

2017 年第 18 屆亞洲物理奧林匹亞競賽
及第 48 屆國際物理奧林匹亞競賽
國家代表隊初選考試試題參考解答(暫定版)

壹、填充題

一、(1) $\frac{2m_1}{m_1+m_2}v$, (2) $\sqrt{m_1m_3}$

二、(3) $u = \frac{H}{5T_0} + \frac{5gT_0}{2}$ 或 $\sqrt{2gH}$ 或 $\frac{2H}{5T_0}$ 或 $5gT_0$

三、(4) 90 km/hr 、 (5) 30 km/hr

四、(6) 10.6 rad/s 、 (7) 1.72 cm

五、(8) 2.0 m/s 、 (9) -2.5N

六、(10) $\frac{\sqrt{3}}{2}g$

七、(11) $\frac{2}{3}\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ 、 (12) 2.5

八、(13) $\sqrt{\frac{g}{R}}|\tan(\theta/2)|$ 或 $\sqrt{\frac{g(1-\cos\theta)}{R(1+\cos\theta)}}$ 、 (14) $\sin\theta_0 = \frac{2\mu}{1+\mu^2}$

九、(15) $(m_1\sin^2\theta_1 + m_2\sin^2\theta_2)\omega L^2\hat{x} + (m_1\sin\theta_1\cos\theta_1 - m_2\sin\theta_2\cos\theta_2)\omega L^2\hat{y}$ 、

(16) $m_1\sin\theta_1\cos\theta_1 - m_2\sin\theta_2\cos\theta_2 = 0$

十、(17) 45° 、 (18) 1.7×10^{-3} rad(或0.10°)

十一、(19) 3900

十二、(20) $\frac{1}{2}\rho\omega^2r^2$ 、 (21) $\frac{1}{R}\sqrt{2\left(\frac{p_0-p_v}{\rho}+gh\right)}$

十三、(22) $\frac{h\nu_s}{\sqrt{h^2-(v_st)^2}}$

十四、 (23) $\frac{T_{\text{out}}\rho_{\text{out}}}{T_{\text{in}}}$ 、 (24) $m < \rho_{\text{out}} V \left(1 - \frac{T_{\text{out}}}{T_{\text{in}}} \right)$

十五、 (25) $\underline{1.6 \times 10^3 \text{ m/s}}$ 、 (26) $(2^{1-\gamma} - 1)T$ 或 $(1 - 2^{1-\gamma})T$

十六、 (27) $\underline{0}$ (28) $\underline{4.0 \times 10^2 \text{ K}}$

十七、 (29) $\underline{4.1 \times 10^3 \text{ N/m}}$ (30) $\underline{5.7 \times 10^3 \text{ N/m}}$

貳、計算題

第一題評分標準：

小題	內容	得分	備註
(a) 5 分	由力學能守恆: $\frac{1}{2}mv^2 + mgR(1 - \cos\theta) = mgL$	2	
	徑向運動力平衡: $T - mg\cos\theta = \frac{mv^2}{R}$	2	
	答案: $T = \left\{ \frac{2\alpha}{1-\alpha} + 3\cos\theta \right\} mg$	1	
(b) 2 分	由 $T = 0 \Rightarrow \cos\theta_0 = \frac{-2\alpha}{3(1-\alpha)}$	1	
	$\alpha_c = 3/5$	1	
(c) 4 分	斜拋運動的 y 分量: $y = -(L - R) - R\cos\theta_0 + v_0\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2$	1	
	斜拋運動最高點的條件: $v_0\sin\theta_0 - gt = 0$	1	
	由力學能守恆求得 v_0 : $v_0^2 = 2gL\{\alpha + (1 - \alpha)\cos\theta_0\} = 2gL\alpha/3$	1	
	答案: $d = \frac{11}{28}L$	1	
(d) 4 分	經過 A 點的條件, x 分量: $-R\sin\theta_0 - v_0\cos\theta_0 t = 0$	1	
	經過 A 點的條件, y 分量: $-R\cos\theta_0 + v_0\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = 0$	1	
	消掉 t 後所得到的條件: $-\frac{R}{\cos\theta_0} - \frac{gR^2}{2v_0^2}\tan^2\theta_0$	1	
	答案: $\alpha_0 = -3 + 2\sqrt{3} \approx 0.46$	1	

第二題評分標準：

小題	內容	得分	備註
(a) 5 分	熱力學第一定律: $dU = -pdV$	1	
	帶入光子氣體壓力 P $d(uV) = -\frac{1}{3}udV$	1	
	化簡方程式: $\Rightarrow \frac{4}{3} \frac{dV}{V} + \frac{du}{u} = 0$	1	
	答案: $u \propto V^{-4/3} \propto a^{-4}$	2	
(b) 4 分	利用 $u = bT^4$	2	
	得出 $T \propto a^{-1}$	2	
(c) 3 分	$V \propto a^3 \propto T^{-3}$ 。	2	
	答案: $\frac{V(3000K)}{V(3.0K)} = 1.0 \times 10^{-9}$	1	
(d) 3 分	熱力學第一定律: $p=0$, 故 $dU = 0$	1	
	答案: $u \propto V \propto a^{-3}$	2	