

答案

一、多重選擇題 (48 題 每題 0 分 共 0 分)

1.ABCD 2.CE 3.ABCDE 4.ABD 5.BDE 6.CD 7.ABD 8.ABE 9.CE 10.CD 11.ABD 12.ACD 13.ACDE 14.ABD
15.ACDE 16.BCD 17.ABD 18.CD 19.ADE 20.BC 21.ABDE 22.BC 23.ABDE 24.ACDE 25.ABCD 26.ABDE
27.AC 28.ACE 29.ABCD 30.BCD 31.ACD 32.ABCDE 33.BD 34.BC 35.CE 36.BCDE 37.CDE 38.BCD 39.ACD 40.ADE

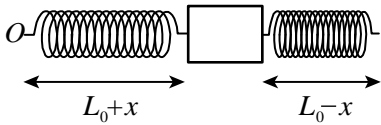
解析

一、多重選擇題 (48 題 每題 0 分 共 0 分)

1. ∵ 在作等速圓周運動時，須有向心力（朝向圓心），此力由兩彈簧提供，左彈簧必伸長、右彈簧壓縮，方能產生向左彈性力（提供作為向心力）。
由虎克定律 $F = kx$ （ x 為改變量）

$$\therefore \text{物所受的向心力為 } 2kx, \text{ 物轉動半徑 } r = L_0 + x, 2kx = \frac{mv^2}{L_0 + x}$$

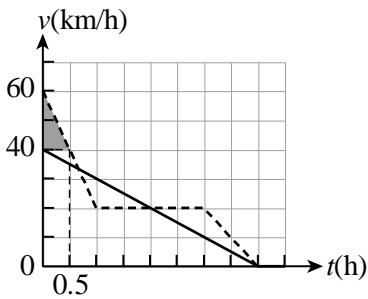
$$\therefore v = \sqrt{\frac{2kx(L_0 + x)}{m}} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(L_0 + x)}{\sqrt{\frac{2kx(L_0 + x)}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m(L_0 + x)}{2kx}}$$



2.(A)錯：應為等加速運動。

(B)錯： $v-t$ 面積為位移，0.5 小時圖示鋪底面積為 $\frac{1}{2} \times 0.5 \times (60 - 40) = 5$ (km)，可知

$\Delta x_{\text{乙}} - \Delta x_{\text{甲}} > 5$ (m)，故乙在 0.5 小時前曾超越甲。



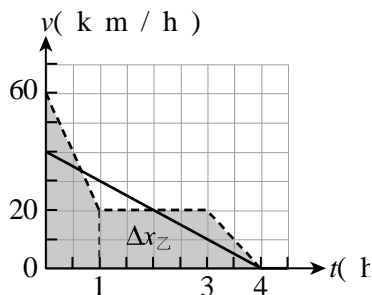
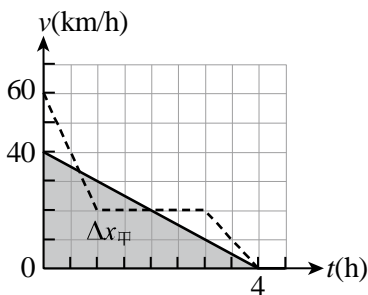
(D)錯：應為等速運動。

(E)對：0~4 小時， $v-t$ 面積為位移，則

$$\Delta x_{\text{甲}} = \frac{1}{2} \times 4 \times 40 = 80 \text{ (km)}$$

$$\Delta x_{\text{乙}} = \frac{(20+60)}{2} \times 1 + \frac{(2+3)}{2} \times 20 = 90 \text{ (km)}$$

$$\Rightarrow d_{\text{甲乙}} = |5 + 80 - 90| = 5 \text{ (km)}。$$



3.(A) $\vec{r} = 3t^2\hat{i} - 5t\hat{j}$ ， $\vec{v} = 6t\hat{i} - 5\hat{j}$ ， $\vec{a} = 6\hat{i} \Rightarrow$ 沿 \hat{i} 軸有加速度 $\vec{a} = 6\hat{i}$ (m/s²)

(B) \vec{j} 方向等速，故由(A)可知其軌跡為拋物線。

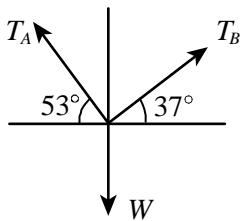
(C) $t = 2$, $\vec{r} = 12\hat{i} - 10j$, $t = 0$, $\vec{r} = 0$, 故 $|\vec{r}(2) - \vec{r}(0)| = 2\sqrt{61}$

(D) $\vec{v}(2) = 12\hat{i} - 5j$, $|\vec{v}(2)| = 13 \text{ (m/s)}$

(E) $\vec{a}(2) = 6j \text{ (m/s}^2\text{)}$

4.(A)對：因為作用於鐵鍊之力有 T_A 、 T_B 及重力這三個力，靜力平衡時此三力必共點。

(B)對、(C)錯：作力圖如圖所示



$$\frac{T_A}{\sin 53^\circ} = \frac{T_B}{\sin 37^\circ} = \frac{W}{1}$$

$$\Rightarrow T_A = \frac{4}{5}W, T_B = \frac{3}{5}W$$

$$W = 50 \text{ (kgw)}$$

$$\Rightarrow T_A = 40 \text{ (kgw)} \text{ 且 } T_C = T_{Ax} = 24 \text{ (kgw)} \text{。}$$

(D)對：鐵鍊在水平方向張力，每點皆相同

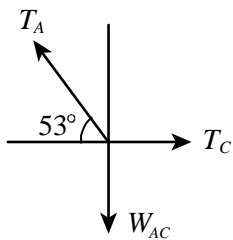
$$\therefore T_{Dx} = T_{Ax} = 24 \text{ (kgw)} \text{。}$$

(E)錯：考慮 AC 段：

$$W_{AC} = T_A \sin 53^\circ = 40 \times \frac{4}{5} = 32 \text{ (kgw)}$$

$$\Rightarrow W_{BC} = 50 - 32 = 18 \text{ (kgw)}$$

$$\Rightarrow \ell_{AC} : \ell_{BC} = 32 : 18 = 16 : 9 \text{。}$$



5. 考慮 A 球 $\begin{cases} N_{BA} \cos 60^\circ = N_{CA} \cos 60^\circ \dots\dots ① \\ N_{BA} \sin 60^\circ + N_{CA} \sin 60^\circ = W \dots\dots ② \end{cases}$

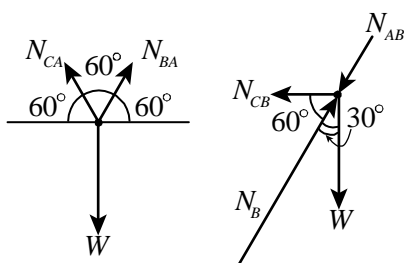
考慮 B 球 $\begin{cases} N_B \sin 30^\circ = N_{CB} + N_{AB} \sin 30^\circ \dots\dots ③ \\ N_B \cos 30^\circ = W + N_{AB} \cos 30^\circ \dots\dots ④ \end{cases}$, 且 $N_{AB} = N_{BA}$

由①、②、③、④可知 $N_{BA} = N_{CA} = \frac{W}{\sqrt{3}}$

$$\Rightarrow N_B = \sqrt{3} W, N_{CB} = \frac{W}{\sqrt{3}}$$

A 球之力圖

B 球之力圖



6.若乙拋出後第 t 秒時到達 P 點

$$x \text{ 方向} : x_{\text{甲}} = x_{\text{乙}} \Rightarrow 10 \times 1 = v_2 \times t \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$y \text{ 方向} : y_{\text{甲}} - y_{\text{乙}} = d_{\text{甲乙}} = 10 - 8.2 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} g \times 1^2 - \frac{1}{2} \times g \times t^2 = 10 - 8.2, \quad t = 0.8(\text{s}) \text{ 代入 } \textcircled{1}$$

$$\Rightarrow 10 \times 1 = v_2 \times 0.8 \Rightarrow v_2 = 12.5(\text{m/s})$$

7.(A) 甲的加速度原為 $a = \frac{F_2 - F_1}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}}$ ，撤去 $\overrightarrow{F_1}$ 後，加速度 $a' = \frac{F_2}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}}$ 變大。

(B) 考慮乙物體： $F_2 - N_{\text{甲乙}} = m_{\text{乙}} a_{\text{乙}}$ ，撤去 $\overrightarrow{F_1}$ 後， $a_{\text{乙}}$ 增加，故甲、乙物體間作用力 $N_{\text{甲乙}}$ 減少。

(C) 乙的加速度量值原為 $a = \frac{F_2 - F_1}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}}$ ，撤去 $\overrightarrow{F_2}$ 後，加速度量值為 $a' = \frac{F_1}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}}$ ，無法確定 a' 和 a 的關係。

(D) 考慮甲物體： $N_{\text{甲乙}} - F_1 = m_{\text{甲}} a_{\text{甲}} \Rightarrow N_{\text{甲乙}} = F_1 + m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}$ ，若撤去 $\overrightarrow{F_2}$ 後，則 $F_1 - N_{\text{甲乙}}' = m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}' \Rightarrow N_{\text{甲乙}}' = F_1 - m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}'$ ，即甲、乙物體間作用力減少。

$$8. \frac{1}{2} a_A t^2 + \frac{1}{2} a_B t^2 = 2 \times \frac{1}{2} a_C t^2 \Rightarrow a_C = \frac{1}{2} (a_A + a_B)$$

$$\text{對 } A : T = 2 \times a_A \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$\text{對 } B : T = 4 \times a_B \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{2}{1} \quad \therefore a_A : a_B : a_C = 2 : 1 : \frac{1}{2} (2 + 1) = 2 : 1 : \frac{3}{2}$$

$$\text{對 } C : 2 \times g - 2T = 2 \times a_C \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$$\textcircled{2} \text{ 代入 } \textcircled{3} \Rightarrow 2 \times g - 2(4a_B) = 2 \times \left(\frac{3}{2} a_B\right) \Rightarrow a_B = \frac{2}{11} g \quad \therefore a_A = \frac{4}{11} g, \quad a_C = \frac{3}{11} g$$

$$(A) a_C = \frac{3}{11} g$$

$$(B) a_A = \frac{4}{11} g$$

$$(C) a_B = \frac{2}{11} g$$

$$(D)(E) A、B \text{ 細繩張力為 } T = m_A a_A = \frac{2}{11} \times 4g = \frac{8}{11} \times 9.8 (\text{N})$$

$$C \text{ 細繩張力為 } 2T = \frac{8 \times 2}{11} \times 9.8 = \frac{16}{11} \times 9.8 (\text{N})$$

9. 當立方體同時產生移動並傾斜， N 作用於 B 點

$$\tau = W \times 5 = F \times 10, \quad F = \frac{W}{2} = \frac{5}{2}$$

$$N = W = 5, \quad F = f_{\text{max}} = N \mu_s, \quad \mu_s = \frac{1}{2}$$

(A) 當 $F = 2(\text{kgw})$ ， $F < f_{\text{max}}$ ，正立方體保持靜止。

(C) 當 $F = 1(\text{kgw})$ 時，對 B 之力矩：

$$\left. \begin{array}{l} \tau_F = 1 \times 10 = 10 (\text{kgw} \cdot \text{cm}) \cdots \cdots \text{逆時針} \\ \tau_W = 5 \times \frac{10}{2} = 25 (\text{kgw} \cdot \text{cm}) \cdots \cdots \text{順時針} \end{array} \right\} \text{正向力之力矩為逆時針才可平衡}$$

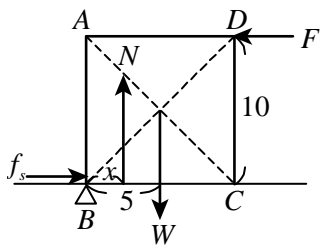
$$\tau_F + \tau_N = \tau_W \Rightarrow 10 + \tau_N = 25, \quad \tau_N = 15 (\text{kgw} \cdot \text{cm})$$

$$\text{又 } N = W = 5(\text{kgw}) \Rightarrow 15 = 5 \times x, \quad x = 3(\text{cm})$$

$$(D) R = \sqrt{f^2 + N^2} = \sqrt{F^2 + W^2} = \sqrt{1^2 + 5^2} \neq 5 (\text{kgw})$$

(E)由 $\tau_W = \tau_F + \tau_N$, $5 \times 5 = F \times 10 + 5 \times x$, $x = 5 - 2F$

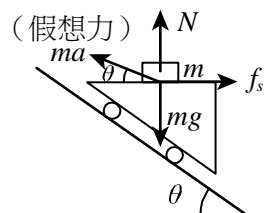
當 $F \uparrow$, $x \downarrow$ 。



10.先將 $(m+M)$ 視為一系統，沿光滑斜面下滑的加速度 $a = g \sin \theta \Rightarrow$ (A)錯

以站在斜面 M 的觀察者而言：

分析 m 受力如圖所示



$$\begin{cases} ma \cos \theta = f_s \\ ma \sin \theta + N = mg \end{cases}$$

將 $a = g \sin \theta$ 、 $\theta = 37^\circ$ 代入

$$f_s = mg \sin \theta \cos \theta = \frac{12}{25} mg \Rightarrow \text{(C)(D)對}$$

$$N = mg - mg \sin^2 \theta = mg \times \frac{16}{25} = \frac{16}{25} mg \Rightarrow \text{(B)錯}$$

$$M \text{ 給 } m \text{ 的作用力 } F = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{\left(\frac{16}{25} mg\right)^2 + \left(\frac{12}{25} mg\right)^2} = 0.8mg \Rightarrow \text{(E)錯。}$$

11.(A)速度為零，故向心力亦為零。

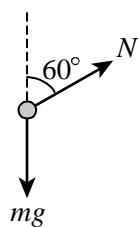
$$\text{(B)} a_c = 0 \Rightarrow N = mg \cos 60^\circ = \frac{1}{2} mg$$

(C)(D)(E)物體通過最低點時，速度 v 可由能量守恆求出，則

$$v^2 = 2g \times \frac{R}{2} \Rightarrow v = \sqrt{gR}$$

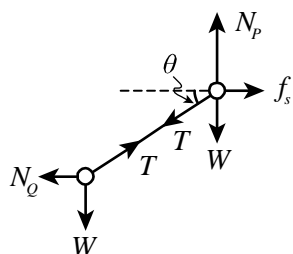
此時正向力與重力之合力提供物體作圓周運動所需之向心力

$$N - mg = \frac{mv^2}{R} = mg \Rightarrow N = 2mg, \text{ 合力} = mg$$



12.同時考慮 P 、 Q 兩環， $N_P = 2W$ 不會改變，再以 P 環為支點，且 $\overline{PQ} = L$ ，則 $N_Q \times L \times \sin \theta = W \times L \times \cos \theta$

當 P 環向右移動， θ 變小、 N_Q 變大，且 $f_s = N_Q$ 亦變大，接下來僅考慮 Q 環， $T \sin \theta = W$ 隨著 θ 變小、 T 會變大。



$$13.(B) \begin{cases} \frac{F}{2} - m_3 g = m_3 a_3 \\ \frac{F}{2} - m_4 g = m_4 a_4 \end{cases} \Rightarrow m_4 > m_3 \Rightarrow a_4 < a_3$$

14. 設三條彈簧之壓縮量各為 x_A , x_B , x_C , 則

左物之受力圖 $kx_A \rightarrow \square \leftarrow 2kx_B$; 右物之受力圖 $2kx_B \rightarrow \square \leftarrow 3kx_C$

$$kx_A = 2kx_B = 3kx_C \Rightarrow x_A : x_B : x_C = 6 : 3 : 2 \Rightarrow \text{總壓縮量為 } x_A + x_B + x_C = 2a$$

15. (A)(B)(C) 如圖所示, 因 B 繩較長, 故 $90^\circ > \phi > \theta$, 若以重心為支點, 木板對角線之一半長為 a , 由合力矩 = 0

$$T_A a \sin(\phi - \beta) = T_B a \sin(\phi + \beta) \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{\sin(\phi + \beta)}{\sin(\phi - \beta)} > 1$$

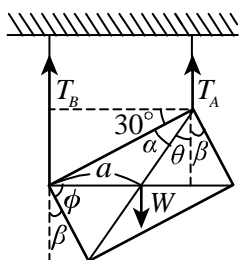
(D) 當 $T_B = 0$ 時, 則木板之重心必在 A 繩的鉛直線上 (因合力矩 = 0)。

$$\text{故 } \theta = 0, \tan \alpha = \tan 60^\circ = \frac{x}{2L} = \sqrt{3} \Rightarrow x = 2\sqrt{3}L$$

但當 $x > 2\sqrt{3}L$ 時, 則 B 繩將鬆弛, 木板重心維持在 A 繩的鉛直線上保持平衡,

$$\text{故 } x \geq 2\sqrt{3}L, \text{ 則 } T_B = 0$$

(E) 以重心為支點處於靜力平衡, 則合力矩必為零, 故繩 A 張力與繩 B 張力對木板重心之力矩, 大小相等, 方向相反。



16. 方程式 $x(t) = 2\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ 與 $x(t) = R\cos(\frac{2\pi}{T}t + \phi)$ 比較, 可得振幅為 2 公尺, 週期 T 為 1 秒

$$v(t) = -4\pi \sin(2\pi t + \frac{\pi}{3})$$

$$a(t) = -8\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{3}), \text{ 最大加速度為 } 8\pi^2 (\text{m/s}^2)$$

$$x(2) = +1(\text{m}), v(2) = -2\sqrt{3}\pi (\text{m/s}), \overrightarrow{F} = ma = -4\pi^2 \overrightarrow{x}$$

17. 由相似三角形: $\frac{t-0}{0-(-2)} = \frac{12-t}{4-0} \Rightarrow t = 4 (\text{s})$

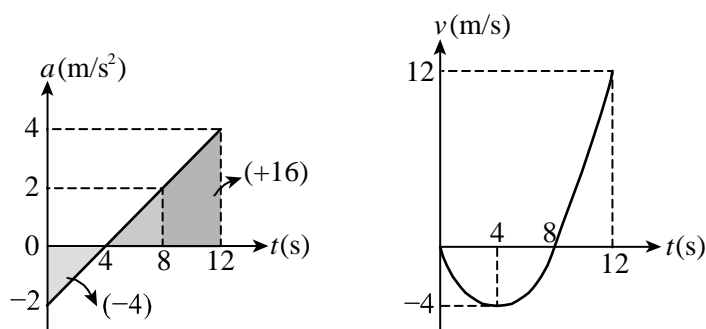
$$(A) \Delta v = a - t \text{ 圖面積} = \frac{1}{2}(4-0) \times (-2) + \frac{1}{2}(12-4) \times 4 = 12 (\text{m/s})$$

$$(B) a_{\text{av}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{12} = 1 (\text{m/s}^2)$$

$$(C) \text{由 } a - t \text{ 圖可得 } a = \frac{1}{2}t - 2, \text{ 積分得 } v = \frac{1}{4}t^2 - 2t + v_0, \text{ 又 } v_0 = 0 \Rightarrow v = \frac{1}{4}t^2 - 2t$$

$$\text{再積分得 } x = \frac{1}{12}t^3 - t^2 + x_0 \Rightarrow \Delta x = x_{12} - x_0 = (\frac{1}{12} \times 12^3 - 12^2 + x_0) - (0 - 0 + x_0) = 0$$

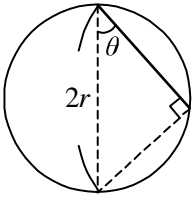
(E) 非等加速運動。



18.(A)下滑加速度 $a = g \cos \theta \Rightarrow a_{\overline{AB}} < a_{\overline{AD}} < a_{\overline{AC}}$ 。

(B)(C) $\Delta x = \frac{1}{2}at^2$ ，即 $2r \cos \theta = \frac{1}{2}(g \cos \theta)t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{4r}{g}}$ 與角度無關，故 $t_{\overline{AB}} = t_{\overline{AC}} = t_{\overline{AD}}$ 。

(D)(E) $v = at \propto a$ ，故 $v_C > v_D > v_B$ 。



(E)由於車內與車外觀測者所觀測到小球在空中停留時間相同，所以他們所觀測到小球的水平位移正比於水平速度 $\Rightarrow \frac{3}{5}v \div \frac{8}{5}v = \frac{3}{8}$ (倍) 36.(A)

19.(B) B 繩張力恆為 A 繩的 2 倍。

(C)力學能守恒 $T_A x_A = T_B x_B$ ，且 $T_A r_A = T_B r_B \Rightarrow \frac{x_A}{x_B} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{2}{1}$

$\therefore B$ 下降 ℓ ，則 A 上升 2ℓ

$$0 + 0 + mg\ell \sin 30^\circ = 0 + \frac{1}{2}k(2\ell)^2 + 0$$

$$\ell = \frac{mg}{4k} (= 2R)，R = \frac{mg}{8k}$$

$$\therefore \text{最大伸長量為 } 2\ell = \frac{mg}{2k}$$

(D)(E)在最低點時有 $T_{B\max} = 2T_{A\max} = 2 \times k \times 2\ell = mg$ ，同時也有 a_{\max} (端點)

$$T_B - mg \sin 30^\circ = ma_{\max} = m \times \frac{4\pi^2}{T^2} R$$

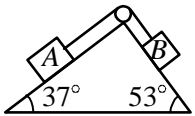
$$mg - mg \times \frac{1}{2} = m \times \frac{4\pi^2}{T^2} \left(\frac{mg}{8k} \right) \Rightarrow T = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

20.(1)若欲 A 往下滑：

$$\text{對 } A : m_A g \sin 37^\circ = T + 0.2(m_A g \cos 37^\circ)$$

$$\text{對 } B : T = m_B g \sin 53^\circ + 0.2(m_B g \cos 53^\circ)$$

$$\text{相加} \Rightarrow m_A \times \frac{3}{5} = m_B \times \frac{4}{5} + 0.2(m_A \times \frac{4}{5} + m_B \times \frac{3}{5}) \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{23}{11}$$



(2)若欲 B 往下滑：

$$\text{對 } A : T = m_A g \sin 37^\circ + 0.2(m_A g \cos 37^\circ)$$

$$\text{對 } B : m_B g \sin 53^\circ = T + 0.2(m_B g \cos 53^\circ)$$

$$\text{相加} \Rightarrow m_B \times \frac{4}{5} = m_A \times \frac{3}{5} + 0.2(\frac{4}{5}m_A + \frac{3}{5}m_B) \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{17}{19}$$

$$\therefore \frac{17}{19} \leq \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{23}{11} \Rightarrow 0.89 \leq \frac{m_A}{m_B} \leq 2.09$$

21.(A) $K = -E$ 。

$$(B) E = -\frac{GMm}{6R}，U = -\frac{GMm}{2R} = 3E。$$

$$(C) K = +\frac{GMm}{2R} \Rightarrow K' > K \Rightarrow v' > v。$$

$$(D) W_g = -\Delta U = U - U' = 2E - 3E = -E。$$

$$(E) W_g + W_f = \Delta K = K' - K$$

$$W_g = -E, \quad \Delta K = \frac{-E}{2}$$

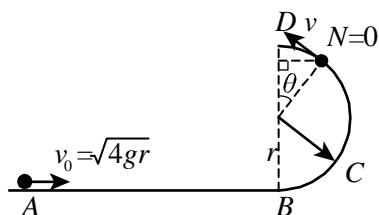
$$\therefore -E + W_f = \frac{-E}{2} \Rightarrow W_f = \frac{E}{2}。$$

22. 當小球恰脫離時速度大小為 v ，

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - mg(r + r \cos \theta) \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gr(1 + \cos \theta)，$$

$$\text{又 } \sum F_n = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow mg \cos \theta = \frac{m[v_0^2 - 2gr(1 + \cos \theta)]}{r}，\text{ 且 } v_0 = \sqrt{4gr} \Rightarrow \cos \theta = \frac{2}{3}，v^2 = \frac{2}{3}gr，$$

$$\text{由 } y = r(1 + \cos \theta) = \frac{5}{3}r，\text{ 向心力 } F_c = mg \cos \theta = \frac{2}{3}mg。$$



$$23.(A) \text{單一星球的動能為 } \frac{Gm^2}{2a} \Rightarrow \text{總動能} = \frac{3Gm^2}{2a}。$$

$$(B) \text{兩個星球間的位能為 } -\frac{Gm^2}{a} \Rightarrow \text{總位能} = -\frac{3Gm^2}{a}。$$

$$(C) \text{總力學能為 } \frac{3Gm^2}{2a} - \frac{3Gm^2}{a} = -\frac{3Gm^2}{2a}。$$

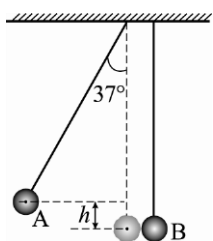
$$(D) m\left(\frac{4\pi^2(\frac{a}{\sqrt{3}})}{T^2}\right) = 2\left(\frac{Gm^2}{a^2}\right) \cos 30^\circ \Rightarrow T = 2\pi a \sqrt{\frac{a}{3Gm}}。$$

$$(E) \text{由中垂線定理可知軌道半徑為 } \frac{\sqrt{3}}{3}a。$$

24. (A) 設A原本高度為 h ，A擺到最低位置時，因力學能守恆，

$$\text{故 } mgh = \frac{1}{2}mv_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{2gh}，\because m_A = m_B，\therefore \text{碰撞後速度交換，} v_B' = v_A = \sqrt{2gh}，$$

$$\text{即動能完全轉移，故B最大高度 } h_B' = \frac{v_B'^2}{2g} = h，\text{ 即最大擺角為 } 37^\circ。$$



(B) 因碰後 $v_A' = 0$ ，所以A繩之張力 $T = m_A g$ 。

$$(C) \text{若 } m_A = 2m_B，\text{ 則B球碰後速度 } v_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A = \frac{4}{3} \sqrt{2gh}，$$

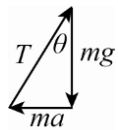
$$\text{故B球可擺動最大高度為 } h_B' = \frac{v_B'^2}{2g} = \frac{16}{9}h，\text{ 即最大擺角大於 } 37^\circ。$$

$$(D) \text{若 } m_A = \frac{m_B}{2}，\text{ 則B球碰後速度 } v_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}，$$

故B球可擺動最大高度為 $h_B' = \frac{v_B'^2}{2g} = \frac{4}{9}h$ ，即最大擺角小於 37° 。

(E)因彈性碰撞，所以系統總動能守恆，系統總力學能亦守恆。

25. 跳到車上，盯住A，得張力 \vec{T} ，假想力 $m\vec{a}$ ，重力 $m\vec{g}$ 三力平衡，如圖所示；



$$\text{得} \tan\theta = \frac{ma}{mg} \Rightarrow \frac{a}{g} = \tan 37^\circ = \frac{3}{4}。$$

$$(A)\text{對，} a = \frac{3}{4}g = 0.75 \times 10 = 7.5 \text{ m/s}^2。$$

$$(B)\text{對，盯住B得} f - m_B a = 0 \Rightarrow f = m_B a = 2 \times 7.5 = 15 \text{ N}。$$

$$(C)\text{對，盯住A，得繩的張力} T = \frac{m_A g}{\cos\theta} = \frac{5}{4} m_A g。$$

$$\text{盯住B得} T + N - m_B g = 0 \Rightarrow N = m_B g - \frac{5}{4} m_A g = (2 - \frac{5}{4} \times 1)g = \frac{3}{4} \times 10 = 7.5 \text{ N}。$$

$$(D)\text{對，當} \theta = 53^\circ \text{時，盯住A，得繩的張力} T = \frac{m_A g}{\cos\theta} = \frac{5}{3} m_A g，\text{加速度} a = g \tan\theta = \frac{4}{3} g，$$

$$\text{盯住B得} \begin{cases} f - m_B a = 0 \dots\dots ① \\ T + N - m_B g = 0 \dots\dots ② \end{cases}；\text{由} ② \text{得} N = m_B g - T = m_B g - \frac{5}{3} m_A g = (2 - \frac{5}{3})g = \frac{1}{3} g。$$

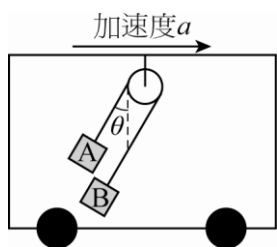
$$\text{由} ①，f = m_B a \Rightarrow 2 \times \frac{4}{3} g = \frac{8}{3} g；\text{而} f_s = \mu_s N = 8 \times (\frac{1}{3} g) = \frac{8}{3} g；\therefore f = f_s；$$

即當時的摩擦力恰好為最大靜摩擦力，因此B恰欲滑動。

(E)錯，不會，假設B會懸空，則連接B那端的繩將與連接A那端的繩平行，如圖所示，

但 $m_B > m_A$ ，因此B還會再掉到地板上來，因此B不可能騰空，

只可能在地板上往後移動。

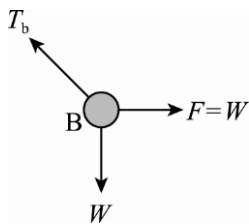


26. (A)對。把受力對象盯在(A+B)上，A受力 $F = W$ 往左，B受力 F 往右，兩力抵消，

剩下繩a張力 \vec{T}_a 與重力 $2\vec{W}$ ，因此 $\vec{T}_a + 2\vec{W} = 0$ ，而 \vec{W} 的方向往下，

因此 $\vec{T}_a = -2\vec{W}$ 的方向往上，且大小為 $2W$ 。

(B)對。把對象盯在B球上，B球受三力平衡，其力圖如附圖所示，



$$\text{由圖知} T_b = \sqrt{F^2 + W^2} = \sqrt{2} W。$$

(C)錯。由(A)知a繩為鉛直方向 ($\therefore T_a$ 向上)。

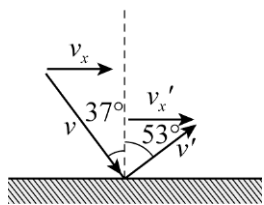
(D)對。由(A)知a繩為鉛直方向 ($\therefore T_a$ 向上)。

(E)對。 T_b 延長線與 W 的夾角滿足 $\tan\theta = \frac{W}{F} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$ 。

$$27. \text{ (A)} \frac{E_K - E_{K'}}{E_K} = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv'^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{7}{16}。$$

(B)平行邊牆的方向不受力，速度分量保持不變 $\Rightarrow v_x' = v_x \Rightarrow v'\sin 53^\circ = v\sin 37^\circ$

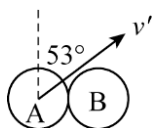
$$\Rightarrow v' = \frac{3}{4}v = 45 \text{ (m/s)}。$$



(C)(D)因A、B兩球質量相同，B球獲得平行邊牆的分速度

$$\Rightarrow v_B'' = v'\sin 53^\circ = \frac{3}{5}v = 36 \text{ (cm/s)}。$$

A球所剩下垂直邊牆的分速度 $\Rightarrow v_A'' = v'\cos 53^\circ = \frac{9}{20}v = 27 \text{ (cm/s)}。$



(E)以A + B為系統，則撞牆時有受外力。

28. (A)若 m_1 速度一定時， $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_1$ ，在 $m_1 \gg m_2$ 時有， m_2 速度最大值 $2v_1$ 。

(B)(C) $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_1$ ， $p_2' = m_2 v_2' = \frac{2m_2}{m_1 + m_2}p_1$ ，若 m_1 動量一定時， $m_1 \gg m_2$ 時， $p_2' \div 0$ 可予以忽略，而 $m_1 \ll m_2$ 時， $p_2' \div 2p_1$ 為最大值不可忽略。

$$(D) m_2 \text{ 獲得動能 } K_2' = \frac{1}{2}m_2 v_2'^2 = \frac{m_2}{2} \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 v_1^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2}$$

$$\text{若 } m_1 \ll m_2, K_2' = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \times \frac{4 \times \frac{m_1}{m_2}}{\left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right)^2} \ll \frac{1}{2}m_1 v_1^2$$

故 m_2 獲得動能很小，幾乎可忽略。

$$(E) \text{若 } m_1 \gg m_2, K_2' = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \times \frac{4 \times \frac{m_2}{m_1}}{\left(\frac{m_2}{m_1} + 1 \right)^2} \ll \frac{1}{2}m_1 v_1^2$$

m_2 獲得動能也是幾乎可忽略。

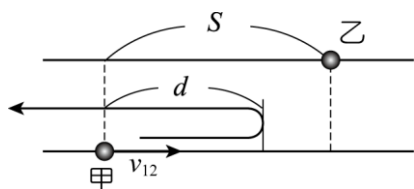
唯 $m_1 = m_2$ 時， $K_2' = \frac{1}{2}m_1 v_1^2$ ， m_2 獲得 m_1 全部的動能。

29. 站在乙的觀點：

甲相對於乙的初速 $v_{12} = v_1 - v_2 = v_0 - 0 = v_0$ ，甲相對於乙的加速度 $a_{12} = a_1 - a_2$ 。

(A)正確，若 $a_1 = a_2$ ，則 $a_{12} = 0$ ，即甲相對於乙的加速度為零，甲以等速 v_0 通過乙。

(B)正確，若 $a_1 < a_2$ ，則 $a_{12} < 0$ ，故甲相對於乙的運動軌跡如下，如果圖中的 d 小於 S ，則甲、乙不相遇。



(C)正確，理由同上，當 $d = S$ 時，兩者相遇一次。

(D)正確，理由同上，當 $d > S$ 時，兩者相遇二次。

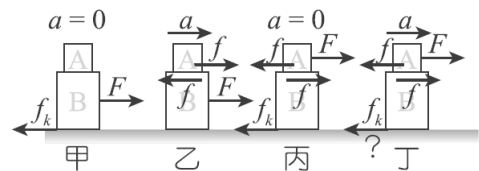
(E)錯誤，若 $a_1 > a_2$ ，則 $a_{12} > 0$ ，甲會加速通過乙，故甲、乙應相遇一次。

30. (A)甲圖中，因系統作等速運動（ $a = 0$ ），故A、B之間的靜摩擦力 $f = 0$ ，對A不作功。

(B)在乙圖中，因系統一起向右作等加速運動，故A、B間的靜摩擦力 f 如圖所示。故 f 對A作正功，對B作負功。

(C)在丙圖中，因系統作等速運動（ $a = 0$ ），故A、B間的靜摩擦力如圖所示。故 f 對A作負功，對B作正功。

(D)(E)在丁圖中，因系統一起向右作等加速運動，故A、B間的靜摩擦力 f 必如圖中的方向，但地面與B不一定存在動摩擦力 f_k ，故 f 對A作負功。



31. (A) $v_0' = \frac{2 \times 1}{1+2} v_0 = \frac{2}{3} v_0$ 。

(B) $2m$ 與 $3m$ 的質心速度 $v_C = \frac{2 \times \frac{2}{3} v_0}{2+3} = \frac{4}{15} v_0$ ，當彈簧壓縮量最大時，兩者的速度皆為 $\frac{4}{15} v_0$ 。

(C) 質心動能 $K_C = \frac{1}{2} (2m+3m) \left(\frac{4}{15} v_0 \right)^2 = \frac{8}{45} m v_0^2$ 。

(D) $\frac{1}{2} (2m) \left(\frac{2}{3} v_0 \right)^2 - \frac{8}{45} m v_0^2 = \frac{1}{2} k x^2$ ， $x = \sqrt{\frac{8m}{15k}} \cdot v_0$ 。

(E) 碰撞完畢，彈簧恢復原長時， $3m$ 的速度 $v_3' = \frac{2 \times 2}{2+3} \cdot \frac{2v_0}{3} = \frac{8}{15} v_0$ 。

32. $y = -ax^2 + bx + 0$ ，設拋射角為 $\theta \Rightarrow \tan \theta = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = b \Rightarrow \sin \theta = \frac{b}{\sqrt{1+b^2}}$ ， $\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1+b^2}}$ 。

(A) 對。 $\frac{b^2}{4a} = H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \times \left(\frac{b}{\sqrt{1+b^2}} \right)^2 \Rightarrow v_0^2 = \frac{b^2}{4a} \times 2g \times \frac{1+b^2}{b^2} = \frac{g(1+b^2)}{2a} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{(1+b^2)g}{2a}}$ 。

(B) 對。飛行時間 $t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{2}{g} \times \sqrt{\frac{(1+b^2)g}{2a}} \times \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} = \sqrt{\frac{2b^2}{ga}}$ 。

(C) 對。最大高度 $H = y_{\max} = \frac{4 \times (-a) \times 0 - b^2}{4 \times (-a)} = \frac{b^2}{4a}$ 。

(D) 對。 $0 = y = -ax^2 + bx = x(-ax + b) \Rightarrow x_1 = 0$ ， $x_2 = \frac{b}{a} \Rightarrow R = x_2 - x_1 = \frac{b}{a}$ 。

(E) 對。拋出與落地在同一高度，因此速率相同，即 $v_{\text{落地}} = v_0 = \sqrt{\frac{(1+b^2)g}{2a}}$ 。

33. (B)(D)

在斜面上運動時，加速度 $a = g \sin \theta$ 沿斜面向下。

(A) 斜面長 $L = \frac{1}{2} a t^2$ ，可得 $t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.5}{10 \times \frac{1}{2}}} = 1$

(B) 回到原點， $y = 0$

$y = v_0 t + \frac{1}{2} (-a) t^2 = 0$ ，可得 $t = \frac{2v_0}{g \sin \theta} = \frac{2 \times 2}{10 \times \frac{1}{2}} = 0.8$

(C) 達最高點時， $v_y = 0$

由 $v_y^2 = v_0^2 + 2(-a)L'$

可得 $L' = \frac{v_0^2}{2g \sin \theta} = \frac{2^2}{2 \times 10 \times \frac{1}{2}} = 0.4$

$H = L' \sin \theta = 0.4 \times \frac{1}{2} = 0.2$

(D) 沿斜面向下（ y 方向）作等加速運動

$$y = 2.5 - \frac{1}{2}at^2 = 2.5 - \frac{1}{2}g \sin \theta t^2$$

$$\text{當 } y=0 \text{ 時, } t = \sqrt{\frac{2 \times 2.5}{g \sin \theta}} = 1$$

(E) 物體向右的分量作等速運動

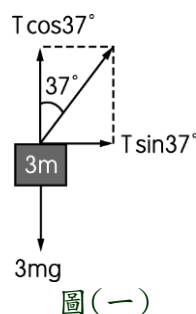
$$x = v_{0x}t = 2 \times 1 = 2$$

34. (B)(C)

設氣球浮力為 B ，所受水平風力 F ，輕繩張力 T
鐵塊受力如圖(一)：

$$\begin{cases} T \sin 37^\circ = 3ma_x \\ T \cos 37^\circ = 3mg \end{cases}$$

$$\therefore a_x = g \tan 37^\circ = \frac{3}{4}g, \quad T = \frac{15}{4}mg,$$



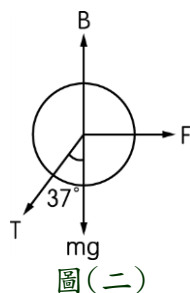
氣球受力如圖(二)：

$$B = T \cos 37^\circ + mg = 4mg$$

$$F - T \sin 37^\circ = ma_x \Rightarrow F = 4ma_x = 4mg \tan 37^\circ = 3mg$$

$$\text{當輕繩剪斷時: } T=0, \text{ 則 } a_x = \frac{F}{m} = 3g, \quad a_y = \frac{B - mg}{m} = 3g$$

$$\therefore a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 3\sqrt{2}g$$



35. (C)(E)

$$T_A \sin \theta = T_B$$

$$T_A \cos \theta = mg$$

(B) 若 θ 角增加， $T_A = \frac{mg}{\cos \theta}$ ，則 T_A 增加。 $T_B = T_A \sin \theta = mg \tan \theta$ ， θ 增大， T_B 亦增大。

$$(C) \frac{T_B}{T_A} = \sin \theta < 1$$

(D) B 繩剪斷瞬間，速度為零，小球為單擺運動的最高點，小球所受外力有 mg 及 T_A' 。

$$mg \cos \theta = T_A', \quad mg \sin \theta \text{ 使小球產生切向加速度 } g \sin \theta。$$

(E) 最低點時，合力等於向心力。

36. (B)(C)(D)(E)

(A)(B) 乙實驗作等加速運動

第 2 點的瞬時速度會等於第 1 點至第 3 點間的平均速度

$$v_{Z_2} = \frac{6\ell}{2} = 3\ell$$

$$\text{同理, } v_{Z_3} = \frac{10\ell}{2} = 5\ell$$

歷經相同時間，速度變化量相同，即

$$v_{Z_3} - v_{Z_2} = v_{Z_2} - v_{Z_1}$$

$$\text{可得 } v_{Z_1} = 2v_{Z_2} - v_{Z_3} = \ell \neq 0$$

(C) 因甲作等速運動，任何時刻的速率均等於其平均速率

$$v_{\text{甲}} = \bar{v}_{\text{甲}} = \frac{5\ell}{1} = v_{Z_3}$$

(D) 乙實驗第 5 點的瞬時速度等於第 4 點至第 6 點的平均速度， $v_{z_5} = \frac{8\ell + 10\ell}{2} = 9\ell$

$$v_{z_5} : v_{z_4} = 9\ell : 7\ell = 9 : 7$$

(E) 乙實驗第 4 點的瞬時速度等於第 3 點至第 5 點的平均速度， $v_{z_4} = \frac{6\ell + 8\ell}{2} = 7\ell$

$$v_{z_4} : v_{z_5} = 7 : 9$$

37. (C)(D)(E)

(A)(B)(C) 物體上滑時，受力量值為 $F = mg \sin \theta + \mu_k mg \cos \theta$

其加速度 $a_1 = g \sin \theta + \mu_k g \cos \theta$ 沿斜面向下，作等加速運動。

$$0^2 = v^2 - 2(g \sin \theta + \mu_k g \cos \theta) \overline{LH}$$

$$\overline{LH} = \frac{v^2}{2g(\sin \theta + \mu_k \cos \theta)}$$

$$h = \overline{LH} \sin \theta = \frac{v^2 \sin \theta}{2g(\sin \theta + \mu_k \cos \theta)}$$

(D)(E) 物體在 H 處時，物體沿斜面受兩力 $mg \sin \theta$ 及靜摩擦力 f_s 作用，其中 $f_s \leq f_{s(\max)} = \mu_s mg \cos \theta$ 。

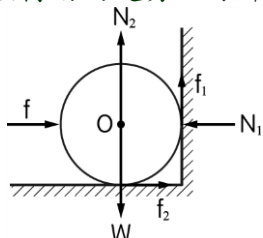
若 $\mu_s > \tan \theta$ ，則 $mg \sin \theta < \mu_s mg \cos \theta = f_{s(\max)}$ ，此時物體保持靜止。

若 $\mu_s < \tan \theta$ ，則 $mg \sin \theta > \mu_s mg \cos \theta = f_{s(\max)}$ ，物體則會下滑，即將下滑瞬間，物體受力為 $mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta = ma_2$ ，在最高點瞬間物體的加速度為 $a_2 = g \sin \theta - \mu_s g \cos \theta$ 。

38. (B)(C)(D)

(A)(B) 因 f 、 W 及正向力都通過 O 點，力矩和等於零，故靜摩擦力之總力矩必為零，才可能靜力平衡。

(C)(1) 若 f 使圓柱體有順時針轉動趨勢，則牆壁及地面對圓柱體之靜摩擦力 f_1 、 f_2 ，其方向應如圖所示。但對 O 點而言， f_1 、 f_2 之力矩和不可能為零，故圓柱體應無轉動的趨勢，亦即靜摩擦力 f_1 、 f_2 應不存在。



(2) 以 O 點為轉軸來看，也不可能 $f_1 = 0$ 而 f_2 單獨存在。

(D) 牆壁對圓柱體的作用力為 $N_1 = f$ 。

(E) f 對 O 點產生之力矩為零。

39. (A)(C)(D)

$$(A)(B) \begin{cases} 2mg - T = 2ma & \text{①} \\ T - mg = ma & \text{②} \end{cases}$$

$$\text{①} + \text{②} \Rightarrow a = \frac{1}{3}g, T = \frac{4}{3}mg$$

(C) 達相同高度時，兩者的位移各為 $\frac{h}{2}$

$$\frac{h}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}g \right) t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{3h}{g}}$$

(D) $2m$ 落地時， m 的速度 $v = \sqrt{2ah} = \sqrt{\frac{2}{3}gh}$

$$m \text{ 可繼續向上位移 } h' = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{3}h$$

$$\text{故可達最大高度距地面 } h + \frac{1}{3}h = \frac{4}{3}h$$

(E) $2m$ 落地後， m 的加速度為 g (向下)。

40. (A)(D)(E)

(A) 當兩物距離最遠時，彈簧的伸長量為 d

$$U = \frac{1}{2}kd^2$$

(B) 由力學能守恆

$$K - 0 = -\Delta U = - \left[\frac{1}{2}k \left(\frac{d}{2} \right)^2 - \frac{1}{2}kd^2 \right]$$

$$K = \frac{3}{8}kd^2$$

(E) 因動量守恆物體的速度及動能均與質量成反比

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{2m}{m} = 2$$

(C) 兩物體在彈簧原長時具有最大速率

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}(2m)v_2^2 = \frac{1}{2}kd^2 \dots\dots\dots ①$$

$$mv_1 = 2mv_2 \dots\dots\dots ②$$

$$\text{由①、②得 } v_1 = \sqrt{\frac{2kd^2}{3m}}$$

$$(D) \text{當 } 2m \text{ 的速率為 } \sqrt{\frac{4kd^2}{27m}}, \text{ 則 } m \text{ 的速率為 } 2\sqrt{\frac{4kd^2}{27m}}$$

由力學能守恆

$$\frac{1}{2}m \left(2\sqrt{\frac{4kd^2}{27m}} \right)^2 + \frac{1}{2}(2m) \left(\sqrt{\frac{4kd^2}{27m}} \right)^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kd^2$$

$$\Rightarrow x = \frac{d}{3} \quad \therefore \text{彈簧伸長 } \frac{d}{3}, \text{ 也可能為壓縮 } \frac{d}{3}$$