公告日期:115-11-10

2027 年第 27 屆亞洲物理奧林匹亞競賽及第 57 屆國際物理奧林匹亞競賽

國家代表隊初選考試

理論試題

2026 年 11 月 7 日

13：30~16：30

考試時間：三小時

〈〈注意事項〉〉

1、本試題包括選擇填充混合題三十格及計算題兩大題，合計總分為 150 分。

2、選擇填充混合題部分，請直接將答案填入指定之答案格內，未填入指定之位置者不予計分。

3、計算題部分，請在答案卷指定之位置作答。

4、可使用掌上型計算器（含科學工程式計算機）。

5、限以藍色或黑色原子筆作答。

常用到的數學公式(t為時間，x為任意物理量) 與 轉動慣量之平行軸定理

1. $f'(x) \equiv \frac{df}{dx}$ ， $f''(x) \equiv \frac{d^2f}{dx^2} = \frac{d}{dx}\left(\frac{df}{dx}\right)$;

   $\dot{x}(t) \equiv \frac{dx}{dt}$ ， $\ddot{x}(t) \equiv \frac{d^2x}{dt^2}$ 。

2. $\frac{d}{dx}(ax+b)^m = ma\cdot(ax+b)^{m-1}$; $\frac{d}{dx}\ln(ax+b) = a\cdot(ax+b)^{-1}$;

   $\frac{de^{ax}}{dx} = ae^{ax}$; $\frac{d\sin(ax)}{dx} = a\cos(ax)$; $\frac{d\cos(ax)}{dx} = -a\sin(ax)$

3. $\int(ax+b)^m dx = \frac{(ax+b)^{m+1}}{(m+1)a} + \mathrm{C}$， $m \neq -1$; $\int(ax+b)^{-1}dx = \frac{1}{a}\ln(ax+b) + \mathrm{C}$;

   $\int \sin(ax)\,dx = -\frac{1}{a}\cos(ax) + \mathrm{C}$; $\int \cos(ax)\,dx = \frac{1}{a}\sin(ax) + C$ ，

   $\int e^{ax}dx = \frac{1}{a}e^{ax} + \mathrm{C}$; $\int \frac{dx}{x} = \ln x + C$ 。(在此，C 為一個常數)

4. $\sin^2\alpha = \frac{1-\cos(2\alpha)}{2}$ ， $\cos^2\alpha = \frac{1+\cos(2\alpha)}{2}$

5. 當$|x| \ll 1$，$(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x$，

   $e^x \approx 1+x$， $\sin x \approx x$， $\cos x \approx 1-\frac{x^2}{2}$ 。

6. $I_n \equiv \int_0^\infty x^n e^{-x^2}dx$，$I_0 = \sqrt{\pi}/2$， $I_1 = 1/2$，$I_2 = \sqrt{\pi}/4$

平行軸定理:

設直線L_{CM}通過一剛體的質心，若有一旋轉軸L平行於L_{CM}，則剛體繞此旋轉軸L轉動之轉動慣量 I 可寫為:

$$\mathrm{I} = \mathrm{I}_{CM} + Md^2$$

其中 I_{CM} 為剛體繞質心旋轉軸 L_{CM} 轉動的轉動慣量，M 是剛體的質量，d 為 L 與L_{CM}之間的距離。

2027 年第 27 屆亞洲物理奧林匹亞競賽
及第 57 屆國際物理奧林匹亞競賽
國家代表隊初選考試試題

※本試題含選擇填充混合題和計算題兩部分，總分為 150 分，考試時間三小時。

壹、選擇填充混合題(每格 4 分，共 30 格，合計 120 分)

一、某車儀表顯示的行車平均速率為過去 100 小時行車速率的平均 $\bar{v}(t)=\frac{\int_{t-T}^{t} v dt}{T}$, $T=$ 100 小時。某人早上剛開車時儀表顯示的$\bar{v}$為 40 km/h，以 30 km/h 行車 1 小時後，儀表顯示的$\bar{v}$會比 40 km/h？

答：（1）

(A) 快　(B) 慢　(C) 一樣　(D) 都有可能

二、在可逆等壓條件下，有 2.00 莫耳理想氣體吸收 500 J 的熱量，已知該氣體的莫耳定壓比熱 $C_p=\frac{5}{2}R$、氣體常數 R 為 8.31 J/(mol·K)，則氣體對外作功為何？

答：（2）

(A) 100 J　(B) 200 J　(C) 300 J　(D) 400 J

三、一固定於水平桌面上的剛性非對稱楔形雙斜面，如圖 1 所示，其頂端鉛直高度為 h，右、左兩斜面與水平桌面的傾角分別為 θ_1 與 θ_2（設 $\theta_1 > \theta_2$）。現將一條線密度為 λ、粗細可忽略的均勻緊繃細繩跨過楔形體頂端，細繩緊貼兩側斜面，兩端恰好分別垂至兩斜面底端，整體由靜止釋放。

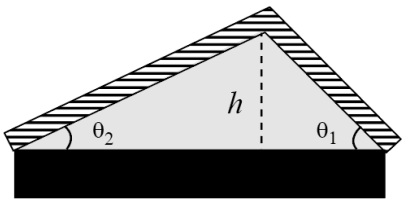

圖 1

若兩斜面皆為完全光滑（無摩擦力），下列關於細繩受力與運動狀態的敘述，何者正確？

答：（3）

(A) 左側斜面上的細繩較長、總質量較大，故細繩 將向左側滑落。

(B) 右側斜面傾角較大，重力沿斜面的分力較大，故細繩將向右側滑落。

(C) 細繩向哪一側滑落，完全取決於兩斜面傾角比值（θ_1/θ_2）。

(D) 兩側細繩沿斜面下滑之重力分力大小恰好相等，細繩維持靜力平衡而不滑動。

四、承上題，若兩斜面與細繩之間的靜摩擦係數皆為μ_s（頂端轉折處仍視為光滑無摩擦），且 $\tan\theta_2 > \mu_s$。現於左側斜面的細繩上黏附質量 Δm，如圖 2。欲使原本靜止的細繩剛好開始向左側滑動，則所附加的臨界質量為 Δm_c =____（4）____ 。(請以 μ_s、λ、h、θ_1 與 θ_2 來表示）

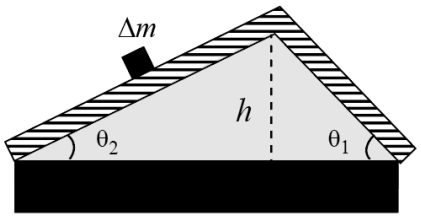

圖 2

五、已知一條沿$+x$方向流動的河流，寬度為d，河水以等速率u流動，而選手甲於河中游泳前進時，相對於水的速率固定為$v = \frac{3}{5}u$，則甲由其中一岸游到對岸的最短時間為 ____（5）____ (答案須以d、u表示)。

六、承上題，若甲游到對岸時沿$+x$方向順流而下的位移為最短，則甲游到對岸所需的時間為____（6）____(答案須以d、u表示)。

七、體積不同的容器 A、B、C 中皆裝有壓力 P、絕對溫度 T 的雙原子分子理想氣體。當 $V_A:V_B:V_C = 3:2:1$時。容器中理想氣體的總內能 $u_A:u_B:u_C$ = ____（7）____

八、在一大氣壓P_0的環境下，有一個底端封住、截面積為 A 的空圓柱體，其上裝了一個質量為 m、且與圓柱壁沒有摩擦的活塞，如圖 3 所示。活塞與圓柱內封合了 n 莫耳的雙原子分子，重力加速度為g、氣體常數為 R。在靜止狀態下，溫度為T_0時，活塞距離圓柱體底部高度 h 為何？

答：____（8）____

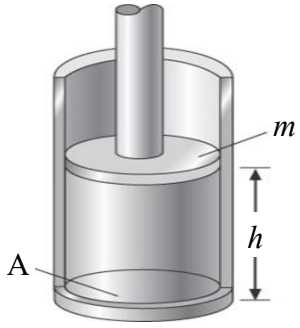

圖 3

九、承上題，在平衡高度 h 處，稍微將活塞上提位移 x ($x<<h$)後釋放，活塞在平衡點附近上下往復運動，為絕熱過程，此往復運動的週期為何？答：____（9）____
(答案須以P_0、A、m、g、h 表示)

十、如圖 4 所示，兩半徑為R之金屬半球殼，於其赤道處緊密合為一球體後，將內部抽為真空，設金屬球殼外為大氣，氣壓為P，溫度為T，今欲以分別作用在南(S)北(N)極之沿金屬球徑向方向的施力F'與F分開兩個金屬半球殼，若不計球殼的重量以及厚度，則以下何者**<u>不正確</u>**？

答：（10）

(A) F'的最小值 = F的最小值。

(B) F'的最小值為$4\pi R^2 P$。

(C) F的最小值為$\pi R^2 P$。

(D) 若金屬球殼結合時所抽的真空度不夠，仍有殘留氣體在中間，則F'與F的最小值皆下降。

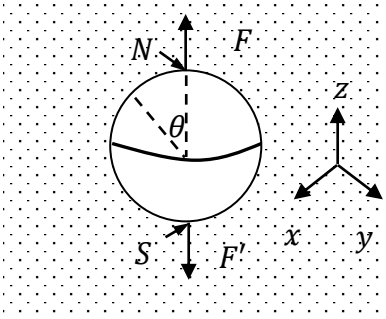

圖 4

十一、承上題，假設密合的金屬球殼以低速v沿$+z$運動，此時在金屬球表面附近與 z 軸夾角θ之處的空氣流速為$\frac{3}{2}v\sin\theta$，若空氣的密度為ρ(假設空氣密度不變)，並忽略重力，試利用白努利定律求出此出此處空氣的壓力$P(\theta)=$ （11） （以ρ、v、θ與P表示）

十二、承上題，又假設空氣可視為理想氣體，已知波茲曼常數為k_B，分子質量為m，則在金屬球殼靜止的慣性坐標系中，遠方流向金屬球殼之空氣分子的平均平移動能為 （12） （以m、v、k_B與T表示）

十三、在固定重力加速度為$-g\hat{z}$($\hat{z}$為朝上的單位向量，水平面上的單位向量為$\hat{x}$與$\hat{y}$)的重力場中，假設對瞬間速度為$\vec{v}$、質量為m的一特定粒子所承受的空氣阻力為$-m\alpha\vec{v}=-m\alpha v\hat{v}$，其中$\alpha$為常數，$v\equiv|\vec{v}|$，而單位向量$\hat{v}\equiv\vec{v}/v$。給定該粒子的初速為$\vec{v}_0$，其終端速度$\vec{v}_t=v_t\hat{v}_t$的方向$\hat{v}_t$必定為：

答：（13）

(A) $\hat{v}_0$　(B) $-\hat{v}_0$　(C) $\hat{z}$　(D) $-\hat{z}$

十四、承上題，給定該粒子的初速$\vec{v}_0=v_{0x}\hat{x}+v_{0y}\hat{y}+v_{0z}\hat{z}$ $(v_{0z}>0)$，當此粒子達到最高點時，比初始高度高了多少？答：（14）

(以α，$\vec{v}_0$的分量，與v_t來表達)

十五、如圖 5 所示，質量 M、半徑 r 的空心圓球沿著傾斜角為θ的斜面向下運動，外力 F 平行斜面，且斜面和圓球之間的動摩擦係數為 μ_k $(\mu_k < \frac{\tan\theta}{2})$。

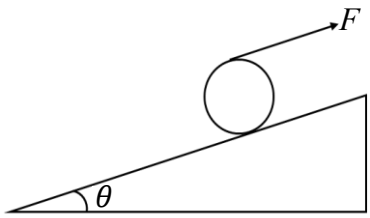

圖 5

當外力 $F = 0$ 時，圓球的運動是純滾動，則斜面和圓球之間的摩擦力為 _____（15）_____。

當外力 F 讓圓球只滑動且不滾動，則圓球運動的加速度為 _____（16）_____。

(重力加速度是 g，空心圓球在轉軸通過球心時的轉動慣量是 $\frac{2}{3}Mr^2$)

十六、一均勻軌道長 $L = 4.0$ m、質量 $M = 20$ kg，水平放置於兩個支點 A、B 上。支點 A 位於軌道最左端(x= 0)，支點 B 位於距離左端 3.0 m 處，軌道與支點間摩擦力極大，使得軌道不會移動。現有一質量為 m 的小物體，從軌道左端出發，以 $v = 0.50$ m/s 的速率向右緩慢做等速度移動，如圖 6 所示。假設重力加速度 $g = 10$ m/s^2。若 m 在向右移動的過程中必定會讓軌道發生傾倒，則小物體的質量 m 必須滿足$m > m_c$，試求m_c =_____（17）_____kg？翻倒發生的時間點 t 與質量 m 的關係式為何？答：_____（18）_____

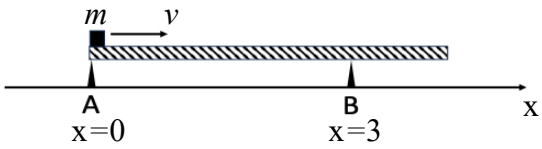

圖 6

十七、考慮單一行星(質量為m)以橢圓形軌道繞行一恆星(質量為M)的系統。在近日點(兩者距離最近)時，兩星體間的距離與相對速率分別為 r_1 與 v_1，在遠日點時，兩者的距離為 r_2。試將此系統的總質量 $M + m$ 以重力常數 G、r_1、r_2 與 v_1 來表達：

$M + m$ =_____（19）_____。

十八、在光滑水平面上，一質點以水平速度$v\hat{x}$入射一個半徑R、質量均勻、且邊緣光滑的圓盤，並發生彈性碰撞。如圖 7 所示的俯視圖，質點質量為 m，圓盤質量為 M，圓盤與水平面平行，圓心為 x-y 坐標的原點(即O點)。質點入射的延伸線與圓盤圓心的垂直距離為d；則碰撞後 M 的速率為____（20）____；質點 m 速度的 x 方向分量為____(21)____。

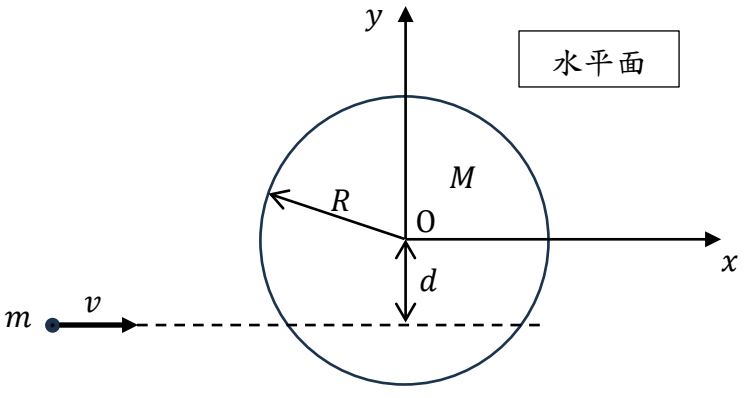

圖 7

十九、一圓柱形汽缸中裝設有一截面積為 A、質量可忽略的活塞，該活塞之上表面與一固定於汽缸頂部，力常數為 k 的輕質彈簧連接。在該汽缸中氣體全部抽淨時，活塞底面恰接觸汽缸底部，且該彈簧恰處於其自然伸長長度狀態。已知在汽缸內緩慢注入 1 莫耳，溫度為 T 的單原子理想氣體後，活塞底面會上升至距離汽缸底部高度為 h 處，如圖 8 所示。此處 T 為絕對溫度。(假設活塞，其與汽缸壁之間無摩擦力，彈簧伸縮遵守虎克定律，活塞上方汽缸空間為真空，且所有過程可視為準靜態熱力學過程。) 現若將汽缸內的氣體緩緩加熱至溫度為 $2T$，則此時活塞的高度為何_____(22)_____？(以 h 表示) 在此過程中，汽缸內氣體的比熱為何_____(23)_____？(以氣體常數 R 表示)

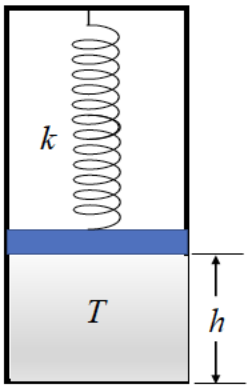

圖 8

二十、現代高算力 AI 晶片常採用先進封裝技術。如圖 9 所示，晶片模組由上至下依序可簡化為：矽晶片 (Si)、IC 電路層、封裝載板 (含垂直實心導電銅柱)，以及最底層的印刷電路板 (PCB)。其中，載板基材可選用 ABF 樹脂或玻璃。晶片運作時，熱量主要由極薄的 IC 電路層 (面積 A = 50 mm × 50 mm) 產生，並分為向上與向下兩條路徑散熱；本題**僅考慮向下路徑**：熱量穿過載板 (由銅柱輔助導熱) 並進入 PCB，最終傳至維持在固定溫度 T_{bot} = 45.0 °C 的底層機殼散熱板 (忽略各介面銲點與接著層的接觸熱阻)。考慮向下路徑的穩定傳熱功率為 $P_{down} = \frac{dQ_{down}}{dt} = 100\ W$。

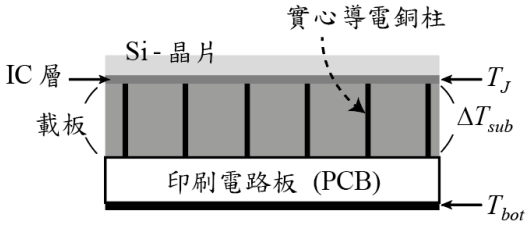

圖 9

載板內的銅柱相當於一組平行的導熱棒，可視為與載板並聯導熱，載板的等效熱導率 κ_{eff} 採用並聯熱阻模型計算：

$$\kappa_{eff} = (1 - f_{Cu})\kappa_{sub} + f_{Cu}\kappa_{Cu}$$

其中 f_{Cu} 為銅填充率(銅柱佔載板截面面積的比例，已知對 ABF 載板 $\kappa_{sub} = \kappa_{ABF}$，$f_{Cu} = 0.04$，對玻璃載板 $\kappa_{sub} = \kappa_{Glass}$ ，$f_{Cu} = 0.15$。各層材料厚度與熱導率如表 1 所示。回答以下問題：

(i) 試求分別採用此兩種載板基材時，熱流穿過載板層所產生的溫降比值 $\frac{\Delta T_{ABF}}{\Delta T_{Glass}}$ =_____(24)_____。

(ii) 使用玻璃載板時 IC 電路層溫度 T_J =_____(25)_____°C。

結構層 / 材料	厚度 L (mm)	熱導率 κ (W/(m·K))
矽晶片	0.5	148
ABF 載板	1	0.4
Glass 載板	1	1.1
銅柱	1	400
PCB 板	1.5	20

表 1

二十一、一質點在水平面上作運動，起始時速度量值為v。已知施一定力 F 於該質點，經過時間 t 秒後，該質點速度量值變為原來的一半。再經過 t 秒後，質點速度量值又再次減半。假設過程中該質點的質量維持不變，問該質點再經過另一段時間 t 秒後，其速度量值與最初速度量值v的比值為何？ 答：＿＿＿（26）＿＿＿

二十二、有一個質量為M，半徑為R的行星。考慮此行星與一個質量為m隕石所構成的力學系統。假設$m \ll M$，因此行星在隕石運動的過程中大致可視為靜止不動。已知隕石的總力學能為E，角動量的量值為ℓ。當$E > 0$，隕石的運動軌跡是一條以行星為焦點的雙曲線。左右開雙曲線的標準式為$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$，其中$a, b$皆為正。雙曲線的焦點位於$(\pm c, 0)$，而 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$。求a, b？(以E, ℓ, M, m及重力常數 G表示)

$a =$＿＿＿（27）＿＿＿，$b =$＿＿＿（28）＿＿＿。

二十三、如圖 10 所示，在一光滑的平面上，一由原子 1 與原子 2 所構成之雙原子分子由左方向右入射與右邊之光滑牆壁發生碰撞，假設原子與牆壁的碰撞為彈性碰撞，且碰撞時間可忽略不計，原子 1 與原子 2 的質量各為m_1與m_2，且原子大小可忽略不計，兩原子束縛為分子之交互作用可以一原長為d、力常數為k之理想彈簧模擬。已知入射發生碰撞瞬間，彈簧未壓縮也未伸張且原子 1 與原子 2 的速度各為v_1 與v_2，方向均向右，即$v_1 > 0$且$v_2 > 0$且$m_2 v_2 > m_1 v_1$，假設只發生一次碰撞，則碰撞完、分子遠離牆壁後，分子總內能的變化為(碰撞後減碰撞前) ＿＿＿（29）＿＿＿（以m_1、m_2、v_1與v_2表示）

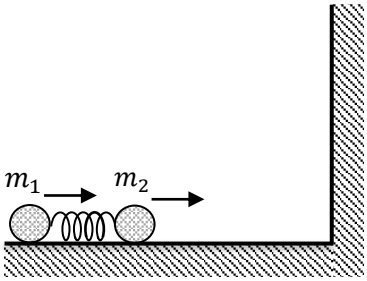

圖 10

二十四、如圖 11 所示，以$\hat{x}$和$\hat{y}$分別代表水平x軸和y軸的單位向量。在寬度均勻且遠大於深度的水平河道上，河水由左方沿$\hat{x}$方向快速而穩定地流動，在抵達垂直截面 P 處之前，水流深度固定為z_1，速率固定為v_1。由於下游 R 處有攔水堰，在堰前方 Q 處的截面(在yz平面)，其水流深度大幅上升為z_2，形成穩定的水躍，而在 P、Q 兩垂直截面間的區段則出現渦流，造成力學能損失，但該區段河水的總質量以及總動量的水平分量，均可近似為穩定不變。已知水可視為不可壓縮，水流速度不隨y變化，且河道對水流的水平阻力亦可忽略不計，大氣壓力固定為P_0，水的密度固定為ρ，重力加速度固定為g。

令$k \equiv v_1/\sqrt{g z_1} \geq 1$，則圖 11 中高度$z_2$和$z_1$的比值可表示為$z_2/z_1 = \left(\sqrt{\beta} - 1\right)/2$，式中的$\beta =$＿＿＿（30）＿＿＿(答案須以$k$表示)

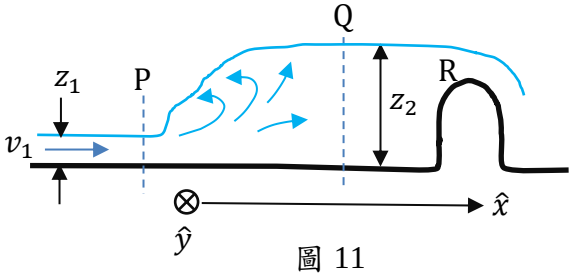

圖 11

計算題（每題 15 分，共二題，合計 30 分）

一、細線—滑珠系統

考慮細線—滑珠系統，細線長度為L，質量可忽略，其兩端固定在一水平、沿$\hat{X}$方向、且為固定的桿子上，細線兩端的距離為$D(L > D)$。滑珠質量為m，其尺寸遠小於D、L，滑珠在穿過其中心的細線上運動且滑珠與細線之間無摩擦力。圖 12 為細線—滑珠系統在重力加速g下的平衡狀態。

本題考慮細線維持張緊狀態，滑珠在$X-Z$平面上的運動。考慮對圖 12 中的滑珠施加一水平衝量使其初速度$\vec{v}_0 = v_0\hat{X}$，回答下列問題，答案以m, g, L, D, v_0表示之。（注意，不一定需要使用以上所有的物理量）

(A) 若$v_0 = [g^2(L^2 - D^2)]^{1/4}$，試求滑珠後續運動中其$X$座標的最大值。(3 分)

(B) 試求滑珠在初速$\vec{v}_0$時，滑珠的軌跡的曲率半徑R_c。(7 分)

(C) 試求滑珠在初速$\vec{v}_0$時細線中的張力 T_0。(5 分)

註：一個$z = ax^2$的軌跡 $(a > 0)$，其在$x \approx 0$的軌跡曲率半徑R_c為 $R_c = 1/(2a)$。

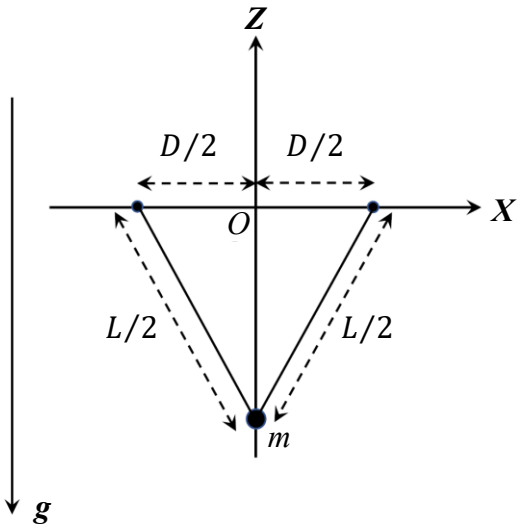

圖 12

二、球棒擊球問題

棒球打者都知道球棒上有個「甜蜜點」：球擊中此處時，握棒的手幾乎感受不到衝擊。考慮以下的簡化模型：棒球為質量 m 的質點；球棒為一根長度 L、質量 $6m$ 的均質細桿，握把端為O（打者雙手握於此處）。揮棒時，球棒在水平面上繞著通過C點的鉛直軸、以角速率 ω 轉動；C 點代表打者身體的轉軸，位於棒身自O端向外的延長線上，與O點的距離為d，如圖 13（俯視圖）。

球以速率 v 沿水平面、垂直於棒身的方向迎面飛來，擊中棒上距離O點為 s 的 P 點；碰撞前，球的速度方向與 P 點的速度方向相反。由於球與棒的接觸時間極短，碰撞過程中手對球棒的作用力與重力皆可忽略，亦即**碰撞期間**球棒可視為自由剛體（就如同**在碰撞瞬間之前突然放手**）。碰撞時球與棒之間的作用力垂直於棒身，且為彈性碰撞。以下取碰撞前瞬間 P 點的速度方向為正向。

試問：

(A) 設碰撞時球施於球棒的衝量為 $-J$（$J>0$，作用於 P 點）。求碰撞前後球棒角速度的改變量 $\Delta\omega$（以 J、m、L、s 表示）。(3 分)

(B) 若碰撞前後瞬間，握把端 O 的速度不變（亦即手即使仍握著球棒，也不會受到衝擊），則 P 點即為「甜蜜點」，求此時的 s 。(6 分)

(C) 本小題改變一項假設：打者雙手始終握在 O 點上不鬆手，並使 O 點的速度在碰撞期間保持不變（亦即在碰撞的短暫期間，球棒相當於繞 O 點轉動的剛體，不再是自由剛體）。若球擊中棒上距 O 端為 s 的 P 點（s 為任意值），且球施於球棒的衝量仍為 $-J$，求手施於球棒的衝量 J_O（以 J、s、L 表示，以正向為正）。(6 分)

註：一質量為 M、長度為ℓ的均勻細桿，以質心為轉軸的轉動慣量為$M\ell^2/12$。

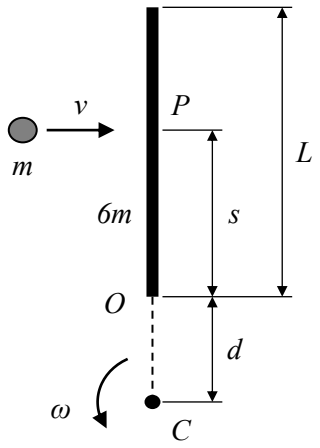

圖 13

公告日期:115-11-10

2027 年第 27 屆亞洲物理奧林匹亞競賽
及第 57 屆國際物理奧林匹亞競賽
國家代表隊初選考試參考解答(暫定)

壹、選擇填充混合題(每格 4 分，共 30 格，合計 120 分)

一、

參考解答：(1) (D)

二、

參考解答：(2) (B)

三、

參考解答：(3) (D)

四、

參考解答：(4) $\mu_s \lambda h \left(\frac{cot\theta_1+cot\theta_2}{sin\theta_2-\mu_s cos\theta_2}\right)$

五、

參考解答：(5) $\frac{5\,d}{3\,u}$

六、

參考解答：(6) $\frac{25\,d}{12\,u}$

七、

參考解答：(7) 3:2:1

八、

參考解答：(8) $\frac{nRT_o}{AP_o+mg}$

九、

參考解答：(9) $2\pi\sqrt{\frac{5mh}{7(P_0A+mg)}}$

十、

參考解答：(10) ___(B)___

十一、

參考解答：(11) $P(\theta)=P+\frac{1}{2}\rho v^2(1-\frac{9}{4}\sin^2\theta)$

十二、

參考解答：(12) $\frac{3}{2}k_BT+\frac{1}{2}mv^2$

十三、

參考解答：(13) ___(D)___

十四、

參考解答：(14) $\frac{v_{0z}}{\alpha}-\frac{v_t}{\alpha}\ln\left(1+\frac{v_{0z}}{v_t}\right)$

十五、

參考解答：(15) $\frac{2}{5}Mg\sin\theta$ ，　(16) $g(\sin\theta-2\,\mu_k\cos\theta)$

十六、

參考解答：(17)　20　，　(18) $t\ =\ 6.0+\frac{40}{m}$

十七、

參考解答：(19) $\frac{r_1^2v_1^2}{2G}\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)$

十八、

參考解答：(20) $\frac{2mv\sqrt{R^2-d^2}}{(M+m)R}$ ，　(21) $\left[\frac{m+\left(2d^2/R^2-1\right)M}{M+m}\right]v$

十九、

參考解答：(22) $\sqrt{2}h$ ， (23) $2R$

二十、

參考解答：(24) $\frac{\Delta T_{ABF}}{\Delta T_{Glass}} = 3.7$ ，(25) $T_{J(Glass)} = 48.7$ ℃

二十一、

參考解答：(26) $\frac{\sqrt{7}}{4}$

二十二、

參考解答： (27) $a = \frac{GMm}{2E}$ ， (28) $b = \frac{\ell}{\sqrt{2mE}}$

二十三、

參考解答：(29) $\frac{2m_1m_2}{m_1+m_2}v_1v_2$

二十四、

參考解答：(30) $1 + 8k^2$

2027 初選計算第 1 題評分標準：

小題 **總分**	***未全對時***，部分給分內容	得分	備註
(A) 3 分	寫出正確的能量守恆：$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_0$	1	正確才給分 注意： $h_0 = \frac{1}{2}\sqrt{L^2 - D^2}$
	寫出正確最高位置為$Z = 0$	1	
(B) 7 分	寫出以 O 為原點，正確的軌跡 $\left(\frac{Z}{h_0}\right)^2 + \left(\frac{2X}{L}\right)^2 = 1$	2	正確才給分
	寫出以平衡點為原點，$z = Z + h_0$，$x = X$ 得出：$z = h_0 - h_0\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{L}\right)^2}$	2	
	正確化簡上式：$z \approx \frac{1}{2}\left(\frac{4h_0}{L^2}\right)x^2$	2	
(C) 5 分	正確寫出運動方程式： $2T_0\cos\theta - mg = \frac{mv_0^2}{R_c}$	2	注意： θ的選取， $\cos\theta = \frac{2h_0}{L}$

2027 初選計算第 2 題評分標準：

小題 **總分**	***未全對，或不完整時***，部分給分內容	得分	備註
(A) 3 分	寫出 $I_G\Delta\omega = -Jx$，I_G圍繞質心的轉動慣量	2	注意： 1) $x = s - L/2$ 2) 沒有" − "號僅得 1 分
(B) 6 分	得出球棒質心速度改變 $\Delta V_G = -\frac{J}{6m}$，	2	沒有" − "號僅得 1 分
	得出 O 點速度改變與 x 的關係 $\Delta v_o = -\frac{J}{6m}(1 - 6x/L)$，	2	沒有" − "號僅得 1 分
(C) 6 分	寫出正確對 O 點的轉動慣量： $I_o = 2mL^2$	1	正確才給分
	寫出球棒對 O 點角速度改變 $\Delta\omega = -\frac{Js}{2mL^2}$	2	沒有" − "號僅得 1 分