中五物理练习卷：圆周运动、引力与卫星、简谐运动、电场与电势、电磁感应、核衰变与结合能

中五　物理　|　时限：75 分钟　|　总分：100 分　|　共 24 题

第一部分：圆周运动（17 分）

取 g = 9.81 m s^-2，答案取 3 位有效数字。

1. 一辆质量 1200 kg 的汽车以 20 m s^-1 驶过半径 50 m 的弯路。求其向心加速度与所需的向心力。
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，方向指向弯心。

2. 质量 0.20 kg 的石块缚在长 1.0 m 的绳上，在水平面上每秒转 2.0 圈。求角速度、线速度与绳的张力。
答案：ω = 2πf = 2π × 2.0 = 12.57 rad s^-1；v = ωr = 12.57 × 1.0 = 12.6 m s^-1；张力提供向心力，T = mω²r = 0.20 × 157.91 = 31.6 N。

3. 小球在半径 1.6 m 的竖直圆形轨道内侧运动。(a) 求小球在最高点不致跌离轨道的最小速率。(b) 若小球（质量 0.1 kg）在最低点速率为 6.0 m s^-1，求轨道对小球的作用力。
答案：(a) 最高点最小速率时正向力为零：mg = mv² ÷ r，v = √(gr) = √(9.81 × 1.6) = 3.96 m s^-1。(b) 最低点：N − mg = mv² ÷ r，N = mg + mv² ÷ r = 0.98 + 2.25 = 3.23 N。

4. 赛道弯位半径 80 m、倾角 15.000 度，无摩擦。求汽车以设计速率转弯时的速率。
答案：设计速率由 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：引力与卫星（17 分）

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

5. 人造卫星在离地 1000 km 的圆轨道运行。求该处的重力加速度，并求它与地面 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. 卫星在半径 7.0 × 10^6 m 的圆轨道绕地球运行。求其速率与周期（以分钟表示）。
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 分钟。

7. 地球同步卫星的周期为 24 小时。求其轨道半径与离地高度。
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），并说明为何月球表面逃逸速率较小。
答案：v = √(2GM ÷ R) = √(2 × 3.986 × 10^14 ÷ 6.37 × 10^6) = 11187 m s^-1 ≈ 11.2 km s^-1；月球质量与半径都小，2GM ÷ R 较小，故逃逸速率较小。

第三部分：简谐运动（17 分）

所有答案取 3 位有效数字。

9. 质点作简谐运动，振幅 0.050 m，频率 2.0 Hz。求角频率、最大速率与最大加速度。

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. 单摆长 0.80 m。求其小振幅振动周期与频率。

答案：T = 2π√(l ÷ g) = 2π√(0.80 ÷ 9.81) = 1.794 s；f = 1 ÷ T = 0.557 Hz。与质量无关，只取决于摆长与 g。

11. 弹簧振子质量 0.50 kg、弹簧常数 50 N m^-1，振幅 0.10 m。(a) 求周期。(b) 求总能量。(c) 求位移 0.060 m 时的速率。

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（动能 0.16 J、势能 0.09 J，合共 0.25 J）。

12. 同一振子的振幅由 0.10 m 减为 0.05 m（其他不变）。求 (a) 总能量之比，(b) 最大速率之比，并解释。

答案：(a) E ∝ A²，故能量比 = (½)² = 0.25，即总能量变为原本的 25%。(b) v_max ∝ A，故速率比 = 0.5；能量与速率平方成正比，两者一致。

第四部分：电场与电势（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. 两平行金属板相距 0.020 m，电势差 200 V。(a) 求板间电场强度。(b) 求电子所受的力与加速度。

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. 点电荷 Q = 2.0 × 10^-9 C 置于空气中。求距它 0.30 m 处的电场强度与电势。

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 的正电荷由电势 0 V 移到 300 V，求电场所作的功。(b) 电子经 500 V 加速后，求其动能（以 eV 及 J 表示）与速率。

答案：(a) W = QV = 5.0e-06 × 300 = 1.5e-03 J。(b) 动能 = 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. 电容器储存 24 μC 电荷时两端电势差为 12.0 V。(a) 求电容。(b) 求储能。(c) 若电势差增至 24.0 V，储能变为多少？

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：电磁感应（16 分）

线圈电阻及其他损耗可忽略，除非另有说明。

17. 线圈面积 0.020 m²，处于 0.50 T 的均匀磁场中，磁场垂直于线圈平面。若磁场在 0.050 s 内减至零，求 (a) 原有磁通量，(b) 平均感生电动势。

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

18. 长 0.25 m 的导体棒在 0.80 T 磁场中以 4.0 m s^-1 垂直切割磁力线，电路总电阻 2.0 Ω。求感生电动势、电流与电功率。

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. 理想变压器初级线圈 1000 匝、次级线圈 50 匝，初级电压 220 V。次级电流为 4.0 A。求次级电压、输出功率与初级电流。

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

20. 一交流电源接在 60 Ω 电阻上，其峰值电压为 340 V。求 (a) 均方根电压，(b) 平均功率，(c) 峰值功率，并说明两者关系。

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，因功率与电压平方成正比。

第六部分：核衰变与结合能（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 个原子核，半衰期 5.0 日。求 20 日后剩余的原子核数目及已衰变的百分比。

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

22. 样本初时活度 800 Bq，半衰期 10.0 小时。求 (a) 衰变常数（s^-1），(b) 30 小时后的活度。

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

23. 某核反应的质量亏损为 0.030 u。求释放的能量（MeV 及 J）。

答案：E = Δm × 931.5 = 0.030 × 931.5 = 27.95 MeV；换算为焦耳：27.95 × 10^6 × 1.60 × 10^-19 = 4.48e-12 J。

24. 铀-238（质量数 238、原子序 92）进行 α 衰变。(a) 写出核反应式。(b) 若再经 2 次 α 衰变及 2 次 β^- 衰变，求最终核的质量数与原子序。

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

TutorZone 中五物理练习卷｜题目与文章为原创，并非任何学校或出版社的教材。