

觀念一把抓

1. 運動

①物體在時段 Δt 內移動位移 Δx ，則平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

②物體在時段 Δt 內速度改變量 Δv ，則平均加速度 $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

2. 力的作用

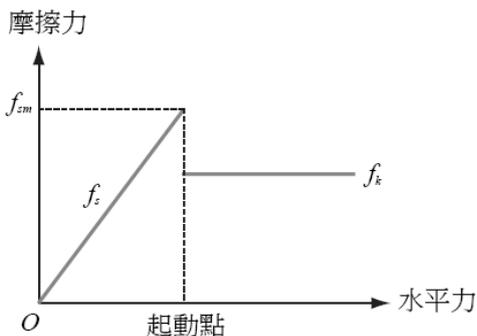
- 力可分為接觸力及超距力兩種。
- 物體若不受外力作用，則會保持它原有的運動狀態。
- 當物體受到外力作用時，物體會發生形變或改變它的運動狀態。
- 虎克定律： $F = kx$ ， F 為彈簧力大小， x 為形變量大小， k 為力常數。

3. 重力與生活

- 重力的來源是地球與物體間的萬有引力。
- 正向力作用於兩物體的接觸面上，而與接觸面垂直。
- 一大氣壓力 = 76 公分高的水銀柱重量在底部產生的壓力。

4. 摩擦力與生活

- 兩物體的接觸間有相對運動或運動傾向時，會產生阻止兩物體作相對運動的摩擦力。
- 最大靜摩擦力大於動摩擦力。
- 摩擦力的數值通常與接觸面的面積大小無關。
- 摩擦力的方向與接觸面平行。
- 最大靜摩擦力與動摩擦力的數值，皆與接觸面上的正向力大小成正比。



第二章 運動與力

本章的地位：運動與力是一種無處不在的自然現象，月亮環繞著地球、樹葉由樹梢飄落，都是圍繞你我身邊常見之的例子，與我們的生活息息相關。**了解運動特性與影響原因**，具有實用價值。

主題一：運動

一、生活中常見的運動

①運動定義：當物體的位置隨著時間發生變化時，稱物體在運動。

②常見的運動：

1. 等速度運動：物體運動的速率與方向都不隨時間改變的運動。例：在冰上曲棍球場中，曲棍球的運動，就很接近等速度運動。
2. 圓周運動：物體做軌跡為圓形的運動。圓周運動可分為等速率與變速率兩種，前者如時鐘秒針針尖的運動；後者如體操選手在單槓上做360度的大旋轉。
3. 直線加速或減速運動：物體運動方向不變，但速率逐漸增加或減慢的運動。例：鉛直拋體上升與下降的運動。
4. 速率、方向都隨時間改變的運動：例如人的走動、樹葉的飄落。
*後面三類的運動稱為變速度運動，這是生活中出現最頻繁的運動類型。

【分析】

- a. 若物體不受力或所受的合力為零時，則運動形式為靜止或等速度運動。
- b. 若物體所受的力為定值且指向圓心，向心力與速度垂直時，則運動形式為圓周運動。
- c. 若物體所受的力平行於速度的方向，或物體的初速度為零時，則物體的運動形式為直線加速或減速。
- d. 若物體受力的方向和速度方向可決定物體運動形式。

③運動種類

1. 移動 (translation)：位置隨時間而變，例：移動的汽車。
2. 轉動 (rotation)：繞固定圓心的圓周運動，例：繞地球運轉的月球。
3. 振動 (vibration)：在平衡點附近，沿同一路徑來回運動，例：振動的彈簧。
4. 混合型：任兩種以上合成之運動。

例：前進中輪胎上打氣孔之運動=輪胎中心之移動+打氣孔對輪胎中心的轉動。

④描述物體運動的方式

1. 在何處⇒物體的位置
2. 有多快⇒物體的速率

二、位置與路徑長

①質點：為了簡化問題，討論物體運動時，若物體體積比起周圍空間小很多，則可將物體簡化為一個點，稱為質點(particle)。

②一維運動 (1-D)：直線運動

1. 選定參考點 (reference point)：橫向 (右正左負)；縱向 (上正下負)

2. 定刻度：選擇適當單位長

3. 表示法：P (+2); Q (-3)

4. **位移與路徑長**

【實例說明】

◇若質點由P →0

則P 及0 兩坐標差： $0 - (+2) = -2$

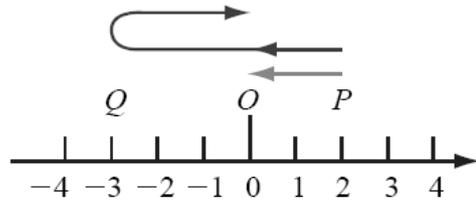
稱為質點從P 到0 的**位移**(displacement)。

◇若質點由P →0 →Q →0

則此過程**移動的總距離**為 $2 + 3 + 3 = 8$ ，稱為**路徑長**(pathlength)。

而0 及P 的坐標差 $0 - (+2) = -2$ ；位移方向：由P 指向0。

路徑長、位移的SI單位：公尺(m)。



(A) 位移 (**向量**):

a. 定義：位置的變化量

b. 表示法： $\Delta \bar{x} = \underline{\text{(後來位置)} - \text{(原來位置)}}$

量值：起點與終點的直線距離

方向：由起點指向終點

c. 作圖：以向量作圖，由原來畫箭號到後來

d. 例：由 P→Q 的位移 & Q→P 的位移？

(B) 路徑長 (**純量**):

a. 定義：物體運動所經過的**總長度** (凡走過必留下痕跡)

b. 表示法： $S =$ 運動的總長度

c. 作圖：各線段之總合，只有大小而不考慮方向

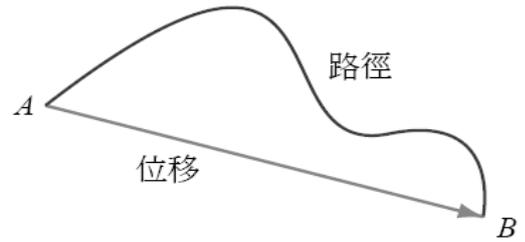
d. 例：由 P→Q→O 的路徑長？

(C) 補充概念：**純量與向量**

③二維運動 (2-D): 平面運動

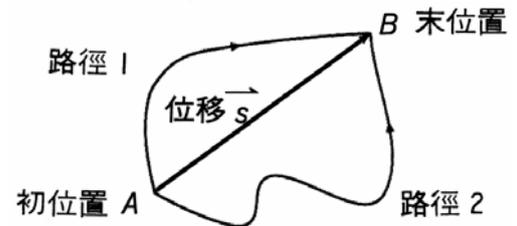
當質點在平面上沿著曲線運動時，稱為二維運動。質點從A沿著曲線運動到B，其移動的軌跡，稱為路徑；而該段移動軌跡的長度，稱為路徑長。

圖中連接A、B兩點的直線AB，代表質點由A到B的位移長度(或稱量值)，而位移方向由A指向B。



④綜合討論

1. 位移為向量，僅與物體的初、末位置有關，和運動過程無關。
2. 路徑長為純量，與物體的移動路徑有關。
3. 若物體的初、末位置不變，在行經不同的路徑時，其路徑長可能會有不同，但位移皆相同。
4. 位移S與路徑長l的關係：



- (1) 若運動之軌跡為直線，則 $S = l$ (2) 若運動之軌跡為曲線，則 $S < l$

【範例】

一隻蟑螂沿牆壁邊緣，先向東爬行了1公尺，接著又向北爬行了1公尺，問：

(1) 蟑螂所走過的路徑總長度為多少公尺？答：2m。

(2) 蟑螂的位移為多少公尺？答： $\sqrt{2}$ m。

三、速度與速率

當質點相對參考點的位置不隨時間改變時，稱質點對參考點為靜止。反之，則稱質點在運動。質點的位置隨著時間變動的快慢程度，可以速度(velocity)大小表示。

①速度 (1秒的位移)

1. 定義：質點在單位時間內的位移。
2. 平均速度：假定質點在時間差 $\Delta t = t_2 - t_1$ 內，其位移為 $\Delta x = x_2 - x_1$ (x_2 及 x_1 表 t_2 、 t_1 時質點位置)，

則質點的平均速度(average velocity) $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

(分別求總位移及總時間再相除，數學上以斜率表示)

3. 瞬時速度：若時間差 Δt 極短或 t_2 非常接近 t_1 ，則質點的平均速度會趨近一個定值，稱為質點在時刻 t_1 的瞬時速度 (instantaneous velocity)。簡稱為速度。

$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (數學上可用微分求解)，其中 $\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$ 的意義指時間差 Δt 極短，即數學上趨近於零。

瞬時速度方向：軌跡的切線方向。

瞬時速度量值 = 瞬時速率。

汽車速率表上顯示瞬時速度量值。在日常生活中，常將速度與速率混用，應注意兩者間的區別：速度具有方向性，而速率則無方向。速度與速率的SI制單位：公尺/秒(m/s)。

②速率 (1秒的路徑長)

1. 定義：質點在單位時間內的路徑長。

2. 平均速率：假定質點在時間差 $\Delta t = t_2 - t_1$ 內，其位移為 Δl ，則質點的平均速率 $\bar{v} = \frac{\Delta l}{\Delta t}$

3. 瞬時速度：若時間差 Δt 極短或 t_2 非常接近 t_1 ，則質點的平均速率 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta l}{\Delta t}$

③兩者比較：

1. 在某一段時間內之測量，稱為平均；在極短的時間內之測量，稱為瞬時。

2. 速度與速率之關係：

(1) 平均速率 不一定 等於平均速度之量值。

(2) 瞬時速率 一定 等於瞬時速度之量值。

3. 位移 v. s. 路徑長 & 速度 v. s. 速率

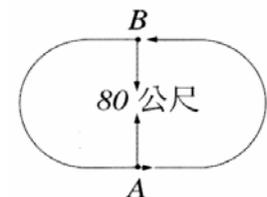
(總時間) (1 秒)

【範例】

某人沿周長 400 公尺的運動場，由 A 點跑了半圈到達正北方的 B 點，共花了 40 秒，則：

(1) 此人跑步之平均速率為？答：5m/s。

(2) 此人跑步之平均速度為？答：2m/s。



四、加速度：單位時間內速度的變化量（即速度對時間的變化率），為向量

①平均加速度： $\bar{a}_{av} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$ ----- 某時距內

②瞬時加速度：極短時距內 ($\Delta t \rightarrow 0$) 之平均加速度，即某時刻之加速度。

③加速度與速度之關係：

1. 加速度之方向與速度變化量的方向相同，但不一定與速度同方向。

2. 加速度方向與速度方向相同 \Rightarrow 速率 變快。

3. 加速度方向與速度方向相反 \Rightarrow 速率 變慢。

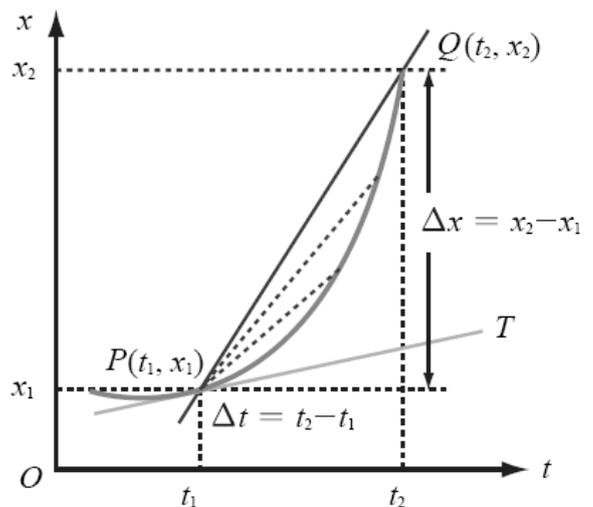
4. 速度之量值或方向有變化即表示物體作加速度運動。

④單位：公尺/秒² (m/s²)

【補充資料】

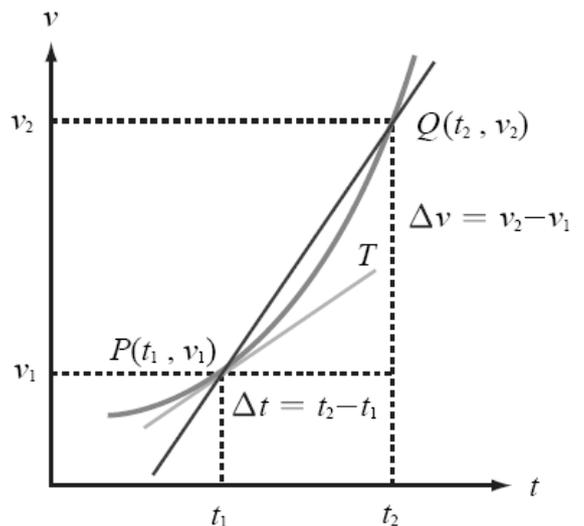
認識瞬時速度

瞬時速度也可以由幾何圖形來了解。圖 2-7 為一個質點運動時，其位置 x 與時間 t 的關係圖。圖中的 P 、 Q 兩點，其水平及垂直距離各為 $\Delta t = t_2 - t_1$ 及 $\Delta x = x_2 - x_1$ ，因此質點在 P 、 Q 間的平均速度為 $\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ ，而這也正是圖中割線 \overline{PQ} 的斜率。當 Q 點趨近 P 點時，割線 \overline{PQ} 幾乎與 P 點處的切線 T 重疊，此時切線 T 的斜率即為質點在 t_1 時刻的瞬時速度。



平均加速度與瞬時加速度

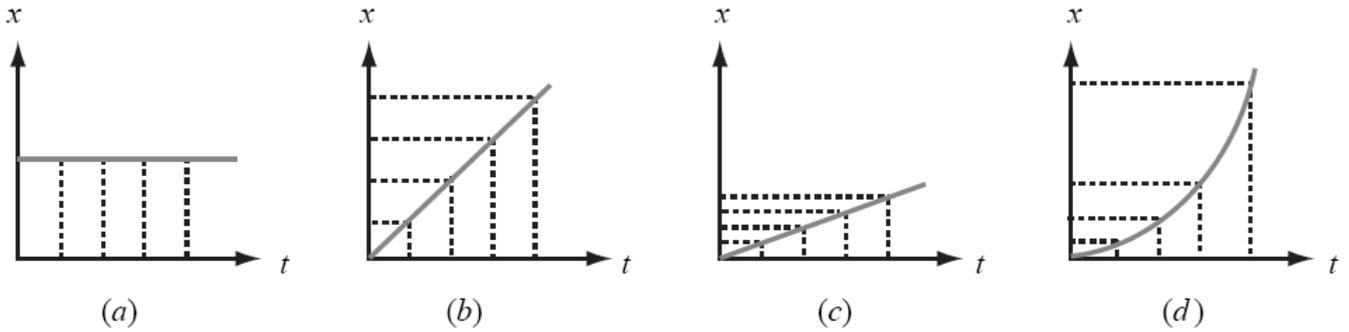
$v - t$ 圖是用來表示一個質點的運動速度隨著時間變化的情形。如圖 2-9 所示，質點的速度隨著時間做非線性增加，割線 \overline{PQ} 的斜率 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ ，即為質點在 Δt 時段內的平均加速度。若使 Q 點無限趨近 P 點時，則割線 \overline{PQ} 與 P 點處的切線 T 幾乎重疊，此時 P 點切線的斜率即為質點在 t_1 時刻的瞬時加速度。



五、運動的圖形表示

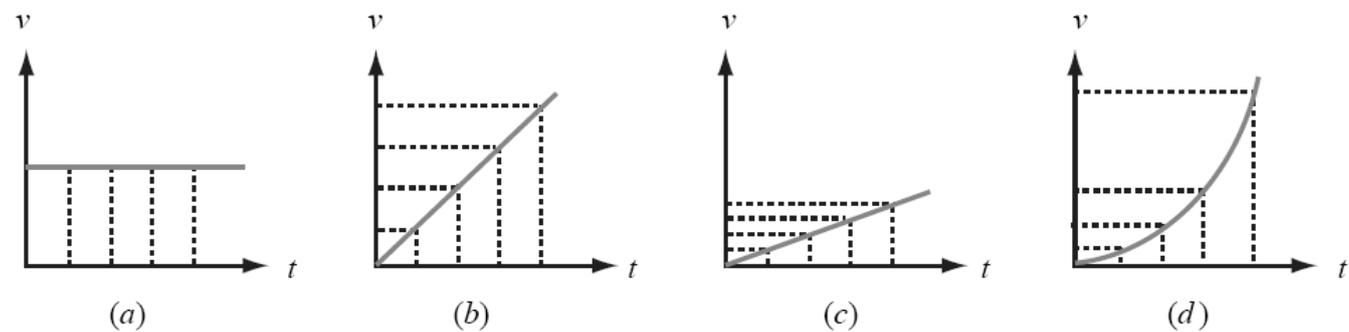
描述質點的運動過程，常以函數圖形表示。可一目了然的看出質點運動過程中，位置、速度或是加速度隨時間變化的趨勢。以下圖中的(a)、(b)、(c)、(d)四圖分別代表四種不同運動狀態的位置—時間圖（或稱x-t圖）。

- ①圖-a中，質點位置不隨時間改變 ⇒ 靜止
- ②圖-b中，位移與經過的時間成正比 ⇒ 等速度 運動
- ③圖-c中，位移與經過的時間成正比，但在相同的時段內，其位移小於(b)圖 ⇒ 等速度 運動，但其速度小於(b)圖
- ④圖-d中，位移雖然隨著時間的經過而增加，但每經過相同時段，對應的位移卻逐漸增大 ⇒ 加速度 運動。



下圖-(a)、(b)、(c)、(d)四圖，分別代表四種不同運動狀態的速度與時間關係圖（或稱v-t圖）。

- ⑤圖-a中，速度不隨時間而變⇒ 等速度 運動
- ⑥圖-b中，速度每經過相同的時段，都有相同的速度變化量⇒ 等加速度 運動
- ⑦圖-c中，速度每經過相同的時段，有相同的速度變化量，但其變化量卻不及(b)圖⇒ 等加速度 運動，但其加速度 小於 (b)圖
- ⑧圖-d 中，速度隨著時間的經過而增加，但每經過相同時段，對應的速度變化量逐漸增大⇒ 質點做加速度值逐漸增大的 變加速度 運動。



六、等速度與等加速度運動

- ①等速度運動：速度（ \bar{v} ）為定值，其軌跡為 直線。
 1. 任一時刻的瞬時速度=任一時距的平均速度。
 2. 位移、速度和時間的關係： $\Delta\bar{x} = \bar{v} \cdot t$
- ②等加速度運動：加速度（ \bar{a} ）為定值，其軌跡為 直線或拋物線。
 1. 任一時刻的瞬時加速度=任一時距的平均加速度。
 2. 平均速度 = $\frac{\text{初速} + \text{末速}}{2}$
 3. 位移 = 平均速度 × 時間

$$v = v_0 + at$$
 4. $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta x$$

※【觀念&公式】

速度、速率

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \& \quad \bar{v} = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

範例1.

(1) 某船沿河順流而下的航速為24 公里／小時，逆流而上的航速為6 公里／小時，則船沿此河往返一趟，其平均速度為若干公里／小時？ (A)0 (B)6 (C)12 (D)16 (E)18 。

(2) 承上題，船沿此河往返一趟，其平均速率為若干公里／小時？ (A)0 (B)6 (C)12 (D)16 (E)18 。答：(1)(A)；(2)(D)

類：

- 某人乘百貨公司的自動扶梯上樓，需時40 秒，若於停電時步行而上，需時60 秒，則當此人在上升的自動扶梯再步行向上，則需時若干秒？答：24 秒
- 某人靜止站在一往上的電扶梯上，需要20 秒可到達上一層樓，但是，如果電扶梯靜止，此人步行而上，卻費時30 秒。若此人在運行的電扶上，以同樣的速度步行向上，則此人費時_____秒即可到達上一樓層。答：12
- 某人開車自甲鎮先到位於其西方2km 之乙鎮，再折回至位於甲鎮東方6km 之丙鎮共經1/4小時，在此時間內，車之 (1)平均速率為何？ (2)平均速度為若干？

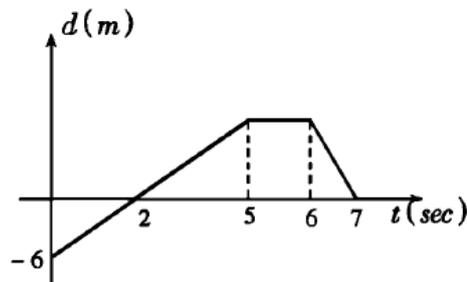
答：(1)40km/hr；(2)24km/hr向東

※【觀念&公式】

$x-t$ 圖_1. 座標：x 2. 斜率：v 3. 面積：無意義

範例2. 如圖所示

- 5 秒內位移 m。答：15
- 第幾秒時物體為靜止。答：6
- 第7 秒內物體之位移為 m。答：-9
- 7 秒內物體之位移為 m。答：6
- 5 秒內之平均速度 m/s。答：3
- 第7 秒內速度為 m/s。答：-9
- 7 秒內平均速度為 m/s。答：6/7

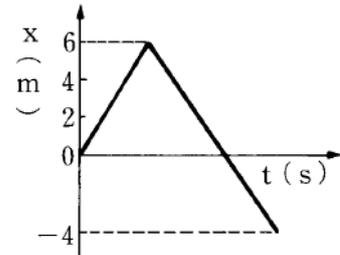


類：

某物體作直線運動，其位置對時間的關係圖(即x-t圖)如右所示，則此物體的路徑長與位移量值之比為若干？

- (A)3:2 (B)2:3 (C)4:1 (D)3:1 (E)1:1。

答：C



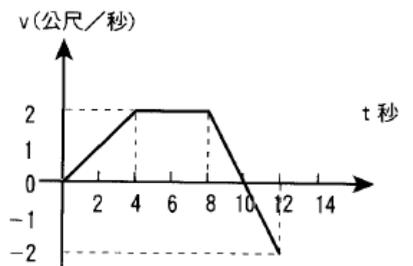
※【觀念&公式】

v-t圖_1. 座標：v 2. 斜率：a 3. 面積： Δx

範例3. 右圖中所示為沿x軸運動質點之速度V與時間t之關係。若t=0時該質點位於x=4米處，則在t=12秒時該質點之位置：

- (A)x=12米 (B)x=16米 (C)x=18米 (D)x=22米 (E)x=24米。

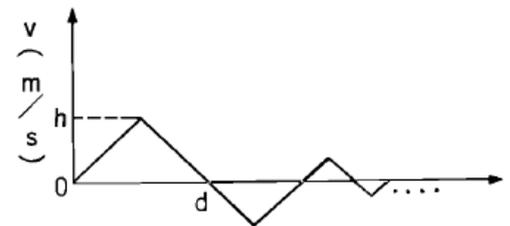
【71日大】 答：(B)



【挑戰題】

一質點自原點沿x軸做一維運動，其速度與時間之關係如圖所示，其中連續兩次速度為零之間的關係曲線均為折線。折線與x軸間形成三角形，三角形的底跟高均成規則性遞減，依次減半。設最大三角形之底為d、高為h，則當 $t \rightarrow \infty$ 時，此質點離開原點的距離為何？

【85奧林匹亞初選】 答： $2hd/5$



※【觀念&公式】

a-t圖_1. 座標：a 2. 斜率：無意義 3. 面積： Δv

範例4. 沿正向作線性運動之物體，其a-t圖如右所示。

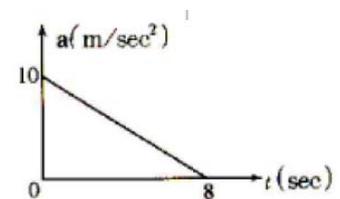
(1)此物之速度隨時間增加或減少？ 答：增加。

(2)4秒末之瞬時加速度_____m/s²。 答：5。

(3)8秒末之瞬時加速度_____m/s²。 答：0。

(4)若已知初速度 $v_0=0$ ，則4秒末瞬時速度_____m/s。 答：30

(5)由4~8秒速度增加_____m/s。(提示：a-t面積代表 Δv) 答：10。



範例5. 一汽車在馬路上以25 公尺/秒的速度行駛，這時司機突然發現前面不遠處有緊急情況而煞車，汽車於5 秒內停住，試求：

(1)煞車時之加速度為若干公尺/秒²？

(2)從煞車開始，到車子停住的時間內，車行距離為若干公尺？ **答：(1)-5m/s²；(2)62.5m**

類：

一車以16m/sec 等速前進，欲於16m 之距離內完全停止，若其煞車為等加速度，則其

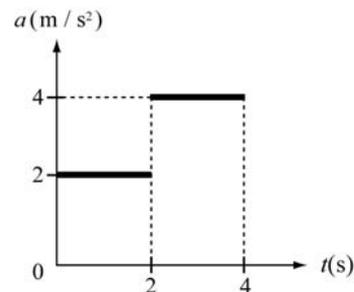
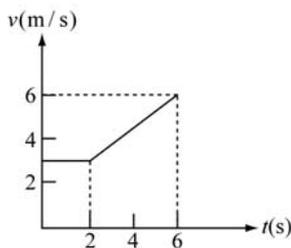
(1)加速度為 (A)-6 (B)-8 (C)-10 (D)-12 (E)-14 m/ sec²。 **答：(B)**

(2)煞車需時 (A)10 (B)8 (C)6 (D)4 (E)2 秒。 **答：(E)**

課後練習

一、單選

- () 1. 下列有關於運動之概念何者正確？ (A)質點大小的觀念是相對的，為了簡化問題，我們常以質點來討論問題 (B)平均速度等於平均速率 (C)等加速度運動一定是直線運動 (D)等加速度運動速率一定漸增 (E)一物體若做直線運動，則其平均加速度一定等於瞬時加速度。
- () 2. 左下圖係描述汽車在一直線上運動的速度與時間關係圖，則汽車在6秒內，總共行走的距離為多少公尺？ (A)6 (B)12 (C)18 (D)24 (E)36。



- () 3. 右上圖為一質點作直線運動的 $a-t$ 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。

- () 4. 在東、西向直線道路上行駛的甲、乙、丙、丁四輛汽車從同地點出發，以東方為正，其 $x-t$ 圖或 $v-t$ 圖分別如右，下列(1)~(5)項的敘述中，正確的敘述共有幾項？

(A)5 (B)4 (C)3 (D)2 (E)以上皆非。

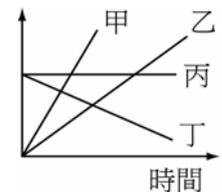
(1)如果為 $x-t$ 圖，丙車為靜止不動。

(2)如果為 $v-t$ 圖，甲車恆在乙車的東方。

(3)如果為 $x-t$ 圖，甲車的加速度恆大於乙車。

(4)如果為 $v-t$ 圖，由開始至乙、丙速度相同時，丙車的位移比乙車的位移大。

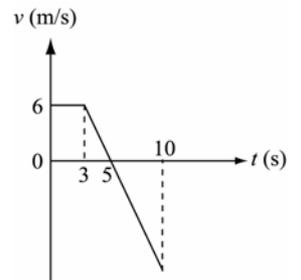
(5)如果為 $v-t$ 圖，當乙、丙速度相同時，丁車的速度向西，加速度也向西。



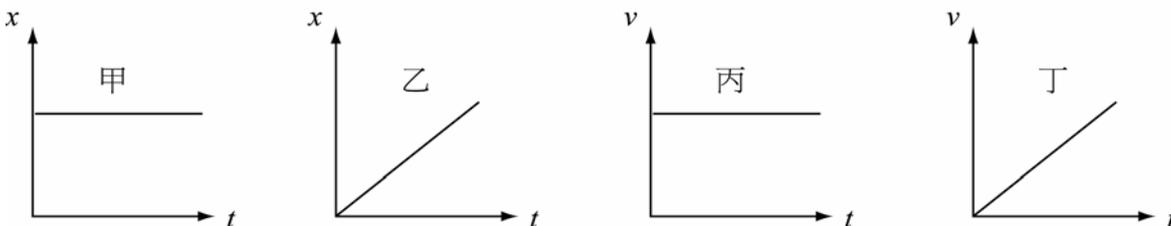
() 5. 一架協和式噴射客機在跑道上，自靜止開始滑行 20 秒後，達到 360 公里/時的速度而起飛，則此飛機在跑道上滑行時平均加速度量值為多少公尺/秒²? (A)8 (B)6 (C)5 (D)4 (E)3。

() 6. 有一時鐘，其秒針之平均速率為 v 。在 30 秒內，其針尖的平均加速度大小為何? (A) $\frac{\sqrt{3}}{20}v$
(B) $\frac{v}{15}$ (C) $\frac{\sqrt{3}}{60}v$ (D) $2v$ (E) 以上皆非。

() 7. 圖中所示為一沿 x 軸運動質點之速度 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，該質點之位置 x 應為
(A) -7.5 (B) -9.5 (C) -11.5 (D) -13.5 (E) -15.5 公尺。



() 8. 下列四圖分別表示甲、乙、丙、丁四個物體沿直線運動時，位置或速度與時間的關係，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。



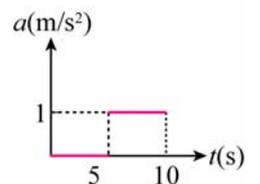
二、多選

() 1. 下列有關物體運動的敘述中，哪些恆成立? (A) 等速度運動必為直線運動 (B) 某一時刻的瞬時速度必等於全程的平均速度 (C) 某一時刻的瞬時速度量值必等於瞬時速率 (D) 等速率運動必為等速度運動 (E) 物體作等加速度運動，速率必漸增。

() 2. 下列敘述何者正確? (A) 加速度與速度同方向時，運動的速率會增快 (B) 加速度與速度反方向時，運動的速率會減慢 (C) 加速度與速度不平行時，運動的方向會改變 (D) 加速度與速度不平行時，運動的速度大小不會改變 (E) 加速度與速度不平行時，運動的速度大小可能會改變。

() 3. 上山速率為 6 公里/時、下山速率為 12 公里/時，則往返一趟，其 (A) 平均速度為 9 公里/時 (B) 平均速度為 0 (C) 平均速率為 0 (D) 平均速率為 9 公里/時 (E) 平均速率為 8 公里/時。

() 4. 右圖為直線運動物體的加速度-時間圖。已知物體的初速為零，則 (A) 在前 5 秒內的物體為靜止 (B) 後 5 秒內物體做等速度運動 (C) 前 10 秒內的速度變化為 5 公尺/秒 (D) 前 10 秒內物體運動方向改變一次。

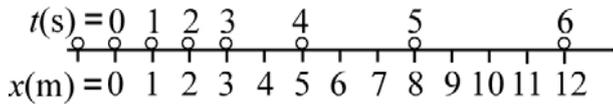


() 5. 一架巨型的噴射客機在跑道上，自靜止開始，總共滑行了 36 秒後才飛離地

面，起飛的速度為 360 公里/時，則這架客機在跑道滑行時的 (A) 平均加速度大小 $\frac{25}{9}$ 公尺/秒²

(B) 平均加速度大小 10 公尺/秒² (C) 位移大小 $\frac{12500}{9}$ 公尺 (D) 位移大小 360 公尺 (E) 末速大小 100 公尺/秒。

- () 6. 下圖為一個小球在一直線上的運動情形。小球在不同時刻(t)的位置(x)已標示在圖上(標尺的刻度單位為公尺)。向右方取正號,向左方取負號,下列敘述何者正確? (A)小球在 $t=5$ 秒時的位置坐標為8公尺 (B)小球在第2秒至第4秒之間的位移5公尺 (C)在 $t=0$ 秒至3秒之間,小球做等速度運動 (D)小球在第5秒至第6秒之間的平均速度為4公尺/秒 (E)在 $t=3$ 秒至6秒之間,小球做等加速度運動,平均加速度為2公尺/秒²。



三、綜合測驗

1. 一質點在 X 軸上作直線運動,此質點在 $t=0$ 時,位置 $X=5$ 公尺,速度為 2 公尺/秒向 $+x$,在 $t=4$ 秒時,位置在 $X=-3$ 公尺,速度為 4 公尺/秒向 $-x$,求 0 至 4 秒

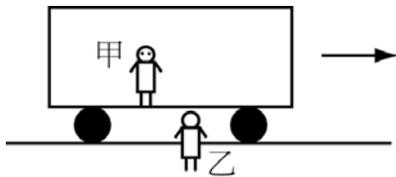
(1)位移_____。(2)速度變化量_____。(3)平均速度_____。(4)平均加速度_____。

2. 掛鐘的秒針長 10 公分,則

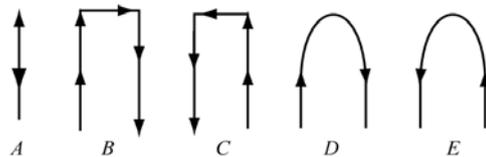
(1)秒針繞一週,針尖之平均速率為①_____,平均速度為②_____。
 (2)繞轉 15 秒內針尖的平均速率為①_____,平均速度大小為②_____。

3. (1)有兩位學生在水平地面上合作進行一項實驗,甲生站在以等速度向右前進的火車車廂地板上,乙生則靜止站在地面上,如圖(一)。當火車通過乙生面前時,甲生沿垂直於車廂地板的方向,向上拋出一棒球後讓其自由落下。甲生看到的棒球運動的軌跡為何?(從圖(二)選一項)

(A)A (B)B (C)C (D)D (E)E。



圖(一)



圖(二)

- (2)乙生看到的棒球運動的軌跡為何?(從圖(二)選一項) (A)A (B)B (C)C (D)D (E)E。

答 案

一、單選

1. A 2. D 3. D 4. C 5. C 6. B 7. E 8. B

二、多選

1. AC 2. ABCE 3. BE 4. AC 5. AE 6. ACD

三、綜合測驗

1. (1)-8m (2)6m/s向 $-x$ (3)2m/s向 $-x$ (4)1.5m/s²向 $-x$
 2. (1)① $\frac{\pi}{3}$ cm/s ② 0 (2)① $\frac{\pi}{3}$ cm/s ② $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ cm/s
 3. (1)A (2)D

解 析

一、單選

- (B)平均速度 \leq 平均速率。(C)也可能為拋物線。(C)可能減速。(E)只有等加速度運動 $\bar{a}=a$ 。
- $v-t$ 圖形面積為位移， $S=2\times 3+\frac{(3+6)\times 4}{2}=6+18=24$ (m)。
- $v_2=v_0+a_1t_1=2+2\times 2=6$ (m/s) $v_4=v_2+a_2t_2=6+4\times 2=14$ (m/s)
 $\therefore v_2:v_4=6:14=3:7$ 故正確選項為(D)。
- (1)若為 $x-t$ 圖，則丙車靜止不動。
 (2)若為 $v-t$ 圖，則甲車的速度與位移恆大於乙車，故甲車恆在乙車的東方。
 (3)若為 $x-t$ 圖，則甲車與乙車均為等速度運動，故加速度均為零。
 (4)若為 $v-t$ 圖，則至乙、丙速度相同時，丙車的位移為乙車的2倍。
 (5)當乙、丙兩車速度相等時，則丁車的速度大於零，故速度向東，但正在減速，故加速度向西。
- $360(\text{km/hr})=100(\text{m/s})$ ， $a=\frac{v-0}{\Delta t}=\frac{100-0}{20}=5(\text{m/s}^2)$
- (1) $\Delta v=2v$ 。(2) $\bar{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{2v}{30}=\frac{v}{15}$ 。
- (1)由圖形知，10(s)末的速度為 $-15(\text{m/s})$ 。
 (2) $t=0\sim t=5$ (s)位移24(m)， $t=5\sim t=10$ (s)位移 -37.5 (m)，故總位移 -13.5 (m)
 $\Rightarrow x=-13.5-2=-15.5$ (m)。
- 甲：靜止；乙：等速度；丙：等速度；丁：等加速度。

二、多選

- (B)等速度時才成立。(D)等速率運動可能為曲線運動，如等速率圓周運動。
 (E)若加速度方向與速度相反，則速率減小。
- 加速度與速度不平行時，加速度可分為平行與垂直加速度兩分量，平行分量將改變速度的大小，垂直分量則改變速度的方向。
- 設上山的路徑長為 L

$$\text{則平均速度}=\frac{\text{位移}}{\text{時間}}=0 \quad \text{平均速率}=\frac{\text{路徑長}}{\text{時間}}=\frac{2L}{\frac{L}{6}+\frac{L}{12}}=\frac{2}{\frac{1}{6}+\frac{1}{12}}=8(\text{km/h})。$$
- (A)(B) \therefore 初速為0，由圖知前5秒 $a=0$
 \therefore 前5秒為靜止。(C)第10秒的末速 $v=0+1\times 5=5$ (m/s) \therefore 前10秒速度變化為5(m/s)。
 (D)由靜止起動，5~10秒速度增加，必為單一方向運動。
- (E) $v=360(\text{km/hr})=100(\text{m/s})$ 。(A)(B) $\bar{a}=\frac{100-0}{36}=\frac{25}{9}(\text{m/s}^2)$ 。
 (C)(D)因為不確定是否為等加速度，其位移不能由 $v^2=v_0^2+2aS$ 求得。

6. (B) $\Delta x = 5 - 2 = 3(\text{m})$ 。

(D) $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12-8}{6-5} = 4(\text{m/s})$ 。

(E) 每一秒內位移成等差，故為等加速運動。

$\bar{a} = \frac{(8-5)-(5-3)}{1} = 1(\text{m/s}^2)$ 。

三、綜合測驗

1. (1) 位移 = 末位置 - 初位置 = $-3 - (5) = -8(\text{m})$ 。

(2) 速度變化量 = 末速 - 初速 = $-4 - 2 = -6(\text{m/s}) = 6(\text{m/s})$ ，向 $-x$ 。

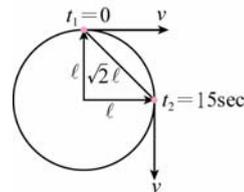
(3) 平均速度 = $\frac{\text{位移}}{\text{時間}} = \frac{-8}{4-0} = 2(\text{m/s})$ ，向 $-x$ 。

(4) 平均加速度 = $\frac{\text{速度變化量}}{\text{時間}} = \frac{-6}{4-0} = 1.5(\text{m/s}^2)$ ，向 $-x$ 。

2.

(1) ① 平均速率 $\bar{v}_t = \frac{\text{路徑長}}{\text{時間}} = \frac{2\pi\ell}{T} = \frac{2\pi \times 10}{60} = \frac{\pi}{3}(\text{cm/s})$

② 平均速度 $\bar{v} = \frac{\text{位移}}{\text{時間}} = \frac{0}{60} = 0(\text{cm/s})$ 。



(2) ② 平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2} \times 10}{15} = \frac{2\sqrt{2}}{3}(\text{cm/s})$

① 同(1) ①，因等速率運動。

主題二：力的作用

日常生活中到處可見到力(force)的現象，以高爾夫球為例：當球杆與球體碰撞時，球體不但發生運動狀態的變化，也伴隨著有形變。物體受到力的作用時，可能改變它的運動狀態，也可能造成變形。

一、接觸力與超距力

①力(force):凡能使物體運動狀態發生改變者(例:牛頓第二運動定律)或使物體發生形變者(例:虎克定律)

②接觸力(contact force):施、受力體需相互作用才能發生作用。例:摩擦力、彈力、繩子張力...

③超距力(非接觸力):施、受力體可以隔空(真空)作用。例:萬有引力、靜電力、靜磁力...

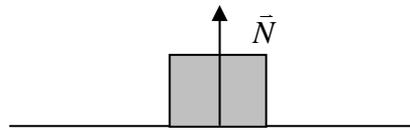
④正向力

為一接觸力，作用於兩個相互接觸物體的接觸面上，且垂直於接觸面方向，從接觸面指向物體。

(1) 正向力方向由接觸面指向物體。

(2) 兩物體不接觸即消失。

(3) 正向力和垂直施力成對出現，
滿足作用力與反作用力定律的關係。



二、力與物體形變

①彈性:物體受力之後變形，外力除去後立即恢復原狀。

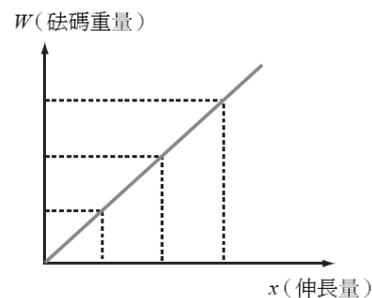
②虎克定律: $W = kx$ (k :力常數; x :形變量)

③量測:彈簧秤或磅秤

④單位:kgw

⑤換算:

$$1\text{kgw} = \text{一公斤物體在地表附近所受的重力} \\ = 1 \times 9.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9.8\text{N}$$



三、力與物體的運動狀態

一個物體的運動狀態，可以用它的速度來描述，當物體的運動速度改變時，便具有不同的運動狀態。

①亞里士多德(Aristotle):在水平地面上運動的物體，若不持續對其施力，物體終會停止下來。因此⇒維持物體在水平地面做等速度運動，必須對物體持續施力。(力是維持物體運動主因)

②伽利略(Galileo Galilei):

1. 想像實驗(一)

考慮:物體在光滑斜面上運動，已知物體下滑，速度增加;物體上滑，速度減慢。

當物體在光滑水平面上運動時，既無上滑也無下滑，則物體速度便不存在增加或減少的原因。

【推論】:物體維持等速度運動。



2. 想像實驗 (二)

考慮：物體在光滑斜面上的運動，已知物體從左斜面上端滑下，必會滑到右斜面上與出發點相同高度處。若右邊沒有高起的斜面，物體便無法到達與出發點等高處。

【推論】物體在光滑水平面上運動，沒有停止的理由，勢必永遠維持等速度運動。



3. 真實情況

完全光滑無摩擦的情況，在現實的環境中無法找到，但近似的例子可在遊樂場中見到。遊樂場的空氣曲棍球台可以模擬出近似無摩擦的狀況（在氣動球的台面上的細孔會噴出空氣，使圓盤飄浮在台面上，則圓盤運動時所受的阻力可以忽略）。觀察機台上圓盤的移動，我們發現：

原本靜止的圓盤，若不去推動它，圓盤會繼續保持靜止。若用手去推動它，圓盤便會沿著推力方向開始運動，且在碰撞桌邊前，幾乎做等速度直線運動。

4. 結論：

物體若不受外力，便會保持它原來的運動狀態；如果要改變它的運動狀態，就必須對物體施力。

⇒力是改變物體運動狀態的主因！

③牛頓運動定律

1. 第一運動定律（慣性定律）：物體若不受外力作用，則靜者恆靜，動者恆沿做等速度運動。

【討論】

等速度運動與靜止狀態，在力學上是完全無法區別的。因此，物體究竟是等速運動或是靜止，將依觀察者所在的參考坐標系而定，而非物理本質上的差異。

2. 第二運動定律（運動定律）：物體受到外力作用時，會在外力作用的方向上產生一個加速度，而加速度 a 、外力 F 與物體質量 m 三者間的關係如下：

$$\boxed{F=ma}。$$

單位： $F \Rightarrow N; m \Rightarrow kg; a \Rightarrow m/s^2$

※ 力的SI單位：牛頓 (N)，使1公斤物體產生1公尺/秒²加速度的力稱為一牛頓。

牛頓 = 公斤 · 公尺/秒²

【討論】

只有改變物體的運動狀態時，才需要施力！

3. 第三運動定律（作用力與反作用力定律）：甲施一作用力於乙時，乙必同時施一反作用力於甲。此兩力大小相等，方向相反，分別施於乙、甲上（兩力共生共滅）。

【討論】

施力體與受力體是相對的觀念，當兩物彼此作用時，施力體同時也是對方的受力體，而受力體也同時是對方的施力體。

【問】作用力與反作用力可否相互抵消？

範例1. 當一彈簧受重力各為0.5kg、1kg、1.5kg、2.0kg 及2.5kg 時，彈簧的伸長量分別為0.2cm、0.4cm、0.6cm、0.75cm 及0.90cm。求

(1)此彈簧可用來量度力的最大值約為多少公斤？ **答：1.5kgw**

(2)當一力作用在彈簧上，使它伸長了0.55cm，則此力大小為多少公斤重？ **答：1.38kgw**

類：

下表為某彈簧受力與伸長量的實驗數據，則此彈簧的彈力常數為若干？ (A)3.75 (B)2.25 (C)1.75 (D)4.25 (E)5 kgw/m。 **答：A**

受力(kgw)	0.15	0.30	0.45	0.60
伸長量(cm)	4.0	8.0	12.0	16.0

※慣性定律

【觀念&公式】

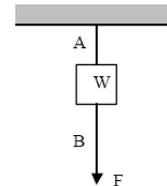
1. 物體保持原有狀態的特性稱為慣性。
2. 慣性定律：物體不受外力或外力和為零時，靜者恆靜，動者恆沿直線作等速度運動。
3. 慣性定律只適用於慣性座標系(觀察者靜止或等速度運動)，不適用於加速座標系。
4. 科氏力：地球上因不同緯度間之轉動速度不同，而使運動產生偏轉之假想力。
5. 因科氏力作用，北半球向右偏，南半球向左偏。

範例2. 如圖裝置，A、B 係兩條完全相同之繩，W 為物體重量，

用力拉B 繩，則：

(1)力量逐漸加大，則何繩先斷？ **答：A 繩**

(2)用手猛拉B 繩，則何繩先斷？ **答：B 繩**



類：

1. 北半球海防部隊發現其北方有敵艦靜立於海面，若欲使砲彈命中該艦，則發射時，方向應朝 (A)正北 (B)向北偏西 (C)向北偏東 (D)向東 (E)向西。 **答：(B)**

2. 下述物理現象何者可以慣性性質解釋？ (A)賽跑者到終點仍向前衝幾步 (B)斧頭鬆脫時，執柄向下方敲擊，斧頭即自動嵌入柄內 (C)一玻璃杯置於長條紙上，若用手急拉，則杯穩然不動 (D)站在汽車內之乘客，當汽車突然開動易向後仰，突然停止易向前傾 (E)從火車上跳下之人仍須向前走幾步，才不會跌倒。 **答：(A)(B)(C)(D)(E)**

範例3. 2kg物體靜置於桌面上，今受一沿桌面向東8牛頓之力產生 3m/s^2 的加速度，試求：(1)摩擦力為若干？(2)最初4秒內，移動多少m？**答：(1)2N；(2)24m**

類：

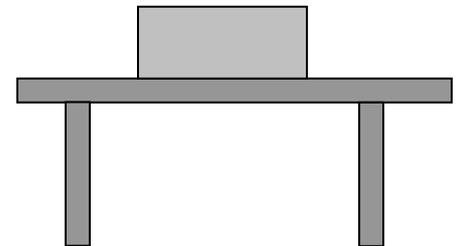
1. 將一定值力F作用於質量 m_1 的A質點，產生 a_1 加速度，作用於 m_2 的B質點，產生 a_2 加速度。

今將A、B兩質點結合在一起，仍以F作用時產生加速度為何？**答：** $\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$

2. 一個質量為0.2kg之球，從高19.6m靜止降落，著地後反跳高度為4.9m，若地與球接觸時間為0.05秒，則球施地之平均力大小(牛頓)：(A)38 (B)95 (C)120 (D)148 (E)182。**答：(C)**

3. 施一水平拉力，可使一物體在光滑水平桌面上，以 15m/s^2 之加速度運動，若施同大小之拉力，將此物體鉛直上提，其上升之加速度為_____ m/s^2 。(g= 9.8m/s^2)**答：5.2**

範例4. 靜置於桌面重量W的物體，受桌面作用之正向力N，則W與N (A)為一對作用力、反作用力 (B)不作用在同一物體上 (C)可以互相抵銷 (D)不能互相抵銷 (E)不是作用力、反作用力。**答：(C)(E)**



類：

1. 下列敘述何者正確？(A)地球上的人同時自西向東跳時，地球的自轉可能停止 (B)船靠在岸上時人往岸上跳船必後退 (C)作太空漫步之太空人可利用火箭噴氣的反作用力返回太空艙 (D)噴射機的飛行是靠空氣的反作用力 (E)兩人打架時互相作用的力總和必大小相等。

答：(A)(B)(C)(E)

2. 下列何者正確？(A)作用力與反作用力相等 (B)作用力與反作用力同時發生 (C)作用力與反作用力同時作用在同一個物體上 (D)宇宙間之力總數為偶數 (E)向心力與離心力是作用力與反作用力。**答：(B)(D)**

【重點提示】

反作用力性質：①大小相等②方向相反③成一直線④作用在不同物體上⑤不能互相抵銷
⑥同生同滅

※作用力與反作用力→判斷

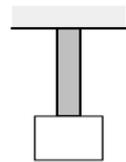
【觀念&公式】

1. 力的平衡V.S. 反作用力

力的平衡	反作用力
作用在同一物體	作用在不同物體
可以抵消	不可抵消
不成對存在	成對存在
各自獨立	同生同滅

2. 反作用力必回到作用力的來源

範例5. 右圖中設天花板對繩的作用力為 F_1 ，繩對天花板的作用力為 F_2 ，繩對物體的作用力為 F_3 ，繩所受的重力為 F_4 ，物體所受的重力為 F_5 ，則下列何者為正確？ (A) F_2 是 F_1 的反作用力 (B) F_3 是繩的張力 (C) $F_3=F_5$ (D) $F_2=F_3$ (E) $F_1=F_5$ 。 **答：(A)(C)**



類：

1. 體重分別為60 公斤重及40 公斤重之甲、乙二人，在無摩擦的冰面上互推，若甲受到40 公斤重的推力，則乙應受到多大的推力？ (A)20 公斤重 (B)30 公斤重 (C)40 公斤重 (D)60 公斤重。

答：(C)

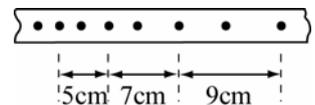
2. 下列何者所受合力為零？ (A)沿直線軌道等速度運動的火車 (B)以等速度沿水平直線飛行的飛機 (C)等速鉛直上升的直昇機 (D)繞地等速率運動的人造衛星。 **答：(A)(B)(C)**

3. 甲、乙兩船漂浮於水面上，甲船上的人以繩繫住乙船用力拉之，則 (A)甲船不動，乙船向其靠近 (B)乙船不動，甲船向其靠近 (C)兩船皆不動 (D)兩船皆動，互相靠近 (E)甲、乙兩船所受之力大小相等。 **答：(D)(E)**

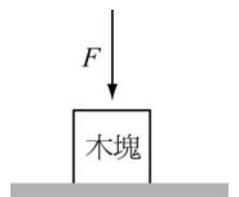
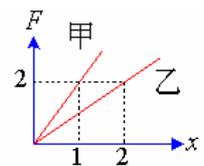
課後練習

一、單選

() 1. 利用高速閃光燈、照相機及照片測定滑車運動的實驗中，測得閃光燈閃光頻率為 20 次/秒，滑車質量為 500 公克，紙帶數據如右圖，則下列敘述何者正確？ (A)圖中標明 5 公分的一段，滑車平均速度為 100 公分/秒 (B)滑車的加速度大小為 400 公分/秒² (C)滑車所受的作用力為 1 牛頓 (D)滑車自靜止開始，行駛完 36 公分需時 0.4 秒 (E)以上皆非。



- () 2. 下列有關力與運動的說法，何者正確？ (A)物體的運動速度是由力來維持的 (B)物體所受的合力方向與速度同向 (C)物體的瞬時速度為零時，所受的合力也是零 (D)物體速度改變時，一定受到力的作用 (E)物體受力時，速率一定改變。
- () 3. 一輛小摩托車與迎面而來的快速大卡車正面相撞，摩托車全毀。若只考慮量值但不考慮方向，則下列有關碰撞時力與加速度的敘述何者正確？ (A)摩托車所受的力較小，加速度也較小 (B)摩托車所受的力較大，加速度也較大 (C)二車所受的力大小相同，加速度也大小相同 (D)二車所受的力大小相同，但摩托車的加速度較小 (E)二車所受的力大小相同，但摩托車的加速度較大。
- () 4. 一輛公車發現前方有障礙物時，駕駛立即緊急煞車，在車子滑行的過程中，下面關於速度與加速度的敘述，何者正確？ (A)速度向前、加速度向後 (B)速度與加速度都向前 (C)速度與加速度有時同向，有時反向 (D)加速度恆為零。
- () 5. 當保齡球碰撞球瓶時，保齡球施於球瓶之力的反作用力為 (A)地面對保齡球阻擋的力 (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。
- () 6. 一個物體在一平面上運動，若其加速度的方向恆與運動方向垂直，則此物體之運動軌跡可能為 (A)直線 (B)圓 (C)拋物線 (D)橢圓。
- () 7. 將一顆棒球鉛直向上拋出到落回原地的運動過程中，若不考慮空氣阻力與浮力，則下列敘述何者正確？ (A)因為向上在減速，向下在加速，所以是變加速度運動 (B)當球達最高點時，因速度為零，所以球所受的合力為零 (C)整個運動過程是做等加速度運動 (D)當球達到最高點時，速度與加速度均為零。
- () 8. A 、 B 兩條完全相同之彈簧， A 彈簧一端固定於牆上，另一端以 F 克重之力拉之，則彈簧伸長量為 x 公分。若 B 彈簧兩端各以 $2F$ 克重力同時拉之，則其伸長量為 (A) $4x$ (B) $2x$ (C) x (D) $\frac{x}{2}$ 公分。
- () 9. 右圖為甲、乙兩條彈簧受力時，其力與形變間的關係圖，則甲、乙兩彈簧的力常數比為 (A) $1:1$ (B) $1:2$ (C) $2:1$ (D) $2:3$ (E) $3:2$ 。
- () 10. 一質量為 5 公斤的質點，受外力 F 作用 0.1 秒後，速度由 4 公尺/秒向右變為 8 公尺/秒向左。則外力 F 的量值為多少牛頓？ (A)600 (B)200 (C)120 (D)40。
- () 11. 如右圖所示，有人施力 F 於一放置在桌面上的木塊。設 W 代表木塊所受之地球引力， N 代表桌面作用於木塊之力。下列敘述何者正確？ (A) F 和 W 互為作用力和反作用力 (B) F 和 N 互為作用力和反作用力 (C) W 和 N 互為作用力和反作用力 (D) F 、 W 和 N 三者同時互為作用力和反作用力 (E) F 、 W 和 N 三者中沒有任何作用力和反作用力的關係。
- () 12. 一鉛直懸掛的彈簧下端懸掛一秤盤，上面放置砝碼作「虎克定律」實驗時，每個砝碼質量均為 10 公克，實驗數據如下表所示，則下列敘述何者錯誤？ (A)只懸掛秤盤時，彈簧之伸長量為 1.2 公分 (B)當砝碼數為 7 個時，彈簧伸長量為 2.6 公分 (C)秤盤之質量為 40 公克 (D)掛 10 個砝碼時，彈簧可能已經超過彈性限度。



砝碼個數	2	4	6	8	10
彈簧伸長量(公分)	1.6	2.0	2.4	2.8	3.0

- () 13. 棒球比賽中，投手郭李建夫將球以每秒 40 公尺的水平速度投進本壘，被王光輝以每秒 60 公尺的速度反向轟出。假設棒球的質量為 0.15 公斤，而球與球棒接觸時間為 0.02 秒，問王光輝在這段時間內平均出力多少牛頓？ (A)15.3 (B)76.5 (C)450 (D)750。

二、多選

- () 1. 下列何者為非接觸力？ (A)踢足球的力 (B)蘋果落下來的力 (C)磁鐵相互吸引的力 (D)汽車相撞的力 (E)摩擦過的塑膠尺吸引小紙片的力。
- () 2. 選出正確的敘述？ (A)不受外力作用的物體，必處於靜止狀態 (B)物體做等速曲線運動，必受外力作用 (C)運動體速度為 0 之瞬間，加速度亦必為 0 (D)平均速度的大小稱為平均速率 (E)做等速度運動時，任一時距內的平均速度與瞬時速度相等。
- () 3. 下列何者所受合力為零？ (A)沿直線軌道等速運動的火車 (B)以等速沿水平直線飛行的飛機 (C)等速鉛直下飄的紙張 (D)繞地等速率運轉的人造衛星 (E)浮在水面上的木塊。

三、綜合測驗

1. 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 4 秒後，將此力移去，再經過 3 秒後，物體共運動_____公尺。
2. 質量 5 公斤的木塊掛在彈簧秤下端，彈簧秤上端則吊在升降機的天花板上，則
- (1)升降機靜止時，彈簧秤之讀數為若干公斤重？
 - (2)當升降機以加速度 g 上升時，其讀數變大、變小或不變？
 - (3)當升降機以加速度 g 下降時，其讀數為若干公斤重？
3. 泰源向東投出時速 144 公里的快速直球，若棒球質量為 0.1 公斤，捕手在 0.2 秒內將球接住
- (1)捕手於接球期間，平均所受的力大小為 (A)10 (B)15 (C)20 (D)30 牛頓。
 - (2)若打者擊出往西 144 公里/時之平飛球，球與球棒接觸 0.1 秒，則擊球處所施的力為 (A)40 牛頓向東 (B)80 牛頓向東 (C)40 牛頓向西 (D)80 牛頓向西。

答 案

一、單選 1. C 2. D 3. E 4. A 5. D 6. B 7. C 8. B 9. C 10. A 11. E 12. C 13. D

二、多選 1. BCE 2. BE 3. ABCE

三、綜合測驗

1. 100 2. (1)5 (2)變大 (3)0 3. (1)C (2)D

解 析

一、單選

$$1. (A) \text{平均速度 } \bar{v}_1 = \frac{5}{\frac{1}{20} \times 2} = 50(\text{cm/s})。 (B) \bar{v}_2 = \frac{7}{\frac{1}{20} \times 2} = 70(\text{cm/s})$$

$$a = \frac{\bar{v}_2 - \bar{v}_1}{t} = \frac{70 - 50}{\frac{1}{20} \times 2} = 200(\text{cm/s}^2) = 2(\text{m/s}^2)。$$

$$(C) F = ma = 0.5 \times 2 = 1.0(\text{N})。 (D) S = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 36 = \frac{1}{2} \times 200 \times t^2 \Rightarrow t = 0.6(\text{s})。$$

$$2. (A) \text{沒受力，仍然可以有速度。} (B) \bar{F} = m \cdot \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}， \text{故 } \bar{F} \text{ 和速度變化量同方向。}$$

(C) 垂直上拋到頂點時，瞬時速度零，但合力不為零。(E) 速度一定改變。

3. 由作用-反作用力，二車受力大小相同，由 $F = ma$ ，質量小的摩托車加速度較大。

4. 阻力（加速度）的方向與運動（速度）方向相反。

5. 牛頓第三定律：作用力=反作用力 \therefore 保齡球施於球瓶之力的反作用力為球瓶對保齡球阻擋之力。

7. (1) 僅受重力作用 \Rightarrow 加速度=定值。(2) 上升過程：速度向上、加速度向下 \Rightarrow 減速。

(3) 最高點：速度為零。(4) 下降過程：速度向下、加速度向下 \Rightarrow 增速。

$$8. F = k\Delta x = kx \quad \therefore 2F = 2kx \Rightarrow k\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = 2x(\text{cm})。$$

$$9. F = kx, k = \frac{F}{x} \quad k_{\text{甲}} : k_{\text{乙}} = \frac{2}{1} : \frac{2}{2} = 2 : 1。$$

$$10. \text{設向左為正} \quad F = ma = m \frac{v - v_0}{\Delta t} = 5 \times \frac{8 - (-4)}{0.1} = 600(\text{N})。$$

11. W 的反作用力為物體對地球的萬有引力， N 的反作用力為木塊壓迫桌面的力， F 的反作用力，為木塊反施予施力者的力。

12. (A) 每多二個砝碼，彈簧多伸長了 $2.0 - 1.6 = 0.4(\text{cm})$ ，故只掛秤盤時彈簧之伸長量 $= 1.6 - 0.4 = 1.2(\text{cm})$ 。

$$(B) \text{砝碼數為 7 個時，彈簧伸長量} = 2.4 + 0.2 = 2.6(\text{cm})。 (C) \frac{w}{1.2} = \frac{w+20}{1.6} \Rightarrow w = 60(\text{g})。$$

(D) 掛 10 個砝碼時，依虎克定律，彈簧伸長量應為 $2.8 + 0.4 = 3.2(\text{cm})$ ，但實驗結果為 $3.0(\text{cm})$ ，顯然已經超過彈性限度。

$$13. F = 0.15 \times \frac{60 - (-40)}{0.02} = 750(\text{N})。$$

二、多選

1. (B) 為超距力的重力。(C) 為超距力的磁力。(E) 為超距力的靜電力。

2. (A) 應為等速或靜止。

(B) 必受向心力作用。

(C) 上拋物體在最高點， $v=0$ ， $a=9.8 \text{ m/s}^2$ 。

(D) 平均速度大小 \leq 平均速率。

3. (A)(B)(C)(E)靜止或等速，合力=0。
 (D)以萬有引力作為向心力。

三、綜合測驗

1. $F=ma \Rightarrow 10=2 \times a \Rightarrow a=5$

$$S_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 = 40$$

$$v(t=4) = at = 20$$

$$S_2 = vt = 20 \times 3 = 60$$

$$S = S_1 + S_2 = 40 + 60 = 100 \text{ (m)}。$$

2. (1) $F - mg = 0, F = mg = 5g(\text{N}) = 5(\text{kgw})。$

(2) $F - mg = mg, F = 2mg = 10(\text{kgw})$ (變大)。

(3) $mg - F = ma \Rightarrow F = mg - ma = 5g - 5g = 0。$

3. (1) $v = 144(\text{km/h}) = 144000\text{m}/3600\text{s} = 40(\text{m/s})$

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0.1 \times \frac{40}{0.2} = 20(\text{N})。$$

(2)令向西為+

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0.1 \times \frac{40 - (-40)}{0.1} = 80(\text{N}) \text{向西。}$$

主題三：重力與生活

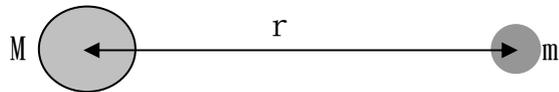
牛頓認為宇宙中任何兩物體間，存在相互吸引的力，稱為萬有引力或重力(gravity)。日常用語「我的體重70 公斤」、「卡車的載重量10公噸」等，這裡的體重、載重量是指地球對物體的吸引力。當物體僅受重力作用而落下，其加速度稱重力加速度。物體在地表附近的重力加速度，其值約 9.8 m/s^2 。地球吸引著地表上的物體，也吸引空氣分子，形成包圍地球的大氣層，連月亮及人造衛星也受萬有引力而繞地球運動。

一、重力與正向力

①萬有引力定律：1665年牛頓所提出。

(1) 內容：任何兩物體間相互吸引之力與兩物體質量的乘積成正比，而與兩物體間距離的平方成反比。

(2) 數學式： $F = \frac{GMm}{r^2}$



(3) SI單位：

物理量	m、M	r	萬有引力常數G	F
單位	kg	m	$6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$	N

(4) 測G值：1798年，卡文狄西以實驗證實萬有引力定律正確，並測出G值。

(5) 任何兩物體都存在相互吸引的力，為何平時不覺有力的存在？

(6) 單位換算：1公斤重(重力單位) = 9.8牛頓(絕對單位)。

(7) 重力加速度：物體受重力所產生之加速度，以g表示之。g值隨距地心距離而變。
 在緯度 45° 海平面上： $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

②重力的反作用力？

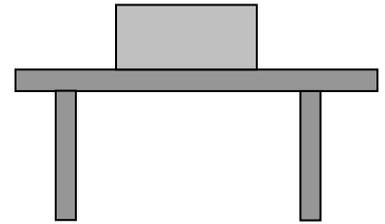
例：一本書放在桌上，請畫出書本所受的各種力及其反作用力。

作用力 \longleftrightarrow 反作用力

地球吸引書之力 \leftrightarrow _____

書壓桌子之力 \leftrightarrow _____

(主角)：『書』。



【分析】

1. 達平衡仍受 mg (地施書受)、 N (桌施書受)，兩力大小相等、方向相反，且作用在同一直線上，故會相互抵消。

2. 作用力與反作用力，大小相等、方向相反，且作用在『不同物體』，故不能抵消。

③失重(weightlessness)

(1) 測量體重原理：物體的重量為 地球引力 所造成，故稱為地球的重力。地球的重力指向地心，當我們站在體重計上，同時受到地球重力及體重計的正向力作用（兩力大小相等、方向相反）。體重計顯示的重量，即我們作用於體重計上的力，此力與地球施於我們的重力等大。

【動動腦】

如果突如其來的大地震，使地面突然崩陷，這時我們與體重計受地球的重力作用，同時向地心方向掉落，體重計還能讀出我們的重量嗎？

答：不能，因為當我們與體重計都以相同的速度與加速度下落，兩者間不存在因擠壓所造成的正向力，因此體重計將無法顯示我們的重量。這樣的結果稱為 失重。

(2) 其他例子

1. 電梯纜線斷了。
2. 在軌道上繞地運行的太空船內，太空人處於失重狀態。

【老師的叮嚀】

當我們說物體處於失重狀態時，並非指物體不受地球的重力作用。例：太空人雖然處於失重狀態，但毫無疑問的，他仍然會受地球的重力吸引，而像太空船一樣的環繞地球運動！

(3) 分析：失重=體重計指示體重為零。

例：人站在電梯裡磅秤上，若電梯以加速度 $a=g$ ，向上 $\Rightarrow N = m(g + a)$

人站在電梯裡磅秤上，若電梯以加速度 $a=g$ ，向下 $\Rightarrow N = m(g - a)$



二、大氣壓力(atmospheric pressure)

地球的重力將空氣分子往地表集中，形成了大氣層。大氣層雖綿延在地表外數百公里處，但99%的空氣，都是聚集在離地表約32公里的範圍內。

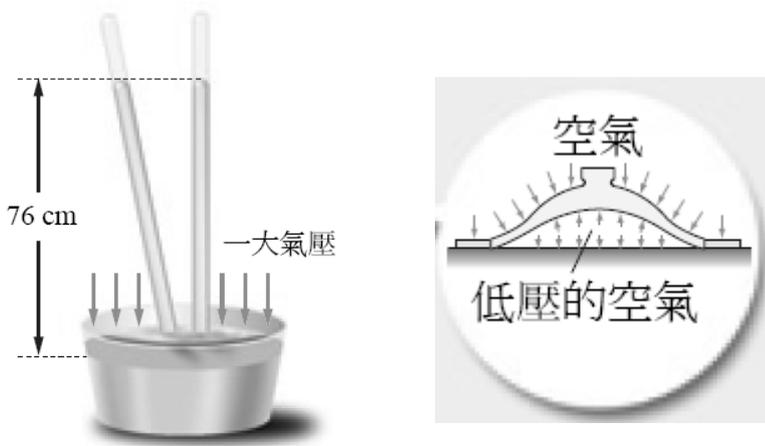
①成因：大氣層的重量壓在地面，造成了大氣壓力。

②估計方法：地表上任一處的大氣壓力數值，等於該處向上延伸的空氣柱總重量 ÷ 該空氣柱的截面積。

③托里切利 (E. Torricelli) 實驗

大氣壓力可利用水銀柱的高度來表示。以0°C時，在緯度45°的海平面附近所量得大氣壓力訂為一個標準大氣壓，簡稱一大氣壓 (atmosphere, 簡稱為atm)，定義：

一大氣壓力 = 76 公分高的水銀柱底部的壓力。



【註】一大氣壓等於1013百帕。壓力(pressure)與力(force)意義不同。

壓力：單位面積所受的力。當一個物體以不同的面放在桌面上，若物體與桌面的接觸面積愈小時，接觸面上的壓力愈大。

換算：1atm = _____ mmHg = _____ cmHg = _____ gw/cm² = _____ kgw/cm²
= _____ N/m² = _____ Pa(帕) = _____ hPa(百帕)

④估計：利用 1atm=1kgw/cm²。

(1)半徑2cm吸盤吸附在磁磚上，吸盤內空氣被擠出，吸盤下的掛鉤約可承受 12.56kgw。

(2)1654年，格里克(Otto von Guericke)在德國馬德堡做了一個精彩的表演。他把兩個金屬製的半球(半徑18cm)接合在一起，成為一個完整的球體，當抽出球內的空氣後，兩邊必須各用八匹馬去拉，才能把兩個半球拉開。這個實驗首次讓人們體認到大氣壓力是如何的巨大。求平均每一匹馬應拉之力約為 127kgw。

【動動腦】

1. 平時我們喝罐裝果汁時，若僅在罐上打一個小孔，將很不容易把果汁倒出來，你知道這是什麼原因嗎？答：罐裝果汁若僅打一個小孔，則在倒果汁時，會因外面空氣進不去，使得瓶內壓力小於大氣壓力，因此果汁很難倒出來。

2. 遨遊在軌道上的太空船，船內處於失重狀態，若太空人想喝果汁，他應該如何做？

答：太空人需要吸管才能喝到果汁。

⑤應用

- (1) 在地表附近，每上升100公尺，氣壓約下降0.8cmHg，因此氣壓計可用來估計離地高度。
- (2) 陰天時，空氣中的水氣凝結，大氣壓力會降低；晴天時，由於地面上的水分被蒸發，大氣壓力會升高。

三、重力與人造衛星

人類對宇宙天體的運行，向來滿懷敬畏與好奇，想試圖解釋天體運行不息的奧秘。

1. 希臘人早有天體運行的理論，但有些牽強。
2. 十六世紀初，哥白尼提出以太陽為宇宙中心的理論，由於違反當時的宗教教義，引起很大的爭議。
3. 篤信宗教的第谷（Tycho Brahe，丹麥人）為了維護教義，曾在丹麥的文島上，對行星位置做最精確的肉眼觀察。克卜勒協助來整理他歷經二十年之久的觀測資料。最後克卜勒從這些精確的天文資料中，歸納出著名的行星運動三定律。
4. 十七世紀，牛頓解釋行星為什麼以橢圓軌道繞太陽運行，而提出萬有引力定律。行星繞日的運動，由太陽與行星間的萬有引力所造成。

①等速率圓周運動

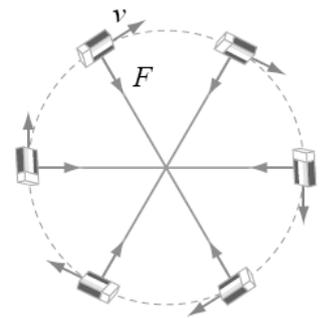
- (1) 等速率圓周運動為等速率運動，但速度的方向一直在改變，屬於變速度運動。
- (2) 等速率圓周運動的物體所受的力 F_c 和加速度 a_c ，其方向皆指向圓心。
- (3) 圓周上某點速度方向即為圓周切線方向。
- (4) 改變速度快慢的是切線加速度，改變速度方向的是法線加速度。等速率圓周運動切線速度為0；而法線加速度不為0。

②向心力

- (1) 圓周運動中，使物體改變運動方向的力指向圓心，稱為向心力 F_c 。
- (2) 向心力的量值與速度 v 平方成正比，和距離 r 成反比。 $F_c = \frac{mv^2}{r}$
- (3) 等速率圓周運動之向心力、向心加速度量值均為定值。
- (4) 當向心力消失，運動中的物體因慣性而會沿切線方向等速度飛出。

③人造衛星

- (1) 人造衛星於地表上空圓形軌道上運行，為等速率圓周運動，改變方向的向心力，由地球對衛星的萬有引力所提供。
- (2) 衛星高度愈高，萬有引力愈小，向心力愈小，速率愈慢，週期愈長。
- (3) 同步衛星：位於地球赤道上空，週期與地球自轉同為24小時之衛星（將其軌道面調整至與赤道面一致，其放射電波可涵蓋地表1/3，）
地上人觀之，如同停在空中不動，高度約離地面35840公里（5.7倍地球半徑）。
- (4) 美國從1970年代以來，陸續在離地高度20000公里上空的六個極軸軌道上，分別佈置24枚人造衛星，構成『全球定位系統』（簡稱：GPS）。



範例1. 設月球表面的重力場強度為地球表面重力場的 $1/6$ ，則下列敘述何者正確？(A)在月球表面質量為1公斤的岩石，帶回地球後秤其質量為6公斤 (B)在月球上重量為2公斤重的岩石，其質量為12公斤 (C)舉重選手在月球上可挺舉質量1500磅的物體，則在地球上可舉質量250磅的物體(D)舉重選手在地球上可挺舉240 磅重的物體，在月球上可舉1440磅重的物體 (E)太空人在地球上可跳2米高，則在月球上可跳12米高。 **答：(B)(C)(E)**

類：

- 下列敘述何者正確？(A)重量相等之兩物，其質量必相等 (B)質量相同兩物分別受相同之作用力，產生的加速度必相同 (C)等質量之兩物體在不同地點掛於同一彈簧下，伸長量不一定相同，但振動週期必相同 (D)以天平測得的量與所在 g 值無關，但彈簧秤測得隨所在 g 值而變 (E)將物體移至月球上，其重力質量不變。 **答：(B)(C)(D)(E)**
- 利用天平來量度物體的質量時，下列敘述中，正確的是：(A)利用物體呈靜平衡時，力矩的總和為零的原理 (B)所測得的質量與重力無關，故在無重力的太空中，也能測得 (C)在地球上及月球上所得結果相同 (D)在一等加速度上昇的電梯上所測得的物體質量比電梯靜止時者為大 (E)在一等速度下降的電梯中所測得的與在靜止的電梯中所測得的相等。【72 日大】

答：(A)(C)(E)

範例2. 已知人的質量為 m ，重力加速度為 g ，若此人由1 樓坐到10 樓，則此人在電梯內的體重，在何時比較輕？(A)由1 樓剛起動，加速上升時 (B)往上在5 樓，電梯等速度運動時 (C)往上快到10 樓，電梯減速時 (D)往下快到1 樓，電梯減速時 (E)往下在5 樓，電梯等速時。 **答：(C)**

類：

- 小明站在電梯內的磅秤上，則當電梯處於下面何種狀態時，磅秤上的讀數最小？(A)向上等速運動 (B)向下等速運動 (C)向上加速度運動 (D)向下加速度運動 (E)電梯停於半空中。 **答：(D)**
- 小明站在電梯內的磅秤上，則當電梯處於下面何種狀態時，磅秤上的讀數與小明在地面上的測量值不同？(A)向上等速運動 (B)向下等速運動 (C)向上加速度運動 (D)向下加速度運動 (E)電梯停於半空中。 **答：(C)(D)**
- 一人靜立於磅秤上，下列何者正確？(A)突然向下蹲的瞬間，秤上讀數變大 (B)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)若整體向下的加速度為 g ，則為失重狀態。 **答：(C)(D)(E)**
- 質量2公斤的物體掛在彈簧秤上，彈簧秤則吊在升降機的天花板上，回答下列問題：
 - 升降機靜止時，彈簧秤讀數為_____kgw， **答：2**
 - 當升降機以等加速度上升時，彈簧秤讀數（變大、變小、不變）**答：變大**
 - 當升降機以等加速度 g 下降時，彈簧秤讀數為_____kgw。 **答：0**

範例3.

- (1) 一球自地面以15 公尺／秒的速度鉛直向上拋出，當球升至頂點時加速度大小為多少公尺／秒？ (A)0 (B)9.8 (C)19.6 (D)29.4 (E)4.9。 **答：(B)**
- (2) 某人在五樓窗口把A 物向上拋出，把B物向前拋出，把C物向下拋出，則A、B、C 三物離手後，不計空氣阻力，何者加速度較大？ (A)A (B)B (C)C (D)A、B 一樣大 (E)三者一樣大。

答：(E)**類：**

某人想沿鉛直方向提起原來放在水平地面上之手提箱，但用力之後卻沒有提起來，則下面之敘述何者正確？ (A)手提箱所受之合力為向下 (B)地面上之正向支持力大小，等於手提箱重與上提之力的差 (C)手提箱之重與地面之正向支持力互相平衡 (D)上提之力與地面所受向下之正向力互相平衡。 **答：(B)**

範例4.

火星表面的重力加速度為 3.92m/s^2 ，1997 年7 月登陸火星的六輪驅動小車「逗留者」(Sojourner)，質量為16 公斤，則其在火星上的重量相當於多少公斤重？ (A)6.4 公斤重 (B)5.8 公斤重 (C)4.2 公斤重 (D)3.6 公斤重 (E)16 公斤重。 **答：(A)**

類：

海王星表面的重力加速度為 11 m/s^2 ，一質量為 5kg 的岩石靜置於星球表面，試回答下列問題：
該岩石在海王星表面的質量應為_____kg。 **答：5**
該岩石在海王星表面所受的萬有引力量值應為_____牛頓。 **答：55**

範例5.

地球半徑為 R ，阿華在地表上之重 W ；阿華坐飛機升至距地表 $0.5R$ 的高空中，此時的重量為 (A) $4W/9$ (B) W (C) $W/4$ (D) $2W/3$ (E) $W/2$ 。 **答：(A)**

類：

- 一太空梭在半徑為 $2R$ 的圓形軌道上環繞地球運動， R 為地球半徑，質量為70 公斤的太空人在太空梭內所受的地球引力為_____公斤重。 **答：17.5**
- 設地球半徑 R ，若將在地面重180 牛頓的物體，移至距地面 $R/2$ 的高空時，重量應為_____牛頓。 **答：80**

範例6.

地球質量大約是月球質量的81 倍，在登月飛船通過月地之間，月球和地球對它引力相等的位置時，飛船離開月球中心和地球中心的距離比為：(A)1：3 (B)1：9 (C)1：27 (D)1：81 (E)1：1 。

答：(B)

類：

甲、乙、丙三物體的質量分別為100kg、50kg、25kg；甲距乙4m，甲距丙2m，乙距丙3m，哪兩個物體間的萬有引力最大？(A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)一樣大。答：(C)

範例7.

一大氣壓可維持的水銀柱高度為76 公分，若將水銀改成純水時，則可維持的水柱高為若干？(已知水銀密度為水的13.6 倍)(A)76 (B)500 (C)1034 (D)2000 (E)5000 公分。答：(C)

範例8.

某人攜帶氣壓計，從山腳下爬至山頂，測得山腳下的大氣壓力為75.6cmHg，山頂上為64.4cmHg，則此人爬升的高度為多少公尺？(A)1600 公尺 (B)1400 公尺 (C)1200 公尺 (D)1800 公尺 (E)1000 公尺。答：(B)

類：

1. 有關重力與大氣壓力的敘述，下列何者正確？(A)同一地方的海拔愈高，往上延伸的空氣柱的重量愈重，大氣壓力就愈大 (B)高山頂上氣壓小，水分子較容易脫離液面，反而不容易被煮沸 (C)住在高地上的人用壓力鍋來烹煮食物，是因為在高地上的水溫未達 100°C 就可沸騰，食物較不易被煮熟的緣故 (D)吸盤掛架是大氣壓力的一種應用 (E)一大氣壓力約為76 厘米水銀柱。

答：(B)(C)(D)(E)

2. 在日常生活中，人們若欲利用抽水機將水由井中打上來，則水井不能太深，這最大抽水的深度約為 (A)1 (B)2 (C)5 (D)10 (E)20 公尺。答：(D)

3. 用吸管飲用果汁時，果汁上升的原理是 (A)毛細現象 (B)連通管原理 (C)浮力原理 (D)大氣壓力。答：(D)

課後練習

一、單選

- () 1. 大氣壓力壓在 1 公尺²的水平桌面上約略相當於多大重量壓在此桌面上？ (A)1 (B)10 (C)100 (D)1000 (E)10000 公斤。
- () 2. 將托里切利實驗拿到月球上做，則水銀柱高 (A)76 (B)38 (C)19 (D)12.7 (E)0 公分。
- () 3. 重量為 80 牛頓的人穿上每隻底面積為 400 公分²之鞋子一雙，則其靜止站在水平地板上，地板所受之壓力強度為若干牛頓/公尺²？ (A)0.2 (B)2 (C)20 (D)2000。
- () 4. 下列有關「大氣壓力」(1)~(5)項的敘述中，正確的敘述共有幾項？ (A)5 (B)4 (C)3 (D)2 (E)以上皆非。

(1)大氣壓力是大氣層的空气重量壓在地表上而形成的。

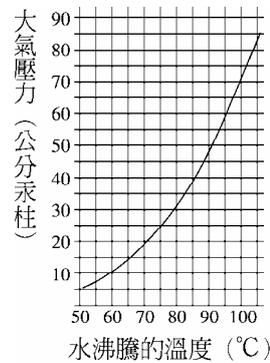
(2)利用公式 $P = \rho gh$ ，若已知地表的大氣壓力，可以計算出大氣層的厚度。

(3)一大氣壓相當於每平方公分的面積承受約 10 公斤重的壓力。

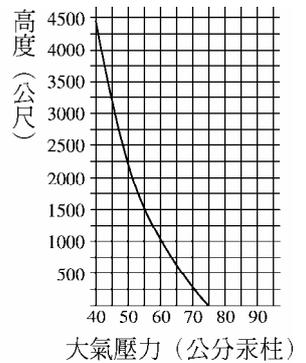
(4)大氣壓力的作用沒有固定的方向，但恆與物體的表面垂直。

(5)吸塵器與吸管的使用原理皆利用大氣壓力。

- () 5. 已知水沸騰的溫度和大氣壓力的關係如右圖(一)，及海拔高度和大氣壓力的關係如右圖(二)。某生到高山露營，發現水在 95°C 時就沸騰了，依此可估計某生露營處的氣壓與高度分別為 (A)60 公分汞柱，1200 公尺 (B)60 公分汞柱，1700 公尺 (C)70 公分汞柱，2500 公尺 (D)70 公分汞柱，300 公尺 (E)50 公分汞柱，2200 公尺。

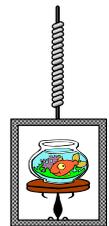


圖(一)

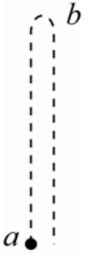


圖(二)

- () 6. 地球半徑為 R ，若某人在距地表高 $\frac{1}{4}R$ 處，其重量為在地表處之幾倍？ (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{5}{4}$ (C) $\frac{25}{16}$ (D) $\frac{16}{25}$ (E)1。
- () 7. 設地球半徑為 R ，地表處重力加速度的大小為 g ，則物體置於距離地表為 R 處的重力加速度的大小為多少？ (A) $\frac{1}{9}g$ (B) $\frac{1}{4}g$ (C) $4g$ (D) $9g$ 。
- () 8. 下列有關等速圓周運動的敘述，何者正確？ (A)向心力持續做功，使之保持運動狀態 (B)向心力產生向心加速度，使運動方向改變 (C)如果向心力突然消失，物體將沿直徑，向外射出 (D)等速圓周運動的速度是保持不變的 (E)運動半周時，速度變化為 0。
- () 9. 在升降梯中有一張桌子，桌面上有一魚缸。當升降梯等速上升時 (A) 魚缸與桌面間的正向力比電梯不動時的正向力大 (B)魚缸與桌面間的正向力比電梯不動時的正向力小 (C)魚缸與桌面間的正向力與電梯不動時的正向力等大 (D)魚缸與桌面間的正向力有時變大有時變小 (E)魚缸與桌面間的正向力與當時的速度大小有關。



()10. 小強將一小球自 a 處垂直上拋，到最高處 b ，再下墜至原處，下列哪項正確？（空氣阻力忽略不計）
 (A) 小球由 $a \rightarrow b$ 所受合力向上，由 $b \rightarrow a$ 所受合力向下
 (B) 小球在 b 點瞬間靜止，為靜力平衡，故所受合力為零
 (C) 小球由 $a \rightarrow b$ ，與 $b \rightarrow a$ 的加速度之大小及方向均相同
 (D) 小球在 b 點時速度為零，故加速度為零
 (E) 小球上升時間大於下降時間。



()11. 人造衛星繞地球運轉，軌道為一圓形，下列敘述何者正確？
 (A) 人造衛星受到兩個力量的作用，即萬有引力與向心力
 (B) 太空人在人造衛星內呈現失重狀態，是因為人造衛星內不受到地球的引力
 (C) 太空人在人造衛星中呈現失重狀態，是因為所受到的外力合力為零
 (D) 人造衛星所受的力僅能使人造衛星改變運動方向，並不改變其速率。

()12. 一跳傘員在時刻 $t=0$ 時，由停留於空中定點的直升機上跳落，等了幾秒鐘後才打開降落傘。下表為跳傘員鉛直下落的速度與時間的關係，則降落傘在什麼時候打開？（重力加速度 $g=10$ 公尺/秒²）
 (A) 2 秒到 3 秒之間
 (B) 3 秒到 4 秒之間
 (C) 4 秒到 5 秒之間
 (D) 5 秒到 6 秒之間
 (E) 6 秒到 7 秒之間。

時刻 t (秒)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
速度 (公尺/秒)	0	10	20	30	22	14	12	9	9	9

二、多選

- ()1. 有關大氣之敘述，下列何者正確？
 (A) 1 大氣壓力 = 76 公分汞柱 = 1033.6 帕
 (B) 大氣的壓力與高度恰成反比
 (C) 大氣的厚度雖高達約 1000 公里，事實上其中約有 90% 的大氣卻集中在距地面 30 公里高範圍內
 (D) 大氣的溫度與高度之間的變化並不規則
 (E) 在低空時，每上升 100 公尺，大氣壓力約減少 0.8 公分汞柱。
- ()2. 下列有關「重力」的敘述，何者正確？
 (A) 物體的重量來自於地球引力的作用，所以地球引力又稱為重力
 (B) 不考慮空氣阻力，4 公斤的物體在地表處自由落下時的加速度，是 1 公斤物體的 4 倍
 (C) 所謂「失重狀態」是指「沒有重力作用的狀態」
 (D) 作等速率圓周運動的人造衛星，因為等速率，所以不受地球引力的作用
 (E) 就地球外部而言，物體的重量隨離地高度的增加而減小。
- ()3. R 為地球半徑，一太空船在半徑 $3R$ 的圓形軌道上環繞地球運動，則船內一質量 81 公斤的太空人
 (A) 所受到的地球引力為 0
 (B) 所受到的地球引力為 9 公斤重
 (C) 所受到的地球引力為 27 公斤重
 (D) 處於失重狀態
 (E) 有 81 公斤重。
- ()4. 一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) 石塊往上飛行和向下掉落時的加速度都一樣大小，且方向相同
 (B) 石塊往上飛行和往下掉落的加速度都一樣，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。

三、綜合測驗

1. 若一大氣壓力等於 75 公分汞柱，則 1 公分²的面積有_____牛頓的力作用其上。已知水銀密度為 13.6 克/公分³，重力加速度為 10 公尺/秒²。

2. (1)托里切利實驗得到一大氣壓為 76 公分汞柱，換算成SI制（公制）單位，一大氣壓為_____牛頓/公尺²（帕）。（水銀密度為 13.6 公克/公分³，重力加速度 $g=9.8$ 公尺/秒²）
- (2)離地高度每上升 100 公尺，大氣壓力約下降 8 公分汞柱；玉山高約海拔 4000 公尺，則玉山上大氣壓力約為_____公分汞柱。
- (3)地球重力加速度公式 $g=\frac{GM}{R^2}$ ， G ：重力常數， M ：地球質量， R ：距地心距離。若地面之重力加速度 $g=9.8$ 公尺/秒²，則玉山上重力加速度 g' =_____公尺/秒²。（地球半徑 6400 公里）
- (4)若將托里切利實驗搬到玉山上重作，測得山上汞柱高為_____公分汞柱。
3. 下列五項有關圓周運動的敘述，請選出三項正確的敘述：_____。
- (甲)要使物體做圓周運動，需要向心力的作用，向心力的方向指向圓心。
- (乙)當向心力消失時，做圓周運動的物體會沿切線方向飛出去。
- (丙)人造衛星繞地球運行時，主要是靠地球引力作為向心力。
- (丁)人造衛星在不同的軌道上，雖然距地球的高度不同，但運行的速度之大小卻相同。
- (戊)物體做圓周運動時，軌道半徑愈大，所需的向心力愈大。
4. 在本大題中，你可能需要以下公式及常數：
- (i) $F=ma$ (ii) $F=kx$ (iii) $F=\frac{Gm_1m_2}{r^2}$ ， $G=6.67\times 10^{-11}$ 牛頓·公尺²/公斤²
- (iv) $f_{s\max}=\mu_s\times N$ (v) $f_k=\mu_k\times N$ (vi) $g=9.8$ 公尺/秒²
- (1)天花板上鉛直懸吊一輕彈簧，下端未懸掛物體時，自然長度為 15 公分。若下端懸重 30 公克重物時，彈簧全長 20 公分；若改懸重 48 公克重物時，則彈簧全長為若干？
- (2)籃球的質量為 500 公克，若兩個相同的籃球球心相距 1 公尺，求兩籃球相互間之萬有引力量值？

答 案

一、單選

1. E 2. E 3. D 4. C 5. A 6. D 7. B 8. B 9. C 10. C 11. D 12. B

二、多選

1. CDE 2. AE 3. BD 4. AE

三、綜合測驗

1. 10.2 2. (1) 1.013×10^5 (2)44 (3)9.8 (4)44
3. 甲、乙、丙
4. (1)23cm (2) 1.66×10^{-11} N

解 析

一、單選

1. $F=PA=1033.6(\text{gw}/\text{cm}^2)\times 10^4(\text{cm}^2)=1.0336\times 10^7(\text{gw})=1.0336\times 10^4(\text{kgw})$

2. 月球上空無大氣。

3. $P=\frac{F}{A}=\frac{80}{400\times 10^{-4}}=2000(\text{N}/\text{m}^2)$ 。

4. (1)大氣壓力是空氣重量壓在地表上而形成的。

(2)因大氣層分布並不均勻，故不適合以 $P=\rho gh$ 來計算。

(3) $1(\text{atm})=76(\text{cm-Hg})=1033.6(\text{gw}/\text{cm}^2)=1.0336(\text{kgw}/\text{cm}^2)$ 。

(4)流體壓力的方向均沒有固定方向，但恆與物體表面垂直。

(5)吸塵器與吸管皆利用大氣壓力作原理。

6. $F=\frac{GmM}{R^2}$, $F'=\frac{GmM}{\left(R+\frac{1}{4}R\right)^2}=\frac{GmM}{\left(\frac{5}{4}R\right)^2}=\frac{16}{25}F$ 。

7. $g=\frac{GM}{R^2}$, $g'=\frac{GM}{(2R)^2}=\frac{1}{4}g$ 。

8. (A)向心力不做功。(C)沿切線方向射出。(D)速率保持不變。(E) $\Delta v=2v$ 。

9. 不論等速或靜止，魚缸所受合力均為零， $\therefore \sum F=N-mg=0 \Rightarrow N=mg=$ 定值。

10. 受重力作用，為等加速度運動($a=g\downarrow$)， b 點速度 $v=0$ 。

二、多選

1. (A) $1(\text{atm})=1.013\times 10^5(\text{Pa})$ 。(B)並非反比($P=P_0e^{-kh}$)。

2. (B)不論物體質量為何，重力加速度均為 g 。(C)失重狀態是指磅秤上指數為零，並非不受重力作用。(D)作圓周運動需向心力，由地球引力提供。

3. $F\propto\frac{1}{R^2}$, $W=81\times\frac{1}{3^2}=9(\text{kgw})$ 。

4. 上升與下降期間，加速度皆為 g 向下。

三、綜合測驗

1. $P=75(\text{cm-Hg})=75\times 13.6(\text{gw}/\text{cm}^2)=10.2(\text{N}/\text{cm}^2)$ 。

2. (1) $P=h\cdot d=76(\text{cm})\times 13.6(\text{g}/\text{cm}^3)=1033.6(\text{gw}/\text{cm}^2)=1033.6\times\frac{10^{-3}\times 9.8(\text{N})}{10^{-4}(\text{m}^2)}=1.013\times 10^5(\text{N}/\text{m}^2)$ 。

(2) $76-\frac{4000}{100}\times 0.8=44(\text{cm-Hg})$ 。(3) $\frac{g_{\text{地}}}{g'}=\frac{R'^2}{R_{\text{地}}^2}=\left(\frac{6404}{6400}\right)^2\approx 1 \therefore g'\approx g_{\text{地}}=9.8(\text{m}/\text{s}^2)$ 。

(4)汞柱高即為當地之大氣壓力。

3. (丁)(戊) $F=\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$, $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$, r 大 v 小, r 大 F 小。

4. (1) $\frac{30}{20-15}=\frac{48}{x-15}\Rightarrow x=23(\text{cm})$ (2) $F=\frac{GMm}{r^2}=6.67\times 10^{-11}\times\frac{0.5\times 0.5}{1^2}=1.66\times 10^{-11}(\text{N})$ 。

主題四：摩擦力與生活

一、摩擦力(friction)

①定義：當兩物體的接觸面間，有相對運動現象或是相對運動的趨勢時（此時仍為靜止），就會出現平行於接觸面，且有阻止兩物體作相對運動的摩擦力。

例：地面上滑動的物體，若不持續對它施力，物體終將停止運動，即物體與地面間存在著阻止運動的摩擦力。若地面完全光滑，則物體無須任何力量作用，便能持續原來的運動。

②成因：接觸面不可能完全光滑，兩接觸面上的原子相互間之作用力而產生。原子與原子間的接觸不緊密，即使磨光的金屬面以原子的尺度來看，仍相當凹凸不平。

③靜摩擦力的性質

從摩擦力實驗中，發現兩個事實：

（一）施於木塊的拉力太小，木塊仍保持靜止 \Rightarrow 木塊與桌面間，存在阻止木塊運動的摩擦力在木塊尚未開始運動前，其大小會隨著拉力的增加而變大。

（二）拉力逐漸增加到某個大小時，木塊開始運動 \Rightarrow 反抗木塊移動的摩擦力，存在最大值。作用於靜止木塊上的摩擦力，稱為靜摩擦力，靜摩擦力的最大值，稱為最大靜摩擦力。靜摩擦力歸納出下列性質：

a. 靜摩擦力隨拉力增加而增大。

b. 兩個物體間的靜摩擦力，只要接觸面的性質保持相同，則靜摩擦力的量值通常與接觸面積的大小無關。

c. 靜摩擦力方向與接觸面平行，且有阻止兩接觸面做相對運動的傾向。

d. 最大靜摩擦力的量值與接觸面上的正向力成正比。若以 f_s 表示靜摩擦力， $f_{s(\max)}$ 表示最大靜

摩擦力， N 表示正向力： $f_{s(\max)} = \mu_s \cdot N$ ，其中 μ_s 為靜摩擦係數。

④動摩擦力的性質

（1）定義：施力使水平面上的物體由靜止開始運動後，要維持物體持續運動，仍需持續施力，因為物體與水平面間存在阻止物體運動的摩擦力，稱為動摩擦力。

（2）性質

a. 動摩擦力可視為定值，與物體速度或接觸面的大小均無關。

b. 動摩擦力的方向與接觸面平行，且有阻止兩接觸面做相對運動的特性。

c. 動摩擦力的量值與接觸面間的正向力成正比。

d. 動摩擦力小於最大靜摩擦力。

e. 若以 f_k 表示動摩擦力， N 表示正向力，則上述的關係可表示如下： $f_k = \mu_k \cdot N$ ，其中 μ_k 為動摩擦係數。

f. 一般物質通常 $\mu_k < \mu_s$ 。

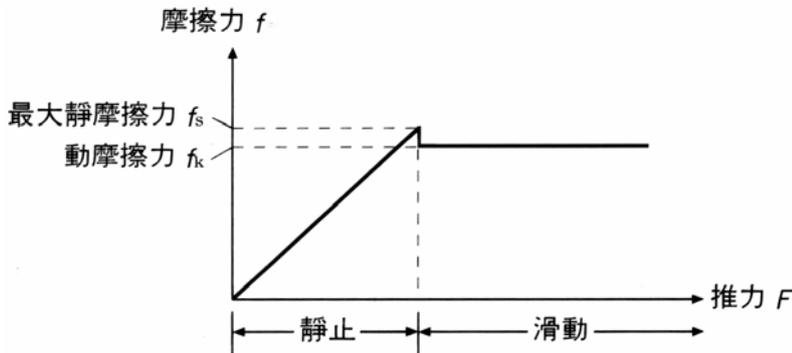
⑤摩擦力與沿運動（或企圖運動）方向之外力的關係

◆當物體靜止時，靜摩擦力 $f_s = F$

◆當物體要動但未動時，靜摩擦力達最大值 $\Rightarrow f_{s(\max)} = \mu_s \cdot N$ ，其中 N 為正向力（由靜轉動）

◆當物體滑動時，動摩擦力 $f_k = \mu_k \cdot N$ （定值）

- ◆由 **牛頓3rd law**：摩擦力必同時作用於兩相接觸之物體上，且兩物體所受之摩擦力 **等大反向**。
- ◆ 阻止相對運動，不一定阻止運動。



物體從靜止到滑動，所受摩擦力的變化情形。



二、摩擦力在生活中的應用

① 摩擦力的重要性

- (1) 因為摩擦力存在，使牆上可釘上釘子。
- (2) 走路是靠腳與地面間的摩擦力
- (3) 汽車靠輪胎與地面間之摩擦力啟動或煞車。

② 摩擦力的壞處

- (1) 損耗能量。
- (2) 使機器受損。

③ 減少摩擦力的方法

- (1) 將摩擦面打磨使其光滑。
- (2) 轉軸常裝有軸承，利用鋼珠使物體表面的滑動改為滾動。
- (3) 加潤滑油於兩物體間。



【註】動摩擦力又可分為滑動摩擦及滾動摩擦。

- ①滑動摩擦：接觸面不隨運動時間而改變(即接觸面為固定的)。
- ②滾動摩擦：接觸面隨運動時間而改變(即接觸面時時變化)。
- ③一般而言，滾動摩擦較滑動摩擦小。
- ④若在題目出現光滑面，則指接觸面之摩擦力可忽略不計。

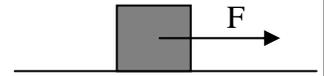
【問題】 求出下圖中各物體與接觸面之正向力大小。

答：(1) mg (2) $mg + F \sin \theta$ (3) $mg - F \sin \theta$ (4) $mg \cos \theta$ (5) $mg \cos \theta + F \sin \theta$ (6) $mg \cos \theta - F \sin \theta$

範例1. 一個0.40 公斤重的木塊，放置於水平桌面上。已知桌面與木塊間的靜摩擦係數為0.50，動摩擦係數為0.40。今分別以下列三種不同的水平拉力 F 作用於此物體：

(1) $F = 0.10$ 公斤重 (2) $F = 0.20$ 公斤重 (3) $F = 0.30$ 公斤重

則桌面對物體的摩擦力量值各為若干？



答：(1) 0.1 公斤重 (2) 0.20 公斤重 (3) 0.16 公斤重

範例2. 操作「摩擦力的性質」實驗活動中，以下的結論何者正確？(A)木塊未啟動前，木塊與桌面的摩擦力會隨拉力增加而增大 (B)靜摩擦力會隨拉力增加而增大 (C)最大靜摩擦力比動摩擦力大 (D)兩個相互接觸的表面，性質若保持相同，則摩擦力的數值通常與接觸面的面積有關 (E)最大靜摩擦力的數值與兩接觸面相互作用的正向力成正比。答：(A)(B)(C)(E)

類：

1. 有關於摩擦力的敘述，何者正確？(A)當物體啟動時，摩擦力就消失 (B)當物體在同一平面運動時，動摩擦力約為定值，與物體速度或接觸面大小均無關 (C)動摩擦力的數值與兩接觸面相互作用的正向力成正比 (D)動摩擦力會隨拉力增加而增大 (E)火車啟動或火車煞車停止，都是靠車輪與鐵軌間之摩擦力作用而加速或減速。答：(B)(C)(E)

2. 下面有關摩擦力的敘述，何者正確 (A)靜止的物體必然不受摩擦力 (B)靜摩擦力的大小恆為定值 (C)動摩擦力與物體移動的速率無關 (D)正向力愈大時，靜摩擦力也愈大 (E)正向力的數量與動摩擦力無關。答：(C)

範例3. 有一重10kg 的桌子，置於地板上，若桌腳底部與地板之間的靜摩擦係為0.4，試回答下列問題：

(1) 桌子所受地面之正向力應為_____牛頓。98

(2) 當施以25 牛頓之水平推力於桌子，則此時桌子與地面間之摩擦力應為_____牛頓。25

(3) 桌子與地面間之最大靜摩擦力應為_____牛頓。39.2

類：

某人欲在牆壁上釘畫框，他用手把畫框暫時壓在牆壁上。若畫框背面與牆壁間的靜摩擦係數為0.4，畫框重3kg，則為避免畫框滑下，此人壓在畫框上的力至少需要_____牛頓。(g=9.8m/s²)

答：73.5

範例4. 以25 牛頓的力作用在 $m = 5$ 公斤的物體上，若該物體必須承受4 牛頓的動摩擦力，則其加速度為 公尺/秒²。 **答：4.2**

類：

一個愛斯基摩人拉著25 公斤的雪橇通過平坦的雪地，若此人所施的水平力為80 牛頓，且動摩擦力為20 牛頓，則雪橇的加速度為若干？ (A)0.08m/s² (B)0.625m/s² (C)1.6m/s² (D)2.0m/s² (E)2.4m/s²。 **答：(E)**

範例5. 摩擦力不全然是阻礙物體運動的進行，則下列情況中，何者摩擦力是用於推動物體運動所需之力？ (A)火車在鐵軌上加速行駛時，車輪與鐵軌之間的摩擦力 (B)物體由斜面下滑時，物體與斜面間的摩擦力 (C)人在走路時，腳與地面之間的摩擦力 (D)汽車在公路上加速行駛時，車輪與地面之間的摩擦力 (E)在水平地面上推動書櫃時，書櫃與地面之間的摩擦力。 **答：(A)(C)(D)**

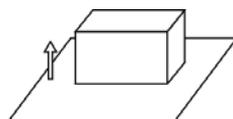
類：

- 有關前輪傳動的汽車之敘述，下列哪些是正確的？ (A)起動時，前後輪之摩擦力反方向 (B)起動時，前後輪之摩擦力同方向 (C)起動時，後輪之摩擦力向後 (D)起動時，前輪之摩擦力向前 (E)等速度前進時，輪子之摩擦力均向後。 **答：(A)(C)(D)**
- 汽車的輪胎都製成凹凸花紋為了 (A)美觀 (B)減少摩擦 (C)增加摩擦 (D)不易翻車。 **答：(C)**

課後練習

一、單選

- 下列有關「摩擦力」的敘述，何者正確？ (A)靜摩擦力恆大於動摩擦力 (B)對同一接觸面而言，靜摩擦係數恆大於動摩擦係數 (C)摩擦係數只會小於1 (D)動摩擦力之大小在物體起動後隨速度增大而異 (E)靜摩擦力必等於拉力或推力。
- 有一木塊擺在平板上，今將平板的一端慢慢向上掀起（圖中箭頭所指處），在木塊發生滑動之前，木塊所受的摩擦力 (A)逐漸變小 (B)逐漸變大 (C)先變大後變小 (D)先變小後變大。



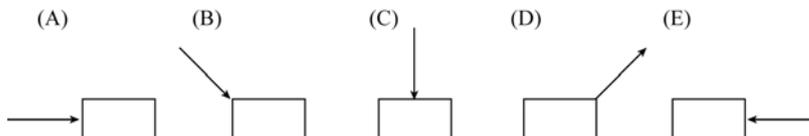
() 3.

用拇指與食指夾住一張磁片，使磁片保持垂直的靜止狀態時，下列何者正確？ (A)由於拇指與食指相對，施於磁力的合力為零，所以作用於磁片上的摩擦力也一定為零 (B)手指對磁片的摩擦力方向向下 (C)手指對磁片所施的摩擦力方向向上 (D)手指掐得愈重時，對磁片的摩擦力也愈大。



() 4. 某人欲在牆壁上釘畫框，他用手把畫框暫時壓在牆壁上，若畫框背面與牆壁間的靜摩擦係數為 0.5，畫框重 1 公斤，則為避免畫框滑下，此人壓在畫框上的力至少應多大？ (A)5 (B)4 (C)3 (D)2 (E)1 公斤重。

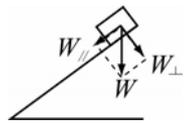
() 5. 一個在水平桌面上的木塊，受大小相同，方向如下列各選項所示之力，則哪一選項中木塊所受之摩擦力最小？



() 6. 如圖所示，物體置於斜面上時，恰可等速下滑，已知物體重量 W ，垂直斜面之分量

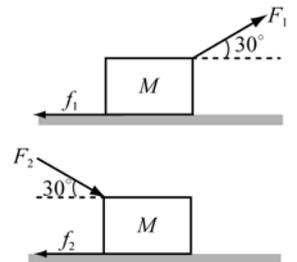
為 W_{\perp} ，平行斜面之分量為 W_{\parallel} ，則物體與斜面間之動摩擦係數為何？ (A) $\frac{W_{\perp}}{W}$

(B) $\frac{W_{\perp}}{W_{\parallel}}$ (C) $\frac{W_{\parallel}}{W}$ (D) $\frac{W_{\parallel}}{W_{\perp}}$ 。



() 7. 一重量為 100 牛頓的物體置於水平桌面上，以一水平拉力拉它，恰可使之移動的拉力為 30 牛頓，則當拉力為 20 牛頓時，此物體與桌面間的摩擦力為何？ (A)100 (B)30 (C)20 (D)10 (E)0 牛頓。

() 8. 如圖所示，在水平地面上，某人以斜向上拉或斜向下推的方式，使行李箱沿地面等速度運動，若拉力與推力和水平面的夾角皆為 30° ，行李箱與地面的摩擦力分別為 f_1 、 f_2 ，則下列敘述何者是正確的？ (A) $f_1 < f_2$ ，斜向上拉會比斜向下推省力 (B) $f_1 < f_2$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (C) $f_1 > f_2$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (D) $f_1 > f_2$ ，斜向上拉會比斜向下推省力。



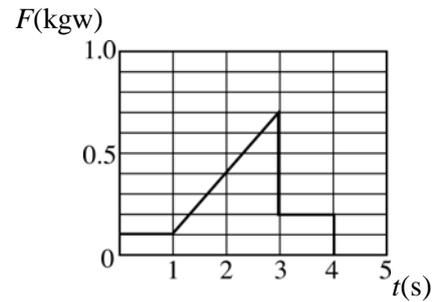
() 9. 一物體靜置於水平面上，今以不同的水平力推該物體。已知推力為 2 公斤重、4 公斤重時，物體為靜止狀態，但推力為 5 公斤重時，物體則為運動狀態，則 (A)推力為 2 公斤重時，由於物體沒有運動，因此當時的摩擦力為零 (B)推力為 2 公斤重與 4 公斤重，物體皆為靜止，因此這兩力作用時所產生的摩擦力應相同 (C)施力為 5 公斤重時，物體已經運動，由此可見物體所受的最大靜摩擦力即為 5 公斤重 (D)一旦物體開始運動，表示摩擦力消失不見了 (E)當物體靜止時，摩擦力恆等於當時的推力。

二、多選

() 1. 下列何者正確？ (A)一物體沿粗糙表面運動，當速度增大時其動摩擦力大小將變大 (B)作圓周運動的物體，始終受到與運動方向相同之力 (C)速度為零，加速度可能不為零 (D)等加速度運動之路徑必為直線 (E)自由落體運動為一種變速度運動。

() 2.

重一千克的物體停放在有摩擦的平面上，如此物體和桌面間靜摩擦係數為 0.5，動摩擦係數為 0.2；用一水平力推此物，並且此力大小的變化如右圖：問 (A) 第 0.5 秒時摩擦力為 0 (B) 第 2 秒時摩擦力為 0.4 公斤重 (C) 第 3.5 秒時摩擦力為 0.2 公斤重 (D) 物體在第 4.5 秒的瞬時加速度為 0。



() 3. 關於摩擦力的性質，下列敘述中有哪幾項是正確的？ (A) 摩擦力的方向可能與運動方向相同 (B) 動摩擦力必小於靜摩擦力 (C) 有摩擦力必有正向力，而有正向力未必有摩擦力 (D) 最大靜摩擦力與正向力的大小成正比 (E) 靜摩擦力的量值與接觸面積成正比。

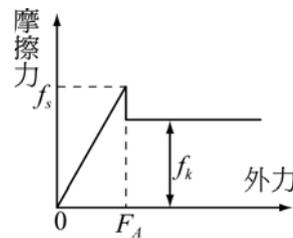
三、綜合測驗

1. 擴音器傳來大會報告：「操場上接著進行的是跳遠比賽；跑道同時有兩百公尺賽跑正在進行」。小成注意到參賽選手的腳上都穿著釘鞋；賽跑的選手通過彎道時身體都向跑道內側傾斜。請問：
 - (1) 參賽選手穿著釘鞋賽跑，最主要的原因是 (A) 減少摩擦力，跑起來較省力 (B) 減少摩擦力，跑起來較快 (C) 增加摩擦力，跑起來較不易滑倒 (D) 增加摩擦力，跑起來較省力。
 - (2) 體重較重的參賽選手，穿著相同釘鞋跑步時所受的摩擦力 (A) 較大，因為正向力較大 (B) 較大，因為壓力較大 (C) 較大，因為接觸面積較大 (D) 相同，因為釘鞋相同。

2.

小明做摩擦力實驗時，將一重量 50 牛頓的物體置於水平桌面上，設接觸面之靜摩擦係數為 0.5，動摩擦係數為 0.3，今施一水平拉力 F

- (1) 若右圖為所施外力 F 與摩擦力之關係圖，則下列敘述何者正確？ (A) 當所施拉力小於 F_A 時，物體作等速運動 (B) 圖中 f_k 為最大靜摩擦力 (C) 當所施拉力大於 F_A 時，物體所受摩擦力大小為定值 (D) 當所施拉力小於 F_A 時，物體所受靜摩擦力為零。
- (2) 當所施拉力 $F=20$ 牛頓時，則物體所受摩擦力大小為何？ (A) 0 (B) 15 (C) 20 (D) 25 牛頓。
- (3) 當所施拉力 $F=30$ 牛頓時，則物體所受摩擦力大小為何？ (A) 0 (B) 15 (C) 25 (D) 30 牛頓。



答 案

一、單選

1. B 2. B 3. C 4. D 5. C 6. D 7. C 8. A 9. E

二、多選

1. CE 2. BC 3. ACD

三、綜合測驗

1. (1)C (2)A 2. (1)C (2)C (3)B

解 析

一、單選

- (A)應為：最大靜摩擦力 \geq 動摩擦力。
(C) $0 \leq \mu_s \leq \infty$ 。
(D) $f_k = \text{定值}$ 。
(E)視物體受力情況而定。

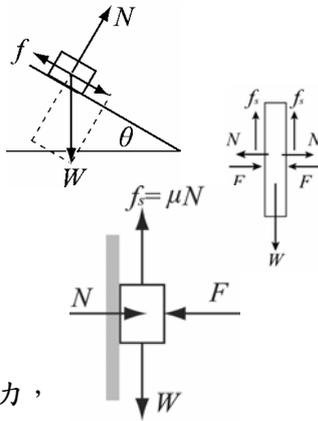
2. $f = W \sin \theta$ ， $\theta \uparrow$ ， $\sin \theta \uparrow$ ， $f \uparrow$ 。

3. 由圖知： $2 f_s = W$ ，方向向上。

4. $N = F$ ， $f_s \leq N \mu = mg = F \mu$ ，

$F \geq \frac{1}{0.5} = 2 \text{ (kgw)}$ 。

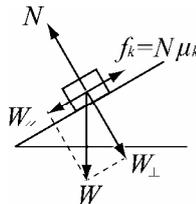
5. 靜摩擦力等於當時所受之外力
由圖知：(C)中，物體水平方向沒有受力，
 $\therefore f=0$ 為最小。



6.

$N = W_{\perp}$ ， $f_k = N \mu_k = W_{\perp} \mu_k = W_{\parallel}$ ，

$\mu_k = \frac{W_{\parallel}}{W_{\perp}}$ 。



7. $F=20 < f_s=30$ ，故物不動，合力 $=0$ ， $f=F=20$ 。

8. (1)斜向上拉 $F_1 \cos 30^\circ = f_1 = \mu (Mg - F_1 \sin 30^\circ)$ 。

(2)斜向下推 $F_2 \cos 30^\circ = f_2 = \mu (Mg + F_2 \sin 30^\circ)$ 。

(3)由(1)、(2)知 $F_1 < F_2$ ， $f_1 < f_2$ 。

9. (A)靜止表示所受合力為零，即摩擦力抵消推力。

(B)靜摩擦力恰等於推力。

(C)最大靜摩擦力介於 4~5kgw 之間

(D)運動時受有動摩擦力。

二、多選

- (A) f_k 為定值。
(B)受到垂直運動方向的力。
(D)直線或拋物線。
- (A)0.5 秒時摩擦力為 0.1(kgw)。
(D)在 4.5 秒時物體受有摩擦阻力，其瞬時加速度為負值。
- (B)動摩擦力只能說小於最大靜摩擦力。
(E)靜摩擦力只與物體所受正向力有關，與接觸面積無關。

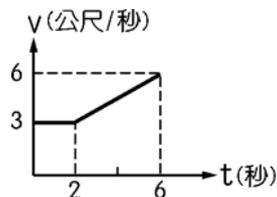
三、綜合測驗

2. (1)(A)所施拉力小於 F_A 時，物體不動。
 (B) (C) f_k 為動摩擦力，為一定值。
 (D)當施力小於 F_A 時，物體不動，故摩擦力與所施拉力相等。
- (2)最大靜摩擦力 $f_s=0.5\times 50=25$
 $20<25$ 故物體不動，摩擦力為 20 (N)。
- (3) $30>25$ ，故物體會移動 $f=f_k=0.3\times 50=15$ (N)。

高一基礎物理歷屆試題 第二章 運動與力

一、選擇、填充題

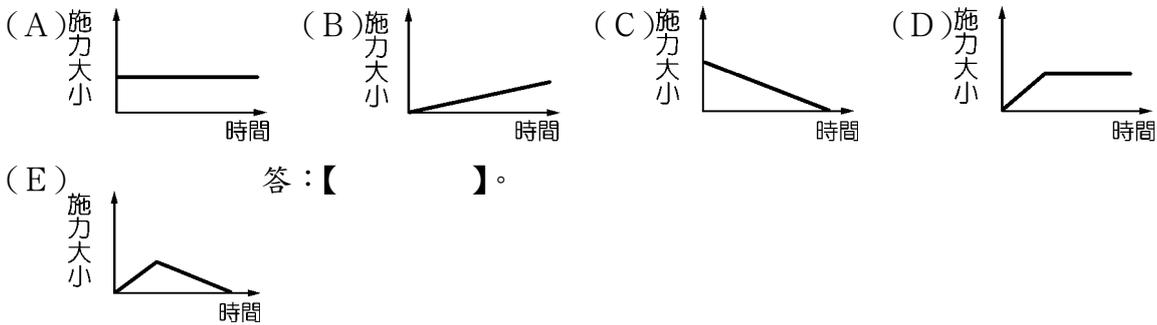
1. 某星球的質量為地球質量的 2 倍，而其半徑為地球半徑的 $\frac{1}{4}$ ，則該星球表面重力場約為地球表面重力場的多少倍？ (A) $\frac{1}{8}$ (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) 8 (E) 32。【推甄】
- 答：【 】。
2. 下列有關等速圓周運動的敘述，何者正確？ (A)向心力持續作功，使之保持運動狀態 (B)向心力產生向心加速度，使運動方向改變 (C)如果向心力突然消失，物體將沿徑向外射出 (D)等速圓周運動的速度是保持不變的。【86. 推甄】答：【 】。
3. 老鷹受地球引力的反作用力為何？ (A)空氣對老鷹的浮力 (B)獵物對老鷹的引力 (C)老鷹拍動翅膀的上升力 (D)老鷹對地球的引力。【86. 推甄】答：【 】。
4. 在某場棒球對抗賽中，味全龍的投手黃平洋將球以每秒 40 公尺的水平速度投進本壘，被兄弟象的李居明以每秒 60 公尺的速度反向轟出。假設棒球質量為 0.15 公斤，而球與棒球接觸時間為 0.02 秒，問李居明在這段時間內平均出力多少？ (A) 15.3 牛頓 (B) 76.5 牛頓 (C) 150.0 牛頓 (D) 375.0 牛頓 (E) 750.0 牛頓。【87. 推甄】答：【 】。
5. 下圖係描述汽車在一直線上運動的速度與時間圖，則汽車在 6 秒內，總共行走的距離為多少公尺？ (A) 6 (B) 12 (C) 18 (D) 24 (E) 36。【87. 推甄】答：【 】。



6. 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率圓周運動所需的向心力。【87. 推甄】答：【 】。
7. 當成熟的蘋果由樹上落下時，根據牛頓的萬有引力定律，下列哪一敘述是正確的？ (A)地球對蘋果有吸引力，但是蘋果對地球沒有吸引力 (B)蘋果對地球有吸引力，但是地球對蘋果沒有吸引力 (C)僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力大於蘋果對地球的吸引力 (D)僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力小於蘋果對地球的吸引力 (E)僅考慮力的量值時，地球

對蘋果的吸引力等於蘋果對地球的吸引力。【88. 推甄】答：【 】。

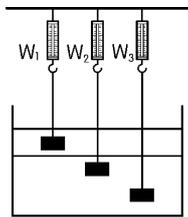
8. 一段筆直的火車軌道，沿一平面斜坡而上。在整列火車以等速度上坡期間，若空氣阻力可以忽略，則在平行於斜坡面的方向，軌道對火車的施力為下列何者？【88. 推甄】



答：【 】。

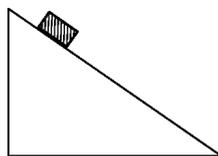
9. 一輛小摩托車與迎面而來的快速大卡車正面相撞，摩托車全毀。若只考慮量值但不考慮方向，則下列有關碰撞時力與加速度的敘述何者正確？ (A) 摩托車所受的力較小，加速度也較小 (B) 摩托車所受的力較大，加速度也較大 (C) 兩車所受的力大小相同，加速度也大小相同 (D) 兩車所受的力大小相同，但摩托車的加速度較小 (E) 兩車所受的力大小相同，但摩托車的加速度較大。【89. 推甄】答：【 】。

10. 有一容器，內裝互不相容的兩種液體。今將質量及體積皆相同的三個鉛塊，分別以細繩懸吊於彈簧秤下，使靜止於液體中，如圖所示。若「彈簧秤的讀數」分別為 W_1 、 W_2 和 W_3 ，則下列大小關係何者正確？（細繩之重量及粗細不計） (A) $W_1 = W_2 = W_3$ (B) $W_1 > W_2 = W_3$ (C) $W_1 > W_2 > W_3$ (D) $W_1 < W_2 = W_3$ (E) $W_1 < W_2 < W_3$ 。【89. 推甄】答：【 】。

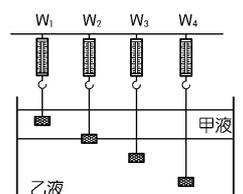


11. 如下圖所示，一物體沿平滑斜面滑下，在下滑的過程中，下列有關該物體的加速度量值 a 與速度量值 v 的變化，何者正確？ (A) a 和 v 都不變 (B) a 和 v 都漸變大 (C) a 和 v 都漸變小 (D) a 不變， v 漸變大 (E) a 漸變小， v 漸變大。【89. 推甄】

答：【 】。

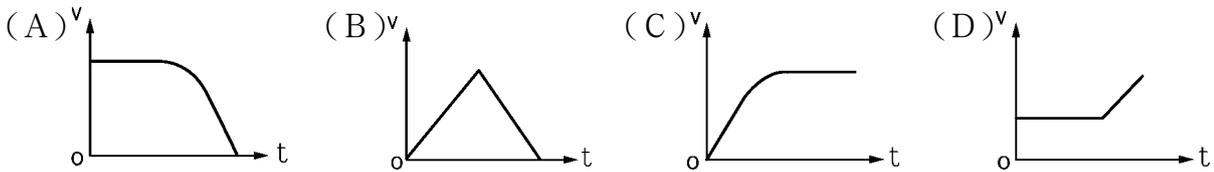


12. 一容器內裝有不互溶的甲、乙兩種液體。現將質量及體積皆相同的四個鉛塊，分別以細繩懸於彈簧秤下，使靜止於液體中，如下圖所示。若彈簧秤讀數分為 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 ，則下列大小關係何者正確？（細繩之重量及體積不計） (A) $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$ (B) $W_1 > W_2 = W_3 = W_4$ (C) $W_1 > W_2 > W_3 = W_4$ (D) $W_1 < W_2 < W_3 = W_4$ (E) $W_1 < W_2 < W_3 < W_4$ 。【90. 推甄】



答：【 】。

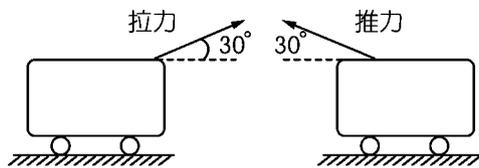
13. 汽車在高速公路直線等速行駛，接近收費站前開始緩緩的煞車而停止。下列何者最可能說明其由等速行駛狀態至煞車停止時的速度 (v) 與時間 (t) 的關係？【90. 推甄】



答：【 】。

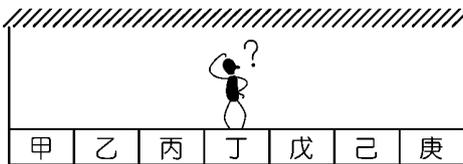
14. 如下圖所示，在水平地面上，某人以斜向上拉或斜向下推的方式，使行李箱沿地面等速度移動，若拉力或推力與水平面的夾角皆為 30° ，行李箱與地面間的摩擦力分別為 $f_{拉}$ 和 $f_{推}$ ，則下列敘述何者正確？ (A) $f_{拉} < f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推省力 (B) $f_{拉} < f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (C) $f_{拉} > f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (D) $f_{拉} > f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推省力。

【91. 學測補考】答：【 】。



15. 如下圖所示，用兩條不可伸縮的繩子，使一質量均勻分布的平臺懸吊成水平，平臺上甲至庚的每一區塊寬度都相同，平臺和繩子的質量可忽略。若張三的體重為 70 公斤重，而每條繩子最多只能支持 50 公斤重，則張三站在平臺上的哪些區塊是安全的？ (A) 只有丁 (B) 只有丙、丁、戊 (C) 只有乙、丙、丁、戊、己 (E) 所有區塊。【91. 學測補考】

答：【 】。



16. 在大氣中飛行的民航飛機，與在太空中沿圓形軌道運行的人造衛星，都受到地球重力的作用。下列有關民航飛機與人造衛星的敘述，何者正確？ (A) 飛機在空中飛行時，機上乘客受到的地球重力為零 (B) 人造衛星內的裝備受到的地球重力為零，因此是處於無重量的狀態 (C) 人造衛星在圓形軌道上等速率前進時，可以不須耗用燃料提供前行的動力 (D) 飛機在空中等速率前行時，若飛行高度不變，則不須耗用燃料提供前行的動力。【92. 學測】

答：【 】。

17. 等速 (率) 運動 (A) 必沒有加速度 (B) 軌道必為直線 (C) 軌道必為圓 (D) 可能受力的作用。【教部抽測題】答：【 】。

18. 王同學投擲溜溜球 (Yo-Yo 球)。溜溜球以每秒 1 公尺的速率擲出，在 2 秒後以相同速率、相反方向回到他的手中 (王同學手的位置未變)。溜溜球自離開王同學手中到回到他手中的平均速度及平均加速度大小，各為 $X \text{ m/s}$ 與 $Y \text{ m/s}^2$ ，試問下列哪一選項的數字可表示 (X, Y)？ (A)

(0, 0) (B) (0, 1) (C) (0.5, 1) (D) (1, 0)。【93. 學測】

答：【 】。

19. 曾同學站在行駛中的車內，當煞車時，她的身體會向前傾。依據下圖，下列哪一項是造成曾同學身體向前傾的主要理由？ (A)車輪給曾同學一向前的力 (B)車內空氣給曾同學一向前的力 (C)車地板給曾同學一向後的摩擦力 (D)車在煞車時，改變了曾同學重力的方向。

【93. 學測】答：【 】。

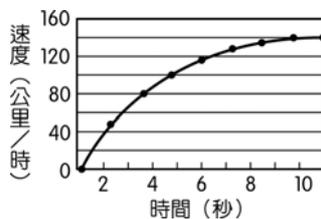


20. 如下圖所示為三個截面積相同但構造上略有不同的圓柱型澆水壺。若將這三個澆水壺置於同一水平面的水槽中，分別倒入清水至有水從壺口流出為止，然後比較各壺中的水量多寡，則其關係最符合下列哪一選項？ (A)甲=乙>丙 (B)乙=丙>甲 (C)丙=甲>乙 (D)丙>乙=甲 (E)甲=乙=丙。【93. 學測】答：【 】。

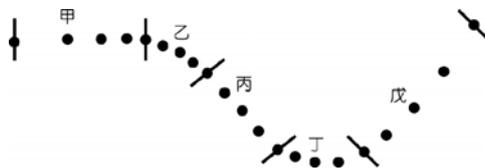


21. 一輛跑車自靜止開始，沿一直線運動，最初 10 秒內的速度與時間之關係如下圖所示。在這段時間內，下列有關此跑車的敘述，何者正確？ (A)跑車以等加速度運動 (B)跑車的加速度愈來愈小 (C)跑車的最大速度為 160 公里/時 (D)跑車的平均加速度為 14 公里/時²。

【92. 學測補考】答：【 】。



22. 一小球在水平面上移動，每隔 0.02 秒小球的位置如下圖所示。每一段運動過程分別以甲、乙、丙、丁和戊標示。試問在哪一段小球所受的合力為零？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊。【94. 學測】答：【 】。



23. 一大氣壓約可以支持 76 公分高的水銀柱，而且水銀的密度約是海水的 13 倍。在海面下 4940 公尺採取樣品的潛艇，所承受的海水壓力約為多少大氣壓？ (A) 300 (B) 500 (C) 760 (D) 988 (E) 4940。【94. 學測】答：【 】。

24. 在正常狀況下，下列何者的摩擦力愈小愈好？ (A)走路時，鞋底與地面之間的摩擦力 (B)滑雪時，滑雪板與雪地之間的摩擦力 (C)使用工具時，手與工具把手之間的摩擦力 (D)騎腳踏車煞車時，煞車板與輪子之間的摩擦力。【94. 學測】答：【 】。

25. 一個在水平面上的箱子，當受到的水平推力為 F 時 (F>0)，以 2 公尺/秒的等速度向前移動。若地面摩擦力以外的阻力可以不計，則下列敘述，何者正確？ (A)當推力為 2F 時，箱子

會以 4 公尺／秒的等速度移動 (B)當箱子等速度移動時，推力 F 所作的總功為 0 (C)推力 F 的大小必須大於箱子所受的摩擦力 (D)推力 F 的大小等於箱子所受的摩擦力 (E)推力 F 的大小必須大於箱子的重量。【92. 學測補考】答：【 】。

26. 跳傘員在時刻 $t=0$ 時，由停留於空中定點的直昇機上跳落，等了幾秒鐘後才打開降落傘。下表為跳傘員鉛直下落的速度與時間的關係，則降落傘在什麼時候打開？(重力加速度 $g=10$ 公尺／秒²) (A) 2 秒到 3 秒之間 (B) 3 秒到 4 秒之間 (C) 4 秒到 5 秒之間 (D) 5 秒到 6 秒之間 (E) 6 秒到 7 秒之間。【92. 學測補考】

時刻 t(秒)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
速度(公尺／秒)	0	10	20	30	22	14	12	9	9	9

答：【 】。

27. 鮭魚回游產卵，遇到水位落差時也能逆游而上。假設落差之間水流連續，而且落差上的水域寬廣，水流近似靜止。若鮭魚最大游速為 2.8 m/s，且不計阻力，則能夠逆游而上的最大落差高度為何？ (A) 9.8 (B) 2.8 (C) 1.4 (D) 0.8 (E) 0.4 m。【94. 學測】

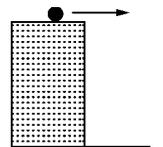
答：【 】。

28. 為了安全的考量，一般腳踏車或汽、機車輪胎的表面都有胎紋。當胎紋的磨損嚴重時，必須更換新輪胎。下列何者是輪胎有胎紋的主要原因？ (A) 多樣化的胎紋，使輪胎看起來比較美觀 (B) 可減少製造輪胎所需的材料，降低成本 (C) 雨天時，地面的積水可自胎紋縫隙流走，避免車子打滑 (D) 減少輪胎與地面的接觸面積，以降低行車時輪胎的磨損。【92. 學測補考】

答：【 】。

29. 一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，且方向相反 (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。【85. 推甄】答：【 】。

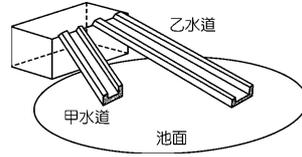
30. 如下圖所示，某人在一固定高度的平臺上進行水平拋射物體的實驗。假如不考慮空氣阻力的影響，則下列敘述何者正確？ (A) 水平速度加大時，物體落地的時間變長 (B) 水平速度加大時，物體落地的時間變短 (C) 水平速度改變時，物體落地的時間不變 (D) 物體質量加大時，物體落地的時間變長 (E) 物體質量加大時，物體落地的時間變短 (F) 物體質量改變時，物體落地的時間不變。



【85. 推甄】答：【 】。

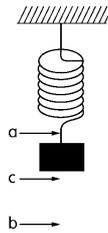
31. 汞與水的密度比為 13.6:1，而 0.76 公尺高的汞柱直立時，其底部與頂端的壓力差為一大氣壓。下列有關壓力的敘述何者正確？ (A) 大氣施加於地表的壓力，其大小稱為一大氣壓 (B) 任何密閉容器內的氣體壓力必大於容器外面的大氣壓力 (C) 汞柱底部與頂端的壓力差，與汞柱底部的面積大小成反比 (D) 一大氣壓約等於 0.76×13.6 公尺的水柱直立時，底部與頂端的壓力差 (E) 靜止液體表面的大氣壓力為一大氣壓時，液面下各處之壓力必大於一大氣壓。【91. 學測】答：【 】。

32. 水上遊樂區的水池上面，架設有高度相等的甲和乙兩個斜面滑梯水道，有一小孩先後自甲、乙水道的頂端下滑入池，所花的時間分別為 t_a 和 t_b ，剛入池時的速率分別為 v_a 和 v_b 。若摩擦力可忽略，下列敘述何者正確？ (A) $t_a > t_b$ (B) $t_a = t_b$ (C) $t_a < t_b$ (D) $v_a > v_b$ (E) $v_a = v_b$ (F) $v_a < v_b$ 。【91. 學測補考】答：【 】。



33. 腳踏車是最簡便的交通工具之一，騎乘腳踏車更是有益身體健康。腳踏車在使用一段時日之後，輪胎的胎壓都會逐漸降低，不僅令乘者不適，也會加速輪胎磨損。假設腳踏車的輪胎不會漏氣，輪胎的體積也可維持不變，則下列有關腳踏車輪胎與胎壓的敘述，哪幾項是正確的？ (A) 輪胎的摩擦力總是和胎壓成正比 (B) 腳踏車負載越重，輪胎與地面的摩擦力越大 (C) 在熱的柏油路面上騎一時間後，胎壓會升高 (D) 如果騎乘者的重量增為兩倍，則輪胎的胎壓會變為兩倍。【93. 學測】答：【 】。

34. 如下圖所示，一鉛直懸掛的彈簧下端繫一物體。在彈簧的彈力和地球引力的作用下，物體鉛直上下振盪。圖中 a、b 兩點分別為物體運動時之最高位置和最低位置，而 c 為 a 到 b 的中點。【91. 學測】



- (1) 當物體由上往下運動，非常接近 b 時，下列有關物體速率的敘述，何者正確？ (A) 速率最大，且為等速 (B) 速率最大，但逐漸減慢 (C) 速率逐漸減慢，趨近於零 (D) 速率接近零，但逐漸加快 (E) 速率接近零，且為等速。 答：【 】。
- (2) 當物體由 c 點往 b 點運動時，就彈簧對物體的作用力而言，下列敘述何者正確？ (A) 量值逐漸加大，方向向上 (B) 量值逐漸減小，方向向上 (C) 量值沒有增減，方向向上 (D) 量值逐漸加大，方向向下 (E) 量值逐漸減小，方向向下。 答：【 】。
35. 甲、乙、丙三位學生對飛機如何獲得向前推進的作用力，為何能由地面起飛升空，並且能在天空中飛行，不致墜落，各有不同的主張。對於飛機如何獲得向前推進的作用力或加速度，甲認為起落架上的輪子必須轉動，在地面跑道施給輪胎的摩擦力推動下，飛機才能獲得前進的加速度；乙則認為飛機的螺旋槳或渦輪機必須轉動，將周圍空氣吹向飛機後方，在空氣的反作用力推動下，飛機才能獲得前進的加速度；丙則認為飛機的引擎，不論周圍有無空氣，均能使其燃料迅速燃燒，當廢氣向後噴出時，飛機獲得反作用力，因此能向前加速。至於飛機為何能夠由地面起飛升空，而在空中時，為何又能維持飛行高度，不會墜落，甲和乙都認為這是由於飛機前進時，流過機翼上方與下方的空氣，速率不同，使機翼下方的空氣壓力較上方為大。因此，當飛機沿水平方向快速前進時，機翼上方與下方受到的壓力不同，可以產生鉛直向上的作用力（稱為升力），

以克服重力，飛機因而得以升空，並在空中保持飛行高度，不致墜落。丙則認為飛機依靠向前的推進力，就能起飛升空，並改變飛行方向，進入一定的軌道，在重力作用下繞著地球飛行。依據以上所述，回答下列問題：【91. 學測】

(1) 對飛機如何獲得向前的推進力，三位學生提出的主張，分別與汽車、輪船、火箭前進時使用的原理類似。下表中哪一選項最適合用來說明這三種原理與學生主張間的對應關係？

選項 原理	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
汽車	甲	乙	甲	丙	丙	乙
輪船	乙	甲	丙	甲	乙	丙
火箭	丙	丙	乙	乙	甲	甲

答：【 】。

(2) 考慮飛機在近乎為真空的太空中航行的可能性。下列哪一選項中的學生，其所提出的飛機飛行原理，不能用於太空航行？ (A)甲、乙、丙 (B)甲、乙 (C)甲、丙 (D)甲 (E)乙。 答：【 】。

(3) 如果飛機依照三位學生主張的方式，由地面起飛，則哪些必須有加速的跑道，才能升空？哪些離地升空後，就沒有向前的推進力？

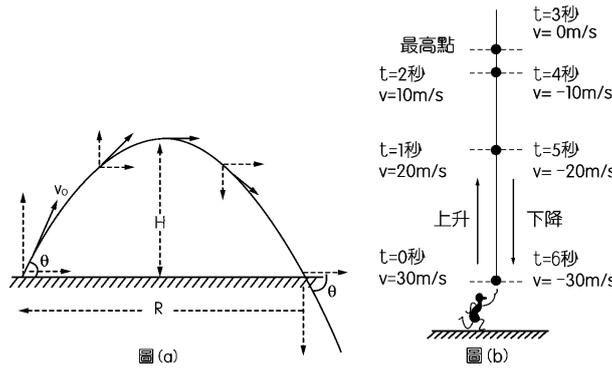
飛機 選項	須有加速跑道 才能升空	升空後即沒有 向前推進力
(A)	甲、乙、丙	甲、乙
(B)	甲、乙	甲
(C)	甲、乙	乙、丙
(D)	甲	甲、乙

答：【 】。

36. 如圖 (a) 所示，在地表附近，一物體以初速度 \vec{v}_0 被拋射至空中。如果只受到地球的重力作用，則拋射體的運動軌跡必為一條拋物線，H 為其最大高度，R 為水平射程。在拋物線路徑上，實線的箭頭向量，代表拋射體在該處的實際速度，向量 \rightarrow 代表水平速度分量，向量 \downarrow 或 \uparrow 代表鉛直速度分量。圖 (a) 中的 θ 代表初速度 \vec{v}_0 與水平面的夾角，稱為拋射仰角，而 v_0 則代表 \vec{v}_0 的大小（即量值），稱為初速。

拋射體受到的地球重力加速度，係沿鉛直方向向下，因此其鉛直速度的大小，在上升過程中，每秒約減少 10m/s，而在下降過程中，每秒約增加 10m/s，但其水平速度則到處都相同，拋射體在軌跡頂端時，鉛直速度為零，故其速度等於水平速度。

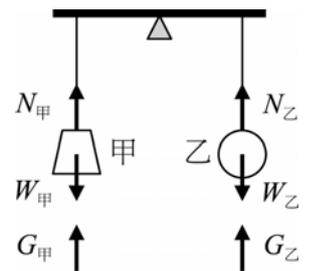
鉛直上拋的拋射體，沿一垂直線上下運動，其水平速度恆為零。當初速為 30m/s 時，此拋射體垂直線上的位置、時間 t 和速度 v，如圖 (b) 所示。依據以上敘述及圖示，並假設小石頭只受到地球的重力作用，回答下列問題。【91. 學測補考】



- (1) 以相同初速自地面拋射一小石頭，則下列敘述何者正確？ (A) 無論拋射仰角是多少，小石頭上升過程所經歷的時間都會與下降過程相同 (B) 無論拋射仰角是多少，小石頭在最高點的加速度都會等於零 (C) 無論拋射仰角是多少，小石頭在最高點的速度都會相同 (D) 拋射仰角愈大時，小石頭上升的最大高度會愈小 (E) 拋射仰角愈大時，小石頭所受的力會愈大。 答：【 】。
- (2) 初速為 12m/s、拋射仰角為 60° 的小石頭，在最高點的速度大小為多少 m/s？ (A) 3 (B) 6 (C) 9 (D) 12 (E) 15。 答：【 】。
- (3) 由地面上拋，初速為 12m/s 的一小石頭，落地時的速度大小為多少 m/s？ (A) 3 (B) 6 (C) 9 (D) 12 (E) 15。 答：【 】。
- (4) 由 25m/s 的初速鉛直上拋的一小石頭，上升至最高點經歷的時間約為多少秒？ (A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 2.5 (E) 3。 答：【 】。
- (5) 當重力加速度為 g 時，初速為零的自由落體沿鉛直方向下落的距離 d 與時間 t 的關係為 $2d = gt^2$ 。若以 60° 的拋射仰角，由地面拋出一小石頭，經過 4 秒後著地，則小石頭上升的最大高度為多少 m？ ($g=10 \text{ m/s}^2$) (A) 5 (B) 10 (C) 15 (D) 20 (E) 25。

答：【 】。

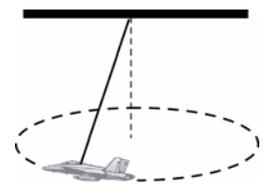
37. 右圖中，甲與乙兩物體在等臂天平兩端，天平保持平衡靜止，其中 $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ 分別代表甲與乙所受的重力， $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$ 分別為天平對甲與乙的向上拉力，若 $G_{甲}$ 與 $G_{乙}$ 分別代表甲與乙對地球的萬有引力，則下列選項中哪一對力互為作用力與反作用力？



- (A) $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ (B) $N_{甲}$ 與 $W_{甲}$ (C) $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$ (D) $G_{甲}$ 與 $W_{甲}$ 。

【95 大學學測】 答：【 】。

38. 玩具飛機懸吊在一細繩下端，繞水平圓形軌道等速率飛行，如右圖所示。下列有關此玩具飛機運動的敘述哪一項正確？



- (A) 飛機的速度保持不變 (B) 重力做功提供飛機的動能
(C) 飛機的加速度指向前進方向 (D) 飛機所受合力指向軌道圓心。

【95 大學學測】 答：【 】。

39. 一警車接獲搶案通報之後，以最高車速 40 公尺/秒 (144 公里/時)，沿直線道路向東趕往搶案現場。當警車距離搶匪 250 公尺時，搶匪開始駕車從靜止以 4 公尺/秒²的加速度，沿同一道路向東逃逸。警車保持其最高車速，繼續追逐匪車。若匪車最高車速也是 40 公尺/秒，則下列敘述哪幾項正確？(應選三項) (A)搶匪駕車 10 秒後被警車追上 (B)兩車相距最近距離為 50 公尺 (C)搶匪駕車從靜止經過 10 秒，前進了 200 公尺 (D)搶匪駕車從靜止經過 10 秒，車速為 40 公尺/秒 (E)追逐過程警車引擎持續運轉，警車的動能持續增加。

【95 大學學測】 答：【 】。

高一基礎物理歷屆試題詳解 第二章 運動與力

一、選擇、填充題

1. (E) 2. (B) 3. (D) 4. (E)

5. (D)

解析：v-t 圖之面積表位移

$$2 \times 3 + \frac{(3+6) \times 4}{2} = 24 \text{ (公尺)}$$

6. (D) 7. (E) 8. (A) 9. (E) 10. (B) 11. (D) 12. (C) 13. (A) 14. (A) 15. (B) 16. (C) 17. (D)

18. (B)

解析：平均速度等於位移除以經過時間，溜溜球自離開王同學手中到回到他手中，整個過程的位移為 0，故平均速度為 0。平均加速度等於速度變化量除以經過時間，溜溜球自離開王同學手中到回到他手中，整個過程的速度變化量大小為 2 m/s，故平均加速度的大小為

$$2 \div 2 = 1 \text{ m/s}^2。$$

19. (C) 20. (B)

21. (B)

解析：(A)(B)跑車作加速度運動，加速度愈來愈小。 (C)最大速度為 140 公里/時。

(D)平均加速度： $a = \frac{140-0}{10} \frac{\text{公里}}{\text{時}} = 14 \text{ 公里/時-秒}$

22. (C) **解析**：物體作等速度運動，其所受的合力為零。

23. (B)

解析：假設一大氣壓約可以支持 h 公尺高的水柱 則 $0.76 \times 13 = h \times 1 \Rightarrow h = 9.88 \div 10 \text{ (公尺)}$
 $4940 \div 10 = 494 \div 500 \text{ (大氣壓)}$

24. (B)

解析：(A)走路時，鞋底與地面之間的摩擦力如果太小，則無法提供人前進的力。
 (B)滑雪時，是靠雪杖與雪地間的摩擦力來提供滑雪板前進的力。
 (C)手與工具把手之間的摩擦力如果太小，則無法握好工具或使用工具操作。
 (D)騎腳踏車煞車時，煞車板與輪子之間的摩擦力。

25. (D)

解析：因為等速度 \Rightarrow 合力 = 0，即動摩擦力 f = 推力 F

(A)合力 = 2F - f = 2F - F = F \neq 0 箱子作加速度運動。

(B) 推力 F 作功 $= F \cdot S \neq 0$, S 為位移。

(C)(D)(E) 推力 F 等於箱子所受的摩擦力 f 。

26. (B)

解析：	時刻 t (秒)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	速度(公尺/秒)	0	10	20	30	22	14	12	9	9	9
	加速度(公尺/秒 ²)		10	10	10	-8	-8	-2	-3	0	0

3 秒到 4 秒間開始產生負的加速度，表示受到向上的力作用。

27. (E)

解析：鉛直上拋運動， $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{2.8^2}{2 \times 9.8} = 0.4$ (m)

28. (D)

29. (A)(E)

30. (C)(F)

31. (D)(E)

32. (C)(E)

33. (B)(C)

34. (1)(C) ; (2)(A)

35. (1)(A) ; (2)(B) ; (3)(B)

36. (1)(A) ; (2)(B) ; (3)(D) ; (4)(D) ; (5)(D)

37. (D)

38. (D)

39. (B)(C)(D)