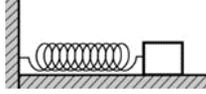


一、單選題：每題 3 分、共 45 分

1. ( ) 如圖所示，在光滑水平面上，有一質量  $1\text{ kg}$  的木塊，連接彈性常數為  $100\text{ N/m}$  的輕彈簧，木塊受彈性力作用作簡諧運動，其振幅為  $1\text{ m}$ 。求：木塊在離開平衡點  $50\text{ cm}$  處時的速度大小為多少  $\text{m/s}$ ？



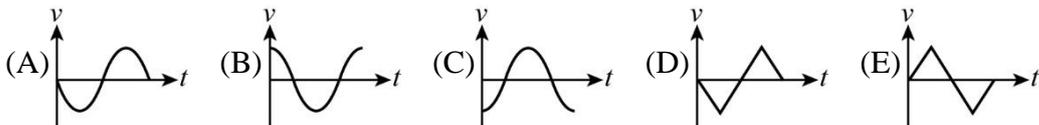
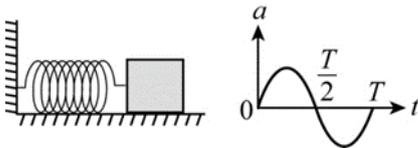
- (A)  $5\sqrt{3}$  (B) 10 (C) 50 (D) 100 (E)  $10\sqrt{3}$

2. ( ) 質量  $\frac{1}{3}\text{ kg}$  之物在沿水平面上作簡諧運動，當  $t = 0\text{ s}$  時距中心為  $1\text{ m}$ ，速率為零，此時受力為  $12\text{ N}$ ，則於任意時間  $t$  時，其速度  $v$  之函數為何？

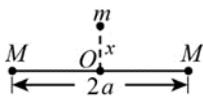
- (A)  $v = 2\pi \cos(2\pi t)$  (B)  $v = 2\pi \sin(2\pi t)$  (C)  $v = 6\sin(6t)$

- (D)  $v = 6\cos(6t)$  (E)  $v = \frac{6}{\pi} \sin(2\pi t)$

3. ( ) 如圖所示，在光滑水平面上，有一木塊連接一輕彈簧。若施力將木塊向左壓縮  $10\text{ cm}$  後靜止釋放，木塊受彈性力作用作簡諧運動，令向右方向為正，某段時間內  $a-t$  圖如圖所示，則木塊作簡諧運動的  $v-t$  圖，在與  $a-t$  圖示相同時間內，下列哪一個最為可能？



4. ( ) 質量皆為  $M$  相距  $2a$  之二固定質點，其連線之中垂線上與中點  $O$  相距  $x$  處有一質量  $m$  的質點，此質點原本靜止，受二  $M$  之引力而開始作週期性運動，若  $x \ll a$ ，則此運動為 SHM。質點  $m$  運動抵達  $O$  點時速率為何？



- (A)  $\frac{x}{a} \sqrt{\frac{GM}{2a}}$  (B)  $\frac{x}{a} \sqrt{\frac{GM}{a}}$  (C)  $\frac{x}{a} \sqrt{\frac{2GM}{a}}$  (D)  $\frac{2x}{a} \sqrt{\frac{GM}{a}}$  (E)  $\frac{4x}{a} \sqrt{\frac{GM}{a}}$

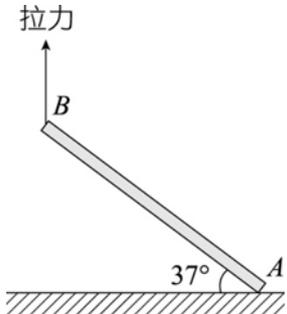
5. ( ) 企業號的科克船長搭乘太空船在地球和月球的連心線間航行，已知地球的質量為月球質量的  $81$  倍，兩者相距  $40$  萬  $\text{km}$ ，當太空船航行至地球與月球連線上的某個位置時，太空船所受的引力恰好為零，試問此位置與月球的距離為幾萬  $\text{km}$ ？

- (A) 4 (B) 16 (C) 20 (D) 24 (E) 36

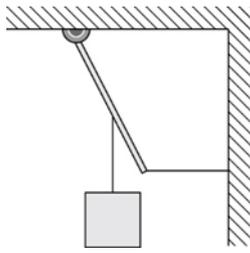
6. ( ) 人類太空計畫中的登陸月球已實現，未來將要挑戰登陸火星，試以下表數據，推算火星表面的重力加速度值約為地球表面的

	質量	星球平均半徑	星球表面重力加速度值
火星	$9M$	$2R$	?
月球	$M$	$R$	地球表面的六分之一

- (A) 二分之一 (B) 三分之二 (C) 四分之一 (D) 六分之五 (E) 八分之三

7. ( ) 甲行星的質量是乙行星的 25 倍，兩衛星分別以半徑為  $R_{\text{甲}}$ 、 $R_{\text{乙}}$  的圓軌道繞行甲、乙兩行星。若  $\frac{R_{\text{甲}}}{R_{\text{乙}}} = 4$ ，則兩衛星分別繞行甲、乙兩行星的週期之比值  $\frac{T_{\text{甲}}}{T_{\text{乙}}}$  為何？  
 (A) 6.25 (B) 2.5 (C) 1.6 (D) 0.4 (E) 0.16
8. ( ) 甲、乙兩顆人造衛星分別以不同半徑繞地球作等速圓周運動，若甲為同步衛星，且其軌道半徑較乙衛星的軌道半徑大，則下列有關甲、乙兩衛星的敘述何者正確？  
 (A) 甲衛星繞地球的速率較大 (B) 甲衛星繞地球的向心加速度量值較大  
 (C) 甲衛星繞行地球的週期和地球的公轉週期相同  
 (D) 甲衛星與地心連線在單位時間內掃過的面積較大 (E) 以上皆非
9. ( ) 下列有關動量的敘述，何者最正確？  
 (A) 動量量值愈大表示物體運動的速度愈快  
 (B) 動量量值愈大表示物體運動的加速度愈快  
 (C) 動量的方向和加速度方向同向  
 (D) 動量的方向和速度方向同向  
 (E) 動量量值大者表示其動能較大
10. ( ) 一小球自地表附近距地表高度  $h$  處自由落下，若不計空氣阻力，則小球在距地表高度  $\frac{h}{2}$  處瞬間的動量量值為落地前瞬間的動量量值的幾倍？  
 (A)  $\frac{1}{2}$  (B)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (C) 1 (D)  $\sqrt{2}$  (E) 因小球質量未知，無法判斷
11. ( ) 在射擊比賽練習場上，質量 0.5 kg 的飛靶在距地面 20 m 高處以 10 m/s 的水平速度飛行，突然被選手以一顆質量 0.3 kg、速度 40 m/s 鉛直向上的子彈擊中。假設擊中後子彈留在飛靶內一起作斜向拋射運動。設  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，試問最後飛靶著地處距命中點之水平距離為多少 m？ (A) 5 (B) 15 (C) 25 (D) 35 (E) 45
12. ( ) 一砲彈自地球表面斜向上發射後，於途中爆裂，不計一切阻力，則爆裂後  
 (A) 質心加速度受爆炸力影響而改變 (B) 質心以等速度運動 (C) 質心動量守恆  
 (D) 所有碎片均未落地前，質心軌跡仍與不爆炸相同 (E) 各碎片必同時落地
13. ( ) 一均勻木棒長  $\ell$ ，一端 A 點靠地（光滑水平面），另一端 B 點鉛直向上拉起，如圖所示，當棒與地面夾角為  $37^\circ$  時，自靜止釋放，當棒最後靜止於地上時，木棒右端 A 點位移量值為  
 拉力  
  
 (A)  $\frac{1}{10}\ell$  (B)  $\frac{2}{5}\ell$  (C)  $\frac{1}{5}\ell$  (D)  $\frac{1}{4}\ell$  (E) 0
14. ( ) 有一質量為 450kg、長度為 5m 之頭尾對稱且密度均勻的船隻靜止於水面，當質量為 50kg 的人由船尾走到船頭，則此時間內船身水平移動多少 m？  
 (A) 2 (B) 1.5 (C) 1.0 (D) 0.5 (E) 0

15. ( ) 如圖所示，重量可忽略的木棒，其上端以樞紐固定，下端與水平細線連結，在木棒的中點懸一重量為  $W$  的物體，木棒與鉛直線的夾角為  $37^\circ$ ，則水平細線的張力量值為

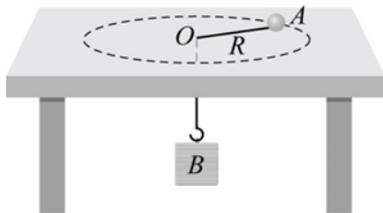


- (A)  $\frac{3W}{4}$  (B)  $\frac{4W}{3}$  (C)  $\frac{3W}{8}$  (D)  $\frac{8W}{3}$  (E)  $\frac{2W}{3}$

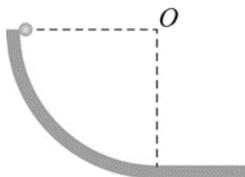
二、多選題：每題 4 分、共 40 分

1. ( ) 下列關於 SHM 的敘述，哪些正確？ (應選 3 項)
- (A) 在平衡點速度最大，加速度為零  
 (B) 在兩端點加速度最大，速度為零  
 (C) 加速度方向恆指向平衡點 (D) 為一等加速運動  
 (E) 速率與位移量 (相對於平衡點) 成正比
2. ( ) 有關地球「重力加速度  $g$ 」的敘述，下列哪些正確？ (應選 3 項)
- (A) 方向恆指向地心 (B)  $g$  值不會隨地點而變  
 (C) 北極處的  $g$  值小於赤道處的  $g$  值 (D) 質量為  $m$  的物體所受的重力為  $mg$   
 (E) 一般所謂  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  僅適用於地表附近
3. ( ) 下列有關「動量」與「衝量」的敘述，哪些正確？ (應選 2 項)
- (A) 物體所受之衝量為物體動量的時變率  
 (B) 物體動量的時變率等於物體所受之外力  
 (C) 物體所受的衝量方向與物體的加速度方向相同  
 (D) 物體的動量變化方向與物體的速度方向相同  
 (E) 施力體所受之衝量與受力體所受之衝量相等
4. ( ) 質量不同的兩物體以輕彈簧相連接，如圖所示，今將彈簧壓縮後，同時由靜止釋放彈開，使兩物各自彈出，則兩物的 (應選 3 項)
- 
- (A) 加速度量值相等 (B) 速度量值相等 (C) 動量變化量值相等  
 (D) 受衝量量值相等 (E) 受力時間相等
5. ( ) 一個質量為  $8.0\text{kg}$  的物體在距地面高度  $30\text{m}$  處由靜止發生爆炸，爆炸瞬間分裂為兩碎片，且同時沿鉛直方向飛離。在爆炸後  $2.0\text{s}$  時，其中一碎片恰落地，而另一碎片尚離地面  $16\text{m}$  高。若空氣阻力與物體因爆炸而損失的質量均可不計，下列選項哪些正確？ (取重力加速度量值為  $10\text{m/s}^2$ ) (應選 2 項)
- (A) 爆炸後先落地的碎片之質量為  $5\text{kg}$   
 (B) 爆炸後先落地的碎片之質量為  $4\text{kg}$   
 (C) 爆炸後先落地的碎片之質量為  $3\text{kg}$   
 (D) 先落地碎片對於後落地碎片的質量比為  $8:15$   
 (E) 先落地碎片對於後落地碎片的質量比為  $3:5$

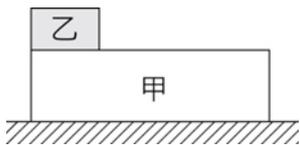
6. ( ) 下列有關質心運動的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 系統質心的動量恆等於系統的總動量  
 (B) 兩質點距其質心的距離與其質量成正比  
 (C) 質點彼此之間作用力的合力，會影響系統之質心速度  
 (D) 原為靜止的物體，若爆破過程所受外力為零，則此過程系統的質心仍靜止  
 (E) 系統在某方向所受之外力和為零時，不論其他方向是否為零，此方向的總動量守恆
7. ( ) 如圖所示，光滑水平桌面有一小孔，一繩穿過此孔，桌面上的一端繫有質量  $5\text{ kg}$  的物體  $A$ ，作半徑  $R=2\text{ m}$ 、速率  $v=10\text{ m/s}$  的等速圓周運動，此時桌面下一端繫有重物  $B$ ，恰可平衡。後來桌下繩的一端改用手握住緩慢向下拉  $1\text{ m}$ ，使其作新的等速圓周運動。已知重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



- (A) 在原來的狀況中，重物  $B$  的質量恰為  $40\text{ kg}$  才能維持平衡  
 (B) 用手拉動前後，物體  $A$  的角動量維持不變  
 (C) 用手拉動後，物體  $A$  的速率變為  $5\text{ m/s}$   
 (D) 用手拉動後，物體  $A$  的角速度變為  $20\text{ rad/s}$   
 (E) 用手拉動後，物體  $A$  的繞轉週期變為原來的 4 倍
8. ( ) 如圖，有一光滑圓弧軌道，一小鋼珠由頂部靜止下滑至底部的過程中，小鋼珠對圓心  $O$  的物理量量值哪些將逐漸變大？（應選 3 項）



- (A) 速率 (B) 角速度 (C) 角動量 (D) 重力的力臂 (E) 重力所造成的力矩
9. ( ) 當行星繞行太陽作橢圓軌道運動時，若以太陽為參考點，行星的角動量會守恆，其理由為下列哪些？（應選 2 項）
- (A) 行星所受的合力為零 (B) 行星所受的合力矩為零  
 (C) 行星作等速率運動 (D) 行星作變速率運動 (E) 行星所受的合力指向太陽
10. ( ) 如圖所示，質量為  $4m$  的甲木塊靜止在光滑水平地面上，而質量為  $m$  的乙木塊在甲木塊上開始以水平初速  $v$  向右滑。假設甲木塊長度夠長，乙不會從甲上頭滑下來。甲、乙兩塊之間的動摩擦係數為  $0.5$ ，靜摩擦係數為  $0.6$ ，則下列哪些正確？（應選 3 項）



- (A) 甲、乙相對滑動時，甲受一動摩擦力方向向右  
 (B) 當甲、乙木塊速度相等時，此刻兩者速度均為  $\frac{1}{4}v$  向右  
 (C) 當甲、乙木塊達成相等速度時甲木塊在地面上的滑動時間已經歷  $\frac{8v}{5g}$   
 (D) 當甲、乙木塊速度相等時，乙所走的位移大於甲的位移  
 (E) 當甲、乙木塊速度相等後，乙受到一靜摩擦力方向向右

一、單選題：每題 3 分、共 45 分

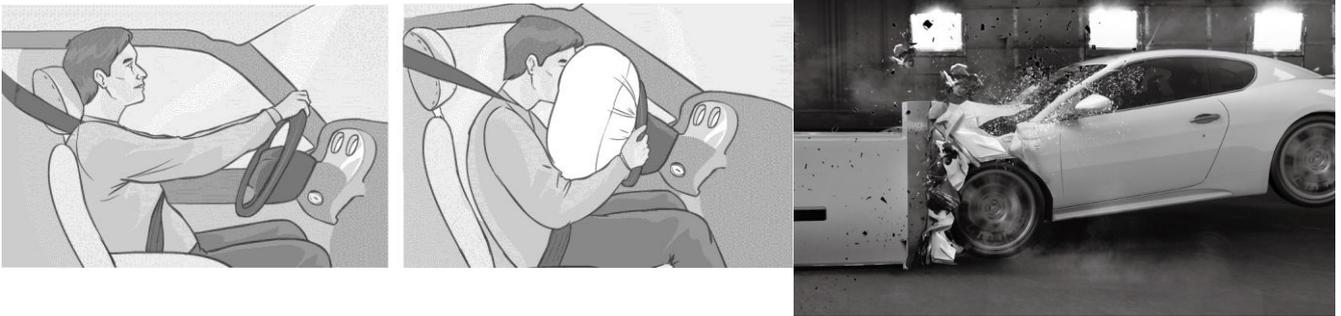
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	

二、多重選擇題：每題 4 分、共 40 分

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10						

三、計算題：共 35 分

1. 俗稱氣囊 (Air bag) 的英文正式名稱為 Supplementary Restraint System，縮寫為 SRS，指安裝在汽車上的充氣軟囊，使用在車輛發生撞擊事故的瞬間彈出，藉以達到緩衝的作用，保護駕駛和乘客的安全。但在臺灣將之譯為「安全」氣囊，事實上有誤導大眾之嫌，應譯為「輔助」氣囊較為適宜。因為氣囊是一種輔助型的防護系統，需與安全帶同時使用才能發揮功效。根據美國國家公路交通安全管理局 (NHTSA) 研究，正確使用氣囊時，可使駕駛者死亡率降低 14%。



以物理觀點而言，發生車禍時，車內乘客由於具有慣性，仍會依原來的車速往前移動，撞到前方的方向盤和玻璃後，就會造成極大的傷害。根據物理原理，我們只要想办法延長將乘客速度減速至零的碰撞時間，就可以降低傷害。

如圖所示，某汽車公司研發部門為測試新研發成功的氣囊之效果，以測試用假人，將汽車以 54 km/h 的速度正面撞上堅固的水泥鋼筋牆壁，測量發現，裝有氣囊並繫上安全帶時，質量為 30 kg 的假人上半身，自接觸開始，身體可在前進 50 cm 後完全停住。若沒有氣囊且未繫上安全帶直接撞到方向盤時，自接觸開始，假人身體可在前進 15 cm 後完全停住。

設重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，依據上文，試回答下列問題：

(1) 裝有氣囊並繫上安全帶時，作用在假人上半身的平均力量值約多少 kgw ? (3 分)

(2) 未裝氣囊且未繫上安全帶時，作用在假人上半身的平均力量值約多少 kgw ? (3 分)

2. 「2009年2月11日臺灣時間凌晨0時55分，美國一枚商用通訊人造衛星與俄羅斯一枚已報廢的軍用通訊人造衛星，在俄羅斯西伯利亞上空約780 km處相撞，而撞擊產生的大量碎片已散落到太空中，可能會影響在同一軌道的其他衛星，這是太空中首度發生軌道上人造衛星相撞事件。」阿花在閱讀完這則新聞報導後想要了解人造衛星為何會相撞，於是在網站查詢到衛星的即時運行狀況，也了解到人造衛星軌道有可能是橢圓形，例如：人造衛星S1繞地球運行時與地表的最近距離為 $9R_E$ （其中 $R_E$ 為地球半徑）而與地表的最遠距離為 $29R_E$ ，另一顆人造衛星S2繞地球運行時與地表的最近距離為 $R_E$ 而與地表的最遠距離為 $7R_E$ 。請根據以上敘述回答(1)~(2)題：

(1) 這兩顆人造衛星的公轉週期比值 $\frac{T_1}{T_2}$ 為何？(4分)

(2) 人造衛星S2在近地點的運行速率 $v_{2p}$ ，與其在遠地點的運行速率 $v_{2a}$ ，比值 $\frac{v_{2p}}{v_{2a}}$ 為何？(4分)

3. 假設地球繞日軌道為圓形，且公轉半徑為 $R$ ，地球半徑為 $r$ ，地表重力加速度量值為 $g$ ，繞日公轉速率為 $v$ ，則太陽與地球質量比為何？(4分)

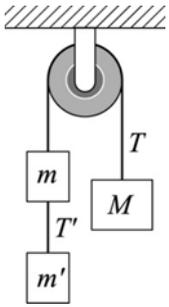
4. 質量  $2\text{kg}$  的甲球速度為  $11\text{m/s}$  向右，質量  $3\text{kg}$  的乙球速度為  $4\text{m/s}$  向左，則  
(1) 質心速度為何？ (3 分)

(2) 質心動量為多少  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ ？ (3 分)

5. 質量為  $m$  的甲球與質量為  $4m$  的乙球分別固定在一長為  $d$  的細桿兩端，並繞其質心以角速度  $\omega$  旋轉，轉軸與細桿垂直，旋轉時細桿長度不變；設細桿極輕，其質量可以忽略不計，且兩球的直徑與桿長相比極小，也可以忽略不計。則相對於質心，此轉動系統的總角動量之量值為何？(4 分)

(背面尚有試題)

6. 如圖所示，三木塊的質量  $M = 6\text{kg}$ ， $m = 3\text{kg}$ ， $m' = 1\text{kg}$ 。若繩的質量與一切阻力均不計時，則：



(1) 質心之加速度量值為多少  $\text{m/s}^2$ 。(  $g = 10\text{m/s}^2$  ) (4 分)

(2) 若系統原先靜止， $t$  秒內質心之位移量值為多少  $\text{m}$ ? (3 分)