

98 學年度高級中學自然學科競賽第 8 區複賽
物理科筆試試題

編號： 00

《說明》

- 1.請先核對試題編號與您的編號是否相符。
- 2.答案請寫在相應題號解答卷上，否則不予計分。（每題佔分比例均相同）
- 3.下表為登錄成績用，請勿將答案填入。

題號	一	二	三	四	五	總分
得分						

- 一、這是可用來測量重力加速度 g 值的裝置。兩個質量為 $M=1\text{kg}$ 的相同物塊懸掛於滑輪兩側，其中一個物塊上方置一質量為 $m=0.5\text{kg}$ 的方形砝碼，如圖 1a 所示。物塊釋放後，在距離 $H=0.5\text{m}$ 處，方形砝碼卡在一個圓環上，但物塊可照常通過，此時開始記錄時間。當物塊再落下 $D=2\text{m}$ 距離，如圖 1b 所示，紀錄的時間 $t=1.5\text{s}$ 。求測量的重力加速度 g 為多少？

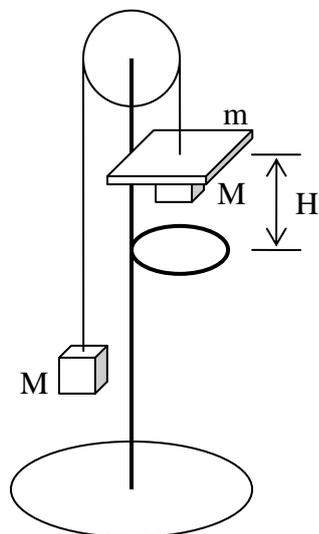


圖 1a

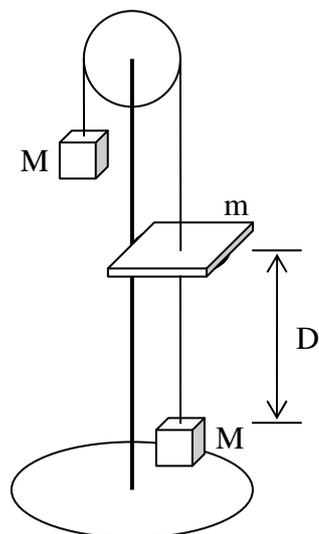


圖 1b

【解答】

二、兩球正面碰撞，碰撞後之相對速度與碰撞前之相對速度之關係為 $v_1' - v_2' = -e(v_1 - v_2)$ ， e 為恢復係數， $0 \leq e \leq 1$ 。若一球自 $h=20\text{m}$ 高處釋放，其與地板的恢復係數 $e=0.5$ ，求球停止跳動所需之時間為多少？ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)。

【解答】

三、慣性座標系 S' 以等速度 $\vec{v} = v\hat{i}$ 相對於慣性座標系 S 運動，如圖 3a 所示。則伽利略轉換式為

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ t' = t \end{cases}, \text{ 逆轉換式為 } \begin{cases} x = x' + vt' \\ t = t' \end{cases}。 \text{ 若將伽利略轉換式修正為}$$

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - vt) \\ t' = \gamma(t - vx/c^2) \end{cases} \text{ 逆轉換式為 } \begin{cases} x = \gamma(x' + vt') \\ t = \gamma(t' + vx'/c^2) \end{cases}, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, v < c。 \text{ 利用修正}$$

的轉換式證明、計算下列問題：

(a) 一直尺長度為 L 靜止於 S 座標。在 S' 座標的觀察者同時 ($t'_R = t'_L$) 記錄直尺左右兩端的位置，測量到直尺的長度為 L' 。試證：運動的直尺會收縮 $L' = \frac{L}{\gamma}$ 。

(b) 在 S' 座標的觀察者同時記錄直尺左右兩端的位置， $\Delta t' = t'_R - t'_L = 0$ 。不過，依 S 座標的觀察者所見，在 S 座標對左右兩端的量度認為不是同時進行的， $\Delta t = t_R - t_L \neq 0$ 。試證：同時的相對性， $\Delta t = \frac{vL}{c^2}$ 。

(c) 小明雙手各拿一把斧頭，兩斧頭相距 1m 與蛇長也為 1m 的蛇以 $v = 0.6c$ 向右運動之間的對話。小明說：「你在運動，運動的直尺會收縮，所以我雙手同時砍下，不會傷到你。」，如圖 3b 所示。蛇說：「不對！我看你，你在運動，你雙手的距離縮小，我一定會被砍成兩半。」

小明在 $t_R = t_L = 0$ ，雙手同時砍下。且假設 $t'_L = t'_L = 0$ ，左斧頭砍下時，左斧頭與蛇的相對位置如圖 3c 所示，求右斧頭砍下時，右斧頭與蛇的相對位置。

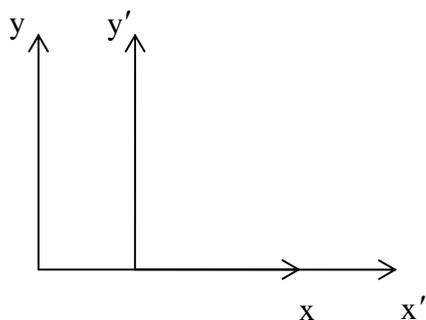


圖 3a

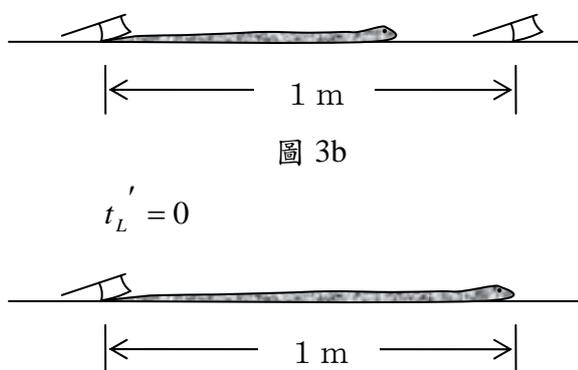


圖 3b

圖 3c

【解答】

四、一質量為 1.0 公斤，長度為 2.0 米的剛性細棒，其中一端有一質量為 m 公斤的動物；另一端被固定做為旋轉軸。施以外力，使其在光滑桌面上水平旋轉至角速度為 $0.25 \frac{\text{徑}}{\text{秒}}$ 後移去所有外力，如圖 4 所示。此時動物開始向旋轉軸移動，當此動物移動至細棒中心處時恰好被甩開。假設重力加速度為 $10.0 \frac{\text{米}}{\text{秒}^2}$ ，動物與細棒之間的摩擦係數為 0.012，並忽略空氣阻力，試求 m 值為多少？(提示：設法求系統的總角動量，並利用 $\sum_{i=1}^N i^2 = \frac{N(N+1)(2N+1)}{6}$)

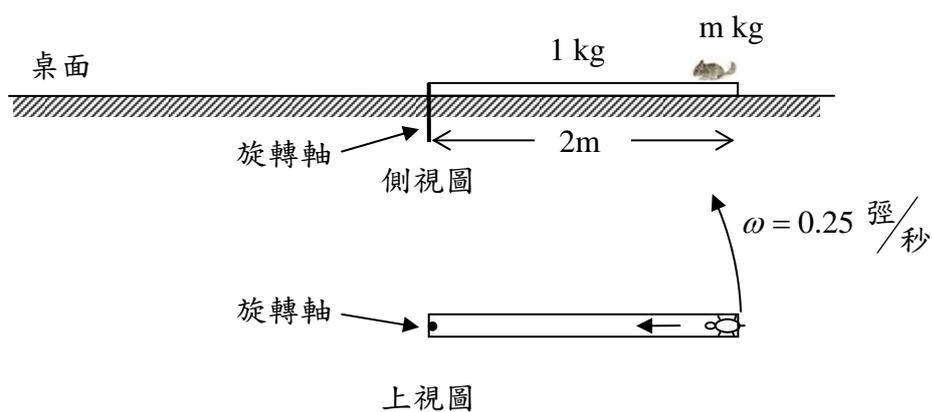


圖 4

【解答】

五、一液壓系統包含 3 個活塞，活塞質量可忽略不計。已知 3 個活塞的面積比 $A_1:A_2:A_3=4:1:2$ ，今在活塞上分別放上質量為 m_1, m_2, m_3 的 3 個砝碼，得到高度差之比 $(h_3 - h_2):(h_2 - h_1)=1:1$ ，如圖 5a 所示。若將 m_2 與 m_3 兩砝碼位置對調，得到新的高度差之比 $(h_3' - h_2'):(h_2' - h_1')=(+1):(-1)$ ，如圖 5b 所示。試求三砝碼之質量比 $m_1:m_2:m_3$ 。

活塞面積 $A_1 \quad A_2 \quad A_3$

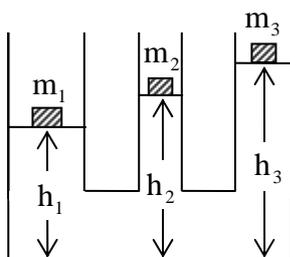


圖 5a

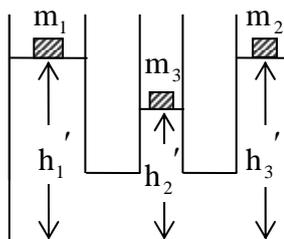


圖 5b

【解答】

