答案：r = R + h = 7370000.00 × 10^6 m；g′ = GM ÷ r² = 3.986 × 10^14 ÷ (7370000.00 × 10^6)² = 7.34 m s^-2；比值 = 7.34 ÷ 9.81 = 0.748。

6. 衛星在半徑 7.0 × 10^6 m 的圓軌道繞地球運行。求其速率與週期（以分鐘表示）。
答案：v = √(GM ÷ r) = √(3.986 × 10^14 ÷ 7.0e+06) = 7546 m s^-1 ≈ 7.55 km s^-1；T = 2πr ÷ v = 43982297 ÷ 7546 = 5829 s ≈ 97.1 分鐘。

7. 地球同步衛星的週期為 24 小時。求其軌道半徑與離地高度。
答案：由 GMm ÷ r² = m(4π²r ÷ T²) 得 r = (GM T² ÷ 4π²)^(1/3) = (3.986 × 10^14 × 86400² ÷ 4π²)^(1/3) = 4.224 × 10^7 m；高度 h = r − R = 3.587 × 10^7 m ≈ 35871 km。

8. 求地球表面的逃逸速率（以 km s^-1 表示），並說明為何月球表面逃逸速率較小。
答案：v = √(2GM ÷ R) = √(2 × 3.986 × 10^14 ÷ 6.37 × 10^6) = 11187 m s^-1 ≈ 11.2 km s^-1；月球質量與半徑都小，2GM ÷ R 較小，故逃逸速率較小。

第三部分：簡諧運動（17 分）

所有答案取 3 位有效數字。

9. 質點作簡諧運動，振幅 0.050 m，頻率 2.0 Hz。求角頻率、最大速率與最大加速度。
答案：ω = 2πf = 12.57 rad s^-1；v_max = Aω = 0.050 × 12.57 = 0.628 m s^-1；a_max = Aω² = 0.050 × 157.91 = 7.90 m s^-2。

10. 單擺長 0.80 m。求其小振幅振動週期與頻率。
答案：T = 2π√(l ÷ g) = 2π√(0.80 ÷ 9.81) = 1.794 s；f = 1 ÷ T = 0.557 Hz。與質量無關，只取決於擺長與 g。

11. 彈簧振子質量 0.50 kg、彈簧常數 50 N m^-1，振幅 0.10 m。(a) 求週期。(b) 求總能量。(c) 求位移 0.060 m 時的速率。
答案：(a) ω = √(k ÷ m) = √(50 ÷ 0.50) = 10.0 rad s^-1，T = 2π ÷ ω = 0.628 s。(b) E = ½kA² = 0.5 × 50 × 0.100² = 0.25 J。(c) v = ω√(A² − x²) = 10.0 × √(0.010 − 0.0036) = 0.80 m s^-1（動能 0.16 J、勢能 0.09 J，合共 0.25 J）。

12. 同一振子的振幅由 0.10 m 減為 0.05 m（其他不變）。求 (a) 總能量之比，(b) 最大速率之比，並解釋。
答案：(a) E ∝ A²，故能量比 = (½)² = 0.25，即總能量變為原本的 25%。(b) v_max ∝ A，故速率比 = 0.5；能量與速率平方成正比，兩者一致。

第四部分：電場與電勢（17 分）

取 k = 8.99 × 10^9 N m² C^-2、e = 1.60 × 10^-19 C、m_e = 9.11 × 10^-31 kg。

13. 兩平行金屬板相距 0.020 m，電勢差 200 V。(a) 求板間電場強度。(b) 求電子所受的力與加速度。
答案：(a) E = V ÷ d = 200 ÷ 0.020 = 1.0e+04 V m^-1。(b) F = eE = 1.60 × 10^-19 × 1.0e+04 = 1.6e-15 N；a = F ÷ m_e = 1.6e-15 ÷ 9.11 × 10^-31 = 1.76e+15 m s^-2。

14. 點電荷 Q = 2.0 × 10^-9 C 置於空氣中。求距它 0.30 m 處的電場強度與電勢。
答案：E = kQ ÷ r² = 8.99 × 10^9 × 2.0e-09 ÷ 0.30² = 199.8 V m^-1；V = kQ ÷ r = 8.99 × 10^9 × 2.0e-09 ÷ 0.30 = 59.9 V。

15. (a) 把 5.0 × 10^-6 C 的正電荷由電勢 0 V 移到 300 V，求電場所作的功。(b) 電子經 500 V 加速後，求其動能（以 eV 及 J 表示）與速率。
答案：(a) W = QV = 5.0e-06 × 300 = 1.5e-03 J。(b) 動能 = 500 eV = 500 × 1.60 × 10^-19 = 8.0e-17 J；v = √(2E ÷ m_e) = √(2 × 8.0e-17 ÷ 9.11 × 10^-31) = 1.325e+07 m s^-1。

16. 電容器儲存 24 μC 電荷時兩端電勢差為 12.0 V。(a) 求電容。(b) 求儲能。(c) 若電勢差增至 24.0 V，儲能變為多少？
答案：(a) C = Q ÷ V = 24.0 × 10^-6 ÷ 12.0 = 2.0e-06 F（2.0 μF）。(b) E = ½CV² = 0.5 × 2.0e-06 × 12.0² = 1.44e-04 J。(c) V 加倍，E ∝ V²，故 E = 4 × 1.44e-04 = 5.76e-04 J。

第五部分：電磁感應（16 分）

線圈電阻及其他損耗可忽略，除非另有說明。

17. 線圈面積 0.020 m²，處於 0.50 T 的均勻磁場中，磁場垂直於線圈平面。若磁場在 0.050 s 內減至零，求 (a) 原有磁通量，(b) 平均感生電動勢。

答案：(a) Φ = BA = 0.50 × 0.020 = 0.010 Wb。(b) ε = ΔΦ ÷ Δt = 0.010 ÷ 0.050 = 0.20 V。

18. 長 0.25 m 的導體棒在 0.80 T 磁場中以 4.0 m s^-1 垂直切割磁力線，電路總電阻 2.0 Ω。求感生電動勢、電流與電功率。

答案：ε = Blv = 0.80 × 0.25 × 4.0 = 0.80 V；I = ε ÷ R = 0.80 ÷ 2.0 = 0.40 A；P = εI = 0.80 × 0.40 = 0.32 W。

19. 理想變壓器初級線圈 1000 匝、次級線圈 50 匝，初級電壓 220 V。次級電流為 4.0 A。求次級電壓、輸出功率與初級電流。

答案：Vs ÷ Vp = Ns ÷ Np，故 Vs = 220 × 50 ÷ 1000 = 11.0 V；P = Vs Is = 11.0 × 4.0 = 44 W；理想變壓器 Pp = Ps，Ip = 44 ÷ 220 = 0.20 A。

20. 一交流電源接在 60 Ω 電阻上，其峰值電壓為 340 V。求 (a) 均方根電壓，(b) 平均功率，(c) 峰值功率，並說明兩者關係。

答案：(a) V_rms = 340 ÷ √2 = 240.4 V。(b) P = V_rms² ÷ R = 240.4² ÷ 60 = 963 W。(c) P_peak = 340² ÷ 60 = 1927 W = 2 × 平均功率，因功率與電壓平方成正比。

第六部分：核衰變與結合能（16 分）

取 1 u = 931.5 MeV c^-2、1 eV = 1.60 × 10^-19 J。

21. 某放射性核素原有 8.0 × 10^20 個原子核，半衰期 5.0 日。求 20 日後剩餘的原子核數目及已衰變的百分比。

答案：20 日 = 4 個半衰期；N = N0 (½)^4 = 8.0 × 10^20 ÷ 16 = 5.0 × 10^19 個；已衰變 = (1 − 1/16) × 100% = 93.75%。

22. 樣本初時活度 800 Bq，半衰期 10.0 小時。求 (a) 衰變常數（s^-1），(b) 30 小時後的活度。

答案：(a) λ = ln2 ÷ t½ = 0.693 ÷ 10 h = 0.0693 h^-1 = 1.925e-05 s^-1。(b) 30 h 為 3 個半衰期，A = 800 × (½)³ = 100 Bq。

23. 某核反應的質量虧損為 0.030 u。求釋放的能量（MeV 及 J）。

答案：E = Δm × 931.5 = 0.030 × 931.5 = 27.95 MeV；換算為焦耳：27.95 × 10^6 × 1.60 × 10^-19 = 4.48e-12 J。

24. 鈾-238（質量數 238、原子序 92）進行 α 衰變。(a) 寫出核反應式。(b) 若再經 2 次 α 衰變及 2 次 β^- 衰變，求最終核的質量數與原子序。

答案：(a) 238/92 U → 234/90 Th + 4/2 He（α 粒子）。(b) 質量數 = 238 − 3 × 4 = 226；原子序 = 92 − 3 × 2 + 2 × 1 = 88，最終為 226/88 Ra。

TutorZone 中五物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。