

第 1 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 3 分	正確寫出 $\frac{d\hat{a}}{dt} = \vec{\omega} \times \hat{a}$	3	方向不正確者 得 2 分
(B) 14 分	列出 $\vec{v} = \left(\frac{dx'}{dt} \hat{i}' + \frac{dy'}{dt} \hat{j}' + \frac{dz'}{dt} \hat{k}' \right) + \left(x' \frac{d\hat{i}'}{dt} + y' \frac{d\hat{j}'}{dt} + z' \frac{d\hat{k}'}{dt} \right)$	3	
	求出 $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}_R + \vec{\Omega} \times \vec{r}$	4	
	求出 $\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\vec{F}_R}{m} + 2\vec{\Omega} \times \vec{v}_R + \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{r})$	4	
	正確寫出 $\vec{F}_R = m \frac{d\vec{v}}{dt} - 2m(\vec{\Omega} \times \vec{v}_R) - m \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{r})$	3	
(C) 8 分	寫出低壓中心 $(\rho S \Delta \ell) \frac{v_R^2}{\ell} = \Delta P \times S - 2(\rho S \Delta \ell) \Omega v_R \sin \lambda$	2	
	求出低壓中心 $v_R = \sqrt{(\ell \Omega \sin \lambda)^2 + \frac{\ell}{\rho} \frac{dP}{dr}} - \ell \Omega \sin \lambda$	2	
	寫出高壓中心 $(\rho S \Delta \ell) \frac{v_R^2}{\ell} = 2(\rho S \Delta \ell) \Omega v_R \sin \lambda - \Delta P \times S$	2	
	求出高壓中心 $v_R = \ell \Omega \sin \lambda - \sqrt{(\ell \Omega \sin \lambda)^2 - \frac{\ell}{\rho} \left \frac{dP}{d\ell} \right }$	2	

第 2 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 5 分	求出 $\dot{\theta} = \sqrt{\frac{2g}{R_0}(1 - \cos \theta)}$	1	
	正確得出 $N = mg(3 \cos \theta - 2)$	2	
	正確得出 $\cos \theta_0 = 2/3$	2	
(B) 6 分	求出 $\dot{\theta} = \sqrt{\frac{10g}{7R_0}(1 - \cos \theta)}$	1	
	正確得出正向力 $N = \frac{mg(17 \cos \theta - 10)}{7}$	2	
	正確得出 $\cos \theta_1 = 10/17$	2	
	判斷 $\theta_1 > \theta_0$	1	
(C) 5 分	寫出 $\frac{7}{5}mR_0^2\ddot{\theta}\dot{\theta} - mgR_0\dot{\theta} \sin \theta = 0$	1	$\dot{\theta}$ 會消掉
	得出摩擦力 $= mg \sin \theta - mR_0\ddot{\theta} = 2mg \sin \theta / 7$	1	
	得出 $2 \sin \theta \leq \mu_s(17 \cos \theta - 10)$	2	
	判斷 $\theta_1 > \theta_2$	1	
(D) 4 分	寫出法線方向的力平衡方程式： $mg \cos \theta - N = m(R_0 + r_0)\dot{\theta}^2$	1	
	寫出力學能守恆式： $\frac{7}{10}m\{(R_0 + r_0)\dot{\theta}\}^2 + mg(R_0 + r_0)(\cos \theta - 1) = 0$	1	
	得出摩擦力 $= mg \sin \theta - m(R_0 + r_0)\ddot{\theta} = 2mg \sin \theta / 7$	1	
	判斷 $\theta_3 = \theta_2$	1	
(E) 5 分	寫出 $r_0\dot{\psi} = (R_0 + r_0)\dot{\theta}$	1	
	寫出 $\theta(T_0) = \theta_3$; $\dot{\theta}(T_0) = \sqrt{\frac{10g(1 - \cos \theta_3)}{7(R_0 + r_0)}}$	2	各 1 分。 $\theta_3 = \theta_2$
	寫出運動方程式(力矩)： $\mu_k NR_0 - mg \sin \theta(R_0 + r_0) + m(R_0 + r_0)^2\ddot{\theta} + \frac{2}{5}mr_0^2\ddot{\psi} = 0$	1	
	寫出 $(R_0 + r_0)\ddot{\theta} - g \sin \theta + \frac{2}{5}r_0\ddot{\psi} = 0$	1	

第 3 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 4 分	求出 $\vec{k}_T \cdot \vec{r} = xk_T \sin \theta_T + izk_T \sqrt{\sin^2 \theta_T - 1}$	1	
	寫出 $k = k_T \sin \theta_T = \frac{\omega n_1}{c} \sin \theta_I$	1	
	寫出 $\delta = k_T \sqrt{\sin^2 \theta_T - 1} = \frac{\omega}{c} \sqrt{n_1^2 \sin^2 \theta_I - n_2^2}$	1	
	正確寫出 $\tilde{E}_T(\vec{r}, t) = \tilde{E}_{0T} e^{-\delta z} e^{i(kx - \omega t)}$	1	
(B) 4 分	列出		
	$R = \left \frac{\tilde{E}_{0R}}{\tilde{E}_{0I}} \right ^2$	2	
	求出 $R=1$	2	
(C) 2 分	求出 $R=1$	2	
(D) 8 分	寫出： $\sin \theta_T = \frac{ck}{\omega n_2}, \quad \cos \theta_T = i \frac{c\delta}{\omega n_2}$	2	
	寫出 $\tilde{E}_T(\vec{r}, t) = \tilde{E}_{0T} e^{-\delta z} e^{i(kx - \omega t)} \hat{y}$	2	
	求得 $\vec{B}_T(\vec{r}, t) = \frac{1}{v_2} \tilde{E}_{0T} e^{-\delta z} e^{i(kx - \omega t)} (-\cos \theta_T \hat{x} + \sin \theta_T \hat{z})$	2	
	正確得到 $\vec{E}_T(\vec{r}, t) = E_0 e^{-\delta z} \cos(kx - \omega t) \hat{y}$ $\vec{B}_T(\vec{r}, t) = \frac{1}{\omega} E_0 e^{-\delta z} (\delta \sin(kx - \omega t) \hat{x} + k \cos(kx - \omega t) \hat{z})$	2	
(E) 7 分	求得 $\vec{S} = \frac{E_0^2}{\mu_2 \omega} e^{-2\delta z} [k \cos^2(kx - \omega t) \hat{x} - \delta \sin(kx - \omega t) \cos(kx - \omega t) \hat{z}]$	2	
	求得 $\langle \vec{S} \rangle = \frac{kE_0^2}{2\mu_2 \omega} e^{-2\delta z} \hat{x}$	3	
	說明：波沿 x 方向傳遞，能量隨 z 增加以 $e^{-2\delta z}$ 遞減。	2	

第 4 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 5 分	列出 $P = P_0 - \left(\frac{P_0}{V_0}\right) \cdot V$	1	
	寫出 $RT = \frac{P_0}{V_0} V(V_0 - V)$	1	
	寫出當最高溫時 $\frac{d[V(V_0-V)]}{dV} = 0$ 或求最高溫時的體積為 $V_0/2$	1	
	正確得到最高溫 $T_m = \frac{P_0 V_0}{4R}$	2	
(B) 7 分	列出 $\Delta U = \frac{3}{2} R(\Delta T)$	1	
	寫出熱 $Q = 2P_x V_x + \frac{1}{2} P_1 V_x - \frac{1}{2} P_x V_1 - 2P_1 V_1$	1	
	列出熱與體積的關係 $Q = -2 \left(\frac{P_0}{V_0}\right) \left[V_x^2 - \frac{5}{4} V_0 V_x + \left(\frac{5}{4} - \frac{V_1}{V_0}\right) V_0 V_1\right]$	1	
	列出臨界體積時 $\frac{dQ}{dV} = 0$	2	
	正確求得臨界體積 $V_c = \frac{5}{8} V_0$	2	
(C) 3 分	求出 $T_c = \frac{15P_0 V_0}{64R}$	2	
	正確求得比值 $\frac{T_c}{T_m} = \frac{15}{16}$	1	
(D) 5 分	求得： $V_2 = \frac{3}{4} V_0, \quad V_1 = \frac{1}{4} V_0$	2	
	得： $\Delta Q_{1 \rightarrow 2} = \frac{P_0 V_0}{4}$	2	
	註明為吸熱	1	
(E) 5 分	寫出： $dS = \frac{dQ}{T} = \frac{3}{2} R \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$	2	
	正確得出： $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = R \ln \frac{V_2}{V_1} = R \ln 3$	3	

第 5 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 5 分	列出 $\mathbf{L} = \frac{\Phi}{I}$	2	
	寫出正確答案 $L = \frac{\mu_0 \pi r^2}{2}$	3	
(B) 5 分	列出 $-L \frac{dI}{dt} = RI$	2	
	求出 $I(t) = I(0)e^{-\frac{R}{L}t}$	3	
(C) 15 分	寫出 $e^{-\frac{R}{L}t} \approx 1 - \frac{R}{L}t$	2	
	寫出 $R = \rho \frac{\ell}{A}$	2	
	寫出 $R = \frac{\Delta I}{I(0)} \frac{\mu_0 \pi r^2}{2t}$	5	
	求出正確電阻 $R = 3.13 \times 10^{-23} \Omega$	3	
	求出正確電阻率 $\rho = 1.95 \times 10^{-29} \Omega \cdot m$	3	

第 6 題共 25 分 評分標準：

小題	內容	得分	備註
(A) 6 分	寫出磁通量 $= B \int_0^L \frac{A_{pp}}{2} \sin \omega t \sin \frac{\pi x}{L} dx = -\frac{\omega}{\pi} B L A_{pp} \sin \omega t$	4	
	得出正確電動勢大小： $ \epsilon = \left B \frac{dA}{dt} \right = -2BLA_{pp}f \cos \omega t $	2	
(B) 6 分	列出一小段弦電功率 $dP = \frac{(d\epsilon)^2}{R}$ $= \frac{aB^2 A_{pp}^2 \omega^2}{4\rho} (\cos^2 \omega t) \left(\sin^2 \frac{\pi x}{L} \right) dx$	2	$a = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$ 為弦的截面積
	求出平均一小段弦電功率 $\langle dP \rangle$ $= \left(\frac{aB^2 A_{pp}^2 \omega^2}{4\rho} \right) \left(\sin^2 \frac{\pi x}{L} \right) dx \langle \cos^2 \omega t \rangle$ $= \left(\frac{aB^2 A_{pp}^2 \pi^2 f^2}{2\rho} \right) \left(\sin^2 \frac{\pi x}{L} \right) dx$	2	
	求出整條弦平均電功率 $\langle P \rangle = \int_0^L \langle dP \rangle$	2	
(C) 13 分	寫出最高溫在弦的中點 $x = \frac{L}{2}$	3	
	列出 $\frac{dQ}{dt} = -ka \frac{dT}{dx} = \int_{\frac{L}{2}}^x \langle dP \rangle$	3	積分上下限不正確給 2 分
	得出弦上溫度與位置關係 $\frac{dT}{dx} = \frac{B^2 A_{pp}^2 \pi^2 f^2}{8k\rho} \left(L - 2x + \frac{L}{\pi} \sin \frac{2\pi x}{L} \right)$	2	
	得出弦上溫度與位置關係 $T\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{B^2 A_{pp}^2 L^2 f^2}{8k\rho} \left(\frac{\pi^2}{4} + 1 \right) + T(0)$	2	
	得到正確數值 $T\left(\frac{L}{2}\right) \approx 5100 \text{ K}$	3	