中六物理练习卷（第二份）：圆周运动与万有引力、简谐运动、双缝干涉、光电效应与原子模型、匀强电场与电容、变压器与高压输电（100 分）

中六物理 | 100 分 | 75 分鐘

第 1 题 圆周运动与万有引力

取 $g = 9.8\ m/s^2$、地球半径 $= 6.4 \times 10^6\ m$，答案须列出公式。

质量 0.20 kg 的小球以半径 0.50 m 作水平圆周运动，周期 0.40 s，求其角速度及线速率。*(4 分)*

答案：$\omega = 2\pi/T = 2\pi \div 0.40 = 15.71$ rad/s；$v = \omega r = 15.71 \times 0.50 = 7.85$ m/s

求小球的向心加速度及绳的张力。*(4 分)*

答案：$a = v^2/r = 7.85^2 \div 0.50 = 123.4\ m/s^2$；$T = ma = 0.20 \times 123.4 = 24.7$ N

若绳突然断裂，小球此后沿什么方向运动？试加以解释。*(3 分)*

答案：沿断裂瞬间的切线方向作匀速直线运动，因为向心力消失后再无净力作用于小球（忽略重力影响）。

一颗人造卫星在离地心 2 倍地球半径的圆轨道上运行，求该处的重力场强度、卫星速率及周期。*(5 分)*

答案：$r = 2R$；$g' = GM/r^2 = g/4 = 2.45$ N/kg；$v = \sqrt{(g'\ r)} = \sqrt{(2.45 \times 1.28e{+}07)} = 5600$ m/s；$T = 2\pi r/v = 1.44e{+}04$ s ≈ 3.99 小时

第 2 题 简谐运动

弹簧振子：质量 0.50 kg，弹簧常数 50 N/m，振幅 0.10 m。

求振动的角频率、周期及频率。*(4 分)*

答案：$\omega = \sqrt{(k/m)} = \sqrt{(50 \div 0.50)} = 10$ rad/s；$T = 2\pi/\omega = 0.628$ s；$f = 1/T = 1.59$ Hz

求最大速度及最大加速度。*(4 分)*

答案：$v(max) = \omega A = 10 \times 0.1 = 1.0$ m/s；$a(max) = \omega^2 A = 100 \times 0.1 = 10\ m/s^2$

当位移为 0.06 m 时，求速度的大小及加速度的大小。*(4 分)*

答案：$v = \omega\sqrt{(A^2 - x^2)} = 10 \times \sqrt{(0.10^2 - 0.06^2)} = 0.80$ m/s；$a = \omega^2 x = 100 \times 0.06 = 6.0\ m/s^2$（指向平衡位置）

求总机械能，以及在位移 0.06 m 时的势能与动能。*(4 分)*

答案：$E = \tfrac{1}{2}kA^2 = 0.5 \times 50 \times 0.10^2 = 0.25$ J；$PE = \tfrac{1}{2}kx^2 = 0.5 \times 50 \times 0.06^2 = 0.09$ J；$KE = E - PE = 0.16$ J

第 3 题 双缝干涉

取双缝间距 0.50 mm、屏幕距离 2.0 m、单色光波长 600 nm。

求相邻亮纹在屏幕上的间距。*(4 分)*

答案：$\Delta y = \lambda D/d = 6e{-}07 \times 2.0 \div 5.0e{-}04 = 2.4e{-}03$ m $= 2.4$ mm

求第三级亮纹与中央亮纹的距离。*(4 分)*

答案：$y_3 = 3\Delta y = 3 \times 2.4 = 7.2$ mm

在第三级亮纹处，来自两缝的光线程差是多少？若改用较长波长的光，条纹间距会怎样变化？*(4 分)*

答案：程差 = 3λ = 3 × 6e-07 = 1.8 × 10⁻⁶ m；由 Δy = λD/d 可知 λ 增大则间距增大。

若改用波长 500 nm 的光，求新的条纹间距及间距的百分率变化。 *(4 分)*

答案：Δy′ = 5e-07 × 2.0 ÷ 5.0e-04 = 2.0e-03 m = 2.0 mm；变化 = (2.0 − 2.4) ÷ 2.4 × 100% = -16.7%

第 4 题 光电效应与原子模型

取 hc = 1240 eV · nm、金属的逸出功 = 2.30 eV、入射光波长 = 400 nm。

求入射光子的能量。 *(5 分)*

答案：E = hc/λ = 1240 ÷ 400 = 3.10 eV

求光电子的最大动能及遏止电压。 *(5 分)*

答案：KE(max) = E − φ = 3.10 − 2.30 = 0.80 eV；遏止电压 = 0.80 V

求该金属的临界波长，并求光电子的最大速率。 *(4 分)*

答案：λ₀ = hc/φ = 1240 ÷ 2.30 = 539 nm；KE = 0.80 eV = 1.28e-19 J；v = √(2KE/m) = 5.30e+05 m/s

氢原子中电子由 n = 3 跃迁到 n = 2、以及由 n = 4 跃迁到 n = 2，分别求放出光子的能量及波长（$E_n = -13.6/n^2$ eV）。 *(4 分)*

答案：3→2：ΔE = 13.6(1/4 − 1/9) = 1.89 eV，λ = 1240 ÷ 1.89 = 656 nm；4→2：ΔE = 13.6(1/4 − 1/16) = 2.55 eV，λ = 486 nm

第 5 题 匀强电场与电容

两平行金属板相距 0.050 m，电位差 250 V。

求两板之间的电场强度。若一带 −4.0 μC 的电荷置于其间，求它所受的电力大小。 *(5 分)*

答案：E = V/d = 250 ÷ 0.050 = 5000 V/m；F = qE = 4.0e-06 × 5000 = 0.020 N

该电荷沿电场方向由正极板向负极板移动 0.020 m，求电场所作的功及两点的电位差。 *(5 分)*

答案：W = Fs = 0.020 × 0.020 = 4.0e-04 J；ΔV = Ed = 5000 × 0.020 = 100 V

一电容为 20 μF 的电容器接上 250 V 电源，求所储电荷及能量。 *(4 分)*

答案：Q = CV = 20 × 10⁻⁶ × 250 = 0.005 C；U = ½CV² = 0.5 × 20 × 10⁻⁶ × 250² = 0.625 J

一点电荷 +2.0 μC 在距离 0.30 m 处产生的电势是多少？（取 $k = 9.0 \times 10^9$ N m² C⁻²） *(4 分)*

答案：V = kQ/r = 9.0 × 10⁹ × 2.0 × 10⁻⁶ ÷ 0.30 = 6.0e+04 V = 60 kV

第 6 题 变压器与高压输电

以下各项假设变压器为理想变压器。

一变压器初级线圈 1 000 匝、次级线圈 50 匝，初级电压 220 V，求次级电压。 *(4 分)*

答案：Vs = Vp × Ns/Np = 220 × 50 ÷ 1000 = 11 V

若次级线圈输出功率 44 W，求次级电流及初级电流。 *(4 分)*

答案：Is = P/Vs = 44 ÷ 11 = 4.0 A；Ip = P/Vp = 44 ÷ 220 = 0.20 A

发电站以 100 kW、10 kV 输出电力，输电线总电阻 5.0 Ω，求输电线上的电流、功率损耗及损耗百分率。 *(5 分)*

答案：$I = P/V = 100\,000 \div 10\,000 = 10$ A；损耗 $= I^2R = 10^2 \times 5.0 = 500$ W；百分率 $= 500 \div 100\,000 \times 100\% = 0.5\%$

若改以 1 kV 输出同样功率，求损耗百分率，并解释高压输电的好处。 *(3 分)*

答案：$I = 100$ A；损耗 $= 100^2 \times 5.0 = 50\,000$ W；百分率 $= 50\%\%$。高压使电流减小，而损耗 $\propto I^2$，故损耗大幅降低、效率提高。
