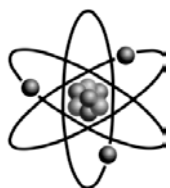


第三章 物體的運動

3-1 物質由原子組成



(一) 位置與位移

A、質點：

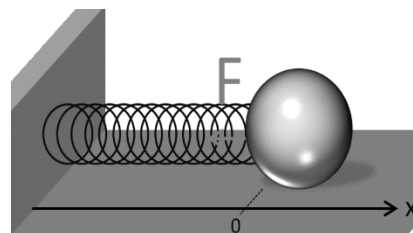
- (1) 物理上我們所討論的物體對於至整個空間而，可以忽略其大小及形狀，而僅將物體視為一個具有質點的點，稱為質點。
- (2) 我們僅討論物體位置的變化，而忽略其細部的運動時，可以將物體視為一個質點。
- (3) 質點的運動方式包含：移動、轉動、振動。



移動



轉動



振動

範例

1. 質點是一種理想化的物理模型，物體有時可以看成是質點。有關質點的應用，下列何者正確？
 (A) 研究原子的內部結構時，原子可以看成是質點 (B) 觀看體操運動員的表演時，運動員可以看成是質點 (C) 研究地球的自轉時，地球可以看成是質點 (D) 研究飛船的運行軌道時，飛船可以看成是質點。

範例

2. 2016年奧運比賽在巴西的里約熱內盧舉行。下列那項比賽項目可以將運動員視為質點？
 (A) 水上芭蕾 (B) 男子吊環 (C) 女子高低槓 (D) 400公尺接力 (E) 馬術。

B、參考點：

- (1) 描述質點的位置前，需先選定觀測的基準點，即為參考點。
- (2) 參考點也稱為原點，為描述質點的位置時的參考座標。
- (3) 參考點可以依需要選定，但是一個系統內各質點的運動中，應以固定的參考點才有比較的依據。

範例

3. 影集中，一架海上救援直升機正在執行救援人物，直升機停留在救難現場的上空，救生員抱著傷者正在緩緩拉上飛機，若以救生員為參考座標，則下列何者處於靜止狀態？

- (A)地面上等待救援的傷者 (B)直升機駕駛員
(C)直升機上的護理人員 (D)地面上的救難人員
(E)救生員抱著的傷者。



範例

4. 在平直的公路上行駛的遊覽車內，婷婷以自己為參考點向四周觀察，此時她不可能見到下列何種現象？

- (A)車內的乘客向前走 (B)路邊的房屋向後退 (C)旁邊車道的汽車車輪向前進，車身向後退 (D)路旁的行道樹始終保持靜止 (E)後面的汽車始終和自己等距離。

C、位置：

- (1)為向量，表示在某一時刻質點相對於參考點的方向及距離。
(2)單位：公尺 (SI 制)

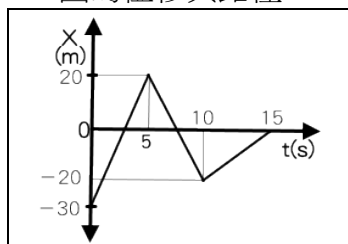
D、位移(Δx)：

- (1)為質點在空間中運動時位置的變化量，需考慮量值及方向。
(2)和質點運動的起點及終點位置有關，與運動過程所經路徑無關。
(3)單位：公尺 (SI 制)
(4)關係式：位移 = 末位置 - 初位置 = 位置變化量 ($\Delta x = x_2 - x_1$)

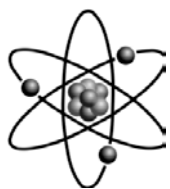
E、路徑長(Δl)：

- (1)質點運動過程中所經的總長度，稱為路徑長。
(2)不具方向性，屬於純量。
(3)單位：公尺 (SI 制)

F、X-t 圖的位移與路徑



- (1)0~5秒位移 = _____ m，路徑長 = _____ m。
(2)0~10秒位移 = _____ m，路徑長 = _____ m。
(3)5~15秒位移 = _____ m，路徑長 = _____ m。
(4)0~15秒位移 = _____ m，路徑長 = _____ m。



(二) 速度與速率

A、速度：

(1) 質點在單位時間內移動的位移，稱為速度。

$$(2) \text{平均速度} = \frac{\text{位移}}{\text{時間}} \quad v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

(3) 單位：公尺／秒 (SI 制)

(4) 性質討論：

甲、平均速度的方向即為位移的方向。

乙、質點在極短時間內的平均速度，稱為瞬時速度。

丙、瞬時速度可以表示質點在運動過程中的快慢變化。

丁、瞬時速度的方向即為質點運動軌跡的切線方向。

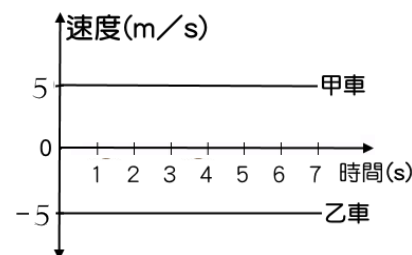
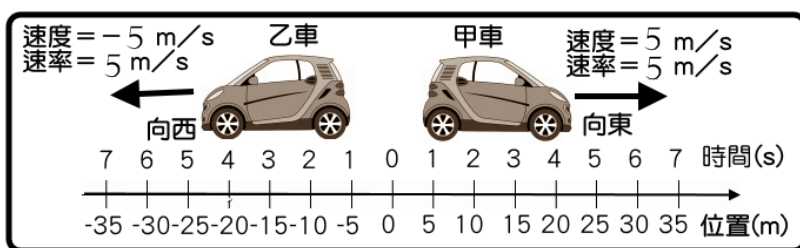
戊、不同的質點運動快慢相同，但是運動的方向不同，即視為速度不同。

B、平均速率(v_s)：

(1) 質點在單位時間內運動的快慢，稱為速率，只和所經長度有關，和運動方向無關。

$$(2) \text{關係式：平均速率} = \frac{\text{路徑長}}{\text{時間}} \quad (v_s = \frac{\Delta l}{\Delta t})$$

(3) 質點在極短時間內的平均速率，即為瞬時速率。



(4) 性質討論：

甲、質點在任何的運動狀況下，瞬時速度的量值即為瞬時速率。

乙、由於位移_____路徑長，因此平均速度_____平均速率。

C、等速度運動

(1) 質點的運動過程，若方向及快慢始終維持不變，則稱為等速度運動。

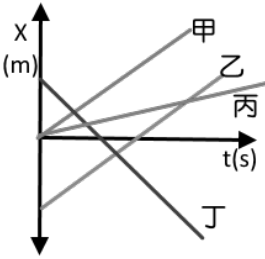
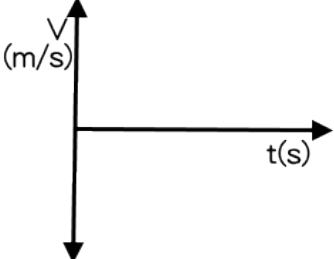
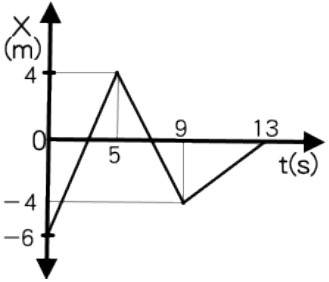
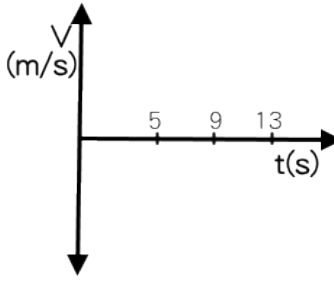
(2) 等速度運動因為方向始終維持不變，因此必為直線運動。

(3) 等速度運動因為快慢始終維持不變，因此必為等速率運動。

(4) 等速度運動的質點其平均速度、瞬時速度、瞬時速率、平均速率量值皆相等。



(5)等速度運動的 $x-t$ 圖：

$x-t$ 圖	$v-t$ 圖	說明
		
		

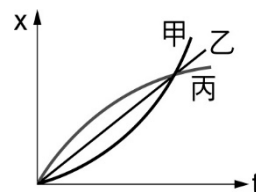
D、等速率運動

- (1)質點的運動過程，若只有快慢維持不變時，則為等速率運動。
- (2)等速率運動的質點，若運動方向改變了，則不是等速度運動。
- (3)等速率運動的質點，平均速率 = 瞬時速率 = 瞬時速度的量值，但是平均速度不一定相等(∵方向不一定固定)。
- (4)等速率運動的質點不要求運動方向維持一定，因此運動軌跡可能為直線或曲線。

範例

 5. (模考) 作直線運動的物體甲、乙、丙，其 x (位置)– t (時間)圖如右圖，則(應選兩項)

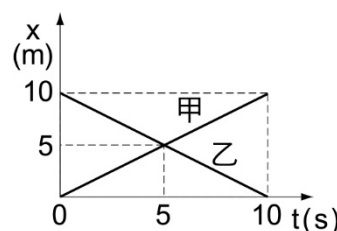
- (A)甲的初速率最大
- (B)乙作等速運動
- (C)丙是沿正向運動但逐漸增快
- (D)甲的加速度與速度的方向相反
- (E)丙的加速度與速度方向相反。



範例

 6. 甲、乙兩車在直線上運動，其位置(x)時間(t)關係圖如右圖，下列敘述何者正確？(應選三項)

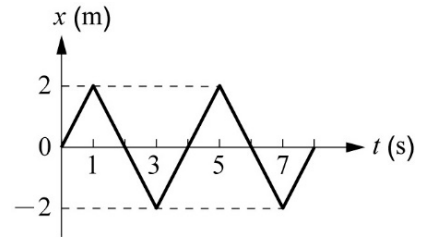
- (A)兩車在 10 秒內的位移相等，速度相等
- (B)兩車在 10 秒內的路徑長相等，速率相等
- (C)兩車都是等速度運動，且運動方向相反
- (D)兩車在第 5 秒時相遇，且速率相等
- (E)兩車皆為等速度運動，所以距離維持固定。



範例

7. 質點沿 x 軸運動，其位置坐標 x 對時間 t 的關係如右圖。下列敘述何者正確？

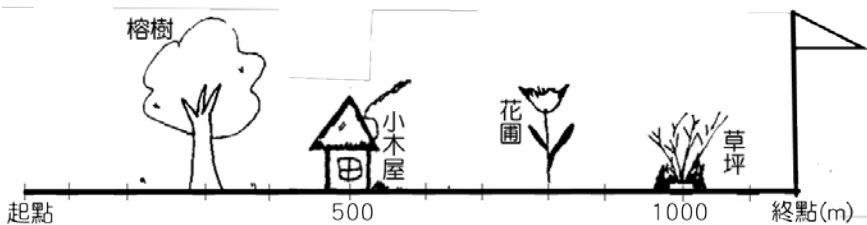
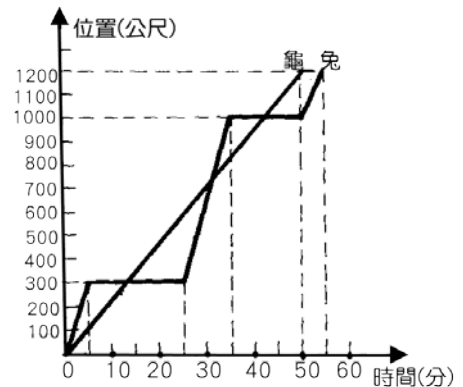
- (A) 質點在第 2 秒及第 4 秒時，運動方向改變
- (B) 0~8 秒間運動方向共改變了 3 次
- (C) 1~3 秒內和 3~5 秒內的路徑長相同
- (D) 1~5 秒間，質點做等速度運動
- (E) 1~3 秒內和 3~5 秒內的速度相等。

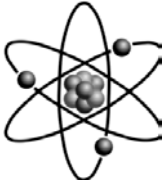


範例

8. 新龜兔賽跑，若龜和兔一起沿著南北方向直線道路向北慢跑，其位置時間圖如右圖，請回答下列問題：

- (1) 龜比兔_____到達終點(填：先、後)，龜共費了_____分鐘；當第一位到達時，第二位尚距離終點_____公尺。
- (2) 比賽過程中，龜兔共相遇_____次，分別在_____相遇(填距離)。
- (3) 兔在比賽時共休息_____次，龜共休息_____次。
- (4) 在第 30 分鐘時，龜在兔的 _____方 _____公尺處。
- (5) 兔共停留了_____分鐘，龜共停留了_____分鐘。
- (6) 第 35 分時兔在龜的 _____方 _____公尺處。





(三) 加速度

A、意義：質點在單位時間內的速度變化稱為加速度。

B、關係式： 加速度 = $\frac{\text{速度變化}}{\text{時間}}$ ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$)

C、單位：公尺／秒² (SI 制)

D、性質討論：

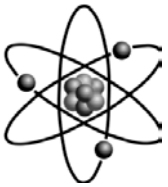
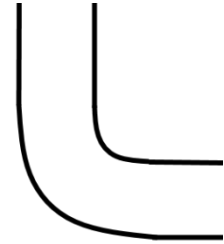
(1) 質點在極短時間內的速度變化，稱為瞬時加速度。

(2) 當速度與加速度的方向相同時，質點運動的速率會增加，因此運動得愈來愈快。

(3) 當速度與加速度的方向相反時，質點運動的速率會減小，因此運動得愈來愈慢。

(4) 當速度與加速度的方向垂直時，質點運動的速率不變，但運動方向改變，此時的加速度稱為法線加速度，或向心加速度。

(5) 加速度的方向只與速度變化方向相同，但是與瞬時速度的方向不一定相同。



(四) 等加速度運動

A、當質點運動的加速度維持定值時，稱為等加速度運動。

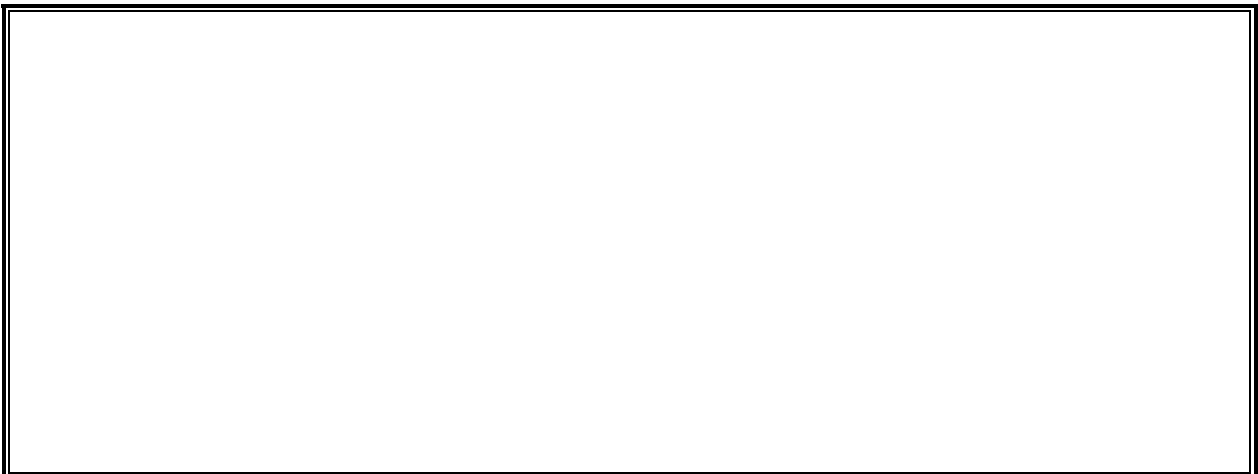
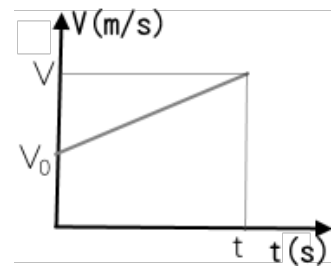
B、關係式：

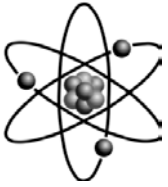
甲、 $v = v_0 + at$

乙、 $x = \frac{v_0 + v}{2} t$

丙、 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

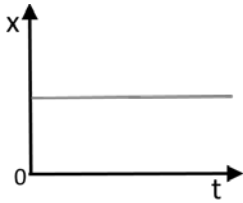
丁、 $v^2 = v_0^2 + 2ax$



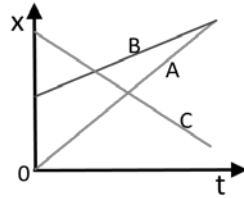


(五)運動的圖形關係

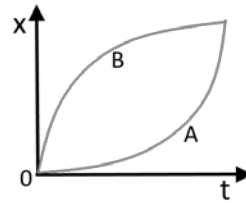
G、x-t 圖



靜止

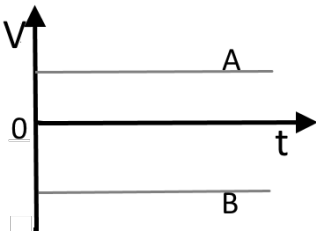


等速度運動

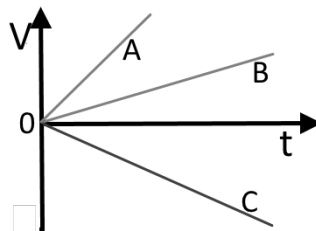


等加速度運動

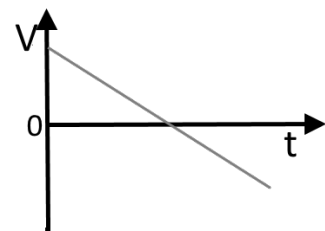
H、v-t 圖



等速度運動

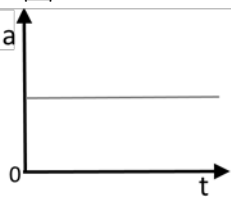


等加速度運動

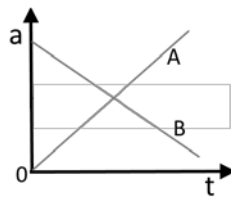


等加速度運動

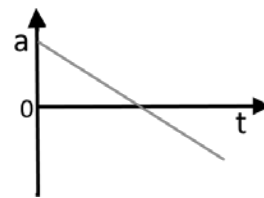
I、a-t 圖



等加速度運動



變加速度運動



變加速度運動

J、圖形關係

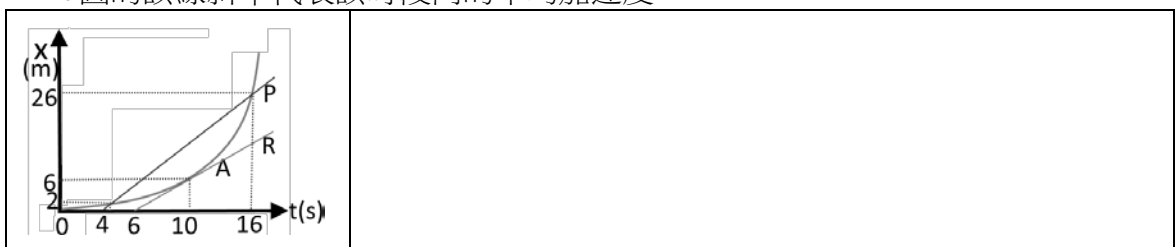
(1) $x-t$ 圖 $\left[\begin{array}{c} \text{斜率} \\ \text{面積} \end{array} \right] v-t$ 圖 $\left[\begin{array}{c} \text{斜率} \\ \text{面積} \end{array} \right] a-t$

(2) $x-t$ 圖的切線斜率代表該位置時的瞬時速度；

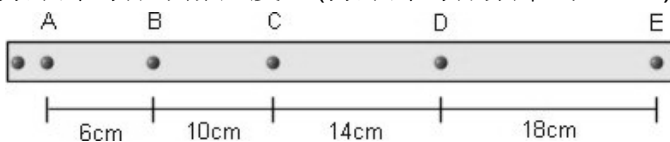
$x-t$ 圖的該線斜率代表該時段內的平均速度。

(3) $v-t$ 圖的切線斜率代表該位置時的瞬時加速度；

$v-t$ 圖的該線斜率代表該時段內的平均加速度。



K、打點計時器求加速度：(打點計時器頻率為 20Hz)



範例

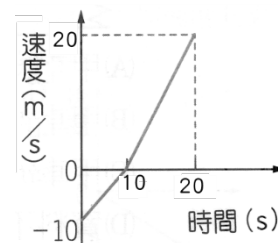
9. (93 學測改編) 婷婷投擲溜溜球(Yo-Yo 球)。溜溜球以每秒 40 cm/s 的速率擲出，已知擲出至最低下降 50 cm 後，又以相同速率、相反方向回到她的手中(假設婷婷手的位置未變)，共經過 5 秒鐘。則溜溜球自離開婷婷手中到再回到她手中的平均速度(X)、平均速率(Y)及平均加速度(Z)，試問下列哪一選項的數字可表示(X, Y, Z)？
 (A)(0, 15, 12) (B)(0, 20, 16) (C)(20, 20, 12)
 (D)(20, 20, 16) (E)(0, 20, 20)。

範例

10. 蒼蒼以球桿撞擊白球經過兩顆星(撞擊球桌兩次)之後，碰撞到黑球。其行經的路徑如右圖，若蒼蒼擊出白球至白球撞擊黑球的過程，費時 5 秒，則白球運動的平均速度(X)、平均速率(Y)，則(X, Y) = ?
 (假設白球，黑球的體積可以忽略不計)
 (A)(20, 40) (B)(20, 20) (C)(25, 40)
 (D)(25, 50) (E)(50, 50)。

範例

11. 【題組】琳琳在南北向直線上運動(向南為正)，其運動速度與時間關係如圖，則：
 (1) $0 \sim 20$ 秒間，琳琳平均速度大小和平均速率大小分別為多少？
 (A) 平均速度量值為 2.5 m/s ；平均速率為 7.5 m/s
 (B) 平均速度量值為 5 m/s ；平均速率為 10 m/s
 (C) 平均速度量值為 5 m/s ；平均速率為 7.5 m/s
 (D) 平均速度量值為 2.5 m/s ；平均速率為 10 m/s
 (E) 平均速度量值為 5 m/s ；平均速率為 12.5 m/s 。
 (2) 承上題，琳琳在 20 秒內的加速度為若干？
 (A) 1.5 m/s^2 ，向北 (B) 1.5 m/s^2 ，向南
 (C) 3.0 m/s^2 ，向南 (D) 3.0 m/s^2 ，向北 (E) 2.5 m/s^2 ，向南



範例

12. (84 甄試) 如右圖，小明手持米尺，使米尺下端零點位於小華拇指與食指之間。小華一看到小明鬆手，就立即抓握米尺，結果米尺落下 20 公分。若重力加速度為 10 米/秒^2 ，則小華的反應時間約為多少秒？
(A)0.02 (B)0.2 (C)2 (D)20。

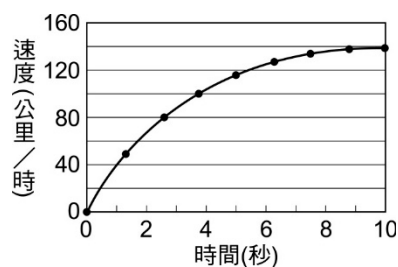


範例

13. (98 學測) 汽車後煞車燈的光源，若採用發光二極體(LED)，則通電後亮起的時間，會比採用燈絲的白熾車燈大約快 0.5 秒，故有助於後車駕駛提前作出反應。假設後車以 50 km/hr 的車速等速前進，則在 0.5 秒的時間內，後車前行距離約為多少公尺？
(A)3 (B)7 (C)12 (D)25。

範例

14. (92 學測) 跑車自靜止開始沿直線運動，最初 10 秒內的速度與時間的關係如右圖。在這段時間內，下列有關此跑車的敘述，何者正確？
(A)跑車以等加速度運動
(B)跑車的加速度愈來愈小
(C)跑車的最大速度為 160 公里/時
(D)跑車的平均加速度為 14 公里/時^2 。



範例

15. 右圖是機車駕照考試的 S 形路線圖，小明以每秒 1 公尺的速率穩定通過 S 形，則關於整個行進過程的敘述，下列何者正確？
(A)速度不變，加速度不變 (B)速度改變，加速度不變
(C)速度不變，加速度改變 (D)速度改變，加速度改變。

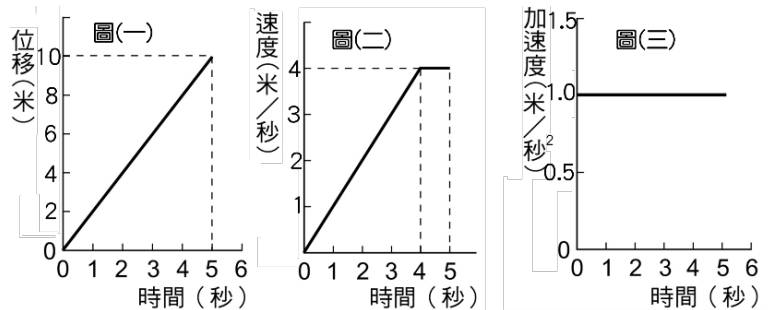


範例

16. 【題組】三個靜止的物體在同一位置同時開始運動，其運動分別以下列三圖描述：圖(一)為甲的位移與經歷時間關係，圖(二)為乙速度與經歷時間的關係，圖(三)為丙的加速度與所經歷時間的關係。

(1)第3秒末瞬間，三者速度大小關係為何？

- (A)甲 < 乙 < 丙
- (B)甲 < 乙 = 丙
- (C)丙 < 甲 < 乙
- (D)甲 < 丙 < 乙
- (E)乙 < 甲 < 丙。



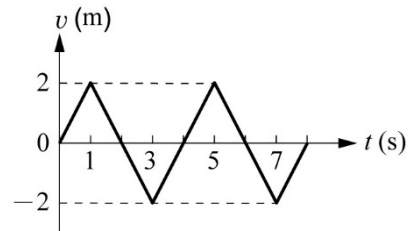
(2)承上題，第5秒末瞬間的
加速度量值比較何者正確？

- (A)甲 = 乙 < 丙
- (B)甲 < 乙 = 丙
- (C)丙 < 甲 < 乙
- (D)甲 < 丙 < 乙
- (E)乙 < 甲 < 丙

範例

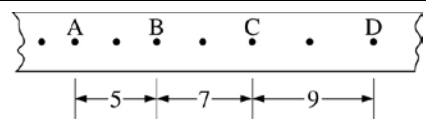
17. 質點沿 x 軸運動，其速度 v 對時間 t 的關係如右圖。下列敘述何者正確？

- (A)質點在第 1 秒及第 3 秒時，運動方向改變
- (B)質點在第 2 秒及第 4 秒時，位置相同
- (C)質點 4 秒內共移動了 4 公尺距離
- (D)0~8 秒間運動方向共改變了 4 次
- (E)質點在 0~2 秒的位移與 2~4 秒的位移相等



範例

18. 滑車實驗利用打點計時器，打點紙帶如右圖，已知振動器頻率 20 次/秒，點間距離單位用公分，在 A 點時的速度大小為何？

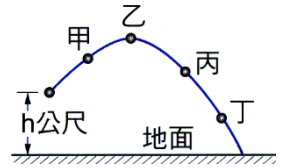


- (A)20 cm/s
- (B)40 cm/s
- (C)2 m/s
- (D)4 m/s
- (E)6m/s。



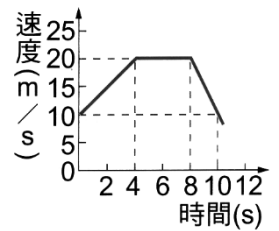
基礎題

1. 萱萱自鉛直高度 h 公尺的位置斜向拋出一顆小球，小球被拋出後的運動軌跡如右圖。若不計空氣阻力，則小球在甲、乙、丙、丁四個位置時，所受重力加速度的大小和方向，下列敘述何者正確？
 (A) 量值相同但方向不同 (B) 量值不同但方向相同
 (C) 量值和方向均相同 (D) 量值和方向均不同。



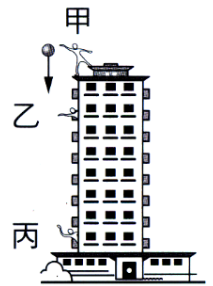
2. 承上題，小球運動至圖中丙位置時，小球運動的速度和加速度的方向，下列何者正確？
 (A) 速度方向與加速度方向相同 (B) 速度方向與加速度方向不同
 (C) 速度方向與加速度方向互相垂直 (D) 速度方向與加速度方向相反。

3. 右圖為一輛汽車在筆直公路上行駛之 $v-t$ 圖。關於汽車在 $0\sim 8s$ 內的平均加速度為多少 m/s^2 ？
 (A) 5.0 (B) 2.5 (C) 2.0 (D) 1.25。

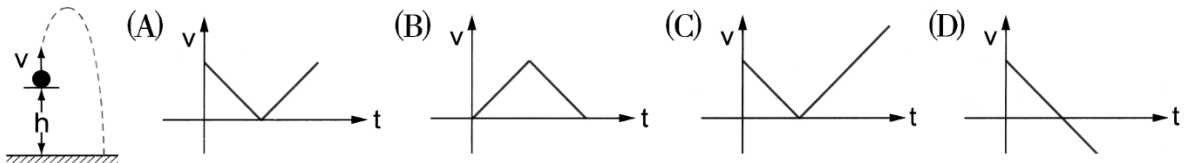


4. (96 基測) 車從靜止狀態起動，在平坦的公路上直線行駛 100m，共花了 10s。下列推論何者最適當？
 (A) 起動後第 10s 末，該車的瞬時速度大小為 $10m/s$ (B) 起動後第 10s 末，該車的瞬時加速度大小為 $1m/s^2$
 (C) 起動後最初 10s 期間，車子的平均速度大小為 $10m/s$ (D) 起動後最初 10s 期間，車子的平均加速度大小為 $1m/s^2$ 。

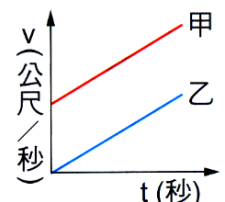
5. 如右圖，吟吟在大樓頂樓靜止釋放質量為 100g 的小球，1s 之後小球經過某乙所在的陽臺，而再經 2s 後小球經過某丙所在的陽臺，總共耗時 5s 著地，若不考慮空氣浮力與阻力，則下列敘述何者正確？
 (重力加速度 $g = 10m/s^2$)
 (A) 小球經過某丙所在陽臺時速度大小為 $20m/s$ (B) 某乙與某丙的陽臺相距 40m
 (C) 小球從靜止釋放至落地的平均速度大小為 $30m/s$ (D) 此大樓高度約為 500m。



6. 蓉蓉將一顆小球從高度 h 的位置垂直向上拋射，如下圖。若以向上為正，當小球由拋出至著地的運動過程中，其速度與時間($v-t$)的關係圖，下列何者正確？



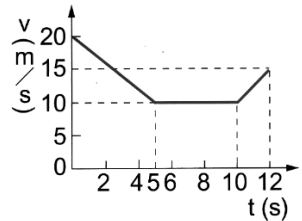
7. 右圖為甲、乙兩車速度對時間的關係圖(即 $v-t$ 圖)，圖中兩直線斜向平行，下列敘述哪一項錯誤？
 (A) 甲、乙兩車皆為等加速度運動 (B) 甲車加速度比乙車大 (C) 甲車初速度比乙車大
 (D) 相同的時間間隔內，甲車所走距離比乙車大。



8. 蓉蓉騎腳踏車沿一筆直的公路向東前進，5秒內她的位置和時間之關係記錄如右表。若維持一定的速度，則第14秒時，蓉蓉距離出發點多少公尺？
(A)42 (B)56 (C)70 (D)84。

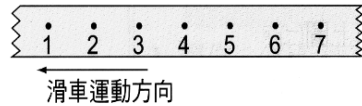
時間(s)	0	1	2	3	4	5
位置(m)	0	4	8	12	16	20

9. 右圖為一輛汽車在直線道路上運動的速度與時間(v-t)關係圖，在0~10s期間，汽車的平均速度大小多少m/s？
(A)7.5 (B)10.0 (C)12.5 (D)15.0。



10. 一艘小船沿著河川航行，順流而下時，平均速率為12km/hr，若沿原路程逆流而上時，平均速率為4km/hr，則小輪船沿著此河往返一趟的平均速率為多少km/hr？
(A)4 (B)6 (C)8 (D)12。

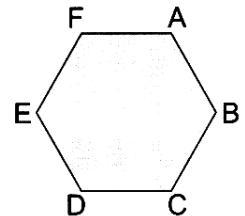
11. 欣欣以頻率10Hz乙的打點計時器對滑車的運動過程做紀錄，部分紀錄如右圖與右表。根據表中資料，滑車的平均速度大小為多少cm/s？(頻率1Hz=1次/秒)



打點順序	1	2	3	4	5	6	7
位置(公分)	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6

- 程做紀錄，部分紀錄如右圖與右表。根據表中資料，滑車的平均速度大小為多少cm/s？(頻率1Hz=1次/秒)
(A)0.6 (B)1.2 (C)6 (D)12。

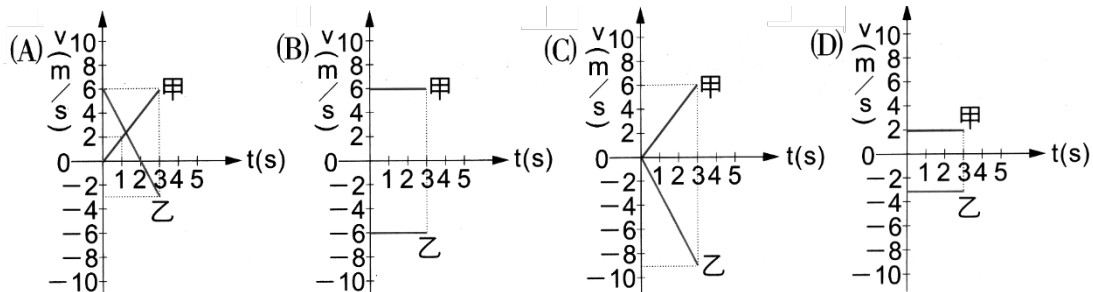
12. 有一正六邊形的花園，每一邊長50m，如右圖。今蘋蘋由A點沿順時鐘方向走到C點，龍龍由A點沿逆時鐘方向走到C點，下列敘述何者正確？



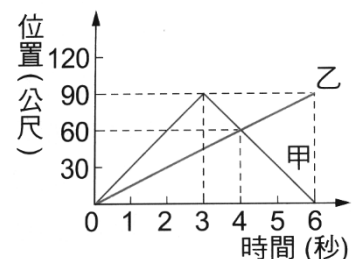
- (A)兩人的位移與路程均相等 (B)兩人的位移與路程均不相等 (C)兩人的位移相等，但路程不相等 (D)兩人的位移不相等，但路程相等。

13. 在直線上運動的甲、乙兩物體，其位置對時間的關係如右表，則在0s至3s期間，下列何者可能是兩物體的速度(v)對時間(t)的關係圖？

時間(s)	0	1	2	3	4	5
甲位置(m)	0	2	4	6	8	10
乙位置(m)	6	3	0	-3	-6	-9



14. 右圖為甲、乙兩車沿東西向直線道路行駛的位置與時間關係圖，若以東方為正，則下列敘述何者錯誤？



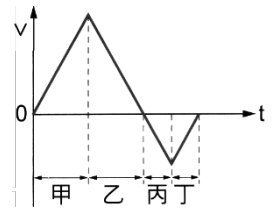
- (A)甲車的出發點在乙車的東方 (B)第2秒末，甲車在乙車的東方30公尺處 (C)第6秒末，甲車在乙車的西方90公尺處 (D)0~6秒期間，甲車的位移大小為0。

15. 一物體由靜止做等加速直線運動，最初 2s 走了 10m，若全部行程為 250m，走完全程尚需若干 s？

- (A)8 (B)10 (C)12 (D)15。

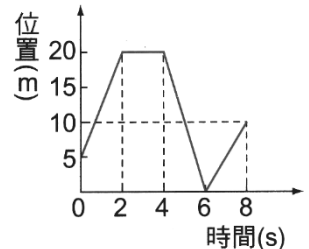
16. 右圖為 城城 運動速度(v)與時間(t)關係圖。若他一開始運動方向向著南方，下列哪一段期間，他的速度愈來愈慢且向著北方？

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



17. 右圖是 翎翎 在東西向直線跑道上運動的位置與時間關係圖。若以東方為正，則下列敘述何者錯誤？

- (A) 翎翎 的出發點在原點東方 5m 處 (B) 2~4s 期間，翎翎 並未移動 (C) 0~8s 期間，翎翎 的運動方向共改變 3 次 (D) 0~8s 期間，翎翎 的位移大小為 5m。



18. 一架小飛機在直線跑道上由靜止開始加速，以 5m/s^2 的等加速度滑行了 810m 後才飛離地面，則這架小飛機在起飛離地面時的瞬時速度為多少 km/hr？

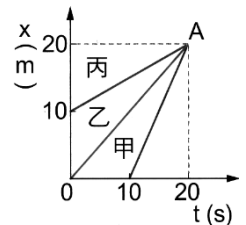
- (A)90 (B)324 (C)405 (D)810。

19. 甲車在乙車前方 50m 處，甲車以 5m/s 的等速度前進，乙車自靜止啟動，與甲車朝相同方向以 2m/s^2 的等加速度追趕，經幾秒後，乙車恰追趕上甲車？

- (A)5 (B)10 (C)15 (D)20。

20. 右圖為甲、乙、丙三人騎腳踏車沿一筆直的公路前進之位置坐標 x 與時間 t 的關係圖，當三人經過 A 位置時，誰的速度最快？

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)無法比較。

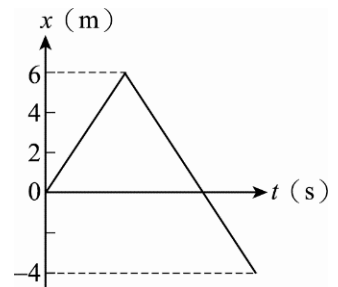


21. 在直線的高速公路上，芸芸、庭庭 分別開車以等速度行駛，芸芸 的速度為 60 km/h ，庭庭 落在芸芸的後方 30 公里處，以 80 km/h 的速度追趕，則 庭庭 追上 芸芸 需費時多少小時？

- (A) $\frac{4}{3}$ (B) $\frac{2}{3}$ (C) $\frac{1}{2}$ (D) $\frac{3}{2}$ (E) $\frac{3}{4}$ 。

22. momo 運動的 x-t 關係如右圖，運動過程中路徑長為何？

- (A)10 m (B)4 m (C)16 m (D)-4 m (E)6 m。

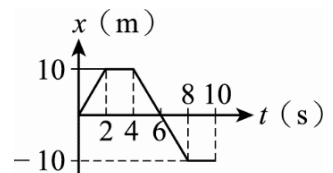


23. 某物以 10 m/s 向西運動經 5 秒後變成 20 m/s 向東，則其平均加速度為：

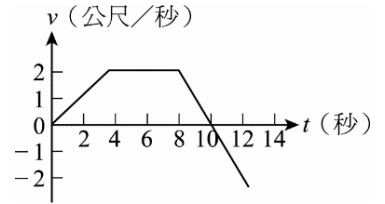
- (A) 4 m/s^2 向東 (B) 4 m/s^2 向西 (C) 6 m/s^2 向東 (D) 6 m/s^2 向西。

24. 某一質點在直線上運動的 x-t 圖如右圖，質點於 0~8 秒間的平均速率為：

- (A) $\frac{5}{4}$ (B) $\frac{15}{4}$ (C) $\frac{25}{4}$ (D) $\frac{35}{4}$ (E) $\frac{45}{4}$ 公尺/秒。



25. 右圖為沿 x 軸運動，質點的速度 v 與時間 t 關係。若 $t=0$ 時該質點位於 $x=4$ 公尺處，則 $t=6$ 秒至 $t=12$ 秒時該質點的位移為若干公尺？

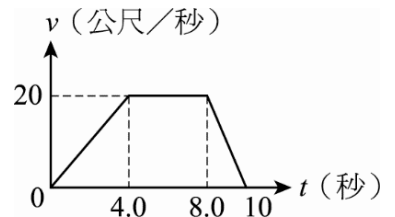


(A)0 (B)4 (C)8 (D)12 (E)16 公尺。

26. 若某人以 20 km/hr 的固定速率上山，循原路以 30 km/hr 的固定速率下山折返，則往返一趟的平均速率為何？

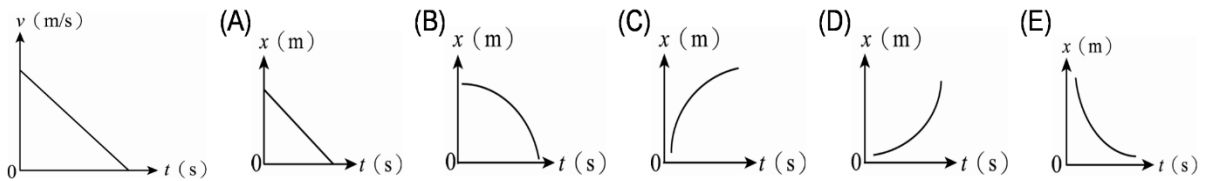
(A)0 (B)24 (C)25 (D)26 km/h 。

27. 物體運動的速度對時間的函數關係如右圖，則 $0 \sim 8$ 秒的平均加速度量值為若干公尺/秒²？



(A)0 (B)1.2 (C)1.5 (D)2.0 (E)2.5 公尺/秒²。

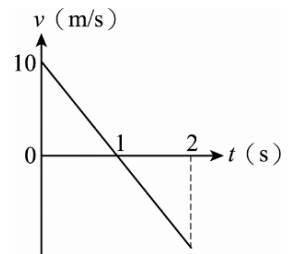
28. 一質點運動的 $v-t$ 圖如下圖，則其運動的 $x-t$ 圖應為何？



29. 印度豹是陸地上跑得最快的動物，速度可達 113 km/hr ，能在 4 秒內由靜止開始加速至速度 72 km/hr 。試問印度豹在這段加速過程中的平均加速度值為多少 m/s^2 ？

(A)18 (B)72 (C)36 (D)10 (E)5。

30. 一物體運動的 $v-t$ 圖如右圖，則物體運動過程中的位移量值與路徑長分別為多少？



(A)0 m、10 m (B)10 m、0 m (C)10 m、10 m
(D)5 m、10 m (E)10 m、5 m。

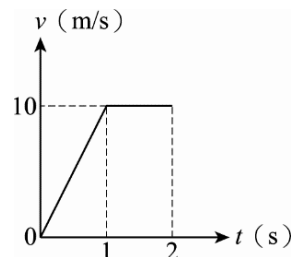
31. 車子的初速度為 36 km/h ，加速度為 2 m/s^2 ，經過 10 秒後速度變為多少 m/s ？

(A)56 (B)20 (C)30 (D)10 (E)38。

32. 高速公路上一輛遊覽車以 50.0 m/s 之等速度行駛，離收費站 500 公尺處時司機踩煞車恰於收票口停車付費。若車子作等加速運動，請問其加速度大小是多少？

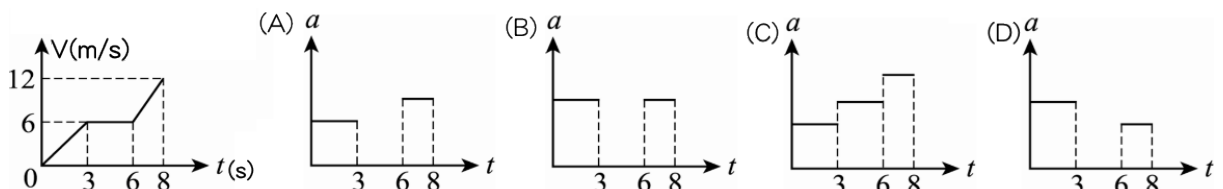
(A)5 (B)0.2 (C)8 (D)4 (E)2.5 m/s^2 。

33. 一物體運動的 $v-t$ 圖如右圖，則物體運動在 $t=0 \sim t=2$ 之間的平均速率為何？



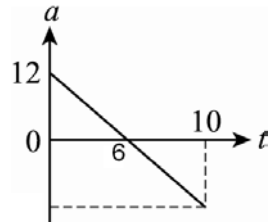
(A)10 m/s (B)5 m/s (C)7.5 m/s
(D)15 m/s (E)8.5 m/s 。

34. 某物作直線運動時， $v-t$ 關係圖如下圖，該物對應的加速度 a 對時間 t 關係圖為何？



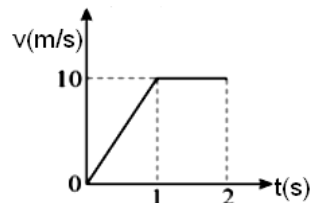
35. 一輛車子作等加速直線運動，若初速度為 10 m/s ，經過 300 m 後，車速變為 20 m/s ，則車子的加速度應為多少 m/s^2 ？
 (A) 0.1 (B) 0.2 (C) 0.3 (D) 0.4 (E) 0.5。

36. 質點作直線運動，其加速度對時間的函數圖，如右圖，若其初速度為 20 m/s 向西，且向西為正時，則 10 秒末的速度為多少？
 (A) 10 m/s 向東 (B) 20 m/s 向西
 (C) 30 m/s 向東 (D) 40 m/s 向西。



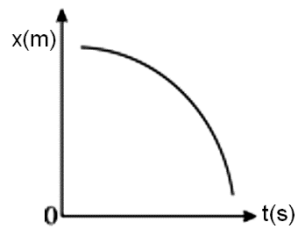
37. 湘湘 駕駛 汽車在高速公路上以 90 km/h 的速度前進，突然見到前方有交通事故發生，立即踩煞車，車子在路面上滑行。假設車子滑行的過程為等加速運動，其加速度為 -25 m/s^2 ，則車子在完全煞停前，將會滑行多遠？
 (A) 25 (B) 12.5 (C) 30 (D) 15 (E) 20.5 m。

38. 質點運動 $v-t$ 關係如右圖，則 $0 \sim 2$ 秒平均加速度為多少 m/s^2 ？
 (A) 2.5 (B) 5 (C) 7.5 (D) 10 (E) 12.5。



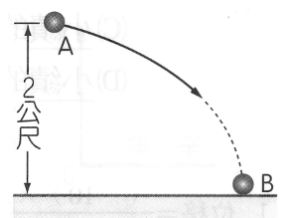
39. 甲乙在同一地點，同時向同方向前進。甲質點自靜止出發以等加速度 10 m/s^2 前進。乙質點自靜止出發以等加速度 20 m/s^2 前進。兩質點出發後，經過幾秒會相距 80 m ？
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。

40. 質點運動的位置與時間關係如右圖，下列敘述何者正確？
 (A) 速度方向為正、加速度方向為正 (B) 速度方向為正、加速度方向為負
 (C) 速度方向為負、加速度方向為正 (D) 速度方向為負、加速度方向為負
 (E) 速度方向為負、加速度為零。

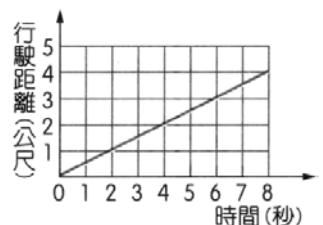


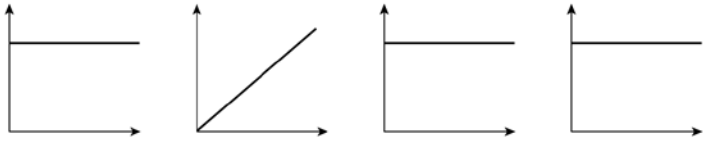
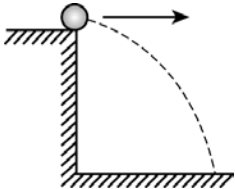
41. 甲乙在同一地點，同時向同方向前進。甲質點自靜止出發以等加速度 10 m/s^2 前進。乙質點以等速度 10 m/s 前進。兩質點出發後，經過幾秒會再相遇？
 (A) 0.5 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4。

42. 在高 2 公尺的 A 點處水平拋出一球，其運動軌跡如右圖，B 點為小球的著地點，假設空氣阻力可以忽略，關於小球拋出後到著地前的過程，下列何者正確？
 (A) 小球作等速度運動 (B) 小球作加速度運動，且加速度方向固定
 (C) 小球在 A 點的加速度方向和 B 點的加速度方向垂直
 (D) 小球的位移等於 A 點到 B 點的弧線長度。

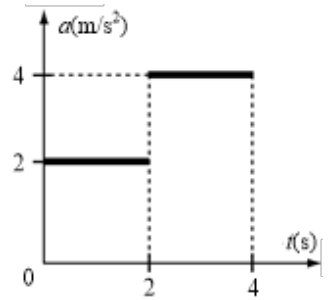


43. 右圖為汽車直線行駛距離與時間關係圖，下列何者正確？
 (A) 從第 2 秒到第 6 秒共行駛 3 公尺 (B) 第 4 秒末的速度是 0.5 公尺/秒
 (C) 第 6 秒末的加速度是 0.5 公尺/秒² (D) 這是一個等加速度運動。



44. 二火車在同一直線的軌道上各以 5 公尺/秒之速率相向而行，一麻雀以 10 公尺/秒等速率飛行，當二車相距 50 公尺時，麻雀自一車飛至另一車，到達後立即飛回原車，再繼續來回飛行。在二車相撞前麻雀共飛行多少路徑長？(不計麻雀回頭花費的時間影響)
 (A)10 (B)20 (C)30 (D)40 (E)50 公尺。
45. 一質點自高度 80 m 處自由落下，同一時刻另一質點自高度 45 m 處自由落下，則兩者落地的時間差為幾秒？($g=10 \text{ m/s}^2$)
 (A)1 (B)2 (C)3 (D)4 (E)5。
46. 若每層樓平均高度為 3 公尺，則由台北 101 大樓樓頂讓小球自由落下，小球落至地面需時約
 (A) 5 (B) 8 (C) 11 (D) 14 (E) 17 秒。
47. 下列四圖分別表示甲、乙、丙、丁四個物體沿直線運動時，位置、速度或加速度與時間關係，哪兩個物體有相同的運動型態？
 (A)甲丙 (B)乙丙
 (C)甲丁 (D)乙丁 (E)丙丁。
- 
48. 2011 年 3 月 11 日，日本發生芮氏規模九的地震並造成海嘯，震央位於本州東北外海。若東京距離地震震央 400 公里，試問東京地區測得地震後，最快幾秒可能遭受海嘯襲擊？註：若縱波(P 波)在地底傳遞速度為 5.0 公里/秒，而橫波(S 波)在地底傳播速度為 2.5 公里/秒，海嘯引發之海水平均波速為 200 公尺/秒。
 (A)80 (B)160 (C)1840 (D)1920 (E)2000。
49. 一汽車在高速公路上以時速 90 公里/時行駛，司機突然發現前方有交通事故而踩煞車，在 10 秒內均勻減速至時速 36 公里，則減速過程汽車位移量值為
 (A) 100 (B) 125 (C) 150 (D) 175 (E) 200 公尺。
50. 如右圖，某人在一固定高度的平台上進行水平拋射物體實驗。假如不考慮空氣阻力的影響，則下列敘述何者正確？
 (A)水平速度加大時，物體落地的時間變長 (B)水平速度改變時，物體落地的時間不變
 (C)物體質量加大時，物體落地的時間變長 (D)物體質量加大時，物體落地的時間變短
 (E)物體質量加大時，物體落地的加速度變大
- 
51. 下列有關物體運動的情況，何者是不可能的？
 (A)速度向東，加速度向東 (B)速度向東，加速度向南 (C)速度為零，而加速度不為零
 (D)速度在變，加速度一定 (E)速度一定，加速度在變。
52. 小車由靜止開始作等加速直線運動，前進了 100 公尺的距離共費時 10 秒，則當物體在位移 25 公尺時速度的量值為何？
 (A)5 (B)10 (C)15 (D)25 (E)50 公尺/秒。

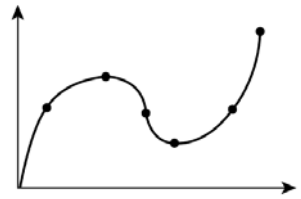
53. 如圖為一質點做直線運動的 $a-t$ 圖，若初速度為 2 公尺/秒且方向與加速度相同，則 2 秒末的速率與 4 秒末的速率比為
 (A) 1 : 2 (B) 1 : 3 (C) 3 : 1 (D) 3 : 7 (E) 7 : 3。



54. 甲車速率為 12 公尺/秒，乙車速率為 4 公尺/秒，同向前進，乙前甲後，若甲車等減速率 4 公尺/秒²可不撞擊乙車，則甲乙兩車最小距離為
 (A) 4 (B) 6 (C) 8 (D) 10 (E) 12 公尺。

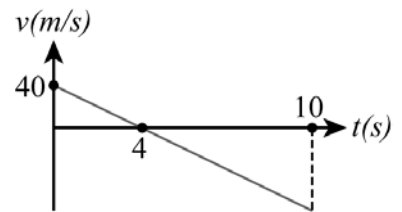
55. 一質點在半徑為 2 公尺的圓周上，作等速率運動，週期 4 秒，則繞半周的平均速度大小為若干公尺/秒？
 (A) 0.5 (B) 1 (C) 1.5 (D) 2 (E) 4。

56. 如右圖，為一物體沿直線運動時的位置(x)對時間(t)的關係圖，由曲線可知在哪一段是表示物體的速度為正，而加速度為負？(以 +x 軸方向為正)
 (A) AB 段 (B) CD 段 (C) EF 段 (D) BC 段 (E) DE 段。



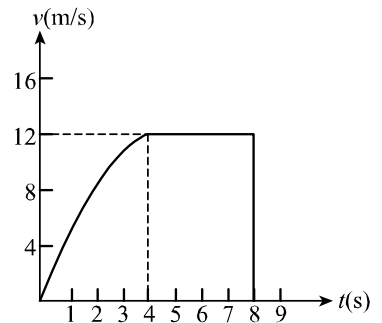
57. 一物體由靜止開始作等加速運動，其前半段時間與後半段時間之位移量值比為
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 3 (C) 1 : 4 (D) 2 : 1 (E) 3 : 2。

58. 如圖為從懸崖頂邊緣近乎鉛直上拋一小石頭而於 10 秒後抵達崖腳之速度對時間關係曲線。此懸崖頂距崖腳之高度為若干公尺？
 (A) 80 (B) 100 (C) 120 (D) 180 (E) 60。



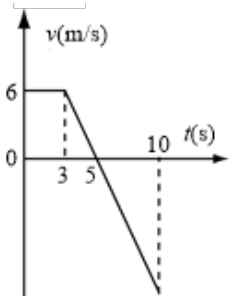
59. 在直線街道上，睡過頭的大雄正以 6 公尺/秒的速度，等速追趕停在路旁的校車，當他距離校車 24 公尺時，校車突然以 1 公尺/秒²的等加速度離去，則當大雄和校車最接近時，兩者的距離為多少公尺？
 (A) 2 (B) 3 (C) 5 (D) 6 (E) 7。

60. 將一小球由高樓處自由落下，小球的 $v-t$ 圖關係，如圖(向下為正)，若小球飛行 8 秒後著地，下列何者正確？
 (甲) 小球作等加速直線運動；(乙) 小球的加速度漸減，速度漸增，最後維持等速運動；(丙) 小球的速度一直在增加中；(丁) 4 秒後，小球所受的合力為零；(戊) 著地前 1 秒內，小球下落的距離為 12 公尺
 (A) 甲乙丙 (B) 丙丁戊 (C) 甲乙戊 (D) 乙丁戊 (E) 乙丙丁。



61. 湘湘沿一人行道先向東步行 300 公尺，再轉彎向北步行 400 公尺，步行期間共費時 500 秒，則湘湘的平均速率與平均速度量值各為何？
 (A) 0.2 m/s, 1 m/s (B) 1 m/s, 0.2 m/s (C) 1 m/s, 1.4 m/s
 (D) 1.4 m/s, 1 m/s (E) 0.2 m/s, 1.4 m/s。

62. 圖中為沿 x 軸運動質點的速度 v 與時間 t 之關係。若 $t=0$ 時，該質點位於 $x=-2$ 公尺處，則在 $t=10$ 秒時，質點之位置 x 應為
 (A) -7.5 (B) -9.5 (C) -11.5 (D) -13.5 (E) -15.5 公尺。



63. 甲與乙同時由早上六點出發，各從自己住處奔向對方的住處，已知兩人中午十二點時相遇，而甲於下午四點抵達目的地，假設兩人所行路徑相同且均為等速度運動，則乙何時抵達目的地？
 (A) 下午四點 (B) 下午五點 (C) 晚上八點 (D) 晚上九點 (E) 晚上 11 點。

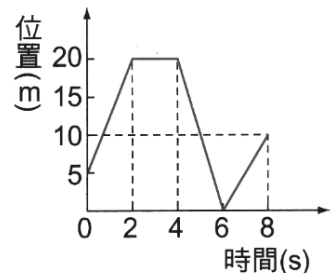
64. 霖霖 投棒球最快時速 108 km/h ，假設以此時速鉛直朝天空擲出一顆棒球，若不計空氣阻力，則棒球可以上升最大距離為多少公尺？($g=10 \text{ m/s}^2$)
 (A) 90 (B) 45 (C) 30 (D) 20 (E) 10。



進階題

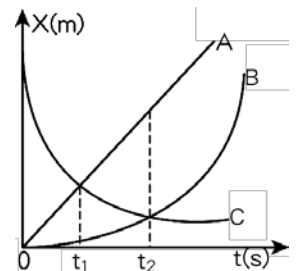
1. 蜜蜂在空中飛行，其位置與時間關係($x-t$)如右圖，圖中的曲線為半圓形，則蜜蜂在 10 秒內的路徑長為若干？
 (A) 0 (B) 10 (C) 20 (D) 10π (E) 20π 公尺。

2. 右圖是 翎翎 在東西向直線跑道上運動的位置與時間關係圖。若以東方為正，則下列敘述何者正確？
 (A) 8 秒內 翎翎 的位置距離出發點 10 公尺
 (B) 2~4s 期間，翎翎 維持等速度運動
 (C) 0~8s 期間，翎翎 的運動方向共改變 3 次
 (D) 0~8s 期間，翎翎 的位移大小為 5m，路徑長為 45 公尺
 (E) 翎翎 在第 2 秒改變運動方向，第 6 秒又改變一次運動方向。



3. 已知船隻在靜止的長江上航行的速率為 20 公里/小時，今天長江的流速為 10 公里/小時，假設從三峽到江陵有 1000 公里，李白搭船從三峽順流而下，杜甫也搭船從江陵逆流而上，請問經過多少時間後兩人會相遇？
 (A) 20 (B) 25 (C) 30 (D) 40 (E) 50 小時。

4. 湘湘、凱凱與 婷婷 分別在同一直線上駕駛的 A、B、C 三部車，其位置時間($x-t$)關係如右圖，則下列何者正確？
 (A) C 車先出發，隨後 A、B 同時出發 (B) C 車與 A 車進行的方向相同
 (C) C 車先遇到 A 車，才遇到 B 車 (D) B、C 兩車相遇時，路徑長相等
 (E) B、C 兩車相遇時，位移的量值相等。

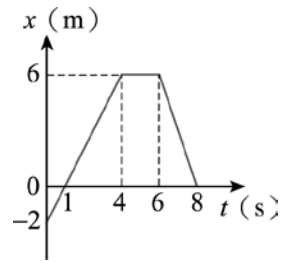


5. 在一條直線公路上依序有 A、B、C 三個路標，已知 A、B 間相距 10 公里，B、C 間相距 15 公里，若有一汽車由 A 至 B 時，以速度 24 公里/小時行駛；由 B 至 C 時，以 72 公里/小時行駛。則該汽車由 A 至 C 的平均速度量值為若干公里/小時？
 (A) 30 (B) 36 (C) 40 (D) 45 (E) 54 km/hr 。

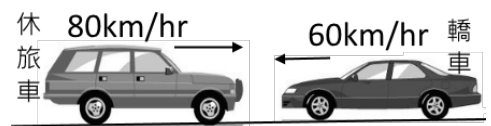
6. 一質點做直線運動，其運動的速度時間($v-t$)關係如右圖，則該質點在 20 秒內的平均速度量質為若干？
(A)5 (B)6 (C)7.5 (D)8 (E)10 公尺/秒。

7. 汽車由靜止開始出發，以 2 公尺/秒²等加速度行駛一段時間後，再以 4 公尺/秒²等減速而漸停止，若全程之位移為 600 公尺，則汽車全程的平均速率為多少？
(A)10 (B)15 (C)20 (D)25 (E)30 公尺/秒。

8. 茹茹在走廊上前進，其位置與時間關係如右圖，下列何者正確？
(A)茹茹在 4 秒末的位移為 6 公尺 (B)茹茹在 6 秒內的路徑長等於位移 (C)茹茹在 6 秒內共走了 6 公尺 (D)茹茹在 8 秒內位移的量值為 16 公尺 (E)茹茹在 8 秒內的路徑長為 16 公尺。

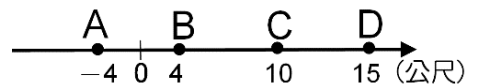


9. 十字路口處轎車與休旅車迎面對撞後，結果兩車同時停止下來。若碰撞過程轎車的平均加速度量值為 a_1 ，休旅車的平均加速度量值為 a_2 ，則 $a_1 : a_2 = ?$
(A)1 : 1 (B)2 : 3 (C)3 : 2 (D)4 : 3 (E)3 : 4。



10. 琳琳參加 100 公尺賽跑，槍響後，以等加速度衝出，4 秒末的速度為 10 公尺/秒，並保持此速度到達終點，則琳琳到達終點時共費時幾秒？
(A)10 (B)10.5 (C)11 (D)11.5 (E)12 秒。

11. 如圖，質點由 $C \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow B$ ，共費時 3 秒鐘，若位移為 A，平均速度為 B，則 $(A, B) = ?$
(A)(3, 2) (B)(9, 3) (C)(6, 2) (D)(-9, -3) (E)(-6, -2)。

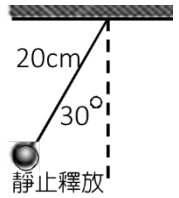


12. 承上題，質點由 $C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$ ，共經 6 秒，若路徑長為 P，平均速率為 Q，則 $(P, Q) = ?$
(A)(48, 8) (B)(36, 6) (C)(36, 8) (D)(30, 6) (E)(24, 4)。

13. 螞蟻在地面上直線爬行，其位置與時間關係式為 $x(t) = -3t + 12$ (單位：公分)，若以東為正，則下列敘述何者正確？
(A)螞蟻從原點出發 (B)螞蟻在始終向東行進 (C)螞蟻在 4 秒內的位移為 12 公分 (D)螞蟻在 4 秒內的路徑長為 12 公分 (E)螞蟻在 4 秒前和 4 秒後的運動方向不同。

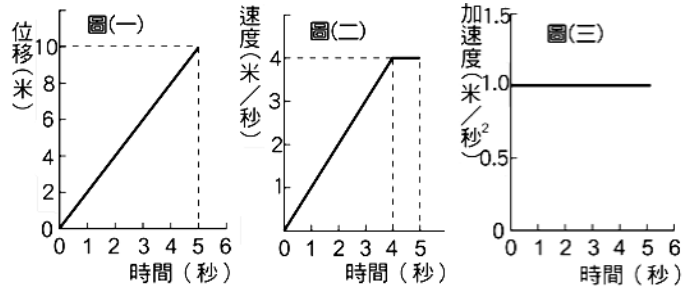
14. 在 x 軸上有 P、Q 兩點，P 點的坐標為 +10 公尺，Q 點的坐標為 -5 公尺，某人沿 x 軸自原點 O 出發，朝正向移至 P 點，再朝負向由 P 點移至 Q 點，則此人在移動過程的位移與路徑長各為若干？
(A)位移為 15 公尺，路徑長為 15 公尺 (B)位移為 -15 公尺，路徑長為 15 公尺 (C)位移為 -5 公尺，路徑長為 25 公尺 (D)位移為 5 公尺，路徑長為 25 公尺 (E)位移為 25 公尺，路徑長為 25 公尺。

15. 如右圖，將一個單擺的擺錘自左邊由靜止開始釋放，若忽略擺動過程中的各種阻力，則經過 3 個週期後，擺錘的運動情形，下列何者正確？
 (A) 擺錘位置在最右邊 (B) 擺動總位移為 20cm (C) 擺動總位移為 40 公分 (D) 擺動的總路徑長為 20π cm (E) 擺動的總路徑長為 40π cm。



- 【題組】三個靜止的物體在同一位置同時開始運動，其運動分別以下列三圖描述：
 圖(一)為甲的位移與經歷時間關係， 圖(二)為乙速度與經歷時間關係，
 圖(三)為丙加速度與經歷時間關係。

16. 0~2 秒內的位移，三者的量值關係為何？
 (A) 丙 < 乙 < 甲 (B) 乙 < 丙 < 甲
 (C) 丙 = 乙 < 甲 (D) 甲 < 乙 = 丙
 (E) 甲 = 乙 < 丙。

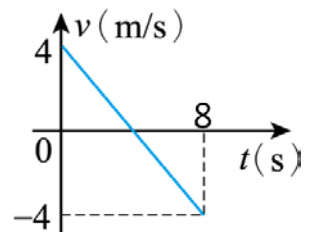


17. 第 4 秒末瞬間，三者瞬時速度關係為何？
 (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 < 乙 < 丙 (C) 甲 < 丙 < 乙 (D) 甲 < 乙 = 丙 (E) 甲 = 乙 < 丙。
18. 0~3 秒內的平均速度，三者的量值關係為何？
 (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 > 乙 = 丙 (C) 甲 < 丙 < 乙 (D) 甲 < 乙 = 丙 (E) 甲 = 乙 < 丙。
19. 第 5 秒末瞬間，三者瞬時加速度關係為何？
 (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 < 乙 < 丙
 (C) 甲 < 丙 < 乙 (D) 甲 < 乙 = 丙 (E) 甲 = 乙 < 丙。


20. 車展中展示一部號稱能瞬間加速的頂級跑車，該車性能「在 3 秒鐘內由 0 加速至 98 km/hr」，試問這輛跑車的平均加速度約為若干 m/s^2 ？
 (A) 6 (B) 7.5 (C) 9 (D) 12 (E) 15 m/s^2 。

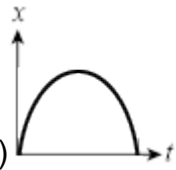


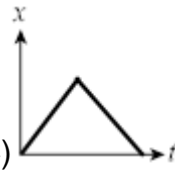
21. 雙雙 在公園裡跑步，其速度與時間關係圖如右圖，令向西為正，則第 5 秒時速度與加速度的方向為何？
 (A) 速度向東、加速度向東 (B) 速度向東、加速度向西
 (C) 速度向西、加速度向西 (D) 速度向西、加速度向東
 (E) 無速度、無加速度。

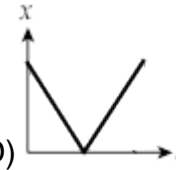


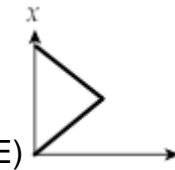
22. 欣欣 在操場上進行折返跑練習，她計時來回一趟需費時 20 秒鐘。已知單程距離為 40 公尺，則她在 1 分鐘內的運動過程中，位移的量值與路徑長各為若干公尺？
 (A) 位移的量值為 40 公尺，路徑長為 40 公尺 (B) 位移的量值為 0 公尺，路徑長為 120 公尺
 (C) 位移的量值為 120 公尺，路徑長為 120 公尺 (D) 位移的量值為 240 公尺，路徑長為 240 公尺
 (E) 位移量值為 0 公尺，路徑長為 240 公尺。

- ___ 23. 甲、乙、丙三個質點在同一直線上運動，其位置—時間關係如右圖，由圖中的訊息可以判斷，下列何者是正確的？
 (A) 甲的位移大於丙 (B) 甲、乙的運動方向始終相同 (C) 乙和丙前進所經的路徑長相等 (D) 甲先遇到乙才遇到丙 (E) 甲乙丙三個質點的位移及路徑長都相同。
- ___ 24. 有關於位移和路徑長得比較，下列敘述何者正確？
 (A) 物體的位移及路徑長和原點位置的選擇有關 (B) 直線運動時，位移和路徑長一定相等 (C) 繞圓周半圈時，位移和路徑相等 (D) 繞圓周一圈時，位移為零，路徑長即為圓周長 (E) 運動時間愈長，則位移愈大。
- ___ 25. 下列各圖為物體之位置對時間之關係曲線，則哪些圖不可能出現？
- (A) 

(B) 

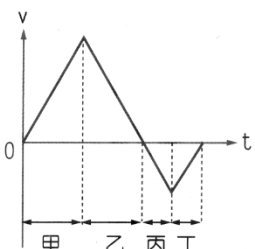
(C) 

(D) 

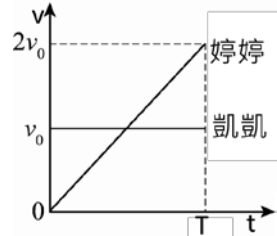
(E) 
- ___ 26. 比較位置、位移和路徑長三個物理量間的關係，下列敘述何者正確？
 (A) 三者皆為向量 (B) 三者的單位都相同 (C) 三者都和原點的選擇無關 (D) 三者都和原點的選擇有關 (E) 路徑長愈大時，位移亦隨之愈大。



多重選擇題

- ___ 1. 雙雙在操場上慢跑的位置與時間(x-t)關係如右圖，若向東為正，則有關雙雙的運動情形，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 雙雙在運動過程中共折返了 2 次 (B) 雙雙在 $t=20$ 秒時，運動方向由向東改成向西
 (C) 雙雙在運動過程中的位移量值為 20 m (D) 雙雙在運動過程中總路徑長為 40 m
 (E) 雙雙從 5 秒到 25 秒之間，路徑長為 20 m。
- ___ 2. 右圖為盈盈的運動速度(v)與時間(t)的關係圖，若她一開始的運動方向是向南方，則下列運動情形的描述，何者正確？(應選兩項)
 (A) 甲時段速度向北愈來愈快 (B) 乙時段速度向南愈來愈慢
 (C) 丙時段速度向北愈來愈快 (D) 乙丙時段的運動方向相同
 (E) 乙丙時段的加速度方向相同，量值不同。
- 
- ___ 3. 汽車由靜止開始出發，以 2 公尺/秒²等加速度行駛一段時間後，再以 3 公尺/秒²等減速而漸停止，若全程之位移為 540 公尺，則下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 加速時間與減速時間比為 3 : 2 (B) 全程共費時 25 秒鐘 (C) 全程平均速度量值為 16m/s (D) 全程最大速度量值為 36m/s (E) 汽車加速期間行進距離為 324 公尺。

4. 婷婷與凱凱運動的速度與時間關係如右圖，關於兩人運動時的相關敘述，下列何者正確？(應選兩項)

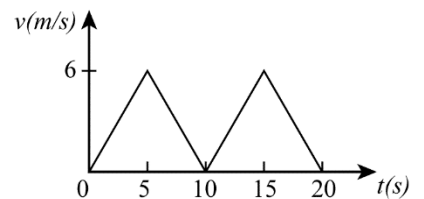


- (A) T 秒鐘內，婷婷與凱凱間的距離愈來愈大 (B) 婷婷的平均加速度 = 凱凱平均加速度，婷婷的平均速度 > 凱凱平均速度
 (C) T 秒鐘內，婷婷的位移 = 凱凱的位移，婷婷的路徑長 = 凱凱的路徑長 (D) 在時間 $T/2$ 秒鐘前，婷婷和凱凱的運動方向相反 (E) 在時間 T 秒鐘內，婷婷的平均加速度 > 凱凱平均加速度，婷婷的位移 = 凱凱的位移。

5. 下列哪些運動狀態為等加速度運動(忽略空氣阻力)？(應選三項)

- (A) 石子在空中自由落下 (B) 籃球在球場上鉛直上拋 (C) 摩天輪做等速圓周運動 (D) 鉛球在操場上斜拋 (E) 單擺擺錘來回擺動。

6. 一物體的 $v-t$ 圖如右圖。試問：在 20 秒期間內，下列敘述何者正確？(應選兩項)



- (A) 物體每間隔 5 秒，運動方向改變一次 (B) 物體每間隔 5 秒，速度改變一次 (C) 物體每間隔 5 秒，加速度改變一次 (D) 物體於 20 秒時返回原出發點 (E) 物體離出發點愈來愈遠。

7. 石塊垂直上拋後自由落下，如果不計空氣阻力，則下列敘述何者正確？

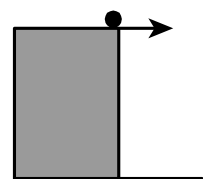
- (A) 石塊往上飛行時和向下掉落時的加速度都是一樣大小，且方向相同 (B) 石塊往上飛行時和向下掉落時的加速度都是一樣大小，但方向相反 (C) 石塊往上飛行到最高點時，其速度和加速度皆為零 (D) 石塊往上飛行到最高點時，其速度和加速度皆不為零 (E) 石塊往上飛行到最高點時，其速度為零，但加速度不為零。

8. 下列關於速率與速度的敘述，何者正確？(應選三項)

- (A) 小明在溜滑梯上等速下滑，則在任一瞬間的速率與速度大小始終相等 (B) 一自由落體自開始至落到地面的平均速率與平均速度大小相等 (C) 等速圓周運動的物體，在半個週期內的平均速率與平均速度大小相等 (D) 等速圓周運動的物體，在一個週期內的平均速率與平均速度大小相等 (E) 等速圓周運動的物體，則在任一瞬間的速率與速度的量值始終相等。

9. 如圖，某人一固定高度的平臺上進行水平拋射物體的實驗。假如不考慮空氣阻力的影響，則下列敘述何者正確？(應選三項)

- (A) 水平速度加大時，物體落地的時間不變 (B) 水平速度加大時，物體落地的時間變短 (C) 水平速度改變時，物體落地的時間不變 (D) 物體質量改變時，物體落地的時間不變 (E) 物體質量加大時，物體落地的時間變短。



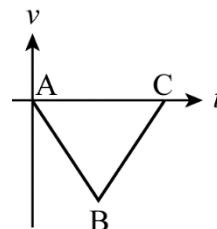
10. 下列有關位移和路徑長的敘述，何者正確？(應選三項)

- (A) 路徑長和位移皆具有方向性 (B) 路徑長與位移單位相同 (C) 物體的位移量值和移動路徑長成正比 (D) 位移與原點位置無關 (E) 直線運動時，物體位移量值無法大於路徑長。

___ 11. 下列何種運動之平均速率等於瞬時速率？(應選兩項)
 (A)自由落下的蘋果 (B)維持等速度運動的汽車 (C)擺動中的單擺 (D)繞地球等速運轉的人造衛星 (E)水平拋出的物體。

___ 12. 有關速度與加速度的敘述，下列哪些正確？(應選兩項)
 (A)加速度為零時，速度一定為零 (B)速度為零時，加速度不一定為零 (C)加速度與速度的方向一定不相同 (D)加速度與速度變化的方向一定相同 (E)加速度逐漸減小時，速度必跟著減小。

___ 13. 如右圖為一質點運動的 $v-t$ 圖，向右為正，若為直線運動，則下列敘述哪些正確？(應選兩項)
 (A)AB 間加速度為負，速率漸減 (B)AB 間加速度為負，速率漸增
 (C)BC 間速度為左，加速度向右 (D)BC 間加速度為正，速率漸減
 (E)在 B 時運動轉向。



___ 14. 下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A)上升中的電梯逐漸變慢，則加速度向上 (B)下降中的電梯逐漸加快，則加速度向下
 (C)以手取石子向上拋射，石子還未離手時，加速度向下 (D)石子離手以至降落地面，加速度向下
 (E)加速度向下，則物體一定向下運動，而且速度一定加快。

3-1 標準答案：

一、基礎題：

1.C 2.B 3.D 4.C 5.B 6.D 7.B 8.B 9.C 10.B
 11.C 12.C 13.D 14.A 15.A 16.D 17.C 18.B 19.B 20.A
 21.D 22.C 23.D 24.B 25.B 26.B 27.E 28.C 29.E 30.A
 31.C 32.E 33.C 33.A 35.E 36.D 37.B 38.B 39.D 40.D
 41.C 42.B 43.B 44.E 45.A 46.B 47.B 48.D 49.D 50.B
 51.E 52.B 53.D 54.C 55.D 56.A 57.B 58.B 59.D 60.D
 61.D 62.E 63.D 64.B

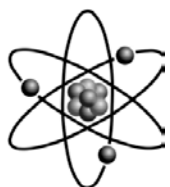
二、進階題：

1.C 2.D 3.B 4.C 5.C 6.C 7.C 8.B 9.E 10.E
 11.E 12.B 13.D 14.C 15.E 16.C 17.D 18.B 19.E 20.C
 21.A 22.E 23.C 24.D 25.E 26.B

三、多重選擇題：

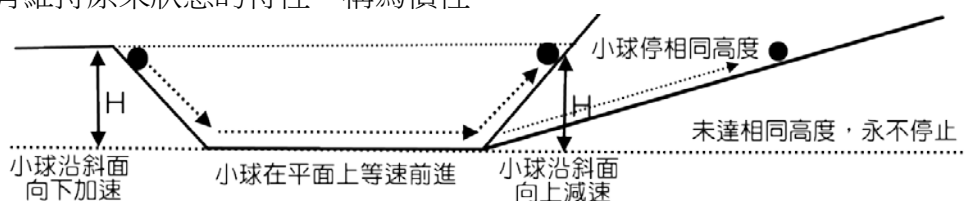
1.ADE 2.BC 3.ADE 4.CE 5.ABD 6.CE 7.AE 8.ABE 9.ACD 10.BDE
 11.BD 12.BD 13.BCD 14.BD

3-2 牛頓運動定律

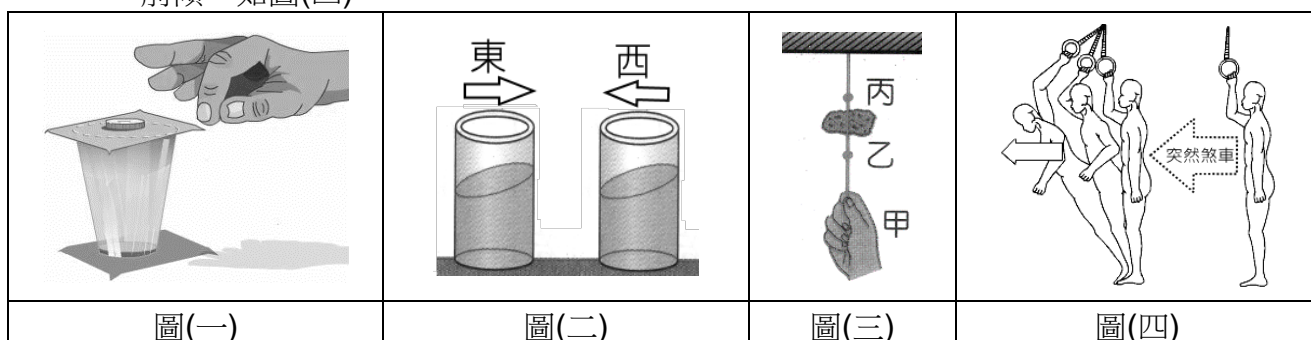


(一) 牛頓運動定律

- A、又稱為慣性定律。
- B、亞里斯多德認為，靜止的物體如果要維持靜止，不需要施力；但如果要使物體持續運動，就需要不斷地施力推動物體。」
- C、伽利略的慣性實驗：
- (1) 小球沿著水平面運動時，若未遇到任何阻力，則小球將繼續等速前進，永不停止。
 - (2) 物體有維持原來狀態的特性，稱為慣性。



- D、牛頓的慣性定律：
- 物體不受外力作用，或是物體所受的合力為_____時：
- 靜止的繼續保持靜止，
- 運動的則維持_____運動。
- E、生活實例：
- (1) 將銅幣放在靜置於水杯上的紙板，突然用力將紙板彈開時，銅幣因保持靜止的慣性，會垂直落於水杯中，如圖(一)。
 - (2) 向東行駛的火車內，發現水杯突然呈現東邊高西邊低的情形，可能因火車向東行駛時，突然煞車減速，因此杯中的水保持_____的慣性，所以呈現前高後低的現象；或是因為火車向西行駛時，突然向西加速，而杯中的水保持原來速度較慢的慣性，所以導致前低後高的現象，如圖(二)。
 - (3) 石塊以細繩綁住，懸吊於天花板上，若施力慢慢拉動，因力的傳遞，使得石塊上端的丙繩先斷裂，若突然猛拉時，石塊因保持_____的慣性，使得下方的乙繩先斷裂，如圖(三)。
 - (4) 公車由靜止突然開動時，車上乘客會因保持_____的慣性，因而身體向後傾；行駛中的公車突然緊急煞車時，車上乘客會因維持_____的慣性，因而身體向前傾，如圖(四)。

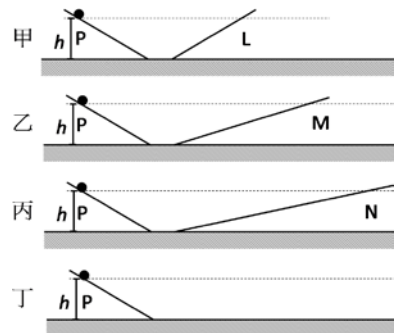


- (5) 快速旋轉的雨傘，因水滴在傘面上的附著力小於旋轉所需向心力，導致水滴脫離傘面，因慣性作用，水滴沿著運動路徑的_____方向飛出。
- (6) 鐵鎚鬆脫時，將木柄快速敲打地面，則鐵鎚因慣性作用，與木柄緊密嵌合。
- (7) 選手參加百米賽跑，抵達終點時，選手保持運動的慣性，因此無法快速地停止。

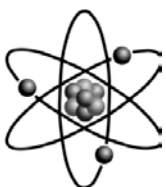


範例

1. 【題組】(102 學測) 16 世紀伽利略設計一個光滑沒有阻力的斜坡道實驗，如右圖。左邊坡道斜度是固定的，但是右邊坡道斜度與長度不同，甲為最陡坡道，丁為一假想情境，沒有任何坡度且可水平的展延到無窮遠處。將一小球分別在甲、乙、丙、丁四個坡道由高度為 h 的 P 點靜止放下，實驗發現，在甲、乙、丙三個坡道，球最後都可以到達高度相同的 L、M、N 三個點，且與球的質量無關。

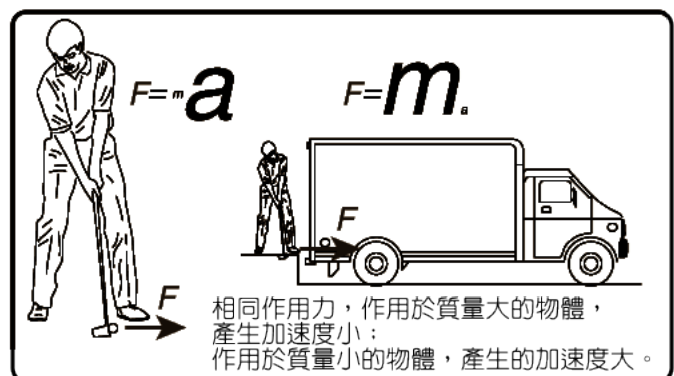


- ____ 1. 根據上文，下列敘述哪些正確？(應選兩項)
- (A) 在坡道底部，較重的球比較輕的球滑動速度較快 (B) 在坡道底部，較輕的球比較重的球滑動速度較快 (C) 不同質量的球所受的重力都相同 (D) 球經由丁坡道滑下後會維持等速度前進，不會停下來 (E) 利用丁坡道的想像實驗可推論出動者恆動的說法。
- ____ 2. 上文所描述的運動過程中，下列哪些物理量不隨時間改變？(應選兩項)
- (A) 甲坡道上球的重力位能 (B) 乙坡道上球的動能 (C) 丙坡道上球的力學能 (D) 丁坡道上球的重力位能 (E) 丁坡道上球的力學能。

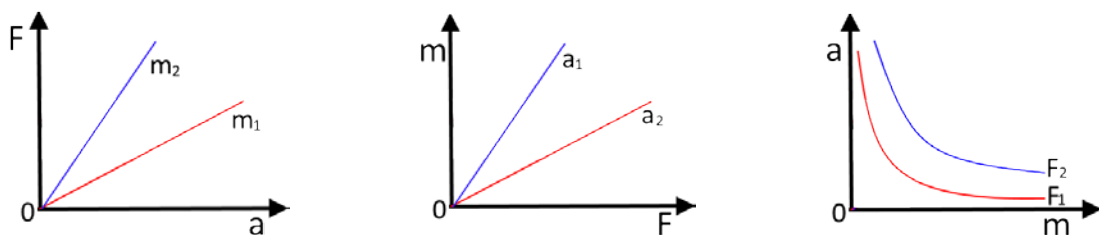


(二) 牛頓第二運動定律

- A、又稱為運動定律。
- B、內容：物體受外力作用，且合力不為零時，則物體在合力的方向會產生運動的加速度，此加速度量值與合力大小成正比，與物體質量成反比。
- C、關係式： $F = \underline{\hspace{2cm}}$
- D、單位： F (合力：牛頓，N)
 m (質量：公斤，kg)
 a (加速度：公尺/秒²， m/s^2)
 1 牛頓：使質量 1 公斤的物體，產生_____的加速度。



E、圖形：



F、生活實例：

- (1) 以相同的力，丟粉筆產生的加速度，比丟鉛球產生的加速度大。
- (2) 卡車開動時，引擎的施力比汽車開動時引擎的施力大，也因此較耗油。
- (3) 用刷子刷掉衣服上的灰塵，是藉著刷毛的彈力，與第二定律有關；用手拍打衣服上的灰塵，是藉著拍打時灰塵的慣性，使灰塵與衣服分離，與慣性定律有關。
- (4) 棒球比賽時，打擊手用力揮棒能將球擊得較遠，而採取短打時，球落地距離較近。

範例

2. 一定力在 0.5 秒鐘內使 A 物體的速度改變 2.0m/s ，在 2.0 秒鐘內使 B 物體的速度改變為 12m/s ，則 A 與 B 之質量比為若干？
 (A) 1 : 6 (B) 6 : 1 (C) 1 : 2 (D) 2 : 3 (E) 3 : 2。

範例

3. 汽車重量 1.5 公噸，車速為 72 km/hr ，在路口處遇到紅燈，如要在 5 秒內完全停下來，則地面必須提供多大的摩擦力？
 (A) 10000 (B) 8000 (C) 7500 (D) 6000 (E) 5000 牛頓。

範例

4. 以 30 牛頓的水平力，推質量 5kg 的物體，若物體和桌面間的摩擦力為 10 牛頓，則：
 (1) 物體的加速度為_____米/秒²；
 (2) 若 5 秒後外力消失，則物體的加速度為_____米/秒²；
 (3) 若 5 秒後外力消失，物體將在_____秒內停止運動。

範例

5. 如圖，A、B、C質量各為5 kg、2kg及3kg，設繩重及摩擦力不計：

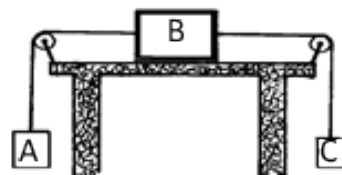
($g = 10$ 公尺/秒²)，則：

(1) 整個系統加速度的大小為_____米/秒²。

(2) AB間繩子的拉力大小為_____牛頓。

(3) AC間繩子的拉力大小為_____牛頓。

(4) 若將AB位置調換，則系統的加速度為_____米/秒²。

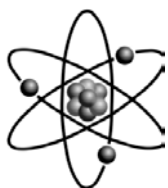


範例

6. 物體質質量2公斤，下端懸掛重物質質量3公斤，若系統以2米/秒²之加速度上升，則：

(1) 系統受力_____牛頓；

(2) 兩物體間繩子的張力為_____牛頓。



(三) 牛頓第三運動定律

A、又稱為作用力與反作用力定律。

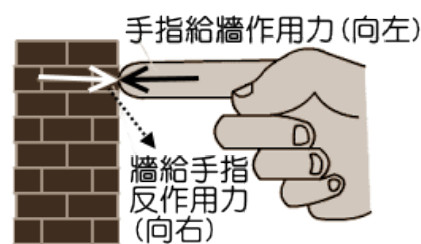
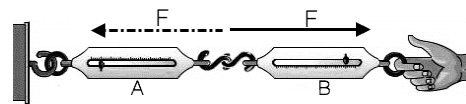
B、內容：

(1) 兩物體互相施力作用時，彼此會產生作用力與反作用力。

(2) 作用力與反作用力量值相等，方向相反，兩力同時產生，同時消失，因此作用時間_____。

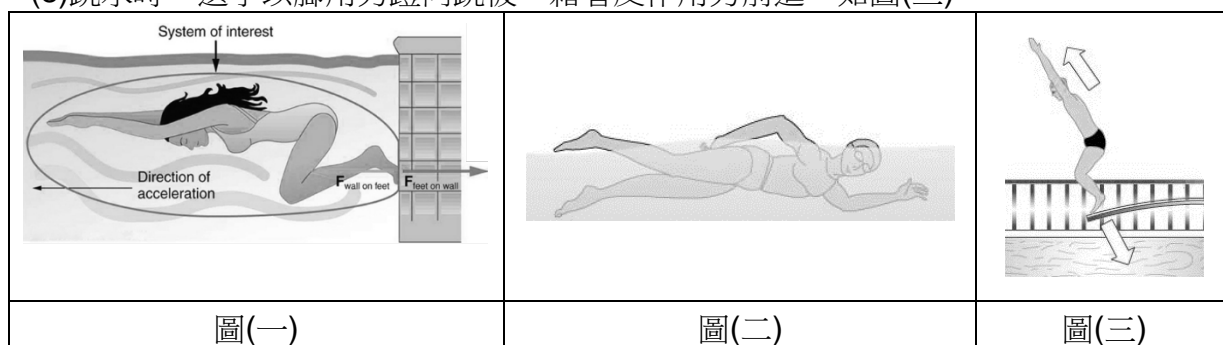
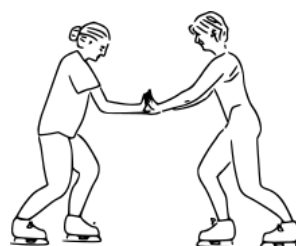
(3) 作用力與反作用力因不同物體受力，因此不能抵消。

(4) 電風扇吹帆，帆給電風扇反作用力，但兩者在同一系統內，因此彼此的作用力稱為內力，此時的內力會互相抵消，因此船無法移動；欲使船前進，必須將電風扇轉向後吹，則電風扇給空氣向後的推力，空氣給電風扇向前的反作用力，因此船才能前進。



C、生活實例：

- (1)兩人穿溜冰鞋互推，兩人都朝相反方向後退。
- (2)物體重量是由於向下的地球引力，但是物體同時產生向上吸引地球的反作用力。
- (3)發射槍彈時，槍管給子彈向前的推力，子彈給槍管向後的反作用力，於是形成子彈發射時的後座力。
- (4)火箭或噴射引擎的動力，是利用引擎燃燒產生的氣體向後噴，藉反作用力前進。
- (5)公園草地上的自動灑水器自藉著水向前噴出時，產生反作用力，使灑水器自動旋轉後退。
- (6)游泳比賽時，選手以腳用力蹬牆，藉著反作用力前進，如圖(一)。
- (7)游泳時，手用力將水向後撥動，藉著反作用力前進，如圖(二)。
- (8)跳水時，選手以腳用力蹬向跳板，藉著反作用力前進，如圖(三)。

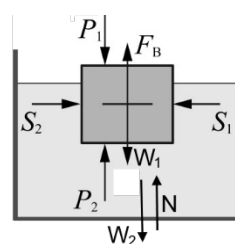


範例

7. 如右圖，甲與乙兩物體在等臂天平兩端，天平保持平衡靜止，其中 $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ 分別代表甲與乙所受的重力， $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$ 分別為天平對甲與乙的向上拉力，若 $G_{甲}$ 與 $G_{乙}$ 分別代表甲與乙對地球的萬有引力，則下列選項中哪一對力互為作用力與反作用力？
- (A) $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ (B) $N_{甲}$ 與 $W_{甲}$ (C) $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$
 (D) $G_{甲}$ 與 $W_{甲}$ (E) $W_{甲}$ 與 $N_{乙}$ 。

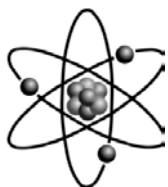
範例

8. 一個浮在水面上的浮體，受力的情形如右圖， F_A 浮體對地的吸引力 (右圖中未標示)， F_B 為浮力， F_C 為浮體對水的作用力， W_1 為浮體所受的重力， W_2 為容器所受的重力， N 為桌面支撐的正向力， S_1 及 S_2 為水對浮體的兩側壓力， P_1 為大氣壓力， P_2 為大氣壓力引起對浮體的上壓力；則下列哪一對力是作用力與反作用力？
- (A) F_A 與 W_1 (B) S_1 與 S_2 (C) F_B 與 W_1 (D) P_1 與 P_2 (E) W_2 和 N 。



範例

9. 下列有關牛頓運動三大定律的敘述，下列何者正確？(應選三項)
- (A)第一定律為牛頓的創見 (B)第一定律描述物體在不受力或合力為零時的狀態
 (C)第二定律中，力的單位牛頓為基本單位 (D)第二定律在地球或太空都適用
 (E)第三定律指出兩物體間的作用力與反作用力恆相等。



(四)彈力和虎克定律

A、彈力：

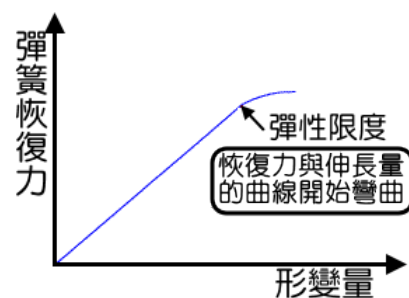
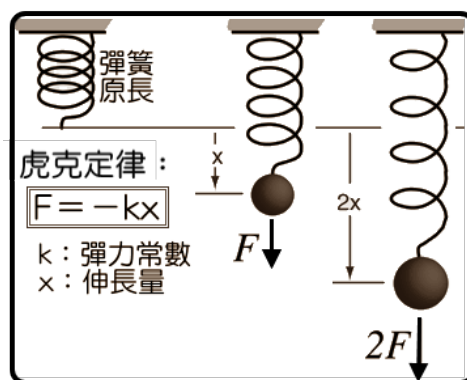
- (1)對彈性體施力伸長或壓縮，彈性體發生形變後，會產生一個恢復原狀的作用力，稱為彈力，或稱為恢復力。
 (2)彈性體的的變形程度愈大時，則欲恢復原狀的彈力愈大。

B、虎克定律：

- (1)彈性體受力產生形變時，彈性體的形變量(Δx)和彈性體的恢復力(F_s)成正比。
 (2)關係式： $F_s = -k \Delta x$

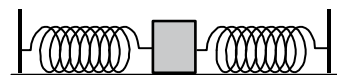
C、性質：

- (1)彈力常數為彈性體每單位長度的形變量所需要的作用力，只和彈性體的材質、粗細及長度有關，
 (2)彈力常數的一般單位為牛頓／公尺(N/m)、公斤重／公尺(kgw/m).....等。
 (3)同一個彈性體，彈力常數相同，在彈性限度內，彈性體的恢復力與伸長量成正比。
 (4)彈性體的伸長量＝彈性體產生形變後的總長度－原來長度 $\rightarrow \Delta l = l - l_0$ 。
 (5)彈性體的恢復力與所發生形變的方向相反，但均朝向欲恢復原狀的方向。
 例如：將彈簧壓縮時，彈簧的恢復力向外，將彈簧伸長時，彈簧的恢復力向內。



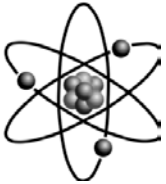
範例

10. 兩條彈性常數皆為5公克重／公分的彈簧，如圖與物體作連接，若原來兩彈簧都沒有形變，則把物體向右移動2公分需要多大的外力？
 (A)5 (B)10 (C)20 (D)30 (E)40 公克重。



範例

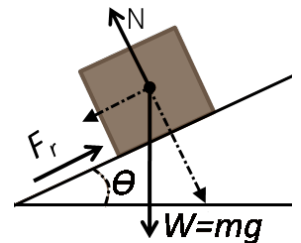
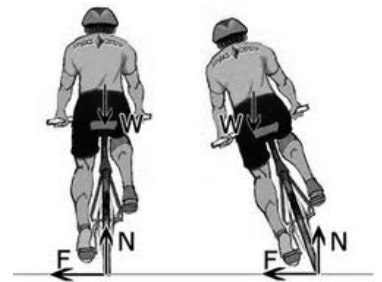
11. 質量極小的彈簧水平拉動物體時，彈簧伸長4公分，此時物體加速度為 5m/s^2 。今將物體以相同彈簧垂直上拉，若彈簧伸長12公分，已知重力加速度為 10m/s^2 ，則此時物體的加速度為
 (A)1 (B)2 (C)4 (D)5 (E)8 m/s^2 。



(五) 正向力

A、意義：

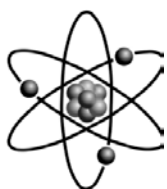
- (1)物體由於受地球引力，而產生重量，物體的重量壓在接觸面上，而接觸面產生支撐物體的作用力，此力即稱為正向力，一般以 N 表示。
- (2)物體靜置於斜面上，物體受重力垂直向下，此時可將重力分解成垂直斜面與平行斜面的分力，物體壓在斜面上，斜面產生支撐的作用力，此力即稱為正向力。
- (3)正向力的方向和接觸面必定保持_____。



B、討論：

- (1)若物體除了重力之外，無其他外力作用在物體上，則物體與接觸面間的正向力即等於物體的重量，但是方向朝_____，如圖(一)。
- (2)向下施力 F_1 作用在物體上，則
物體與接觸面的正向力 $N = \text{物重} + \text{施力 } F_1$ ，如圖(二)。
- (3)向上施力 F_2 將物體上提，但 $F_2 < \text{物重 } W$ ，則
物體與接觸面的正向力 $N = \text{物重} - \text{施力 } F_2$ ，如圖(三)。
- (4)施力斜推物體，將施力分解出 F_y ，則
物體與接觸面的正向力 $N = \text{物重} + \text{垂直力 } F_y$ ，如圖(四)。
- (5)施力斜拉物體，將施力分解出 F_y ，則
物體與接觸面的正向力 $N = \text{物重} - \text{垂直力 } F_y$ ，如圖(五)。

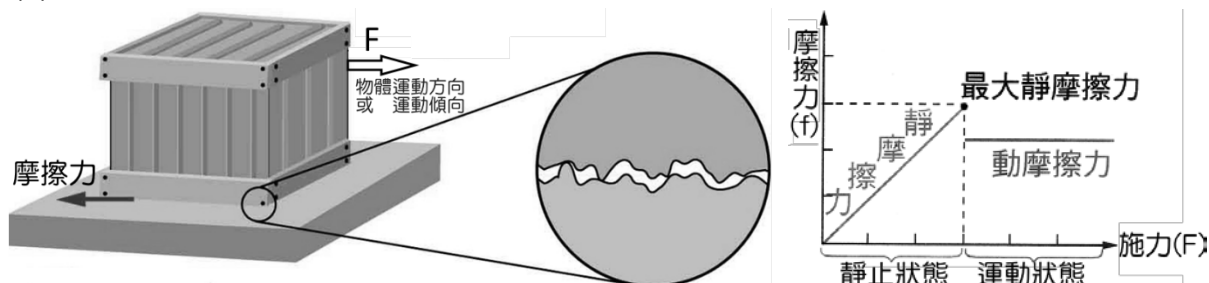
圖(一)	圖(二)	圖(三)	圖(四)	圖(五)



(六) 摩擦力

A、成因：

- (1) 物體在接觸面上滑動或即將滑動時，接觸面上會產生阻止相對運動的作用力，這種作用力稱為摩擦力。
- (2) 物體在靜止狀態或是運動狀態，均可能在接觸面上產生摩擦力。

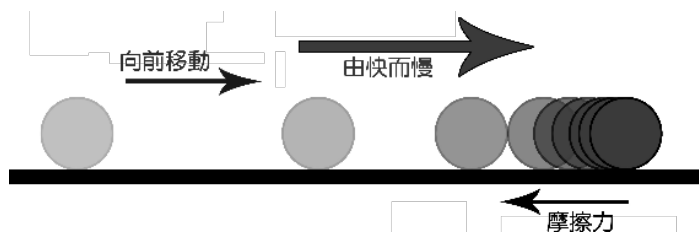


B、靜摩擦力：

- (1) 物體受外力作用後仍然保持靜止的狀態，此時的摩擦力稱為靜摩擦力。
- (2) 靜摩擦力不是定值，會隨著外力的大小而改變。
- (3) 靜摩擦力與水平外力大小相等，方向相反，兩者互為平衡力，因此能抵消。
- (4) 外力逐漸增加，當物體『準備』開始滑動時，此時的摩擦力稱為最大靜摩擦力。
- (5) 最大靜摩擦力的大小，與正向力的大小成正比。
- (6) 最大靜摩擦力與接觸面的性質有關，例如：接觸面的種類、平滑程度；愈粗糙的物體，最大靜摩擦力愈大。
- (7) 最大靜摩擦力的大小與接觸面的溫度、面積大小無關。
- (8) 最大靜摩擦力與正向力成正比， $f_s = \mu_s \square N$

C、動摩擦力：

- (1) 物體運動後也受到摩擦力的作用，稱為動摩擦力。
- (2) 一般情況，物體運動時所受的摩擦力小於最大靜摩擦力。
- (3) 動摩擦力的大小為定值。



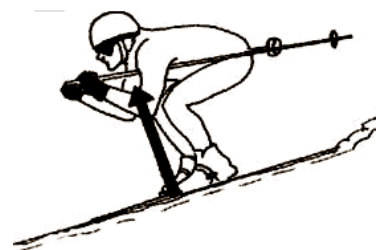
動摩擦力與正向力成正比， $f_k = \mu_k \square N$

- (4) 物體保持等速度運動時，是由於所施的外力恰等於動摩擦力。
- (5) 外力消失時，摩擦力仍然存在，並且使物體逐漸減速而停止。

D、摩擦力對生活的影響：

- (1) 雨天時，路面因濕滑而靜摩擦係數變小，因此車輛行駛時容易打滑，所以下雨天車輛應減速慢行，才能確保安全；輪胎表面的溝紋可以幫助輪胎與地面接觸時的排水，因此可以增加摩擦力。

- (2)走路時，鞋底對地面欲向後滑動，而摩擦力阻止鞋底向後滑動，因此行走時藉著向前的靜摩擦力得以前進，雨天時則因靜摩擦力減小而容易滑倒。
- (3)汽車或腳踏車前進時，都是因為輪胎向後轉動，而地面產生一個阻止輪胎向後轉動的靜摩擦力，因此車輛才得以前進。
- (4)機場的行李輸送帶是藉著輸送帶向錢，而行李箱對於輸送帶落後，因此輸送帶產生一個阻止行李落後的靜摩擦力，使行李得以前進。
- (5)滑雪時，滑雪板與地面間的摩擦係數愈小才愈容易滑動，直排輪和溜冰鞋則是藉著摩擦力前進，因此接觸面欲粗糙，靜摩擦力愈大，愈容易前進。
- (6)旋轉瓶蓋藉手與瓶蓋間摩擦力轉動，因此接觸面需粗糙，摩擦力愈大愈好。



E、摩擦力對機械的影響：

(1)缺點：

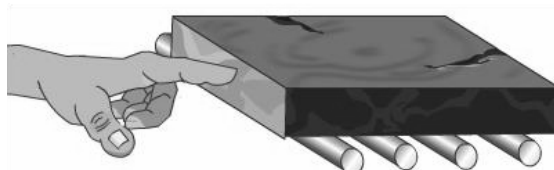
- 甲、消耗物體的能量，降低機械效率。
- 乙、和物體產生摩擦，損壞機械。

(2)優點：

- 甲、利用物體和手之間的摩擦力作用，而握住物體。
- 乙、車輪的煞車器使車輪和地面產生摩擦，而使車子停住。

F、減少摩擦力的方法：

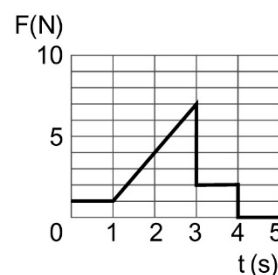
- (1)減少正向力的作用：減輕物體的重量，能減少摩擦力的大小。
- (2)在接觸面間塗潤滑劑：如上油脂潤滑，以改善接觸面的粗糙程度。
- (3)以滾動代替滑動：利用滾輪、履帶或用軸承滾珠等裝置來減小摩擦力。



範例

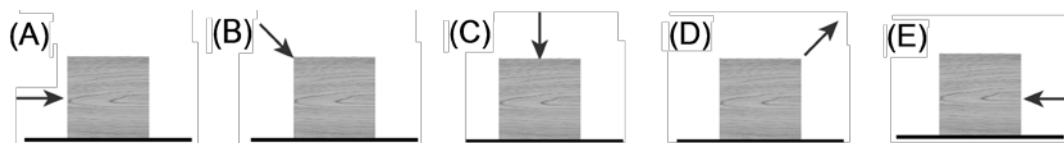
12. 質量 1 公斤（重量約 10 牛頓）的物體靜置於水平桌面上，接觸靜摩擦係數為 0.4、動摩擦係數為 0.2，施一水平向右的推力 F ， F 隨時間變化如右圖：

- (1) 1 秒末瞬間，接觸面摩擦力為_____牛頓。
- (2) 3~4 秒期間，接觸面摩擦力為_____牛頓。
- (3)承上題，此期間物體運動的加速度為_____ m/s^2 。



範例

13. 一個在水平桌面上維持靜止的物體，受到大小相同，方向不同之力，如下列各選項所示，則哪一選項中木塊所受之摩擦力最小？



範例

14. 施力 F 於 A 物體，其加速度為 $2a$ ，施力 $2F$ 於 B 物體，其加速度為 a 。今若施力 $3F$ 於 A 、 B 兩物體的合體，則合體加速度為

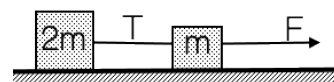
- (A) $\frac{3}{2}a$ (B) $\frac{4}{3}a$ (C) $\frac{5}{4}a$ (D) $\frac{6}{5}a$ (E) $\frac{7}{6}a$ 。

範例

15. 如右圖， A 、 B 、 C 三木塊以細繩串接，在光滑水平地面受一水平拉力 F 而向右作等加速運動，繩上張力分別為 T_1 、 T_2 。若 B 木塊質量突然增加，則有關繩張力變化何者正確？(細繩質量可忽略不計)

- (A) T_1 變大、 T_2 變小 (B) T_1 變小、 T_2 變大
 (C) T_1 變大、 T_2 不變 (D) T_1 不變、 T_2 變小
 (E) T_1 變小、 T_2 變小。

16. 兩個質量分別為 m 、 $2m$ 之木塊，以質量可忽略之細繩相連，將兩木塊置於水平桌面上，已知桌面與木塊之動摩擦力為定值。今以一水平力 F 拉動兩木塊使其等加速度前進(如右圖)，則連接兩木塊的細線之張力 T 與施力 F 的比值為若干？

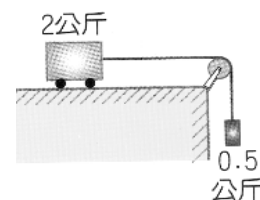
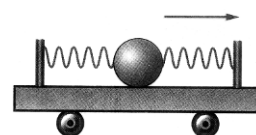
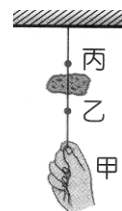
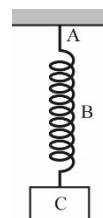


- (A) $1/2$ (B) $1/3$ (C) $1/4$ (D) $3/4$ (E) $2/3$ 。



基礎題

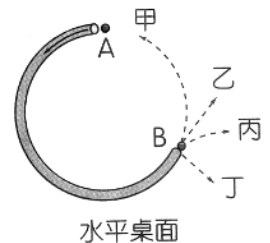
1. 下列哪一現象不屬於慣性定律的應用？
 (A) 輕拍衣服可拍去灰塵 (B) 用刷子刷去衣服上的灰塵 (C) 鐵鎚鬆脫，將柄在地上一擊，鐵鎚就嵌緊 (D) 緊急煞車時，車上乘客向前傾 (E) 等速前進的車廂，鉛直上拋一球，球仍掉回拋者手中。
2. 如圖，懸繩 A 和彈簧 B 的重力不考慮，下列各對力中屬於平衡力的是
 (A) A 對 B 的拉力與 B 對 C 的拉力 (B) B 對 A 的拉力與 A 對 B 的拉力
 (C) A 對 B 的拉力與 C 對 B 的拉力 (D) C 對 B 的拉力與 B 對 A 的拉力。
3. (94 學測) 在正常狀況下，下列何者的摩擦力愈小愈好？
 (A) 走路時鞋底與地面間的摩擦力 (B) 滑雪時滑雪板與雪地間的摩擦力 (C) 使用工具時，手與工具把手間的摩擦力 (D) 騎腳踏車煞車時煞車板與輪子間的摩擦力。
4. 如右圖，有一個重物用細繩勾掛在天花板下方，用手扯動一條綁有重物繩子的下端甲處，若拉動過程中，掛勾處不會鬆脫，則下列相關敘述何者正確？
 (A) 若用力驟拉甲點，繩子在乙點較容易斷裂 (B) 若用力慢慢拉甲點，繩子在乙點較容易斷裂 (C) 不管用力方式如何，丙點受力較大，繩子均在丙點較容易斷裂 (D) 用力方式不同，繩子斷裂的位置也不同，這都是慣性現象。
5. 一臺小車靜止於桌面上，球的兩端用相同的彈簧固定在小車的桿子上，兩條彈簧的長度相同，如右圖。若小車在水平桌面上瞬間加速向右移動，則下列對這兩條彈簧長度變化情形的描述，何者正確？
 (A) 左邊彈簧比右邊彈簧較長 (B) 左邊彈簧比右邊彈簧較短
 (C) 左右兩邊彈簧一樣長 (D) 左右兩邊彈簧長度忽長忽短，交互變化。
6. 物體作直線運動，因它受到一個力 f 的作用，使其速率逐漸變慢。關於此運動中各物理量的敘述，下列何者正確？
 (A) 物體位移的方向與力 f 的方向相同 (B) 物體速度的方向與力 f 的方向相同 (C) 物體位移的方向與速度的方向相反 (D) 物體加速度的方向與速度的方向相反。
7. 將一個物體用力往上垂直拋出，發現物體愈高，運動的速率愈慢，則有關此物體在上升過程的敘述，下列何者正確？
 (A) 物體運動方向與受力方向相同 (B) 物體運動的速度方向與受力方向相同
 (C) 物體速度的方向與加速度的方向相反 (D) 物體加速度方向與受力方向相反。
8. 重 2 公斤的滑車置於水平光滑的桌面上，綁在右端的細繩透過滑輪，在細繩下端掛一個 0.5 公斤的重物，如右圖，若不計滑輪摩擦，則下列何者正確？
 (A) 滑車在水平桌面作等速度運動 (B) 滑車在水平面上的加速度量值為 0.25 公尺/秒² (C) 重物下落的加速度與滑車在水平面上的加速度量值相同 (D) 繩子拉滑車的作用力為 0.5 公斤重。



9. 有甲、乙兩車行駛在一水平直線的公路上，兩者的質量及速率均未知，下列何者正確？
 (A) 若兩車發生碰撞，兩者間的作用力大小必相等 (B) 若兩車發生碰撞，質量較小者所受兩者間的作用力必較大 (C) 若甲車的質量較大，則甲車的速率必較大 (D) 若乙車的速率較大，則乙車受力必較大。

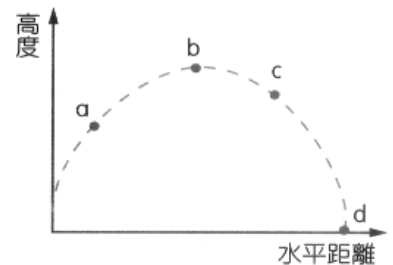
10. 質量 2 公斤物體放在水平面上，受一水平的 8 牛頓拉力作用時，作等速運動；若換成 20 牛頓的水平拉力作用，則加速度為若干？
 (A) 4 公尺/秒² (B) 5 公尺/秒² (C) 6 公尺/秒²
 (D) 8 公尺/秒² (E) 10 公尺/秒²。

11. 內部光滑的圓弧形水管水平地固定在水平桌面上，如圖，則圖中哪一條虛線最能代表鋼球從 A 處管口快速進入，而由 B 處管口出來的運動軌跡？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。



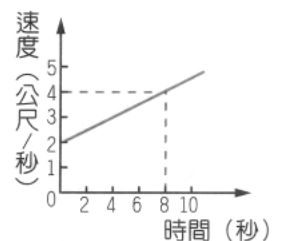
12. 對同一物體施以定力 F_1 、 F_2 、 F_3 ，測得產生的加速度分別為 a_1 、 a_2 、 a_3 。若 $F_1 : F_2 : F_3 = 1 : 2 : 3$ ，則 $a_1 : a_2 : a_3$ 比為何？
 (A) 1 : 2 : 3 (B) 3 : 2 : 1 (C) 6 : 3 : 2 (D) 1 : 1 : 1。

13. 蓉蓉在海邊拋石頭，拋出軌跡如右圖，在軌跡上 a、b、c 和 d 四點中，石頭受重力的情形，下列敘述何者正確？
 (A) 石頭受力方向與運動軌跡相同 (B) 當石頭到達最高點 b 點時，瞬間不受重力作用 (C) 在 c 點石頭受重力方向與加速度方向相同 (D) 石頭到達最高點會沿拋物線軌跡到 d 點，是由於慣性作用。



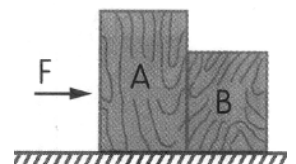
14. 在地面垂直上拋一個小球，則下列敘述何者正確？
 (A) 在最高點小球的速度與加速度均為 0 (B) 在上升過程中速度漸減，表示受力方向與加速度方向相反 (C) 物體上升到下降全程為等加速度揮動，表示物體受一定值的力作用 (D) 小球在最高點瞬間呈靜止狀態，故所受合力為 0。

15. 質量為 2 公斤的滑車在光滑平面上作直線運動，其速度與時間關係如右圖，則此滑車所受的外力為多少牛頓？
 (A) 0 (B) 0.5 (C) 4 (D) 8。

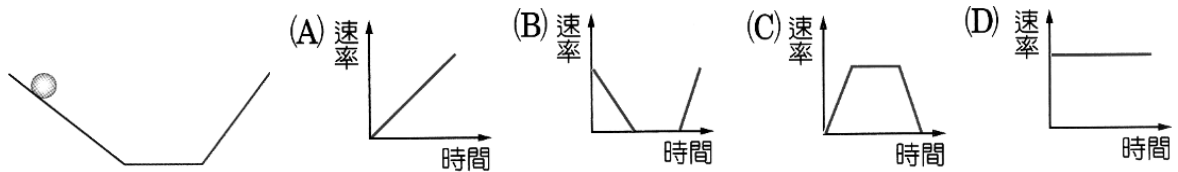


16. 靜置於無摩擦之水平面上的物體，當它受到 10 牛頓的水平定力作用 3 秒鐘後即不再用力，此物體在 3 秒末的速度為 15 公尺/秒，則下列敘述何者正確？
 (A) 0~3 秒期間物體作等速度運動 (B) 物體的質量為 0.5 公斤 (C) 3 秒內物體前進 45 公尺 (D) 物體在 5 秒的速度仍為 15 公尺/秒。

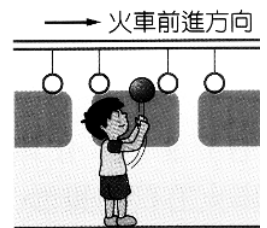
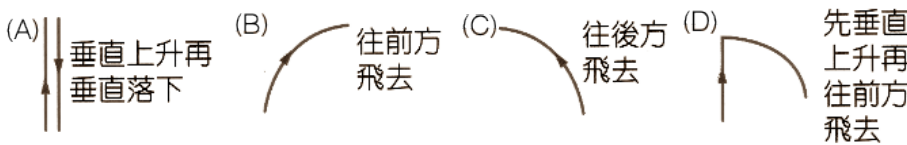
17. A、B 兩物體靜置在光滑桌面上，其質量分別為 4 公斤、3 公斤，今以水平力 $F = 21$ 牛頓作用，則 B 對 A 的作用力大小為多少牛頓？
 (A) 7 (B) 9 (C) 13 (D) 21。



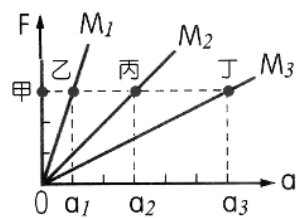
18. 質量為 1000 公斤的車子，原以 36 公里／小時的速度行駛，今以固定大小阻力煞車 5 秒後，車子停下來，則煞車時車子所受的阻力為多少牛頓？
 (A)2000 (B)3000 (C)4000 (D)5000。
19. 以一水平力 F_1 作用於光滑平面上的甲物體，甲物體在 0.3 秒內速度由 0.2 公尺／秒增為 0.4 公尺／秒，若改以另一水平力 F_2 作用於甲物體，則在 0.6 秒內速度由 0.2 公尺／秒增為 0.8 公尺／秒，則作用力 F_1 與 F_2 的比為何？
 (A)1 : 2 (B)2 : 1 (C)2 : 3 (D)3 : 2。
20. 火箭往後噴出的氣體能使火箭向前推進的理由，與下列哪一種現象使用的原理相同？
 (A)旋轉雨傘，附著在雨傘上的水滴會向外飛出 (B)緊急煞車，乘客會向前傾 (C)揮擊球棒，可使棒球飛向場外 (D)划船時，槳往後滑水船會向前進。
21. 將一個小鋼珠放在如右圖完全光滑的斜面左端，使其由靜止滑下，當小鋼珠由左側滑向右側時，下列哪一個速率與時間關係圖最能描述小鋼珠的運動情形？



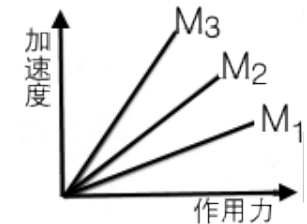
22. 火車在一直線上以等速運動向前進，此時火車上的 棠棠 垂直往上拋出一個物體，若不計阻力及摩擦，下列哪一個圖是 棠棠 看到這個物體運動的軌跡？



23. 右圖為光滑平面上質量為 M_1 、 M_2 、 M_3 之三物體所受 F 與 a 的關係圖， $M_1 : M_2 : M_3 = ?$

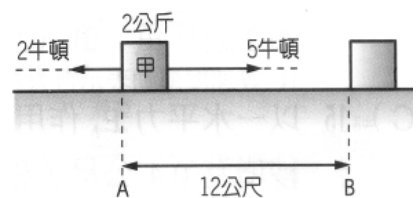


24. 以 5 牛頓的水平拉力，可以使 2 公斤的物體在一粗糙面上以 1 m / s 的等速度水平運動，物體與地面間摩擦力量值為何？



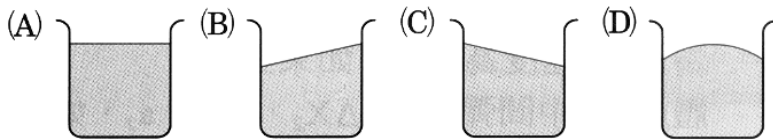
25. 右圖為牛頓運動定律的實驗結果，若 M_1 、 M_2 、 M_3 為三個物體的質量，利用此關係圖，可判斷三個物體質量以何者最大？

26. 如右圖，在同一水平直線上，方向相反的兩個力，同時作用在原本靜止於光滑水平面的甲物體，有關甲物體受這兩個力作用的敘述，下列何者正確？



- (A)合力大小為 7 牛頓 (B)合力的作用使甲物體產生 2.5 公尺／秒²向右的加速度 (C)甲物體從 A 移動到 B，需費時 4 秒 (D)甲物體從 A 移動到 B，作向右為 4.0 公尺／秒的等速度運動。

27. 水平面上有盛水的燒杯向右等速度運動，此燒杯內水面狀態最可能為下列何種圖形？



28. 假設甲、乙兩物體的質量比為 1 : 2，且使甲物體有 1m/s^2 的加速度，需施 F 牛頓的力；若將兩物體綁在一起，使它們有 1m/s^2 的加速度，則需施力多少？

- (A) $F/3$ 牛頓 (B) F 牛頓 (C) $2F$ 牛頓 (D) $3F$ 牛頓。

29. 貨車質量 4000 公斤，當其煞車時瞬間可產生 30000 牛頓之固定阻力，若此貨車在路上以速率 18 公尺/秒行駛，想要在不超過 3 秒鐘的時間內煞停，此貨車最多可載貨多少公斤？

- (A) 1000 (B) 2000 (C) 3000 (D) 4000。

30. 以 50 牛頓的水平力推質量為 20 公斤的行李箱，行李箱水平移動了 10 秒，假設行李箱原來靜止，且在移動時它與水平地面間的摩擦力為 40 牛頓，則在推動行李箱 10 秒之後，行李箱的速度為多少公尺/秒？

- (A) 25 (B) 20 (C) 5 (D) 0。

31. 在鏈球比賽中，霖霖以逆時鐘方向快速旋轉拋擲鏈球，如圖(一)，若他的位置在圖(二)中之 O 點，則他最適合在鏈球到達圖中甲、乙、丙、丁的哪一個位置時放開鏈球，才能讓鏈球飛得遠，又落在有效區域內？

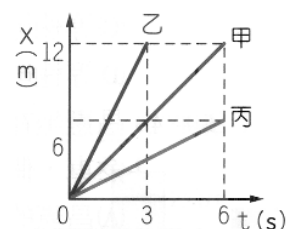
- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

32. 以固定頻率的打點計時器記錄小車在水平面上向右作直線運動的情形，如右圖，下列有關此實驗的敘述何者正確？



- (A) 小車運動速率漸增 (B) 小車所受合力為零 (C) 紙帶上相鄰兩點距離愈大，其時間間隔愈長 (D) 紙帶上相鄰兩點距離愈小，小車運動速率愈大。

33. 甲、乙、丙三物體作直線運動，它們的位置(X)與時間(t)關係如右圖。假設此三物體所受的力與它們的方向都在同一直線上，且甲、乙、丙三物體的質量分別為 40kg、50kg、60kg，若它們所受合力大小分別為 $F_{甲}$ 、 $F_{乙}$ 、 $F_{丙}$ ，則其關係為下列何者？



- (A) $F_{甲} > F_{乙} > F_{丙}$ (B) $F_{乙} > F_{甲} > F_{丙}$
(C) $F_{丙} > F_{甲} > F_{乙}$ (D) $F_{甲} = F_{乙} = F_{丙}$ 。

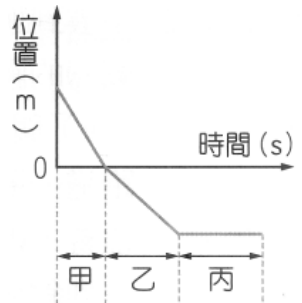
34. 甲、乙兩個完全相同的鐵球，在同一高度釋放，其中甲球以 2m/s 的速度向上丟出，乙球則以 2m/s 的速度向下丟出，假設摩擦阻力可以忽略，關於甲、乙兩球在落地前的運動狀態比較，下列敘述何者正確？

- (A) 乙球的平均速度大於甲球 (B) 乙球所受合力大於甲球
(C) 乙球的平均加速度大於甲球 (D) 乙球的位移大於甲球。

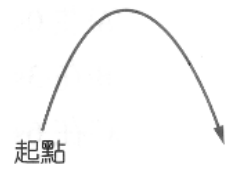
35. 質量 50 公斤的人站在電梯中，當電梯以 4 公尺/秒^2 等加速度下降時，電梯地板對人的作用力為多少牛頓？(假設重力加速度 = 10 公尺/秒^2)
 (A)200 (B)300 (C)700 (D)800。

36. 我國政府的交通大執法中，將「幼兒乘坐安全座椅」列為重要取締項目，原因是幼兒若未乘坐安全座椅，在車輛行駛時，當車子緊急煞車，可能會使幼兒往前翻覆而造成嚴重傷害；關於這個現象可以由下列哪一個原理來說明？
 (A)慣性定律 (B)牛頓第二運動定律
 (C)反作用力 (D)自由落體。

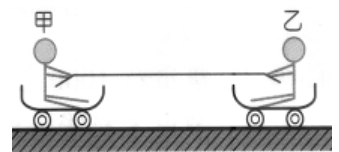
37. 某一個作直線運動的物體，其位置與時間關係如右圖，則在哪一個時段內，該物體所受的合力為零？
 (A)丙 (B)甲丙 (C)甲乙 (D)甲乙丙。



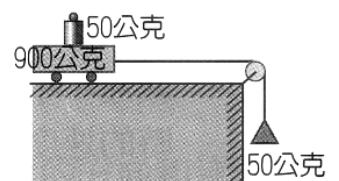
38. 站在地面上的 萱萱 看見汽車中有一顆小球的運動軌跡如右圖，則下列何者可能造成此一運動軌跡？
 (A)靜止在路邊的汽車中，小球自高處自由落下 (B)等速向右前進的汽車中，垂直向上拋出的小球
 (C)等速向左前進的汽車中，垂直向上拋出的小球 (D)等速向右前進的汽車中，水平向前拋出的小球。



39. 甲、乙兩人質量分別為 30kg 及 70kg ，兩人坐在水平地面的滑板車上，同時互拉，如右圖，假設滑板車質量、滑板車與地面的摩擦力忽略不計，則甲與乙加速度值之比為多少？
 (A)7 : 3 (B)49 : 9 (C)9 : 49 (D)3 : 7。



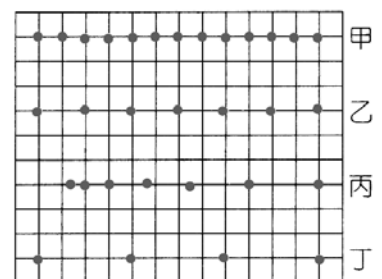
40. 右圖為測量力與加速度關係的實驗裝置，滑車重 900 公克 ，砝碼重 50 公克 ，吊盤重 50 公克 。若不計摩擦力影響，則滑車移動時加速度為多少公尺/秒²？(重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
 (A)0.49 (B)0.98 (C)1.96 (D)4.9。



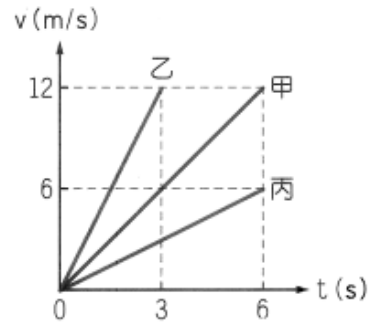
41. 婷婷 坐在等速前進的公車上，將一個小球垂直往上拋，當球離手後，公車突然煞車，假設摩擦阻力可以忽略，則下列敘述何者正確？
 (A)公車煞車的過程中，其所受合力向後 (B)婷婷 身體會略微向前傾，這是因為受到向前的外力作用
 (C)小球會落在 莉瑋 的後方 (D)小球離手後，加速度的方向向前。

42. 對甲施以 F 的外力，可以使甲產生 1 公尺/秒^2 的加速度；如果將甲和乙綁在一起，並施以 $3F$ 的外力，可以使兩物體同時以 2 公尺/秒^2 的加速度運動，則甲和乙兩物體的質量比是多少？
 (A)1 : 2 (B)2 : 1 (C)1 : 3 (D)3 : 1。

43. 質量相同的甲、乙、丙、丁四輛滑車，與打點計時器連接後，將紙帶由左向右拉動所留下軌跡如右圖，則哪一輛滑車所受合力大小最大？
 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



44. 甲、乙、丙三物體作直線運動，它們的速度與時間之關係如右圖；假設此三物體所受的力與它們運動的方向都在同一直線上，且甲、乙、丙三物體的質量分別為 50kg、30kg、60kg，若它們所受的合力大小分別為 F_1 、 F_2 、 F_3 ，則其關係為下列何者？



- (A) $F_甲 > F_乙 > F_丙$ (B) $F_丙 > F_乙 > F_甲$
 (C) $F_丙 > F_甲 > F_乙$ (D) $F_乙 > F_甲 > F_丙$ 。

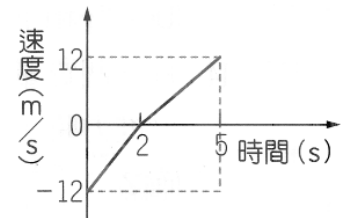
45. 屏屏從空中跳傘、降落傘打開一段時間後她以等速度落下，假設此時她受三個力作用，分別為重力(W)、空氣阻力(R)、空氣浮力(B)，則有關這三個力的敘述，何者正確？

- (A) $R = W + B$ (B) $W = R + B$ (C) $R > W + B$ (D) $W > R + B$ 。

46. 甲、乙兩物體靜置在水平桌面上，甲質量為 1 公斤，乙質量為 2 公斤；當分別施以 4 牛頓的水平力時，甲、乙的加速度比為 3 : 1，如果甲、乙和桌面的接觸性質完全相同，則甲物體與桌面間的動摩擦力是多少牛頓？

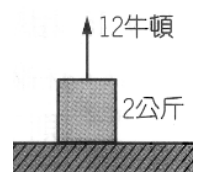
- (A) 0.5 (B) 1 (C) 1.5 (D) 2。

47. 某一個物體受到外力作用後，其速度與時間關係如右圖，以向東為正，則關於物體的運動狀態，下列敘述何者正確？



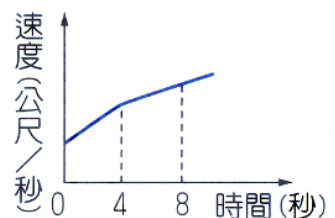
- (A) 0~2 秒，物體所受合力方向向東；2~5 秒，物體所受合力方向向西 (B) 0~2 秒，物體所受合力方向向西；2~5 秒，物體所受合力方向向東 (C) 0~2 秒間物體所受合力大於 2~5 秒間物體所受的合力 (D) 0~2 秒間物體所受合力等於 2~5 秒間物體所受的合力。

48. 右圖，質量為 2 公斤的物體靜止在光滑水平面上，受到向上 12 牛頓的外力作用，若重力加速度為 10 公尺/秒²，則關於此物體的受力與運動狀態，下列何者正確？



- (A) 物體的加速度為 6 公尺/秒² (B) 物體所受的合力為零 (C) 物體受到 10 牛頓的摩擦力作用 (D) 如果物體要等速度上升，必須施以向下 8 牛頓的外力。

49. 右圖是某物體運動的速度與時間關係圖，則關於物體的受力情形，下列何者合理？

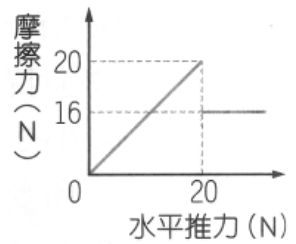


- (A) 0~4 秒，物體所受合力為 10 牛頓；4~8 秒，物體所受合力為 20 牛頓 (B) 0~4 秒和 4~8 秒，物體都受到 10 牛頓的合力 (C) 0~4 秒，物體所受合力為 20 牛頓；4~8 秒，物體所受合力為 10 牛頓 (D) 0~4 秒和 4~8 秒，物體所受合力為 0 牛頓。

50. 有空氣阻力的情況下，將小球自地面垂直上拋，關於小球的加速度大小(a)與重力加速度大小(g)的比較，下列敘述何者正確？

- (A) 上升的過程： $a > g$ ；下降的過程： $a < g$ (B) 上升的過程： $a < g$ ；下降的過程： $a > g$ (C) 上升和下降的過程： $a > g$ (D) 上升和下降的過程： $a < g$ 。

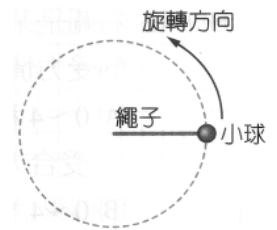
51. 有一個質量為 4kg 的物體，靜止在水平桌面上，當受到水平推力時，所受摩擦力如右圖，則下列敘述何者正確？
 (A) 施以 6N 的水平推力，物體保持靜止，不受摩擦力的作用 (B) 施以 18N 的水平推力，物體的加速度為 0.5m/s^2 (C) 以 24N 的水平推力，物體的加速度為 1m/s^2 (D) 當物體的受力小於 20N 時，水平推力與摩擦力互為平衡力。



52. 如圖，甲、乙、丙三個質量不同物體靜止在光滑水平面上，受到 F 的水平外力作用後，向右作等加速度運動；如果甲拉乙力量為 20N ，乙拉丙力量為 12N ，則乙和丙質量比是多少？
 (A) $2:3$ (B) $3:2$ (C) $5:3$ (D) $3:5$ 。



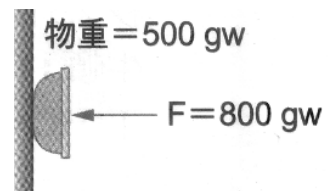
53. 凱凱用一條繩子繫住一顆小球，使其在水平面上作等速率圓周運動，如右圖，關於小球的運動狀態，下列敘述何者正確？
 (A) 等速率圓周運動屬於等加速度運動 (B) 小球旋轉一周後，其平均速度和平均速率均為零 (C) 小球的速度方向與加速度方向永遠相互垂直 (D) 小球的加速度方向與受力方向永遠相互垂直。



54. 甲、乙兩輛汽車在同一直線道路上行駛，其中甲車的質量和速率都比乙車大，則下列敘述何者正確？
 (A) 若甲車從後方追撞乙車，則乙車受力較大 (B) 若甲車從後方追撞乙車，則兩車速率都變大 (C) 若兩車迎面對撞，則兩車受力相等 (D) 若兩車迎面對撞，則兩車速率都變快。

55. 湘湘將一體積 15 立方公分，質量 50 公克的玻璃球投入湖中，最後玻璃球以等速度下沉，則下列敘述何者正確？
 (甲) 玻璃球所受浮力與阻力的合力 $= 0$ ； (乙) 玻璃球所受的合力 $= 0$ ；
 (丙) 玻璃球所受的阻力為 $35w$ 向上； (丁) 等速下沉，故玻璃球所受重力 $= 0$ 。
 (A) 甲丙 (B) 乙丙 (C) 甲丁 (D) 乙丁。

56. 如右圖，茹茹以 800gw 的水平力 F 將重量 500gw 的物體壓在牆壁上使其靜止不動，則平衡時物體所受摩擦力為多少 gw ？
 (A) 0gw (B) 200gw (C) 500gw (D) 800gw 。

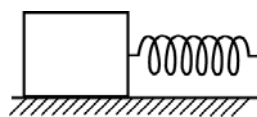


57. 光滑平面上，有甲、乙、丙、丁四個不同的靜止物體，若對此四個物體施以不同大小及不同時間的水平力時，各狀況如右表，請回答此四個物體在受力結束的那一瞬間以何者的速率最快？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

物體	質量	受力大小	施力時間
甲	3 kg	4 N	2 秒
乙	4 kg	3 N	4 秒
丙	5 kg	2 N	6 秒
丁	6 kg	1 N	8 秒

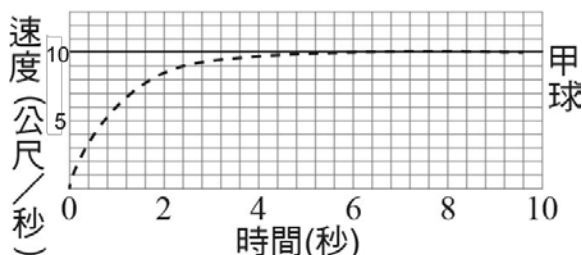
58. 火箭升空時的加速度達 100 公尺/秒²，重力加速度約為 10 公尺/秒²，則此時站在艙內磅秤上的太空人體重會變為原來的幾倍？
 (A) 1 倍 (B) 9 倍 (C) 10 倍 (D) 11 倍。

59. 質量 2000kg 的小貨車，在水平道路上以 54 公里／小時的速度行駛，由於前方有事故所以緊急煞車，並在 3 秒內煞車停止，則貨車在煞車期間所受的摩擦力平均大小為若干牛頓？
 (A)36000N (B)18000N (C)10000N (D)5000N。
60. 如圖，一物體置於光滑水平面上，物體右端繫一自然長度為 10 公分的彈簧。今施力拉彈簧使物體作等加速運動，當物體加速度為 2 公尺／秒²時，彈簧的總長度為 13 公分，則當物體加速度為 6 公尺／秒²時，彈簧總長度為何？(設彈簧仍在比例限度內)
 (A)7.5 公分 (B)10 公分 (C)17.5 公分 (D)19 公分 (E)25 公分。

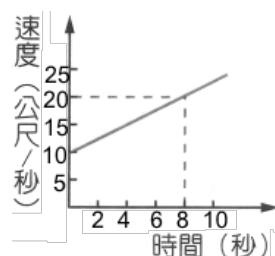


進階題

1. 當保齡球 碰撞 球瓶時，保齡球施於球瓶的力的反作用力為
 (A)保齡球所受的重力 (B)地面對球瓶阻擋的力 (C)空氣對球瓶阻擋的力 (D)球瓶對保齡球阻擋的力 (E)球瓶所受的重力。
2. 大聯盟比賽中，投手陳偉殷投出強勁的快速直球直達本壘，下列敘述何者正確？
 (A)棒球飛行過程不受外力，始終保持直線前進 (B)棒球能直達本壘，是因為投手持續施力 (C)棒球向前飛行是因為球投出後的慣性作用 (D)棒球飛行速率愈快，是因為飛行過程的受力愈大 (E)投手的施力與棒球的重量抵消，因此球所受合力為零。
3. 小球自靜止狀態開始落下，受到重力和空氣阻力 F 的作用，此阻力與球的下墜速度 v 成正比，即 $F = -kv$ ($k > 0$)，右圖表示該球的速度-時間關係圖。已知小球質量為 4 公斤，落下過程中重力加速度恆為 10 公尺／秒²，則比例常數 k 值約為多少牛頓／秒？
 (A)1.0 (B)1.5 (C)2.0 (D)2.5 (E)4.0。



4. 質量 10 公斤的木塊置於水平玻璃桌面，受 40 牛頓的拉力仍保持靜止，此時接觸面正向力為 N_1 、摩擦力為 f_1 ；若將兩塊相同木塊置於水平木質桌面，受 20 牛頓的拉力，木塊依然保持靜止，此時接觸面正向力為 N_2 、摩擦力為 f_2 ，已知當地的重力加速度為 10m／s²，則：
 (A) $N_1 = N_2$, $f_1 < f_2$ (B) $N_1 = N_2$, $f_1 = f_2$ (C) $N_1 < N_2$, $f_1 > f_2$
 (D) $N_1 < N_2$, $f_1 = f_2$ (E) $N_1 < N_2$, $f_1 < f_2$ 。



6. 茹茹出國拖著行李箱，如右圖，關於行李箱受力情形，下列何者正確？

- (A) 茹茹對行李箱施力與行李箱所受的重力互為作用力與反作用力 (B) 行李箱所受重力與行李箱對地球的引力兩者量值相等，方向相反，因此能互相抵消 (C) 行李箱共受到 2 個作用力 (D) 茹茹對行李箱的施力與行李箱的重力互為平衡力 (E) 行李箱愈重，則與地面接觸的摩擦力愈大。



7. 晴晴將小石子垂直上拋，小石子上升時逐漸減速至最高點，過程中小石子受三個力作用，分別為重力(W)、空氣阻力(R)、空氣浮力(B)，則這三個力的關係何者正確？

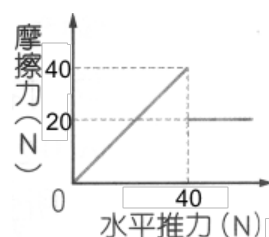
- (A) $W + R > B$ (B) $W + R < B$ (C) $R + B > W$ (D) $R + B < W$ (E) $W + B > R$ 。

8. 承上題，小球由最高點落下過程，逐漸加速，則所受三力的關係何者正確？

- (A) $W + R > B$ (B) $W + R < B$ (C) $R + B > W$ (D) $R + B < W$ (E) $W + B > R$ 。

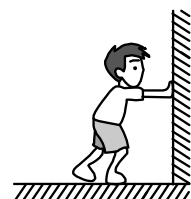
9. 有一個質量為 10kg 的物體，靜止在水平桌面上，當受到水平推力時，所受摩擦力如右圖，則下列敘述何者正確？

- (A) 施力小於 40N 時，物體保持靜止，此時合力為零 (B) 施 30N 的水平推力，大於動摩擦力，物體有加速度 (C) 施 30N 的水平推力，則物體的運動的加速度為 1m/s^2 (D) 施力 50N 時，物體運動的加速度為 1m/s^2 (E) 物體受力小於 40N 時，水平推力與摩擦力互為作用力與反作用力。



10. 一人穿溜冰鞋站在地面上，用手推正前方的牆壁，如右圖。已知人的重量為 F_1 ，人推牆壁的力為 F_2 ，人壓迫地面的力為 F_3 ，地面支持人的力為 F_4 ，牆壁推人的力為 F_5 ，人對地球的引力為 F_6 ，則 F_1 的反作用力為下列何者？

- (A) F_2 (B) F_3 (C) F_4 (D) F_5 (E) F_6 。



11. 右圖中，桌子 N 上的物體 M 靜止不動，且無任何摩擦力，則下列何者是一對作用、反作用力？

- (A) 繩 a 對 M 的拉力，與繩 c 對 M 的拉力 (B) Q 物的重力，與繩 d 給 Q 的拉力 (C) M 的重力，與 N 給 M 的正向力 (D) M 對 N 的正向力，與 N 給 M 的正向力 (E) 繩 b 對 P 的拉力，與繩 a 對 M 的拉力。

12. 排球與籃球在空中對撞，結果排球反彈較遠，而籃球則反彈較近，有關兩球受力的情形，下列敘述何者正確？

- (A) 排球受到的作用力比籃球大，因此反彈較遠 (B) 兩球接觸期間，排球和籃球的加速度相等 (C) 兩球分開瞬間，排球的速度比籃球的速度大 (D) 排球撞擊時間比籃球撞擊時間長，因此因此排球反彈較遠 (E) 籃球質量較大，因此受到的作用力較小。

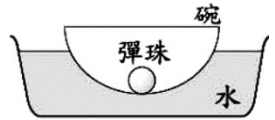
13. 欣欣要作講解「牛頓慣性定律」的報告，下列何者作為講解此定律的範例最適當？

- (A) 鋼珠筆寫不出來，用力甩幾下便能克服 (B) 火箭將引擎燃燒產生的氣體排出，才得以升空 (C) 牛頓在蘋果樹下，被蘋果砸到頭 (D) 烏賊在水中逃避敵害時，經常藉著噴水，並朝反方向快速運動 (E) 用力旋轉雨傘，轉速愈快時，需要更大的費力。

14. 一物體受力 F 作用時，產生加速度 a ，若將力改為原來的 $2/3$ 倍，質量減為原來的 $3/4$ 倍，則此時物體加速度為：

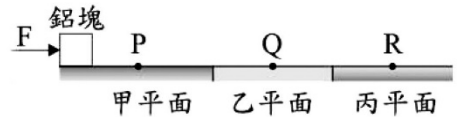
- (A) $\frac{5}{7}a$ (B) $\frac{8}{9}a$ (C) $\frac{1}{2}a$ (D) $\frac{9}{8}a$ (E) $\frac{7}{5}a$

15. 將碗置於臉盆內的水中，碗內有一顆彈珠，如右圖。當碗及彈珠在水面上呈現靜止狀態時，試問碗所受浮力的反作用力為何？



- (A) 碗作用於彈珠的力 (B) 碗作用於水的作用力 (C) 水作用於碗的力 (D) 碗作用於彈珠的萬有引力 (E) 碗作用於地球的萬有引力。

16. 將鉛塊靜置於水平面上，萱萱以一固定水平力 F 向右推動此鉛塊，如右圖。依序經過甲、乙、丙三種不同的水平平面，當鉛塊經過平面上的 P、Q、R 點時，



鉛塊的加速度大小分別為 2 m/s^2 、 0 m/s^2 、 4 m/s^2 。已知鉛塊與丙平面間無摩擦力，且鉛塊在同一平面的摩擦力為定值，則鉛塊在行經甲平面及乙平面時所受摩擦力大小的比為多少？

- (A) 1 : 2 (B) 1 : 4 (C) 2 : 1 (D) 4 : 1 (E) 1 : 1。

17. 茹茹在靜止的電梯內用磅秤秤得 40 公斤重，如果電梯以 2 公尺/秒^2 的加速度由 10 樓降至 1 樓時，如右圖，則磅秤的讀數變為多少公斤重？

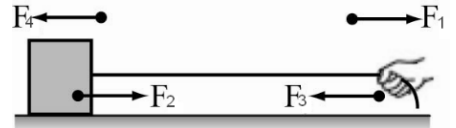


- (A) 32 (B) 36 (C) 40 (D) 44 (E) 48 公斤重。

18. 軒宇在臺北 101 大樓內電梯中做一個實驗，他在電梯的天花板上固定一彈簧，而彈簧下端掛一個質量 2 公斤的重物，此時彈簧伸長量為 6 公分。當電梯由 1 樓上升至 88 樓過程中，1 樓到 4 樓期間電梯是加速上升，4 樓到 85 樓期間等速度上升，85 樓到 88 樓減速至靜止。則下列相關敘述何者正確？

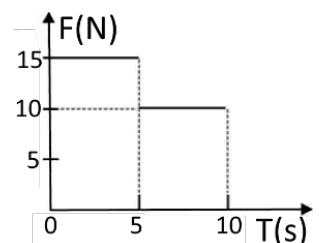
- (A) 電梯由 1 樓到 4 樓加速期間，彈簧伸長量大於 6 公分 (B) 電梯由 4 樓到 85 樓等速期間，彈簧伸長量等於 0 公分 (C) 電梯由 85 樓到 88 樓減速期間，彈簧伸長量大於 6 公分 (D) 不管電梯如何運動，彈簧只受重物的拉力作用，彈簧伸長量都保持 6 公分。

19. 如右圖， F_1 為手拉繩子之力， F_2 為繩子拉物體之力， F_3 為繩子作用於手之力， F_4 為物體作用於繩子之力，則下列何者正確？



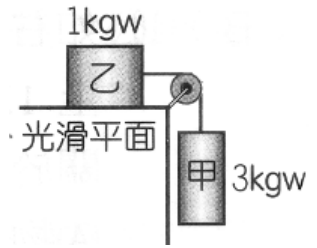
- (A) F_1 的反作用力為 F_4 (B) 物體同時受到 F_2 及 F_4 的作用力 (C) 物體若保持靜止，表示繩未對物體施力 (D) 繩子若處於靜止平衡，則 F_1 與 F_4 互為平衡力 (E) 若繩處於靜止狀態，則 F_2 與 F_3 為作用力與反作用力。

20. 一物體靜置在粗糙的水平面上，其質量為 5 公斤，若先以 15 牛頓的水平力推 5 秒，再改以同方向 10 牛頓的水平力再推 5 秒，若作用力與時間的關係如右圖，且過程中的摩擦力為定值，且為 5 牛頓。則此物體在第 8 秒及第 4 秒的加速度量值之比為若干？



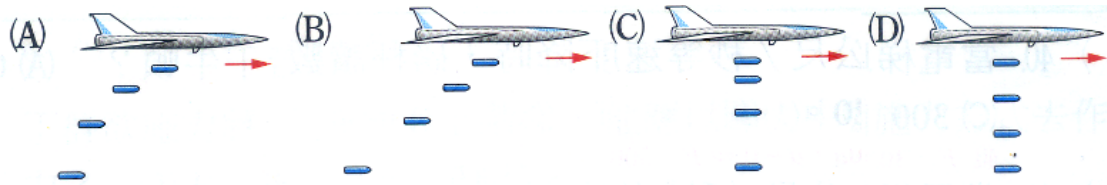
- (A) 1 : 2 (B) 1 : 3 (C) 2 : 3 (D) 3 : 2 (E) 2 : 1。

21. 甲、乙兩物體的重量分別為 3kgw 、 1kgw ，以定滑輪連接如右圖，假設所有的摩擦力都可以忽略，且 $1\text{kgw}=10\text{N}$ ，則下列敘述何者正確？

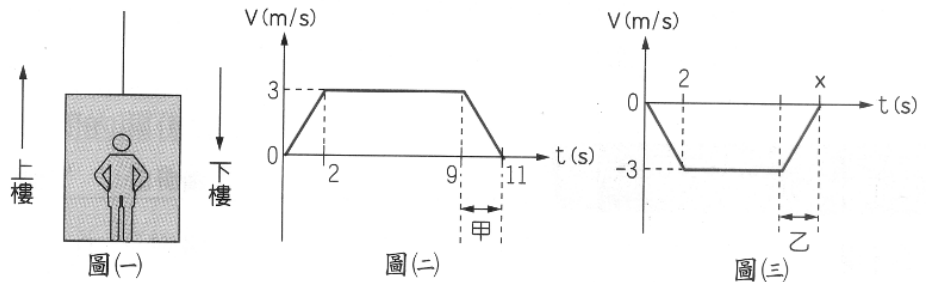


- (A) 甲和乙運動的加速度量值相等，且甲所受的合力也等於乙
 (B) 甲和乙運動的加速度量值相等，但甲所受的合力大於乙
 (C) 甲的加速度量值大於乙，但甲所受的合力則等於乙
 (D) 甲的加速度量值大於乙，且甲所受的合力也大於乙
 (E) 將甲乙位置對調，則運動的加速度量值和原先相同。

22. 一架在高空中沿水平方向等速度飛行的轟炸機，每隔 1 秒鐘自飛機上自由落下一枚炸彈，空氣阻力可略而不計，在地面上的觀察者見到的炸彈畫面以下列何者最可能？



23. 阿明搭電梯上下樓，如圖(一)，已知每層樓高度 3m ，從 1 樓到 10 樓，電梯上升了 27m 。圖(二)是他從 1 樓到 10 樓過

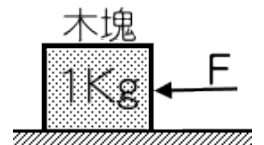


程的 $v-t$ 圖，圖(三)是他從 10 樓到 3 樓過程的 $v-t$ 圖。在阿明上下樓的過程中，他受到兩個力，一為重力，一為電梯地板對他的向上作用力，且重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^2$ ，若阿明的質量為 40kg ，則在圖(三)之乙階段，電梯地板對他的作用力大小應為何？
 (A) 452N (B) 392N (C) 332N (D) 60N 。

24. 某人欲在牆壁上釘畫框，他用手把框暫時壓在牆壁上，若畫框背面與牆壁間的靜摩擦係數為 0.5 ，畫框重 2 公斤，則為避免畫框滑下，此人壓在畫框上的力至少為若干牛頓？(重力加速度 10m/s^2)

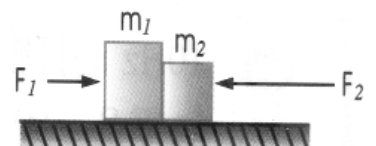
- (A) 20 (B) 4 (C) 2 (D) 40 (E) 10 牛頓。

25. 一個木塊原本靜止在一光滑水平面上，已知木塊質量為 1kg ，當在水平方向對木塊持續施一力 F ，如右圖，下列何者正確？



- (A) 若 $F=0.5\text{kgw}$ ，則木塊維持靜止
 (B) 若 $F=0.5\text{kgw}$ ，則木塊將作等速度運動
 (C) 若 $F=1\text{kgw}$ ，則木塊將作等加速度運動
 (D) 若 $F=1.5\text{kgw}$ ，則木塊將作等速度運動。

26. 右圖， F_1 、 F_2 為作用於 m_1 、 m_2 系統之外力，其中 F_1 、 F_2 作用力的量值分別為 10kgw 與 6kgw ， F_{12} 、 F_{21} 各為 m_1 對 m_2 與 m_2 對 m_1 的作用力，則 F_{12} 、 F_{21} 大小關係為何？



- (A) $F_{12}=F_{21}$ (B) $F_{12}<F_{21}$ (C) $F_{12}>F_{21}$ (D) 無法比較。

27. 甲、乙兩質量相等的小船漂浮在水面上，翔翔重 100kg 坐在甲船、誼誼重 60kg 坐在乙船，甲船上的翔翔用繩子繫住乙船後用力往後拉，則會發生下列何種狀況？
 (A) 甲船不動、乙船向甲船靠近 (B) 乙船不動、甲船向乙船靠近 (C) 甲、乙兩船互相接近，但乙船移動比較快 (D) 甲、乙兩船互相接近，而且兩船移動一樣快。
28. 一彈簧秤懸吊在一電梯的天花板下，當電梯以向上 $g/4$ 的等加速鉛直上升時，彈簧的伸長量為 d ，則當電梯以向下 $g/2$ 的等加速鉛直下降時，彈簧的伸長量為若干？
 (A) $2d$ (B) $\frac{5}{2}d$ (C) 0 (D) $\frac{2}{5}d$ (E) $\frac{1}{2}d$ 。



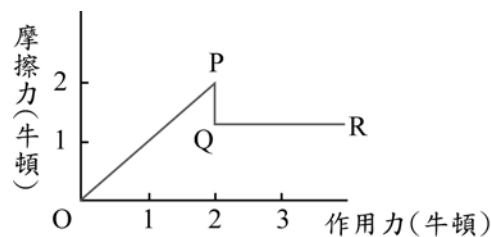
多重選擇題

1. 質量分別為 5kg 、 3kg 的甲、乙兩物體中間固定一個彈簧，並將其放置在完全光滑的平面上，如果對甲物體施力 10N ，則中間彈簧的壓縮量為 ΔX_1 ，整體加速度為 a_1 ，如圖左；如果對乙物體施力 10N ，則中間彈簧的壓縮量為 ΔX_2 ，整體加速度為 a_2 ，如圖右。則有關彈簧壓縮量與整體加速度的大小關係，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 施力相同，因此加速度相同，所以 $a_1 = a_2$ (B) 施力相同，因此彈簧受力相同，所以 $\Delta X_1 = \Delta X_2$ (C) 對甲物體施力時，物體運動的加速度為 $\frac{5}{4}\text{m/s}^2$ (D) 對甲物體施力時，中間彈簧受力為 $\frac{15}{4}$ 牛頓 (E) 對乙物體施力時，中間彈簧受力為 $\frac{15}{4}$ 牛頓。
2. 質量為 2 公斤的物體原以速度 12 公尺/秒向東移動，受到固定的作用力，經 8 秒後速度為 20 公尺/秒向西，則下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 質點的平均加速度量值為 2 公尺/秒² (B) 質點受力 8 牛頓
 (C) 質點在 8 秒內的路徑長為 72 公尺 (D) 質點向東最大的位移為 18 公尺
 (E) 質點第 5 秒鐘後才開始改變方向。
3. 一本書重 800 公克重，靜置在水平桌面上，靜摩擦係數為 0.2 ，若施以 20 公克重的水平推力，書仍靜止不動，則下列有關這本書受力的敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 合力為 0 公克重 (B) 靜摩擦力為 20 公克重 (C) 靜摩擦力等於 160 公克重
 (D) 水平推力與摩擦力互為作用力與反作用力 (E) 最大靜摩擦力等於 160 公克重。
4. 下列有關慣性的敘述，哪些正確？(應選三項)
 (A) 慣性的概念是牛頓最先提出 (B) 質量大小愈大，慣性愈大
 (C) 慣性愈大，改變物體運動狀態愈難 (D) 靜止的物體沒有慣性
 (E) 在外太空物體仍保有慣性。

5. 萱萱在實驗室的真空裝置中，使離地高度相同的乒乓球與小鉛球由靜止狀態同時落下後，比較兩球在各個時刻的速度、加速度，及所受地球重力。若兩球的體積相同，試問下列敘述何者正確？(應選三項)

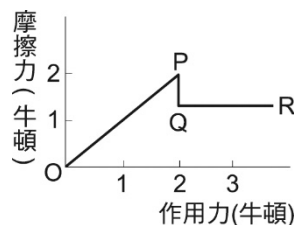
- (A)鉛球所受地球重力較大，所以加速度較大 (B)鉛球所受地球重力較大，但從牛頓運動定律得知，加速度相等 (C)乒乓球較輕，所以在空中的時間較長 (D)不論輕重，因為加速度與初速皆相同，所以兩者在空中的時間相同 (E)鉛球所受地球重力較大，所以落地時砸到物體後造成的傷害也較大。

6. 一物體在某水平面上開始時為靜止，後來物體受一由小而大的作用力作用，其所受摩擦力與作用力的關係如圖所示。依據此圖，下列有關摩擦力的敘述，何者正確？(應選兩項)



- (A)摩擦力為 1.5 牛頓時，物體會運動 (B)從 O 到 P 點時，物體可能作等速運動 (C)從 Q 到 R 點時，物體可能作等速運動 (D)圖中靜摩擦力可能小於動摩擦力 (E)由圖中可知，動摩擦力維持定值。

7. 靜止於水平面上的物體，外加一個由小而大的作用力，接觸面摩擦力與作用力關係如右圖 O 到 R。下列敘述何者正確？(應選三項)



- (A)由 O 到 P 點，均為靜摩擦力 (B)由 O 到 P 點，摩擦係數漸增 (C)由 Q 到 R 點，均為動摩擦力 (D)由 Q 到 R 點，物體作等加速度運動 (E)R 點物體的加速度最大。

8. 關於兩物體間之作用力與反作用力，下列敘述何者正確？(應選兩項)

- (A)先有作用力，而後有反作用力 (B)必同時發生 (C)必大小相等而方向相反 (D)必互相抵消 (E)必作用於同一物體上。

9. 質量 m 的物體，受合力 F 的作用，測量其加速度，若一次只改變一個變因，下列敘述何者正確？(應選兩項)

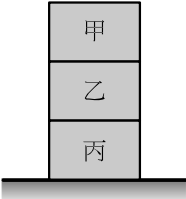
- (A) m 加倍，加速度減半 (B) m 加倍，加速度減為 $1/4$ (C) F 加倍，加速度減半 (D) F 加倍，加速度加倍 (E) F 加倍，加速度增為 4 倍。

10. 施 10 牛頓的力於光滑桌面上之靜止物體，其質量為 2 公斤，作用了 5 秒後，將此力移去，則下列何者正確？(應選三項)

- (A)前 4 秒物體加速度量值為 5 m/s^2 (B)前 4 秒物體位移量值為 40 公尺 (C)再經過 3 秒後，物體共運動 100 公尺 (D)前 4 秒物體作等加速度運動 (E)第 5 秒後物體靜止不動。

11. 以下敘述哪些是正確的？(應選兩項)

- (A)等加速直線運動的軌跡不一定是直線 (B)等速圓周運動恆受一指向圓心的加速度，所以是一種等加速運動 (C)當物體加速度量值愈來愈小時，物體的速度大小一定會減慢 (D)等速圓周運動的平均速率等於瞬時速度的大小 (E)物體受力不為零時，必在合力的方向產生一個加速度。

- ___ 12. 若 婷婷 靜立於磅秤上，則下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A)突然向下蹲的瞬間，秤上讀數變大 (B)向下蹲停下的瞬間，讀數變小 (C)突然站起的瞬間，讀數變大 (D)站起停下的瞬間，讀數變小 (E)若 婷婷 與磅秤向下的加速度均為 g ，則 婷婷 處於失重狀態。
- ___ 13. 圖中甲、乙、丙三木塊疊在一起放在水平地上，重量分別為 3 公斤重、2 公斤重、1 公斤重，則下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A)甲給乙作用力為 2 公斤重向下 (B)乙給甲作用力為 3 公斤重向上
 (C)丙給乙作用力為 2 公斤重向上 (D)丙給乙作用力為 5 公斤重向上
 (E)地面給丙作用力為 6 公斤重向上。
- 
- ___ 14. 當某物體不受力或所受合力為 0 時，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A)靜止者恆靜止 (B)處於運動狀態的物體，將逐漸慢下來 (C)處於運動狀態的物體，將逐漸快起來 (D)處於運動狀態的物體，將維持等速度運動 (E)此時的運動稱為慣性運動。
- ___ 15. 當質量固定的物體受定力作用時，則有關問體的運動，下列何者正確？(應選兩項)
 (A)必做等加速運動 (B)軌跡必為直線 (C)速率一定逐漸增大 (D)在相同時間內，速度變化量相同 (E)在相同時間內，位移皆相同。
- ___ 16. 下列有關慣性的敘述，何者正確？(應選三項)
 (A)慣性的概念是牛頓最先提出 (B)慣性大小可代表質量大小 (C)慣性愈大，改變物體運動狀態愈難 (D)靜止的物體沒有慣性 (E)在外太空物體仍保有慣性。

3-2 標準答案：

一、基礎題：

1.B 2.C 3.B 4.A 5.B 6.D 7.C 8.C 9.A 10.C
 11.B 12.A 13.C 14.C 15.B 16.D 17.B 18.A 19.C 20.D
 21.C 22.A 23.D 24.C 25.A 26.C 27.A 28.D 29.A 30.C
 31.B 32.A 33.B 34.A 35.B 36.A 37.D 38.B 39.A 40.A
 41.A 42.B 43.C 44.D 45.B 46.B 47.C 48.B 49.C 50.A
 51.D 52.A 53.C 54.C 55.B 56.C 57.B 58.B 59.C 60.D

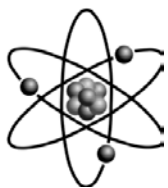
二、進階題：

1.D 2.C 3.E 4.C 5.D 6.E 7.A 8.D 9.A 10.E
 11.D 12.C 13.A 14.B 15.B 16.A 17.A 18.A 19.D 20.A
 21.B 22.C 23.A 24.D 25.C 26.A 27.C 28.D

三、多重選擇題：

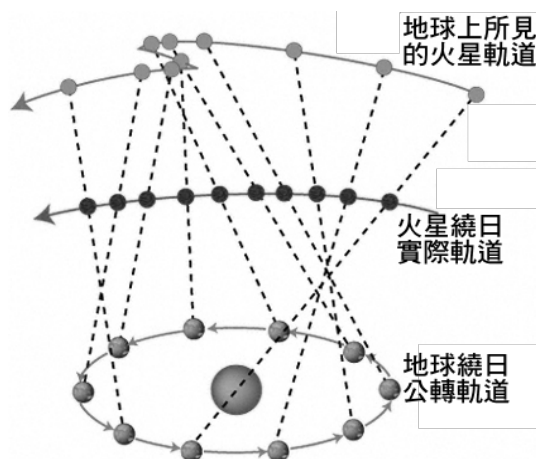
1.ACD 2.BD 3.ABE 4.BCE 5.BDE 6.DE 7.ACE 8.BC 9.AD 10.ABD
 11.DE 12.CDE 13.BDE 14.ADE 15.AD 16.BCE

3-3克卜勒行星運動定律



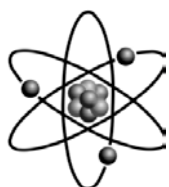
(一)天文學的發展

- A、古希臘時代 亞里斯多德 及 托勒米 主張地心說，又稱為天動說，認為地球是宇宙的中心，所有的星球都繞著地球旋轉運動。
- B、15 世紀時，哥白尼 主張日心說，又稱為地動說，認為太陽是宇宙的中心，包含地球等各行星，都是繞著太陽旋轉。
- C、托勒米 的地心說及 哥白尼 的日心說都無法完全滿足丹麥天文學家 第谷 的觀測結果。
- D、第谷 為 丹麥 貴族，在 丹麥 國王資助下設立天文台，長期觀測行星及許多星球的運行資料，時間長達 22 年，為日後天體模型建立的基礎。
- E、克卜勒 為 第谷 晚年進行天文觀測的助手，精通數學，將 第谷 的觀測資料以數學分析，建立了行星運動定律，被稱為『天文的立法者』。
- F、克卜勒 分析火星繞日的觀測數據，認為地球和火星繞日的軌道都是圓形，但是由於軌道速率不同，因此造成地球與火星相對位置的變動，所以從地球上觀測火星的軌道由於視線的差異，因此有逆行的現象。



範例

1. 天文學的發展上，相關的科學家分別作出不同的貢獻，請問下列的科學家，應如何組合，請選出正確答案。
 (A)托勒米 (B)第谷 (C)伽利略 (D)哥白尼 (E)克卜勒 (F)亞里斯多德。
- (1)主張地球為宇宙中心的科學家：_____。
- (2)主張日心說的科學家：_____。
- (3)以簡單的觀測工具，進行詳細的天文觀測的科學家，為日後天文定律的重要基礎：_____。
- (4)根據天文觀測數據，以數學分析精確地提出行星運動定律：_____。
- (5)以自製的望遠鏡觀測木星的衛星，並提出太陽為宇宙中心的觀點：_____。



(二)克卜勒第一定律

A、內容：(軌道定律；1609 年提出)

太陽系內各個行星以橢圓形軌道運行，太陽在橢圓形軌道其中一個焦點上。

B、重要性質：

(1)橢圓形方程式： $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

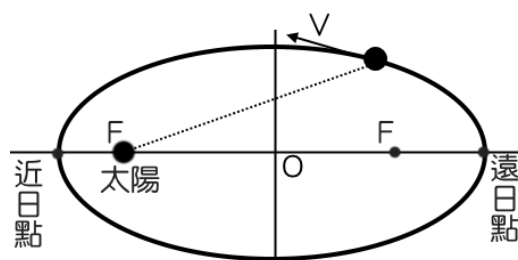
(2)太陽的位置：太陽位於橢圓軌道上的一個焦點上。

(3)離心率：太陽偏離中心的比率

$$e(\text{離心率}) = \frac{c(\text{太陽偏離中心的距離})}{c(\text{長軸半長})}$$

(4)近日點：距離太陽最近的位置 = $(a - c)$

(5)遠日點：距離太陽最遠的位置 = $(a + c)$



C、地球的運行軌道：

(1)軌道半徑：地球與太陽的平均距離，稱為 1 天文單位(1 A.U)，為 $1.5 \times 10^{11} \text{m}$ 。

(2)近日點：1 月初地球最接近太陽，此時的位置為近日點。

(3)遠日點：7 月初地球距離太陽最遠，此時的位置為遠日點。

(4)季節變化：地球上不同的季節變化是由於地軸和黃道面並非垂直，地球的自轉軸和黃道面的法線方向夾角 23.5 度，因此地球上同一地點在不同時間太陽傾斜照射的角度不同，照射的照度改變。

範例

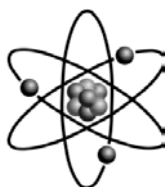
2. 已知地球以橢圓形軌道繞太陽，且軌道的離心率为 e ，則地球繞太陽時，在近日點的距離與遠日點距離的比值為

(A) $\frac{1+e}{1-e}$ (B) $\frac{1-e}{1+e}$ (C) $\frac{e}{1+e}$ (D) $\frac{1}{1+e}$ (E) $\frac{2e}{1+e}$ 。

範例

3. 有關克卜勒行星運動第一定律的敘述，下列何者正確？

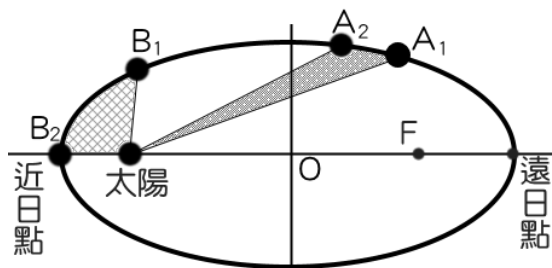
- (A) 可以驗證哥白尼日心說的內容 (B) 行星繞日的軌道為正圓形，作等速率圓周運動
 (C) 行星皆以橢圓軌道繞太陽運動 (D) 太陽位於橢圓軌道的中心點上
 (E) 行星繞日運行的軌道為圓形或橢圓形。



(三)克卜勒第二定律

A、內容：(等面積定律；1609年提出)

行星在橢圓形軌道上運行，在任一時刻行星與太陽的連線，在相同時間內，掃過相同的面積。



B、意義：

甲、若 $\Delta t_1 = \Delta t_2$ ，則 $\Delta A_1 = \Delta A_2$

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta A_2}{\Delta t_2} = \text{定值}$$

乙、行星在近日點時距離短，運行速率最大，角速度最大；

在遠日點時距離大，運行速率最小，角速度最小。

地球在近日點時 $r_{AVA} = r_{BVB}$

丙、同一軌道上各點的面積速率相同，不同軌道上，不同行星的面積速率則不相同。

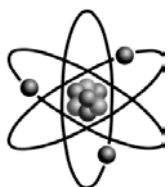
丁、行星運行在不同位置的速率不相同，因此受力方向是指向太陽，但並不是向心力。

戊、行星大多離心率不大，除了水星及冥王星之外，軌道非常接近正圓。

範例

4. 有關於克卜勒行星第二定律，下列敘述何者正確？

- (A) 在元月一日這天，地球、太陽連線掃過的面積與金星、太陽連線掃過的面積相同
- (B) 元月一日與七月一日，地球與太陽連線掃過的面積相同
- (C) 元月一日與七月一日，地球在兩處的切線速率相等
- (C) 地球繞太陽與月球繞地球的面積速率相同
- (D) 八大行星繞太陽有相同的面積速率。



(四)克卜勒第三定律

A、內容：(週期定律；1619年)

行星繞太陽公轉週期 T 的平方，和其運行平均軌道 R 的立方，比值為一定值。

B、數學形式：

$$\frac{R^3}{T^2} = \text{定值} \quad \text{或} \quad \frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$$

C、意義：

甲、在同一星系中(同一中心星球)，不同的行星會有不同的軌道半徑和週期，但是在星系中不同行星的 R^3 和 T^2 比值皆相同。

乙、除了太陽系外，衛星繞行星運轉，亦遵守相同的規則。

丙、在近日點或遠日點的距離不同， R 取最大值(遠日點)及最小值(近日點)的平均值，即為橢圓軌道的長軸半長。

$$R(\text{平均半徑}) = \frac{r_{\text{近日點}} + r_{\text{遠日點}}}{2}$$

丁、 1A.U. = 一天文單位 = 地球繞太陽的平均軌道半徑 = 1.5×10^{11} 公尺

地球繞太陽的週期 = 1 年 = 365 天 = 86400×365 秒；

月球繞地球週期 = 27.32 天，為方便計算，近似值約 27 天。

範例

5. (1) 有一彗星距太陽最近距離 3 AU，週期 8 年，則該行星離太陽最遠距離為

(A) 4 AU (B) 8 AU (C) 10 AU (D) 5 AU。_____

(2) 承上題，若此彗星橢圓軌道之短軸為 4 AU，則其平均軌道半徑為

(A) 4 AU (B) 8 AU (C) 10 AU (D) 5 AU。_____。

範例

6. 地球與太陽之平均距離為 1 天文單位，已知某彗星繞太陽作橢圓軌道運行，週期為 64 年，此彗星與太陽之最近距離約為 2 天文單位。假設所有行星對此彗星的影響均可略去不計，則

(1) 此彗星與太陽的平均距離為_____天文單位。

(2) 此彗星與太陽之最遠距離約為_____天文單位。

範例

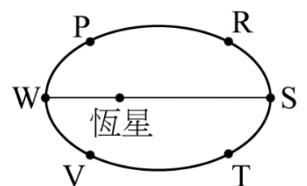
7. 已知地球半徑為 R ，人造衛星 A 在地面上空 R 處運行，週期為 T ；另有一顆人造衛星 B 在地面上空 $7R$ 處運行，則人造衛星 B 之繞轉週期為若干？

(A) $2T$ (B) $2\sqrt{2}T$ (C) $4T$ (D) $4\sqrt{2}T$ (E) $8T$ 。

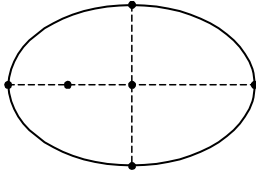


基礎題

- ____ 1. 太陽系有四顆類地行星「水星、金星、地球和火星」，其公轉週期的大小關係為何？
 (A) 水星 > 金星 > 地球 > 火星 (B) 水星 = 金星 = 地球 = 火星
 (C) 水星 < 金星 < 地球 < 火星 (D) 水星 = 金星 > 地球 = 火星
 (E) 水星 = 金星 < 地球 = 火星。
- ____ 2. 某新行星在近日點時與太陽距離為 2 天文單位，遠日點時與太陽距離為 6 天文單位，則新行星在近日點與遠日點時的面積速率比為
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 3 (C) 3 : 1 (D) 1 : 2 (E) 2 : 1。
- ____ 3. 某行星的橢圓軌道之近日距為 8 天文單位，平均軌道半徑為 16 天文單位，則其遠日距為若干天文單位？
 (A) 8 (B) 12 (C) 16 (D) 20 (E) 24。
- ____ 4. 已知某行星繞太陽作橢圓軌道運動，則下列敘述何者正確？
 (A) 此行星到太陽的連線在相同時間內掃過相同面積 (B) 行星作等速運動 (C) 週期立方與平均軌道半徑平方成正比 (D) 太陽有時在橢圓軌道的某一焦點，有時在另一焦點 (E) 平均軌道半徑是半長軸與半短軸的平均值。
- ____ 5. 某行星與地球的質量比約為 100 : 1，半徑比約為 8 : 1，軌道半徑比約為 9 : 1，則該行星上的一年約相當於地球上的
 (A) 1 年 (B) 3 年 (C) 9 年 (D) 18 年 (E) 27 年。
- ____ 6. 設某星球在近日點時與太陽距離 4AU，遠日點時距太陽 12 AU，則星球在近日點與遠日點時的面積速率比為：
 (A) 2 : 1 (B) 4 : 1 (C) 1 : 4 (D) 1 : 2 (E) 1 : 1。
- ____ 7. 行星繞太陽作橢圓軌道運動，行星距離太陽最遠距離是 10 AU，最近距離是 5 AU，則行星在近日點與遠日點時的速率比是：
 (A) 4 : 1 (B) 2 : 1 (C) 1 : 1 (D) 1 : 2 (E) 1 : 4。
- ____ 8. 假如太陽系中又發現一個小行星，其與太陽的平均距離為 16 AU (AU 為地球到太陽的平均距離)，試根據克卜勒行星定律估計其週期約為幾年？
 (A) 128 年 (B) 64 年 (C) 16 年 (D) 4 年 (E) 1 年。
- ____ 9. 若某行星環繞一恆星作橢圓運動，其軌道如右圖，圖上哪兩點的速率相等？
 (A) P、T (B) W、S (C) R、V (D) P、R (E) R、T。
- ____ 10. 根據克卜勒第三行星運動定律，所指的軌道半徑 R 為太陽與行星的：
 (A) 近日點最近距離 (B) 遠日點最遠距離 (C) 橢圓短軸的一半 (D) 橢圓長軸的一半 (E) 橢圓長軸與短軸相加的一半。



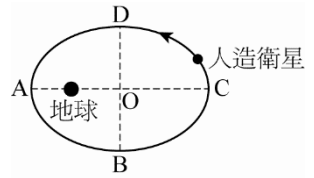
- ____ 11. 兩人造衛星繞地球的軌道半徑比為 9 : 4，則其週期比為何？
(A) 1 : 1 (B) 81 : 8 (C) 27 : 16 (D) 81 : 16 (E) 27 : 8。
- ____ 12. 有關克卜勒行星運動定律的敘述，何者正確？
(A) 第一定律說明行星繞太陽的軌道為橢圓形，而太陽位於橢圓的中心點上 (B) 第二定律說明行星與太陽的連線在相同時間內掃過相同面積，所以當行星與太陽的連線距離愈大時，行星的速率愈快 (C) 當行星由近日點運動至遠日點所經歷的時間，與行星由遠日點運動至近日點所經歷的時間相等 (D) 第三定律說明行星繞太陽軌道的平均半徑的平方與週期的立方成正比 (E) 地球繞太陽一圈需時 1 年，月球繞地球一圈需時 1 月，這兩個圓周運動週期的不同，可以只用克卜勒行星第三運動定律來說明。
- ____ 13. 兩人造衛星繞地球的軌道半徑比為 4 : 1，則其週期比為何？
(A) 1 : 1 (B) 8 : 1 (C) 1 : 8 (D) 1 : 4 (E) 4 : 1。
- ____ 14. 下列有關人造衛星之敘述何者正確？
(A) 在軌道上運轉的人造衛星處於失重狀態，所以人造衛星不受地球對它之萬有引力作用 (B) 同步衛星可在不同緯度，所以其軌道平面不一定要通過地心 (C) 在同一軌道上的兩個人造衛星可以有不同的運轉速率 (D) 軌道半徑愈大之衛星，其運轉週期愈大。
- ____ 15. 有關於克卜勒行星第二定律，下列敘述何者正確？
(A) 在元月一日這天，地球、太陽連線掃過的面積與金星、太陽連線掃過的面積相同 (B) 元月一日與七月一日，地球與太陽連線掃過的面積相同 (C) 地球繞太陽與月球繞地球的面積速率相同 (D) 九大行星繞太陽有相同的面積速率。
- ____ 16. 太陽系中某行星以橢圓軌道繞太陽運動，其短軸長為 6 AU (天文單位)，公轉週期為 8 年，則其長軸應為多少 AU？
(A) 4 (B) 8 (C) 16 (D) 24 (E) 32。
- ____ 17. 根據克卜勒行星運動定律可推知地球繞太陽運動時：
(A) 作等速橢圓軌道運動 (B) 作等速圓周運動 (C) 在任意點的面積速率均相同 (D) 地球繞日的面積速率和其他行星相同 (E) 地球繞日平均軌道半徑平方和週期立方的比值與其他行星相同。
- ____ 18. (87 推甄) 洲際通訊衛星繞地球赤道運轉，其週期與地球自轉相同，此種衛星稱為『同步衛星』。相對地，由地面看此衛星好像是懸在高空中靜止不動。下列有關於『同步衛星』的敘述，何者正確？
(A) 它的位置太高，不受地心引力的作用，所以它能懸在高空中靜止不動 (B) 它所受的太陽引力恰等於地球對它的引力 (C) 它所受的月亮引力恰等於地球對它的引力 (D) 它所受的地心引力，恰等於它繞地球作等速圓周運動所需的向心力。
- ____ 19. 若已知一行星繞太陽作橢圓軌道之運動，其距太陽最近為 6AU，公轉週期 64 年，則其距太陽最遠為多少 AU？
(A) 26 (B) 24 (C) 22 (D) 20 (E) 18 AU。

20. 用天文單位(AU)為單位去量測兩恆星之間的距離，所測得之數值為 a 。用光年為單位去量測，所得數值為 b 。用天文單位(AU)來量光年得 c ，則
 (A) $a=b+c$ (B) $b=c+a$ (C) $a=bc$ (D) $b=ca$ (E) $c=ab$ 。
21. 考慮四個繞地球運轉的人造衛星：衛星甲做半徑為 R 的圓周運動；衛星乙做半徑為 $2R$ 的圓周運動；衛星丙做近地點距離 R 、遠地點距離 $2R$ 的橢圓運動；衛星丁做近地點 R 、遠地點 $4R$ 的橢圓運動。則哪個衛星週期最長？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 皆相同。
22. 克卜勒第三定律指出同星系的不同行星，其運轉週期會隨軌道半徑增加而變大。圖為行星軌道的示意圖，定律中指的軌道半徑為何？(A、B、C、D 為軌道對稱軸的端點，O 為軌道中心)
 (A) \overline{CS} (B) \overline{AS} (C) \overline{AO} (D) \overline{BO} 。
- 
23. 下列有關行星運動三定律的敘述，哪項正確？
 (A) 第一定律指出行星運動的軌道為圓形或橢圓形 (B) 第一定律指出行星在軌道上的速率不是定值 (C) 第二定律討論行星在軌道上所受的力 (D) 第三定律指出軌道大小與週期無關 (E) 第三定律討論不同軌道間的共通性。
24. 2003 年 8 月，火星與地球的距離是數萬年來最接近的一次，主因為何？
 (A) 地球與火星均位於近日點附近 (B) 地球與火星均位於遠日點附近 (C) 火星位於遠日點附近，地球位於近日點附近 (D) 火星位於近日點附近，地球位於遠日點附近 (E) 火星位於近日點附近，地球位置沒有影響。
25. 下列敘述何者錯誤？
 (A) 哥白尼認為應將太陽擺在宇宙中心，其他行星包括地球其實是以圓形軌道環繞著太陽運行，月球則還是繞著地球轉 (B) 根據托勒密的日心說，行星會有「逆行」的現象 (C) 伽利略也認為太陽是宇宙的中心 (D) 克卜勒整理第谷所留下來的資料，整理成克卜勒三大定律 (E) 克卜勒認為行星是以橢圓形軌道繞行太陽運動。
26. 人造衛星以圓形軌道繞地球運行，其軌道半徑為月球軌道半徑的三分之一，則此衛星繞地球的週期為何？
 (A) 在一天至四天之間 (B) 在四天至八天之間 (C) 在八天與十六天之間 (D) 大於十六天 (E) 與地球的自轉週期相同。
27. 若水星和金星的繞日週期分別為 T_1 和 T_2 、繞日的平均軌道半徑分別為 R_1 和 R_2 ，則下列哪一個關係式恆成立？
 (A) $R_1 T_1 = R_2 T_2$ (B) $R_1 T_2 = R_2 T_1$ (C) $R_1 T_1^2 = R_2 T_2^2$ (D) $R_1 T_2^2 = R_2 T_1^2$ (E) $R_1^3 T_2^2 = R_2^3 T_1^2$ 。
28. 某個繞日運動的行星，其平均軌道半徑為 R ，近日點與太陽的距離為 r ，則該行星與太陽的最遠距離為
 (A) $R-r$ (B) $R+r$ (C) $2(R-r)$ (D) $R-2r$ (E) $2R-r$ 。
29. 地球在近日點時與太陽距離 0.98 A.U. ，遠日點時距太陽 1.02 A.U. ，則地球在近日點與遠日點面積速率比值為
 (A) 0.96 (B) 0.98 (C) 1 (D) 1.02 (E) 1.04。



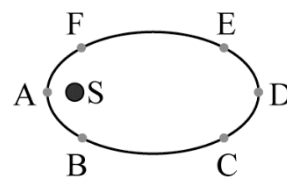
進階題

1. 太陽系有四顆類木行星，由近而遠分別為木星、土星、天王星和海王星，其公轉週期的大小關係為何？
 (A) 木星 = 土星 = 天王星 = 海王星 (B) 木星 > 土星 > 天王星 > 海王星
 (C) 木星 < 土星 < 天王星 < 海王星 (D) 木星 > 土星 = 天王星 > 海王星
 (E) 木星 < 土星 = 天王星 < 海王星。
2. 某人造衛星繞地的軌跡為橢圓軌道，如圖。試問下列幾個路徑中，哪個路徑花費時間的長短比較，何者正確？
 (甲) A→B→C (乙) B→C→D (丙) C→D→A (丁) D→A→B
 (A) 甲 = 乙 = 丙 = 丁 (B) 丙 < 甲 = 丁 < 乙 (C) 丁 < 丙 = 甲 < 乙
 (D) 丁 < 丙 < 甲 < 乙 (E) 乙 < 甲 = 丙 < 丁。
3. 承上題，下列的路徑中，花費時間長短的比較，何者正確？
 (甲) A→B (乙) B→C (丙) C→D (丁) D→A
 (A) 甲 = 乙 = 丙 = 丁 (B) 丁 = 甲 < 丙 = 乙 (C) 丁 < 甲 < 丙 < 乙
 (D) 丁 < 丙 = 甲 < 乙 (E) 乙 < 甲 = 丙 < 丁。
4. 某新行星在近日點時與太陽距離為 2 天文單位，遠日點時與太陽距離為 8 天文單位，則新行星在近日點與遠日點時的面積速率比為
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D) 1 : 4 (E) 4 : 1。
5. 承上題，行星在近日點與遠日點時軌道上的切線速率比為
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D) 1 : 4 (E) 4 : 1。
6. 兩人造衛星繞地球的軌道半徑比為 16 : 9，則其週期比為何？
 (A) 3 : 4 (B) 4 : 3 (C) 9 : 16 (D) 64 : 27 (E) 27 : 64。
7. 某行星的橢圓軌道之近日距為 5 天文單位(AU)，遠日距為 15 天文單位(AU)，則此行星的平均軌道半徑為若干天文單位(AU)？
 (A) 5 (B) 10 (C) 15 (D) 20 (E) 25。
8. 若已知一行星繞太陽作橢圓軌道之運動，其距太陽最近為 8 天文單位，公轉週期 64 年，則其距太陽最遠為
 (A) 26 天文單位 (B) 24 天文單位 (C) 22 天文單位
 (D) 20 天文單位 (E) 18 天文單位。
9. 已知地球半徑為 R，人造衛星 A 在地面上空 R 處運行，週期為 T；另有一人造衛星 B 在地面上空 7R 處運行，則人造衛星 B 之繞轉週期為
 (A) 2T (B) $2\sqrt{2}T$ (C) 4T (D) $4\sqrt{2}T$ (E) 8T。



10. 某繞日彗星若每隔 27 年便出現一次，其與太陽的最近距離為 7 個天文單位，則與太陽最遠距離應為多少天文單位？
(A)11 (B)10 (C)9 (D)8 (E)7。

11. (98 指考) 若有一行星繞著恆星 S 作橢圓軌道運動，則下列有關行星在右圖各點的加速度量值的敘述，何者正確？



(A)所有點都一樣大 (B)點 A 處最大 (C)點 B 與點 F 處最大
(D)點 C 與點 E 處最大 (E)點 D 處最大。

12. (75 日大) 已知哈雷彗星繞太陽運行週期約為 76 年，且與太陽之最近距離約為 0.6 天文單位。假設所有行星對哈雷彗星影響均可忽略不計，則哈雷彗星與太陽之最遠距離約為何？

(A)17.6 AU (B)35.2 AU (C)70.4 AU (D)105.6 AU (E)140.8 AU。

13. (94 學測) 我國在 2004 年 5 月發射的福(華)衛二號人造衛星，屬低軌道衛星，每日繞地球運行十多圈，兩次經過臺灣海峽上空。下列有關該衛星在軌道運行的敘述，何者錯誤？

(A)該衛星繞地球轉速比地球自轉快 (B)該衛星利用太陽能繞地球運行，與地心引力無關
(C)由於低軌道運行，該衛星可能受有空氣阻力的作用 (D)運行多年後該衛星的軌道有可能愈來愈接近地面。

14. 太陽系中某彗星之繞日週期為 64 年，且該彗星繞橢圓軌道的最快速率為最慢速率的 7 倍，試求其遠日距為多少 A.U.？

(A)32 (B)28 (C)24 (D)20 (E)16。

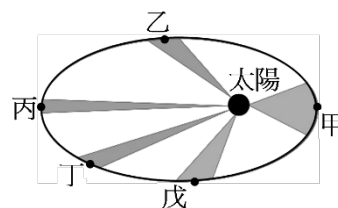
15. 海爾一波普彗星的週期約為 2500 年，則其繞行太陽的半長軸約為地球繞行太陽半長軸的多少倍？

(A)2500 (B)1665 (C)185 (D)150 (E)50。

16. 某行星繞日的橢圓軌道其短軸長度為 4AU(天文單位)，而繞日週期為 8 年，則此行星軌道之長軸為若干 AU？

(A)4 (B)6 (C)8 (D)10 (E)12。

17. (103 學測) 克卜勒分析第谷的行星觀測資料發現等面積定律，即一個行星與太陽的連線，在等長的時間內，於行星軌道所掃過的面積必相等，如圖 4 中的五個灰色區域所示。已知太陽在右邊焦點上，則此行星在甲、乙、丙、丁、戊五點上，哪一點的動能最大？



(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊。

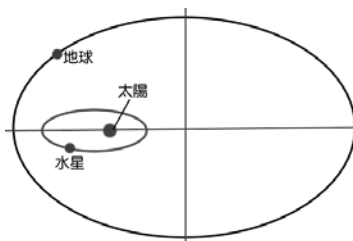
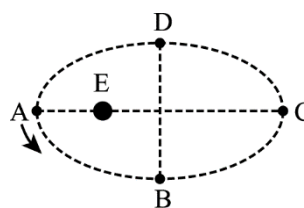
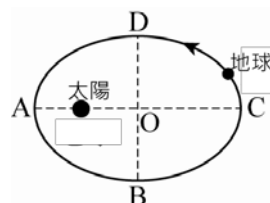
18. 已知行星繞日作橢圓軌道運動，該行星距太陽最遠為 6AU，公轉週期為 8 年，則該行星與太陽最近的距離為多少 AU？

(A)1.5 (B)2 (C)2.5 (D)3 (E)4。



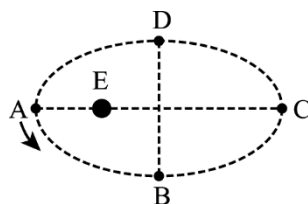
多重選擇題

1. 右圖為地球繞日示意圖，根據克卜勒行星定律，可推知地球繞太陽運動時：(應選三項)
 (A)在橢圓軌道上做等速率運動 (B)在 A 點的面積速率等於 C 點的面積速率 (C)A 點至 B 點的過程，速率逐漸減小 (D)地球繞日的面積速率和火星繞日的面積速率相同 (E)地球繞日平均軌道半徑立方和週期平方的比值與其他行星繞日相同。
2. 如右圖，E 代表地球，人造衛星在橢圓形軌道上繞地球運行，A、B、C、D 分別代表在路徑上的四個位置，試問：下列敘述哪些正確？(應選三項)
 (A)衛星由 A 運行至 B 的時間與 B 運行至 C 相同 (B)衛星由 B 運行至 C 的時間與 C 運行至 D 相同 (C)衛星由 B 運行至 D 的時間與 D 運行至 B 相同 (D)衛星在 A 的速率最快 (E)衛星在 B、D 兩點的速率相同。
3. 根據克卜勒行星運動定律，可推知地球繞太陽運轉時 (應選三項)
 (A)地球繞日與月球繞地球運行時，平均軌道半徑立方與週期平方之比值相等 (B)作等速圓周運動 (C)在近日點時，地球繞日速率最快 (D)行星以橢圓形軌道繞太陽運行 (E)平均軌道半徑亦即橢圓軌道上行星與太陽最近距離與最遠距離之算術平均數。
4. 根據克卜勒行星運動定律，可推知地球繞太陽運轉時：(應選三項)
 (A)作變速率橢圓軌道運動 (B)作等速圓周運動 (C)在近日點時，地球繞日速率最快 (D)在遠日點時，地球移動速率最慢 (E)地球繞日與月球繞地球運行時，軌道平均半徑立方與週期平方之比值相等。
5. 根據克卜勒行星運動定律，可推知各行星繞日運轉時：(應選三項)
 (A)隨時都具有切線加速度 (B)隨時都具有法線加速度 (C)作變加速度運動 (D)軌道半徑愈大的週期亦愈大 (E)軌道半徑愈大的軌道速率亦愈大。
6. 有關克卜勒行星運動定律的敘述，下列各項說明何者正確？(應選三項)
 (A)各行星在以太陽為焦點之一的橢圓形軌道上運行 (B)同一行星與太陽的連線在相同的時間內，掃過相同的面積 (C)所有行星與太陽的連線在相同時間內掃過的面積均相同 (D)各行星公轉週期的平方，和其橢圓軌道半長軸的立方成正比 (E)承(D)選項，此定律無法適用於木星上的衛星運動。
7. 右圖為地球與水星繞日示意圖，根據克卜勒行星定律，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A)地球與水星軌道皆為橢圓形 (B)地球位於近日點，水星位於遠日點時，兩星球距離最近 (C)地球與水星都繞太陽公轉，因此兩星球繞日週期相等 (D)地球與水星都繞太陽公轉，因此兩星球面積速率相等 (E)地球與水星都繞太陽公轉，因此兩星球週期平方與平均軌道半徑立方比值相等。



8. 克卜勒 透過精密的數學分析，將 第谷 遺留的資料加以詳細計算，發現下列哪些星體的軌道半徑立方與其運動週期的平方之比值與地球相等？(應選三項)
 (A) 哈雷彗星 (B) 天狼星 (C) 木星 (D) 月球 (E) 金星。

9. 某行星繞太陽軌道如右圖，已知該行星由 A→B 需時 t_1 ，由 B→C 需時 t_2 ，由 C→D 需時 t_3 ，由 D→A 需時 t_4 ，則下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 行星在以太陽為橢圓中心的橢圓形軌道上運行 (B) 不論行星位於軌道何處，行星繞日的速率始終為定值 (C) 行星在軌道中運行時，A 點與 C 點的面積速率相等 (D) 行星的運轉過程， $t_2 = t_3$ (E) 行星的運轉過程， $t_1 = t_2 = t_3 = t_4$ 。



10. 有關克卜勒行星運動第三定律，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 八大行星繞日的橢圓軌道，必定有一個焦點是重合 (B) 所有繞日運行的行星平均軌道半徑的三次方與週期的平方之比值都相等 (C) 平均軌道半徑亦即橢圓軌道長軸長度與短軸長度之算術平均數的一半 (D) 平均軌道半徑是指橢圓軌道短軸兩端至太陽的距離 (E) 平均軌道半徑即橢圓軌道上行星與太陽最近距離與最遠距離之算術平均數。

3-3 標準答案：

一、基礎題：

1.C 2.A 3.E 4.A 5.E 6.E 7.B 8.B 9.E 10.D
 11.E 12.C 13.B 14.D 15.B 16.B 17.C 18.D 19.A 20.C
 21.D 22.C 23.E 24.D 25.B 26.B 27.E 28.E 29.C

二、進階題：

1.C 2.C 3.B 4.A 5.E 6.D 7.B 8.B 9.E 10.A
 11.B 12.B 13.B 14.B 15.C 16.C 17.A 18.B

三、多重選擇題：

1.BCE 2.BDE 3.CDE 4.ACD 5.BCD 6.ABD 7.ABE 8.ACE 9.CD 10.ABE