

IB 物理 SL Paper 2 結構題模擬卷 | 6 題 · 50 分 · 1 小時 15 分

中五至中六 (IB SL) 物理 | 時限：75 分鐘 | 總分：50 分 | 共 6 題

甲部：數據題 (30 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位；每題所有小題均須作答。全卷 50 分。

1. 把一個小金屬球由靜止釋放，用數據記錄器量度它下落的速度。時間/s：0、0.2、0.4、0.6、0.8；速度/ m s^{-1} ：0.0、1.9、3.9、5.9、7.8。(a) 在速度－時間圖上，該組數據所成直線的斜率代表甚麼物理量？(1 分) (b) 由數據求該物理量的值，並與 $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$ 比較，計算百分誤差。(2 分) (c) 求 0 至 0.8 s 內金屬球下落的距離。(2 分) (d) 解釋為何 (b) 所求得的加速度略小於 g 。(2 分)

答案：答案：(a) 斜率代表加速度。(b) 加速度 $= (7.8 - 0.0) \text{ m s}^{-1} \div (0.8 - 0.0) \text{ s} = 9.75 \text{ m s}^{-2}$ ；百分誤差 $= |9.75 - 9.81| \div 9.81 \times 100 = 0.61\%$ 。(c) 距離等於速度－時間圖下的面積，以梯形法分段相加： $0.2 \times [(0.0 + 1.9) + (1.9 + 3.9) + (3.9 + 5.9) + (5.9 + 7.8)] \div 2 = 3.12 \text{ m}$ 。(d) 空氣阻力向上作用，令淨力小於重力，加速度小於 g ；速度越大阻力越大，故全程平均加速度低於 g 。

2. 一個電池的電動勢為 6.0 V。把一個 10.0Ω 的固定電阻接上電池，電流為 0.55 A，電阻兩端的電壓為 5.5 V。(a) 求電池的內阻。(3 分) (b) 求電池內部每秒損耗的能量。(2 分) (c) 求這個電路的效率。(1 分) (d) 若把外接電阻的阻值改為等於內阻，說明輸出功率是否最大，並求該最大輸出功率。(2 分)

答案：答案：(a) 內阻 $r = (E - V) \div I = (6.0 - 5.5) \text{ V} \div 0.55 \text{ A} = 0.91 \Omega$ 。(b) 內部損耗功率 $= I^2 r = (0.55)^2 \times 0.909 = 0.28 \text{ W}$ ，即每秒損耗 0.28 J。(c) 效率 $= V \div E \times 100 = 5.5 \div 6.0 \times 100 = 91.7\%$ 。(d) 是，當外電阻等於內阻時輸出功率最大； $P = E^2 \div (4r) = 36 \div (4 \times 0.909) = 9.9 \text{ W}$ 。

3. 用一個功率 1500 W 的電熱器加熱 0.50 kg 的水，水的溫度由 18.0°C 升至 62.0°C ，需時 68 s。水的比熱容量為 $4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。(a) 求水所吸收的能量。(3 分) (b) 求電熱器在這段時間內提供的能量。(1 分) (c) 求加熱過程的效率。(2 分) (d) 指出能量損失的一個途徑，並說明如何減少該損失。(2 分)

答案：答案：(a) $Q = mc\Delta T = 0.50 \times 4180 \times 44.0 = 91960 \text{ J}$ 。(b) $E = Pt = 1500 \times 68 = 102000 \text{ J}$ 。(c) 效率 $= Q \div E \times 100 = 91960 \div 102000 \times 100 = 90.2\%$ ；損失 10040 J。(d) 能量經容器壁向四周空氣傳導、對流及輻射而散失；加保溫層（如發泡膠蓋）或減少容器外露表面可減少損失。

4. 一條長 1.20 m 的弦線兩端固定，以 180 Hz 的頻率振動，形成有三個波腹的駐波。弦線的線質量密度為 $2.0 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1}$ 。(a) 求駐波的波長。(2 分) (b) 求弦線上波的速率。(2 分) (c) 求弦線的張力。(2 分) (d) 求弦線上波節的數目。(1 分)

答案：答案：(a) 三個波腹即三次諧音， $L = 3\lambda \div 2$ ，故 $\lambda = 2L \div 3 = 2 \times 1.20 \div 3 = 0.80 \text{ m}$ 。(b) $v = f\lambda = 180 \times 0.80 = 144 \text{ m s}^{-1}$ 。(c) $v = \sqrt{T \div \mu}$ ，故 $T = \mu v^2 = 2.0 \times 10^{-3} \times 144^2 = 41.5 \text{ N}$ 。(d) 波節數目 = 波腹數目 + 1 = 4 個。

乙部：延伸題 (20 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位；每題所有小題均須作答。全卷 50 分。

5. 一個質量 0.25 kg 的小球以長 0.80 m 的幼繩繫著，在水平面上作勻速圓周運動，每秒轉 2.5 圈。(a) 求小球的角速度。(2 分) (b) 求小球的線速率。(2 分) (c) 求小球的向心加速度。(2 分) (d) 求繩的張力。(2 分) (e) 求小球的動能。(2 分)

答案：答案：(a) $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2.5 = 15.71 \text{ rad s}^{-1}$ 。(b) $v = \omega r = 15.71 \times 0.80 = 12.6 \text{ m s}^{-1}$ 。(c) $a = \omega^2 r = 15.71^2 \times 0.80 = 197.4 \text{ m s}^{-2}$ (約 20.1 g)。(d) 張力提供向心力： $T = ma = 0.25 \times 197.4 = 49.3 \text{ N}$ 。(e) $KE = \frac{1}{2}mv^2 = 0.5 \times 0.25 \times 12.6^2 = 19.7 \text{ J}$ 。

6. 一個放射源的活度為 4800 Bq，半衰期為 8.0 日。(a) 求 24 日後該放射源的活度。(3 分) (b) 說明活度與未衰變原子核數目的關係，並求 24 日後尚未衰變的核數目佔原有的比例。(2 分) 氦-4 原子核的質量虧損為 0.0304 u，1 u 相當於 931.5 MeV。(c) 求氦-4 原子核的結合能 (以 MeV 為單位)。(3 分) (d) 求每個核子的結合能。(2 分)

答案：答案：(a) 24 日 = 3 個半衰期，活度 = $4800 \div 2^3 = 600 \text{ Bq}$ 。(b) 活度與未衰變的原子核數目成正比 ($A = \lambda N$)；24 日後剩餘比例 = $1 \div 2^3 = 0.125$ ，即 12.5%。(c) 結合能 = $0.0304 \times 931.5 = 28.3 \text{ MeV}$ 。(d) 氦-4 有 4 個核子，每個核子的結合能 = $28.3 \div 4 = 7.08 \text{ MeV}$ 。