

2016 年第 17 屆亞洲物理奧林匹亞競賽
及第 47 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)

壹、填充題

一、(1) D

二、(2) 169 cm/s (誤差 2 cm/s 均可)

(3) 0.854 (誤差 0.002 均可)

三、(4) 67.8°

(5) $2\sqrt{6}\frac{v^2}{g}$

四、(6) 198m/s

(7) 5132m

五、(8) $\beta = -2$

(9) $\sqrt{v_0^2 + \left(\frac{8\pi\eta L}{a\rho}\right)^2} - \left(\frac{8\pi\eta L}{a\rho}\right)$

六、(10) $(\rho_1 + \rho_2)/2$

(11) $\pi\sqrt{\frac{h}{2g}}$

七、(12) $\frac{nRT_0}{(P_0A + mg)}$

(13) $T = T_0 \left[\frac{nRT_0}{(P_0A + mg)h} \right]^{2/3}$

八、(14) -54

九、(15) D

(16) $\frac{\eta(R_2^2 - R_1^2)}{R_2^2\kappa_3(\kappa_1 + 2\kappa_2) + R_1^2(2\kappa_1\kappa_2 - \kappa_1\kappa_3 - 2\kappa_2\kappa_3)}$

十、(17) $\frac{4\pi}{3}sr^3$

$$(18) \quad \underline{\frac{sR^2}{6\kappa}}$$

十一、 (19) $\underline{\frac{2m}{m+M}L}$

(20) $\underline{0}$

十二、 (21) $\underline{\mu_k mgh \cot \theta}$

(22) $\underline{2g \left[\mu_k \sqrt{2hR - h^2} - h \right]}$ 或 $\underline{2g \left[\mu_k \sqrt{2hR} - h \right]}$ 或 $\underline{2g \left[\mu_k \sqrt{2hR} \right]}$

十三、 (23) $\underline{v \geq \sqrt{\frac{10Gm}{d}}}$

十四、 (24) $\underline{2}$

(25) $\underline{0.2}$

十五、 (26) $\underline{\frac{mg}{k}}$

(27) $\underline{\sqrt{2gl + \frac{mg^2}{k}}}$

十六、 (28) $\underline{0}$

(29) $\underline{\frac{\sqrt{3}Mg\mu}{2\pi}}$

(30) $\underline{\frac{2}{3}Mg\mu R}$

貳、計算題

第 1 題評分標準：

小題	內容	得分	備註
(1) 5 分	到穩定態時，可以利用流體的連續性方程式，	2	
	知道每單位時間內，每單位面積上撞擊板面與自板面反彈的分子個數必須相等，	2	
	寫出 $n = n'$ ，即 $n'/n = 1$ 。	1	
(2) 7 分	知道單位時間內，yz 平面上每單位面積受到的動量為 $nmv + n'mv'$ ，(即壓力 p)	1	
	寫出 $p = nmv + n'mv' = m(nv + n'v')$	2	
	知道能量均分定理，即速率 v 與溫度 T 相關之關係式。(三維運動為： $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$)	2	
	了解是一維運動，寫出 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kT,$ 和(或) $\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}kT'。$	1	
	計算出壓力： $p = \sqrt{mk}(n\sqrt{T} + n'\sqrt{T'})$ 或 $p = n\sqrt{mk}(\sqrt{T} + \sqrt{T'})$	1	
(3) 3 分	理解單位時間內每單位面積能量流為粒子數 n 乘以平均動能，平均動能為 $\frac{1}{2}kT$	2	
	計算出單位時間內每單位面積流入之靜能量 $n \times \frac{1}{2}kT - n' \times \frac{1}{2}kT' = n \times \frac{1}{2}nk(T - T')$ 或是僅考慮由 T 傳到 T' 的能量 $n \times \frac{1}{2}kT$ 亦可。 (因未題意述說不明確)	1	

第 2 題評分標準：

小題	內容	得分	備註
(1) 4 分	知到相對於 P 點的力矩大小為 $mgR \cos \theta$ ，	1	
	等於相對於 P 點的轉動慣量 I 與角加速度 α 的乘積，寫出 $I\alpha = -mgR \cos \theta$ ，	1	
	寫出轉動慣量 I 等於 $\frac{7}{5}mR^2$	1	
	計算得角加速度為 $-\frac{5g}{7R} \cos \theta$	1	沒有負號，不給分。
(2) 4 分	寫出力方程式： $ma = mg \cos \theta - F_f$ ， 其中 a 為球質心加速度，	2	
	知道純滾動條件，即： $a = R\alpha$	1	
	寫出方程式 $F_f = mg \cos \theta - mR \left(\frac{5g}{7R} \cos \theta \right)$ 計算出摩擦力 $F_f = \frac{2}{7}mg \cos \theta$	1	只需考慮大小
(3) 5 分	知道正向力 F_N 是沿著 OP 連線，	1	
	寫出正向力的力方程式： $mg \sin \theta - F_N = mR\omega^2$ ， 或 $F_N = mg \sin \theta - mR\omega^2$ 其中 ω 是質心相對於 P 點的轉動角速率，	1	
	知道能量守恆知轉動動能是由重力位能而來，即 $mgR(1 - \sin \theta) = \frac{1}{2} \left(\frac{7}{5}mR^2 \right) \omega^2$ 得 $\omega^2 = \frac{10g}{7R} (1 - \sin \theta)$	2	
	計算出正向力 $F_N = \frac{mg}{7} (17 \sin \theta - 10)$	1	
(4) 2 分	寫出球脫離桌子邊緣滑落時， F_N 等於零，即 $(17 \sin \theta - 10) = 0$	1	
	計算出角度 $\sin^{-1} \frac{10}{17} = 36 \text{ 度}$	1	