

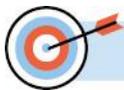
第一章

直線運動





1-1 時間、路徑長與位移



重點整理

一、時間

1. 時間的測量：凡具有規律性的變化和週而復始、不斷循環的現象或工具，都可用來測定時間。
2. 時間的單位：
 - (1) 西元 1955 年以前的公制時間標準單位「秒」，即是利用地球自轉及繞日運行的規律性而訂出的。
 - (2) 現在時間的標準：自西元 1967 年後，「秒」的公制標準，即是根據 銨 原子鐘制訂的，精確度可達到 300 萬年內的誤差小於 1 秒。

二、位置

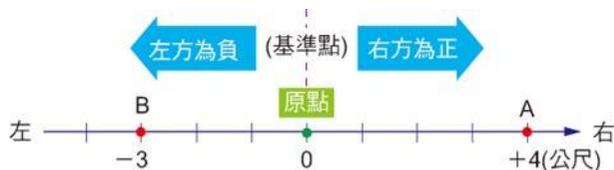
1. 一物體與周圍其他物體相互間的關係。

(1) 描述位置三要素：參考點、方向、距離。

- ① 參考點：用來說明物體位置的標定物，在坐標上參考點即為 原點。
- ② 位置描述有三個要項：
 - 先選定 參考點，且參考點必須是明確的固定點，如高雄火車站等。
 - 其次是說明物體位在參考點的哪一個 方向。
 - 最後說明物體和參考點的 距離。

- (2) 位置的座標表示法：

- ① 直線上的表示法：以一個正負數表示之，正、負表示 方向，數值表示 距離。



- ② 平面上的表示法：以直角坐標表示。

三、路徑長

1. 定義：物體實際運動路線的總和，只有大小，沒有方向性。
2. 常用
 - (1) 路徑長大小恆為 正 值或 零。
 - (2) 路徑長可以是曲線。

四、位移

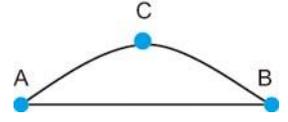
1. 定義：物體位置的變化量，由出發點 (x_1) 到終點 (x_2) 最短的 直線 距離。
2. 特性：
 - (1) 位移是一種向量（向量是有方向的物理量），具有 大小 和 方向。

(2) **位移** (Δx) = 末位置 - 初位置 = $x_2 - x_1$ 。

(3) 位移的方向：起點到終點的 方向，通常以「+」、「-」表示。

五、路徑長與位移的比較

路線	A→B	A→C→B	重要性
位移 x	都相同		(1) 如果物體沿一直線運動： 沒有折返，則位移 <u>=</u> 路徑長。 有折返，則位移 <u><</u> 路徑長。 (2) 如果物體非直線運動： 路徑長大小恆 <u>></u> 位移大小。
路徑長 L	較短	較長	



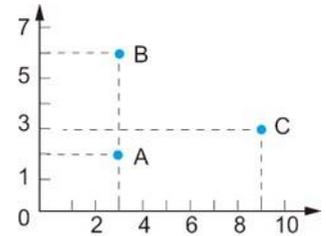
智慧演練

(B) 1. 在一直線上，以 0 為原點，0 點的右邊以正數表示，左邊以負數表示，現在芳慈由直線上原點左方 4 m 的位置向右走 14 m，試問芳慈在哪裡？

- (A) +14 m (B) +10 m (C) +6 m (D) -14 m

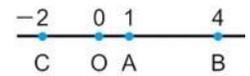
(D) 2. 如右圖的坐標系中，0 為原點，則下列何項錯誤？

- (A) A 的坐標是 (3, 2)
 (B) C 的坐標是 (9, 3)
 (C) 若以 C 為原點，A 的坐標是 (-6, -1)
 (D) 若以 C 為原點，B 的坐標是 (4, -3)



(B) 3. 一物體做直線運動，自 A 點向右移動到 B 點，再由 B 點向左移動到 C 點，如右圖所示，則其總位移及總路徑長分別為多少？

- (A) 總位移 3 cm，總路徑長 9 cm (B) 總位移 -3 cm，總路徑長 9 cm
 (C) 總位移 3 cm，總路徑長 -9 cm (D) 總位移 -3 cm，總路徑長 -9 cm

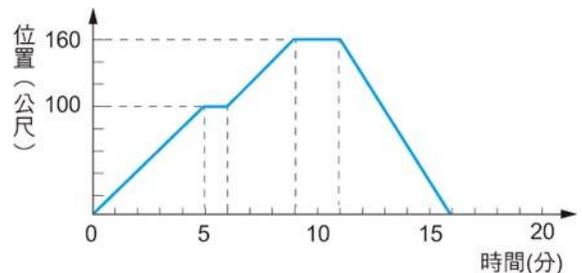


(C) 4. 「我家門前有小河，後面有山坡，山坡上面野花多，野花紅似火。」敘述中，哪些做為參考點？

- (A) 我家，小河 (B) 山坡，野花 (C) 我家，山坡 (D) 小河，野花

(B) 5. 晏倫騎車所經歷的位置與時間的關係如右圖。下列各項的敘述，何者錯誤？

- (A) 晏倫的總位移為 0 公尺
 (B) 晏倫一直沒有改變過前進的方向
 (C) 晏倫共停了 2 次
 (D) 晏倫在 11 分鐘後開始往回家的路





1-2 速率與速度



重點整理

1. 速率

(1) 定義：代表物體運動的快慢，速率 不具 方向性。

(2) 平均速率：物體在單位時間內所經過的路徑長。

$$\text{平均速率} = \frac{\text{路徑長}}{\text{經歷時間}} \rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta L}{t}$$

(3) 單位：cm/s、m/s 或 km/hr 等。

• 其他常見的單位有公里/時、公分/秒。1 m/s = 3.6 km/hr。



延伸閱讀

- 計算平均速率時，選取的**時間間隔** (Δt) 愈小，平均速率愈能描述某一時刻物體真正的運動情形，此時的平均速率可當做該時刻的**瞬時速率**。
- 瞬時速率簡稱為**速率**，以 v 表示。
- 物體做等速率運動時，其平均速率 = 瞬時速率。

2. 速度

(1) 定義：運動物體在單位時間內的位移，表示物體運動的快慢和方向。

(2) 平均速度：單位時間內的位置變化量，若某物體在 t_1 至 t_2 時間內；物體位置由 x_1 運動至 x_2 ，則計算式如下：

$$\text{平均速度} (\bar{v}) = \frac{\text{位移}}{\text{經歷時間}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

(3) 單位：cm/s、m/s 或 km/hr。

(4) 特性：

- ① 位移的方向即 平均速度 的方向。
- ② 速度是 有 方向性的物理量，速率則 沒有 方向性。



延伸閱讀

- 計算平均速度時，選取的時間間隔愈小，平均速度就愈能描述某一時刻物體真正的運動情形，此時的平均速度可當做該時刻的瞬時速度。
- 瞬時速度簡稱為速度，以 v 表示。
- 等速度運動的物體，平均速度 = 瞬時速度。

3. 等速度運動

(1) 等速度運動的特色：

- ① 等速度運動是 速率不變 的運動，故快慢不變。
- ② 等速度運動是 方向不變，故必沿直線運動。
- ③ 在相同的時間間隔記錄物體的位置，則等速度運動物體距離的間隔均 相等。



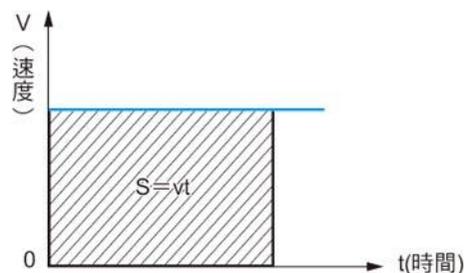
(a) 等速度運動



(b) 變速度運動

(2) 等速度運動物體的運動公式（若已知速度為 v ）：

- ① 求任何時刻的位置坐標公式 $x = x_1 + v(t - t_1)$ 。
- ② 求任何時間間隔 t 的位移
 $S = v \times t \rightarrow v-t$ 圖面積代表 位移 大小。



- ③ 在等速度運動過程中，物體在任何時刻的速度均 相等。

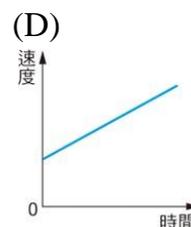
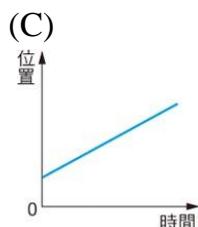
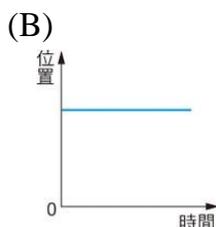
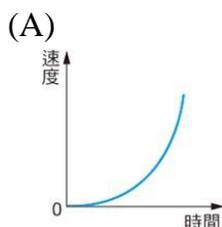
(3) 等速度運動其速度和時間的關係圖形（簡稱 $v-t$ 圖）：

- ① $v-t$ 關係為平行於時間軸之直線（即為不在 x 軸上的所有平行線）
 \rightarrow 代表 等速度 運動。
- ② 水平線代表速率不因時間的改變而改變。
- ③ $v-t$ 圖曲線下的面積可表示等速度運動物體所經歷的 位移。



智慧演練

(C) 1. 下列哪一個關係圖形，可以表示物體正處於等速度運動？

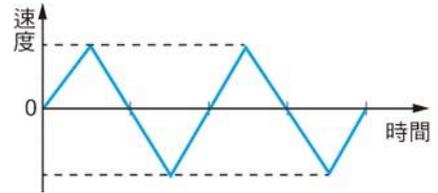


(A) 2. 下列關於等速度運動的描述，何者正確？

- (A)等速度運動一定為直線運動
 (B)等速度運動方向可能改變
 (C)等速度運動中任何時段的速度不一定相等
 (D)繞操場圓形跑道以每秒 3 公尺的速率跑步也是一種等速度運動

《2. (B)等速度運動方向不會改變；(C)等速度運動中任何時段的速度一定相等；(D)等速率運動。》

(A) 3. 段老師參加直線折返跑比賽，右圖是他比賽過程中速度與時間的關係圖。段老師跑步時的方向總共改變幾次？



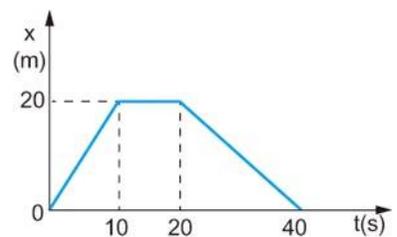
- (A) 3
 (B) 4
 (C) 5
 (D) 8

(A) 4. 測量某部車在 200 公尺的運動過程中，第 5 秒末的速度為 20.4 公尺/秒，第 10 秒末到達終點時的速度是 20.2 公尺/秒，則此部車在這 200 公尺內的平均速度為多少？

- (A) 20.0 公尺/秒
 (B) 20.2 公尺/秒
 (C) 20.3 公尺/秒
 (D) 20.4 公尺/秒

(B) 5. 如右圖所示為一物體運動的位置 (x) 與時間 (t) 關係圖，下列敘述何者錯誤？

- (A) 0~5 秒的平均速度等於 2 公尺/秒
 (B) 10~20 秒的平均速度等於 20 公尺/秒
 (C) 20~30 秒的平均速度等於 -1 公尺/秒
 (D) 0~40 秒的位移為 0 m



《5. 10~20 秒的平均速度等於 0 公尺/秒。》

(B) 6. 物體在 1 秒時的位置是 8 m，在 3 秒時的位置是 -12 m，則物體在此段時間內的平均速度為何？

- (A) +2 m/s
 (B) -10 m/s
 (C) +10 m/s
 (D) -6 m/s

$$《6. v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-12 - 8}{3 - 1} = -10 \text{ m/s}。》$$



1-3 加速度



重點整理

1. 當物體運動時
- (1) 物體的速率改變 → 快慢改變了，則必為加速度運動。
 - (2) 物體運動的方向改變，則必為加速度運動。
 - (3) 凡不是等速度運動的物體，都是加速度運動。

2. 加速度的定義

- (1) 運動中的物體狀態，若非等速度運動即為加速度運動。
 (2) 平均加速度的意義：運動物體在單位時間內，速度的變化量。

$$a = \frac{\text{末速度} - \text{初速度}}{\text{經歷時間}} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

- (3) 即每秒增加或減少的速度，來表示物體速度變化的快慢和方向。

- (4) 單位： m/s^2 、 cm/s^2 。

(5) 特性：

① 速率改變

- 當加速度 a 與速度 v 方向相同時，運動物體會**加速**變快。
- 當加速度 a 與速度 v 方向相反時，運動物體會**減速**變慢。

② 方向改變

- 加速度是**有方向性**的物理量。



延伸閱讀

- 瞬時加速度：計算平均加速度時，選取的時間間隔愈小，平均加速度愈能描述物體在某一時刻的速度變化情形，此時的平均加速度稱為瞬時加速度，簡稱為加速度。

3. 等加速度運動

- (1) 定義：物體在運動過程中，加速度大小和方向始終維持一定值（不論 $a > 0$ 或 $a < 0$ ）。
- (2) 每隔相同的時間間隔觀察做等加速度運動的物件，物體的速度大小變化皆相同。



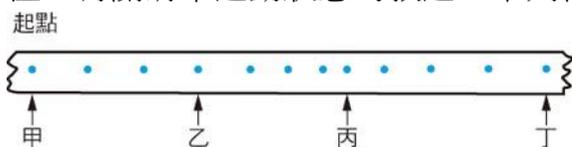
智慧演練

(A) 1. 下列有關加速度的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 加速度只有大小，沒有方向性
 (B) 運動物體的速度與加速度方向相同時，速度會愈來愈快
 (C) 等加速度運動可能為直線運動
 (D) 加速度能改變物體運動的快慢和方向

《1. 加速度有大小、方向性。》

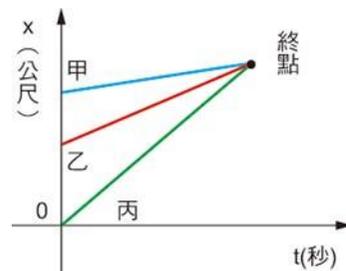
(A) 2. 段老師操做滑車實驗，得到的紙帶紀錄如下圖所示，若以紙帶運動方向為正值，有關滑車運動狀態的敘述，下列何者正確？



- (A) 甲到乙之間，滑車做等速度運動
 (B) 乙到丙之間，滑車愈跑愈快
 (C) 丙到丁之間，滑車的加速度為負值
 (D) 甲到丁之間，滑車的速度為負值

《2. (A) 每一點間距相同，因此是等速度運動；(B) 點距愈來愈小，因此滑車做加速度運動，愈跑愈慢；(C) 點距愈來愈大，因此滑車做加速度運動，加速度與運動方向相同，方向為正；(D) 滑車往前運動，速度方向為正。》

(D) 3. 如右圖所示，甲、乙、丙三人分別在不同起點以不同的交通工具沿一直線公路前進，試問當三人同時通過終點時，何者的加速度比較快？



- (A) 甲
 (B) 乙
 (C) 丙
 (D) 三者的加速度都為零

《3. 因為都是等速度運動。》

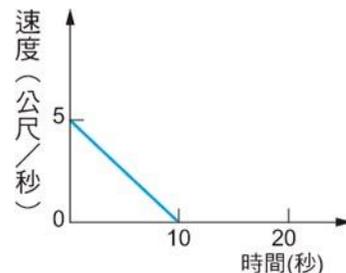
(C) 4. 春節時一輛市府公車的初速度為 20 m/s ，途中突然有一隻小狗衝出來，在駕駛踩下煞車後滑行 5 秒後即靜止，試問此公車的平均加速度為多少 m/s^2 ？

- (A) -10 (B) -20
 (C) -4 (D) -1

《4. $a = \frac{0-20}{5} = -4 \text{ m/s}^2$ 。》

(B) 5. 某一物體在直線上運動（向北為正），其速度—時間關係如右圖所示，則有關此物體在 0~10 秒的運動情形，何者錯誤？

- (A) 此物體的初速度為 5 m/s
 (B) 此物體 0~10 秒的位移為 0 m
 (C) 此物體正在進行等加速度運動
 (D) 此物體之加速度為 -0.5 m/s^2



《5. $S = \text{三角形面積} = \frac{1}{2} \times 5 \times 10 = 25 \text{ m 向南}$ 。》

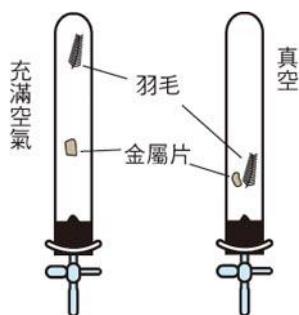


1-4 自由落體



重點整理

1. 定義：物體自靜止由高處落下時，僅受重力（即地心引力）的作用，稱為自由落體。
2. 相關實驗
 - (1) 伽利略認為從同一高度自由落下的物體，無論物體的輕重，著地所需的時間應該都 相同。
 - (2) 波以耳的落體實驗：



- ① 當試管中有空氣時，金屬片先掉落至管底。
- ② 當試管內抽去空氣後呈真空，金屬片和羽毛同時落到管底。
- ③ 空氣阻力不計時，所有物體自等高處自由落下時，必同時著地，這是因為物體落下的加速度都相同。
- ④ 此實驗證實了：「如果不受空氣阻力的影響，從相同高度、同時落下的物體會同時著地，和物體的輕重無關。」



延伸閱讀

◎ 自由落體運動公式：（將等加速度運動中的 $v_0=0$ ； $a=g$ 即可）：

• 自由落體的速度： $v = gt$

• 自由落體落下的距離： $S = \frac{1}{2} gt^2$

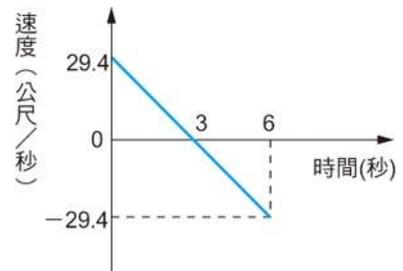
• 未知時間求自由落體的末速： $v^2 = 2gt$

• 自由落體著地 t 秒，則落地前一秒內所落下的距離： $h = g(t - \frac{1}{2})$



智慧演練

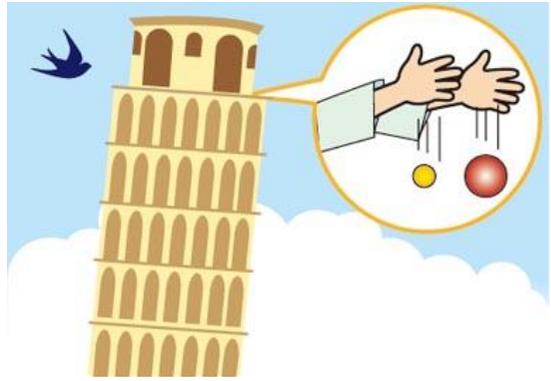
- (B) 1. 在地面上，將一小球垂直上拋，小球到達最高點後，再落回原處，若不計空氣阻力，則下列敘述何者錯誤？
 (A) 上升至下降的整個過程中，小球均受到相同的重力作用
 (B) 上升至下降的整個過程中，小球速度都在改變，故其加速度也在改變
 (C) 在最高點時小球的加速度不為零
 (D) 在最高點時，小球瞬間靜止
 《1. (B) 加速度不變。》
- (C) 2. 在一高塔上，有一個 300 公克重的鋼珠，由塔頂自由落到地面需要 2 秒。今在施工時，一個 3 公斤重的榔頭不慎由塔頂掉下來，估計到達地面所需的時間約為多久？（不計空氣阻力）
 (A) 0.02 秒 (B) 0.2 秒
 (C) 2 秒 (D) 遠大於 4 秒
- (C) 3. 玻璃管內放入銅幣及一片羽毛，並抽成真空。將它迅速倒轉，如右圖所示。二者從管頂同時落下，會發現何者先落至管底？
 (A) 銅幣
 (B) 羽毛
 (C) 兩者同時到達
 (D) 資料不足無法判斷
- (D) 4. 一物由空中自由落下，抵達地面時的速度為 39.2 m/s ，重力加速度為 9.8 m/s^2 ，則物體落下共歷時多少秒？
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
- (C) 5. 右圖為一球由地面垂直向上拋出時，速度對時間之關係圖。若不計空氣阻力，當球到達最高點時，距離地面多少公尺？
 (A) 14.7
 (B) 29.4
 (C) 44.1
 (D) 58.8
 《5. 位移 = 三角形面積 = $\frac{1}{2} \times 3 \times 29.4 = 44.1 \text{ m}$ 。》
- (A) 6. 物體做自由落體運動中，其下落過程中具有什麼特性？
 (A) 加速度為定值
 (B) 速度為定值
 (C) 每個單位時間內的位移相同
 (D) 加速度方向和下落方向相反
 《6. 自由落體運動是指下落過程中只受到重力加速度作用的運動，因此加速度為定值，速度會漸漸加快，每單位時間內的位移增加，加速度方向和位移方向相同，都是向下。》



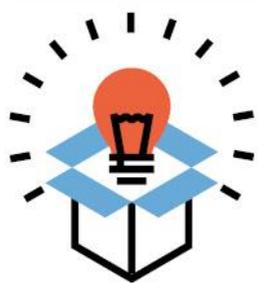
第 1 章 素養題組



現代人對伽利略在比薩斜塔進行自由落體實驗耳熟能詳，這件事情出自伽利略的秘書維維亞尼寫的伽利略傳記中。書中記載，伽利略在比薩斜塔上同時讓兩鐵球自由落下，得到的實驗結果可以推翻，古希臘哲人亞里士多德「物體下落速度和重量成比例」的學說。除了讓兩個鐵球同時落下外，伽利略也做了大量的實驗，他在比薩斜塔上讓不同材料構成的物體從塔頂上自由落下，並測量下落時間有多少差別。結果發現，各種物體都是同時落地，而不分先後。也就是說，下落運動與物體的種類和重量並無關係。



- (B) 1. 心渝在自家大樓頂樓使用兩個不同質量的網球(甲)和乒乓球(乙)做「自由落體」實驗，若較重的甲落地前一剎那的速度為 $v_{甲}$ ，較輕的乙落地前一剎那的速度為 $v_{乙}$ ，則 $v_{甲}$ 和 $v_{乙}$ 的大小關係為何？（不計空氣阻力）
- (A) $v_{甲} > v_{乙}$ (B) $v_{甲} = v_{乙}$ 《1. 同一地點的重力加速度相同，兩者的加速度相同，落下時間也相同，因此落地前一剎那的速度也相同。》
- (C) $v_{甲} < v_{乙}$ (D) 資料不足，無法判斷
- (B) 2. 承上題，心渝將甲、乙兩球由頂樓釋放後，兩球所受的的重力加速度各以 $g_{甲}$ 、 $g_{乙}$ 來表示，則 $g_{甲}$ 、 $g_{乙}$ 兩者的大小關係為下列何者？
- (A) $g_{甲} > g_{乙}$ (B) $g_{甲} = g_{乙}$ 《2. 同一地點所受重力加速度相同。》
- (C) $g_{甲} < g_{乙}$ (D) 資料不足，無法判斷
- (B) 3. 文中所提及的：伽利略後來利用不同材質的物體來做「自由落體」實驗，得到的結論各種物體都是同時落地，而不分先後，有關伽利略後來所操作的實驗中，其實驗的操作變因是下列何者？
- (A) 物體到達地面的時間
- (B) 物體的材質
- (C) 比薩斜塔的傾斜角度
- (D) 地球引力是否存在 《3. 操作變因是實驗中改變的變因，因此為物體的材質。》



第二章

力與運動





2-1 慣性定律

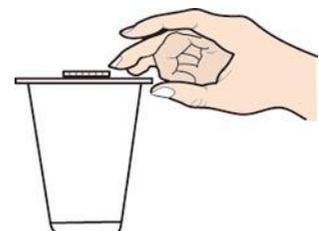


重點整理

- 慣性：物體若
 - (1)不受外力的作用
 - (2)受外力，但合力=0
 靜止者恆 靜止，運動者恆沿一直線做 等速度 運動。
- 伽利略的實驗
 - 義大利科學家伽利略是最早提出「慣性」觀念的科學家。
 - 實驗示意圖：

項次	說明	示意圖
1	當鐵球由左側光滑斜面落下後，必上升至右側 <u>同一高度</u> 才會停止。	
2	右側軌道與平面的夾角 θ 愈小，鐵球的運動斜面距離 <u>愈長</u> 。	
3	若將右側斜面調整成水平面，則小球將做 <u>等速度</u> 向右方不停的運動。	

- 慣性的定義：物體有維持其原來運動狀態的特性。
 - 又稱為牛頓第一定律。
 - 物體的質量愈大，則要改變其原來狀態愈困難，故質量愈大其慣性愈 大。
 - 日常生活中的實例：
 - 汽車啟動時，站著的乘客，身體會向 後 傾。
 - 在捷運車廂緊急煞車時，乘客則向 前 傾。
 - 揮動手臂，可使手上的水沿切線方向飛出去。
 - 搖動果樹，熟透的果實會落下。（受地心引力作用）
 - 賽跑者越過終點後，無法立刻停止。
 - 如右圖，快速彈開杯上硬卡紙，紙上的硬幣會直接落入杯中。
 - 手拍衣服，去掉灰塵。

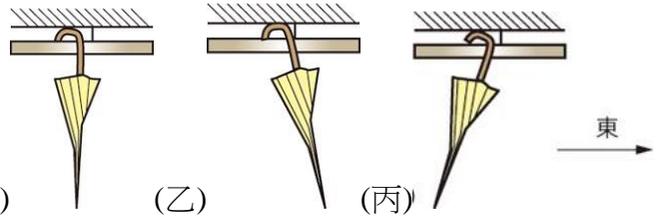


- ⑧ 熟雞蛋比生雞蛋容易在桌面上轉動。
- ⑨ 在等速度行駛的火車上，鉛直上拋一球，球在水平方向的速度維持不變。地球引力對水平方向的速度沒有影響，因此球著地後，落在原處。
- ⑩ 地球日夜旋轉，但人自地面跳起，仍落回原處。



智慧演練

- (C) 1. 一物體若同時受有許多力作用，且合力為零，則此物體會有何種現象？
 (A) 必定靜止
 (B) 必定在運動
 (C) 可能靜止或做等速度運動
 (D) 必做等加速度運動
- (D) 2. 如右圖所示，有一小球由 O 點下滑，若不考慮接觸面的摩擦力，當小球在 A、B、C 三個斜面向上爬升時，哪一個斜面可以爬升的垂直高度為最高？
 (A) A (B) B
 (C) C (D) A、B、C 皆相等
- (B) 3. 有一運動中的物體速度為 5 公尺/秒，若不受任何外力作用，則 8 秒後物體速度為多少公尺/秒？
 (A) 2 (B) 5
 (C) 8 (D) 12
- 《3. 保持等速度運動。》
- (A) 4. 下列何者並非慣性定律的實例？
 (A) 火箭排放氣體燃料而升空
 (B) 火車突然煞車，乘客會向前傾
 (C) 用竹棍拍打棉被可以除去灰塵
 (D) 不受外力作用的小球，其速度不會改變
- (C) 5. 一把傘掛在公車內（車內無風，傘可自由擺動），傘擺動情形如右圖，則哪一個圖形可以代表一部正向東方啟動的公車？
 (A) 甲 (B) 乙
 (C) 丙 (D) 無法判斷





2-2 運動定律



重點整理

1. 影響加速度的因素

(1) 外力：

- ① 相同質量的物體受到不同大小的拉力作用時，當拉力愈大，物體的加速度愈 大。
- ② 當質量固定時，外力和加速度成 正 比。

(2) 質量：

- ① 以相同拉力作用在不同質量的物體上，當物體質量愈大，物體的加速度愈 小。
- ② 外力大小固定時，物體獲得的加速度與物體質量成 反 比。
- (3) 若要獲得相同的加速度，當物體質量愈大時，則所需的外力愈 大。
- (4) 加速度大小固定時，外力與物體質量成 正 比。

2. 牛頓第二運動定律

(1) 力對物體的影響：力可使物體發生形變或運動狀態改變。

(2) 定義：若物體受到合力 $\neq 0$ 的作用後，則物體沿著 合力 方向開始運動，且產生加速度 a ，其大小與

- ① 外力大小成 正比 合力愈大，物體速度愈快。
- ② 質量大小成 反比 物體愈輕，物體速度愈快。

(3) 公式：作用力 (F) = 質量 (m) \times 加速度 (a)。

(4) $F = m \times a$ ， F 與 a 的方向 相同。

(5) 1 公斤重 (kgw)：質量 1 公斤的物體所受地球吸引力的大小。

(6) 1 牛頓：使質量 1 公斤的物體產生 1 公尺/秒² 的加速度，所需的力稱為 1 牛頓 (N)。

(7) 牛頓第二運動定律在任何星球或太空中均可適用，以相同的外力推動物體，因物體質量不變，結果相同。

(8) 在無重力的地方天平不能使用，但仍可利用牛頓第 二 運動定律，以

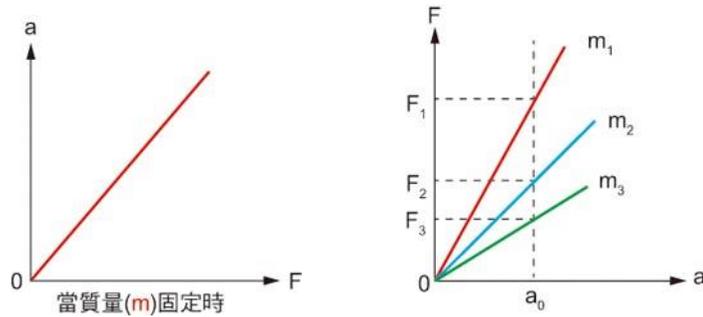
$$m = \frac{F}{a}$$

來測出物體的質量。

3. $F=m \times a$ 的關係圖形：

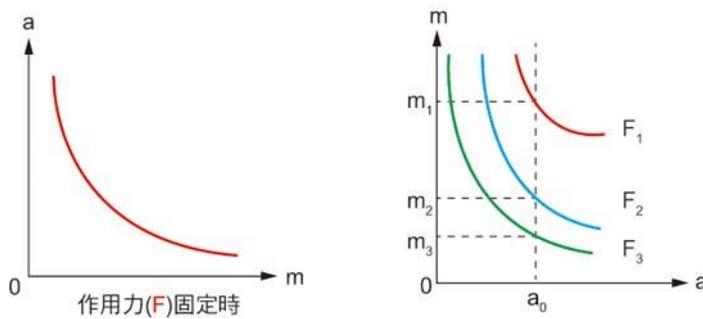
(1) 物體質量一定時，物體所產生的加速度的大小和施力大小成正比。

$a_1 : a_2 : a_3 = F_1 : F_2 : F_3$ ，由下圖中可知 $m_1 > m_2 > m_3$ 。



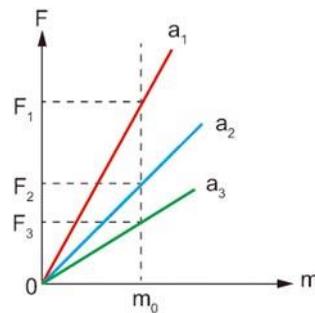
(2) 作用力一定時，物體所產生的加速度的大小和該物體的質量大小成反比。

$a_1 : a_2 : a_3 = m_3 : m_2 : m_1$ ，由下圖中可知 $F_1 > F_2 > F_3$ 。



(3) 物體所產生的加速度一定時，所加外力的大小和物體的質量大小成正比。

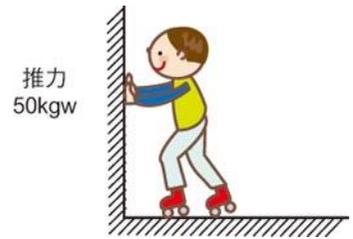
$F_1 : F_2 : F_3 = m_1 : m_2 : m_3$ ，由下圖中可知 $a_1 > a_2 > a_3$ 。





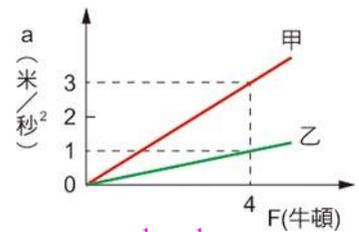
智慧演練

- (D) 1. 晏倫穿著溜冰鞋反推牆壁，如右圖所示，若晏倫對著牆壁施加向左 50 kgw 的力，下列敘述何者錯誤？



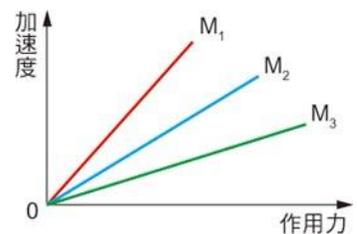
- (A) 牆反推晏倫 50 kgw 之力
 (B) 與牆接觸期間，晏倫有一向右的加速度
 (C) 晏倫的體重愈輕，產生的加速度愈大
 (D) 手離開牆後，若不計地板摩擦力，則晏倫的速度愈來愈大
- (B) 2. 拍打毛毯使灰塵掉落和用手將衣服上的灰塵拂去，兩者使用的是何種定律？
 (A) 前者萬有引力定律，後者慣性定律
 (B) 前者慣性定律，後者牛頓第二運動定律
 (C) 前者牛頓第二運動定律，後者慣性定律
 (D) 前者牛頓第二運動定律，後者萬有引力定律
- (A) 3. 牛頓第二運動定律中 m 、 a 及 F 的關係，下列何者正確？（ \propto 為正比符號）
 (A) $F \propto a$ (m 固定) (B) $m \propto a$ (F 固定)
 (C) $F \propto 1/m$ (a 固定) (D) $m \propto F \times a$

- (A) 4. 不同質量的甲、乙二物體，其加速度 a 與外力 F 的關係如右圖，則乙、甲的質量比為何？
 (A) 3 : 1
 (B) 1 : 3
 (C) 4 : 1
 (D) 1 : 4

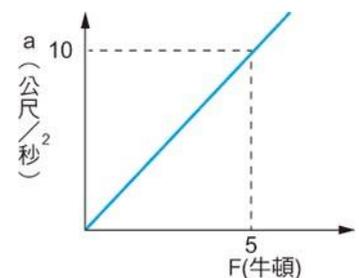


《4. F (固定) = ma , $m \propto \frac{1}{a}$, 乙 : 甲 = $\frac{1}{1} : \frac{1}{3} = 3 : 1$ 。》

- (A) 5. 右圖為牛頓運動定律實驗的結果，若 M_1 、 M_2 、 M_3 為三個物體的質量，利用此圖，可判斷三個物體受到相同的作用力時，三者的加速度大小的關係為何？
 (A) $a_3 < a_2 < a_1$ (B) $a_1 < a_2 < a_3$
 (C) $a_3 < a_1 < a_2$ (D) $a_1 < a_3 < a_2$



- (B) 6. 某物體在不同的外力作用下，其加速度 a 與 F 的關係如右圖，則物體質量為多少公斤？
 (A) 2
 (B) 0.5
 (C) 5
 (D) 10





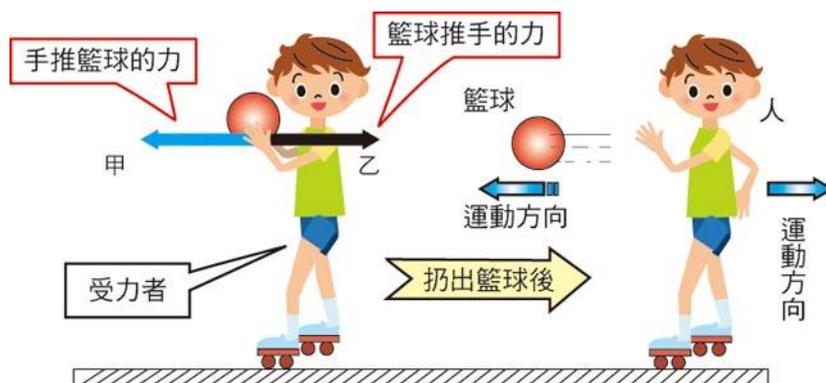
2-3 作用力與反作用力



重點整理

1. 作用力與反作用力

- (1) 穿著直排輪的芳慈站在光滑平面上、手拿籃球迅速往前丟出，芳慈會沿反方向後退。



- ① 作用力甲：手推籃球的力，施力者是手、受力者是籃球，作用力甲能使籃球向左運動。
- ② 反作用力乙：籃球推手的力，施力者是籃球、受力者是手，反作用力乙能使人向右運動。
- #### 2. 牛頓第三運動定律
- (1) 定義：施一作用力，必同時產生一反作用力，此兩力的特性為：
- ① 大小相等；
 - ② 方向相反；
 - ③ 作用在同一直線上；
 - ④ 作用在不同兩個物體上，故不能互相抵銷。
- (2) 作用力與反作用力若發生在同一系統或物體內時，則對於整體沒有效果，不會影響整體的運動狀態。
- (3) 甲給乙 F_1 的力，同時乙給甲 F_2 的力，則甲、乙受力如下：
- ① 甲： $F_1 + F_2$ 。
 - ② 乙： $F_1 + F_2$ 。



智慧演練

- (B) 1. 划船時，我們會以船槳向後划水；游泳時，也是以手向後撥水，則船將如何運動？其原理為何？
 (A)向前進，牛頓第二定律
 (B)向前進，牛頓第三定律
 (C)向後退，牛頓第二定律
 (D)向後退，牛頓第三定律
- (C) 2. 學校的自行車隊利用假日時，翁教練指導學生在公路練習時，維辰的腳踏車在路口與機車相撞，結果腳踏車翻倒了，試問兩車對撞時，何者所受的撞擊力較大？
 (A)腳踏車
 (B)機車
 (C)一樣大
 (D)無法判斷
- (D) 3. 質量比 2 : 1 的甲、乙兩人在絕對光滑的平面上互推，甲用 20 kgw 的力推乙，乙用 10 kgw 的力推甲，則下列各項敘述何者錯誤？
 (A)甲、乙受力比 1 : 1
 (B)因兩推力方向相反，故甲、乙均受 30 kgw 的力
 (C)甲、乙的加速度比為 1 : 2
 (D)當兩人分開後均做等加速度運動 《3. (D)等速度運動。》
- (D) 4. 書桌上放著一臺筆記型電腦，試問此筆記型電腦受力的情形為何？
 (A)只受到重力的作用
 (B)只受到桌子的支撐力作用
 (C)不受外力作用
 (D)同時受到重力及桌子支撐力的作用
- (B) 5. 如右圖所示， 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，下列何者是作用力與反作用力？
 (A) F_2 和 F_3
 (B) F_1 和 F_3
 (C) F_1 和 F_4
 (D) F_3 和 F_4





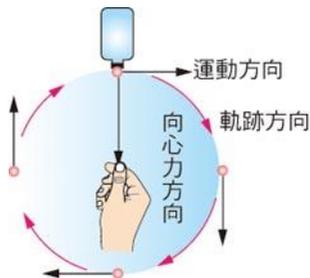
2-4 圓周運動與重力



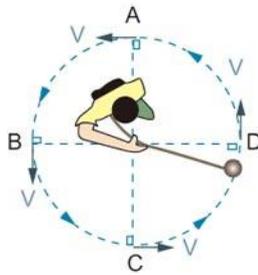
重點整理

1. 圓周運動

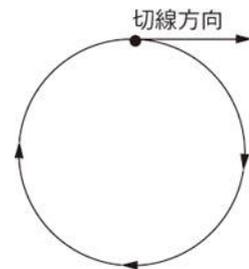
- (1) 物體以某點為中心，像是繞著固定圓心，運動軌跡為圓形的運動稱為圓周運動。例如：鐘擺、鐘錶上指針尖端的運動、旋轉木馬、人造衛星繞地球的運動等。
- (2) 物體做圓周運動時，有一指向圓心的力，稱為向心力，如下圖(甲)所示。
- (3) 物體做圓周運動時，**轉速愈快所需的向心力愈大**。
- (4) 做圓周運動的物體，其速度方向隨時都在改變，下圖(乙)中 A、B、C、D 四點的速度方向都不相同。
- (5) 若外力消失時，因為慣性，所以物體會沿著切線方向離開，如下圖(丙)所示。



(甲)向心力示意圖



(乙)速度方向持續改變

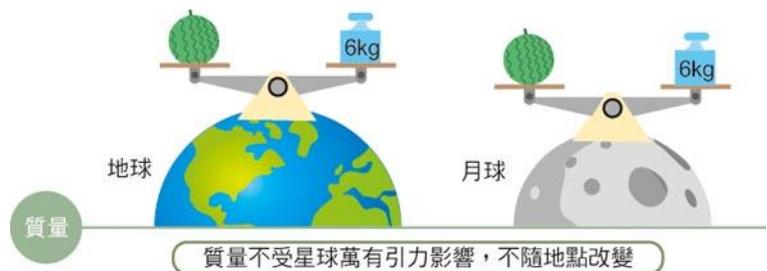


(丙)物體沿切線方向離開

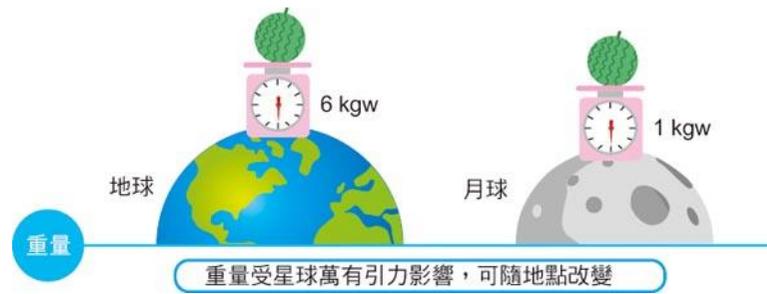
2. 重力

- (1) 所有物體彼此之間都會互相吸引，這種吸引力稱為萬有引力，又稱為重力，其方向指向地心。
- (2) 依據運動定律，物體的重量 = 質量 (m) × 重力加速度 (g)，重量可以表示為 $W = mg$ 。

- ① 不同地點的重力加速度，其值不一定相同，故重量會隨地點而改變，但質量不會改變。
- ② 當物體離地心愈遠，受到地球的引力愈小，重力加速度愈小。



- ③ 同一物體在高山上測得的重量會比在平地測得的 小。
- ④ 每個星球的重力加速度也不相同，同一物體在不同星球將有 不同 的重量。

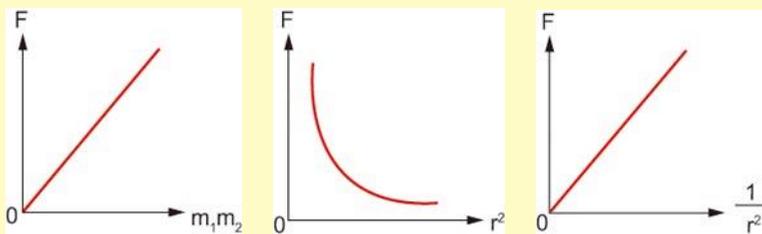


- (3) 十七世紀時，英國科學家牛頓發現：萬有引力的大小和兩物體的質量及距離有關。
- (4) 萬有引力大小和兩物體的質量乘積成 正 比，和兩物體質量中心的 距離 平方成 反 比。
- (5) 特性：
 - ① 牛頓認為提供星體運行的向心力是 萬有引力。
 - ② 存在於任何兩個物體之間，相互吸引的力。
 - ③ 大小 相同、方向 相反，互為 作用力與反作用力。
 - ④ 月球環繞地球運行、地球環繞太陽運行都沿著曲線進行運動，也都需要向心力。
 - ⑤ 人的質量太小，因此人與人之間的萬有引力十分微弱，所以我們無法察覺自己與其他人間的引力作用。
 - ⑥ 萬有引力滿足牛頓第 三 運動定律。

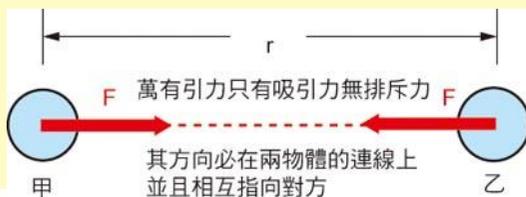


延伸閱讀

- 萬有引力大小和兩物體的質量乘積成正比，和兩物體質量中心的距離平方成反比。



• 公式： $F = G \times \frac{M \times m}{r^2}$ 。

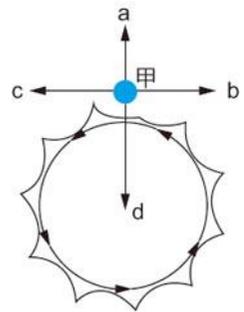


F：萬有引力
 G：萬有引力常數
 m_1, m_2 ：兩物體的質量
 r：兩物體間的質心距離



智慧演練

- (C) 1. 校慶時體育班的同學，在彎曲的跑道上奔跑時，身體應會如何變化？
 (A)保持垂直
 (B)向外側傾斜
 (C)向內側傾斜
 (D)保持和跑直線時相同的姿勢
- (B) 2. 下列有關萬有引力的敘述，何者錯誤？
 (A)萬有引力和二物體間的距離平方成反比
 (B)萬有引力有吸引力和排斥力
 (C)萬有引力遵守牛頓第三運動定律
 (D)萬有引力提供人造衛星繞地球運轉所需的向心力
- (C) 3. 右圖為沾有兩滴的雨傘旋轉的情形，當雨傘旋轉速度太快時，甲處的雨滴會沿哪個方向飛出？這是何種原因造成的？
 (A) a；慣性原理
 (B) b；作用力與反作用力
 (C) c；慣性原理
 (D) d；作用力與反作用力
- (D) 4. 下列有關人造衛星繞地球運轉的敘述，何者正確？
 (A)人造衛星有受向心力作用，該向心力就是地球對衛星的接觸力
 (B)太空人在人造衛星中多了向心力，所以太空人在的質量等於 0 kg
 (C)人造衛星不具有質量
 (D)向心力改變了人造衛星的方向
- (D) 5. 在沒有重力的太空中，可以使用上皿天平來測量物體的質量嗎？
 (A)可以，因為上皿天平是用來測量質量的
 (B)可以，只要有砝碼就行
 (C)不可以，因為上皿天平要有重力來固定天平
 (D)不可以，因為上皿天平是用天平兩端所受重力來測量
- (A) 6. 下列哪一種運動與向心力無關？
 (A)芒果由高處掉落地面
 (B)節拍器的擺動
 (C)賽跑時選手會讓身體向內側轉彎
 (D)月球環繞地球運轉



《2. 只有吸引力沒有排斥力。》

《4. (A)萬有引力；(B)質量不變；
(C)質量不變。》

第 2 章 素養題組

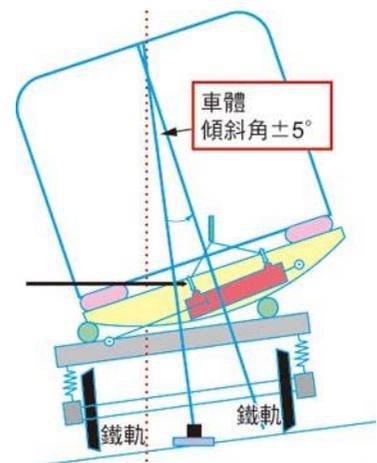


發生在 2021 年 4 月 2 日上午 9 時，載滿多名乘客的太魯閣自強號（太魯閣號）在行經清水隧道時，與滑落邊坡侵入路線的工程車碰撞出軌後衝入隧道中且擦撞隧道壁，造成多名旅客重大傷亡。據臺鐵局當日當次列車座位資訊，當時段列車之座票及 120 張站票，當時太魯閣號時速在 131 公里／小時，一輛工程車因不明原因滑落至軌道，導致甫出和仁隧道的太魯閣列車在即將在進入清水隧道前未及煞停，當撞上工程車後，車頭偏向及出軌（進入隧道前已出軌）並直接撞擊，擠壓進入清水隧道內且持續互撞隧道牆面、車體，至距隧道北口 320 公尺處才完全停止。試回答下列問題：

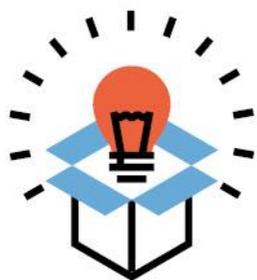


- (A) 1. 文中所提及，列車以時速 131 公里／小時前進，看見掉落的工程車並立即煞車，卻無法讓列車立刻停止，是因為何種因素所致？
 (A)慣性 (B)運動定律 (C)作用力與反作用力 (D)圓周運動
- (A) 2. 承上題，列車開始煞車時，有關列車內乘客與列車行駛的相關敘述，何者錯誤？
 (A)煞車過程中站著的乘客會往後仰
 (B)坐在座位的乘客會因為慣性而向前傾
 (C)煞車過程中，加速度與列車運動方向相反
 (D)列車撞上工程車時，同時產生反作用力作用在列車上
- (D) 3. 臺鐵所屬的太魯閣號及普悠瑪號都是所謂的傾斜式列車，過彎時車身微幅傾斜，提高過彎速度，如右圖所示。請問車身傾斜的原理為何？
 (A)傾斜車身讓乘客不會吐
 (B)車身傾斜降低過彎速率，讓車子不會翻覆
 (C)減少車身與鐵軌間的摩擦力，可以更省電
 (D)以車體重量提供過彎的向心力

《2. 因為慣性站著的乘客會向前飛衝出去。》



《3. 傾斜的車身可以提供過彎時的向心力，增加過彎時的速度，提高車速，減少旅程時間。》



第三章

功與機械應用





3-1 功與功率



重點整理

一、功

1. 定義：對一個物體施 力 讓物體沿 施力 方向移動一段 位移。
2. 數學式：功=外力×位移，即 $W = F \times S$ 。
3. 單位：外力是牛頓 (N)，位移是公尺 (m)，功是焦耳 (J)。
4. 功的特性

(1) 功有正功、負功，但無方向性。

① 正功：作用力和位移同方向，物體的能量增加。

② 負功：作用力和位移反方向，物體的能量減少。

(2) 物體具有能量，不一定會對其它物體做功，但要對物體做功則必須具有能量。

(3) 作功是使物體發生能量變化的過程。

類型	施力 (F) 為 <u>零</u> 時，外力不作功	外力與位移方向 <u>平行</u> ，外力作功為正值	外力與位移方向互相 <u>垂直</u> 時，外力不作功
圖示			

5. 作功為零的實例

(1) 單擺運動中，繩子的張力與擺錘垂直，所以不作功。

(2) 衛星繞地球作圓周運動，萬有引力和衛星轉動方向垂直，所以不作功。

二、功率

1. 功率的意義：外力對物體作功的效率，稱為功率（power，P）
2. 公式：單位時間（秒）內所作的功。

3. 數學式：
$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{作功所用的時間}} = \frac{\text{能量變化量}}{\text{作功所用的時間}} = \frac{\text{焦耳}}{\text{秒}}, P = \frac{W}{t}$$

4. 單位

- (1) 當功為「**焦耳 (J)**」，時間為「**秒 (s)**」，則功率為瓦特。
- (2) 單位換算：1 千瓦 (kW) = 1000 瓦特。



智慧演練

- (B) 1. 有關功的敘述，下列何者正確？
 - (A) 當物體移動時，一定有外力作功
 - (B) 當物體受很多力，但沒有移動，則作功為零
 - (C) 當物體的受力方向和移動方向垂直時，外力一定有作功
 - (D) 牛頓是功的常用單位
- (A) 2. 下列哪一項敘述表示外力對物體不作功？
 - (A) 「提」行李在水平路面上以等速度行走
 - (B) 用鐵鎚將鐵釘「釘入」木板中
 - (C) 舉重選手將重錘垂直向上「舉起」
 - (D) 用手「推」手推車移動一段距離
- (B) 3. 下列有關功的敘述，何者有誤？
 - (A) 用手垂直提一重物爬上 3 m 高的樓層，則手的施力對物體有作功
 - (B) 用力推牆，牆沒有移動，則推力有對牆作功
 - (C) 自由落下的物體，地球引力對物體有作功
 - (D) 一物體受外力作用而等速度移動 5 公尺，則外力之合力對物體不作功



3-2 位能與動能



重點整理

一、重力位能

1. 意義：物體位能的變化是 重力 對物體作功而造成的。
2. 說明：將物體從低處以等速度提升到高處的過程中，物體所受的重力向 下，施力對物體所做 正 功，所做的功使得物體的重力位能 增加。
3. 單位：焦耳 (J) = m (公斤, kg) · g (公尺/秒², m/s²) · h (公尺, m)
4. 特性
 - (1) 物體距地表愈高，儲存的重力位能愈 大。
 - (2) 一般以地面為重力位能的 零位 面。
5. 影響重力位能的因素

類別	物體質量 (m)	高度差 (Δh)
說明	高度差相同的物體，質量愈大，重力位能愈 <u>大</u> 。	相同質量的物體，高度差愈大，重力位能愈 <u>大</u> 。

二、彈力位能

1. 定義：當物體受外力作用，造成 形變 而儲存的位能，稱為彈力位能。
2. 說明：彈性體的形變量愈大，所具有的彈力位能也就 愈大，可以作功的能力也 愈強。
3. 物體的能量隨著 高度差 或 形變 而變化的能量形式，統稱為 位 能。

三、動能

1. 意義：一物體因 運動 而具有對外作功的能力，符號常以 **K** 表示。
2. 單位：焦耳 (J)。
3. 特性
 - (1) 動能單位與功的單位相同，為 **焦耳 (J)**。
 - (2) 動能為一純量，有大小但 沒有 方向。
4. 影響動能的因素
 - (1) 相同速率時，物體質量愈大，動能愈 大。
 - (2) 相同質量時，物體速率愈大，動能愈 大。

四、力學能守恆與能量守恆

1. 能量的轉換

(1) 能量不會憑空消失，也不會無中生有。

(2) 不同形式的能量之間，可以互相 轉換。

(3) 當能量由一種形式轉換成另一種或多種形式時，能量的總值保持不變，這種關係稱為 能量守恆 定律。

2. 若無外力作功，物體的 動能 變化 = 位能 變化，稱為力學能守恆。



智慧演練

- (B) 1. 一公共汽車在水平路上愈開愈快，則下列敘述何者 錯誤？
- (A) 汽車的動能在增加
(B) 汽車所受地球引力在增加
(C) 地球引力不對汽車作功
(D) 汽車在其運動方向必獲得外力作用 《1. (B) 高度不變時，地球引力的大小不變。》
- (B) 2. 有甲、乙兩款同型式的汽車行駛在一水平直線的公路上，兩者的質量及速率均相等，則甲、乙兩車的動能關係為何？
- (A) 甲 > 乙 (B) 甲 = 乙
(C) 甲 < 乙 (D) 資料不足，無法判斷
- (C) 3. 有關功與能的敘述，下列何者正確？
- (A) 施力於物體，力就一定會對物體作功
(B) 物體受外力作用時，其動能也一定會增加 《3. (A) 若施力與位移垂直或沒有位移，則不作功；(B) 要視速度是否有增加而定；(D) 上升時重力作負功，下降時重力作正功。》
(C) 物體運動時，摩擦力對物體作負功
(D) 物體上升時，地球引力對物體作正功
- (B) 4. A、B 兩物體的質量都是 1 公斤，以相等速度做等速度運動，僅運動方向相反，則兩者的動能關係為何？
- (A) $A > B$ (B) $A = B$
(C) $A + B = 0$ (D) $A < B$
- (C) 5. 下列有關動能的敘述，何者是 錯誤 的？
- (A) 物體的運動速率愈快，動能愈大
(B) 物體所具有的動能愈小，作功能力差
(C) 以等加速度運動中的物體，動能保持不變
(D) 物體所具有的動能大小，與質量和速率有關



3-3 力矩與轉動平衡



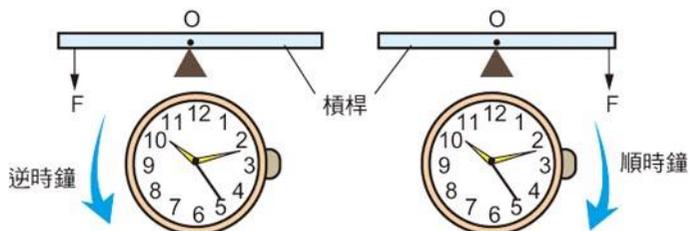
重點整理

一、力矩

1. 意義：物體受力作用後，以一固定的轉軸作為 支點 的 轉動 難易程度。
2. 數學式：力矩=作用力 × 力臂長； $L=F \times d$ 。
3. 單位：

力矩 (L)	力的大小 (F)	力臂 (d)
<u>gw-cm</u>	公克重 (gw)	公分 (cm)
<u>kgw-m</u>	公斤重 (kgw)	公尺 (m)
<u>N-m</u>	牛頓 (N)	公尺 (m)

4. 說明：力矩是有 方向 性的物理量，其方向只有兩種可能，即 順 時鐘或 逆 時鐘方向。



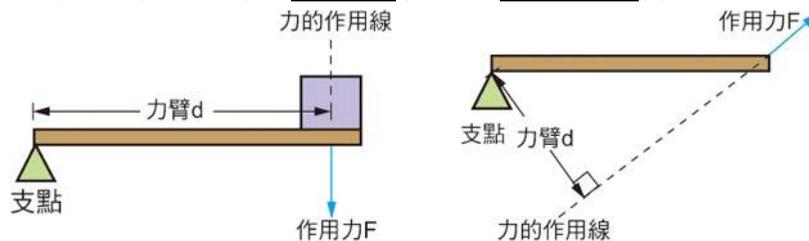
5. 影響力矩因素：

(1) 作用力：

- ① 施力方向若通過支點，則力矩等於 0。
- ② 施力在同一固定點，施力愈大，愈 容易 轉動。

(2) 力臂 的大小：

- ① 意義：支 點到力的作用線的 垂直 距離。
- ② 在施力大小相同時，力臂愈 大 者，愈 容易 轉動。



二、合力矩

1. 意義：當物體同時受到兩個或以上的力產生的力矩時，則順時鐘力矩和與逆時鐘力矩和之 差，即為合力矩。
2. 功能：用以判斷物體的轉動 方向。

3. 說明：

(1) 合力矩 $\neq 0$ 時：

① 順時鐘力矩和 $>$ 逆時鐘力矩和 \Rightarrow 物體 順 時鐘轉動。

② 順時鐘力矩和 $<$ 逆時鐘力矩和 \Rightarrow 物體 逆 時鐘轉動。

(2) 合力矩 $= 0$ 時：

① 順時鐘力矩和 $=$ 逆時鐘力矩和 \Rightarrow 物體 不 轉動。

三、靜力平衡

1. 意義：物體呈現靜止狀態，表示物體不移動也不轉動。

2. 靜力平衡說明：

(1) 物體移動關係 \Rightarrow 看 合力。初速為 0 的物體若所受合力 $= 0$ ，則物體呈現 靜止，反之則會 移動。

(2) 物體轉動關係 \Rightarrow 看 合力矩。一個未轉動的物體若所受合力矩 $= 0$ ，則物體 不轉動，反之則呈現 轉動。

3. 物體運動狀態討論：移動與轉動可 單獨 存在。

類型	物體移動和轉動情形	物體平衡類型
合力 $= 0$ 、合力矩 $= 0$	不移動、不轉動	靜力平衡
合力 $\neq 0$ 、合力矩 $= 0$	會移動、不轉動	轉動平衡
合力 $\neq 0$ 、合力矩 $\neq 0$	會移動、會轉動	不處於靜力平衡
合力 $= 0$ 、合力矩 $\neq 0$	不移動、會轉動	移動平衡

四、槓桿原理

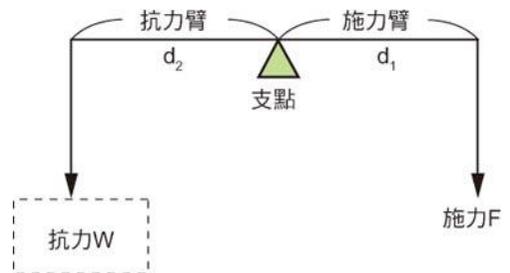
1. 意義：順時鐘力矩和 $=$ 逆時鐘力矩和

\Rightarrow 物體 不會 轉動。

2. 表示法：**施力 \times 施力臂 = 抗力 \times 抗力臂**，

$$\mathbf{F} \times \mathbf{d}_1 = \mathbf{W} \times \mathbf{d}_2。$$

3. 應用：等臂天平、蹺蹺板、拔釘器。





智慧演練

(C) 1. 靜止的物體在受力時，仍維持靜止狀態的條件為何？

- (A)合力為零即可
 (B)合力矩為零即可
 (C)合力與合力矩皆須為零
 (D)視力的狀況而定

《1. 靜止為不移動與不轉動，合力與合力矩=0。》

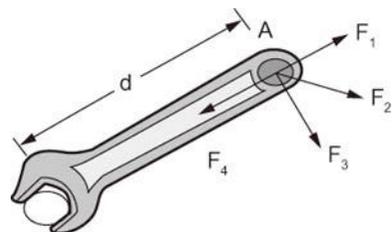
(C) 2. 有關力矩的敘述，下列何者錯誤？

- (A)力矩有方向性
 (B)力與力臂必定互相垂直
 (C)力矩的轉動方向只有一種方向
 (D)力矩的單位可寫成公斤重-公尺

(A) 3. 槓桿平衡時，支點兩側的物理量，何者必相等？

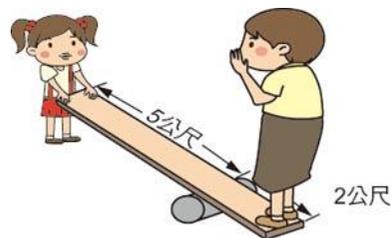
- (A)力矩大小 (B)質量
 (C)所受重力 (D)力臂

(C) 4. 如右圖所示的螺絲扳手，在 A 點施以大小相同，但方向各異的四個力時，哪一個力所產生的力矩最大？



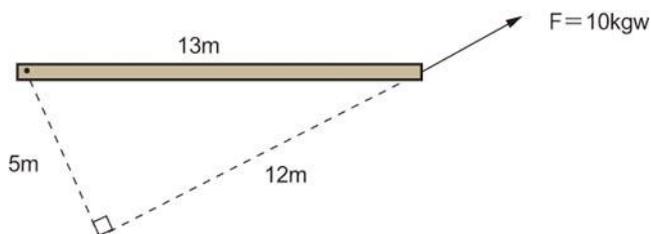
- (A) F_1
 (B) F_2
 (C) F_3
 (D) F_4

(A) 5. 如右圖所示，媽媽體重 48 公斤重，沛婕想藉著槓桿裝置舉起媽媽，則沛婕至少需下壓多少公斤重的力？



- (A) 19.2
 (B) 20
 (C) 24
 (D) 48

(A) 6. 如右圖所示，作用力 F 的力臂大小為多少？



- (A) 5 m
 (B) 12 m
 (C) 13 m
 (D) 18 m

《6. 力臂=力的作用線到支點的垂直距離=5 m。》



3-4 簡單機械



重點整理

一、力矩

1. 意義：常以 支點、施力點及抗力點作標示。
2. 說明：施力臂大者，必 省 力 費 時；抗力臂大者，必 省 時 費 力。
3. 種類：

<p>第一類槓桿：<u>支</u>點在中間</p> <p>(1) 若 $d_F > d_W \Rightarrow F < W$，省<u>力</u>、費<u>時</u>。</p> <p>(2) 若 $d_F < d_W \Rightarrow F > W$，省<u>時</u>、費<u>力</u>。</p> <p>(3) 若 $d_F = d_W \Rightarrow F = W$，改變施力方向。</p> <p>(4) 應用：<u>剪刀</u>、拔釘器、開洞器、<u>天平</u>、蹺蹺板。</p>	
<p>第二類槓桿：<u>抗力</u>點在中間</p> <p>(1) 因為 $d_F > d_W$，故 $F < W$，一定<u>省力費時</u>。</p> <p>(2) 應用：<u>開瓶器</u>、獨輪車、<u>裁紙刀</u>。</p>	
<p>第三類槓桿：<u>施力</u>點在中間</p> <p>(1) 因為 $d_F < d_W$，故 $F > W$，一定<u>省時費力</u>。</p> <p>(2) 應用：鑷子、<u>球棒</u>、麵包夾、<u>筷子</u>、<u>羽毛球拍</u>。</p>	

二、輪軸

1. 意義：支點在中間的槓桿裝置。
2. 構造：由半徑不同的圓輪固定在同一軸心上，大的叫輪，小的叫軸。
3. 輪轉一圈，軸轉一圈。
4. 施力情形：

類型	省力、費時	省時、費力
作用點	施力作用在 <u>輪</u> 上	施力作用在 <u>軸</u> 上
力臂關係	施力臂 <u>></u> 抗力臂 ⇒ 省力	施力臂 <u><</u> 抗力臂 ⇒ 費力
圖示		
原理	施力×輪半徑 = 物重×軸半徑	施力×軸半徑 = 物重×輪半徑
時間的討論	下拉距離 <u>></u> 上升高度 ⇒ 費時	下拉距離 <u><</u> 上升高度 ⇒ 省時
實例	螺絲起子、方向盤、喇叭鎖	健腹器、擀麵棍、汽車傳動軸

三、滑輪

滑輪	示意圖	說明
定滑輪		<ol style="list-style-type: none"> (1) 定滑輪<u>不會</u>移動。 (2) 屬於<u>支點</u>在中間的一種槓桿裝置。 (3) 施力所作的功=物體上升的<u>位能</u>。 (4) 應用公式 $F \times x = W \times h$ (5) 施力臂<u>=</u>抗力臂，不<u>省力</u>、不<u>省時</u>，只能改變力的方向。 (6) 施力不受滑輪<u>重</u>及施力<u>角度</u>影響。

<p>動滑輪</p>		<p>(1) 動滑輪 <u>會</u> 移動。</p> <p>(2) 屬於 <u>抗力點</u> 在中間的一種槓桿裝置。</p> <p>(3) 施力所作的功=物體上升的 <u>位能</u>。</p> <p>(4) 應用公式 $F \times x = W \times h$</p> <p>(5) 施力臂是抗力臂的 <u>2</u> 倍，所以省一半的力。</p> <p>(6) 省 <u>力</u> 但費 <u>時</u>，繩子上拉 $2x =$ 重物上升 <u>x</u> 的高度。</p> <p>(7) 施力受滑輪 <u>重</u> 及施力 <u>角度</u> 影響。</p>
<p>滑輪組</p>		<p>(1) 將動滑輪和定滑輪組合使用。</p> <p>(2) 施力所作的功=物體上升的 <u>位能</u> 位能</p> <p>(3) 應用公式 $F \times x = W \times h$</p> <p>(4) 施力臂是抗力臂的 <u>2</u> 倍，所以省一半的力。</p> <p>(5) 繩子下拉 $2x =$ 重物上升 <u>x</u> 的高度。</p> <p>(6) 兼具動滑輪與定滑輪的特性，可以省 <u>力</u>，也可改變力的 <u>方向</u>。</p> <p>(7) 輸入滑輪組的功 <u>=</u> 物體重位能的增加。</p>

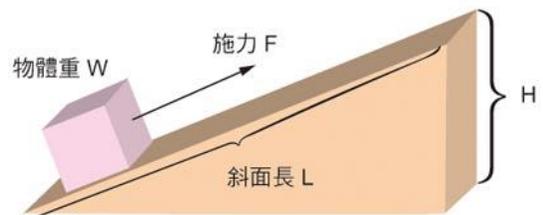
四、斜面原理

1. 斜面是 省力 的工具，斜面與水平的夾角愈 小 愈省力。

2. 如右圖的裝置在光滑斜面上將物體沿斜面向上拉，所需施的力 F 為，若斜面長度為 L ，斜面垂直高度為 H ，利用作功=位能 $F \times L = m \times g \times H$ ，則關係式為：

$$F = \frac{H}{L} \times W$$

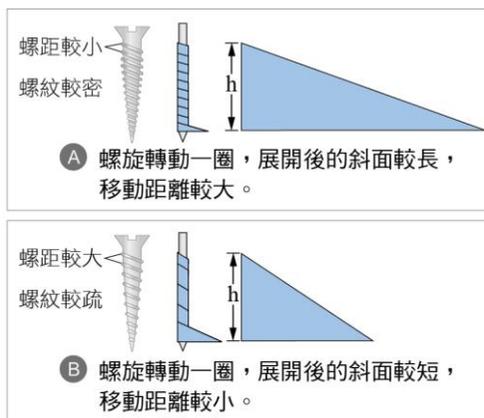
高度與斜面長度的比值愈 小 者，就愈省力。



3. 在光滑平面上，若不計摩擦力，則沿斜面施力對物體作功，與垂直向上將物體拉至同一高度所作的功是 相等 的。

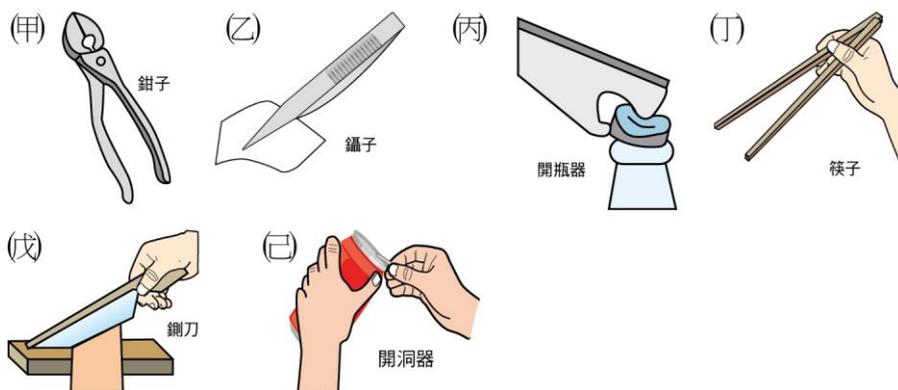
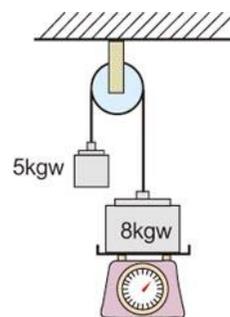
五、螺旋

1. 螺旋可以看成是將斜面捲繞在一圓柱上而成。
2. 螺旋上突出的紋路稱為螺紋，相鄰的兩螺紋沿圓柱軸方向的距離稱為螺距。順著螺紋轉一圈，就會上升或下降一個螺距的距離。
3. 如果螺距愈小，螺紋愈密，則所展開的斜面也會愈平緩、愈省力。
4. 螺旋是斜面的另一種應用，屬於省力的簡單機械。



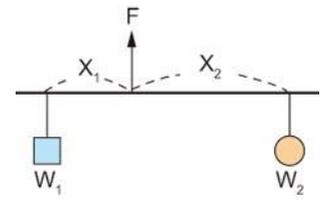
智慧演練

- (B) 1. 如右圖所示，定滑輪的重量為 2 kgw 且忽略繫繩與滑輪間的摩擦力，兩物體的重量分別是 5 kgw、8 kgw，整個裝置處於靜力平衡狀態，此時磅秤的讀數應為多少 kgw？
- (A) 0
(B) 3
(C) 13
(D) 17
- (B) 2. 下列是生活中常見的器具，哪些是屬於施力臂小於抗力臂的槓桿應用？



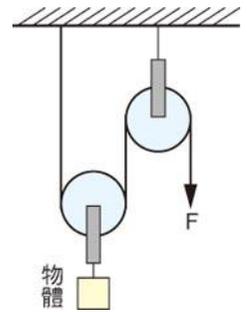
- (A) 乙、丙、丁、己
(B) 乙、丁
(C) 丁、戊、己
(D) 甲、丁、己

- (C) 3. 芳慈將 W_1 、 W_2 兩重物掛於槓桿左右兩側，且施一向上的作用力 F 使槓桿處於平衡狀態，如右圖所示，則 F 、 W_1 、 W_2 可能為下列何者？
- (A) $F=5$ 、 $W_1=1$ 、 $W_2=4$
 (B) $F=6$ 、 $W_1=3$ 、 $W_2=3$
 (C) $F=24$ 、 $W_1=18$ 、 $W_2=6$
 (D) $F=20$ 、 $W_1=3$ 、 $W_2=17$

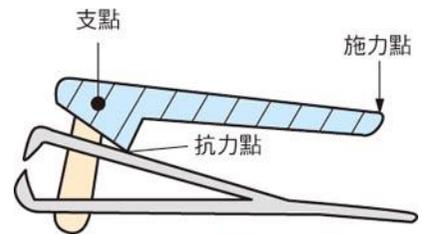


《3. $F=W_1+W_2$ ，且 $W_1>W_2$ 。》

- (A) 4. 如右圖所示，若物體重 19 公斤重，則施力 F 至少要多少公斤重，才能將物體舉起？
- (A) 9.5
 (B) 10
 (C) 19
 (D) 20



- (C) 5. 右圖是指甲刀的示意圖。指甲刀的「斜線部分」為一簡單機械，關於此簡單機械的敘述，下列何者錯誤？
- (A)它是省力的機械
 (B)它是無法省功的機械
 (C)它是運用斜面裝置的機械
 (D)它是施力臂大於抗力臂的機械



《5. 此機械是利用槓桿原理，而非斜面。》

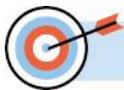
- (D) 6. 汽車方向盤與哪一種機械的工作原理相同？
- (A)螺旋
 (B)滑輪
 (C)斜面
 (D)輪軸

《6. 此機械是利用槓桿原理，而非斜面。》

- (A) 7. 有關定滑輪的敘述，下列何者正確？
- (A)可改變力的作用方向，方便作功
 (B)可省力但不能改變力的作用方向
 (C)可改變力的作用方向又可省力
 (D)既不省力又不能改變力的作用方向
- (D) 8. 下列各簡單機械中，何者無法省力？
- (A)抗力點在施力點與支點之間的槓桿
 (B)動滑輪
 (C)斜面
 (D)定滑輪



跨科 能量與能源



重點整理

一、生活中的能量形式與轉換

能量轉換	電能轉成光能	電能轉成熱能	電能轉成力學能
圖示	<p>電能轉成光能</p> <p>A 電燈泡</p>	<p>電能轉成熱能</p> <p>B 電暖爐</p>	<p>電能轉成力學能</p> <p>C 電風扇 D 手扶梯</p>

二、現今的能源種類與發展

1. 依照能源來源：

能源分類		說明
非再生能源	核能	<p>(1) 以 <u>鈾-235</u> 製成的核燃料在反應爐內，利用 <u>中子</u> 撞擊，產生核分裂的連鎖反應，釋放出大量熱能，加熱水並帶動渦輪發電機產生電能。</p> <p>(2) 具有「輻射」及「能量較大」的特性，會產生放射性的廢棄物。</p>
	化石燃料	<p>(1) 以煤、石油和天然氣為主要燃料，燃燒時產生水蒸氣帶動渦輪發電機發電，轉換成電能。</p> <p>(2) 燃燒化石燃料容易造成 <u>酸雨</u>、煤灰等空氣污染。</p>
再生能源	水力	利用高處的水往低處流動，將 <u>重力位</u> 能轉換成動能，推動渦輪發電機產生電能。
	風力	利用風力使螺旋槳轉動，帶動發電機，將風的 <u>動</u> 能轉換成電能或其他形式。
	生質能	利用木材、牲畜糞便、農作物殘渣燃燒後轉化成電、熱等可用的能源。

再生能源	太陽能	<p>(1) 利用太陽能集熱裝置吸收太陽的輻射能量，再轉換成熱能。</p> <p>(2) 陽光照射到太陽能電池等光電材料上，太陽能電池會產生光電效應，將光能轉換成電能。</p>
------	-----	--



智慧演練

- (D) 1. 下列關於再生能源的敘述，何者正確？
- (A) 再生能源大部分為人工產物所以不會污染我們的環境
- (B) 臺灣地區物產豐富，大部分的能源消費皆可自給自足
- (C) 再生能源已經大量的被開發使用，以替代消耗性的非再生能源
- (D) 再生能源的發電量易受天氣影響，但仍具發展的價值
- (D) 2. 晏倫在溜滑梯時看到公園附近有人騎著機車停在右圖(一)機臺前方，並掀開座椅後拿出兩個黑色的長方體，放入機臺內的凹洞後又自機臺裡拿出兩個相同款式的長方體，再放到機車的座椅內，啟動機車後就可以揚長而去。右圖(二)中機臺內的每一顆長方體是可以提供機車的動力來源，此長方體應屬於下列何種能源？
- (A) 核能
- (B) 生質能
- (C) 太陽能
- (D) 電能



圖(一)



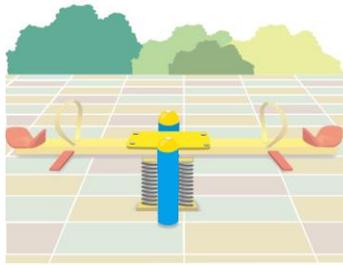
圖(二)

《2. 這是電池充電站，站內提供可充式電池可以讓電動車有足夠的電能來驅動馬達運轉。》

第 3 章 素養題組



晏倫在考完試後到住家附近公園玩耍，公園裡的設施有翹翹板、溜滑梯、腰部健身器與肩膀伸展器等，且樓梯也增加扶手以利長者攙扶，可以讓小朋友或長輩在這安全的環境裡能享受親子之樂。試回答下列問題：



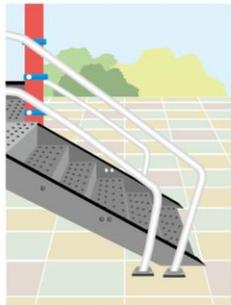
(甲) 蹺蹺板



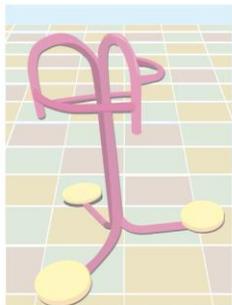
(乙) 直式溜滑梯



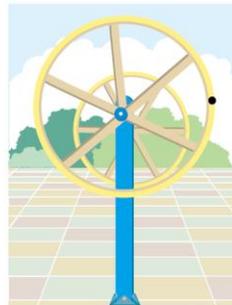
(丙) 旋轉式溜滑梯



(丁) 樓梯

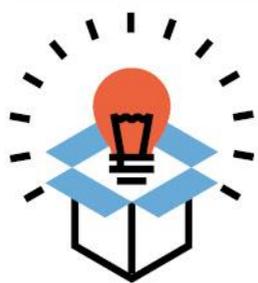


(戊) 腰部健身器



(己) 肩膀伸展器

- (A) 1. 晏倫在公園的各項設施遊玩時，他想起理化老師有提過，生活處處都有和簡單機械有關的設施，哪一個設施不是省力的裝置？
- (A) (甲) 蹺蹺板
 (B) (乙) 直式溜滑梯
 (C) (丙) 旋轉式溜滑梯
 (D) (丁) 樓梯
- 《1. 蹺蹺板的支點在中間，不省力也不省時。》
- (D) 2. 公園中的「腰部健身器」是大人小孩都適用的裝置，使用者站在圓形的圓盤上後，雙手扶著上方的支架就可以透過圓盤的轉軸，使身體可以左右扭動對腰部做適度的伸展運動，此裝置和下列何種有相似的原理？
- (A) (乙) 直式溜滑梯
 (B) (丙) 旋轉式溜滑梯
 (C) (丁) 樓梯
 (D) (己) 肩膀伸展器
- 《2. 此裝置為支點在中間的槓桿。》



第四章

探索電的世界





4-1 靜電



重點整理

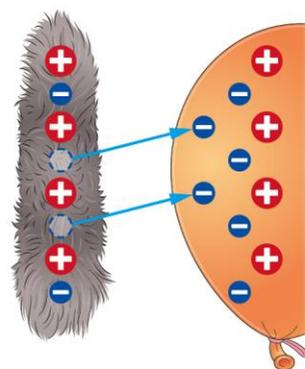
一、靜電現象

1. 早期靜電現象

- (1) 西元前 600 年古希臘人發現毛皮摩擦後的琥珀能吸附灰塵、毛屑等極輕的物質。
- (2) 富蘭克林提出正電與負電的概念，毛皮與琥珀摩擦後，琥珀帶負電；絲絹與玻璃棒摩擦後，玻璃棒帶正電。
- (3) 摩擦起電：摩擦過程會提供能量，使物體表面上一部分的電荷轉移到另一個物體上，使物體帶有靜電。

2. 現代靜電現象

- (1) 毛皮與氣球摩擦時，毛皮上的電子會轉移到氣球上，造成氣球的負電荷數目>正電荷數目，使得氣球帶負電；而毛皮上的負電荷數目<正電荷數目，使得毛皮帶正電。
- (2) 毛皮與塑膠尺摩擦後，塑膠尺得到電子而帶負電；絲絹與玻璃棒摩擦後，玻璃棒失去電子而帶正電。
- (3) 摩擦讓電荷發生轉移，並未創造額外的電荷。
- (4) 常發生於乾燥的冬季。
- (5) 電荷只能分布在物體的表面上。
- (6) 電荷具有異性相吸、同性相斥的性質。



摩擦起電示意圖

二、導體與絕緣體

1. 導體：

- (1) 可導電，有自由電子的物質。例如：金、銀、銅金屬。
- (2) 通電時，電荷能在物質間傳導。

2. 絕緣體：

- (1) 不導電，沒有自由電子的物質。例如：塑膠、玻璃、橡膠等。
- (2) 絕緣體上的電荷不易移動，利用摩擦使絕緣體表面的電荷產生轉移，而使絕緣體帶電。

三、靜電感應

1. 意義：帶電體靠近，使導體內部產生正、負電荷暫時分離的現象，稱為**靜電感應**。

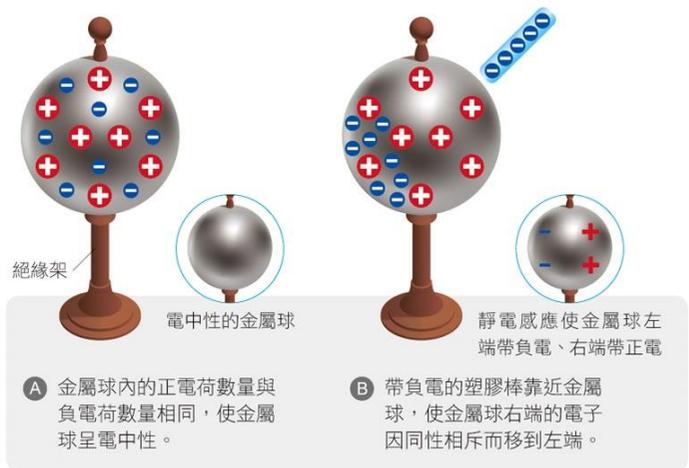
2. 現象：

(1) 帶負電的塑膠棒接近金屬球的右端，但不接觸到金屬球，因為同性電**相斥**、異性電**相吸**的靜電力作用，金屬球右端的**電子**受到排斥力而移到**左**端，使得靠近塑膠棒的一端帶**正**電，而遠端帶**負**電。

(2) 帶正電的玻璃棒接近金屬球的右端，但不接觸到金屬球，金屬球左端的**電子**受到吸引力而移到**右**端，使得靠近玻璃棒的一端帶**負**電，而遠端帶**正**電。

(3) 靜電感應發生時，導體內正電荷數**等於**負電荷數。

(4) 若移開帶電體，則導體內的電荷又恢復成**均勻分布**的情形。



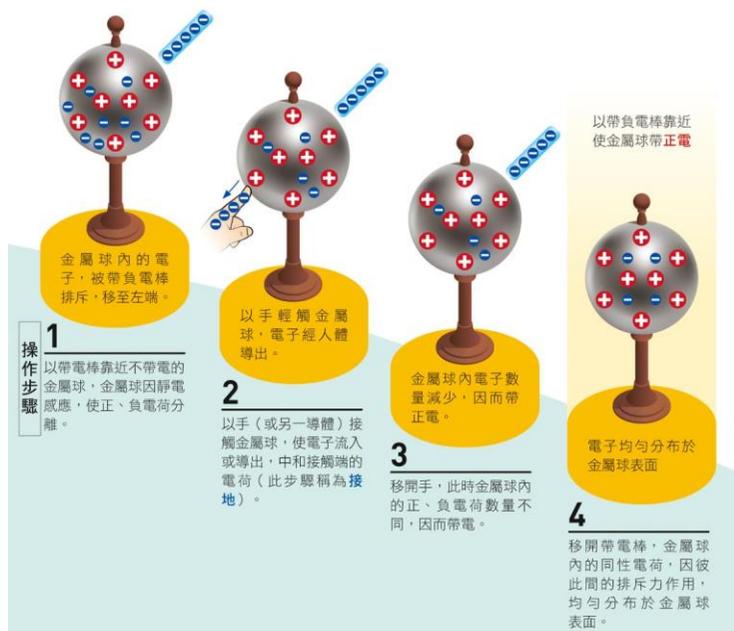
四、感應起電

1. 意義：將金屬放置於絕緣體上，以帶電棒靠近金屬，利用**靜電感應**和**接地**，而使金屬帶電的方法，稱為**感應起電**。

2. 現象：

(1) 帶電棒帶負電，則金屬因感應起電而帶**正**電。

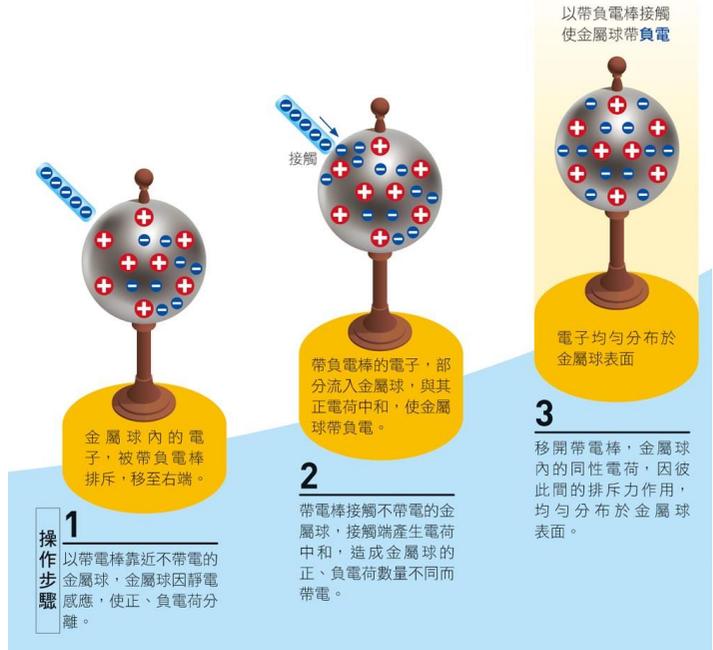
(2) 帶電棒帶正電，則金屬因感應起電而帶**負**電，故金屬所帶的電性與帶電棒的電性**相反**。



五、接觸起電

1. 意義：利用帶電體接觸導體，使導體帶電的方法，稱為**接觸起電**。
2. 現象：

- (1) 帶電棒接觸金屬，此時金屬的部分電荷與帶電棒的部分電荷**中和**，造成金屬內的正、負電荷數量不同，因而帶電。
- (2) 帶電棒帶**負電**接觸金屬，此時帶電棒的電子會**流入**金屬導體內中和金屬內的正電荷，使得金屬導體內的負電荷數量**大**於正電荷數量，移開帶電體後，最後金屬導體帶**負**電。
- (3) 帶電棒帶**正電**接觸金屬，此時金屬導體內的電子會**流入**帶電體內，使得金屬內的負電荷數量**小**於正電荷數量，移開帶電體後，最後金屬導體帶**正**電。



六、電量與庫侖定律

1. 電量：

- (1) 意義：物體所帶電荷量的多寡稱為電量（Q）。
- (2) 單位：電量以**庫侖**（簡記為 C）為單位。
- (3) 基本電荷：科學家經由實驗得知，一個電子或質子所帶的電量大小約為 1.6×10^{-19} 庫侖，簡記為 e。



延伸閱讀

• 1 庫侖 (C) = 6.24×10^{18} 個電子或質子所帶總電量。

- (4) 基本電荷為電量的最小單位，任何帶電體所帶的電量都是基本電荷的**正整數**倍。
 - (5) 摩擦起電的物體，所帶的電量**相等**、電性**相反**。
- ### 2. 庫侖定律
- (1) 靜電力：兩帶電體間互相吸引或排斥的力稱為靜電力。
 - (2) 單位：庫侖。
 - (3) 兩帶電小球間的作用力大小與兩球所帶電量乘積成**正**比，與兩球心間之距離的**平方**成**反**比，此關係稱為庫侖定律。

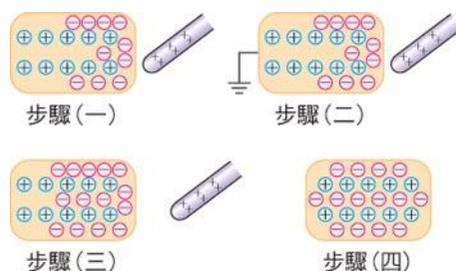


智慧演練

- (B) 1. 摩擦過後的塑膠尺靠近原來不帶電的金屬圓球，金屬球兩側的電性如右圖，實際上金屬球中移動的粒子是下列何者？

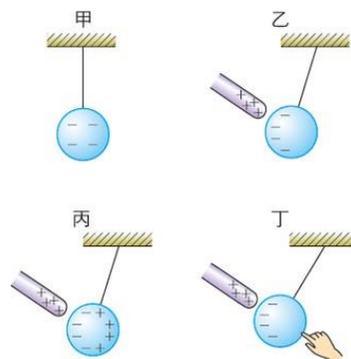


- (A) 原子 (B) 電子
(C) 質子 (D) 中子
- (C) 2. 右圖是以帶正電的玻璃棒使金屬塊帶電的過程，在步驟(二)中粒子的變化為下列何者？



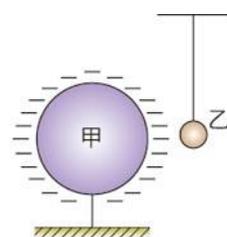
- (A) 電子由接地處流至地面
(B) 質子由接地處流至地面
(C) 電子由接地處流至金屬
(D) 質子由接地處流至金屬 **《2. 電子才會移動。》**

- (A) 3. 右列(甲)、(乙)、(丙)、(丁)圖分別為感應起電過程中的四個動作，何者代表感應起電後導體帶電的情形？



- (A) 甲
(B) 乙
(C) 丙
(D) 丁
- (C) 4. 承第 3. 題，有關感應起電的操作順序，下列選項何者正確？
(A) 甲乙丙丁 (B) 乙丙丁甲
(C) 丙丁乙甲 (D) 丁乙丙甲

- (C) 5. 如右圖所示，一個輕而未帶電的金屬小球乙，用一絕緣線懸吊著，若將一帶電的金屬球甲靠近乙，則金屬小球乙一開始的變化為？ **《5. 正電荷不移動。》**



- (A) 金屬小球乙內的負電荷跑向左邊，正電荷保持不動
(B) 金屬小球乙內的正電荷跑向右邊，負電荷保持不動
(C) 金屬小球乙內的負電荷跑向右邊，正電荷保持不動
(D) 乙不受影響，保持不動
- (A) 6. 帶電體會吸引電中性的導體，下列何者的說明較合理？
(A) 輕物先產生靜電感應，再產生吸引作用
(B) 輕物先產生吸引作用，再產生靜電感應
(C) 輕物原已帶有同性電
(D) 輕物與帶電體間有萬有引力



4-2 電壓



重點整理

一、電路

1. 利用電池（電源）、燈泡（電器）、電線（導線）連接成簡單的迴路，稱為**電路**。
2. 電路種類：

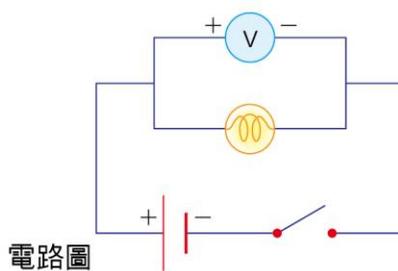
種類	通路	斷路
說明	按下開關時，形成一個封閉的迴路，燈泡發光。	拉起開關時，此時電路未接通，燈泡熄滅。
電路圖		

二、電壓

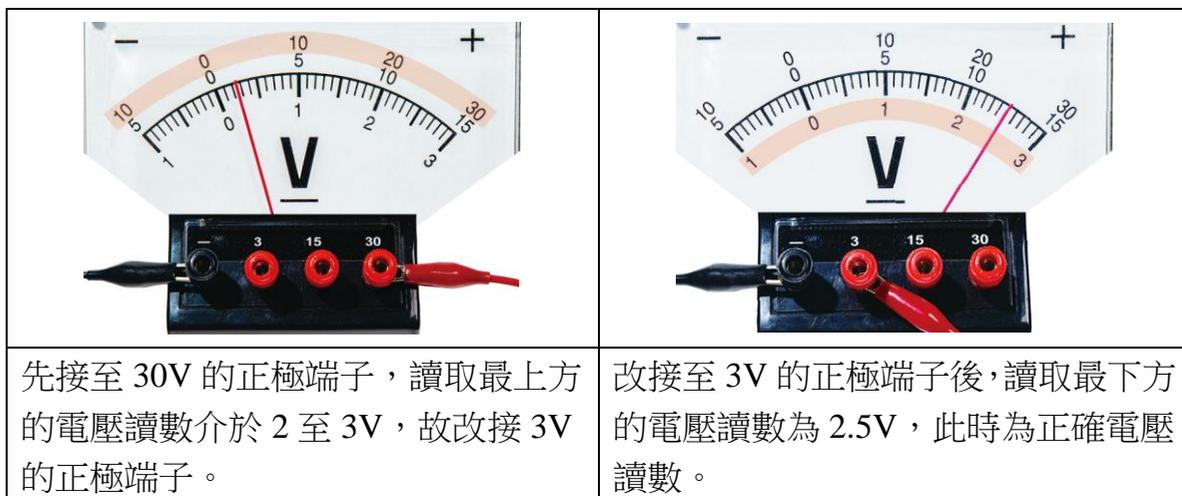
1. 電壓又稱**電位差**，驅使電荷在導線中流動。
2. 當 1 庫侖的電荷經電池獲得 1.5 焦耳的能量時，稱此電池提供的電壓為 **1.5** 伏特。
3. 單位：伏特（V）、毫伏特（mV）

4. 測量工具：伏特計 。

- (1) 使用前先調整歸零鈕使指針**歸零**，並與電器以**並**聯方式連接。



- (2) 伏特計的正極端子 (+) 連接電池的 正 極端，負極端子 (-) 連接電池的 負 極端。
- (3) 先接測量範圍最 大 的正極端子，如果讀數小於其他正極端子範圍的最大值時，再改接至測量範圍較 小 的正極端子，以獲得更精準的測量結果。



- (4) 伏特計的內電阻高，可以 直接測量電源的電壓。
- (5) 伏特計本身的電阻很大，故於並聯電路中所分配到分支電流很小，消耗的電能也很少，故通常都忽略不計。

三、電池串聯或並聯的電壓大小

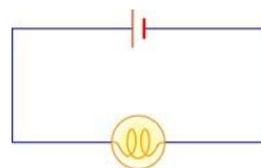
	電池串聯	電池並聯
電池相接情形	數個電池以正極、負極依序相接	數個電池的正極端一律接在一端，負極端一律接在另一端
總電壓	總電壓等於個別電池電壓的總和 $V_{\text{總}} = V_1 + V_2 + \dots$	總電壓與各個電池的電壓相等 $V_{\text{總}} = V_1 = V_2 = \dots$
燈泡亮度	在可承受的電壓範圍內，燈泡愈亮	燈泡亮度與只接一個電池時相同



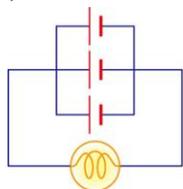
智慧演練

《1. 電壓變大，電燈泡就愈亮。》

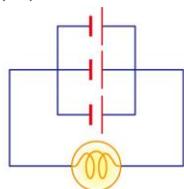
- (C) 1. 清文在筆記本上畫了一個電路圖，如右圖所示。為了讓自己可以更清楚電學概念，他將同規格的電池、燈泡和電線重新連接後如(甲)~(丁)圖所示，發現有一個接法的燈泡亮度遠比其他三者還要亮，已知電路中的燈泡皆有發光無損壞，則下列何種接法，會得到這種結果？



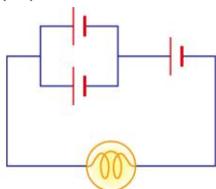
(A)



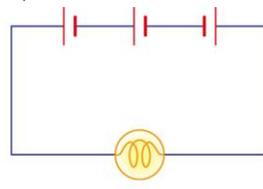
(B)



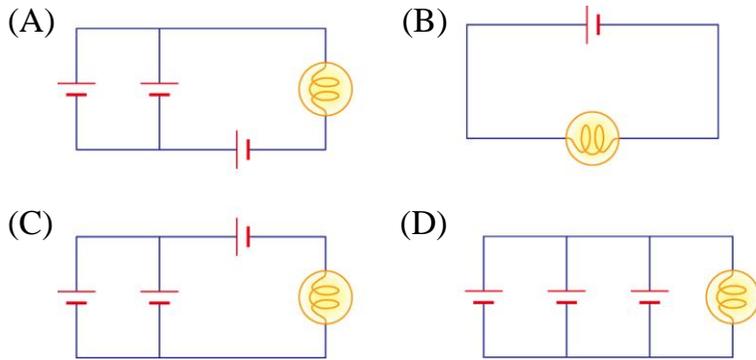
(C)



(D)

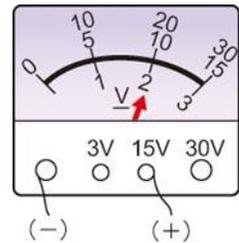


- (C) 2. 宣廷使用同一組電池與燈泡，分別以不同的方式連結，假設電池無內電阻，則下列哪一種電路的連結方式，無法讓燈泡發光？



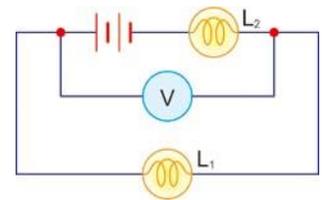
《2. 假設每個電池電壓皆 1.5 V，各電路總電壓如下：(A) 3 V；(B) 1.5 V；(C) 0 V；(D) 1.5 V。》

- (A) 3. 伏特計是用來測量電器的電位差，沛昂將伏特計接上電源後指針偏轉如右圖，若她將另一組電池的正極改接至 3V 的檔位時，指針偏轉情形仍為圖中的位置時，此時測得的電壓為何？



- (A) 2 V (B) 10 V
(C) 20 V (D) 30 V

- (B) 4. 宣霓將同一規格的燈泡、電池、伏特計和導線連接如右圖所示，已知 L_1 的電壓為 3V，則圖中伏特計所測量到的電壓為下列何者？



- (A) 1.5 V (B) 3.0 V
(C) 4.5 V (D) 6.0 V

《4. 伏特計的兩端直接跨接在燈泡 L_1 兩端。》

- (B) 5. 伏特計是用來測量電路中某一電器的電壓多寡，有關伏特計的使用方法，下列何者錯誤？

- (A) 使用前，必須先歸零
(B) 與電器並聯，但不可直接和電源相接
(C) 伏特計的正極和電池的正極連接，負極和電池的負極連接
(D) 選用測量範圍時，應由大而小漸漸改變測量範圍

- (C) 6. 並聯數個相同規格電池的電路，此電路中的總電壓會如何改變？

- (A) 並聯愈多電池，總電壓愈大
(B) 並聯愈多電池，總電壓愈小
(C) 無論並聯多少電池，總電壓仍與一個電池的電壓相同
(D) 並聯超過三個電池時，電壓會降至 0 V

- (D) 7. 將 4 個 1.2 伏特的電池串聯使用，則電池的總電壓為多少？

- (A) 1.2 V (B) 3.6 V
(C) 4.5 V (D) 4.8 V



4-3 電流



重點整理

一、電流

1. 意義：當金屬導線接上電池形成通路後，電荷受到電池的電壓驅使而流動，形成電子流，其方向是從電池負極經導線再回到電池正極。
2. 電流和電子的流動

項次	電流	電子的流動
說明	(1) 假想的正電荷流動 (2) 正電荷在導線中的流動，由電池的 <u>正</u> 極流向電池的 <u>負</u> 極。	(1) 電子在導線中流動 (2) 由電池的 <u>負</u> 極流向 <u>正</u> 極
圖示		

3. 電流的定義：單位時間內，通過導線某一截面積的電量。

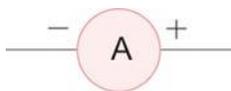
4. 公式： $I = \frac{Q}{t}$

I 為電流、Q 為電量（庫侖）、
t 為時間（秒）

5. 單位：安培（A），即 庫侖／秒。

$$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$$

6. 測量儀器：安培計



- (1) 使用前先調整歸零鈕使指針歸零。



毫安培計

- (2) 與電路 串聯。
- (3) 測量範圍由大而小：先接測量範圍最大的正極端子，若讀數小於其他正極端子範圍的最大值時，再改接測量範圍較小的正極端子，以便讀取正確的電流讀數。
- (4) 正 極端子與電路的高電位 (+) 相接，負 極端子與電路的低電位 (-) 相接。
- (5) 安培計內電阻很小，不可跨接於電源的正負極上，以免因電流太大而燒毀。

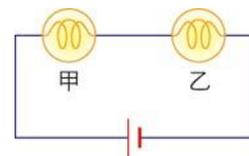


7. 燈泡串聯或並聯的電流大小

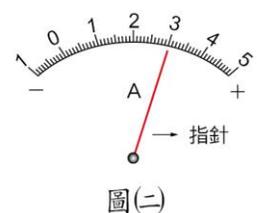
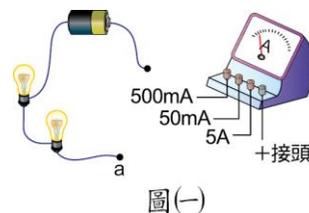
項次	串聯	並聯
總電流	(1) 通過每個燈泡的電流都 <u>相等</u> (2) $I_{總} = I_1 = I_2 = \dots$	(1) 電路總電流等於流經各燈泡的分支電流 <u>總和</u> (2) $I_{總} = I_1 + I_2 + \dots$
燈泡亮度	燈泡亮度 <u>變暗</u>	燈泡亮度 <u>不變</u>
電路圖	<p>燈泡串聯 (電流 $I_1 = I_2 = I_3$)</p>	<p>燈泡並聯 (電流 $I_1 + I_2 + I_3$)</p>

智慧演練

- (C) 1. 如右圖，清文將同規格的甲、乙兩燈泡連接成如右圖的電路，則下列各項敘述，何者錯誤？
- (A) 單位時間內，流過甲、乙燈泡的電量相同
 - (B) 若甲損壞，乙燈泡也跟著不亮
 - (C) 導線內的電子由甲燈泡流向乙燈泡
 - (D) 流過甲燈泡的電流等於電池流出的總電流

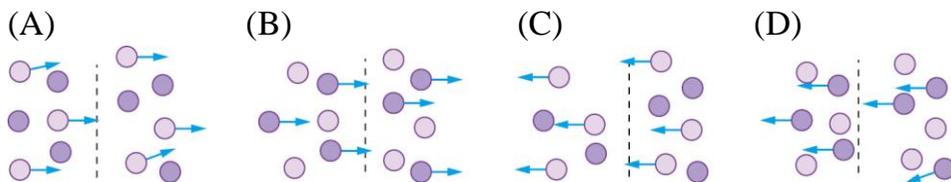
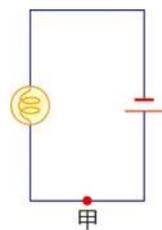


- (D) 2. 如右圖(一)，將一電路與電流計的 50 mA 端子連接，此時指針偏轉如右圖(二)，則流過燈泡的電流大小為多少？



- (A) 300 mA (B) 3 A
- (C) 3 mA (D) 30 mA

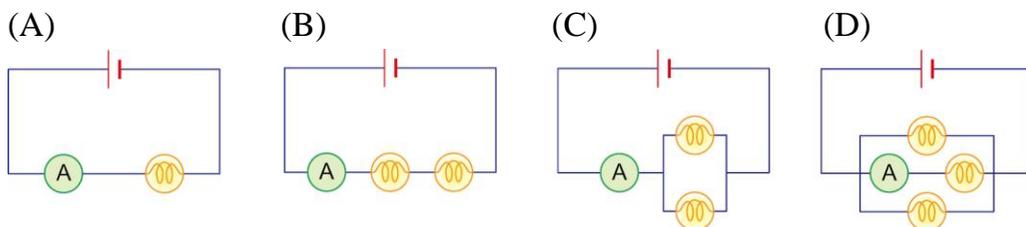
(A) 3. 右圖為一電路裝置，圖中甲點的導線截面之真實粒子流動情形，應為下列何者？（○代表負電荷，●代表正電荷）



(C) 4. 下列有關串聯電路中電流的敘述，何者正確？

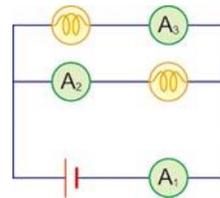
- (A) 電流自電池正極流出後逐漸變小
- (B) 電路中每一處的電流大小都不同
- (C) 電路中每一處的電流大小都相同
- (D) 串聯電路中，任一電器損壞仍不影響其餘電器運行

(C) 5. 假設電池及各燈泡均相同，則四個電路中，哪一個圖形的安培計測量到最大的電流？



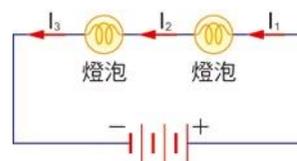
(A) 6. 電路裝置如右圖所示，若燈泡規格都相同，則哪一個安培計的讀數最大？

- (A) A_1
- (B) A_2
- (C) A_3
- (D) $A_1 = A_2 = A_3$



(A) 7. 電路裝置如右圖所示，則 I_1 、 I_2 、 I_3 的電流關係何者正確？

- (A) $I_1 = I_2 = I_3$
- (B) $I_1 + I_2 = I_3$
- (C) $I_2 + I_3 = I_1$
- (D) $I_1 + I_3 = I_2$



(C) 8. 下列都是有關於電流的敘述，何者錯誤？

- (A) 串聯的電燈愈多時，電流愈小
- (B) 並聯的電燈數增加時，總電流變大
- (C) 並聯的電燈數量改變時，總電流不變
- (D) 同一個電燈，其兩端的電壓愈大時，經過的電流也愈大

《8. (C) 總電流隨之改變。》



4-4 電阻



重點整理

一、電阻

1. 意義：當電子流經過導體時，電子會與導體內部的原子發生碰撞，阻礙電荷前進，造成能量損失。科學上將電荷流動所受到的阻礙稱為電阻。

二、影響電阻的因素

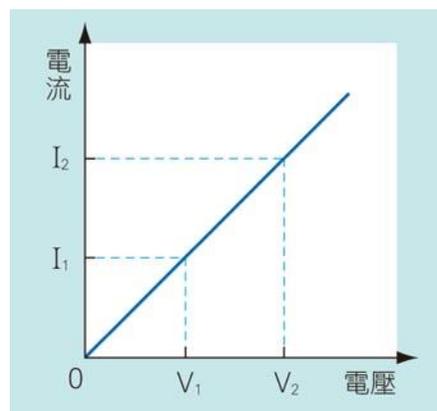
1. 影響電阻的因子說明如下表

項次	導線材質	長度 (L)	截面積 (A)
說明	(1) 電阻大小： 金屬 < 非金屬 (2) 導電性： 銀 > 銅	導線的長度愈長，則電子與導線內原子碰撞的機會愈多，電子愈不容易通過導線，即電阻愈 <u>大</u> ，電流愈 <u>小</u>	導線的截面積愈大（導線愈粗），則電子愈容易通過導線，即導線的電阻愈 <u>小</u> ，電流愈 <u>大</u>
圖示	—	<p>A 連接較長的電阻，燈泡較不亮。 B 連接較短的電阻，燈泡較亮。</p>	<p>A 連接截面積較小的電阻，燈泡較不亮。 B 連接截面積較大的電阻，燈泡較亮。</p>

2. 相同種類的金屬導體，其電阻與長度成正比，與截面積成反比。

三、電壓與電流的關係

- 在相同電壓下，連接不同的電阻器時，流經電阻器的電流也不同。
- 若電壓改變流經電阻器上的電流也會跟著改變，兩者的關係曲線為一條通過原點的斜直線，如右圖所示，顯示兩者的關係成正比，且比值為一定值，即 $\frac{V_1}{I_2} = \frac{V_2}{I_1}$ 。



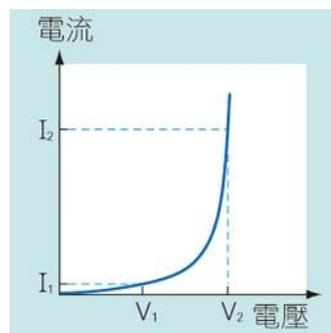
3. 電阻 $R (\Omega) = \frac{\text{導線兩端的電位差 } V (V)}{\text{通過導線上的電流 } I (A)}$

4. 單位：歐姆 (ohm, 簡記為 Ω)

5. 電路符號：

四、歐姆定律

- 意義：金屬導體溫度不變的條件下，導體兩端的電壓（ V ）與流經導體的電流（ I ）有正比關係，其比值（ $\frac{V}{I}$ ）為一 定值，此現象稱為**歐姆定律**。
- 特性：
 - 導體的電阻為一定值，並不會受電壓大小而改變。
 - 一般金屬導體定溫下，電壓（ V ）與電流（ I ）之關係為一通過原點的直線。
- 不遵守歐姆定律的電阻，其電流與電壓的關係（ I - V 圖）的曲線不成一直線，其電壓與電流的變化關係不成正比。



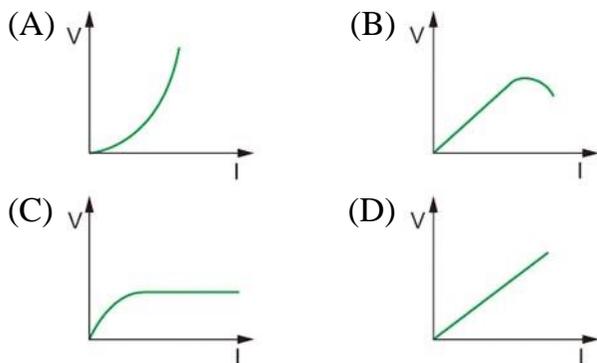
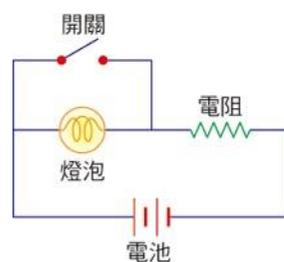
延伸閱讀

- 電阻的串聯： $R_{\text{總}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$ （串聯後電阻變大）。
- 電阻的並聯： $\frac{1}{R_{\text{總}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots$ （並聯後電阻變小）。



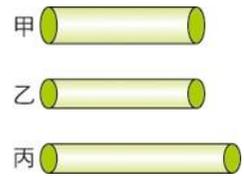
智慧演練

- (A) 1. 段老師組裝一電路如右圖所示，已知右圖中的各個裝置都正常無損壞，此時測得的總電阻為 R_1 ，當他按下開關後發現燈泡熄滅，此時測得的總電阻為 R_2 ，則 R_1 、 R_2 的大小關係為下列何者？
- (A) $R_1 > R_2$ (B) $R_1 = R_2 = 0$
 (C) $R_1 < R_2$ (D) $R_1 = R_2$ 《1. 開關按下後燈泡熄滅，燈泡被短路所以總電阻變小。》
- (D) 2. 藝軒在定溫下測一個電阻，當他通電後測出其電壓與電流分別為 3 V 、 1 A ，若藝軒將電壓提升為 6 V 時，發現該電阻的電阻值仍是一定值，則他用電壓對電流作圖後，此電阻的圖形應為下列何者？



《2. 電阻 R 為定值， V 與 I 成正比。》

- (B) 3. 段老師在實驗室中取了三段長短、粗細不同的銅棒，並以甲、乙、丙來表示，如右圖所示，若他要驗證長度會影響電阻的大小，他應該選擇哪一組來操作是最適合？



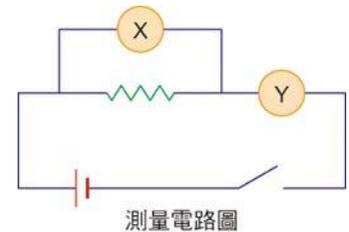
- (A) 甲、乙
(B) 乙、丙
(C) 丙、甲
(D) 任意兩支都可以

《3. 電阻和導線長度成正比、和截面積成反比。》

- (A) 4. A、B、C 三個電阻並聯後通電，已知電阻 $A < B < C$ ，則下列各項敘述何者正確？

- (A) 通過 R_A 的電流最多
(B) 通過 R_B 的電流最多
(C) 通過 R_C 的電流最多
(D) 通過三個電阻的電流為 $I_A = I_B = I_C$

《4. 電阻和電流成反比。》



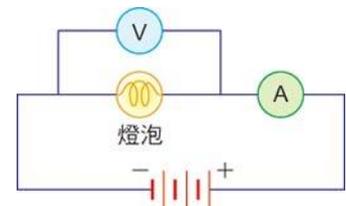
- (A) 5. 李其利用電池、安培計和伏特計等器材，測量甲、乙兩條不同電阻線兩端的電壓及通過電阻線的電流，實驗裝置電路如右圖，獲得的實驗數據如下表。根據下表，下列敘述何者正確？

項目	甲電阻線				乙電阻線			
伏特計讀數 (伏特)	0	12	24	36	0	15	24	33
安培計讀數 (安培)	0	6	12	18	0	5	8	11

- (A) 甲的電阻為 2Ω
(B) X 為安培計
(C) Y 為伏特計
(D) 乙的電阻為 2Ω

《5. (B) 伏特計；(C) 安培計；(D) 3 歐姆。》

- (D) 6. 右圖中，為電池與燈泡連結而成的電路，並接上安培計與伏特計，若安培計的讀數為 a 安培，伏特計的讀數為 b 伏特，則燈泡的電阻值約為多少歐姆？



- (A) a
(B) b
(C) $\frac{a}{b}$
(D) $\frac{b}{a}$

第 4 章 | 素養題組



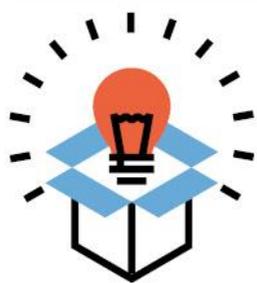
美如飄逸的長髮在冬天洗頭時，總是要耗掉許多時間，她的老公也會在她沐浴後幫她用吹風機把她的長髮吹乾深怕她著涼。但是在吹乾頭髮後，她的頭髮總是東翹西翹，於是她就用塑膠梳子把頭髮來回梳理，想讓頭髮可以不再毛毛躁躁，卻都無法稱心如意，反而愈是用梳子梳過頭髮卻愈往上飄，如右圖所示。試回答下列問題：



- (D) 1. 美如的老公用塑膠梳子幫她梳理頭髮時，卻發現頭髮更是東翹西翹，形成這現象主要是因為下列何種因素？
- (A)因為接觸起電而使頭髮產生帶電現象
 (B)梳子裡的自由電子因為接觸頭髮後而帶負電
 (C)梳子與頭髮相互摩擦後，頭髮上的質子移向塑膠梳子，產生靜電現象
 (D)梳子與頭髮相互摩擦後，頭髮上的電子移向塑膠梳子，產生靜電現象
- (C) 2. 長髮的女性洗完頭髮，再利用吹風機吹乾時，多多少少都會有此種現象，但以下列何種情形會最明顯？ **《2. 溫度愈低且愈乾燥的環境中，靜電現象愈明顯。》**
- (A)室溫室溫 35 °C，溼度 90% (B)室溫室溫 25 °C，溼度 100%
 (C)室溫室溫 8 °C，溼度 30% (D)室溫室溫 5 °C，溼度 100%
- (C) 3. 負離子吹風機號稱可以解決長頭髮經過吹風機吹乾時頭髮都會往上飄的窘境，經過測試後發現結果真的不再有頭髮東翹西翹的現象。根據這現象的說法是否正確，以及其原理應為下列何者？
- (A)錯誤，因為頭髮經過吹風機吹過後一定會往上翹這是不變的現象
 (B)錯誤，因為只要手去把頭髮撥一撥，就會讓手指頭的質子跑入頭髮裡
 (C)正確，因為吹風機會釋放出帶負電的離子而中和帶正電的頭髮
 (D)正確，因為吹風機會釋放出帶正電的離子而中和帶負電的頭髮



《3. 頭髮經過塑膠梳子摩擦後會帶正電，而負離子吹風機會釋放出大量的負離子而中和帶正電的頭髮，使頭髮保持電中性後，就不會亂翹。》



第五章

我們身邊的大地





5-1 地球上的水



重點整理

1. 水的分布與循環

- (1) 地球表面約有 71% 的面積被海洋所覆蓋，而地球上的水約有 97% 儲存於海洋中，冰雪和冰川約占 2%。
- (2) 人類可直接利用的水資源不到 1%，大都儲存在 地下水、河水和湖泊。

2. 海水

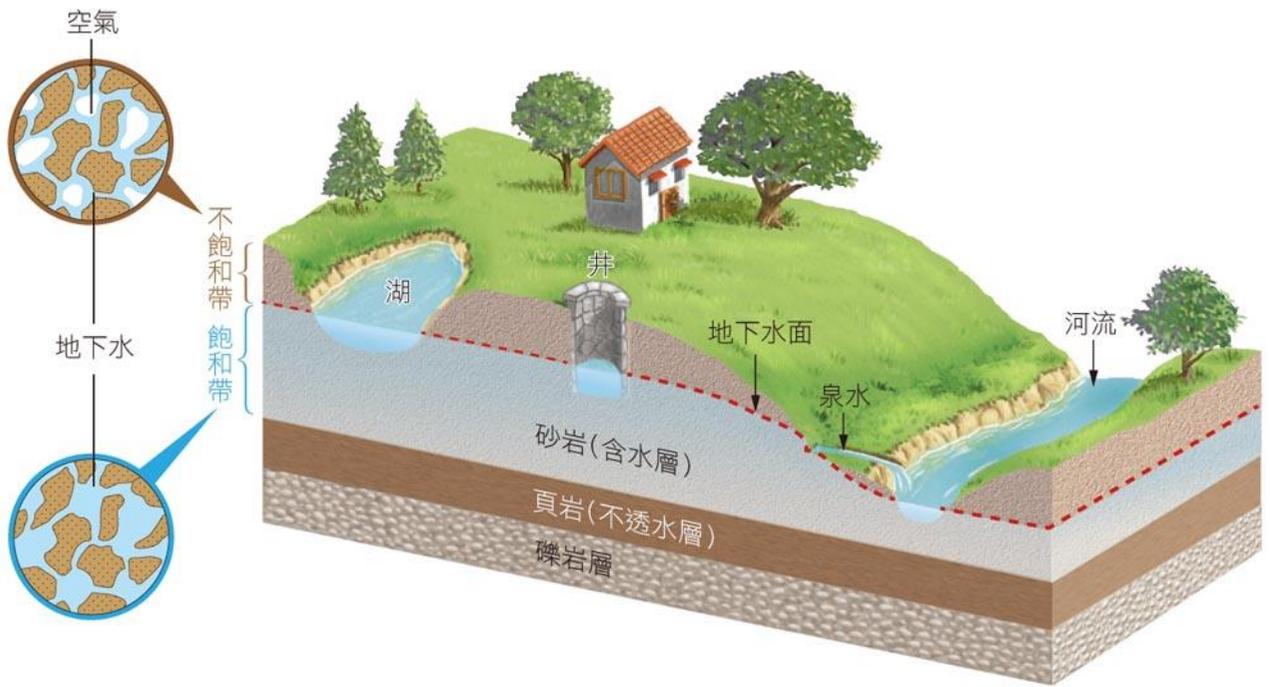
- (1) 海水成分：主要為水，其次為占約 3.5% 的各種鹽類，這些鹽類主要以氯化鈉（鹹 味）、氯化鎂（苦 味）為主。
- (2) 海水中鹽類所占比例，會隨著各海域的 蒸發 量與 降水 量的變化而不同。
- (3) 海水淡化：將海水中的鹽類去除，使其適合飲用，常用的方法是 蒸餾 法，把海水加熱，水的沸點較低，蒸發成水蒸氣，然後冷卻變成液態水，例如：澎湖、金門及馬祖等。

3. 冰川

- (1) 地點：在 高山 或高緯度地區，例如：南極、北極。
- (2) 成因：低溫、長年積雪形成堅厚的冰層再受 地球重力 作用，冰雪會往低處緩慢流動，形成 冰川。
- (3) 功能：補充 河水、地下水 的重要來源。
- (4) 分布：主要是 南極 地區，其次是位於北極圈的 格陵蘭島。

4. 地下水

- (1) 來源：雨水。
- (2) 位置：存在於岩層中。
- (3) 形成原因：雨水滲入岩石或土壤的孔隙中，當遇到緻密的 不透水層 時，即停止下滲，並逐漸往上累積，成為地下水。



地下水示意圖

(4) 名詞解釋：

- ① 飽和帶：岩層孔隙被地下水填滿的部分。
- ② 不飽和帶：飽和帶以上的岩層。
- ③ 地下水面：飽和帶與不飽和帶二者中間的界面。

(5) 地下水面會隨地形起伏而有變化，鑿井取水時，鑽到的井水面即是地下水面。

(6) 地下水面的高度也會隨季節變化。

- ① 雨季時，水量豐沛，地下水面上升。
- ② 旱季時地下水面會下降。
- ③ 地勢較高的地區，通常地下水面較高。

(7) 地層下陷：

- ① 成因：地下水流動緩慢，如果大量抽取地下水，岩層中的孔隙因失去水分，且來不及補充而被壓縮，可能造成地層下陷。例如：屏東縣佳冬鄉、嘉義縣東石鄉。
- ② 影響：
 - 雨季時容易積水不易退。
 - 沿海地區可能出現海水倒灌。
 - 地下井水變鹹而不能飲用。

5. 臺灣的水資源

(1) 來源：雨水所形成的地面水（河川、湖泊）和地下水。

(2) 現況：

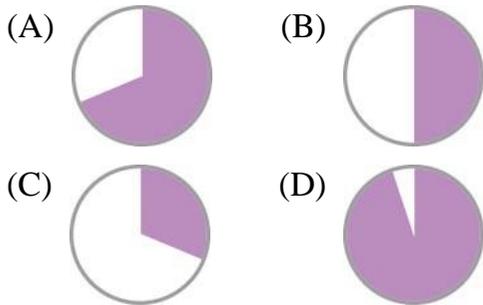
- ① 保存不易：
 - Ⓐ 地勢陡峭，河水快速流至大海。
 - Ⓑ 各地區和季節的降雨量分布不均，造成嚴重的缺水問題。

- ② 開源：研發利用海水的方法應是解決水源不足的辦法之一。
- ③ 節流：節約用水，致力維護河川、地下水的水質。



智慧演練

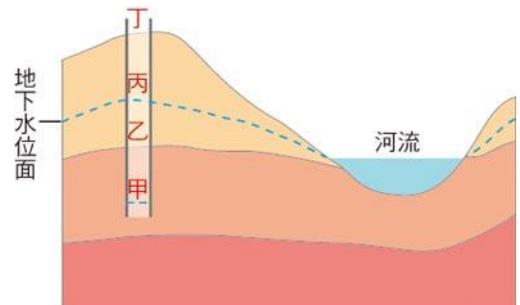
(A) 1. 地表上的水占了約 71%，芳慈想用圓餅圖來呈現地球上的水域與陸地的關係，若以紫色區域代表水域，白色區域代表陸地，則何者正確的表示出地球表面水域與陸地的面積比例？ 《1. 地表 71% 為水。》



(A) 2. 嘉義縣東石鄉在連日降大雨之後，較易發生積水不退的主要原因為下列何者？

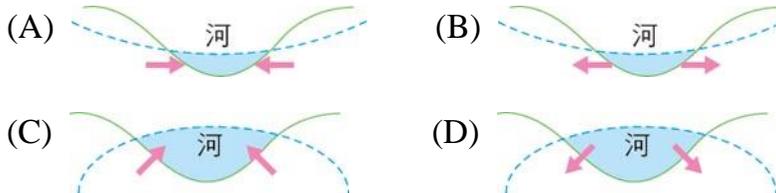
- (A) 因超抽地下水造成地層下陷
- (B) 因土壤大量流失造成地下土壤液化而形成下陷
- (C) 因超限建築造成地層荷重沉陷
- (D) 當地居民都養殖生蚵，降雨時水不易滲入地下

(C) 3. 右圖為地層剖面示意圖，圖中的岩層皆具有透水性，虛線為地下水位面。若欲鑿一口自流井，則井水面將位於井中何處？



- (A) 甲
- (B) 乙
- (C) 丙
- (D) 丁

(A) 4. 旱季時，地下水與河水可相互調節，以下選項中的示意圖，何者可表示出兩者相互間之補注關係？（虛線為地下水面，箭頭符號為水流方向）





5-2 岩石與礦物



重點整理

1. 礦物的性質

(1) 意義：天然產出的無機元素或化合物。

(2) 特性：

- ① 天然 產出。
- ② 均勻的 固 態物質。
- ③ 有一定的結晶形狀、化學 組成。

(3) 質量：

類型	物理方法	化學方法
說明	不同的礦物，大多有不同的顏色，可利用顏色來做鑑定	有些礦物含有特定的化學成分，例如：方解石的化學成分為 <u>碳酸鈣</u> ，與稀鹽酸反應會產生 <u>二氧化碳</u> 氣泡。
圖示	 <p>不同的礦物大多有不同的顏色</p>	 <p>方解石與稀鹽酸反應會產生氣泡</p>



延伸閱讀

- 結晶形狀：礦物有一定的結晶形狀，即由幾個平滑的晶面圍成的幾何形體。



(4) 常見的礦物。

- ① 長石：地殼中含量最多，火成岩中最常見的礦物，易風化成黏土，製造陶瓷的主要原料。
- ② 石英：
 - 地殼中含量第二。
 - 是製造玻璃的主要原料，有良好結晶外形且透明者稱為水晶。
- ③ 雲母：薄片構造，白雲母的隔熱效果很好，常被拿來作隔熱材料。
- ④ 方解石：主要是由於地下水將岩層中生物的遺體溶解再結晶而成的，主要的成分為碳酸鈣，顏色通常為白色，可用鹽酸辨識。

2. 常見的岩石

(1) 定義：岩石是由一種或多種礦物組成的。

(2) 種類：依岩石形成過程不同，分成火成岩、沉積岩及變質岩三大類。

類型	火成岩	沉積岩	變質岩
說明	<p>岩漿冷卻凝結形成的岩石。</p> <p>① 岩漿噴到<u>地表</u>沒有足夠的時間結晶，而形成晶體顆粒較<u>小</u>的岩石。例如：玄武岩、安山岩。</p> <p>② 岩漿在<u>地表下</u>有足夠的時間結晶，而形成結晶顆粒較<u>大</u>的岩石。例如：花崗岩。</p>	<p>岩石受到<u>風化</u>、<u>侵蝕</u>之後，被河水<u>搬運</u>而堆積於河床、湖底或海濱等地，形成疏鬆的<u>沉積</u>物。</p> <p>① 地<u>表</u>岩石。</p> <p>② 經風化、侵蝕、搬運、沉積、膠結固化形成。</p>	<p>岩石經過高溫或高壓的作用，在未達熔融狀態下，岩石中礦物的<u>成分</u>或<u>排列</u>方式發生改變，會形成變質岩。</p> <p>① 地底下。</p> <p>② 經高溫、高壓變質形成。</p>
含量比較	固體地球中含量 <u>最多</u> 。	固體地球中含量 <u>最少</u> ，但地表分布 <u>最廣</u> 。	含量居中
代表岩石	安山岩、玄武岩、花崗岩。	<p>① 顆粒大小：<u>礫</u>岩 > <u>砂</u>岩 > <u>頁</u>岩。</p> <p>② 石灰岩：由<u>碳酸鈣</u>沉澱，或含鈣質的<u>生物遺骸</u>堆積在海洋中所形成。</p>	<p>① 由頁岩變質而成的<u>板</u>岩與<u>片</u>岩。</p> <p>② 由石灰岩變質而成的<u>大理</u>岩。</p>

<p>臺灣 分布 地區</p>	<p>① 安山岩：陽明山__ <u>大屯火山</u> 群。 ② 玄武岩： <u>澎湖</u> 。</p>	<p>① 砂岩和頁岩：西部 山區。 ② 石灰岩： <u>墾丁</u> 。</p>	<p>① 板岩與片岩： <u>中央山脈</u> 。</p>
<p>圖示</p>	 <p>玄武岩 安山岩 花岡岩</p>	 <p>礫岩 砂岩 頁岩 石灰岩 砂岩與化石</p>	 <p>板岩 片岩 大理岩</p>

3. 岩石、礦物與生活

- (1) 長石和黏土礦物可燒製成陶瓷用品
- (2) 剛玉和金剛石產量稀少且硬度大，加工後成為晶瑩剔透且色澤美麗的寶石。
- (3) 花岡岩質地堅硬且紋彩美觀，常用於建造建築物的地板和外牆。
- (4) 大理岩和石灰岩可作為製造 水泥 的原料。
- (5) 石英砂為製作 玻璃 的原料。
- (6) 板岩則常被原住民用來蓋成石板屋。



智慧演練

- (B) 1. 右圖是臺灣的五大山脈分布圖，已知臺灣地質活動頻繁，因此山脈承受高溫高壓的作用，哪個山脈比較容易發現變質岩？

(A)雪山山脈
(B)中央山脈以東
(C)玉山山脈
(D)阿里山山脈

《1. 變質岩主要分布於中央山脈，包括：板岩與片岩，以及花蓮太魯閣的大理岩。》



- (B) 2. 有關沉積岩的敘述，下列何者錯誤？

(A)沉積岩在臺灣分布最廣
(B)依照岩石離海水遠近，可分為礫岩、砂岩及頁岩
(C)沉積岩層中較易發現化石
(D)石灰岩多是由海中貝類等生物遺骸堆積而成

《2. 依照顆粒大小。》

- (C) 3. 段老師到臺北陽明山國家公園遊玩時看到一種有氣孔的灰色岩石，芳慈便問說：「自然課本說陽明山原是一座火山，那現在看到的岩石應是火成岩的一種」，這種岩石應為下列何者？

(A)頁岩 (B)泥岩
(C)安山岩 (D)石灰岩

《3. (A)~(D)中，只有安山岩屬於火成岩的一種。》

- (A) 4. 下列常見的沉積岩依沉積物顆粒大小，由大至小依序為何？

(A)礫岩 > 砂岩 > 頁岩
(B)礫岩 > 頁岩 > 砂岩
(C)頁岩 > 礫岩 > 砂岩
(D)砂岩 > 礫岩 > 頁岩

- (C) 5. 方解石和石英外觀極為相似，下列相關敘述何者正確？

比較項目	石英	方解石
(A)外形	平行四面體	六角柱
(B)顏色	透明無色	深灰色
(C)硬度	較大	較小
(D)滴稀鹽酸	起泡	不起泡

《5. 石英的結晶為六角柱狀、顏色白色略透明；方解石的結晶為平行四面體、顏色為白色略透明、滴入鹽酸產生二氧化碳氣體。》

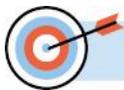
- (A) 6. 關於礦物的應用，下列何者敘述正確？

(A)由長石變成的黏土礦物，是燒製陶瓷的主要原料
(B)滑石可用來製造玻璃
(C)石英的硬度最大，是極佳的切割工具
(D)雲母是極佳的導電體，可用於電器的導電

《6. (B)石英砂；(C)鑽石；(D)隔熱材料。》



5-3 地表的地質作用



重點整理

1. 風化作用

(1) 意義：礦物、岩石等物質暴露在空氣中，歷經長久日晒、雨淋、冰凍或動植物的影響，導致岩石逐漸破裂、疏鬆，由大塊變成小塊，或分解形成新礦物，此過程稱為風化作用。

(2) 結果：岩石經過風化作用，最終會形成土壤。

(3) 形成因子

① 物理風化：

a. 水：

- 水是影響風化作用的主要因子。
- 岩石中的礦物，有的遇水會分解，並產生新礦物，例如：長石風化為黏土礦物。
- 在寒冷地區，溫度常在攝氏 0 °C 上下變化時，岩石縫隙中的水因熱脹冷縮而把裂隙撐大，長期作用後將造成岩石破裂崩解。

b. 植物

- 植物的根深入岩石裂隙中，也會將裂縫撐開，使岩石破裂，進而加速風化的進行，例如：因樹根生長而凸起的地磚。

② 化學風化：

a. 空氣：

- 岩石中含鐵的成分，容易與空氣中的氧氣結合，產生紅褐色的氧化鐵，使土壤或岩石變成紅褐色，例如：臺中市清水區的紅土景觀。

2. 侵蝕、搬運與沉積作用

(1) 侵蝕作用

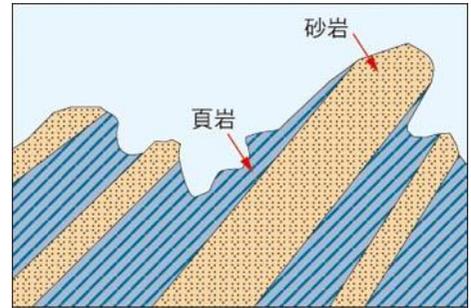
① 意義：水流動時，沖刷經過的岩層，使疏鬆物質脫離原來的岩層，進而改變地貌。

② 侵蝕力量：流水、冰川、波浪和風，其中流水是最主要的侵蝕力量。

③ 種類：

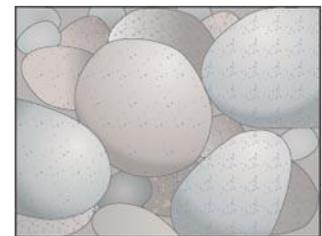
- 向源侵蝕：河流在源頭附近的山地，表層斜坡長期受到沖蝕，土石滑落，河道因此 加長。
- 向下侵蝕：上游地區坡陡流急，河水不斷向下侵蝕河床，使河道 加深，形成 V形谷。
- 側向侵蝕：中下游地區因支流匯入，水量增加，河水沖蝕兩側河岸，導致河道 加寬。

- ④ 差異侵蝕：不同種類的岩石堅硬程度相異。較鬆軟的 頁 岩容易受風化及侵蝕作用而 凹陷。較堅硬的 砂 岩抵抗風化及侵蝕的能力較強，所以相對 突出。



(2) 搬運作用

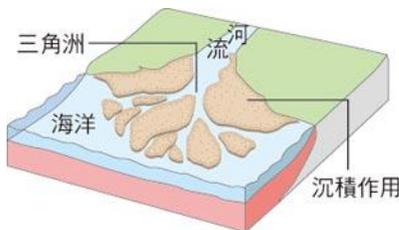
- ① 意義：鬆散的石塊和泥沙等物質被河水帶至下游，稱為搬運作用。
- ② 特性：受侵蝕而崩落的岩塊多呈不規則形狀，之後在被搬運的過程中，石塊不斷的碰撞滾磨，將原本尖銳的稜角磨平而成為 鵝卵石 石，常出現於河流 中下 游地區。



鵝卵石

(3) 沉積作用

- ① 意義：河流搬運石塊、泥沙等物質到地勢平緩的地區時，因流速減小、搬運力減弱而將所搬運的物質堆積下來，稱為沉積作用。
- ② 類型：
- 若沉積物在 山腳下或平原 沉積，即形成 沖積扇。
 - 若在河流 出海口 沉積，將形成 三角洲。



三角洲及沉積作用示意圖



沖積扇

3. 其它地質營力

(1) 冰川

- ① 冰川具有強大侵蝕力，其挾帶的沉積物大小不一，並將山谷侵蝕成 U形谷。
- ② 當冰川融化後，其所搬運的物質在當地 沉積 下來，淘選度最 差 呈現大小岩塊散亂分布的景象。

(2) 風

- ① 風的侵蝕作用：風夾帶的沙粒，可對岩石產生磨蝕作用，形成平坦的風蝕面與稜線，例如：東北季風長期侵蝕北海岸的風稜石。
- ② 風的搬運與沉積作用：恆春的風吹砂則是風的搬運與沉積作用形成。

(3) 波浪

- ① 侵蝕作用：波浪衝擊岸邊陸地，將海岸侵蝕出海蝕洞、海蝕門（又稱海拱）、海蝕崖與海蝕平臺等地形。
- ② 沉積和搬運作用：波浪或海流搬運泥沙到海岸附近沉積則會形成沙灘或沙洲。

4. 河道的平衡

(1) 河流發源於山區，進行侵蝕、搬運與沉積作用，逐漸改變地貌，大地因而出現曲流、河階與瀑布等不同的地景。

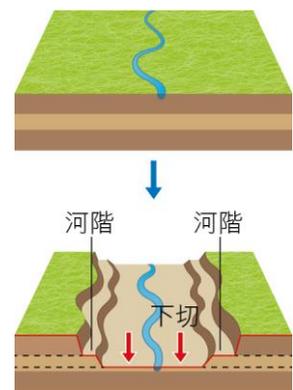
(2) 河階：在河水長期向下侵蝕與地殼抬升的作用下，原本的河床地區逐漸高出河水面，並在河岸旁形成一塊較平坦的階地。

(3) 河流流入水庫或海洋前，流速較快而以侵蝕作用為主，當流入水庫或海洋後，以沉積作用為主。

(4) 侵蝕與沉積作用的平衡：

- ① 流動的河水，將河道凸起部分削平。
- ② 侵蝕下來的泥沙搬運到凹陷的地方填補，原先凹、凸不平的河道，逐漸呈現平滑。

(5) 下游河床上挖掘砂石，會在短時間內破壞河道的平衡，河水侵蝕速度加快。使位於上游的橋梁橋墩裸露，危及橋梁安全。



河階的形成

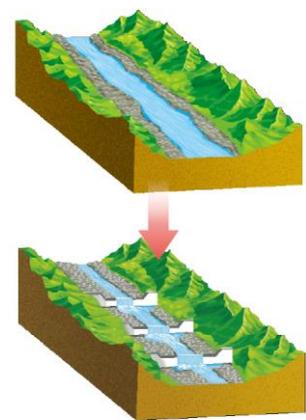
5. 海岸線的平衡

(1) 當河流搬運的泥砂多於波浪或海流帶走的泥砂，海岸線便往海的方向移動，形成海埔新生地。

(2) 當河流搬運的泥砂少於波浪或海流帶走的泥砂，海岸線便往陸地的方向退縮，原來在海岸邊的建築或防風林可能沒入海中。

(3) 當河流搬運的泥砂等於被波浪或海流帶走的泥砂，則海岸線近乎平衡不會改變。

(4) 興建了水庫、攔砂壩、河床上大量開採砂石，會破壞河道的平衡，也影響了海岸線。

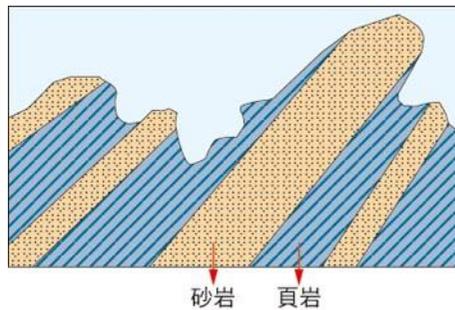


攔砂壩



智慧演練

- (B) 1. 右圖是某一山區的示意圖，圖中尖銳突出的山脊是砂岩層，低窪的山谷是頁岩層，形成此種現象主要是受到下列何種作用？



《1. 砂岩抗風化和侵蝕的能力較強，頁岩抗風化和侵蝕的能力較弱。》

- (A)搬運作用和沉積作用
(B)風化作用和侵蝕作用
(C)僅化學風化作用
(D)僅沉積作用

- (D) 2. 以下為描述某顆高山上的岩石成為岩石碎屑並經由河流到達平原的過程：

- (甲)岩石中的鐵與氧氣作用成為氧化鐵，使岩石逐漸破碎鬆動；
(乙)岩石在地震時掉落河谷，途中撞擊到其他岩石而碎裂；
(丙)岩石碎屑在河流中翻滾碰撞，逐漸磨去稜角；
(丁)岩石碎屑在河流進入平原後，流速減緩而逐漸堆積。

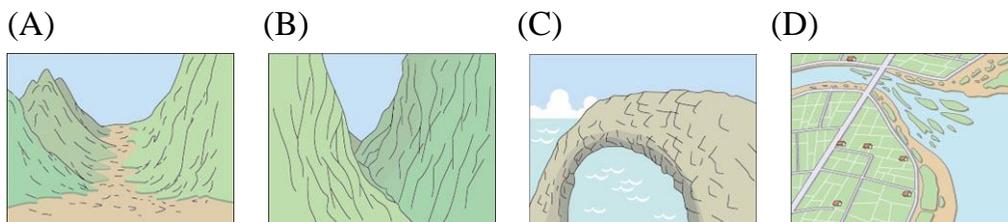
以上過程中，何者代表沉積作用？

《2. 甲為化學風化作用；乙、丙為侵蝕作用；丁為沉積作用。》

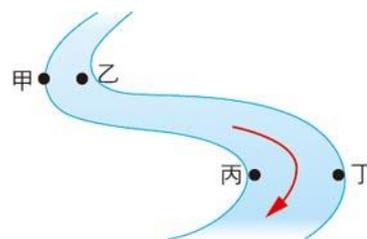
- (A)甲
(B)乙
(C)丙
(D)丁

《3. (A)為U形谷地，是由冰川所造成的；(B)為V形峽谷，是由上游河流所切割而成；(D)河口的砂洲為河流的沉積作用所致。》

- (C) 3. 海水透過波浪衝擊岸邊陸地，經年累月將海岸侵蝕出海蝕洞、海蝕門（又稱海拱）、海蝕崖與海蝕平臺等地形，下列何者屬於此種侵蝕現象？



- (C) 4. 右圖為一條河流的示意圖，圖中的箭頭為水流的流向。請問下列哪一側的沉積作用最為明顯？



- (A)甲側
(B)乙側
(C)丙側
(D)丁側

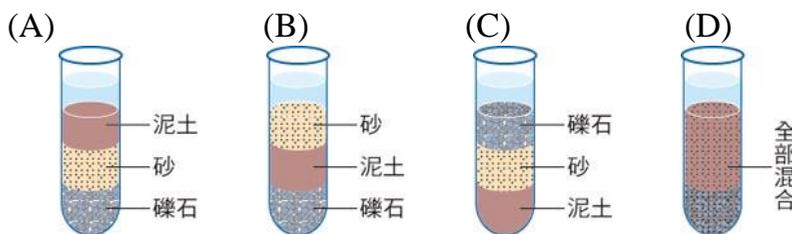
《4. 流速：甲乙段 > 丙丁段，並且侵蝕作用丁 > 丙時，丙的沉積作用就會較顯著。》

- (B) 5. 苗栗火焰山的紅土土壤中的鐵經過漫長的作用，會產生紅褐色的氧化鐵，這種現象是由上往下漸減，殘留土壤時間愈久，顏色愈鮮紅，而呈類似西遊記所描述西域紅色盆地吐魯番火焰山景致。由此可推知此地的何種地質作用十分旺盛？

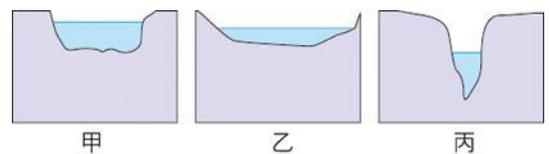
- (A)侵蝕作用
(B)化學風化作用
(C)沉積作用
(D)搬運作用

- (A) 6. 李其欲研究阿公店溪水的含砂量，便用大試管裝了一大杯上游的水帶回實驗室中，若將試管中的混濁水用筷子攪拌後，靜置一段時間後，最終呈現什麼結果？

《6. 顆粒較大的會在較下層。》



- (D) 7. 甲、乙、丙為同一條河流上不同地點的河道剖面圖，如右圖所示，請問從上游排列至下游應為何？



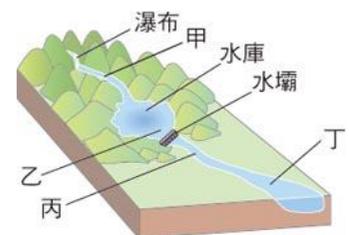
- (A)甲→乙→丙
(B)甲→丙→乙
(C)乙→丙→甲
(D)丙→甲→乙

《7. 上游的侵蝕作用比較強，故凹陷較深的為上游。》

- (A) 8. 流水攜帶泥砂的能力決定於下列何者？

- (A)水流的流速
(B)河流的寬度
(C)流水的溫度
(D)河流的長度

- (B) 9. 政府為解決各大水庫水已見底接近乾枯現象，邀請專家學者來商討對策，部分專家提議興建水庫來增加儲水量。右圖為一河流的立體示意圖，專家提議在河中建一水壩，則甲、乙、丙、丁四個地點，何處泥砂沉積量最大？

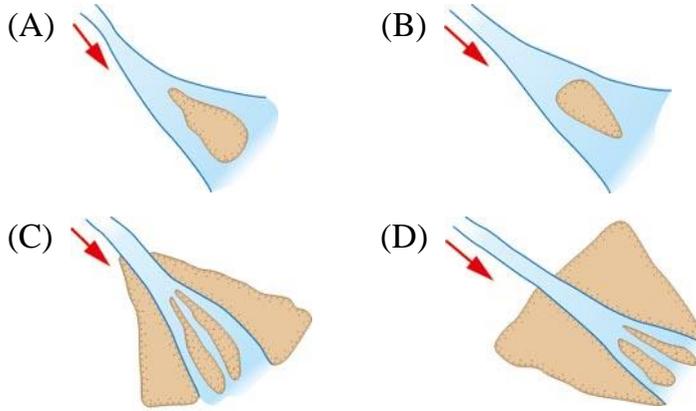


- (A)甲
(B)乙
(C)丙
(D)丁

- (C) 10. 下列有關河道平衡的敘述，何者錯誤？
 (A)自然狀況下，河道的平衡狀態不易在短時間內改變
 (B)自然和人為因素都會影響河道平衡
 (C)當河床達到河道平衡時，地形呈現崎嶇不平
 (D)在河段上濫採砂石，易影響河道平衡

《10. 呈現平坦。》

- (C) 11. 下列何圖是河流出海口形成三角洲的情形？



- (A) 12. 河流到了平坦的下游或出海口，河流之性質變為下列何者？
 (A)流速變慢，沉積作用更明顯
 (B)流速減慢，侵蝕作用更明顯
 (C)流速變快，沉積作用更明顯
 (D)流速變快，侵蝕作用更明顯

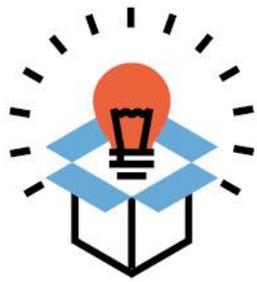
第 5 章 素養題組



小萬和小莉利用暑假期間到臺灣的離島旅遊，包括：北部的基隆嶼、龜山島；東部的綠島、蘭嶼；南部的琉球嶼；西部的澎湖群島；鄰近中國的金門與馬祖，試回答下列問題：



- (C) 1. 上圖中的臺灣各離島中，哪一個島嶼的形成是由珊瑚礁所構成？
 (A)基隆嶼 (B)綠島
 (C)琉球嶼 (D)金門
 《1. 琉球嶼由珊瑚礁構成，其餘各島嶼都是由火成岩構成。》
- (D) 2. 小萬和小莉兩人到一個離島上遊玩時，拍攝了最著名的玄武岩柱地標「池東大葉玄武岩」如右圖所示，此一著名地標是位於下列哪一個離島上？
 (A)綠島 (B)蘭嶼
 (C)基隆嶼 (D)澎湖
 《2. 澎湖為玄武岩，其他三島為安山岩。》
- (A) 3. 小萬和小莉到金門遊玩，兩人走訪了當地的九宮坑道，這是當時國軍在 823 砲戰中藏兵於地下，在大、小金門開挖讓運補小船能將補給品送到第一線時的停泊坑道，坑道中的礦物結晶顆粒較大且非常堅硬，當時是挖小洞後塞入炸藥炸開後一寸一寸的開鑿出來的。由文中可以得知此坑道中的主要岩石為下列何者？
 (A)花岡岩 (B)安山岩
 (C)玄武岩 (D)大理岩
 《3. 花岡岩的結晶顆粒較大。》



第六章

地球內部的變動與地史





6-1 地球構造與板塊運動



重點整理

1. 地殼、地函與地核

(1) 地球內部的結構：利用地震波在不同介質時波速不相同，推測地球內部構造。由外而內分別是地殼、地函與地核。

(2) 密度關係：地殼 < 地函 < 地核。

(3) 地殼：

① 主要組成為**岩石**，分為**大陸地殼**和**海洋地殼**。

② 大陸地殼：

- 地殼較厚，平均約 35 公里。
- 組成的岩石密度較**小**，以**花崗**岩為主。

③ 海洋地殼：

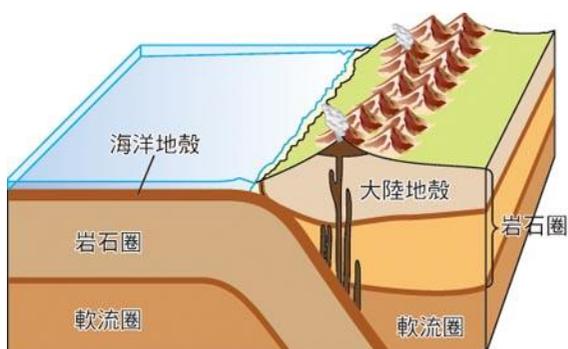
- 地殼較薄，平均約 7 公里。
- 組成的岩石密度較**大**，以**玄武**岩為主。

④ 地殼的化學成分：

- 地殼含量最多的元素：**氧**。
- 第二多的為**矽**，再次為**鋁**、**鐵**。

(4) 地函：約從地殼下部至 2900 公里。

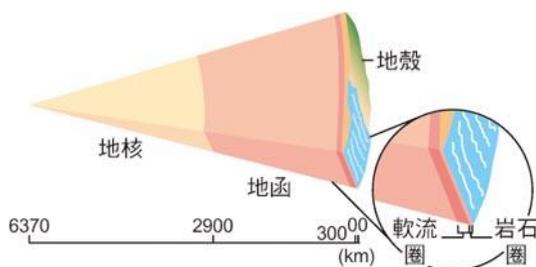
(5) 地核：分為內核與外核。自地函的下限至 5100 公里稱為外核，再由外核的下限至地球中心，稱為內核。



2. 岩石圈與軟流圈

(1) 岩石圈：

① 自地表算起至深度約 100 公里處，全由固態岩石組成。

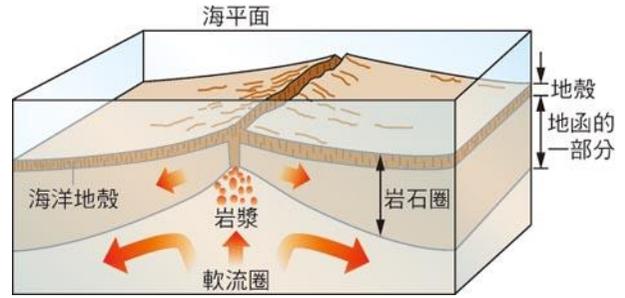


② 岩石圈包含地殼及**上部地函**一部分。

(2) 軟流圈：

- ① 岩石圈以下至深度約 300 公里處的岩石。
- ② 特徵：高溫熔化的岩漿和部分熔融狀態具 可塑 性的岩石，厚度約 250 公里。

- (3) 軟流圈因 熱對流 流動時，其上的岩石圈也跟著移動，但移動緩慢，每年最多移動數公分。



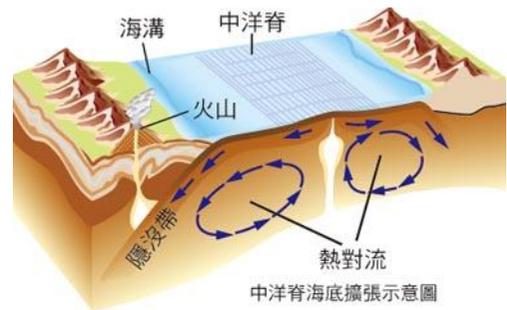
3. 板塊

- (1) 板塊構造學說指出岩石圈如破裂的蛋殼般，分成好幾個大小不等的區域，稱為 板塊。

- (2) 板塊移動動力來源為地函的 熱對流，使板塊在軟流圈上移動。

- (3) 每個板塊移動的方向與速率並不一致，造成板塊之間的 分離、推擠 或 錯動。

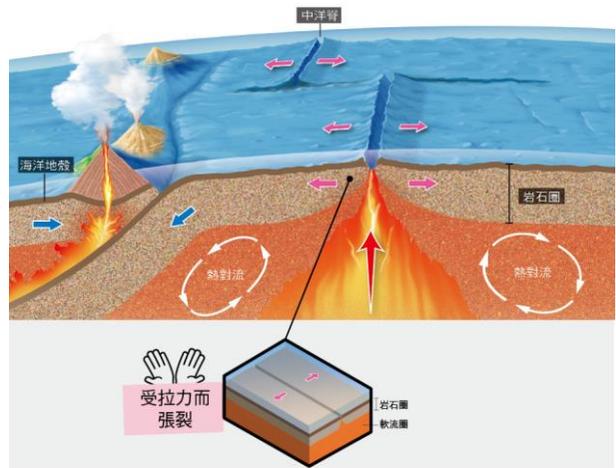
- (4) 從全球地震與火山分布圖可看出地震帶、火山分布與 板塊交界 帶幾乎一致。



4. 板塊邊界與力的作用類型

- (1) 互相分離的板塊邊界（張裂性板塊邊界）：

- ① 形成力量：受到 拉力 作用。
- ② 兩板塊受拉力作用而互相遠離，如海底的 中洋脊、陸地上的 裂谷 等。
- ③ 位置：位於地球內部熱對流 上升 的地方。
- ④ 地質特色：
 - 中洋脊的裂口湧出岩漿冷卻凝固成 玄武 岩，形成 新 的海洋地殼。
 - 離中洋脊愈遠，洋底岩石愈 古老。
 - 唯一在陸地上的中洋脊：冰島。

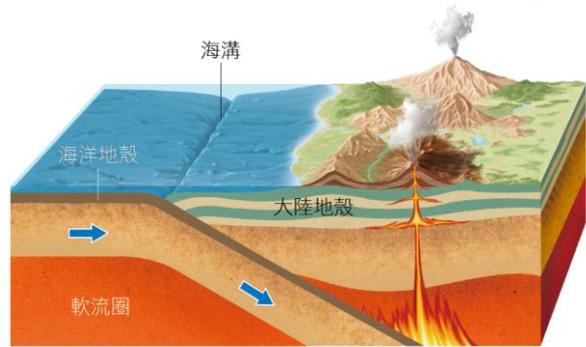


張裂性板塊邊界

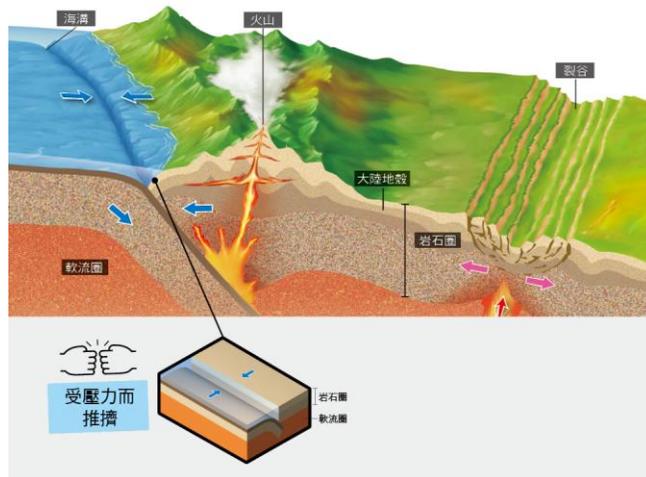
- (2) 互相擠壓的板塊邊界（聚合性板塊邊界）：

- ① 形成力量：推力。
- ② 指兩板塊間受推力作用而推擠靠近如褶皺、海溝、島弧等。
- ③ 位置：地球內部熱對流下降的地方。
- ④ 地質特色：

- 密度大的海洋地殼因為擠壓而沉降到另一板塊之下即為隱沒，並在交界處形成海溝。
- 隱沒到地函中的板塊，受到高溫與高壓影響，發生變質作用，形成變質岩。
- 若岩漿向上流動至地表噴發，冷卻並逐漸堆積，則形成以安山岩為主的火山。
- 造山運動：岩層受到強烈的擠壓作用，經過長期持續不斷的撓曲、隆起，即可能形成高大山脈，例如：歐亞塊與印澳板塊不斷推擠而抬升，形成喜馬拉雅山。



板塊隱沒示意圖



聚合性板塊邊界

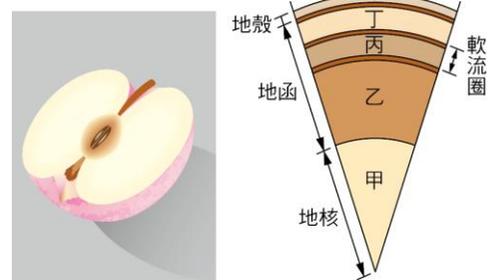
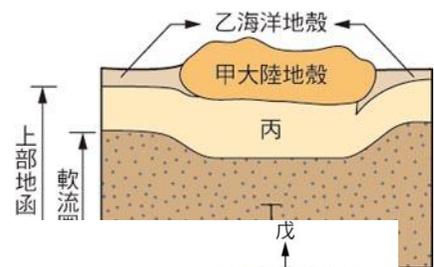
智慧演練

(A) 1. 右圖是地球內部靠近地表附近的分層示意圖，由圖形可以得知密度最小的應為下列何者？

- (A)甲
- (B)乙
- (C)丙
- (D)丁

〈1. 大陸地殼密度最小。〉

(B) 2. 右圖(一)為剖開一半的蘋果看起來美



圖(一)

圖(二)

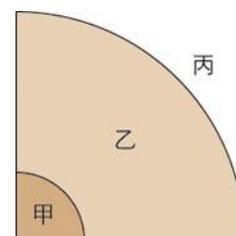
味多汁，其果肉即為我們食用的部分，若依照地球的分層構造，蘋果的果肉相當於右圖(二)中的何處？

- (A)甲乙丙丁戊
 (B)乙丙丁
 (C)丁戊
 (D)僅戊
- 《3. (A)大陸地殼平均厚度為 35 公里、海洋地殼平均厚度為 7 公里；(C)大陸地殼大都在地表、海洋地殼大都在海面下；(D)大陸地殼較老。》

(B) 3. 下表為有關大陸地殼與海洋地殼的比較，何者正確？

名稱 \ 選項	大陸地殼	海洋地殼
(A)平均厚度	0~35 km	7~35 km
(B)組成岩石	花岡岩質	玄武岩質
(C)岩石所處位置	都在深海	都在高山上
(D)平均年齡	較新	較老

(A) 4. 地球形成之初為熔融狀態，冷卻後依成分不同由內而外分為甲（地核）、乙（地函）、丙（地殼）三層，如右圖所示，根據浮力原理，有關此三層密度之比較，下列何者正確？



- (A)甲 > 乙 > 丙
 (B)丙 > 乙 > 甲
 (C)乙 > 甲 > 丙
 (D)丙 > 甲 > 乙

《4. 根據浮力原理，密度小的浮在密度大的物質之上。甲為鐵、鎳組成，密度最大。而丙為地殼，主要由花岡岩及玄武岩組成，密度最小。》

(D) 5. 現今的地球，何處主要是高溫熔化的岩漿和部分熔融狀態的岩石？

- (A)大陸地殼
 (B)海洋地殼
 (C)岩石圈
 (D)軟流圈

(D) 6. 地球內部呈層狀構造，這是根據下列何者得知？

- (A)鑿了很深的井
 (B)利用密度的改變
 (C)從隕石結構得知
 (D)利用地震波傳播的情形

(D) 7. 有關地殼、地函、地核的敘述，下列何者錯誤？

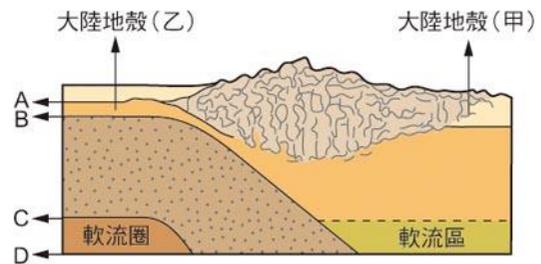
- (A)地核半徑約 3000 公里
- (B)地殼的密度最小，地核的密度最大
- (C)地球構造是利用地震波傳播而推論
- (D)大陸地殼的密度大於海洋地殼的密度

《7. 大陸地殼的密度小於海洋地殼的密度。》

(B) 8. 將某一地區的垂直剖面圖繪製如右圖，所謂的板塊是圖中的哪一個區域範圍？

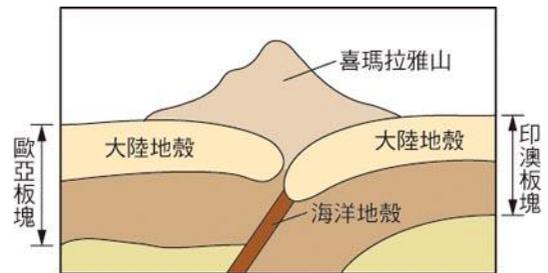
- (A) A~B 間
- (B) A~C 間
- (C) B~C 間
- (D) A~D 間

《8. 塊狀的岩石圈稱為板塊，軟流圈以上即為岩石圈，包括：地殼與少量上部地函。》



(B) 9. 右圖是喜馬拉雅山形成的簡單示意圖，下列敘述何者錯誤？

- (A)此處為大陸地殼與大陸地殼相聚合
- (B)因板塊之間互相擠壓，此處岩層多裂谷
- (C)在喜馬拉雅山上也可能會找到海洋生物的化石
- (D)此處的火山作用為海洋地殼隱沒，後續形成安山岩

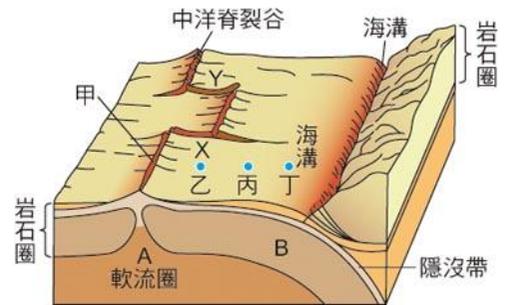


《9. 互相擠壓的板塊交界不會出現裂谷。》

(D) 10. 右圖為某處板塊構造之示意圖，圖中甲、乙、丙、丁四處地殼的形成時間最古老的為下列何者？

- (A)甲
- (B)乙
- (C)丙
- (D)丁

《10. 離中洋脊愈遠，代表形成時間愈古老。》



(C) 11. 下列哪一種地質或地質活動不會在互相擠壓的板塊處發生？

- (A)形成山脈
- (B)形成海溝
- (C)地球內部熱對流上升
- (D)地震活動頻繁



6-2 地殼變動

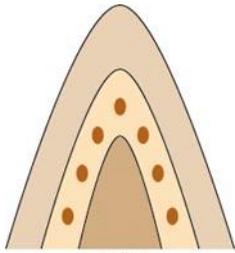
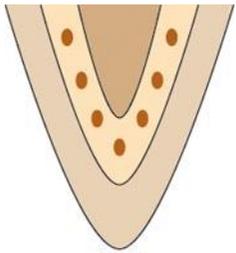


重點整理

1. 褶皺與斷層

(1) 褶皺：

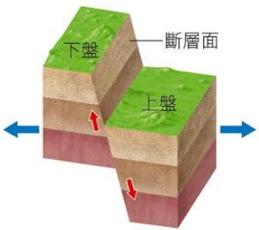
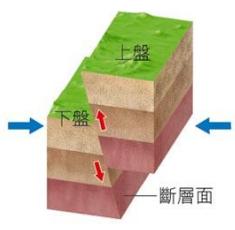
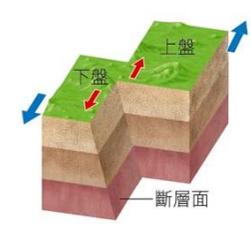
- ① 地點：位於地下深處的岩層。
- ② 因子：受到高溫、高壓影響。
- ③ 特性：地層受外力擠壓時，呈現波浪狀的彎曲，稱為褶皺。
- ④ 種類：

種類	背斜構造	向斜構造
說明	1. 岩層經褶皺後，岩層朝中心線 <u>向上</u> 隆起。 2. 中間地層較兩側地層 <u>老</u> 。	1. 岩層往中心線向下 <u>凹陷</u> 。 2. 中間地層較兩側地層 <u>新</u> 。
圖示	 背斜	 向斜

(2) 斷層

- ① 當岩層受力後斷裂，斷裂面稱為斷層。
- ② 斷層面上方的岩石稱為上盤，下方的岩石稱為下盤。
- ③ 類型：

	正斷層	逆斷層	平移斷層
所受作用力	<u>張力</u>	<u>推力</u>	<u>剪力</u>
說明	上盤相對於下盤，順著重力方向往 <u>下</u> 滑落。	上盤相對於下盤逆著重力方向往 <u>上</u> 推移。	上、下盤並未出現垂直方向的移動，而是沿 <u>水平</u> 方向移動。

	正斷層	逆斷層	平移斷層
圖示 → 作用力方向 → 岩層錯動方向			

2. 地震

(1) 當物體受力變形時，若受力超過其彈性限度，即會斷裂，同時釋放能量並產生波動，形成地震波。

(2) 大多出現在板塊交界帶。

(3) 名詞解釋：

① 震源：當地震發生時，地下岩層開始錯動處。

② 震央：從震源垂直往上投射到地面的位置。

③ 震源深度：震源與震央之間的距離。

④ 地震規模：

- 是以地震釋放的能量多寡計算而得。

- 無單位，數字有小數點，目前臺灣使用芮氏地震規模。

- 對於同一地震而言，釋出的能量固定，各地測得地震規模會相同。

- 地震災害情形須視震源深度、離震央距離

與人口稠密度而定。

⑤ 地震強度：

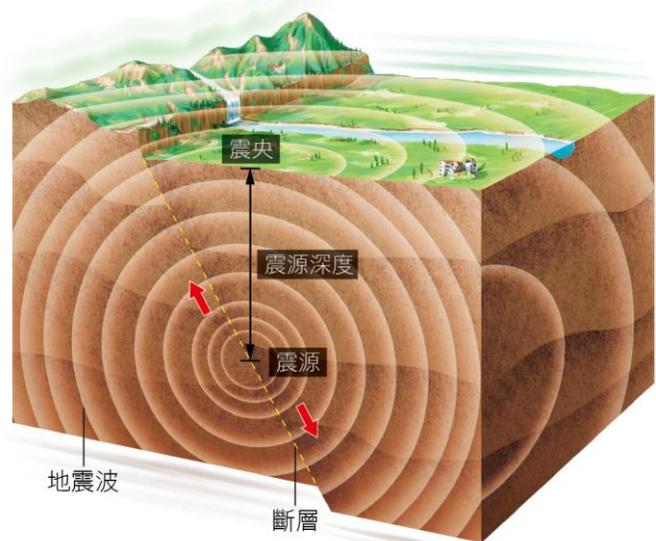
- 地震時，人們感受到震動的激烈程度，或物體所遭受的破壞程度，簡稱震度。

- 單位為級，沒有小數點。臺灣目前分為0~7級，其中5、6級皆再分為強、弱。

- 地震波在傳遞的過程中會

隨距離逐漸衰減能量大小，對於同一地震而言，各地感受的地震強度可能不同。

- 等震度圖：將各地地震強度標示在地圖上，相同強度的區域以相同顏色標示。



震央、震源位置示意圖



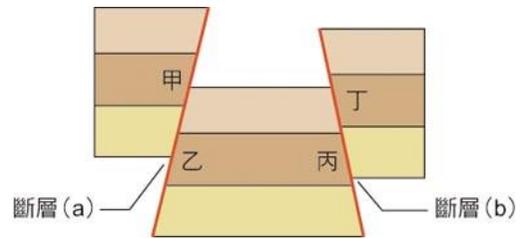
智慧演練

- (C) 1. 右圖為臺灣某次地震的等震帶圖，何者地震強度相同的？
- (A)南澳和臺北
(B)新竹和花蓮
(C)臺中和高雄
(D)全臺都相同



- (C) 2. 某地屬剖面在水平方向的中間地層較兩邊地層年輕，應屬於下列何者？
- (A)海溝
(B)正斷層
(C)向斜構造
(D)背斜構造

- (D) 3. 如右圖所示的結構，下列敘述何者正確？
- (A)斷層(a)為正斷層，斷層(b)為逆斷層
(B)斷層(a)為逆斷層，斷層(b)為正斷層
(C)斷層(a)、(b)皆為正斷層
(D)斷層(a)、(b)皆為逆斷層



- (B) 4. 「西元 2004 年 12 月 26 日，印尼蘇門達臘發生大地震，震央在印度洋孟加拉灣附近，芮氏規模 9.0 級，震源深度 30 公里，造成上萬人死亡」。關於上述報導中，哪個地震用語採用單位錯誤？
- (A)震央
(B)地震規模
(C)震源深度
(D)發生時間

《4. 地震規模沒有單位。》

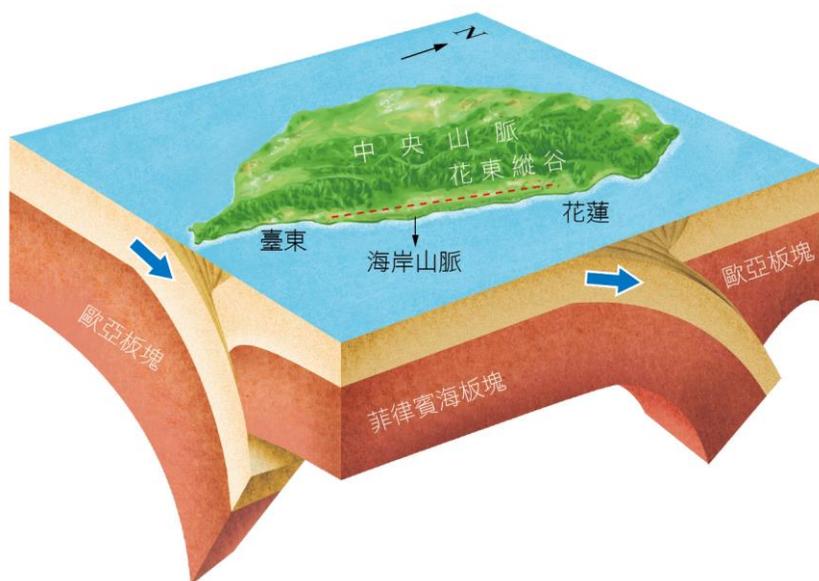


6-3 臺灣的板塊運動



重點整理

1. 地理位置：臺灣位處歐亞板塊與菲律賓海板塊的互相擠壓的板塊邊界。
2. 臺灣本島板塊簡介：
 - (1) 歐亞板塊：中央山脈及其以西地區。
 - (2) 菲律賓海板塊：
 - (3) 花東縱谷是兩大板塊的交界帶。臺灣島持續隆起，且宜蘭、花蓮及臺東一帶頻繁的地震。
 - ① 菲律賓海板塊仍持續每年移動 7~8 公分往西北方推擠歐亞板塊。
 - ② 菲律賓海板塊 隱沒入臺灣東北部外海。



臺灣地區板塊構造示意圖



智慧演練

- (B) 1. 對臺灣地質構造而言，下列描述何者錯誤？
- (A) 臺灣位在歐亞板塊和菲律賓海板塊交界處
 - (B) 臺灣以玉山山脈為界，以東屬菲律賓海板塊，以西屬歐亞板塊
 - (C) 中央山脈目前仍在緩慢長高之中
 - (D) 在墾丁國家公園可見珊瑚礁，是證明臺灣島上升的證據之一

《1. (B)臺灣的板塊交界在花東縱谷，以花東縱谷為界，以東屬菲律賓海板塊，以西屬歐亞板塊。》

- (C) 2. 臺灣位於兩板塊的交界處，如右圖所示，可以推論何處可能有海溝？

(A)高雄
(B)雲林
(C)臺東
(D)臺北

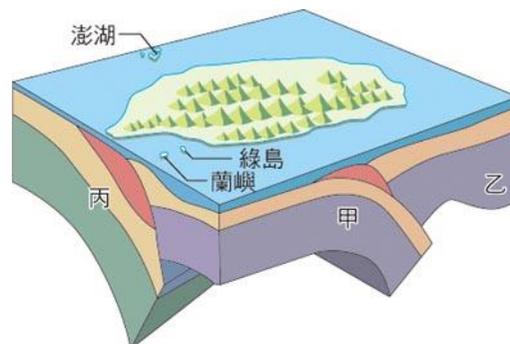
《2. (C)臺東位於板塊交界處。》



- (A) 3. 右圖是臺灣板塊構造示意圖，清文在連假時到綠島遊玩，除了水上活動外也親臨全世界三座海濱溫泉之一的海底溫泉，清文所去泡的溫泉位於圖中的哪一個板塊上？

(A)甲板塊
(B)乙板塊
(C)丙板塊
(D)乙板塊和丙板塊的交接處

《3. 綠島位於甲板塊上。》



- (A) 4. 陽明山的溫泉聲名遠播，寒流來時浸泡在暖呼呼的溫泉中是人生一大享受，由此可知陽明山溫泉是位於下列何種地形結構中？

(A)火山
(B)瀑布
(C)臺地
(D)峽谷

- (A) 5. 有關板塊運動造成臺灣地區的地質現象，下列敘述何者正確？

(A)有些岩石因板塊運動而變質，故臺灣東部有大理岩
(B)玉山山脈上，找不到貝類化石
(C)因互相分離的板塊運動，使臺灣常有地震發生
(D)臺灣和綠島兩處的距離未來會更遙遠

《5. (B)可能有貝類化石；(C)互相擠壓的板塊運動；(D)愈來愈接近。》



6-4 地球的歷史



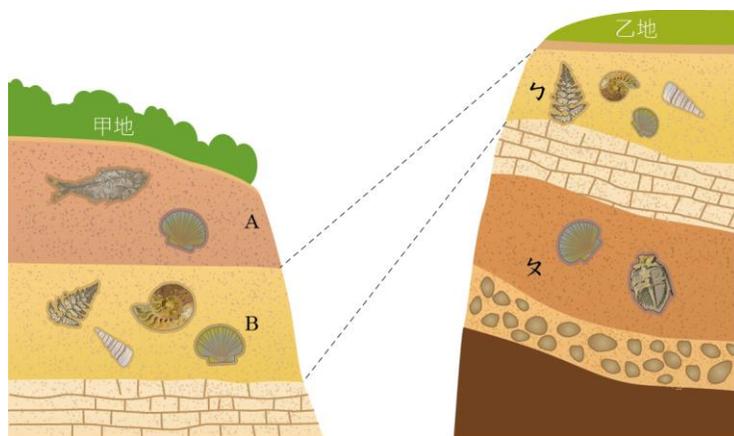
重點整理

1. 地層中的故事

- (1) 利用地球上發生過的事件，觀察與分析這些地質事件發生的先後順序。
- (2) 岩層形成：水平狀態的沉積岩，若沒有經過地殼翻轉，則愈下方的岩層，其形成的時間愈早。

2. 化石

- (1) 生物堅硬的部分若與沉積物一起堆埋，經長時間作用後，可能形成含化石的地層。
- (2) 知道某化石生存的時間，可以作為地層形成時代的指標。不同地區的地層中發現相同的化石群，可推斷兩地的該地層形成於相同年代。
- (3) 化石多保存於沉積岩中。
- (4) 實例：珊瑚適合生長在溫暖的淺海地區，如果某地層中發現大量珊瑚化石，則可推測該處曾經位於溫暖的淺海地區。



相隔 40 公里的甲、乙兩地，利用化石群做地層對比，得知甲地的 B 地層與乙地的 乙' 地層為相同年代形成

3. 地質年代

- (1) 地質年代表：將地球發生的變動與生物演化，要說明各種事件的演變，便將地球的歷史分成許多不同的階段。
- (2) 時期分類：前寒武紀 時代、古 生代、中 生代、新 生代。
- (3) 代表性化石：
 - ① 目前發現最古老的生物化石是約 35 億年前的藍綠菌。
 - ② 古生代：大多數的生物都生存在海洋，其中以三葉蟲 最具代表性。
 - ③ 中生代：陸地開始出現植物、兩生 類與爬蟲 類。
 - 海洋：菊石 為主。

- 陸地：始祖鳥、恐龍為主，哺乳類和鳥類已經出現，但種類和數量不多。

④ 新生代：猛獁象、人猿，人類遠祖的「巧人」，則大約生存於 200 萬年前。

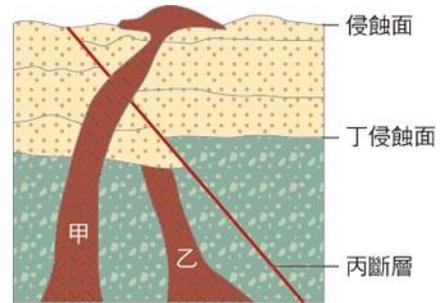


智慧演練

(B) 1. 右圖是某地的地層剖面圖，由圖示判斷，下列哪個地質事件可能最晚發生？

- (A) 丁侵蝕面形成
- (B) 甲岩脈入侵
- (C) 丙斷層產生
- (D) 乙岩脈生成

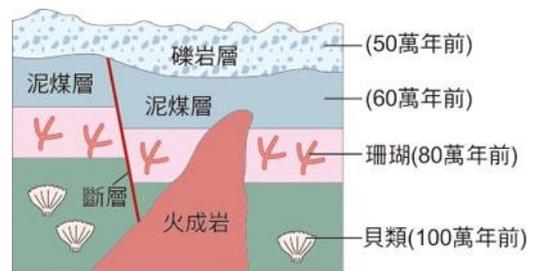
《1. (B)甲岩脈入侵未被其它地質事件影響。》



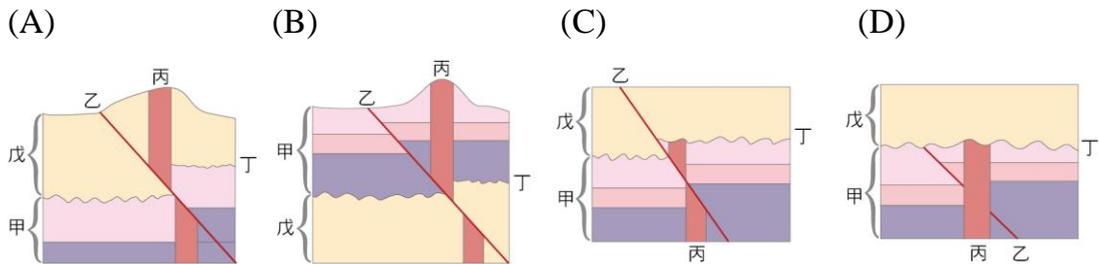
(D) 2. 右圖為某處之地層剖面圖，此地層較接近下列哪一年代的化石？

- (A) 前寒武紀
- (B) 古生代
- (C) 中生代
- (D) 新生代

《2. (D)貝類化石為 100 萬年前，表示此地層屬於新生代。》



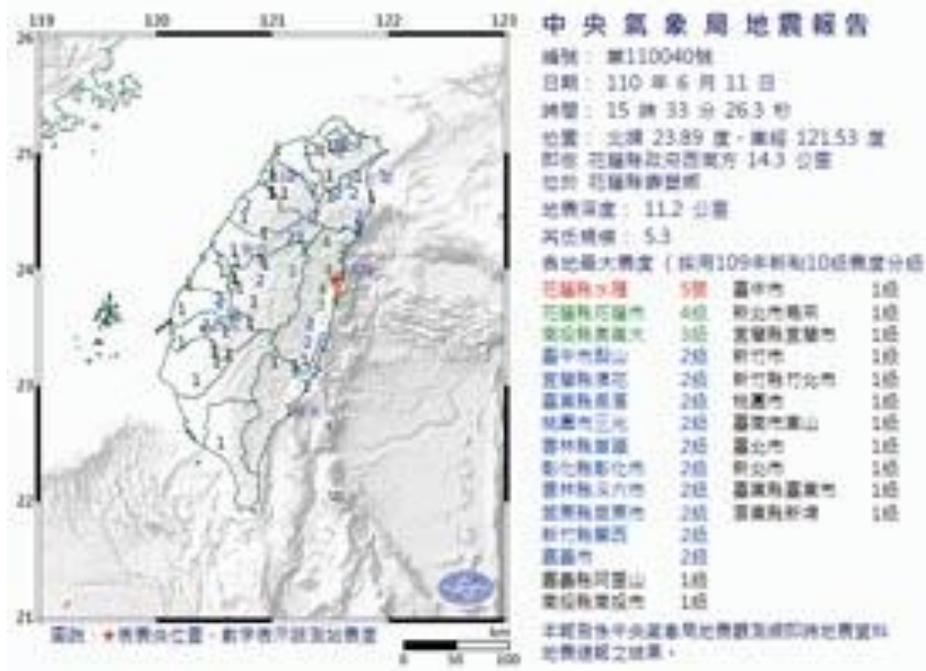
(B) 3. 某一地質事件的先後順序如下：岩層戊沉積→侵蝕作用造成侵蝕面丁→岩層甲沉積→岩脈丙侵入→斷層乙發生。下列哪一張圖形最能符合以上的描述？（已知地層未發生倒轉）



第 6 章 素養題組

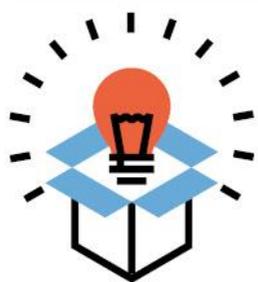


臺灣位在歐亞板塊與菲律賓海板塊的交界帶，根據中央氣象局統計指出，臺灣每年的地震次數超過 2 萬次以上。2021 年 06 月 11 日，臺灣在 15：33 時在短短三分鐘內發生了兩起地震規模超過 4 以上的有感地震，下圖是中央氣象局所公布的地震報告示意圖。試回答下列問題：



- (C) 1. 由圖可以得知，這次地震強度最大為多少？
- (A) 5.3
 (B) 4.9
 (C) 5 弱
 (D) 4 級
- (D) 2. 此次的震央是位於下列何處？
- (A) 花蓮縣水璉
 (B) 花蓮縣花蓮市
 (C) 11.2 公里深
 (D) 北緯 23.89 度、東經 121.53 度

《2. 11.2 公里深為震源。》



第七章

太空和地球





7-1 縱觀宇宙



重點整理

1. 太陽系

(1) 科學家推測太陽約在 50 億年前誕生，它是一顆能自行發光、發熱的 恆 星。主要成分為 氫氣 和 氦氣。

(2) 恆星

① 能自行發光、發熱的星體。

② 晴朗的夜晚，仰望天空，滿天的星星大多是 恆 星，大部分恆星位於 銀河 系，例如：北斗七星。夜晚天空中所看見的星星有些較黯淡，是因為距離地球太遠。

(3) 除了太陽之外，其它成員包含 行 星、矮行星、小行星、彗 星及其它小天體。

(4) 這些不能自行發光的星體，受 太陽 引力影響，以固定的軌道繞太陽運行，共同組成太陽系。（衛星以固定軌道繞行星運行，屬於行星系統）

(5) 八大行星：

① 離太陽由近到遠依序為水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。

② 類地行星：

• 成員：水星、金星、地球、火星。

• 主要成分：岩石 和金屬。

• 特性：體積小、質量小、密度 大。

③ 類木行星：

• 成員：木星、土星、天王星、海王星。

• 主要成分：氣體 和 冰。

• 特性：體積大、質量大、密度 小。

2. 宇宙的尺度

(1) 天文單位 (AU)

① 在太陽系範疇中的常用天文單位。

② 地球到太陽之間的平均距離為 1 AU。

(2) 光年：在太陽系之外，星體間的距離用光年為計量單位。

① 1 光年為光在真空中走 1 年的距離，約等於 10^{13} 公里。

- ② 太陽與最近的一顆恆星（比鄰星）相距約 4.2 光年，可做為指引方向的 北極 星則距地球約 400 光年。



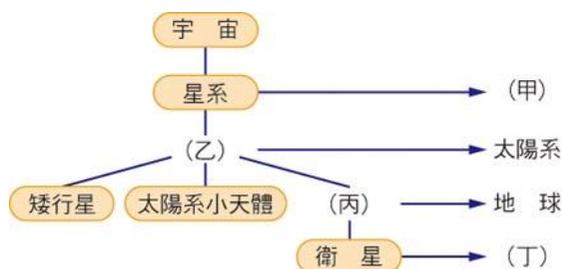
智慧演練

- (A) 1. 依據在宇宙中的地位大小，排列銀河系、太陽系、地球、月球的大小關係為何？
 (A)銀河系 > 太陽系 > 地球 > 月球
 (B)銀河系 < 太陽系 < 地球 < 月球
 (C)銀河系 > 地球 > 太陽系 > 月球
 (D)銀河系 > 太陽系 > 月球 > 地球
- (D) 2. 1 光年為光在真空中走一年的距離，北極星與距地球約 400 光年，相當於北極星所發出的光要經過多久才會來到地球？
 (A) 800 天文單位
 (B) 800 年
 (C) 400 光年
 (D) 400 年
- (D) 3. 太陽系中的八大行星分別隸屬於類地行星或類木行星，有關兩類行星的比較，何項正確？

《3. (D)地行星距日較近，類木行星距日較遠。》

選項	類木行星	類地行星
(A)組成	岩石、金屬	氣體、冰
(B)體積	較小	較大
(C)質量	較小	較大
(D)距日遠近	較遠	較近

- (A) 4. 右圖為宇宙的組織結構示意圖，有關圖中的組織結構系統的關係，下列敘述何者正確？



- (A)甲為銀河系
 (B)丁為流星
 (C)丙環繞丁運轉
 (D)丁不會環繞丙運轉
- (D) 5. 在夜空中看到會閃爍的星星，和下列何者是相同的？
 (A)哈雷彗星
 (B)金星
 (C)流星雨
 (D)太陽



7-2 晝夜與四季

重點整理

1. 晝夜更替

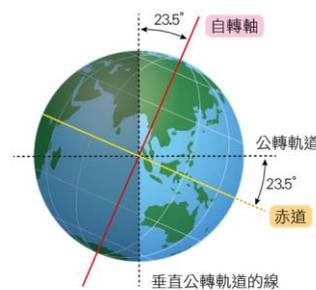
- (1) 形成主因：地球自轉。
- (2) 地球面向太陽的地區為晝，背向太陽的地區為夜。
- (3) 說明：
 - ① 由北極的高空向下俯視地球，地球隨著自轉軸，大約 24 小時以逆時鐘方向自轉一圈即為一天。
 - ② 地球自轉時，由赤道上方觀察，是由西向東自轉。
 - ③ 地球自轉造成日月星辰東升西落的現象。
- (4) 全球各地的日夜長短不一是因為地球自轉軸傾斜23.5度，陽光入射角度就會不相同。
- (5) 當太陽直射到的半球，晝長夜短，而被太陽斜射的半球，則晝短夜長。
- (6) 若地球的自轉軸不傾斜：
 - ① 太陽終年直射赤道。
 - ② 世界各地的晝夜長短都相同。



從北極的高空俯看



從赤道的高空俯看

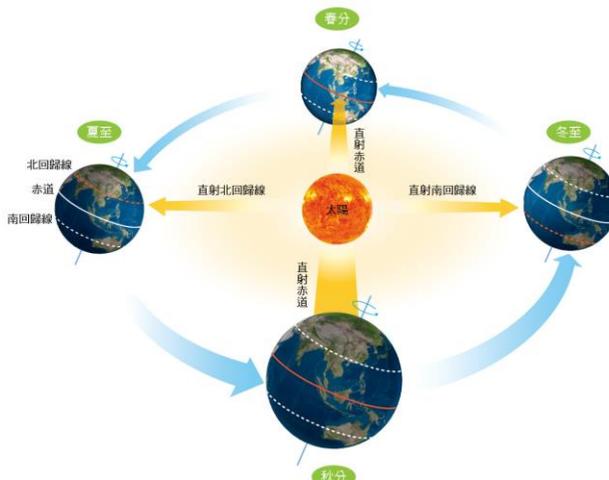


地球晝夜示意圖（右邊亮區代表白天，左邊暗區代表晚上）

2. 四季變化

(1) 地球公轉

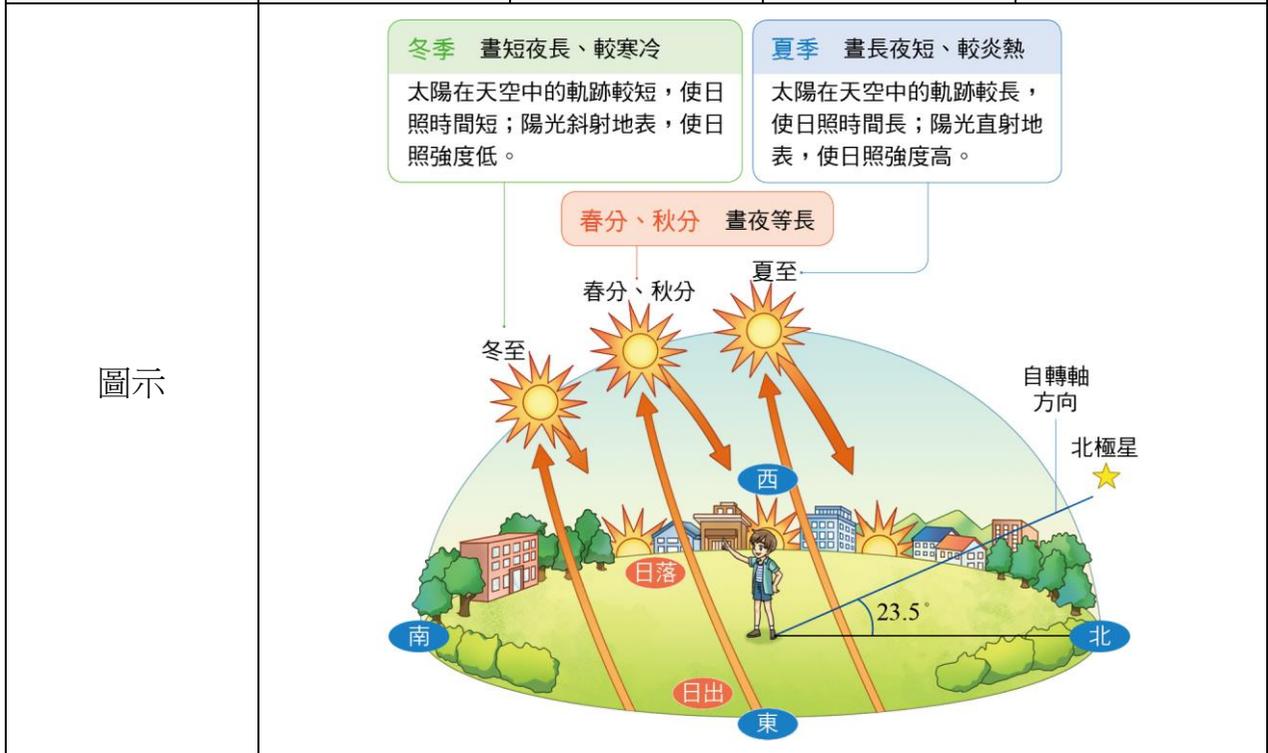
- ① 從北極俯看地球，地球以逆時鐘方向繞太陽公轉，繞一圈為一年。
- ② 一年中，太陽直射的位置不斷變化，造成各地的晝夜長短不斷改變，並形成四季變化。



地球的公轉示意圖

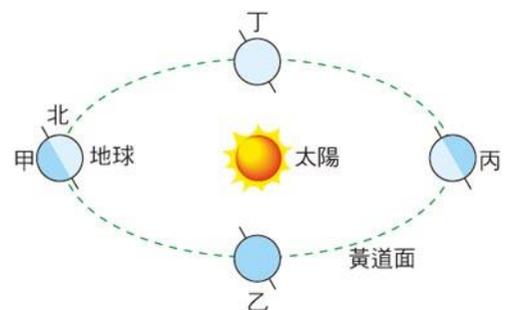
(2) 太陽的直射與斜射

	春分	夏至	秋分	冬至
國曆日期	3月22日	6月23日	9月22日	12月23日
太陽直射位置	赤道	<u>北回歸線</u>	赤道	<u>南回歸線</u>
日照時間	均等	最長	均等	最短
晝夜長度關係	晝 = 夜	晝 > 夜	晝 = 夜	晝 < 夜



智慧演練

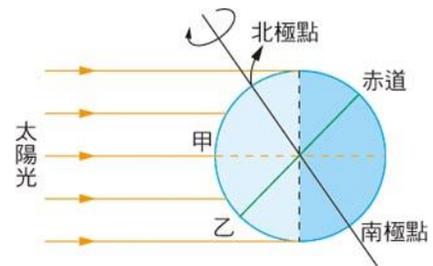
(C) 1. 右圖是地球公轉的示意圖，2021年帛琉和臺灣的旅遊泡泡讓許多期待出國的民眾，想利用暑假時到國外旅遊放鬆緊繃的心情，準備升國一的秉寓在小學畢業後，就先行搭上這旅遊泡泡參加浮潛和水上活動。他出團的日期應為圖中的哪一個位置？



- (A) 甲
- (B) 乙
- (C) 丙
- (D) 丁

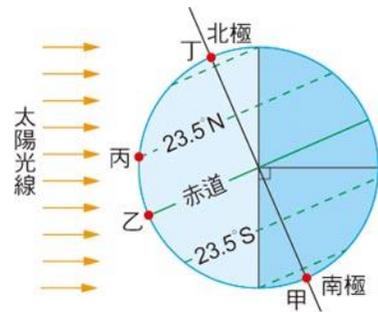
《1. 甲：冬至，乙：春分，丙：夏至，丁：秋分。》

- (A) 2. 右圖為一年中某日陽光照射地球的示意圖，由圖中所提供的資料判斷，下列哪一個位置當天的日照時數最長？



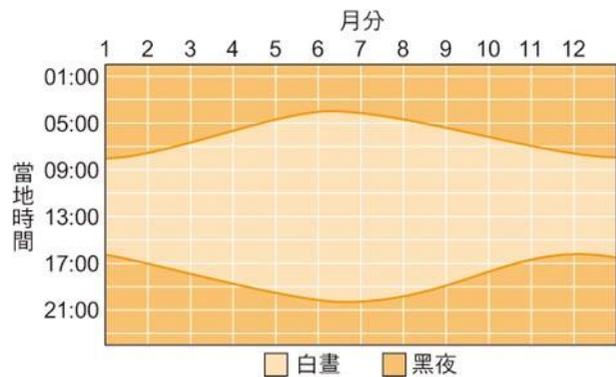
- (A)北極點
- (B)南極點
- (C)甲處
- (D)乙處

- (C) 3. 右圖是某一天陽光照射地表的情形，甲、乙、丙、丁是同一經度上的四個地點，此時太陽直射下列哪一個地點？



- (A)甲
- (B)乙
- (C)丙
- (D)丁

- (A) 4. 右圖是某地在一年中，白晝與黑夜在一天中所占的時間關係圖，淺色區域表示白晝的時間範圍，深色區域表示黑夜的時間範圍，兩條黑色曲線由上至下分別是日出與日落時間變化。根據圖中資訊判斷，下列敘述何者最不合理？



- (A)該地應該位在赤道以南的地區
- (B)5月是晝長夜短，11月是晝短夜長
- (C)不同月分的日出時間，最多相差約4個小時
- (D)不同月分的白晝長度，最多相差約8個小時

《4. (A)夏季(約5至8月分)晝長夜短與北半球區域相符，故該地應為在赤道以北。(B)5月的白晝時間約為15小時，為晝長夜短，而11月的白晝時間約為10小時，為晝短夜長；(C)日出時間最早約為4:00，最晚約為08:00，最多相差約4個小時；(D)白晝長度最長約16個小時，最短約8個小時，相差約8個小時》

- (A) 5. 有關晝夜長短的變化，下列何者正確？

- (A)北半球的夏季，北極圈形成永晝
- (B)北半球的冬季，各地皆晝夜等長
- (C)南半球的四季，南極圈形成永晝
- (D)南半球的冬季，各地皆晝長夜短

《5. (B)晝短夜長；(C)北半球夏季時，南半球是冬季，南極圈可能形成永夜；(D)夏季。》



7-3 月相、日食與月食



重點整理

1. 月球的盈虧現象

(1) 月相變化成因

- ① 月球將陽光反射至地球，人們才可以看見月球。
- ② 太陽、月球和地球三者之間的相對位置改變所造成。
- ③ 由太空中望向地球的北極，月球以逆時鐘方向繞地球公轉。

(2) 月相變化過程

- ① 月球由朔公轉至望，再度回到朔的位置，所需時間平均為29.5天。

② 月球位於 A 點：

- 太陽、月球在地球同一側，地球上無法看見月亮。
- 稱為新月或朔。
- 農曆初一。

③ 月球位於 B 點：

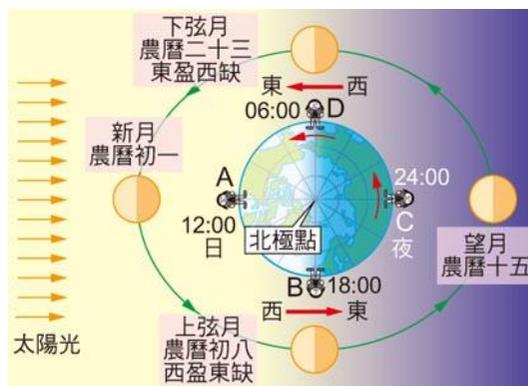
- 太陽、月球、地球呈現 90 度。
- 月球西邊發亮，稱為上弦月。
- 農曆初七。

(3) 月球位於 C 點：

- 太陽、月球在地球兩側，地球上可看見月球的完整亮面。
- 稱為滿月或望。
- 農曆十五。

(4) 月球位於 D 點：

- 太陽、月球、地球呈現 90 度。
- 月球東邊發亮，稱為下弦月。
- 農曆二十二。

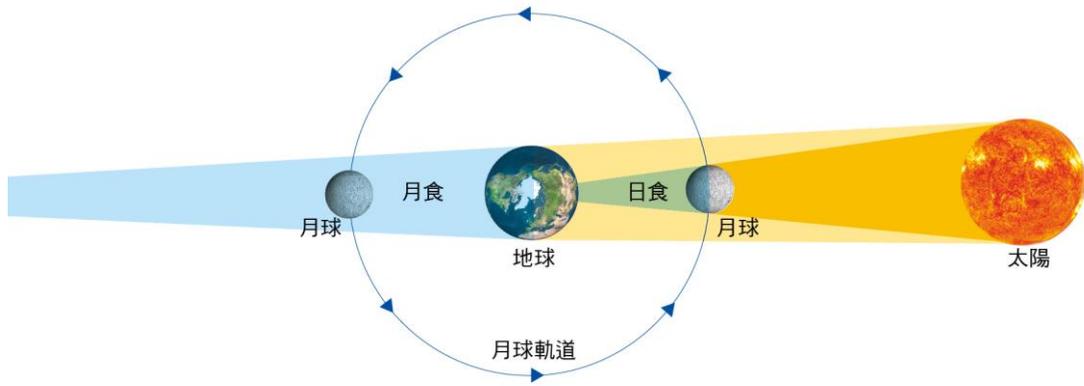


2. 日食

(1) 成因：地球、月球和太陽三者排列為一直線時，陽光被月球擋住。

(2) 發生日期：農曆初一、朔。

(3) 發生時間：白天。



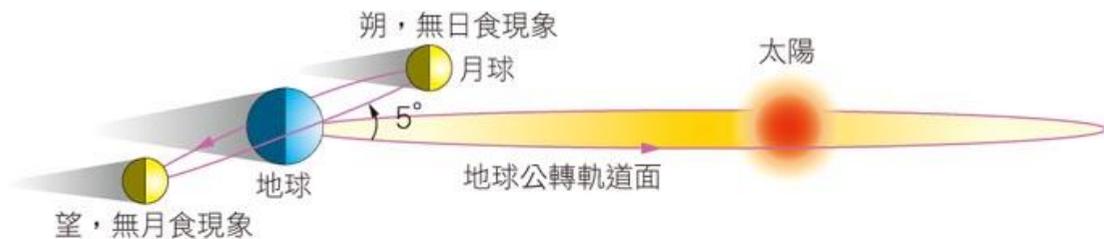
日食與月食示意圖（由北極上空往地球看）

3. 月食

- (1) 成因：地球、月球和太陽三者排列為 一直線 時，陽光被地球擋住，月球無法反射陽光。
- (2) 發生日期：農曆 十五、望。
- (3) 發生時間：夜晚。

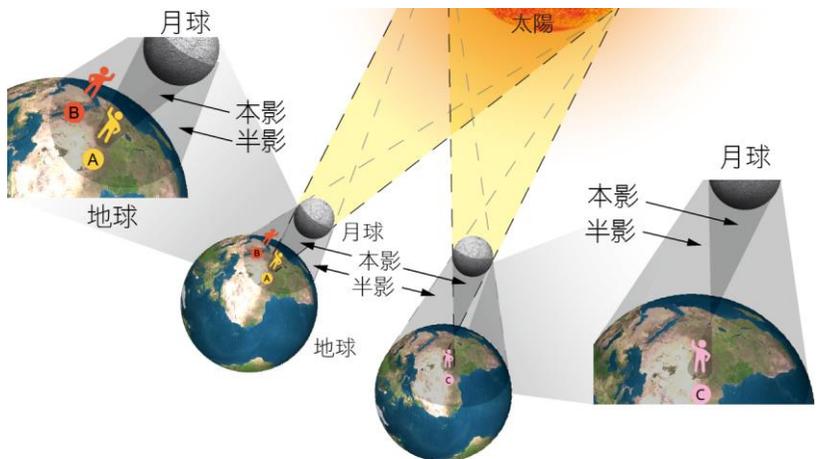
4. 日食與月食比較

- (1) 日食要發生必在朔，月食要發生必在望。
- (2) 因為地球公轉軌道與月球公轉軌道兩者約為 5° 夾角，所以日、月食不一定每個月都會發生。



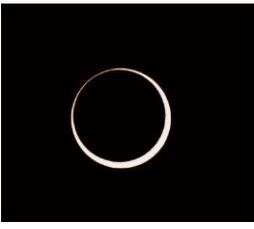
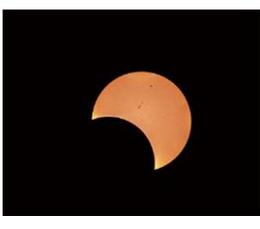
5. 本影與半影

- (1) 本影：太陽光 完全 被月球阻擋，在地球上投射出黑暗的區域。
- (2) 半影：太陽光 部分 被月球阻擋，而有微弱的光線到達本影周圍。
- (3) 在本影區或半影區所看到的食相不相同，若不在這兩個區域中，則人們不會看到食相。



日食本影與半影示意圖

6. 日食種類

項次	日全食 (上圖Ⓐ)	日環食 (上圖Ⓒ)	日偏食 (上圖Ⓑ)
說明	(1) 月球距離地球較 <u>近</u> 。 (2) 觀測者在月球的 <u>本</u> 影區 (3) 看到太陽全部被月球遮住。	(1) 月球距離地球較 <u>遠</u> 。 (2) 月球體積較太陽 <u>小</u> ，所以可看見太陽外圍的一圈光環。	(1) 觀測者在月球的 <u>半</u> 影區。 (2) 看到太陽的一部分被月球遮住。
圖示			

7. 月食種類

項次	月全食	月偏食
說明	(1) 月球全部都進入 <u>地</u> 球 <u>本</u> 影區。 (2) 月全食時，月球不是全黑看不見，而是變成 <u>古銅</u> 色。 (3) 陽光穿過地球大氣層時，發生 <u>折</u> 射，使偏紅色的光線照射到月球表面。	(1) 月球部分進入 <u>地</u> 球 <u>本</u> 影區。
圖示		



智慧演練

《1. 由圖中月相或農曆 16 日可知大約為滿月，所以為圖(三)中的 A 位置。》

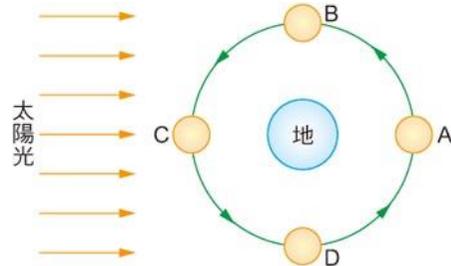
- (A) 1. 孝全在整理家中相簿時發現一張過去拍攝的月亮照片，如下圖(一)所示；照片背後有關於拍攝時間地點的紀錄，如下圖(二)所示，由此推論當時月亮所在的位置是下圖中的何處？



拍攝時間：99/05/29
(農曆 16 日)
凌晨 4:30
拍攝地點：自家頂樓

圖(一)

圖(二)



圖(三)

- (A) A (B) B (C) C (D) D

- (D) 2. 右圖為太陽、地球和月亮的位置關係圖，且月球在遠地點附近，則此時地面觀測者所見的天文奇觀實際上是何種天體的影子？

- (A)北極星 (B)太陽
(C)天狼星 (D)月球

《2. 日食時是月球在太陽和地球的中間。》



- (C) 3. 月全食時，為何月球表面呈現黯淡的古銅色？

- (A)月球本身會發出黯淡的古銅色，只有月全食時才看得到
(B)月球海面的反射
(C)太陽光穿過地球大氣，折射及散射到達月球表面
(D)月球表面凹凸不平，造成太陽光折射

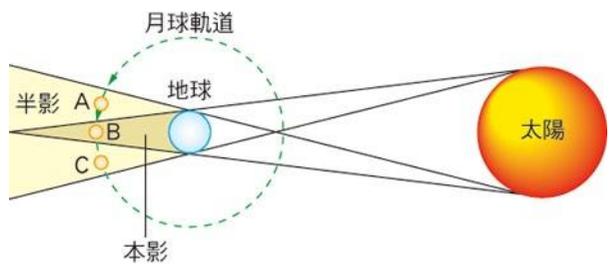
- (C) 4. 下列哪個節日的夜晚可能會發生月食現象？

- (A)除夕夜 (B)七夕情人節
(C)中秋節 (D)清明節

《4. 農曆 15 日才有可能發生月食。》

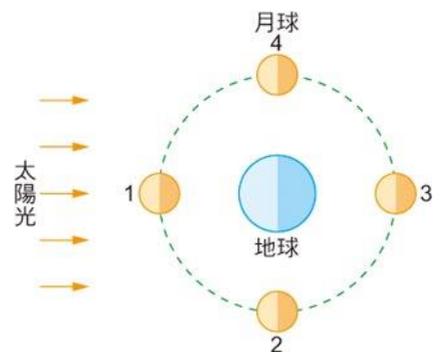
- (B) 5. 地球、月球與太陽的相對位置如右圖，當月球位於圖中哪一點時，在地球上可以看到月全食？

- (A) A (B) B
(C) A 或 C (D)上述三點都看不到月全食



- (C) 6. 試問月球在右圖 2→3→4 的移動過程中，月相變化應為何？

- (A)新月→上弦月→滿月
(B)下弦月→新月→上弦月
(C)上弦月→滿月→下弦月
(D)滿月→下弦月→新月





7-4 日月對地球的影響—潮汐現象



重點整理

1. 潮汐現象的成因

(1) 白天海水上漲，稱為「潮」；晚上海水上漲，稱為「汐」。

(2) 名詞解釋：

① 漲潮：海水上升的過程。

② 滿潮：海水漲到最高水位。

③ 退潮：海水下降的過程。

④ 乾潮：海水退到最低水位。

⑤ 潮差：滿潮與乾潮的水位差。

⑥ 潮間帶：漲潮時被海水淹沒、退潮時露出海面的區域。



2. 潮汐發生時間

(1) 成因：地球自轉使同一地區與月球、太陽的相對位置改變。

(2) 次數：每天約有兩次滿潮與兩次乾潮出現。

(3) 影響潮汐主因：

① 月球繞地球公轉，導致海水每天會延遲約50分鐘到達滿潮。

② 同一地點，每天滿潮和乾潮時刻不會相同。

③ 一次完整的漲、退潮所需的時間稱為潮汐週期。

④ 潮汐週期：平均時間約12 小時 25 分。

⑤ 每次漲潮或退潮時間約 6 小時 13 分。

(4) 潮差變化：

① 海水的潮汐變化主要受月球和太陽引力的影響。

② 每逢朔、望，日、地、月成一直線，在太陽引力和月球引力的影響下，潮差最大。

③ 在上弦月、下弦月時，日、地、月三者夾角呈垂直，月球和太陽的引力對海水的影響較小，潮差最小。

④ 月球距離地球較近，月球引力的影響比太陽引力大，故推算滿潮和乾潮的時刻，需以農曆日期為依據。



智慧演練

- (B) 1. 阿義去海邊玩，將當天的潮汐資料繪製如右的示意圖，並標示其距離及時間。從圖中可以得知，退潮共歷時多久？



- (A) 5 公尺
(B) 6 小時 25 分鐘
(C) 13 公尺
(D) 12 小時 25 分鐘

- (C) 2. 下列哪一天的海水潮差較小？

- (A) 大年初一
(B) 元宵節
(C) 七夕情人節
(D) 中秋節

《2. 初一或十五之潮差最大。》

- (A) 3. 下列有關潮汐的相關敘述，下列何者錯誤？

- (A) 潮汐週期一天中一定有 2 次
(B) 海水週期性的水位變化現象
(C) 海水受月球及太陽引力造成
(D) 水位最高點稱為滿潮，最低點稱為乾潮

- (D) 4. 李其全家要到臺南四草的紅樹林，觀察退潮時招潮蟹、彈塗魚等生物的活動情形。從報上得知當日潮汐預報，如下表所示，李其應選在下列哪一個時間到達比較適合？（以下時刻為 24 小時制）

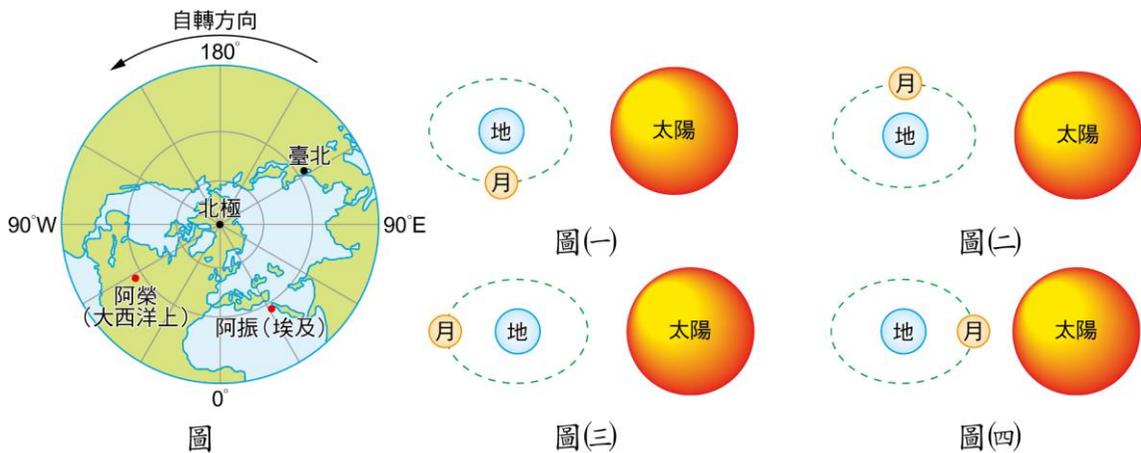
	第 1 次滿潮	第 1 次乾潮	第 2 次滿潮	第 2 次乾潮
時間	00 : 21	06 : 42	13 : 07	19 : 20

- (A) 01 : 00
(B) 10 : 00
(C) 13 : 00
(D) 16 : 00

第 7 章 素養題組



阿振與阿榮兩兄弟分別出國旅行，某日阿振在埃及旅行時走到了東經 31.5 度，北緯 25 度的某處，與臺北（東經 121.5 度，北緯 25 度）的經度正好相差 90 度；而同一時間的阿榮則位於大西洋上西經 58.5 度，北緯 25 度的某處，與臺北的經度正好相差 180 度，如下圖(A)所示，兩兄弟相約拍下當天月亮的照片。試回答下列問題：



- (C) 1. 上圖(一)~圖(四)是日、地、月的位置示意圖，若此時臺北當天所見的月相是滿月，則同一天內阿振與阿榮所在地的太陽、地球與月球的相對位置可能為下列何選項？
- (A)圖(一)
 (B)圖(二)
 (C)圖(三)
 (D)圖(四)
- 《1. 滿月表示地球位於月球與太陽之間。》
- (D) 2. 若阿振看到月亮剛升起時，拍照後立刻透過網路分享給阿榮，則此時阿榮所在地的月亮方位與運行狀態應為下列何者？
- (A)接近頭頂上方附近，月亮升起已久
 (B)位於東方地平面上，月亮也剛升起
 (C)位於西方地平面上，月亮正要落下
 (D)位於東方地平面下，月亮尚未升起
- 《2. 由於地球由西向東自轉，愈西方的地區，看到月亮從東方地平面上升起的时间會愈晚，而阿榮所在地位於阿振西方，故此時月亮應尚未升起。》