

專題討論(4)

光滑斜面上的運動



(一)光滑斜面上的運動：

A、已知斜面長度 L ，斜角 θ ，物體自光滑斜面頂端由靜止下滑：

(1)軌跡：直線運動

(2)初速： $V_0=0$

(3)加速度： $a=g\sin\theta$ (方向：沿斜面向下)

(4)滑至斜面底部時間： $T=\sqrt{\frac{2L}{g\sin\theta}}$

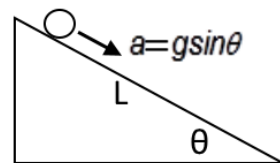
(5)滑至斜面底部瞬時速度： $v=\sqrt{2gL\sin\theta}$

(6)經 t 秒鐘後：

$$v = at = (g\sin\theta) t$$

$$d = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}(g\sin\theta) t^2$$

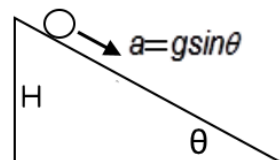
$$v^2 = 2ad = 2(g\sin\theta) d$$



B、已知斜面高度 H ，物體由斜面頂端自靜止滑下：

(1)物體滑至斜面底部所需的時間： $t=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

(2)物體滑至底部時的瞬時速度： $v=\sqrt{2gH}$



C、已知斜面長度 L ，斜角 θ ，物體自光滑斜面底部以初速 v_0 沿斜面上滑：

(1)初速： V_0 (沿斜面向上)

(2)加速度： $a=g\sin\theta$ (方向：沿斜面向下)

(3)滑至斜面最高點的時間： $t=\frac{v_0}{g\sin\theta}$

(4)物體沿斜面上升的最大距離： $d=\frac{v_0^2}{2g\sin\theta}$

(5)滑至斜面底部瞬時速度： $v=\sqrt{2gL\sin\theta}$

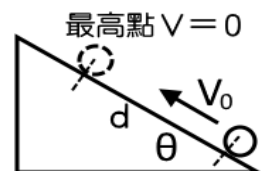
(6)物體在斜面上的總時間： $T=2t=\frac{2v_0}{g\sin\theta}$

(7)經 t 秒鐘後：

$$v = v_0 - at = v_0 - (g\sin\theta) t$$

$$d = v_0 t - \frac{1}{2}at^2 = v_0 t - \frac{1}{2}(g\sin\theta) t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2ad = v_0^2 - 2(g\sin\theta) d$$



D、已知斜面長度 L ，斜角 θ ，物體自光滑斜面中點處以初速 v_0 沿斜面上滑：

(1) 加速度： $a = g \sin \theta$ (方向：沿斜面向下)

(2) 物體沿斜面上升的最大距離： $d = \frac{v_0^2}{2g \sin \theta}$

(3) 滑至斜面最高點的時間： $t = \frac{v_0}{g \sin \theta}$

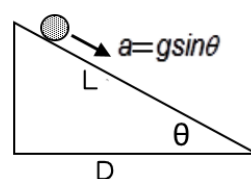
(4) 物體滑至斜面底部時的瞬時速度： $u = \sqrt{v_0^2 - 2g \sin \theta \left(-\frac{L}{2}\right)} = \sqrt{v_0^2 + gL \sin \theta}$

(5) 物體滑至斜面底部所需的時間： $T = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + gL \sin \theta}}{g \sin \theta}$

(6) 滑至斜面底部所經的路徑長： $\Delta \ell = 2d + \frac{L}{2} = \frac{v_0^2}{g \sin \theta} + \frac{L}{2}$

E、斜面在地面上的投影長度為 D 時，物體由斜面頂端自由滑下，當斜角為 45° 時，物體從斜面下滑所費的時間最短。

[證]： $\cos \theta = \frac{D}{L} \rightarrow L = \frac{D}{\cos \theta}$ ，物體沿斜面的加速度為 $a = g \sin \theta$



物體由斜面頂端下滑所需時間 t ，則

$$L = \frac{1}{2}(g \sin \theta) t^2 = \frac{D}{\cos \theta} \rightarrow t^2 = \frac{2D}{g \sin \theta \cos \theta} = \frac{4D}{g \sin 2\theta}$$

當 $\sin 2\theta = 1$ 時， t^2 有極小值，此時 $2\theta = 90^\circ \rightarrow \theta = 45^\circ$

$$\text{此時下滑至斜面底部所費的時間為 } t^2 = \frac{4D}{g} \rightarrow t = 2\sqrt{\frac{D}{g}}$$

F、由相同底邊 d 的固定光滑斜面上，沿著 CA 與 DA 由靜止下滑的兩球，

當 $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ 時，則兩次下滑所需時間 $t_1 = t_2$ 。

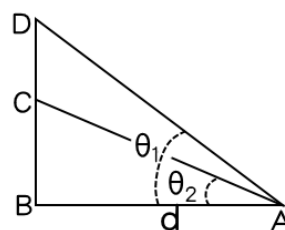
[證]： $a_1 = g \sin \theta_1$ $\overline{AD} = \frac{d}{\cos \theta_1} = \frac{1}{2}(g \sin \theta_1) t_1^2$ ①

$a_2 = g \sin \theta_2$ $\overline{AC} = \frac{d}{\cos \theta_2} = \frac{1}{2}(g \sin \theta_2) t_2^2$ ②

$$\frac{\text{①}}{\text{②}} = \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} = \frac{\sin \theta_1 t_1^2}{\sin \theta_2 t_2^2} \rightarrow \frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{\sin \theta_2 \cos \theta_2}{\sin \theta_1 \cos \theta_1} = \frac{\sin 2\theta_2}{\sin 2\theta_1} = \frac{\sin(180^\circ - 2\theta_1)}{\sin 2\theta_1}$$

若 $t_1 = t_2$ ，則 $\sin(180^\circ - 2\theta_2) = \sin 2\theta_1 \rightarrow 180^\circ - 2\theta_2 = 2\theta_1$

$\rightarrow 2\theta_1 + 2\theta_2 = 180^\circ \rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$



範例 1

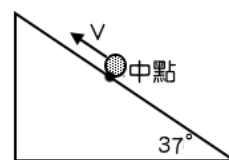
一光滑斜面，斜角為 37° ，一物體質量為 2kg ，由斜面中點以 6 m/s 之速率沿斜面上滑，經 3 秒滑至斜面底部，已知 $g=10\text{ m/s}^2$ ，則：

1. 斜面長度為_____。
2. 滑至斜面底部的之速率為_____ m/s 。
3. 最高可滑至距底端_____公尺。
4. 此 3 秒內平均速率為_____ m/s 。

【答案】：(1)18 (2)12 (3)12 (4)5

範例 2

一斜面的斜角為 37° ，斜面長為 30 公尺，將一物體置於斜面的中點，以初速 12 公尺/秒沿斜面上滑，若不計任何阻力的影響，設重力加速度 $g=10$ 公尺/秒²，則：

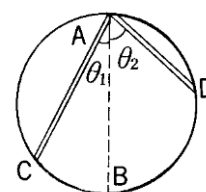


- (1) 物體到達最高點需時_____秒。
- (2) 物體到達最高點時，物體至斜面頂點的距離與斜面底部的距離比為_____。
- (3) 物體上滑至最高點與地面的垂直距離為_____公尺。
- (4) 物體滑至斜面底部所需的時間為_____秒。
- (5) 物體滑至斜面底部的瞬時速度為_____ m/s 。

【答案】：(1)2 (2)1 : 9 (3)16.2 (4)5 (5)-18

範例 3

如圖，為一鉛直面的圓柱，A 為最高點，AB 為鉛直直徑，AC 及 AD 為兩任意光滑弦，若質點由 A 滑 C 所需的時間為 T_1 ，由 A 滑至 D 所需時間為 T_2 ，則 $T_1 : T_2 =$ _____。



【答案】：1 : 1

範例 4

一物體由長 L 、傾斜角 θ 的光滑面頂端由靜止下滑，在同一時刻，另一物體由斜面底部以初速 V_0 上行，則：

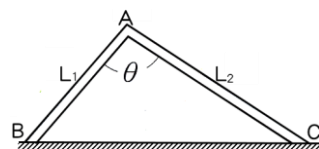
- (1) 歷時_____兩物體相遇。
 (2) 若恰斜面中點相遇，則 V_0 為_____。

【答案】：(1) L/V_0 (2) $\sqrt{gL\sin\theta}$

範例 5

兩光滑平板，固定於水平桌面上，其截面成一三角形 ABC (如右圖)，平板 AB 、 AC 之邊長各為 L_1 、 L_2 。設一質點受重力自 A 點滑落至 B

點所需時間為 t_1 ，自 A 點受重力滑落至 C 點所需之時間為 t_2 ，則 $\frac{t_1}{t_2} = ?$



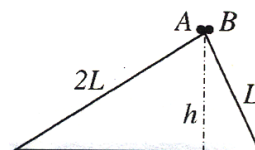
- (A) $\frac{L_1}{L_2}$ (B) $\frac{L_2}{L_1}$ (C) $\frac{L_1^2}{L_2^2}$ (D) $\frac{L_2^2}{L_1^2}$ (E) $\frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$ 。

【答案】：A

範例 6

如右圖， A 、 B 兩質點分別沿兩光滑斜面下滑，若二斜面的高度相同，長度比為 $2:1$ ，則二質點：

- (1) 滑行的時間比為_____。
 (2) 末速度比為_____。



【答案】：(1) $2:1$ (2) $1:1$

範例 7

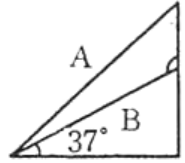
質點從長 L 的光滑斜面頂端靜止下滑，經 t 秒達斜面底部。今將此質點從斜面底部以初速 V_0 沿斜面上滑，經 $t/2$ 秒又滑回斜面底部，則質點初速 v_0 為_____ m/s 。(以 L 、 g 、 t 表示)

【答案】： $L/2t$

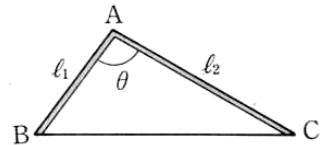
類題

專題討論(4) 光滑斜面上的運動

類1. 如圖，使鋼珠自 A、B 兩光滑斜面頂點滑到斜面底部所需時間相同，則 A、B 自斜面滑到底部時末速度比為_____。



類2. 兩光滑平板固定於水平桌面上其截面為三角形 ABC，如圖，平板 AB、AC 的長度分別為 l_1 、 l_2 ，設一質點受重力自 A 點滑至 B 點所需時間為 t_1 ，自 A 點受重力滑至 C 點所需時間為 t_2 ，則 $t_1 : t_2 =$ _____。



類3. 某質點自斜面中點以 12 m/s 的初速沿斜角 53° 斜面上滑，經 4 秒鐘達斜面底部，則：

- (1) 斜面長度為_____公尺。
- (2) 此質點可達到的最高點與斜面頂點距離_____公尺。
- (3) 在 4 秒內質點的平均速率為_____ m/s 。

類4. 一物體以初速 24 m/s 從地面沿仰角 53° 的斜面上運動，則此物體所能達到的最到高度為_____公尺。

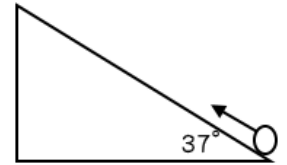
類5. 一物體質量 m 從長 24 公尺的光滑面頂端由靜止下滑，經 4 秒到達斜面底部，今將此物體自斜面底部以初速 V_0 沿斜面上滑，經 6 秒後又回到斜面底部，則 V_0 為_____公尺/秒。

類6. 一物體自光滑斜面頂端由靜止開始下滑，若滑到全程的中點費時 t 秒，則：

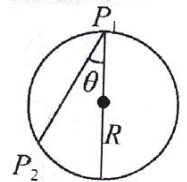
- (1) 再經_____秒可滑到底部。
- (2) 若滑到底部時速度為 V ，則經過中點時的速度為_____。

類7.將某物體由斜角為 37° 的光滑斜面底部以初速 V_0 沿斜面上滑，經過 4 秒後滑回斜面底部，若 $g=10$ 公尺/秒²，則：

- (1)物體所走的路徑長為_____公尺。
- (2)下滑至斜面底之速率為 _____公尺/秒。
- (3)初速 V_0 為_____公尺/秒。

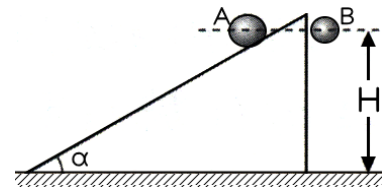


類8.在一鉛直圓(半徑為 R)，拉一光滑緊線在 p_1 與 P_2 之間，若有一穿洞的小球，由圓上的最高點 P_1 靜止沿 P_1P_2 直線滑下，則到達 P_2 的時間為_____。



類9.有兩質點 A、B 同時開始運動，已知質點 A 沿著光滑斜面自由下滑，質點 B 則自由下落，如右圖。則 A、B 兩質點著地時間的比值為

- (A) $\sin\alpha$ (B) $1/\sin\alpha$ (C) $\cos\alpha$ (D) $1/\cos\alpha$ (E) $\tan\alpha$ 。

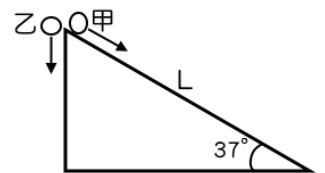


類10.某質點自光滑斜角為 30° 斜面中點，以 5m/s 之初速沿斜面上滑，經 3 秒後滑抵斜面底端，已知 $g=10\text{m/s}^2$ ，則：

- (1)斜面長度為_____公尺。
- (2)此質點可達之最高點與斜面頂端距離_____公尺。
- (3)質點在 3 秒內的平均速率為_____m/s。

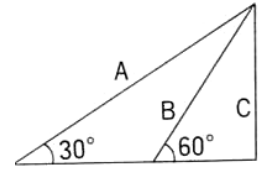
類11.如右圖，甲乙兩物體同高度，甲物體從斜角 37° 的光滑斜面頂端自靜止開始下滑，乙物體同時從斜面頂端自由落下。已知斜面長度為 L ，則：

- (1)甲物體滑至斜面底部需時_____秒。
- (2)甲物體滑至斜面底部的瞬時速度為_____m/s。
- (3)甲乙兩物體到達地面的時間比為_____。
- (4)甲乙兩物體到達地面的速率比_____。



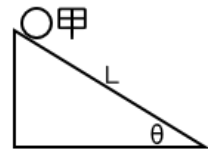
類12.如圖，某物體自三光滑路徑 A、B、C 下滑，則：

- (1)加速度的量值比為_____。
- (2)滑至底部末速度的量值比為_____。
- (3)滑至底部所需的時間比為_____。



類13.鋼珠從斜角 30° ，長度為 L 的光滑斜面頂端由靜止開始下滑，若 $g=10\text{m/s}^2$ ，則：

- (1)鋼珠滑行時加速度的量值為_____ m/s^2 。
- (2)鋼珠滑至斜面底部的速率為_____ m/s 。
- (3)鋼珠滑至斜面底部費時_____秒。
- (4)鋼珠下滑 40 公尺時的瞬時速率為_____ m/s 。



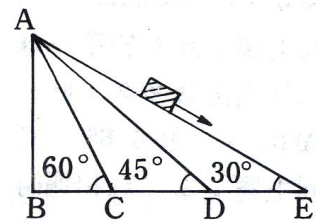
類14.一光滑斜面長 18 公尺，物體 A 自斜面頂靜止下滑的同時，物體 B 從底部以初速 V_0 沿斜面上滑，經 3 秒後兩者同時抵達斜面底部。則：

- (1)兩物體沿斜面下滑的加速度大小為_____公尺/秒²。
- (2)物體 B 的初速 V_0 為_____公尺/秒。

類15.(1) 如右圖，若無摩擦力，將物體由靜止從 A 沿 AC、AD、AE 滑下，

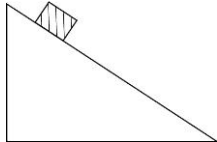
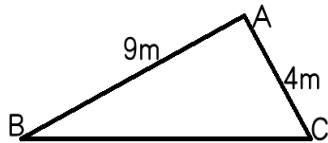
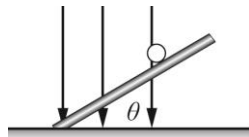
則其末速之比為

- (A) 1 : 1 : 1 (B) 4 : 3 : 2 (C) $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$
 - (D) $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$ (E) $\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{6}$ 。
- (2) 承上題，到達底部平面所需的時間比為
- (A) 1 : 1 : 1 (B) 4 : 3 : 2 (C) $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$ (D) $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$ (E) $\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{6}$ 。



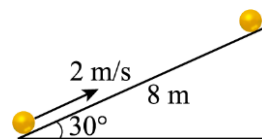
綜合練習

專題討論(4) 光滑斜面上的運動

1. 一物體質量為 m ，從一長為32公尺的光滑斜面頂端由靜止開始，平行斜面沿直線軌跡下滑，經4秒後到達斜面底部，則此物體下滑過程的加速度量值為多少公尺/秒²？
(A)3 (B)4 (C)5 (D)6 (E)8。
2. 如右圖，一物體沿平滑斜面滑下，在下滑的過程中，下列有關該物體的加速度量值 a 和速度量值 v 的變化，何者正確？
(A) a 和 v 都不變 (B) a 和 v 都漸變大 (C) a 和 v 都漸變小
(D) a 不變， v 漸變大 (E) a 漸變小， v 漸變大。
- 
3. 一光滑長斜面上，甲物體從頂端由靜止開始自由下滑；每間隔2秒，另有乙、丙、丁物體也從同一位置依序由靜止自由下滑。則當丁物體開始滑下的瞬間，甲、乙的距離 S_1 ，乙、丙的距離 S_2 ， $S_1 : S_2 =$
(A)2 : 1 (B)4 : 1 (C)3 : 2 (D)1 : 3 (E)5 : 3。
4. 兩光滑斜面 AB 、 AC 各長9公尺、4公尺，若一靜止質點由 A 滑至 B 的平均速率為 v ，由 A 滑至 C 的平均速率為 u ，則 $v : u$ 為何？
(A)9 : 4 (B)3 : 2 (C)1 : 1 (D)2 : 3 (E)4 : 9。
- 
5. 某一物體質量為 m ，從一長24公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經4秒到達底部。今若將此物體從斜面底部以初速 v_0 沿斜面上滑，經6秒後滑回斜面底部，則全程平均速率為多少公尺/秒？
(A)0 (B)4.5 (C)9 (D)6 (E)3 公尺/秒。
6. 某一靜止物體從一長為32公尺之光滑斜面的頂端，開始沿斜面平行下滑，經4秒後到達斜面底部。今將此物體從斜面底以初速 v_0 沿斜面向上滑行，經6秒後又滑回斜面底部，則 v_0 為何？
(A)6 (B)8 (C)10 (D)12 (E)14 公尺/秒。
7. 在「物體在斜面上的運動」實驗中，拉動紙帶，在2.00秒內可以測得到100滴答(100個時距)。在某次實驗中，量得實驗之數據如右表： Δx 為每隔5滴答取一組數據之位移(單位：公分)則物體之加速度為多少 cm/s^2 ？
(A)25 (B)40 (C)50 (D)72 (E)100 cm/s^2 。
- | Δx_1 | Δx_2 | Δx_3 | Δx_4 | Δx_5 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2.20 | 2.60 | 3.00 | 3.40 | 3.80 |
8. 一片表面光滑的玻璃板，與水平面的傾斜角為 θ 。今將一質點置於玻璃板上，令其自由下滑，當正午的陽光由上而下射入時，該質點在水平面上影子的加速度為 $0.25g$ ，則 θ 之值為何？
(A) 15° (B) 30° (C) 45° (D) 53° (E) 60° 。
- 
9. 一光滑長斜面上，甲物體從頂端由靜止開始自由下滑，2秒後，另有乙物體也從同一位置由靜止自由下滑，則當時時間增加
(A)兩者間的距離逐漸增加 (B)兩者間的距離不變 (C)兩者間的距離逐漸減小 (D)兩者間的相對速度大小逐漸增加 (E)兩者間的相對速度大小逐漸減小。

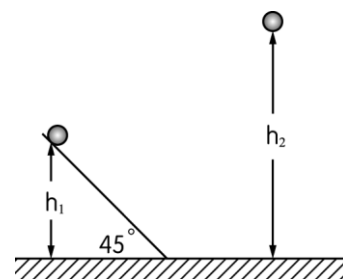
- ___ 10. 一物體質量為 m ，從一長24公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經4秒到達底部。今此物體從斜面底部以初速 v_0 沿斜面上滑，經6秒後滑回斜面底部，求 v_0 為多少公尺/秒？
 (A) 6 (B) 9 (C) 12 (D) 15 (E) 18 公尺/秒。

- ___ 11. 如右圖，一物由斜角 30° 、斜邊長8 m的光滑斜面頂靜止自由下滑，在同一時刻，另一物由斜面底以初速2 m/s上滑，經過多少秒之後兩者相遇？
 (A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 8 (E) 10 秒。

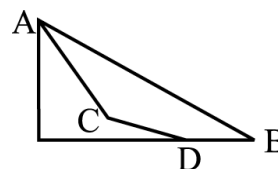


- ___ 12. 一物體質量為 m ，從一長為48公尺的光滑斜面頂端由靜止開始，平行斜面沿直線軌跡下滑，經4秒後到達斜面底部，則此斜面與地面的夾角為何？
 (A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60° 。

- ___ 13. 質量 m 的A質點與質量 $2m$ 的B質點從圖所示位置靜止下滑。在不計一切阻力時，已知兩質點同時落地，則兩質點下滑起點鉛直高度的比 $h_1 : h_2$ 為若干？
 (A) 1 : 4 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D) $1 : \sqrt{2}$ (E) $\sqrt{2} : 1$ 。

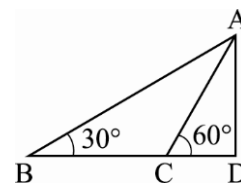


- ___ 14. 如右圖，物體從斜面上A點由靜止開始下滑，第一次經光滑斜面 \overline{AB} 滑到底端時間為 t_1 ，第二次經光滑斜面 \overline{ACD} 下滑，滑到底端時間為 t_2 ，已知 $\overline{AC} + \overline{CD} = \overline{AB}$ ，試判斷 t_1 與 t_2 的大小？
 (A) $t_1 > t_2$ (B) $t_1 < t_2$ (C) $t_1 = t_2$ (D) 以上皆有可能。



- ___ 15. 一物體質量為 m ，從一長36公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經6秒到達斜面底部，則物體在斜面之加速度 a 為多少公尺/秒²？
 (A) 0.5 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4 公尺/秒²。

- ___ 16. 使鋼球自A點沿光滑斜面 \overline{AB} 、 \overline{AC} 及 \overline{AD} 作自由落體，三者所需的時間分別為 t_1 、 t_2 、 t_3 ，則 t_1 、 t_2 、 t_3 之比例關係為：
 (A) 1 : 1 : 1 (B) 3 : 2 : 1 (C) $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$
 (D) $2\sqrt{3} : 2 : \sqrt{3}$ (E) $2 : \sqrt{3} : 1$ 。



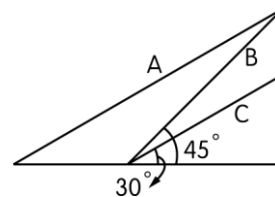
- ___ 17. 一光滑長斜面上，甲物體從頂端由靜止開始自由下滑，2秒後，另有乙物體也從同一位置由靜止自由下滑，則當時間增加：
 (A) 兩者間的相對速度逐漸增加 (B) 兩者間的距離不變 (C) 兩者間的相對加速度逐漸減小 (D) 兩者間的距離逐漸減少 (E) 兩者間的相對速度保持不變。

- ___ 18. 一光滑長斜面上，甲物體從頂端由靜止開始自由下滑，每間隔1秒，另有乙、丙、丁物體也從同一位置依序由靜止自由下滑。則當丁物體開始下滑的瞬間，甲、乙的距離 S_1 ，丙、丁的距離 S_2 ，則 $S_1 : S_2 = ?$
 (A) 2 : 1 (B) 4 : 1 (C) 3 : 1 (D) 5 : 1 (E) 6 : 1。

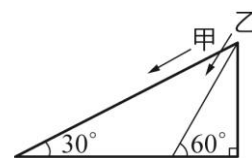
- ___ 19. 一物在光滑斜面底端，以初速沿斜面向上滑行，到達最高點再折返，歷時8秒滑回原出發點，其在斜面最大位移為48，求此斜面仰角為若干？
 (A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60° 。

20. 一物體質量為 M ，從一長 100 公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經 5 秒到達斜面底部。今將此物從斜面底部以初速 v_0 沿斜面上滑，經 6 秒又滑回斜面底部，則 v_0 為多少 m/s ？
 (A) 3 (B) 6 (C) 9 (D) 18 (E) 24 m/s 。

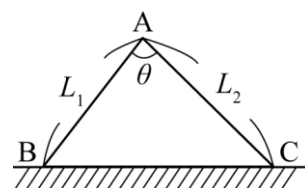
21. 如右圖，使鋼珠自 A、B、C 三個光滑斜面頂點自由下滑，則置於何斜面之鋼珠最快滑至斜面底？
 (A) A (B) B (C) C (D) B、C 相同 (E) A、B、C 皆相同。



22. 甲、乙兩物體，分別在兩個固定光滑長斜面上，同時自靜止開始下滑，甲所在斜面的斜角為 30° ，乙所在斜面的斜角為 60° ，經過相同時間後，下列敘述哪些正確？(多選)
 (A) 甲、乙皆作等加速運動 (B) 甲、乙加速度量值比為 1:1 (C) 甲、乙沿鉛直方向位移比為 1:3 (D) 甲、乙水平位移相等 (E) 甲、乙速率比為 $\sqrt{3}:1$ 。

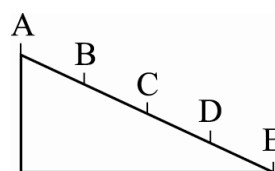


23. 如右圖置於水平面上之兩光滑斜面，高度相同、但斜面長度各為 L_1 、 L_2 。兩質點同時由靜止開始從斜面頂 A 點分別沿兩斜面滑落至 B 點與 C 點，其加速度各為 a_1 、 a_2 ，所需時間各為 t_1 、 t_2 ，末速各為 v_1 、 v_2 ，則以下敘述哪些正確？(多選)



(A) 加速度大小的比值 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{L_2}{L_1}$ (B) 所需時間的比值 $\frac{t_1}{t_2} = 1$ (C) 末速大小的比值 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{L_1}{L_2}$
 (D) 末速的水平分量大小比值 $\frac{v_{1x}}{v_{2x}} = \frac{L_2}{L_1}$ (E) 加速度鉛直分量比值 $\frac{a_{1y}}{a_{2y}} = (\frac{L_2}{L_1})^2$ 。

24. 如右圖，將一靜止物體從光滑斜面頂 A 點滑至斜面底 E 點，設每兩點間隔均相等。則下列敘述何者正確？(多選)
 (A) 經 B、E 點加速度比為 1:4 (B) 經 B、E 點速率比為 1:2 (C) 經 B、E 點之時間比為 1:4 (D) B 點瞬時速率 v_B 是全程平均速率的 2 倍 (E) 全程平均速度量值等於平均速率。



專題討論(4)_光滑斜面上的運動_標準答案：

類題：

1. 4:3 2. $l_1 : l_2$ 3. (1)32, (2)7, (3)8.5 4. 28.8 5. 9 6. (1) $(\sqrt{2}-1)t$, (2) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

7. (1)24, (2)12, (3)12 8. $\sqrt{\frac{4R}{g}}$ 9. B 10. (1)15, (2)5, (3)4.2

11. (1) $\sqrt{\frac{1}{3}}L$, (2) $2\sqrt{3}L$, (3) 5:3, (4) 1:1 12. (1) 1: $\sqrt{3}$: 2, (2) 1:1:1, (3) 12:4:3

13. (1)5, (2) $\sqrt{10}L$, (3) $\sqrt{\frac{2}{5}}L$, (4)20 14. (1)4, (2)6 15. (1)A, (2)E

二、綜合練習：

1. B 2. D 3. E 4. C 5. B 6. D 7. B 8. A 9. A 10. B
 11. B 12. B 13. B 14. A 15. C 16. D 17. E 18. D 19. B 20. E
 21. B 22. ACD 23. AE 24. BE