

一、多重選擇題

編號：840125

難易度：易

1. ( )一鉛直下落的砲彈，在空中爆裂成質量相等的兩碎片，如不計空氣阻力，則 (A)這兩碎片的運動軌跡是直線或在同一平面內的兩拋物線 (B)這兩碎片未落地前，其質量中心的運動軌跡是一直線 (C)如地面為水平，則兩碎片同時著地 (D)剛爆炸時，兩碎片的動能和剛爆炸前砲彈之動能相同 (E)兩碎片的水平動量和為零。

答案：(A)(B)(E)

解析：(B)爆炸後碎片未落地前，外力僅為重力，故質心軌跡仍為直線。

(C)爆炸後兩碎片鉛直速度分量可能不同，故落地時間可能不同。

(D)爆炸後動能須加入炸藥的化學能所轉換成的動能。

(E)水平方向不受外力，水平方向動量和仍保持為零。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840126

難易度：易

2. ( )下列敘述，哪些正確？ (A)物體不受外力時，其動量為一定值 (B)系統所受的外力和為一定值時，各質點的加速度皆為一定值 (C)斜拋一物體，無論物體如何轉動，其質心軌跡恆為拋物線 (D)作用於一系統中各個質點的外力和，對質心產生加速度，猶如直接作用於系統質心上 (E)系統各質點所受總外力等於零時，各個質點可能作複雜運動，但系統質心加速度為零。

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(1)系統的外力和  $F = (\sum m_i) a_{CM} = \frac{\Delta p_{CM}}{\Delta t}$

外力和  $F=0$  時， $a_{CM}=0$ ， $\Delta p_{CM}=0$ ， $p_{CM}=\text{定值}$ 。

(2)系統的外力和為定值時，質心的加速度亦為定值，但各質點的加速度可能隨時間改變。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840127

難易度：易

3. ( )在獨立系中兩物因相撞而結合，則下列敘述哪些正確？ (A)結合體之速度必為零 (B)結合前後，質心速度不變 (C)相結合前，兩物到質心之距離與質量成反比 (D)質心位置恆為靜止 (E)系統之總動量為定值。

答案：(B)(C)(E)

解析：碰撞力屬系統之內力，在無外力作用下，系統的質心速度不變，質心動量（總動量）不變。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840128

難易度：易

4. ( )兩質量不同之物體，分別繫於彈簧兩端，靜止放在光滑水平面上。將彈簧拉長一短距離後放開，則 (A)彈簧對兩物體之作用力量值相等 (B)彈簧對兩物體之作用力量值與其質量成反比 (C)兩物體之速率與其質量成反比 (D)兩物體之動量量值相等 (E)兩物體之質量中心不動。

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(A)(B)彈簧對兩物之作用力量值相等、方向相反。

(C)(D)兩物之動量和為零，動量量值相等、方向相反，故速率與質量成反比。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840129

難易度：易

5. ( )獨立系統中之兩物互相施作用力後，兩者 (A)動量量值相同 (B)動量變化量量值相等而反向 (C)速度變化量量值相等而反向 (D)系統總動量和不變 (E)系統總動量變化為零。

答案：(B)(D)(E)

解析：動量總和不變，總動量變化為零，兩者質心未必是靜止，兩者的動量不一定量值相同，方向相反。

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

$$\vec{p}_1' - \vec{p}_1 = -(\vec{p}_2 - \vec{p}_2')$$

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840130

難易度：易

6. ( ) 靜止的物體爆炸成三塊，爆炸後瞬間動量各為  $\vec{p}_1$ 、 $\vec{p}_2$ 、 $\vec{p}_3$ ，則下列哪些正確？ (A)  $|\vec{p}_1 + \vec{p}_2| = |\vec{p}_3|$  (B)  $\vec{p}_1 = \vec{p}_2 = \vec{p}_3$  (C)  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = 0$  (D)  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 > 0$  (E)  $|\vec{p}_1 + \vec{p}_3| = |\vec{p}_2|$ 。

答案：(A)(C)(E)

解析：由動量守恆： $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = 0$

任兩個向量和必與第三個向量量值相等、方向相反。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840131

難易度：易

7. ( ) 武俠小說中有一常用之招式如下：「李大俠跳高三丈，原已無法再上升，但他左腳蹬右腳，再升高三尺。」這句話違反下列哪些物理定律？ (A) 作用力與反作用力定律 (B) 質量守恆律 (C) 能量守恆律 (D) 總動量守恆律。

答案：(A)(D)

解析：左腳蹬右腳之作用力與反作用力為系統之內力，故蹬腳瞬間應維持總動量守恆，此人不可能再升高。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

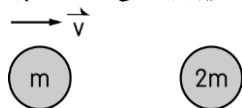
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840132

難易度：易

8. ( ) 如圖所示，質量  $m$  之物體正以  $\vec{v}$  速度對在其前面  $d$  處之物體（為靜止，質量  $2m$ ）作正面碰撞，則



(A) 質量中心到動、靜兩物體之距離比為 1:2 (B) 質量中心距  $m$  為  $\frac{2}{3}d$  (C) 質量中心速度為  $\frac{1}{3}\vec{v}$  (D) 兩物體在碰撞後之總動量為  $m\vec{v}$  (E) 自質量中心見兩物體之動量總和為  $m\vec{v}$ 。

答案：(B)(C)(D)

解析：(A) 質心到兩物體之距離與質量成反比  $\Rightarrow r_m : r_{2m} = 2 : 1$

$$(B) r_m = d \times \frac{2m}{m+2m} = \frac{2}{3}d$$

$$(C) v_{CM} = \frac{m\vec{v}}{m+2m} = \frac{1}{3}\vec{v}$$

(D) 總動量守恆： $m\vec{v}$ 。

(E) 自質心見物體之動量總和為零。

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 二、單一選擇題

編號：840133

難易度：易

9. ( ) 質量為  $m$  之人，以  $u$  之水平速度縱身躍落於停泊在水中之小船上，船之質量為  $M$ ，船與水間之阻力不計，則船移動之速率為何？ (A)  $\frac{m}{M+m}u$  (B)  $\frac{M}{M+m}u$  (C)  $\frac{m}{M}u$  (D)  $\frac{M}{m}u$  (E)  $\frac{M+m}{M}u$ 。

答案：(A)

解析： $mu = (m+M)v \quad \therefore v = \frac{m}{M+m}u$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840134

難易度：易

10. ( ) 甲、乙兩車在水平地面上等速前進，甲車質量為 1600 kg、速度為 15 m/s 向北。已知兩車總動量為 12000 kg·m/s 向南，若乙車質量為 1000 kg，則乙車之速度為 (A) 12 m/s 向北 (B) 12 m/s 向南 (C) 24 m/s 向北 (D) 24 m/s 向南 (E) 36 m/s 向南。

答案：(E)

解析：取向北為正方向

$$1600 \times 15 + 1000 \times v_z = -12000$$

$$\Rightarrow v_z = -36 \text{ (m/s)}, \text{ 其中負號表示乙車速度方向向南}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：臺中二中

出處：試題集錦

編號：840135

難易度：難

11. ( ) 有一裝水車在路面上運動且所受之摩擦極小。地面上有一具供水噴嘴，自水車後方將水噴入車內容器中。假定車質量為 M，第一次注入前為靜止，注入車中之水具有 u 之水平速度，第一次注入之水量為  $\frac{1}{4}M$ ，今又開始第二次注水，水噴入之水平速度仍為 u，欲使車獲得與前相同之速度變化，第二次之注水量應為何？ (A)  $\frac{1}{4}M$  (B)  $\frac{2}{5}M$  (C)  $\frac{2}{7}M$  (D)  $\frac{5}{12}M$  (E)  $\frac{1}{2}M$ 。

答案：(D)

解析：動量守恆：

$$M \times 0 + \frac{1}{4}M \times u = (M + \frac{1}{4}M) v$$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{5}u \text{ (第一次注入水後車速)}$$

若第二次注入水量為 x，則依動量守恆

$$\frac{1}{4}Mu + xu = (\frac{5}{4}M + x) v' \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\text{依題意 } \Delta v_{\text{車}} = v' - \frac{1}{5}u = \frac{1}{5}u \Rightarrow v' = \frac{2}{5}u \text{ 代入 } \textcircled{1}$$

$$\text{得 } x = \frac{5}{12}M$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840136

難易度：中

12. ( ) 一顆質量 20 g 的子彈以速度 v，水平射入一靜止於水平面上的木塊（木塊的質量為 80 g），若已知木塊與接觸面間摩擦係數  $\mu = 0.4$ ，且子彈停留於木塊內，木塊移動 8 m 後又停止，則 v 的量值為多少 m/s？（ $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）  
(A) 16 (B) 36 (C) 40 (D) 64 (E) 124。

答案：(C)

解析：(1) 子彈射入木塊前後動量守恆：

$$0.02v = (0.02 + 0.08)u$$

$$\therefore u = \frac{1}{5}v$$

(2) 木塊與接觸面之摩擦力為  $\mu(0.02 + 0.08)g$ ，加速度為  $-\mu g = -4 \text{ m/s}^2$ 。

$$u^2 + 2ad = 0$$

$$\left(\frac{1}{5}v\right)^2 + 2(-4) \times 8 = 0$$

$$\therefore v = 40 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

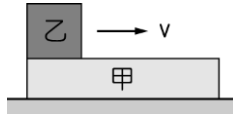
來源：師大附中

出處：試題集錦

編號：840137

難易度：難

13. ( ) 在光滑地面上有相互重疊之甲乙兩木塊，其質量各為  $2m$  與  $m$ 。起初，甲木塊靜止在水平面上，而乙木塊在甲木塊上之左緣（乙木塊之體積量值不計），以初速  $v$  向右運動，如圖所示。已知甲、乙兩木塊之間的動摩擦係數為  $\mu_k$ ，且甲木塊夠長，使得乙木塊不會掉落到地面上，則當甲、乙兩木塊以相同之速度  $v_f$  運動時，乙木塊與甲木塊之左緣相距多遠？



- (A)  $\frac{v^2}{2g\mu_k}$  (B)  $\frac{2v^2}{3g\mu_k}$  (C)  $\frac{v^2}{3g\mu_k}$  (D)  $\frac{8v^2}{3g\mu_k}$  (E)  $\frac{3v^2}{8g\mu_k}$ 。

答案：(C)

**解析**：(1) 甲、乙之間之摩擦力為系統的內力，故系統之動量守恆

$$mv = (m + 2m)v_f \quad \therefore v_f = \frac{v}{3}$$

- (2) 對乙而言，受到兩木塊之間的動摩擦力而減速，速度由  $v$  減為  $v_f (= \frac{v}{3})$

$$\mu_k mg = ma_z \quad \therefore a_z = \mu_k g$$

$$\left(\frac{v}{3}\right)^2 = v^2 - 2a_z S_z$$

$$\text{得：} S_z = \frac{4v^2}{9\mu_k g} \quad (\text{乙對地之位移})$$

- (3) 對甲而言，受到動摩擦力而加速，速度由 0 增為  $v_f$

$$\mu_k mg = (2m)a_\text{甲} \quad \therefore a_\text{甲} = \frac{1}{2}\mu_k g$$

$$\left(\frac{v}{3}\right)^2 = 0 + 2a_\text{甲} S_\text{甲}$$

$$\text{得：} S_\text{甲} = \frac{v^2}{9\mu_k g} \quad (\text{甲對地之位移})$$

$$\text{乙對甲之位移：} S_z - S_\text{甲} = \frac{v^2}{3\mu_k g}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：臺中一中

出處：試題集錦

編號：840138

難易度：中

14. ( ) 子彈  $m$  以  $v$  之速度射入質量為  $M$  之靜止木塊，一起在地上滑行  $d$  距離後停止，則木塊與地面摩擦係數為何？ (

- A)  $\frac{v^2}{2gd}$  (B)  $\frac{mv^2}{2Mgd}$  (C)  $\frac{mv^2}{2Mgd(M+m)}$  (D)  $\frac{mv^2}{2gd(M+m)}$  (E)  $\frac{1}{2gd} \left(\frac{mv}{M+m}\right)^2$ 。

答案：(E)

**解析**：合體速度  $v_{CM} = \frac{mv}{M+m}$ ，且  $a = \mu g$

$$v_{CM}^2 = 2ad = 2\mu gd$$

$$\therefore \mu = \left(\frac{mv}{M+m}\right)^2 \times \frac{1}{2gd}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：臺南一中

出處：試題集錦

### 三、多重選擇題

編號：840139

難易度：中

15. ( ) 一質量為  $2000 \text{ kg}$  的汽車以  $25 \text{ m/s}$  的速率向右行駛，汽車與一質量為  $5000 \text{ kg}$  的貨車迎面相撞。碰撞後瞬間，兩車同時以  $5 \text{ m/s}$  的速率向左方移動，則 (A) 碰撞前貨車的速度是  $17 \text{ m/s}$  向左 (B) 若碰撞時間是  $0.2 \text{ 秒}$ ，則作用在汽車上的力量值是  $3.0 \times 10^5 \text{ N}$  (C) 若碰撞時間是  $0.2 \text{ 秒}$ ，則作用在貨車的力量值是  $3.0 \times 10^5 \text{ N}$  (D) 若汽車司機的質量是  $80 \text{ kg}$ ，碰撞後司機於  $1 \text{ 秒}$  內被安全帶勒停（相對於汽車是靜止的），作用在司機上的力為  $2400 \text{ N}$  (E) 若汽車司機的質量是  $80 \text{ kg}$ ，碰撞後司機於  $1 \text{ 秒}$  內被安全帶勒停（相對於汽車是靜止的），作用在司機上的力為  $2000 \text{ N}$ 。

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(A)  $2000 \times 25 + 5000v = (2000 + 5000) \times (-5)$

$\therefore v = -17 \text{ (m/s)}$ ，其中負號表示速度方向向左

(B)  $F\Delta t = 2000 \times (25 + 5) \quad \therefore F = 3.0 \times 10^5 \text{ (N)}$

(C)  $F\Delta t = 5000 \times (17 - 5) \quad \therefore F = 3.0 \times 10^5 \text{ (N)}$

(D)(E)  $F'\Delta t' = 80 \times (25 + 5)$ ，且  $\Delta t' = 1 \text{ 秒} \quad \therefore F' = 2400 \text{ (N)}$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：師大附中

出處：試題集錦

#### 四、填充題

編號：840140

難易度：中

1. 一子彈質量  $m$ ，以  $v_0$  速度水平射入一質量為  $M$  之木塊內，且嵌入其中一起滑動，假設木塊與桌面之滑動摩擦係數為  $\mu$ ，則木塊可在桌面上滑行之距離為【            】。

答案： $\frac{m^2 v_0^2}{2\mu g (M+m)^2}$

解析：動量守恆： $mv_0 + 0 = (m+M)v$

$$v = \frac{mv_0}{m+M}$$

子彈及木塊合體與桌面的摩擦力為  $\mu(m+M)g$ ，加速度為  $-\mu g$ 。

$$v^2 - 2\mu g d = 0$$

$$\Rightarrow d = \frac{v^2}{2\mu g} = \left(\frac{mv_0}{m+M}\right)^2 \times \frac{1}{2\mu g} = \frac{m^2 v_0^2}{2\mu g (M+m)^2}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840141

難易度：難

2. 質量為  $M$  之木塊，置於摩擦係數  $\mu$  之水平面上，今有一顆子彈質量為  $m$ ，以  $u$  之水平速度飛行，若被子彈穿過後之木塊，於水平面上滑動  $d$  之距離而停止，則穿過木塊後子彈之速度值為【            】。

答案： $u - \frac{M}{m} \sqrt{2\mu g d}$

解析：設子彈穿過木塊後速度為  $v_1$ ，木塊速度為  $v_2$

木塊在水平面之摩擦力  $\mu Mg$ ，加速度  $a = \mu g$

$$v_2^2 - 2(\mu g)d = 0 \quad \therefore v_2 = \sqrt{2\mu g d}$$

由子彈穿過木塊前後動量守恆

$$mu = mv_1 + M\sqrt{2\mu g d}$$

$$\therefore v_1 = u - \frac{M}{m} \sqrt{2\mu g d}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840142

難易度：中

3. 質量  $2 \text{ g}$  的子彈以  $500 \text{ m/s}$  之速度，水平射向質量為  $1 \text{ kg}$ 、原靜止於一水平面的木塊。射後子彈以  $100 \text{ m/s}$  的速度穿出木塊，木塊在該平面上滑行  $0.4 \text{ m}$  而靜止，若  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，則木塊與平面間的動摩擦係數為【            】。

答案：0.08

解析：由動量守恆： $2 \times 10^{-3} \times 500 = 2 \times 10^{-3} \times 100 + 1 \times v$

$$\therefore v = 0.8 \text{ (m/s)}$$

$$v^2 - 2ad = 0 \Rightarrow 0.8^2 = 2 \times a \times 0.4$$

$$\therefore a = 0.8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\mu mg = ma \Rightarrow \mu = \frac{a}{g} = 0.08$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：鳳新高中



出處：試題集錦

## 五、單一選擇題

編號：840143

難易度：易

1. ( ) 質量為  $m$ 、速度為  $v$  之物體，突爆裂為質量相等的 A、B 兩塊，A 以相同之速率  $v$  返回，則 B 之速率量值為何？

(A)  $\frac{1}{2}v$  (B)  $v$  (C)  $\frac{3}{2}v$  (D)  $2v$  (E)  $3v$ 。

答案：(E)

解析：動量守恆： $mv = \frac{m}{2}(-v) + \frac{m}{2}v_B$

$$\therefore v_B = 3v$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：鳳新高中

出處：試題集錦

編號：840144

難易度：中

2. ( ) 質量為 200 kg 的砲身，沿水平方向發射質量為 50 kg 的砲彈，砲彈射出時相對於地面的速度為 20 m/s。若砲身可自由後退，求砲身對砲彈的相對速度量值為若干 m/s？ (A) 5 (B) 10 (C) 15 (D) 20 (E) 25。

答案：(E)

解析：由動量守恆： $50 \times 20 + 200v = 0$

$$\therefore v = -5 \text{ (m/s)}$$

$$\text{砲身對砲彈相對速度量值} = |-5 - 20| = 25 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：新莊高中

出處：試題集錦

編號：840145

難易度：易

3. ( ) 在光滑的水平地面上，質量為  $M$  的砲身以  $60^\circ$  仰角射出質量為  $m$  的砲彈。若砲彈的出口速率為  $v$ ，則砲身的後退速率為何？ (A)  $\frac{m}{M}v$  (B)  $\frac{2m}{M}v$  (C)  $\frac{m}{2M}v$  (D)  $\frac{M}{m}v$  (E)  $Mv$ 。

答案：(C)

解析： $mv \cos 60^\circ = Mv'$

$$\therefore v' = \frac{mv}{2M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

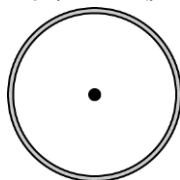
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840146

難易度：難

4. ( ) 如圖之環半徑為  $R$ 、質量  $2m$ ，一物體質量  $3m$  靜置於無摩擦之桌面之環心處，突然間物體爆炸成質量 2:1 之 A、B 兩片，分向左、右撞去而黏住於環上，則最後環之位移為何？



(A)  $\frac{R}{2} \rightarrow$  (B)  $\frac{4}{5}R \rightarrow$  (C)  $\frac{1}{5}R \rightarrow$  (D)  $\frac{2}{5}R \rightarrow$ 。

答案：(C)

解析：爆炸力與碰撞力皆為系統的內力，故系統質心的位移為零。設圓環位移為  $x$ ，以向右為正， $2m$  碎片的位移為  $(-R+x)$ ， $m$  碎片的位移為  $(R+x)$ 。

$$0 = \frac{2m(-R+x) + m(R+x) + 2mx}{2m+m+2m}$$

$$\therefore x = \frac{1}{5}R \text{ (向右)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

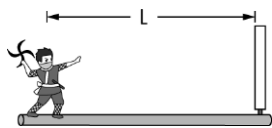
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840147

難易度：中

5. ( ) 阿昌在一原靜止不動的木筏上練習射飛鏢，木筏長  $L$ ，阿昌與木筏之質量皆為  $M$ ，飛鏢質量為  $m$ ，木筏浮於水面且與水面間視為毫無阻力，若阿昌立於船頭將飛鏢向船尾標靶水平射出，且飛鏢射出時，相對於地面之速度量值為  $v$ ，則若無失誤，射出多久後飛鏢可中靶？



- (A)  $\frac{mL}{(2M+m)v}$  (B)  $\frac{ML}{(2M+m)v}$  (C)  $\frac{2ML}{(2M+m)v}$  (D)  $\frac{2ML}{(M+m)v}$  (E)  $\frac{2mL}{(M+m)v}$ 。

答案：(C)

解析：飛鏢射出時，設木筏相對於地面的速度為  $v'$ ，

$$\text{依水平動量守恆：} 0 = mv + 2Mv' \quad \therefore v' = \frac{-m}{2M}v$$

$$t = \frac{L}{v - v'} = \frac{L}{v + \frac{m}{2M}v} = \frac{2ML}{(2M+m)v}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：鳳山高中

出處：試題集錦

## 六、多重選擇題

編號：840148

難易度：易

6. ( ) 砲彈自砲管中射出時，受火藥爆炸的推力作用，下列敘述哪些正確？ (A) 此力對砲彈而言是內力 (B) 此力對砲彈而言是外力 (C) 此力對砲身而言是內力 (D) 此力對砲身及砲彈整個系統而言是內力 (E) 此力使整個系統的質量中心移動。

答案：(B)(D)

解析：爆炸力對砲彈或砲身而言為外力，但對砲身及砲彈所構成的系統則為內力，系統的質心運動不受內力影響。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840149

難易度：易

7. ( ) 一物由靜止炸為兩碎片質量為  $m_A : m_B$ ，則 (A) 動量量值比為  $1 : 1$  (B) 速度量值比為  $m_A : m_B$  (C) 兩碎片相對質心的動量和為零 (D) 系統的動量和為零 (E) 質心速度仍為零。

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：總動量仍為零，兩碎片動量量值相等、方向相反，速度量值與質量成反比。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

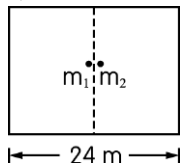
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840150

難易度：難

8. ( ) 如圖所示，一框架質量  $5.0 \text{ kg}$ 、長  $24 \text{ m}$ ，靜止在光滑水平面上，中間有兩質點  $m_1 = 1.0 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 4.0 \text{ kg}$  黏在一起，後來由於爆炸， $m_1$ 、 $m_2$  彈開， $m_1$  速度為  $12 \text{ m/s}$ ，框架兩端有黏著劑， $m_1$ 、 $m_2$  達兩端即被黏著



- (A) 爆炸後框架與兩質點所組成之整個系統的質心速度為零 (B) 爆炸後第  $5.0 \text{ s}$  末框架速度為  $2.0 \text{ m/s}$ ，向右 (C) 框架共移動  $3.6 \text{ m}$ ，向左 (D) 兩質點撞擊框架之時間相差  $3 \text{ s}$  (E)  $m_1$ 、 $m_2$  兩者之質心靜止於原處。

答案：(A)(C)

解析：(A) 爆炸力與碰撞力皆為系統的內力，故質心速度仍保持為零。

(D) 爆炸後動量守恆： $m_1 \times 12 + m_2 v_2 = 0 \quad \therefore v_2 = -3 \text{ (m/s)}$

$m_1$  在  $t_1$  秒後黏於框架，框架速度變為  $v$

$$t_1 = \frac{12}{12} = 1 \text{ (秒)}$$

$$m_1 \times 12 = (m_1 + 5) v \Rightarrow v = 2 \text{ (m/s)} \text{ (左)}$$

$$\text{此時 } m_2 \text{ 距左邊框架 } 12 - 3 \times t_1 = 9 \text{ (m)}$$

$$\text{(C) 設再經 } t_2 \text{ 秒 } m_2 \text{ 黏於框架, } t_2 = \frac{9}{2+3} = 1.8 \text{ (秒)}$$

$$\text{此時距框架移動 } vt_2 = 2 \times 1.8 = 3.6 \text{ (m)} \text{ (左)}$$

(B) 設  $m_2$  黏於框架後速度為  $v'$ ，由動量守恆

$$(m_1 + 5) \times 2 + m_2 \times (-3) = (m_1 + 5 + m_2) v'$$

$$\therefore v' = 0 \text{ (系統的質心速度仍保持靜止)}$$

故 2.8 秒後， $m_1$ 、 $m_2$  皆黏於框架上，框架仍保持靜止。

(E) 由(C)，框架向左移動 3.6 m，因  $m_1 + m_2 = 5 \text{ kg}$ ，與框架質量相同，故  $m_1$  及  $m_2$  兩者之質心向右移動了 3.6 m。

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 七、填充題

編號：840151

難易度：中

1. 質量為  $m$  的砲彈，以速度  $v$  自質量為  $M$  的砲身水平射出，則：

(1) 砲身後退的速度為【 】。

(2) 若砲彈的速度  $v$  是對後退的砲身而言，則砲身後退的速度為【 】。

答案：(1)  $-\frac{mv}{M}$ ；(2)  $-\frac{mv}{M+m}$

解析：(1) 由動量守恆： $mv + Mv' = 0$

$$\therefore v' = -\frac{mv}{M}$$

(2) 若砲彈對砲身速度為  $v$ ，設砲身後退速度為  $v'$ ，則砲彈對地的速度為  $v + v'$ 。

$$\text{由動量守恆：} mv_{\text{彈地}} + Mv_{\text{砲地}} = 0$$

$$m(v + v') + Mv' = 0$$

$$\therefore v' = -\frac{mv}{M+m}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

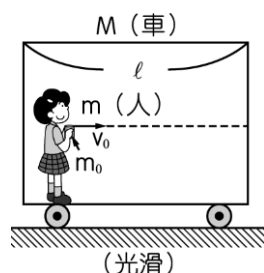
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840152

難易度：難

2. 如圖所示，全系統原靜止，車、人、物體質量分別為  $M$ 、 $m$ 、 $m_0$ ，車廂長  $\ell$ ，若人將物以  $v_0$  速率向車壁射出，設物沿直線抵車壁後被黏住，地面光滑，則：



(1) 投出後，車廂之運動速度為【 】。

(2) 物黏於車壁後，車廂作【 】運動。

(3) 承(2)題，自物拋出至黏於車壁期間，車廂移動距離為【 】。

答案：(1)  $-\frac{m_0 v_0}{M+m}$ ；(2) 靜止；(3)  $\frac{m_0 \ell}{M+m+m_0}$

解析：(1) 依動量守恆： $0 = m_0 v_0 + (m + M) v_{\#}$

$$\Rightarrow v_{\#} = -\frac{m_0 v_0}{M+m}, \text{ 負號表示與 } v_0 \text{ 反向}$$

(2) 物體拋出前，全系統靜止，因動量守恆，故物體黏於車壁後，全系統仍為靜止。

$$(3) v_0 t + \frac{m_0 v_0}{M+m} t = \ell \Rightarrow t = \frac{\ell (M+m)}{(M+m+m_0) v_0}$$

$$\text{車廂移動距離 } x = v_{\#} t$$

$$= \frac{m_0 v_0}{M+m} \times \frac{\ell (M+m)}{(M+m+m_0) v_0}$$



$$= \frac{m_0 \ell}{M + m + m_0}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

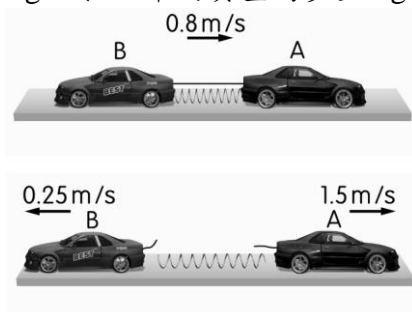
出處：試題集錦

## 八、單一選擇題

編號：840153

難易度：易

1. ( ) 兩輛無動力玩具車 A 與 B，中間以細繩連接，並裝有受壓縮的彈簧，在光滑水平地面上同時以  $0.8 \text{ m/s}$  的速度向右運動，如圖所示。若細繩被燒斷，彈簧將向外伸展，造成 A 車以  $1.5 \text{ m/s}$  的速度向右運動、B 車以  $0.25 \text{ m/s}$  的速度向左運動，若 A 車的質量為  $3 \text{ kg}$ ，求 B 車的質量為多少  $\text{kg}$ ？



- (A) 1.5 (B) 2 (C) 2.5 (D) 3。

答案：(B)

解析：由動量守恆  $(3+m) \times 0.8 = 3 \times 1.5 + m(-0.25)$   
 $\therefore m = 2 \text{ (kg)}$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

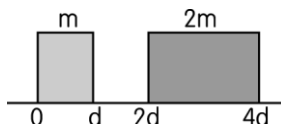
來源：師大附中

出處：試題集錦

編號：840154

難易度：中

2. ( ) 設有兩塊密度均勻的磁鐵，置於無摩擦之桌面上如圖所示，假定其質量分別為  $m$  及  $2m$ ，則當兩磁鐵相吸引碰到一起時，其碰撞點距 O 點之距離為何？



- (A)  $d$  (B)  $2d$  (C)  $\frac{4d}{3}$  (D)  $\frac{5d}{3}$  (E)  $\frac{3d}{2}$ 。

答案：(D)

解析：磁鐵吸引力屬兩磁鐵間之內力，兩磁鐵之質心位置不變。設  $m$  磁鐵位移  $x_1$ ， $2m$  磁鐵位移  $x_2$

$$\text{質心位移：} x_{CM} = \frac{mx_1 + 2mx_2}{m + 2m} = 0$$

$$\therefore x_1 = -2x_2 \text{ (} x_1 \text{ 向右, } x_2 \text{ 向左)}$$

$$|x_1| + |x_2| = d \Rightarrow x_1 = \frac{2}{3}d$$

$$\text{兩者碰撞點距 O 點為 } d + x_1 = d + \frac{2}{3}d = \frac{5}{3}d$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

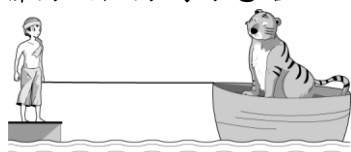
出處：試題集錦

## 九、題組

編號：840155

難易度：中

1. 華人導演李安所執導的電影「少年 Pi 的奇幻漂流」中，少年 Pi 站在自己組裝的平臺，漂浮在平靜的水面上，並用繩子牽住救生艇（如圖），與救生艇上的孟加拉虎「帕克」在海上相處了一段不短的時光。假設少年 Pi 與平臺的總質量為  $m$ ，老虎帕克與救生艇的總質量為  $M$ ，且所有摩擦力及阻力均可忽略。



- ( ) (1) 當少年 Pi 用定力拉繩時，假設兩者未相撞，則下列敘述哪些正確？ (A) 少年 Pi 與救生艇所受力量值相等

(B)兩者系統的質心位置向少年 Pi 的方向移動 (C)施力期間，少年 Pi 與救生艇的加速度量值之比為  $M:m$

(D)施力一段時間後，兩者的末速相等 (E)施力一段時間後，兩者動量量值相等。

- ( ) (2) 少年 Pi 將繩子繫在平臺與救生艇，少年 Pi 站在平臺上突然向右走（往救生艇方向走），則 (A)平臺會向左移動 (B)少年 Pi 對地面並無移動 (C)救生艇不會移動 (D)少年 Pi 與孟加拉虎會互相靠近 (E)兩者系統的質心位置靜止不動。

答案：(1)(A)(C)(E)；(2)(A)(D)(E)

解析：(1)(A)(C)兩者受力量值相等，加速度量值與質量成反比。

(B)(E)系統所受的外力和為零，系統的質心位置靜止不動，總動量守恆保持為零，兩者動量量值相等、方向相反。

(D)因動量量值相等，由  $p=mv$ ，所以速度量值與質量成反比。

(2)(A)(C)少年 Pi 突然向右走，腳對平臺施一向左的力，平臺會向左移動，因繩子繫住平臺與救生艇，救生艇受到繩子拉力也會向左移動。

(B)(D)(E)系統所受的外力和為零，系統的質心位置靜止，因平臺與救生艇皆向左移動（相對地面），所以少年 Pi 相對地面而言應會向右移動，故少年 Pi 與孟加拉虎兩者會互相靠近。

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十、填充題

編號：840156

難易度：易

2. 質量均為  $1\text{ kg}$  的兩小車以輕彈簧連結在一起，同以  $0.5\text{ m/s}$  的速度向右運動，在某一時刻彈簧突然鬆開，使得其中一車以  $0.8\text{ m/s}$  的速度向右運動，則另一車的速率為【            】  $\text{m/s}$ 。

答案：0.2

解析：動量守恆： $(1+1) \times 0.5 = 1 \times 0.8 + 1 \times v$   
 $\therefore v = 0.2\text{ (m/s)}$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

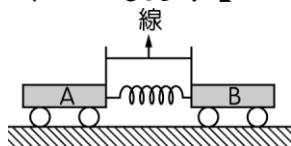
來源：臺中二中

出處：試題集錦

編號：840157

難易度：中

3. 如圖所示，A 車質量  $2\text{ kg}$ ，B 車質量  $1\text{ kg}$ ，若原來兩車靜止，將線切斷後 A 車以  $0.3\text{ m/s}$  之速度運動，則 B 車之速率為【            】  $\text{m/s}$ ；若原來整體以  $0.6\text{ m/s}$  向右運動，將線切斷後 A、B 之相對速度量值為  $2.1\text{ m/s}$ ，若以向右速度為正，則 A 對地之速度為【            】  $\text{m/s}$ ，B 對地之速度為【            】  $\text{m/s}$ 。



答案：0.6；-0.1；2

解析：(1)由動量守恆：

$$0 = 2 \times 0.3 + 1 \times \vec{v}_B \quad \therefore \vec{v}_B = -0.6\text{ (m/s)}, \quad |\vec{v}_B| = 0.6\text{ (m/s)}$$

$$(2) (2+1) \times 0.6 = 2 \times (-2.1 + \vec{v}_B) + 1 \times \vec{v}_B$$

$$\therefore \vec{v}_B = 2\text{ (m/s)}$$

$$\vec{v}_A = \vec{v}_{AB} + \vec{v}_{B地} = -2.1 + 2 = -0.1\text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840158

難易度：難

4. 兩物體 A、B 質量分別為  $m_1$  及  $m_2$ ，接在彈性常數為  $k$  的彈簧上。彈簧質量不計，把系統放在光滑水平桌面上。把 A 與 B 相向壓縮彈簧 R 的距離，然後放手，A 與 B 都會作 SHM，則：

(1) 兩者振幅  $x_A =$  【            】， $x_B =$  【            】。

(2) 兩者週期為【            】。

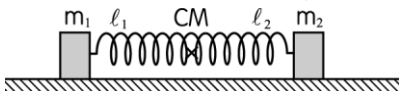
(3) A 在振動期間的最大速度為【            】。

答案：(1)  $\frac{m_2 R}{m_1 + m_2}$ ； $\frac{m_1 R}{m_1 + m_2}$ ；(2)  $2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2) k}}$ ；(3)  $R \sqrt{\frac{m_2 k}{(m_1 + m_2) m_1}}$

解析：(1)質心靜止不動： $\frac{x_A}{x_B} = \frac{m_2}{m_1}$ ，又  $x_A + x_B = R$

$$\text{可得：} x_A = \frac{m_2 R}{m_1 + m_2}, x_B = \frac{m_1 R}{m_1 + m_2}$$

(2)  $m_1$  到質心之間的彈簧，其彈性常數為  $k_1$ ， $m_1$  到質心的彈簧長度  $\ell_1$ ，彈簧全長  $\ell$ ，彈性常數與長度成反比，故



$$k_1 \ell_1 = k \ell \Rightarrow k_1 \times \frac{m_2 \ell}{m_1 + m_2} = k \ell$$

$$\therefore k_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_2} k$$

因質心靜止不動，可視為  $m_1$  連接長度為  $\ell_1$ ，彈性常數為  $k_1$  的彈簧，作簡諧運動

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{\frac{m_1 + m_2}{m_2} k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2) k}}$$

$m_2$  的週期與  $m_1$  相同

$$(3) A \text{ 物作 SHM 之最大速度為 } v = \frac{2\pi x_A}{T}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2\pi \left( \frac{m_2}{m_1 + m_2} R \right)}{2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2) k}}} = R \sqrt{\frac{m_2 k}{(m_1 + m_2) m_1}}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

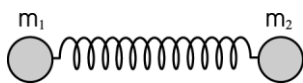
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840159

難易度：難

5. 一質量可略去、彈性常數為 2 牛頓 / 公尺之彈簧，其兩端各繫有一質點（如圖所示），設  $m_1 = 2$  公斤、 $m_2 = 4$  公斤，彈簧原長 1 公尺。今將此彈簧壓縮至 0.5 公尺之長度，並將此系統之質心置於原點後，放開兩質點，令其在無摩擦之水平面上振盪。試計算下列各值：



- (1)  $m_1$  與  $m_2$  之速度比為【           】。
- (2)  $m_2$  離開平衡點之最大距離為【           】公尺。
- (3)  $m_1$  之最大速率  $v_m =$ 【           】公尺 / 秒。
- (4)  $m_1$  之振盪週期  $T =$ 【           】秒。

$$\text{答案：(1) } 2:1; (2) \frac{1}{6}; (3) \frac{1}{\sqrt{6}}; (4) 2\pi \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\text{解析：(1) 由動量守恆：} m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1}$$

(2) 設  $m_1$ 、 $m_2$  的振幅分別為  $R_1$ 、 $R_2$ ，且  $R_1 + R_2 = 0.5$  公尺

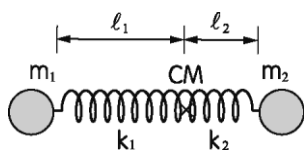
由  $m_1$ 、 $m_2$  的位移與質量成反比，故  $R_1 : R_2 = 2 : 1$

$$\text{得 } R_1 = 0.5 \times \frac{2}{2+1} = \frac{1}{3} \text{ (公尺)}, R_2 = 0.5 \times \frac{1}{2+1} = \frac{1}{6} \text{ (公尺)}$$

$$(3) \text{ SHM 之最大速度為 } v_m = \frac{2\pi R_1}{T} = \frac{1}{\sqrt{6}} \text{ (公尺 / 秒)}$$

(4) 將彈簧視為兩段，設  $m_1$  到質心段之彈性常數為  $k_1$ ，長度為  $\ell_1$ ，彈簧全長  $\ell$ ，且  $m_1$ 、 $m_2$  到質心的長度  $\ell_1$  及  $\ell_2$  與質量成反比。

$$\ell_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \ell$$



因彈性常數與長度成反比

$$k_1 \ell_1 = k \ell \Rightarrow k_1 \times \frac{m_2}{m_1 + m_2} \ell = k \ell$$

$$\therefore k_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_2} k$$

$$m_1 \text{ 之振盪週期 } T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2) k}} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ (秒)}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

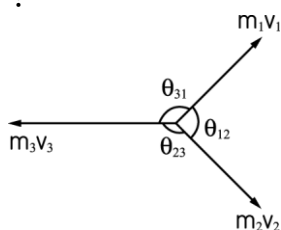
出處：試題集錦

### 十一、單一選擇題

編號：840160

難易度：中

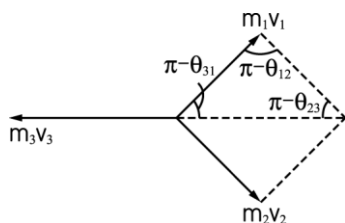
1. ( ) 一砲彈原為靜止，忽爆成三塊，水平射出，其質量各為  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ ，速度量值各為  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ ，夾角各為  $\theta_{12}$ 、 $\theta_{23}$ 、 $\theta_{31}$ ，如圖所示，則  $m_1 : m_2 : m_3$  為何？



- (A)  $\frac{1}{v_1} : \frac{1}{v_2} : \frac{1}{v_3}$  (B)  $v_1 \sin \theta_{23} : v_2 \sin \theta_{31} : v_3 \sin \theta_{12}$  (C)  $\frac{1}{v_1 \sin \theta_{23}} : \frac{1}{v_2 \sin \theta_{31}} : \frac{1}{v_3 \sin \theta_{12}}$  (D)  $\frac{\sin \theta_{23}}{v_1} : \frac{\sin \theta_{31}}{v_2} : \frac{\sin \theta_{12}}{v_3}$ 。

答案：(D)

解析：



由動量守恆得知：爆炸後三片之動量和仍為零，如圖所示。由正弦定理：

$$\frac{m_1 v_1}{\sin(\pi - \theta_{23})} = \frac{m_2 v_2}{\sin(\pi - \theta_{31})} = \frac{m_3 v_3}{\sin(\pi - \theta_{12})}$$

故(D)正確

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

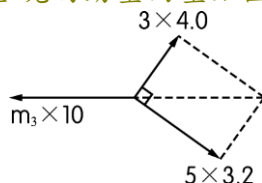
編號：840161

難易度：易

2. ( ) 一靜止岩石爆裂為三塊，其中兩塊質量為 3.0 kg 與 5.0 kg，分別以速率 4.0 m/s 與 3.2 m/s 沿互相垂直的兩方向飛開，第三塊飛開之速率為 10 m/s，第三塊之質量為多少 kg？ (A) 5.0 (B) 4.0 (C) 3.0 (D) 2.0 (E) 1.0。

答案：(D)

解析：爆炸力屬內力，爆炸前後動量守恆，爆炸後各塊的動量向量如圖所示。



$$10m_3 = \sqrt{(3 \times 4.0)^2 + (5 \times 3.2)^2} \Rightarrow m_3 = 2.0 \text{ (kg)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

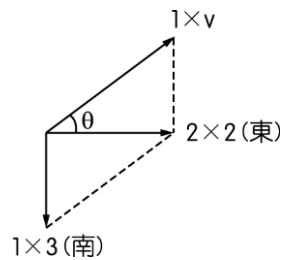
編號：840162

難易度：易

3. ( ) 一砲彈質量為 2 公斤，以 2 公尺/秒之速率向東飛行時，突然炸為兩半，其中一半以 3 公尺/秒向南飛去，則另一半之速度量值為何？ (A) 4 公尺/秒，東偏南 30° (B) 4 公尺/秒，東偏北 30° (C) 5 公尺/秒，東偏北 37° (D) 5 公尺/秒，東偏北 60° (E) 6 公尺/秒，東偏北 45°。

答案：(C)

解析：畫出爆炸前後動量守恆圖



$$1 \times v = \sqrt{(2 \times 2)^2 + (1 \times 3)^2}$$
$$\therefore v = 5 \text{ (公尺 / 秒)}, \theta = 37^\circ \text{ (東偏北)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十二、題組

編號：840163 難易度：中

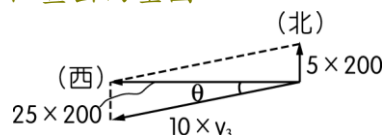
1. 質量為 25 kg 的砲彈，以 200 m/s 水平向西飛行時爆炸成三塊，其中一塊質量為 10 kg，鉛直自由落下；另一塊質量為 5 kg，以 200 m/s 向北水平飛行，則：

( ) (1) 第三塊的速度量值為何？ (A)  $5.1 \times 10^2$  (B)  $4.9 \times 10^2$  (C)  $4.0 \times 10^2$  (D)  $3.2 \times 10^2$  m/s。

( ) (2) 第三塊的運動方向為何？ (A) 西偏北， $\sin^{-1} \frac{1}{5}$  (B) 西偏南， $\sin^{-1} \frac{1}{5}$  (C) 南偏西， $\tan^{-1} \frac{1}{5}$  (D) 西偏南， $\tan^{-1} \frac{1}{5}$ 。

答案：(1)(A)；(2)(D)

解析：爆炸後 10 kg 碎片的動量為零，由動量守恆畫出向量圖。



$$10v_3 = \sqrt{(25 \times 200)^2 + (5 \times 200)^2} = 1000\sqrt{26}$$

$$\therefore v_3 = 100\sqrt{26} \div 5.1 \times 10^2 \text{ (m/s)}$$

$$\tan \theta = \frac{5 \times 200}{25 \times 200} = \frac{1}{5}$$

第三塊方向為西偏南  $\tan^{-1} \frac{1}{5}$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

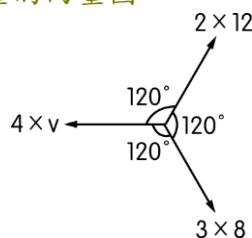
## 十三、填充題

編號：840164 難易度：易

2. 一靜止之炸彈突然炸成三塊，質量分別為 2 kg、3 kg 及 4 kg，炸開後各夾  $120^\circ$ ，其中兩塊速度分別為 12 m/s、8 m/s，則另一塊之速度為【      】 m/s。

答案：6

解析：爆炸前動量為零，爆炸後動量守恆，畫出動量的向量圖。



因各夾角皆為  $120^\circ$ ，故  $4v = 24$ ， $v = 6$  (m/s)。

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十四、單一選擇題

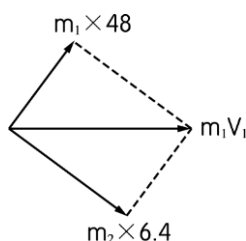
編號：840165 難易度：易



1. ( ) 質量 1 公斤之球  $m_1$  與另一質量 1 公斤之靜止球  $m_2$  相撞，分開後， $m_1$  與  $m_2$  之夾角為  $90^\circ$ ， $m_1$  以 4.8 公尺 / 秒、 $m_2$  以 6.4 公尺 / 秒之速度運動，則  $m_1$  在碰撞前之速度量值為多少公尺 / 秒？ (A) 6.4 (B) 8.0 (C) 11.2 (D) 12.8 (E) 9.6。

答案：(B)

解析：由動量守恆畫出向量圖



$$m_1 v_1 = \sqrt{(m_1 \times 4.8)^2 + (m_2 \times 6.4)^2}$$

$$\because m_1 = m_2 \quad \therefore v_1 = 8.0 \text{ (公尺 / 秒)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

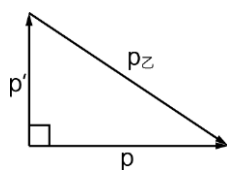
編號：840166

難易度：易

2. ( ) 一動量為  $p$ 、質量為  $m$  的甲質點，與一質量為  $M$ 、靜止的乙質點作彈性碰撞。碰撞後甲質點的動量變成  $p'$  ( $p' < p$ )，且與原來的入射方向成  $90^\circ$  角射出，此時乙質點速度量值為何？ (A)  $\frac{p+p'}{m}$  (B)  $\frac{p-p'}{M}$  (C)  $\frac{\sqrt{p^2+p'^2}}{M}$  (D)  $\frac{\sqrt{p^2-p'^2}}{M}$  (E)  $\frac{\sqrt{p^2-p'^2}}{m}$ 。

答案：(C)

解析： $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_z$ ，向量加法如圖所示。



$$p_z = \sqrt{p^2 + p'^2}, \quad v_z = \frac{\sqrt{p^2 + p'^2}}{M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840167

難易度：中

3. ( ) 一質量為 600 克之 B 球靜止於無摩擦之桌面上，另一質量為 400 克之 A 球以 125 公分 / 秒之速度沿 x 軸向 B 球碰撞後，A 球之速度為 100 公分 / 秒，方向在 x 軸上方  $37^\circ$ ，則 B 球被碰撞後之速度為多少公分 / 秒？ (A) 100 (B) 125 (C) 50 (D) 25 (E) 10。

答案：(C)

解析：動量守恆： $m_A \vec{v}_A + 0 = m_A \vec{v}_A' + m_B \vec{v}_B'$

$$m_A \vec{v}_A = 0.4 \times 1.25 = 0.5 \text{ (公斤} \cdot \text{公尺 / 秒)}$$

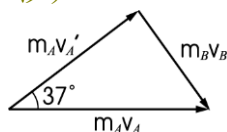
$$m_A \vec{v}_A' = 0.4 \times 1.0 = 0.4 \text{ (公斤} \cdot \text{公尺 / 秒)}$$

由餘弦定理

$$m_B v_B' = \sqrt{(m_A v_A)^2 + (m_A v_A')^2 - 2 m_A v_A \times m_A v_A' \cos 37^\circ} = \sqrt{0.5^2 + 0.4^2 - 2 \times 0.5 \times 0.4 \times \frac{4}{5}} = 0.3$$

可知  $m_B \vec{v}_B'$  為 0.3 公斤 · 公尺 / 秒

$$0.3 = 0.6 \times v \Rightarrow v = 0.5 \text{ (公尺 / 秒)} = 50 \text{ (公分 / 秒)}$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840168

難易度：中

4. ( ) 一質量為 60 kg 的成人駕駛質量 920 kg 的汽車，在筆直的高速公路上以時速 108 km (30 m/s) 等速度行駛，車上載著質量 20 kg 的小孩，兩人皆繫住安全帶。途中不慎正向追撞總質量為 2000 kg、時速為 54 km (15 m/s) 的卡車，碰撞後兩車糾結在一起，但駕駛人與小孩仍繫在座位上。假設碰撞時間為 0.2 s 且所有阻力的影響均可忽略不計，則在碰撞期間，安全帶對小孩的平均作用力大約多少 N？ (A) 3000 (B) 2500 (C) 2000 (D) 1500 (E) 1000。

答案：(E)

解析：(1) 碰撞過程遵守動量守恆：

$$\text{成人、小孩、汽車之總動量} = (920 + 60 + 20) \times 30 = 3 \times 10^4 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$$

$$\text{卡車之動量} = 2000 \times 15 = 3 \times 10^4 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$$

∵ 追撞兩車糾結在一起

∴ 汽車與卡車速度相等

依動量守恆律，碰撞前系統的初動量 = 碰撞後系統的動量

$$\Rightarrow 3 \times 10^4 + 3 \times 10^4 = (920 + 60 + 20 + 2000) v$$

$$\text{碰撞後兩車合體的速度 } v = 20 \text{ (m/s)}$$

(2) 碰撞過程的平均作用力：

$$\text{小孩的加速度量值} = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = \frac{30 - 20}{0.2} = 50 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{小孩所受的平均作用力} = ma = 20 \times 50 = 1000 \text{ (N)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：104.學測

出處：試題集錦

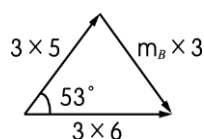
編號：840169

難易度：中

5. ( ) A 球質量為 3 公斤，以 6 公尺/秒之速率撞擊靜止之 B 球，相撞後 A 球以 5 公尺/秒之速率與原來方向成  $53^\circ$  角方向運動，B 球被撞後速率為 3 公尺/秒，則碰撞後系統質心速度量值為多少公尺/秒？ (A) 0.8 (B) 2.25 (C) 2.5 (D) 3.25 (E) 3.5。

答案：(B)

解析：(1) 碰撞前後動量守恆，如向量圖所示。



$$\text{由餘弦定理} \Rightarrow (3m_B)^2 = 15^2 + 18^2 - 2 \times 15 \times 18 \cos 53^\circ$$

$$\therefore m_B = 5 \text{ (公斤)}$$

(2) 碰撞為兩球系統之內力，質心速度不受碰撞影響。

$$v_{CM} = \frac{3 \times 6 + 0}{3 + 5} = \frac{9}{4} \text{ (公尺/秒)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：新店高中

出處：試題集錦

## 十五、多重選擇題

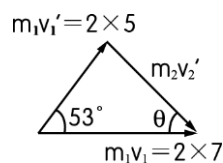
編號：840170

難易度：中

6. ( ) 質量  $m_1$  為 2 公斤之物體，以 7 公尺/秒向東之速度碰撞  $m_2$  為 4 公斤之靜止物體後，其方向變為東偏北  $53^\circ$ ，而速度量值為 5 公尺/秒，則 (A) 相碰後  $m_2$  之速度量值為  $2\sqrt{2}$  公尺/秒 (B) 相碰後  $m_2$  之速度方向為東偏南  $45^\circ$  (C) 若  $m_1 = m_2$ ，則碰撞後兩物體之夾角為  $90^\circ$  (D) 不受外力作用時，兩物體碰撞前之動量總和與碰撞後相等 (E) 碰撞前後動量總和不變，僅適用於完全彈性碰撞，且必須碰撞完成後才能成立。

答案：(A)(B)(D)

解析：(A) 動量守恆之向量圖如圖所示



$$\text{由餘弦定理：} m_2 v_2' = \sqrt{10^2 + 14^2 - 2 \times 10 \times 14 \cos 53^\circ} = 8\sqrt{2}$$

$$\therefore v_2' = 2\sqrt{2} \text{ (公尺/秒)}$$

(B) 由正弦定理

$$\frac{2 \times 5}{\sin \theta} = \frac{m_2 v_2'}{\sin 53^\circ} \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{2}} \therefore \theta = 45^\circ$$

(C)若  $m_1=m_2$  且為彈性碰撞，兩物體夾角才是  $90^\circ$ 。

(D)(E)碰撞前後及碰撞過程中皆無外力作用，總動量保持守恆。

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十六、填充題

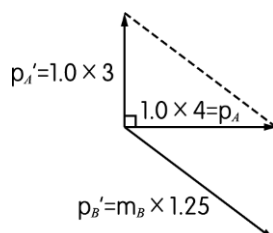
編號：840171

難易度：中

1. A 球質量為 1.0 公斤，以 4 公尺 / 秒之速率撞擊靜止之 B 球，相撞後 A 球以 3 公尺 / 秒之速率與原來方向成直角方向運動，B 球被撞後速率為 1.25 公尺 / 秒，則碰撞後 A 球相對於此系統質心的速度量值為【           】公尺 / 秒。

答案：3.1

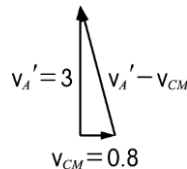
解析：由動量守恆，如圖所示



$$p_B' = \sqrt{p_A'^2 + p_A'^2} = 5.0 = m_B \times 1.25, \text{ 得 } m_B = 4 \text{ (公斤)}$$

$$\text{系統的質心速度 } v_{CM} = \frac{1 \times 4}{1+4} = \frac{4}{5} \text{ (公尺 / 秒)}$$

$$\text{碰撞後 A 對質心的相對速度 } \vec{v}_A' - \vec{v}_{CM} = \sqrt{3^2 + 0.8^2} \doteq 3.1 \text{ (公尺 / 秒)}$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840172

難易度：易

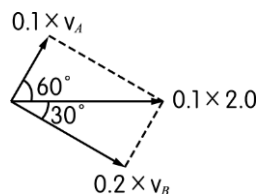
2. 質量 0.10 kg 之質點 A，以 2.0 m / s 之速度，與質量為 0.20 kg 但靜止之質量 B 發生碰撞，設碰撞後 A、B 兩質點之速度方向與入射方向夾角分別為  $60^\circ$  及  $30^\circ$ ，則碰撞後 A、B 兩質點之速度量值  $v_A =$ 【           】 m / s， $v_B =$ 【           】 m / s。

答案：1； $\frac{\sqrt{3}}{2}$

解析：由動量守恆：

$$0.1 \times 2.0 \times \cos 60^\circ = 0.1 \times v_A \quad \therefore v_A = 1 \text{ (m / s)}$$

$$0.1 \times 2.0 \times \cos 30^\circ = 0.2 \times v_B \quad \therefore v_B = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ (m / s)}$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十七、單一選擇題

編號：840173

難易度：易

1. (   ) 質量 150 kg 的卡車，以 10 m / s 的速度運行。有一 50 kg 的石頭自車子上方自由落下至卡車內，則石頭落下後，車速量值為多少 m / s？ (A) 8.5 (B) 10 (C) 7.5 (D) 6 (E) 6.5。

答案：(C)

解析：石頭碰撞車子的衝力為垂直向下，受地面對車之作用力抵消，不影響車子在水平方向的動量守恆。

$$150 \times 10 = (50 + 150) v$$

$$\therefore v = 7.5 \text{ (m / s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

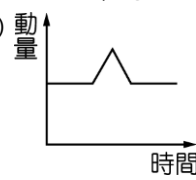
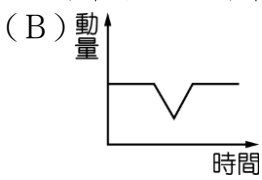
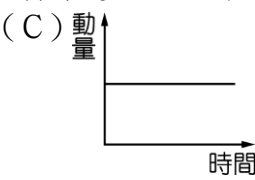
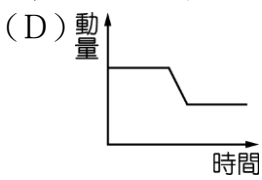

主題：動量守恒

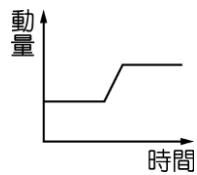
來源：鳳新高中

出處：試題集錦

編號：840174

難易度：易

2. ( ) 滑車在光滑的水平面上等速滑動，一磚塊垂直落入滑車中，而滑車繼續行走，碰撞前後水平方向之動量和的變化，以下列哪一圖為正確？ (A)  (B)  (C)  (D)  (E) 



答案：(C)

解析：水平方向不受外力，水平動量不變。

認知向度：理解科學資料和圖表的能力

主題：動量守恒

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840175

難易度：中

3. ( ) 質量為 3 kg 木塊從距水平地面 10 m 的高處自由落下，當木塊下落至距地面 5 m 之高度時，被一質量為 1 kg、速度為 2 m/s 之子彈從水平方向射中。若子彈射入木塊時間極短並嵌在木塊中，則木塊被射中後再經幾秒後落至地面上？（重力加速度  $g=10 \text{ m/s}^2$ ） (A) 0.4 (B) 0.5 (C) 0.7 (D) 0.8 (E) 0.9。

答案：(B)

解析：木塊中彈前速度  $v = \sqrt{2g \times 5} = 10 \text{ (m/s)} \downarrow$

木塊中彈瞬間動量守恒

$$\text{水平：} 1 \times 2 = (1 + 3) v_x \quad \therefore v_x = \frac{1}{2} \text{ (m/s)}$$

$$\text{鉛直：} 3 \times 10 = (1 + 3) v_y \quad \therefore v_y = \frac{15}{2} \text{ (m/s)} \downarrow$$

設再經  $t$  秒落地

$$v_y t + \frac{1}{2} g t^2 = 5$$

$$\frac{15}{2} t + 5 t^2 = 5$$

$$\therefore t = \frac{1}{2} \text{ (秒)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恒

來源：鳳山高中

出處：試題集錦

## 十八、多重選擇題

編號：840176

難易度：易

4. ( ) 磚塊鉛直落到一水平移動的滑車上，若不計滑車與地板的摩擦力，以磚塊與滑車為系統，則 (A) 全部過程總動量不變 (B) 全部過程水平方向動量不變 (C) 鉛直方向受外來之衝力，故系統總動量會變 (D) 於整個過程中系統質心速度不變 (E) 磚塊落到滑車上以後，系統質心速度不變。

答案：(B)(C)(E)

解析：以磚塊與滑車為系統，外力為磚塊的重力及地板施予滑車的正向力之總和，故鉛直方向總動量不守恒，系統質心速度不守恒；但水平方向不受外力，系統水平動量不變；碰撞後，外力合為零，則系統質心速度不變。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恒

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840177

難易度：中

5. ( ) 質量為  $M$  的磚塊從某高度垂直落到一水平前進的滑車（質量  $m$ 、速度  $u$ ）上，則磚塊未落到滑車上之前，兩者的

質量中心 (A)軌跡為直線 (B)作等加速運動 (C)水平速度分量為  $\frac{mu}{M+m}$  (D)加速度量值為  $\frac{Mg}{M+m}$  (E)

若磚塊落下 t 秒後，尚未落入滑車中，此時質心的速度量值為  $gt + \frac{mu}{M+m}$ 。

答案：(B)(C)(D)

**解析**：磚塊下落過程中受重力作用，故磚塊與滑車系統，兩者質心在水平方向以等速 u 運動，但鉛直受重力影響為等加速運動。

(A)水平等速，鉛直受重力，質心軌跡為拋物線。

(B)質心作等加速運動， $a_{CM} = \frac{Mg}{M+m}$

(C)水平不受力，故動量守恆：

$$mu + 0 = (M+m) v_{CM} \Rightarrow v_{CM} = \frac{Mu}{M+m}$$

(D)鉛直受地心引力作用： $m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 = (m_1 + m_2) a_{CM}$

$$\Rightarrow Mg = (M+m) a_{CM} \Rightarrow a_{CM} = \frac{Mg}{M+m}$$

(E)磚塊落下 t 秒後，磚塊速度為  $\vec{gt}$  ( $\downarrow$ )，滑車車速為  $\vec{u}$  ( $\rightarrow$ )

$$\Rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_{CM} \cdots \cdots \text{向量和}$$

$$\Rightarrow v_{CM} = \frac{\sqrt{(mu)^2 + (Mgt)^2}}{M+m}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 十九、題組

編號：840178 難易度：中

1. 質量為 M 之小車，在光滑水平面上前進速度為 v，有一質量為 m 之磚塊垂直落於車上，此時：

( ) (1) 小車速度為何？ (A) v (B)  $\frac{Mv}{m}$  (C)  $\frac{mv}{M}$  (D)  $\frac{Mv}{M+m}$  (E)  $\frac{(M+m)v}{M}$ 。

( ) (2) 小車之動量變化為何？ (A) 0 (B)  $(\frac{m}{M+m}) Mv$  (C)  $(\frac{-m}{M+m}) Mv$  (D)  $(\frac{M}{M+m}) mv$  (E)  $(\frac{-M}{M+m}) Mv$ 。

( ) (3) 如手執繩端，將磚塊自小車向上提起，則小車速度為何？ (A)  $\frac{Mv}{m}$  (B)  $\frac{mv}{M}$  (C)  $\frac{Mv}{M+m}$  (D)  $\frac{M+m}{Mv}$  (E) v。

答案：(1)(D)；(2)(C)；(3)(C)

**解析**：(1) 磚塊與小車為系統，水平方向動量守恆

$$Mv = (m+M) v' \therefore v' = \frac{M}{m+M} v$$

(2) 小車之動量變化  $\Delta p = M(v' - v) = \frac{-mM}{m+M} v$

(3) 磚塊自小車提起時，因慣性作用，磚塊仍具車子的原來速度 v'，由動量守恆

$$(m+M) v' = mv' + Mv'' \therefore v'' = v' = \frac{M}{m+M} v$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 二十、填充題

編號：840179 難易度：中

2. 一飛鳥於 20 m 高處，以 20 m/s 之速度水平飛行，被一速度為 80 m/s 的子彈向上擊中，彈留在鳥體。設飛鳥質量為 0.75 kg，子彈質量為 0.25 kg，則：

(1) 鳥中彈後速度為【 】。

(2) 中彈後，鳥經【 】秒著地。

(3) 水平射程為【 】m。

答案：(1) 25 m/s，水平向上 53°；(2) 4.8；(3) 72



**解析**：(1) 鳥中彈瞬間，以子彈與鳥為系統保持動量守恆

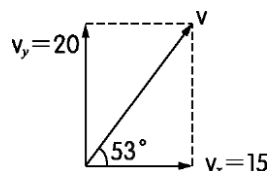
$$\text{水平：} 0.75 \times 20 = (0.75 + 0.25) v_x$$

$$\therefore v_x = 15 \text{ (m/s)}$$

$$\text{鉛直：} 0.25 \times 80 = (0.75 + 0.25) v_y$$

$$\therefore v_y = 20 \text{ (m/s)}$$

$$\text{鳥中彈後速度 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 25 \text{ (m/s)}$$



$$(2) h = v_y t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow -20 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 t^2$$

$$\therefore t = 2 + 2\sqrt{2} \div 4.8 \text{ (秒)}$$

$$(3) \text{水平射程 } x = v_x t = 15 \times (2 + 2\sqrt{2}) = 30(1 + \sqrt{2}) \div 72 \text{ (m)}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840180

難易度：中

3. 一飛鳥質量為  $M$ ，以  $v$  之速度在高  $H$  處水平等速飛行，其正下方有一質量  $m$  之子彈向上，以  $v_0$  之速度 ( $M=0.9$  公斤， $m=0.1$  公斤， $v=5$  公尺/秒， $v_0=100$  公尺/秒) 射入鳥體內，若不計任何阻力，鳥中彈 20 秒後著地 ( $g=10$  公尺/秒<sup>2</sup>)，求：

(1)  $H$  值為【            】公尺。

(2) 鳥中彈後之水平位移為【            】公尺。

答案：(1) 1800；(2) 90

**解析**：(1) 依動量守恆：飛鳥中彈後在鉛直方向速度為

$$v_y = \frac{mv_0}{m+M} = \frac{0.1 \times 100}{0.1+0.9} = 10 \text{ (公尺/秒)}$$

$$\text{由 } y = v_y t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\Rightarrow -H = 10 \times 20 - \frac{1}{2} \times 10 \times 20^2 \Rightarrow H = 1800 \text{ (公尺)}$$

(2) 飛鳥中彈後水平方向速度為

$$v_x = \frac{Mv}{M+m} = \frac{0.9 \times 5}{0.9+0.1} = 4.5 \text{ (公尺/秒)}$$

$$\text{水平位移 } R = v_x t = 4.5 \times 20 = 90 \text{ (公尺)}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 二十一、單一選擇題

編號：840181

難易度：中

1. (    ) 一質量為 1000 kg 的水箱車在光滑的水平軌道面上以等速度 30 m/s 前進，現有 200 kg 的水自上方鉛直倒入車上的水箱內，後來又將水箱底部的洩水孔打開，使 200 kg 的水自底部流出後，則車速為若干 m/s？ (A) 6 (B) 18 (C) 25 (D) 30 (E) 35。

答案：(C)

**解析**： $1000 \times 30 = (1000 + 200) v \quad \therefore v = 25 \text{ (m/s)}$

200 kg 的水自底部流出時，因慣性之故，水仍具有 25 m/s 的水平速度

$$(1000 + 200) \times 25 = 200 \times 25 + 1000 v'$$

$$\therefore v' = 25 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：新莊高中

出處：試題集錦

## 二十二、填充題

編號：840182

難易度：易

1. 一質量 10 公斤之小車，裝有質量 4 公斤的細砂，以 5 公尺 / 秒向東行，若車底有一小孔，細砂自小孔漏出，當砂完全漏出時，車速為【           】公尺 / 秒。

答案：5

解析：砂漏出時具慣性，砂仍具 5 公尺 / 秒的向東速度，由動量守恆：  
 $(10+4) \times 5 = 10v + 4 \times 5 \quad \therefore v = 5$  (公尺 / 秒)

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840183

難易度：中

2. 一節質量為  $m$  沒有動力裝備的空運煤車，在光滑鐵軌上以  $v$  的速度在一個靜止的供輸煤炭的漏斗下通過，在它通過的時間內，有質量  $M$  的煤炭落在車上，試問：

(1) 此車通過漏斗後的速度為【           】。

(2) 如果車底有一孔穴，煤炭可由孔穴中漏出，則煤炭完全漏失後車的速度為【           】。

(3) 假如車上的煤炭不是漏出而是向車後扔出，使扔出時煤炭對地而言是靜止的，那麼扔完後車的速度變為【           】。

答案：(1)  $\frac{mv}{M+m}$  ; (2)  $\frac{mv}{M+m}$  ; (3)  $v$

解析：(1) 由動量守恆： $mv = (M+m)v' \Rightarrow v' = \frac{mv}{M+m}$

(2) 煤炭漏出時，依慣性定律，對地仍具  $\frac{mv}{M+m}$  的速度（與車同速）。設煤炭完全漏失後車速為  $v''$ ，由動量守恆：

$$(M+m)v' = Mv'' + mv''$$

$$\therefore v'' = v' = \frac{mv}{M+m}$$

(3) 設最後車速為  $v'''$ ，依動量守恆：

$$(M+m)v' = M \times 0 + mv'''$$

$$(M+m) \times \frac{mv}{M+m} = mv'''$$

$$\therefore v''' = v$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

### 二十三、單一選擇題

編號：840184

難易度：易

1. (   ) 質量為  $m$  之人靜止站立於質量為  $M$  之船，船靜浮水上，船與水間無摩擦。若此人跳離船後，人船分離之相對水平速度為  $v$ ，則船之末速為何？ (A)  $\frac{mv}{M+m}$  (B)  $\frac{mv}{M}$  (C)  $\frac{mv}{M-m}$  (D)  $\frac{(M-m)v}{M}$ 。

答案：(A)

解析：由動量守恆： $0 = m(v + v_{\text{船}}) + Mv_{\text{船}}$

$$\therefore v_{\text{船}} = -\frac{m}{M+m}v \quad (v_{\text{船}} \text{ 的方向與 } v \text{ 反向})$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840185

難易度：易

2. (   ) 質量為 20 公斤之小車以 2.0 公尺 / 秒之速率運動，質量為 60 公斤之人（原在小車上隨車運動）跳出此車，當他到達地面時，對地面不運動，小車之速度變為何？ (A) 向後，4 公尺 / 秒 (B) 向後，2 公尺 / 秒 (C) 向前，8 公尺 / 秒 (D) 向前，6 公尺 / 秒 (E) 靜止。

答案：(C)

解析：由動量守恆： $(60+20) \times 2 = 60 \times 0 + 20v_{\text{車}}$

$$\therefore v_{\text{車}} = 8 \text{ (公尺 / 秒) (向前)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840186 難易度：易

3. ( ) 總質量  $M$  之太空船在太空中以等速  $u$  飛行，今向後噴出質量  $m$  之物體後，使太空船速度增為  $2u$ ，則噴射物體之速率為何？ (A)  $\frac{M-m}{m}u$  (B)  $\frac{m}{M-m}u$  (C)  $\frac{M+m}{m}u$  (D)  $\frac{m}{M+m}u$  (E)  $\frac{M-2m}{m}u$ 。

答案：(E)

解析：由動量守恆： $Mu = (M-m) \times 2u + mv$

$$v = -\left(\frac{M-2m}{m}\right)u \quad (\text{負號表示 } v \text{ 的方向與 } u \text{ 的方向相反})$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840187 難易度：中

4. ( ) 一模型火箭  $4\text{ kg}$ ，以  $10\text{ m/s}$  之速度升高，若火箭向下噴發瞬間以相對火箭之速度  $8\text{ m/s}$  噴發廢氣（廢氣質量為  $1.5\text{ kg}$ ），問噴氣後火箭對地的速率為多少  $\text{m/s}$ ？ (A)  $13.0$  (B)  $20.8$  (C)  $10$  (D)  $7$  (E)  $32$ 。

答案：(A)

解析：設噴氣後火箭對地速率  $u$

$$\text{由動量守恆：} 4 \times 10 = 1.5 \times (-8 + u) + (4 - 1.5)u$$

$$\therefore u = 13 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：師大附中

出處：試題集錦

編號：840188 難易度：中

5. ( ) 在光滑水平面上，質量為  $140\text{ kg}$  的平板車，以  $3\text{ m/s}$  的速率向左等速運動，質量為  $60\text{ kg}$  的人，面對來車，以相對於車  $9\text{ m/s}$  的水平速度向右，跳上平板車。求跳上車後，人與車共同運動的速度量值及方向為何？ (A)  $4.8\text{ m/s}$ ，向左 (B)  $1.5\text{ m/s}$ ，向右 (C)  $1.2\text{ m/s}$ ，向右 (D)  $0.6\text{ m/s}$ ，向右 (E)  $0.3\text{ m/s}$ ，向左。

答案：(E)

解析：依動量守恆：（以向右為正）

$$140 \times (-3) + 60 \times [9 + (-3)] = (140 + 60)v'$$

$$\therefore v' = -0.3 \text{ (m/s)}，\text{向左}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：高雄新莊高中

出處：試題集錦

## 二十四、題組

編號：840189 難易度：難

1. 質量為  $5\text{ m}$  之臺車，靜止於光滑水平地板上，車上有三個質量皆為  $m$  之人，每人以  $\vec{v}$ （相對於各人跳車前臺車之速度）之水平速度跳離臺車，則：

( ) (1) 三人相繼跳下後，臺車之末速度為何？ (A)  $\frac{107}{210}\vec{v}$  (B)  $-\frac{107}{210}\vec{v}$  (C)  $-\frac{3}{5}\vec{v}$  (D)  $\frac{12}{35}\vec{v}$  (E)  $-\frac{12}{35}\vec{v}$ 。

( ) (2) 若三人同時跳下，則臺車末速度為何？ (A)  $-\frac{107}{210}\vec{v}$  (B)  $-\frac{3}{5}\vec{v}$  (C)  $\frac{2}{5}\vec{v}$  (D)  $\frac{12}{35}\vec{v}$  (E)  $-\frac{4}{5}\vec{v}$ 。

答案：(1)(B)；(2)(B)

解析：(1)  $\vec{v}_{\text{人地}} = \vec{v}_{\text{人車}} + \vec{v}_{\text{車地}}$

第 1 人以對地水平速度  $\vec{v}$  跳開，設臺車速度  $v_1$

$$0 = m\vec{v} + (5m + 2m)\vec{v}_1 \quad \therefore \vec{v}_1 = -\frac{1}{7}\vec{v}$$

第 2 人跳開時對地之水平速度為  $\vec{v} + \vec{v}_1 = \frac{6}{7}\vec{v}$

$$(5m + 2m)\left(-\frac{1}{7}\vec{v}\right) = m \times \frac{6}{7}\vec{v} + (m + 5m)\vec{v}_2$$

$$\therefore \vec{v}_2 = -\frac{13}{42}\vec{v}$$

第3人跳開時對地之水平速度為  $\vec{v} + \vec{v}_2 = \frac{29}{42} \vec{v}$

$$(m+5m) \left( -\frac{13}{42} \vec{v} \right) = m \times \frac{29}{42} \vec{v} + 5m \vec{v}_3$$

$$\therefore \vec{v}_3 = -\frac{107}{210} \vec{v}$$

(2) 若三人同時以  $\vec{v}$  的速度跳開

$$0 = 3m\vec{v} + 5m\vec{v}_{\text{車}} \quad \therefore \vec{v}_{\text{車}} = -\frac{3}{5} \vec{v}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 二十五、填充題

編號：840190

難易度：中

2. 一質量為 55 kg 的人，手持 5.0 kg 的球，乘坐在一質量為 20 kg 的車子上，車子在平直光滑軌道上以 3.0 m/s 的速率前進。如將球沿車行進方向水平拋出，球拋出瞬間相對於人速率為 16.0 m/s，則球拋出後車子對地的速率為【           】m/s。

答案：2

解析：動量守恆：

$$(55+5+20) \times 3 = 5(16+v_{\text{車}}) + (55+20)v_{\text{車}}$$

$$\therefore v_{\text{車}} = 2 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：臺中二中

出處：試題集錦

編號：840191

難易度：中

3. 質量為 60 公斤的人，站立於質量為 140 公斤的滑車上，共同以 12 公尺/秒之速率前進，若此人跳向車後，人與車分離之相對速率為 10 公尺/秒，則：

(1) 車之末速為【           】公尺/秒。

(2) 地上的觀測者所見此人之末速為【           】公尺/秒。

答案：(1) 15；(2) 5

解析：(1) 依動量守恆，人、車的速度皆以對地的速度列式：

$$(60+140) \times 12 = 60(-10+v_{\text{車}}) + 140v_{\text{車}}$$

$$\therefore v_{\text{車}} = 15 \text{ (公尺/秒)}$$

$$(2) v_{\text{人地}} = v_{\text{人車}} + v_{\text{車地}}$$

$$= -10 + 15 = 5 \text{ (公尺/秒) (前)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840192

難易度：易

4. 質量 100 kg 的車子上載一 50 kg 的人，以 10 m/s 的速度運行。該人躍起離開車，求在下列各情形下，車的速度：

(1) 人著地時，與車的速度相同，車速為【           】m/s。

(2) 人著地時，對地面的速度為零，車速為【           】m/s。

(3) 人著地時，其速度為 20 m/s，同原方向進行，車速為【           】m/s。

答案：(1) 10；(2) 15；(3) 5

解析：人與車的系統維持動量守恆

$$(1) (100+50) \times 10 = 100v_1 + 50v_1$$

$$\therefore v_1 = 10 \text{ (m/s)}$$

$$(2) (100+50) \times 10 = 100v_2 + 50 \times 0$$

$$\therefore v_2 = 15 \text{ (m/s)}$$

$$(3) (100+50) \times 10 = 100v_3 + 50 \times 20$$

$$\therefore v_3 = 5 \text{ (m/s)}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

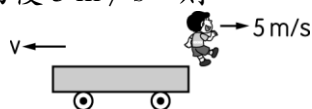
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840193

難易度：中

5. 如圖所示，一車重 200 kg，車上有一人重 50 kg，在光滑水平面上以 15 m/s 作等速運動，人最先於車前的一端跑到後端向後跳離此車後，人相對於車的水平速度為向後 5 m/s，則：



(1) 車的末速為【           】m/s。

(2) 此人到達地面時的水平速度量值為【           】m/s。

答案：(1) 16；(2) 11

**解析**：(1) 人與車之系統維持水平方向動量守恆，設車的末速為  $v$ ，以原車速方向為正，則人跳離車以後，人對地面的水平速度為  $(-5+v)$

$$(200+50) \times 15 = 50 \times (-5+v) + 200v$$

$$\therefore v = 16 \text{ (m/s) (與原車速同向)}$$

(2) 人對地之水平速度為  $-5+v=11 \text{ (m/s)}$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

## 二十六、單一選擇題

編號：840194

難易度：中

1. (    ) 大雄與靜香兩人各穿著冰刀，面對面靜止站在冰上，今大雄把手中籃球拋傳給靜香接住，如圖所示。已知兩人的質量分別為 50 公斤及 35 公斤，籃球的質量為 5 公斤，而籃球傳出時的水平速度為 5 公尺/秒，則當籃球傳給靜香之後，大雄與靜香兩人速率比為何？



(A) 4:5 (B) 5:4 (C) 5:8 (D) 8:5 (E) 7:10。

答案：(A)

**解析**：  $(50+5) \times 0 = 50 \times v_1 + 5 \times 5$

$$v_1 = -\frac{1}{2} \text{ (公尺/秒)}$$

$$5 \times 5 + 35 \times 0 = (5+35) \times v_2$$

$$v_2 = \frac{5}{8} \text{ (公尺/秒)}$$

$$|v_1| : |v_2| = \frac{1}{2} : \frac{5}{8} = 4:5$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：屏東女中

出處：試題集錦

編號：840195

難易度：中

2. (    ) 如圖所示，木箱質量為 5 kg，小明與臺車質量共 75 kg，臺車在光滑地面上原為靜止不動。為使臺車向右運動，小明以對地速度 5 m/s 將木箱向左推動，木箱撞擊前方擋板後，以相同速度量值反向彈回，小明接到木箱後立即再次推動木箱，並使木箱以對地速度 5 m/s 向左移動。如此方式反覆操作，小明將木箱向左推動共 5 次後，求此時臺車的速度量值為多少 m/s？(小明全程對臺車的相對速度為 0)



(A)  $\frac{5}{3}$  (B)  $\frac{7}{3}$  (C) 3 (D)  $\frac{13}{3}$  (E) 5。

答案：(C)

**解析**：第一次推動箱子，因動量守恆，小明與臺車動量將向右增加  $5 \times 5 = 25 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$



第二次到第五次推動箱子，則小明與臺車每次動量將向右增加  $5 \times [5 - (-5)] = 50 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$

故五次推動木箱，小明與臺車的動量增加了

$$\Delta p = 25 + 4 \times 50 = 225 = 75 \times \Delta v$$

$$\Rightarrow \Delta v = 3 = v - 0$$

$$\Rightarrow v = 3 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：武陵高中

出處：試題集錦

編號：840196

難易度：難

3. ( ) 質量同為  $40 \text{ kg}$  的兩獨木舟，皆靜止漂浮於水面上，其中之一獨木舟上立有一  $60 \text{ kg}$  的人，亦靜止不動。若此人由一舟跳至另一舟，並站穩之後，則見兩舟間之相對速度量值為  $v$ ，不計水之阻力，則人在空中時之水平速度量值為何？ (A)  $\frac{2}{3}v$  (B)  $\frac{5}{3}v$  (C)  $v$  (D)  $\frac{3}{5}v$  (E)  $\frac{10}{21}v$ 。

答案：(E)

解析：設此人在空中時水平速度為  $u$ ，依動量守恆：

$$\text{人起跳時：} 0 = 60u + 40v_1 \dots\dots\dots ①$$

$$\text{人落於另一舟：} 60u = (60 + 40)v_2 \dots\dots\dots ②$$

$$\text{②代入① } v_2 = -\frac{2}{5}v_1 \dots\dots\dots ③$$

$$\text{依題意：} v = v_1 - v_2 = \frac{7}{5}v_1 \quad \therefore v_1 = \frac{5}{7}v \text{ 代入①}$$

$$\text{得 } u = -\frac{10}{21}v \Rightarrow |u| = \frac{10}{21}v$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：師大附中

出處：試題集錦

## 二十七、填充題

編號：840197

難易度：難

1. 一光滑直線軌道上有 A、B 兩輛臺車，質量各為  $150 \text{ kg}$  和  $200 \text{ kg}$ ，B 車車頭上站立一質量為  $50 \text{ kg}$  的人，若 A 車以  $5 \text{ m/s}$  速度前進，B 車以  $6 \text{ m/s}$  速度在 A 車正後方，同方向追趕 A 車，當兩車夠接近時，B 車上的人以對地面的水平速度  $v$  跳上 A 車，為了不讓 B 車撞上 A 車， $v$  至少應為【            】  $\text{m/s}$ 。



答案：7.5

解析：由動量守恆：

$$\text{以人和 B 車為系統} \Rightarrow (200 + 50) \times 6 = 50v + 200v_B \dots\dots\dots ①$$

$$\text{以人和 A 車為系統} \Rightarrow 50v + 150 \times 5 = (150 + 50)v_A \dots\dots\dots ②$$

$$\text{B 車不致撞上 A 車：} v_B \leq v_A \dots\dots\dots ③$$

$$\text{由①、②代入③} \Rightarrow v_B = \frac{1500 - 50v}{200} \leq \frac{750 + 50v}{200} = v_A$$

$$\therefore v \geq 7.5 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

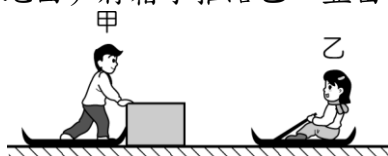
來源：中山女高

出處：試題集錦

編號：840198

難易度：難

2. 如圖所示，甲、乙兩小孩各乘一輛冰車在光滑冰面上遊戲，甲和他乘的冰車質量共為  $30 \text{ kg}$ ，乙和他乘的冰車質量也是  $30 \text{ kg}$ ，遊戲時甲推著一個質量為  $30 \text{ kg}$  的箱子一起以  $2.0 \text{ m/s}$  的速率滑行，乙以相同的速率迎面而來，為了避免相撞，甲至少要以【            】  $\text{m/s}$  的速率（相對地面）將箱子推給乙，並由乙接住箱子。



答案： $\frac{10}{3}$

**解析**：設箱子速率為  $v$ ，箱子推出後甲的速率為  $v_{\text{甲}}$ ，乙接住箱子後速率為  $v_{\text{乙}}$ 。

以甲與箱子為系統，動量守恆列式：

$$(30+30) \times 2 = 30v_{\text{甲}} + 30v \cdots \cdots \textcircled{1}$$

以乙與箱子為系統，動量守恆列式：

$$30v + 30 \times (-2.0) = (30+30) v_{\text{乙}} \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\text{避免相撞：} v_{\text{甲}} \leq v_{\text{乙}} \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$$\text{由}\textcircled{1}\text{式得：} v_{\text{甲}} = 4 - v$$

$$\text{由}\textcircled{2}\text{式得：} v_{\text{乙}} = \frac{1}{2}v - 1$$

$$\because v_{\text{甲}} \leq v_{\text{乙}} \Rightarrow 4 - v \leq \frac{1}{2}v - 1 \quad \therefore v \geq \frac{10}{3} \text{ (m/s)}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：鳳山高中

出處：試題集錦

編號：840199

難易度：難

3. 甲、乙兩人各重 30 kg 及 40 kg，各站在一艘 10 kg 的船上，靜止在湖中，現在甲將一個 5 kg 的球拋給乙，乙接球之後又拋回給甲。每次球拋出時，相對於湖面的速度均為 20 m/s，則甲、乙最後的速度量值之比為【           】。

答案：10：9

**解析**：以甲、船和球為系統，動量守恆列式：

$$0 = 5 \times 20 + (30+10) v_{\text{甲}} \quad \therefore v_{\text{甲}} = -2.5 \text{ (m/s)}$$

以乙、船和球為系統，動量守恆列式：

$$5 \times 20 = (40+10+5) v_{\text{乙}} \quad \therefore v_{\text{乙}} = \frac{20}{11} \text{ (m/s)}$$

乙將球拋回給甲時：

$$55v_{\text{乙}} = -5 \times 20 + 50v_{\text{乙}}' \quad \therefore v_{\text{乙}}' = 4$$

$$-5 \times 20 + (30+10) \times (-2.5) = 45v_{\text{甲}}'$$

$$\therefore v_{\text{甲}}' = -\frac{40}{9} \Rightarrow |v_{\text{甲}}'| : v_{\text{乙}}' = 10 : 9$$

本題的速解方法：

設最後甲和船的速率為  $v_{\text{甲}}$ ，乙和船的速率為  $v_{\text{乙}}$ ，拋球前總動量為零

由總動量守恆： $0 = (30+10+5) v_{\text{甲}} + (40+10) v_{\text{乙}}$

$$\therefore v_{\text{甲}} = -\frac{10}{9} v_{\text{乙}} \text{ (負號表示方向相反)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：師大附中

出處：試題集錦

編號：840200

難易度：難

4. 甲、乙兩人分別坐在小船的船頭與船尾。開始時，小船停在靜止的水中。甲以水平方向的速度 15 m/s，將質量為 1 kg 的球擲向乙；同一時間乙以水平方向的速度 -30 m/s，將同質量的球擲向甲。已知甲的質量 60 kg，乙的質量 40 kg，船的質量 49 kg。設在空中時，球速的改變極小可以忽略，而當乙接到甲擲來的球，乙擲出的球並未被甲碰觸到，直接落到甲後方的水中，則最後船的速率為【           】m/s。

答案：0.2

**解析**：水平方向不受外力，水平動量守恆，設最後船速為  $v$

$$0 = 1 \times (-30) + (60+40+49+1) v$$

$$\therefore v = 0.2 \text{ (m/s)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：景美女高

出處：試題集錦

編號：840201

難易度：中

5. 一人質量  $m$ ，立於一與地面沒有摩擦之臺車尾端，臺車質量為  $19m$ ，車身長 10 公尺，而人相對靜止於臺車上，且臺車以 8 公尺/秒的速度向東等速前進；當人突然以 5 公尺/秒的速度相對於臺車向車首前進，則人行走期間，臺車車速變為【           】公尺/秒。

答案：7.75

**解析**：依動量守恆：

$$(19m+m) \times 8 = m(5+v_{\text{車}}) + 19mv_{\text{車}}$$

$$\therefore v_{\text{車}} = 7.75 \text{ (公尺 / 秒)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：臺南女中

出處：試題集錦

## 二十八、單一選擇題

編號：840202

難易度：中

1. ( ) 一船質量為  $M$ ，靜止於水面上（水不流動）；一人質量為  $m$ ，自船首向船尾行走，速率為  $v$ （對船），則船對水的速率為何？ (A)  $\frac{m}{M-m}v$  (B)  $\frac{M}{M-m}v$  (C)  $\frac{M+m}{M}v$  (D)  $\frac{M+m}{m}v$  (E)  $\frac{m}{M+m}v$ 。

答案：(E)

解析：由動量守恆：

$$0 = m(v_{\text{人船}} + v_{\text{船水}}) + Mv_{\text{船水}}$$

$$\Rightarrow 0 = mv + (m+M)v_{\text{船水}}$$

$$\therefore v_{\text{船水}} = -\frac{m}{m+M}v \text{ (負號代表船速 } v \text{ 方向相反)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840203

難易度：中

2. ( ) 有一重 250 公斤、長 6 公尺之頭尾對稱且密度均勻的船隻靜止於水面，當重量為 50 公斤的人由船頭走到船尾，則此時間內船身移動若干公尺？ (A) 1 (B) 1.2 (C) 1.5 (D) 2 (E) 3。

答案：(A)

解析：人與船之系統水平方向無外力，水平方向系統質心位移為零。設船後退位移  $x$ ，人對水面位移為  $(6-x)$

$$\text{質心位移} = 0 = \frac{50 \times (6-x) + 250 \times (-x)}{50+250}$$

$$\therefore x = 1 \text{ (公尺)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840204

難易度：難

3. ( ) 質量 60 kg 的大雄和技安共乘一質量為 40 kg 之小船，小船長度 3 m。大雄欲知技安體重多少，於是由右端和位於左端的技安交換位置，發現船竟然左行了 1 m。試問技安體重多少？ (A) 小於 50 kg (B) 50~80 kg (C) 80~100 kg (D) 100~120 kg (E) 120 kg 以上。

答案：(E)

解析：大雄由船的右端向左走，對地位移為向左  $3+1=4$  (m)，技安由船的左端向右走，對地位移為向右  $3-1=2$  (m)。

整個系統的質心位置不變，設向左位移為正，技安體重為  $m$

$$0 = \frac{60 \times 4 + m \times (-2) + 40 \times 1}{60+40+m}$$

$$\therefore m = 140 \text{ (kg)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：臺中女中

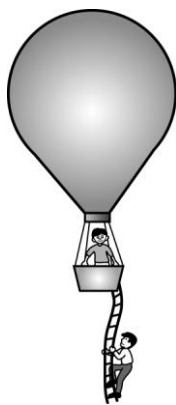
出處：試題集錦

## 二十九、多重選擇題

編號：840205

難易度：易

4. ( ) 在地面的上空，停著一個大型氣球，氣球下面吊著一個繩梯，梯上站著一個人，這時人與氣球恰保持不動。當這個人沿著繩梯往上爬時，下列敘述哪些正確？



(A)當人沿著繩梯等速往上爬時，氣球保持不動 (B)當人沿著繩梯等速往上爬時，氣球保持等速下降 (C)當人沿著繩梯等加速往上爬時，氣球保持不動 (D)當人沿著繩梯等加速往上爬時，氣球保持等加速下降 (E)不管人在繩梯上如何運動，整個系統的質心皆不動。

答案：(B)(D)(E)

**解析**：氣球與人整個系統靜止平衡在空中，所受合力為零，無論人如何運動，皆為內力，質心保持靜止。

當人沿著繩梯等速往上爬時，氣球必須以某一速度等速下降，才能維持質心位置不變。同理，若人沿著繩梯等加速往上爬時，則氣球必作等加速下降。

認知向度：基本的科學知識和概念

主題：動量守恆

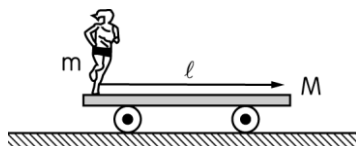
來源：臺中一中

出處：試題集錦

編號：840206

難易度：中

5. ( )如圖所示，質量  $m$  的人，站在質量為  $M$  的車之一端，相對於地面靜止。當車與地面間的摩擦可以不計時，人由一端走到另一端（長度為  $\ell$ ）的過程中



(A)人在車上行走之平均速度愈大，則車在地上移動之距離愈大 (B)不管人以怎樣的平均速度走到另一端，車在地上移動的距離都一樣 (C)人在車上走時，若人相對車突然停止，則車沿著人行進速度相反的方向作等速直線運動 (D)人在車上行走突然停止時，則車也突然停止 (E)相對於地面，人移動距離為  $\frac{M\ell}{M+m}$ 。

答案：(B)(D)(E)

**解析**：設人在車上行走的速率  $u$ ，車對地的速率  $v$

$$\text{依動量守恆：} 0 = m(u+v) + Mv \quad \therefore v = \frac{-mu}{m+M}$$

$$\text{人在車行走時間 } t = \frac{\ell}{u}$$

$$\text{車對地的位移 } x = vt = \left( \frac{-mu}{m+M} \right) \left( \frac{\ell}{u} \right) = \frac{-m\ell}{m+M} \quad (\text{負號表示 } x \text{ 與人在車上的位移方向相反})$$

車對地的位移與人對車的速率  $u$  無關，且總動量恆為零，人停止車必亦停止。

$$\text{人對地的位移} = x_{\text{人車}} + x_{\text{車地}} = \ell + \frac{-m\ell}{m+M} = \frac{M\ell}{m+M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：臺南女中

出處：試題集錦

編號：840207

難易度：難

6. ( )在光滑地面上，有一臺車長  $10\text{ m}$ ，質量  $100\text{ kg}$ ，臺車上有質量分別為  $40\text{ kg}$ 、 $60\text{ kg}$  之甲、乙兩人，各立於臺車之兩端，且兩人與車原來均靜止不動。而後兩人同時間開始向對方之一端移動，且甲、乙對於臺車之速度量值依序保持為  $1\text{ m/s}$ 、 $2\text{ m/s}$ ，而一旦到達另一端，便立刻停下來，相對於臺車靜止不動。則 (A)當兩人都仍在行進時，臺車之速率為  $0.8\text{ m/s}$  (B)當乙到達到另一端，而甲仍在行進行，臺車之速率為  $0.2\text{ m/s}$  (C)當甲也到達對方之一端後，臺車將立刻停下車，靜止不動 (D)當甲也到達對方之一端後，臺車共移動了  $1\text{ m}$  (E)在上述過程中，「兩人+臺車」所構成的系統，質心從未移動過。

答案：(B)(C)(D)(E)

**解析**：(A)由動量守恆： $0 = 40 \times (1 + v_{\text{車}}) + 60 \times (-2 + v_{\text{車}}) + 100v_{\text{車}}$   
 $\therefore v_{\text{車}} = 0.4\text{ (m/s)}$

(B)  $0 = 40(1 + v_{\text{車}}) + (60 + 100)v_{\text{車}}$   
 $\therefore v_{\text{車}} = -0.2\text{ (m/s)}$ ，負號表方向與甲移動方向相反。

(C)因水平動量守恆，兩人都停下來時，車也靜止。

(D)(E)系統質心的位移等於零

$$\begin{aligned} X_{CM} &= 0 \\ &= \frac{40(10+X_{\text{車}}) + 60(-10+X_{\text{車}}) + 100X_{\text{車}}}{40+60+100} \\ \therefore X_{\text{車}} &= 1 \text{ (m)} \end{aligned}$$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：臺中一中

出處：試題集錦

### 三十、填充題

編號：840208

難易度：中

1. 質量  $m$  的人站在靜止於湖面上質量  $M$  的船頭上，船長為  $L$ ，且首尾對稱，則人由船頭以相對於小船之等速度  $v$  走向船尾時，若不計水的阻力，船移動的距離為【           】。

答案： $\frac{mL}{m+M}$

解析：由動量守恆： $0 = m(v + v_{\text{船}}) + Mv_{\text{船}}$

$$\therefore v_{\text{船}} = \frac{-mv}{m+M}$$

$$\text{人由船頭到船尾的時間 } t = \frac{L}{v}$$

$$\text{船移動的距離 } d = v_{\text{船}}t = \frac{-mL}{m+M} \text{ (負號代表與 } v \text{ 反向)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：輔仁高中

出處：試題集錦

編號：840209

難易度：中

2. 甲、乙兩人各重 60 kg 及 80 kg，站立於質量為 60 kg、長 10 m 之浮木的兩端，今各走到對方之位置後，浮木移動之距離為【           】m。

答案：1

解析：甲、乙兩人與浮木整個系統外力作用為零，系統質心位移為零。設浮木位移為  $x$ ，以甲位移方向為正，甲對水面之位移為  $(10+x)$ ，乙對水面之位移為  $(-10+x)$

$$\text{質心位移} = 0 = \frac{60 \times (10+x) + 80 \times (-10+x) + 60x}{60+80+60}$$

$$\therefore x = \frac{(80-60) \times 10}{60+80+60} = 1 \text{ (m)}$$

浮木移動方向與甲位移方向相同

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

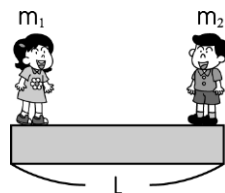
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840210

難易度：難

3. 如圖所示，質量  $m_1$  與  $m_2$  之兩人 ( $m_1 > m_2$ )，立於質量為  $M$ 、長度為  $L$  之浮於水面的木頭上，今兩人互走到對方位置後，此木頭移動之距離為【           】。



答案： $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + M} L$

解析：人與浮木整個系統所受外力和為零，系統質心位移為零。設浮木位移為  $x$ ， $m_1$  對水面位移為  $(L+x)$ ， $m_2$  對水面位移為  $(-L+x)$

$$\text{質心位移} = 0 = \frac{m_1(L+x) + m_2(-L+x) + Mx}{m_1 + m_2 + M}$$



$$\therefore x = \frac{(m_2 - m_1)L}{m_1 + m_2 + M}$$

若  $m_1 > m_2$ ， $x$  與  $m_1$  的位移反向。

若  $m_1 < m_2$ ， $x$  與  $m_1$  的位移同向。

$$\text{木頭移動的距離為 } |x| = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + M} L$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840211 難易度：難

4. 50 kg 的人站在質量為 100 kg，長度為 4.5 m 的船頭，原先船由靜止不動，此人等速由船頭走向船尾耗時 5 秒，則船移動速度為【            】 m/s，又若原先船行駛速度 4 m/s，則人在 5 秒走到船尾時由地面看此人位移為【            】 m。

答案：0.3；17

**解析**：(1) 此人在船上之速度為  $\frac{4.5}{5} = 0.9$  (m/s) (向船尾方向)

$$\text{由動量守恆：} 50 \times (-0.9 + v_{\text{船}}) + 100v_{\text{船}} = 0$$

$$\therefore v_{\text{船}} = 0.3 \text{ (m/s)}$$

(2) 人在船上之速度仍為 0.9 (m/s) (向船尾方向)

$$\text{由動量守恆：} 50 \times (-0.9 + v_{\text{船}}) + 100v_{\text{船}} = (50 + 100) \times 4$$

$$\therefore v_{\text{船}} = 4.3 \text{ (m/s)}$$

$$\text{人對地面之速度為 } v_{\text{人船}} + v_{\text{船}} = -0.9 + 4.3 = 3.4 \text{ (m/s) (向船首方向)}$$

$$\text{人對地面之位移為 } 3.4 \times 5 = 17 \text{ (m) (向船首方向)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：師大附中

出處：試題集錦

編號：840212 難易度：難

5. 質量分別為 100 公斤與 50 公斤的人，在全長 10 公尺、質量 200 公斤、外形均勻對稱的靜止滑車上行走，兩人立於兩端點上，以相對於車的速度 2 公尺/秒分別走向另一端點，若滑車與地面的摩擦力不計，試問：



(1) 兩人行走時滑車的速度為【            】公尺/秒。

(2) 兩人各到達端點後滑車移動【            】公尺。

答案：(1)  $\frac{2}{7}$ ；(2)  $\frac{10}{7}$

**解析**：(1) 由動量守恆： $0 = 100(2 + v_{\text{車}}) + 50(-2 + v_{\text{車}}) + 200v_{\text{車}}$

$$\therefore v_{\text{車}} = -\frac{2}{7} \text{ (公尺/秒) (負號表示與 100 公斤之人之速度反向)}$$

(2) 設兩人各走到另一端點所需時間為  $t$

$$t = \frac{10}{2} = 5 \text{ (秒)}$$

$$\text{此段時間滑車位移 } x = v_{\text{車}} \times t = -\frac{2}{7} \times 5 = -\frac{10}{7} \text{ (公尺) (負號表示滑車位移與 100 公斤之人反向)}$$

認知向度：應用與推理的能力

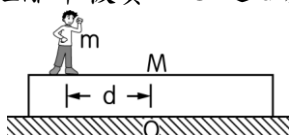
主題：動量守恆

來源：中正高中

出處：試題集錦

編號：840213 難易度：難

6. 在水平光滑地面上靜置一質量為  $M$  之平板，在距離平板質心  $O$  之  $d$  處，站立一質量為  $m$  的人，如圖所示，則：



- (1) 人與平板整個系統之質心距 O 之水平距離為【                      】。
- (2) 當人對平板以一定速度  $u$  向右運動時，人對地之速度為【                      】，平板對地之速度為【                      】。
- (3) 當人在平板上運動  $S$  之距離時，平板對地移動之距離為【                      】。
- (4) 當人在平板上以  $a$  之加速度向右運動，則平板對地之加速度為【                      】。

答案：(1)  $\frac{md}{M+m}$ ；(2)  $\frac{M}{M+m}u$ ； $\frac{-m}{M+m}u$ ；(3)  $\frac{mS}{M+m}$ ；(4)  $\frac{-ma}{M+m}$

解析：(1) 質心距 O 點： $r_{CM} = \frac{md + M \times 0}{m + M} = \frac{md}{m + M}$

(2) 人與平板的系統維持動量守恆，設平板對地速度為  $v_M$ ，則人對地速度為  $(u + v_M)$

$$0 = m(u + v_M) + Mv_M \quad \therefore v_M = \frac{-m}{m + M}u$$

$$\text{人對地速度 } u + v_M = \frac{M}{m + M}u$$

(3) 人在平板運動時間  $t = \frac{S}{u}$

$$\text{平板對地之位移} = v_M t = \frac{-mu}{m + M} \times \frac{S}{u} = \frac{-mS}{m + M}$$

(4) 人與平板之系統外力和為零，質心加速度為零。設平板對地之加速度為  $a_M$ ，則人對地之加速度為  $(a + a_M)$

$$a_{CM} = 0 = \frac{m(a + a_M) + Ma_M}{m + M} \quad \therefore a_M = \frac{-ma}{m + M}$$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840214

難易度：中

7. 一質量  $20 \text{ kg}$  之車，靜止於一質量  $80 \text{ kg}$  之平臺上，此車可由電動機帶動，在平臺上運動；平臺底下有滾軸，因此地面之摩擦可以略去不計。由攝影方法測得平臺在  $3.0$  秒末獲得速度  $0.30 \text{ m/s}$ ，則：

- (1) 此時車之末速量值為【                      】 $\text{m/s}$ 。
- (2) 車予以平臺之作用力為【                      】 $\text{N}$ 。
- (3) 車對平臺之速度量值為【                      】 $\text{m/s}$ 。

答案：(1)  $1.2$ ；(2)  $8$ ；(3)  $1.5$

解析：(1) 由動量守恆： $80 \times 0.30 + 20v = 0 \quad \therefore v = -1.2 \text{ (m/s)}$

(負號表示車速方向與平臺移動方向相反)

(2) 平臺在  $3.0$  秒之平均加速度為  $a = \frac{0.30}{3.0} = 0.1 \text{ (m/s}^2\text{)}$

車予以平臺的作用力為  $80 \times 0.1 = 8 \text{ (N)}$

(3) 車對平臺的速度  $\vec{v}_{\text{車}} - \vec{v}_{\text{臺}} = -1.2 - (+0.3) = -1.5 \text{ (m/s)}$

(負號表示方向與平臺速度方向相反)

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

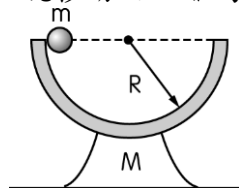
出處：試題集錦

### 三十一、單一選擇題

編號：840215

難易度：中

1. ( ) 一碗狀物體質量为  $M$ ，其內壁呈半球形（半徑為  $R$ ）。設此物體被置於一光滑之水平面上，如圖所示，另一質量為  $m$  之小物體自碗之內壁頂端落至碗底時，碗移動之距離為何？



- (A)  $0$  (B)  $\frac{mR}{M+m}$  (C)  $\frac{mR}{M}$  (D)  $\frac{MR}{M+m}$ 。

答案：(B)

解析： $m$  落至碗底期間，水平方向系統無外力，系統質心的水平位移為零。設碗後退  $x$ ， $m$  對地之水平位移為  $(R - x)$

$$\text{質心位移} = 0 = \frac{m(R - x) + M(-x)}{m + M}$$

$$\therefore x = \frac{mR}{m + M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840216

難易度：中

2. ( ) 於光滑平面上置一傾角  $\theta$ 、質量  $M$  之斜面體。另一質量為  $m$  之質點自斜面體上高度  $h$  處滑下，在此質點滑下之時間內，斜面體移動之位移為何？ (A)  $\frac{2mh}{M \tan \theta}$  (B)  $\frac{mh}{M \tan \theta}$  (C)  $\frac{2Mh}{3(M+m) \tan \theta}$  (D)  $\frac{Mh}{(M+m) \tan \theta}$  (E)  $\frac{mh}{(M+m) \tan \theta}$ 。

答案：(E)

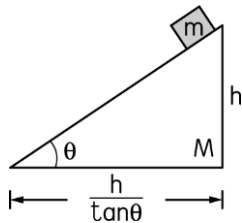
**解析**：質點滑下期間，水平方向不受外力，水平方向質心位移為零。設  $M$  後退位移為  $x$ ， $m$  對  $M$  之水平位移為  $\frac{h}{\tan \theta}$ ， $m$

對地之水平位移為  $\frac{h}{\tan \theta} - x$

質心水平位移  $x_{CM} = \frac{mx_m + Mx_M}{m+M}$

$$0 = \frac{m \left( \frac{h}{\tan \theta} - x \right) + M(-x)}{m+M}$$

$$\therefore x = \frac{mh}{(M+m) \tan \theta}$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

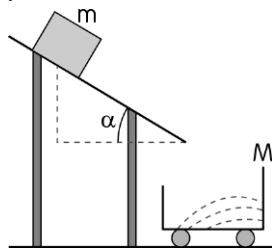
來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840217

難易度：易

3. ( ) 質量  $M$  的臺車靜止於光滑地面上，一質量  $m$  的物體從傾斜角  $\alpha$  的斜面下滑至臺車上，若物體離開斜面時速率為  $v$ ，則此物滑入臺車後，臺車的速度變為何？



- (A)  $\frac{mv}{m+M}$  (B)  $\frac{mv \cos \alpha}{m+M}$  (C)  $\frac{Mv \cos \alpha}{m+M}$  (D)  $\frac{mv \sin \alpha}{m+M}$  (E)  $\frac{Mv \sin \alpha}{m+M}$ 。

答案：(B)

**解析**：由水平動量守恆

$$mv \cos \alpha = (m+M) v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{mv \cos \alpha}{m+M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

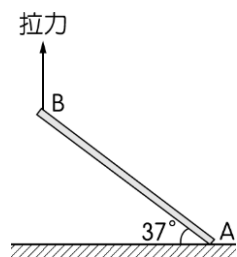
來源：臺南女中

出處：試題集錦

編號：840218

難易度：中

4. ( ) 一均勻木棒長  $\ell$ ，一端  $A$  點靠地（光滑平面），另一端  $B$  點向上拉起，如圖，當棒與地面夾角為  $37^\circ$  時，自靜止釋放，當棒靜止於地上時， $A$  點位移為何？



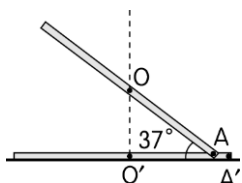
- (A)  $\frac{1}{10}\ell$  (B)  $\frac{2}{5}\ell$  (C)  $\frac{1}{5}\ell$  (D)  $\frac{1}{4}\ell$  (E) 0。

答案：(A)

**解析**：當棒釋放時，棒所受外力為棒重  $W$  及地面的正向力，皆在鉛直方向上，故重心作鉛直向下運動。棒的重心  $O$  沿著鉛垂線向下掉落在地面  $O'$  點，亦即重心的水平位置不變。

A 點的位移  $= O'A' - OA \cos 37^\circ$

$$= \frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{2} \times \frac{4}{5} = \frac{1}{10}\ell$$



認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：臺南女中

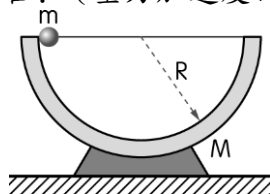
出處：試題集錦

### 三十二、多重選擇題

編號：840219

難易度：難

5. ( ) 如圖所示，一碗狀物體其質量為  $M$ ，內壁呈半球形（半徑為  $R$ ），置放於光滑地面上。今將質量為  $m$  的小球自碗內壁頂端滑落至碗底時，下列敘述哪些正確？（重力加速度為  $g$ ）



- (A) 碗對地的水平位移為  $\frac{m}{M+m}R \leftarrow$  (B) 小球對地的水平位移為  $\frac{M}{M+m}R \rightarrow$  (C) 碗與小球之質心，對地的位移為  $\frac{m}{M+m}R \downarrow$  (D) 小球滑落過程中，碗與小球之系統動量守恆 (E) 小球滑落過程中，地面給碗的正向力量值為  $(M+m)g$ 。

答案：(A)(B)(C)

**解析**：(A)(B) 設碗對地的水平位移為  $\Delta \vec{x}_M$ ，小球對地的水平位移為  $\Delta \vec{x}_m$ 。

小球滑落至碗底時，小球對碗的水平位移

$$\Delta \vec{x}_m - \Delta \vec{x}_M = R \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

因合力在水平分量為 0，且原先碗與小球均靜止，故

$$m \Delta \vec{x}_m + M \Delta \vec{x}_M = 0 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\text{由 } \textcircled{1}、\textcircled{2} \text{ 兩式可得 } \Delta \vec{x}_M = -\frac{m}{M+m}R, \text{ 即為 } \frac{m}{M+m}R \leftarrow, \Delta \vec{x}_m = \frac{M}{M+m}R \rightarrow$$

(C) 質心對地的位移  $\Delta \vec{r}_{CM} = \Delta x_{CM} \vec{i} + \Delta y_{CM} \vec{j}$

$$\text{因合力在水平分量為 0，且原先碗與小球均靜止，故 } \Delta x_{CM} = 0, \text{ 而 } \Delta y_{CM} = \frac{M \times 0 + m \times (-R)}{M+m} = -\frac{m}{M+m}R, \text{ 表}$$

$$\text{示質心位移為 } \frac{m}{M+m}R \downarrow$$

(D)(E) 碗與小球之質心會向下移動，表示合力在鉛直分量不為 0，故系統動量不守恆。

由牛頓第二運動定律

$$\text{合力} = (M+m)g - N = (M+m)a_{CMY} = ma_Y$$

$$\neq 0$$

$$\text{故 } N < (M+m)g$$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

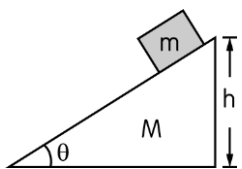
來源：苗栗高中

出處：試題集錦

編號：840220

難易度：中

6. ( )光滑平面上置一傾斜角 $\theta$ 、質量 $M$ 之斜面體，另一質量為 $m$ 之物體自斜面體上高 $h$ 處滑下，在此物體尚未滑至斜面底端之前，此一系統



- (A)總動量守恒 (B)水平動量守恒 (C)質心位置不變 (D)所受合力為零 (E)質心加速度朝正下方。

答案：(B)(E)

解析：(A)(B)  $m$  受重力作用下滑，鉛直方向動量不守恒，但水平方向不受外力作用，水平動量守恒。

(C)(D)鉛直方向淨力不為零，鉛直方向質心位置向下運動，質心加速度向下。

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

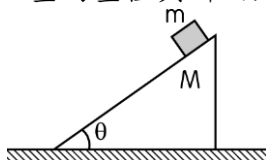
來源：中山女高

出處：試題集錦

編號：840221

難易度：中

7. ( )如圖所示，質量為 $m$ 的小物體自傾斜角為 $\theta$ 、質量為 $M$ 、長為 $\ell$ 的斜面頂端滑下來（原本兩者靜止）到斜面底端， $M$ 與水平地面間無摩擦力，下列哪些物理量的量值與斜面是否光滑無關？



- (A)  $m$  的下滑時間 (B)當  $m$  滑到斜面底端時， $M$  對地的位移 (C)當  $m$  滑到斜面底端時，對  $M$  的末速度 (D)當  $m$  滑到斜面底端時， $m$ 、 $M$  系統之共同質心加速度 (E)當  $m$  滑到斜面底端時， $m$ 、 $M$  系統之水平總動量。

答案：(B)(D)(E)

解析：(A)(C)  $m$  物體滑下的時間及末速度與接觸面間之摩擦係數有關。

(B)水平方向不受外力： $F_x=0$ ，系統的水平動量守恒，但  $m$  與  $M$  的水平位移與  $m$ 、 $M$  兩物間之摩擦力（內力）無關。

(D)  $F_x=0$ ， $F_y \neq 0$ （受地心引力作用）

$\Rightarrow a_{CM_y} \neq 0$ ，質心加速度與重力（外力）有關，與摩擦力（內力）無關

(E)同(B)，系統之水平總動量為零，與摩擦力（內力）無關。

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

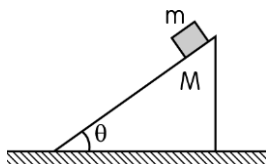
來源：中正高中

出處：試題集錦

編號：840222

難易度：難

8. ( )如圖所示，一斜角 $\theta$ 的斜面靜止在一光滑水平面上，斜面長 $\ell$ 、質量為 $M$ ，有一質量 $m$ 的木塊由斜面頂端A下滑到底端B的過程中



- (A)系統的質心靜止不動 (B)系統的總動量守恒 (C)斜面移動  $\frac{m}{M+m} \ell \cos \theta$  (D)  $m$  的動量變化大於  $M$  的動量變化 (E)系統的質心作等加速運動。

答案：(C)(D)(E)

解析：(A)(B)水平方向外力為零，水平動量守恒，鉛直方向合力  $F_y \neq 0$ ，質心在水平方向為靜止，鉛直方向作等加速運動，動量不守恒。

$$(C) \text{質心水平位移} = 0 = \frac{m(\ell \cos \theta + x_M) + Mx_M}{m+M}$$

$$\therefore \text{斜面位移 } x_M = \frac{-m}{M+m} \ell \cos \theta$$

(D)因水平方向動量守恒， $m$  在水平方向的動量改變  $\Delta P_{mx}$  等於  $M$  的水平動量改變  $\Delta P_{Mx}$ ，但  $M$  在鉛直方向動量恆為零。故  $m$  的動量變化  $\Delta P_m = \Delta P_{mx} + \Delta P_{my} > \Delta P_{Mx}$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

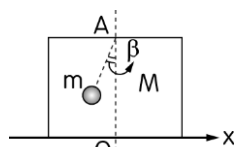
出處：試題集錦

編號：840223

難易度：難



9. ( ) 如圖所示，質量  $M$  之均勻方形盒靜置於光滑的水平面上，自其頂部的中央  $A$  點，以長度  $5.0\text{ cm}$  之細繩懸吊一質量  $m = \frac{1}{3}M$  的質點，開始時該質點靜止且繩與鉛直線夾角  $\beta$  為  $37^\circ$ ， $A$  點的  $x$  坐標  $O$  取為原點。設重力加速度為  $10\text{ m/s}^2$ 、 $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ 。對靜立地面的觀察者而言，下列敘述哪些正確？



- (A) 整個系統的動量守恆 (B) 整個系統的質心位置固定 (C) 整個系統質心的  $x$  坐標固定在  $-0.75\text{ cm}$  (D)  $m$  質點擺到最低點時，系統質心的速度為  $0$  (E)  $m$  質點擺到右邊最高點時， $M$  方形盒向左移  $1.5\text{ cm}$ 。

答案：(C)(D)(E)

**解析：**(A)(B) 整個系統鉛直方向外力不為零，水平方向不受外力，故鉛直方向動量不守恆，但水平方向動量守恆。系統的質心應在鉛直方向隨時間振動。

(C) 系統質心的水平位置固定不變，設系統質心水平坐標  $x_{CM}$

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{M \times 0 + \frac{M}{3} \times (-5 \times \sin 37^\circ)}{M + \frac{M}{3}} = -0.75\text{ (cm)}$$

(D)  $m$  質點擺到最低點時，速度向右，方形盒速度向左，系統質心的鉛直速度為零。又系統的水平方向無外力，故水平方向質心速度恆保持靜止。(D) 為正確。

(E) 系統質心的水平位移恆為零

$$\Delta x_{CM} = \frac{\frac{M}{3} (2 \times 5 \sin 37^\circ + \Delta x_M) + M \Delta x_M}{\frac{M}{3} + M} = 0$$

$$\therefore \Delta x_M = -1.5\text{ (cm)}, \text{ 向左}$$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：高雄女中

出處：試題集錦

### 三十三、填充題

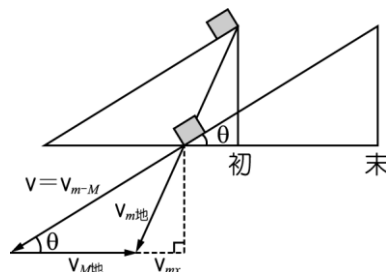
編號：840224

難易度：難

1. 一三角楔質量  $M$ ，靜止在光滑水平面上，一小木塊質量  $m$  在  $M$  的斜面由靜止滑下，當  $m$  沿斜面相對於  $M$  之速度為  $v$  時， $M$  之速度為【           】。

答案： $\frac{m}{M+m} v \cos \theta$

**解析：**



系統在水平方向動量守恆，故僅需討論  $m$  及  $M$  在水平方向對地面的速度。

已知  $m$  對  $M$  之相對速度  $v_{mM} = v$

則  $m$  對  $M$  之相對速度的水平分量為  $v \cos \theta$

$m$  對地面之水平速度  $v_{mx} = v \cos \theta + (-v_{M地}) \cdots \cdots \textcircled{1}$

系統在水平方向動量守恆：

$m v_{mx} + M (-v_{M地}) = 0 \cdots \cdots \textcircled{2}$

①代入②  $m (v \cos \theta - v_{M地}) + M (-v_{M地}) = 0$

$$\therefore v_{M地} = \frac{m v \cos \theta}{m + M}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

### 三十四、單一選擇題

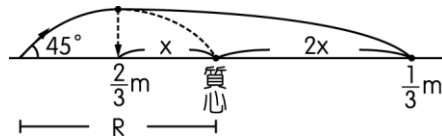
編號：840225

難易度：中

1. ( ) 以 20 公尺 / 秒之初速，與水平成  $45^\circ$  之仰角拋射一物體，設此物體至頂點分裂為兩塊，質量 2:1，大塊者自由落下，設  $g=10$  公尺 / 秒<sup>2</sup>，則著地時兩塊相距若干公尺？ (A) 10 (B) 20 (C) 30 (D) 50 (E) 60。

答案：(E)

**解析**：爆炸力屬物體的內力，爆炸前後水平動量守恆，質心仍只受重力影響，延續原來的拋物線軌跡，如圖所示。



兩片在最高點分裂，分裂後鉛直方向僅受重力作用，故兩片與質心同時落地，落地後距質心的距離與質量成反比。若物體未分裂，其落地的水平射程

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = 40 \text{ (公尺)}$$

$$\text{兩碎片相距 } 3x = \frac{3}{2}R = 60 \text{ (公尺)}$$

認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840226

難易度：難

2. ( ) 一砲彈以  $37^\circ$  仰角、100 公尺 / 秒之初速射出，於最高點爆裂為質量相等的兩塊碎片，其中一片於射出後 8 秒著地，則未落地的那一片將於射出後約幾秒著地？（若重力加速度  $g=10$  公尺 / 秒<sup>2</sup>） (A) 12 (B) 18 (C) 24 (D) 30。

答案：(C)

**解析**：砲彈達最高點距地  $H = \frac{v_0^2 \sin^2 37^\circ}{2g} = \frac{100^2 \times 0.6^2}{20} = 180$  (公尺)

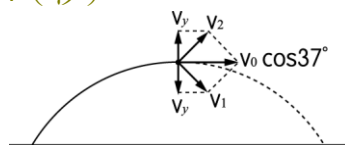
$$\text{砲彈達最高點時間 } t = \frac{v_0 \sin 37^\circ}{g} = \frac{100 \times 0.6}{10} = 6 \text{ (秒)}$$

因兩碎片質量相等，且爆炸瞬間鉛直動量為 0，因此兩碎片鉛直速度量值相等、方向相反，設為  $v_y$ 。如圖所示，第一片爆炸後 2 秒（射出後 8 秒）落地

$$180 = v_y \times 2 + \frac{1}{2}g \times 2^2 \quad \therefore v_y = 80 \text{ (公尺 / 秒)}$$

$$\text{第二片：} v_y t - \frac{1}{2}gt^2 = -180 \Rightarrow t = 18 \text{ (秒)}$$

故第二片在拋射出後落地時間為  $18 + 6 = 24$  (秒)



認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：中山女高

出處：試題集錦

編號：840227

難易度：易

3. ( ) 在地表附近，某砲彈作斜拋運動，當飛行至最高點時爆裂成質量相等的 A、B 兩碎片，落地時間順序依序為 A、B。爆裂前，稱為第一階段；爆裂後至 A 落地前，稱為第二階段；A 落地後至 B 落地前，稱為第三階段。則下列關於質心軌跡之敘述何者正確？ (A) 只有第一階段為拋物線 (B) 第一、二階段為不同一條拋物線 (C) 第一、二階段為同一條拋物線 (D) 三階段皆不為拋物線 (E) 三階段皆為拋物線，且為不同的三條拋物線。

答案：(C)

**解析**：第一、二階段砲彈系統所受外力皆為砲彈重量，故質心運動軌跡不變，仍為原來的拋物線，但 A 碎片落地後，受到地面之作用力，故砲彈系統所受的外力改變，質心的運動軌跡改變，但仍為拋物線。

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：鳳山高中

出處：試題集錦

### 三十五、多重選擇題

編號：840228

難易度：難

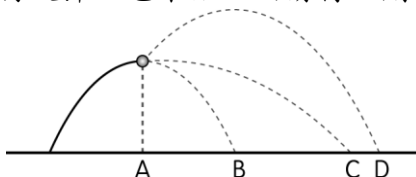
4. ( ) 在一水平面上，將質量 2.0 公斤之砲彈以初速 100 公尺 / 秒、仰角  $37^\circ$  斜向上拋出，如圖所示（圖形未依比例繪製），以下為過程中可能發生的三種狀況：

狀況甲：若砲彈全程未爆炸，砲彈將落在水平面的 B 點。

狀況乙：若砲彈達最高點時，爆裂成質量比 2：1 之兩碎片，且質量大的初速為 0 自由落下，兩碎片將落在水平面的 A、C 兩點。

狀況丙：若砲彈達最高點時，爆裂成質量比 2：1 之兩碎片，且質量大的以初速  $v$  向下鉛直落下，兩碎片將落在水平面 A、D 兩點。

過程中忽略阻力，且假設砲彈或碎片一落地未再反彈，也未沿地面滑行，則下列敘述哪些正確？



(A) 狀況乙中，在剛爆炸後瞬間，質量小的碎片之速率為 120 公尺 / 秒 (B) 狀況乙中，兩碎片將一起落地 (C) 狀況乙中，碎片皆落地後，兩碎片的質心將在 B 點 (D) 狀況丙中，兩碎片將一起落地 (E)  $\overline{AB} : \overline{BD} = 1 : 2$ 。

答案：(B)(C)

解析：(A) 砲彈未爆炸前達 A 點上方的速度為

$$v_x = 100 \cos 37^\circ = 80 \text{ (公尺 / 秒)}$$

爆炸瞬間前後動量近似守恆

$$m \times 80 = \frac{2}{3} m \times 0 + \frac{1}{3} m v_{2x}' \Rightarrow v_{2x}' = 240 \text{ (公尺 / 秒)}$$

(B) 因砲彈爆炸後瞬間，兩碎片速度鉛直分量均為 0，故兩碎片將一起落地。

(C) 砲彈爆炸不影響整個砲彈質心的運動，因兩碎片同時落地，所以兩碎片的質心仍在 B 點。

(D)(E) 爆炸瞬間前後動量近似守恆

$$\text{水平分量：} m \times 80 = \frac{2}{3} m \times 0 + \frac{1}{3} m v_{2x}' \Rightarrow v_{2x}' = 240$$

$$\text{鉛直分量：} m \times 0 = \frac{2}{3} m \times (-v) + \frac{1}{3} m v_{2y}' \Rightarrow v_{2y}' = 2v$$

因兩碎片速度在鉛直分量不同，故落地時間不同，且質量較小的碎片  $v_{2y}' > 0$ ，而  $v_{1y}' < 0$ ，故質量較小的碎片較慢落地，即  $t_2 > t_1$

$$\overline{AB} = 80t_1$$

$$\overline{AD} = 240t_2$$

$$\Rightarrow \overline{BD} = \overline{AD} - \overline{AB}$$

$$= 240t_2 - 80t_1 > 240t_1 - 80t_1 = 2\overline{AB}$$

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：苗栗高中

出處：試題集錦

### 三十六、填充題

編號：840229

難易度：難

1. 以初速  $v_0$  作斜拋運動之物體，在最高點時之動量量值恰為拋出時之一半，此時突然分裂為質量相等之兩塊，一塊自由落下，另一塊落地時距原出發點的距離為【 】。

答案： $\frac{3\sqrt{3}v_0^2}{4g}$

解析：設物體質量  $m$ ，拋出初速  $v_0$ ，仰角  $\theta$ ，達最高點速度為  $v_0 \cos \theta$ ，爆炸瞬間動量守恆，且

$$mv_0 \cos \theta = \frac{1}{2} mv_0 \quad \therefore \theta = 60^\circ$$

$$mv_0 \cos \theta = \frac{m}{2} \times 0 + \frac{m}{2} v_x \quad \therefore v_x = 2v_0 \cos \theta = v_0$$

因鉛直方向初速為零，另一塊作水平拋射運動，故落地時  $v_y = v_0 \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$

$$\text{落地時間 } t = \frac{v_0 \sin \theta}{g} = \frac{\sqrt{3} v_0}{2g}$$

作水平拋射的另一塊著地點距爆炸點之水平距離

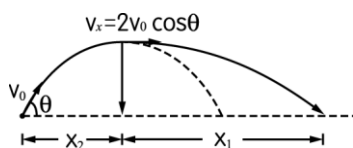
$$x_1 = v_0 t = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g}$$

自由落體的一塊著地點距拋射點之水平距離

$$x_2 = v_0 \cos 60^\circ t = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{4g}$$

水平拋射的另一塊著地點距拋射點之水平距離

$$x = x_1 + x_2 = \frac{3\sqrt{3} v_0^2}{4g}$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840230

難易度：中

2. 作斜向拋射運動之物體，在最高點時之動量量值恰為拋出時之一半，此時突然分裂為質量相等之兩塊，一塊自由鉛直落下，則另一塊落地時之動量量值與原出發時之比為【 】。

答案： $\sqrt{7} : 4$

**解析**：依題意知  $\frac{mv_0 \cos \theta}{mv_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$

最高點爆炸，水平動量守恆：

$$mv_0 \cos \theta = 0 + \frac{1}{2}mv_x \Rightarrow v_x = 2v_0 \cos \theta = v_0$$

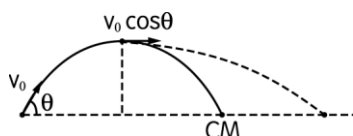
$$\text{落地時鉛直速度 } v_y = gt = g \left( \frac{v_0 \sin \theta}{g} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$$

$$\text{故另一片落地速度 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + \left( \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \right)^2} = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0$$

$$\text{該片落地動量 } p' = \frac{1}{2}mv = \frac{\sqrt{7}}{4}mv_0$$

$$\text{拋射時動量 } p = mv_0$$

$$\therefore p' : p = \sqrt{7} : 4$$



認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840231

難易度：中

3. 作斜拋運動之物體初速度為  $v$ ，在最高點的動量量值恰為出發時的  $\frac{4}{5}$ ，此時突分裂為質量相等的 A、B 兩塊，其中 A 塊自由落下，則：

(1) 此物體斜拋之拋射角為【 】。

(2) A 塊著地時之動量量值為原物出發時動量的幾分之幾？答：【 】。

(3) B 塊分裂後瞬間的動量量值為原物出發時動量的幾分之幾？答：【 】。

答案：(1)  $37^\circ$ ；(2)  $\frac{3}{10}$ ；(3)  $\frac{4}{5}$

**解析**：(1) 最高點爆炸瞬間動量守恆

$$\frac{4}{5}mv = mv \cos \theta = \frac{m}{2}v_x$$

$$\therefore \cos \theta = \frac{4}{5} \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

$$\text{且 } v_x = \frac{8}{5}v$$

(2) A 塊自由落體掉到地面的速度，等於原物在出發點初速  $v$  的鉛直分量  $v \sin \theta$

$$\frac{\frac{m}{2}v \sin \theta}{mv} = \frac{1}{2} \sin \theta = \frac{3}{10}$$

(3) B 塊分裂後瞬時速度為  $v_x = \frac{8}{5}v$ ，

$$\frac{\frac{m}{2}(\frac{8}{5}v)}{mv} = \frac{\frac{4}{5}mv}{mv} = \frac{4}{5}$$

認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：辭修高中

出處：試題集錦

編號：840232

難易度：難

4. 在地面上，將一物體以初速 100 公尺 / 秒、仰角  $37^\circ$  斜向拋出，抵達最高點時分裂成為 A、B 兩塊質量相等的碎片，其中 A 碎片以 25 公尺 / 秒 ( $\downarrow$ ) 之初速散開 ( $g=10$  公尺 / 秒<sup>2</sup>)，求：

(1) 此 A 碎片經【           】秒著地，在此以前質心軌跡與未分裂時之軌跡【           】。(填相同或不同)

(2) A 碎片著地後質心的加速度變為【           】公尺 / 秒<sup>2</sup>，而質心軌跡與 A 碎片未著地前【           】。(填相同或不同)

(3) 經【           】秒質心著地。

(4) 兩者著地後，著地點相距為【           】公尺。

答案：(1) 4；相同；(2) 5；不同；(3) 9；(4) 1440

**解析**：(1) 物體拋出後鉛直最大高度為  $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{100^2 \times 0.6^2}{2 \times 10} = 180$  (公尺)

在鉛直方向 A 碎片以 25 公尺 / 秒 ( $\downarrow$ )，經  $t_1$  秒著地

$$180 = 25t_1 + \frac{1}{2} \times 10 \times t_1^2 \Rightarrow t_1^2 + 5t_1 - 36 = 0 \Rightarrow t_1 = 4 \text{ (秒)}$$

當 A 碎片經 4 秒著地之前，因系統僅受重力，故質心運動仍為分裂前之延續，軌跡不變。

(2) 當 A 碎片著地後， $m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 = (m_1 + m_2) \vec{a}_{CM}$

$$\Rightarrow \vec{a}_{CM} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2}{m_1 + m_2} = \frac{\frac{1}{2}m \times g}{m} = 5 \text{ (公尺 / 秒}^2 \downarrow \text{)，質心軌跡改變了。}$$

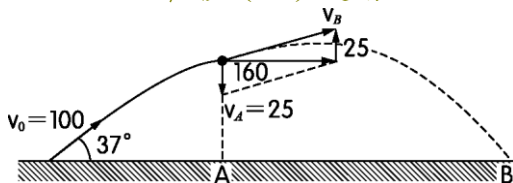
(3) 質心與最後一塊同時著地，最高點爆炸時 B 碎片在鉛直方向速度 25 公尺 / 秒 ( $\uparrow$ )，經  $t_2$  秒著地

$$-180 = 25t_2 - \frac{1}{2} \times 10 \times t_2^2 \Rightarrow t_2 = 9 \text{ (秒) 即 } t_2 = 9 \text{ 秒後，質心著地。}$$

(4) 在最高點分裂時，A 碎片水平動量為零，由水平動量守恆：

$$m \times 100 \cos 37^\circ = \frac{m}{2} v_x \quad \therefore v_x = 160 \text{ (公尺 / 秒)}$$

故 B 碎片以 25 公尺 / 秒 ( $\uparrow$ ) 及 160 公尺 / 秒 ( $\rightarrow$ ) 運動，故 A、B 兩碎片相距  $160 \times 9 = 1440$  (公尺)。



認知向度：分析的能力

主題：動量守恆

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840233

難易度：難

5. 在距地面 200 公尺之高處，以  $37^\circ$  仰角斜拋一物，在飛行途中爆裂成質量比為 1:4 之兩塊，兩碎片的運動軌跡在同一鉛直面上，其中較重的一塊落地時，水平位移為 300 公尺，此時較輕者離地面 600 公尺，且水平位移 400 公尺，則：( $g=10$  公尺 / 秒<sup>2</sup>)

(1) 拋出之初速度為【           】公尺 / 秒。

(2) 較重者落地時與拋出時相隔【           】秒。

答案：(1) 50；(2) 8

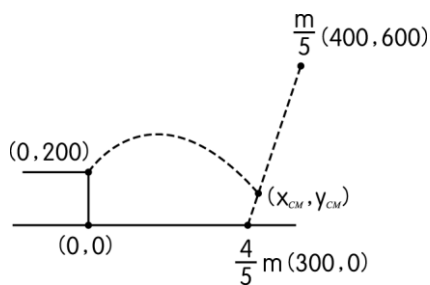
**解析**：設拋出點坐標為  $(0, 200)$ ， $\frac{4}{5}m$  的重片落點為  $(300, 0)$ ， $\frac{m}{5}$  的輕片位置在  $(400, 600)$ ，如圖所示。其質心的

坐標  $(x_{CM}, y_{CM})$

$$x_{CM} = \frac{\frac{4}{5}m \times 300 + \frac{m}{5} \times 400}{m} = 320$$



$$y_{CM} = \frac{\frac{4}{5}m \times 0 + \frac{m}{5} \times 600}{m} = 120$$



設  $\frac{4}{5}m$  落地的時間為  $t$ ，此時質心位置在  $(320, 120)$ ，質心位移為  $(\Delta x, \Delta y)$

$$\Delta x = 320 = v_0 \cos 37^\circ t \dots\dots\dots ①$$

$$\Delta y = 120 - 200 = v_0 \sin 37^\circ t - \frac{1}{2} \times 10 t^2 \dots\dots\dots ②$$

由①、②解得  $t = 8$  (秒) 及  $v_0 = 50$  (公尺 / 秒)

認知向度：分析的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：840234

難易度：難

6. 由地面上一點  $O$  向正東以  $40 \text{ m/s}$ 、仰角  $45^\circ$  之初速發射質量  $M$  之砲彈，在軌跡之最高點時，爆炸成  $A$ 、 $B$  兩破片，且兩者同時著地，若  $A$  之質量為  $\frac{1}{4}M$ ，其著地點  $P$  在  $O$  之東方  $250 \text{ m}$ 、南方  $150 \text{ m}$ ，若以  $O$  點為原點，東方為  $x$  軸，北方為  $y$  軸，則  $B$  之著地點坐標為【           】。（設  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，空氣阻力不計）

答案：(130, 50)

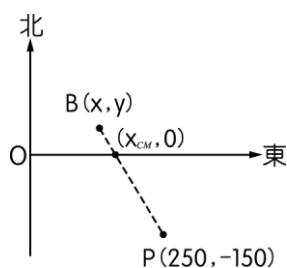
解析：兩片同時著地，質心亦必同時著地，著地點在  $O$  點東方。

$$x_{CM} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{40^2}{10} = 160 \text{ (m)}$$

設  $P$  點  $(250, -150)$ ， $B$  片落地坐標  $(x, y)$

$$x_{CM} = 160 = \frac{\frac{1}{4}M \times 250 + \frac{3}{4}Mx}{M} \quad \therefore x = 130$$

$$y_{CM} = 0 = \frac{\frac{1}{4}M(-150) + \frac{3}{4}My}{M} \quad \therefore y = 50$$



認知向度：應用與推理的能力

主題：質心運動

來源：翰林試題

出處：試題集錦