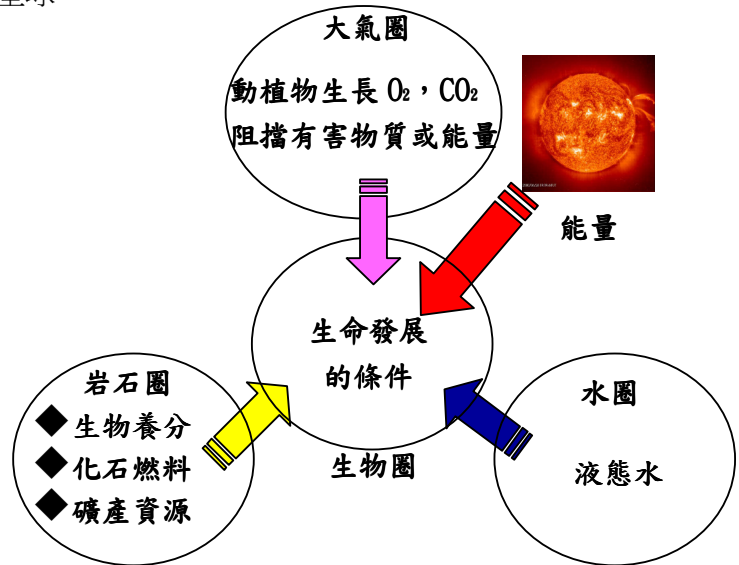
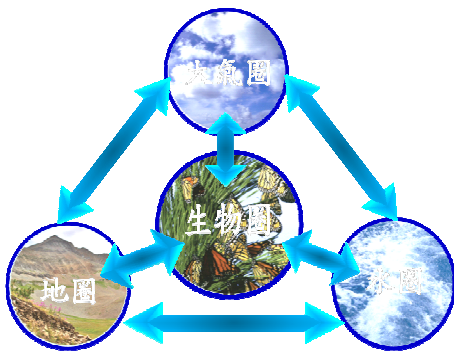


### 1-1 人與地球環境的綜覽

地球是現今人類所知唯一有生命繁衍的星球。

#### 一、地球適合生命發展的條件

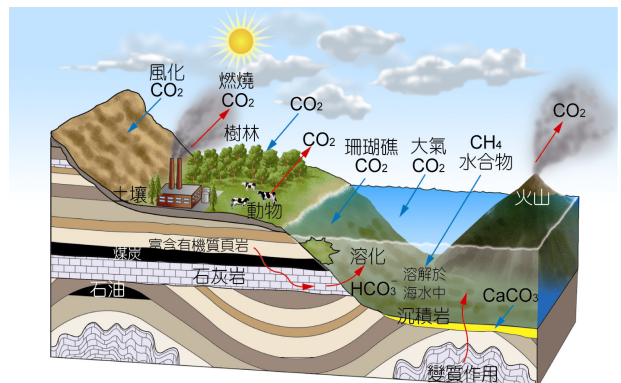
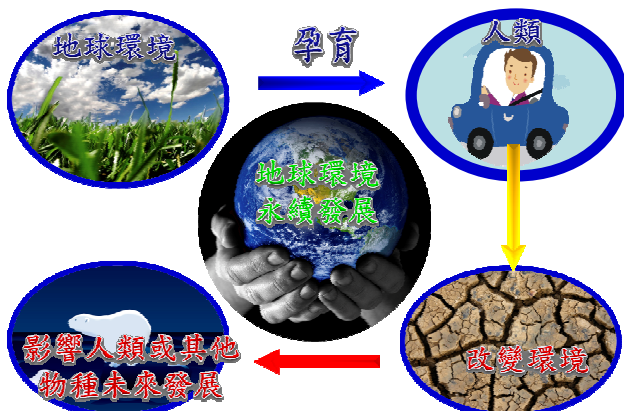


- (一) 四個系統間會相互影響，彼此間的關係密不可分，使地球的 物質 與 能量 循環不已。
- (二) 地球環境與生態系統，兩者互動需要時間的運作。
- (三) 如果地球環境 改變太快，生態系統無法適應，可能造成物種滅絕，而人類亦將受害。
- (四) 有些地球生物可在極端環境中生存，其生存條件與演化史仍是未解之謎。

例如：黑煙囪 是由深海熱泉噴發而形成，其中所含高量的硫化氫是對大多數生物有害的物質，但在黑煙囪附近卻有獨特的物種群集

#### 二、人與環境唇齒相依

- (一) 人類活動已對地球環境產生衝擊，也會危及人類與其他物種的發展與生存。
- (二) 過度開發利用會破壞土地的穩定性，使人類居住環境變得更脆弱。
- (三) 燃燒化石燃料換取電能，卻使大氣中 二氧化碳 含量遽增，溫室 效應隨之增強，這是目前人類所面臨最嚴峻的環境威脅。  
※碳循環的動態平衡關係著全球氣候的變遷
- (四) 人類在享受文明生活時，能夠正視如何降低對環境的衝擊維持地球環境的 永續發展，就是對人類永續生存發展的保障。



### 範例練習 1

- ( ) 1. 有關人與地球環境的敘述，下列何者正確？
- (A)地圈、水圈、大氣圈與生物圈，四個系統為獨立系統，均單獨運作  
(B)地球環境的改變，生態系統會立即反應，不會造成人類受害  
(C)地球生物可在極端環境中生存，其生存條件與演化史已真相大白  
(D)燃燒化石燃料會使溫室效應增強，這是目前人類所面臨最嚴峻的環境威脅。

解題要訣：(A)四個系統間會相互影響。(B)地球環境與生態系統，兩者互動需要時間的運作，如果環境改變太快，生態系統無法適應，人類亦將受害。(C)地球生物的生存條件與演化史仍是未解之謎。

### 【單元練習】

- ( B ) 1. 地球環境由於哪些層圈間的巧妙互動，使地球的物質與能量循環不已？請選出錯誤的選項。  
(A)地圈 (B)軟流圈 (C)大氣圈 (D)水圈。【解析】地球環境由於地圈、水圈、大氣圈和生物圈間的巧妙互動，使地球的物質與能量循環不已。
- ( C ) 2. 目前人類所面臨最嚴峻的環境威脅，是因燃燒化石燃料換取電能，但卻使大氣中二氧化碳的含量遽增，產生了何種現象所導致的結果？ (A)磁場效應增強 (B)碳酸鈣急速沉澱 (C)溫室效應增強 (D)人類呼吸困難。【解析】二氧化碳為溫室氣體，會使溫室效應增強。

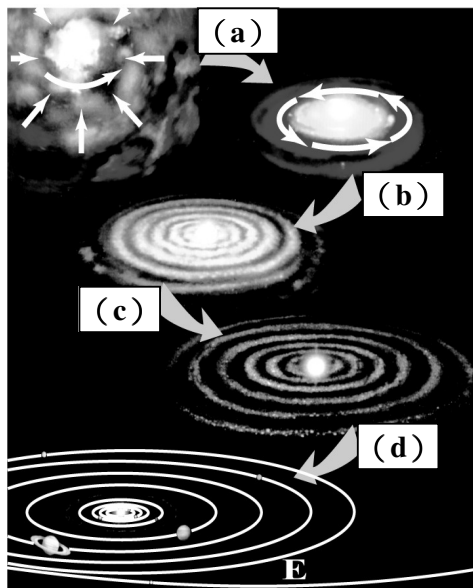
## 1-2 地球的起緣

藉由觀測現今宇宙中的各種現象，配合實驗模擬和理論推導，來探討地球的起源及演化過程。

### 一、太陽系的起源

(一) 太陽星雲學說：(目前最被接受的太陽系形成理論)

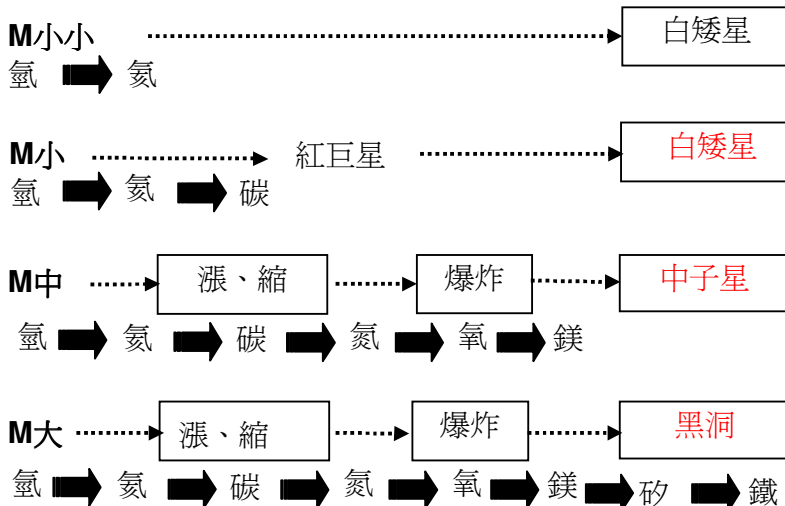
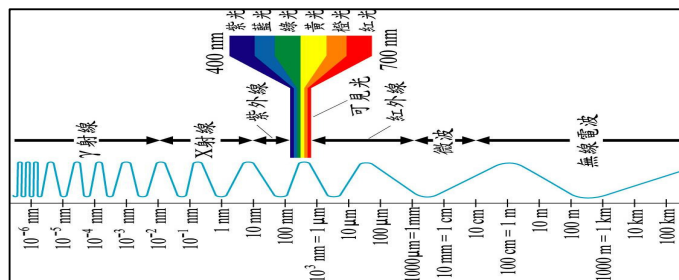
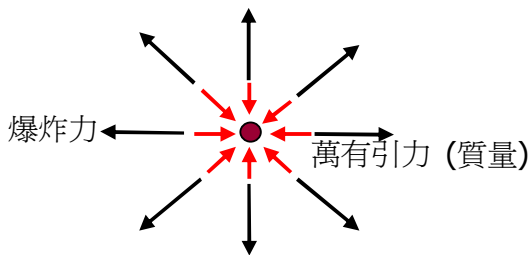
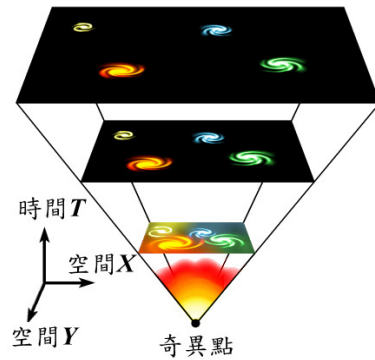
- (a) 星雲物質逐漸聚集收縮 (約 45~50 億年前)  
星雲由 氣體、塵埃 和 金屬 組成。
- (b) 萬有引力的收縮作用加上旋轉  
中心形成高溫、高密度的核心  
周圍物質則形成 扁平盤狀 構造。
- (c) 核心溫度因持續收縮而升高，  
當核心溫度達到 1000 萬度以上時，  
開始進行 核融合 反應， $4\text{}^1\text{H} \rightarrow \text{}^4\text{He}$   
向外熱膨脹的 壓力 = 向內吸引的 重力  
外圍物質則逐次碰撞合併形成 微行星 體。
- (d) 微行星再合併成行星 (吸積過程 )



外圍物質	組成	分布	形成的大行星
較輕的	氣體、冰	外圈	<u>類木</u> 行星：木星、土星、天王星、海王星
較重的	岩石、金屬	內圈	<u>類地</u> 行星：水星、金星、地球、火星

※大霹靂學說：宇宙是在 150~200 億年前，  
由一個體積極小、密度極大，  
且溫度極高的狀態開始爆炸膨脹之後，  
漸漸冷卻形成現今的宇宙。

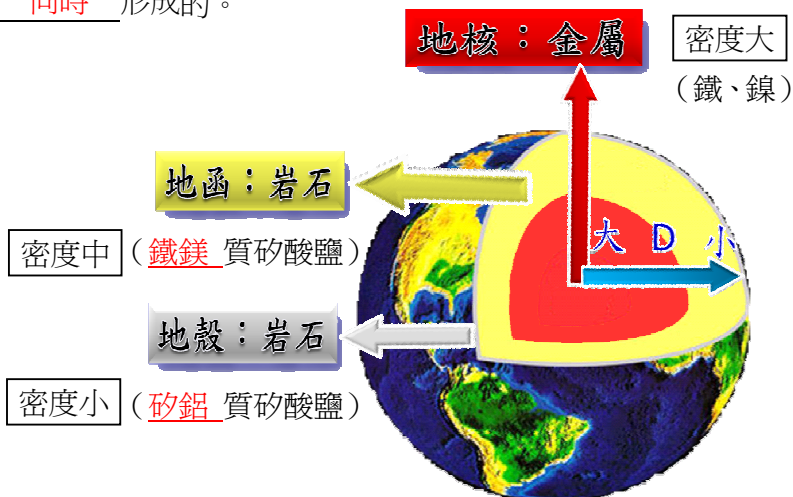
爆炸力 > 萬有引力 ➡ **膨脹式**  
 爆炸力 = 萬有引力 ➡ **臨界式**  
 爆炸力 < 萬有引力 ➡ **收縮式** 往復式



(二) 固體地球的起源

約 46 億年前，整個太陽系幾乎是 同時 形成的。

1. 微行星碰撞形成原始地球
2. 地球內部溫度高的原因：
  - (1) 微行星撞擊
  - (2) 質量增加地球內層壓縮
  - (3) 放射性 元素衰變
3. 分化過程由高溫慢慢變冷  
 依 密度 差異而分層  
 分化作用後形成固體地球



(三) 大氣與海洋的起源 (分三個階段)

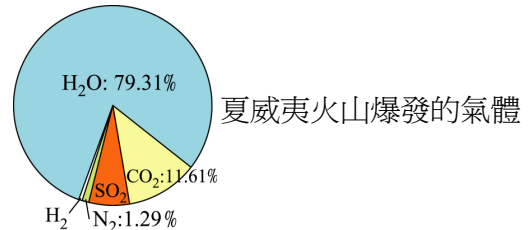
1. 第一階段

階段	主要氣體的演變過程
原始大氣	<u>氫</u> 、 <u>氦</u> 、 <u>甲烷</u> 及 <u>氨</u> ，但大多已逸散至太空中。 (1) 氫、氦：質量太輕，地球重力無法吸住。 (2) 甲烷、氨：受地表高溫或隕石撞擊而獲得能量，脫離地球。

2. 第二階段

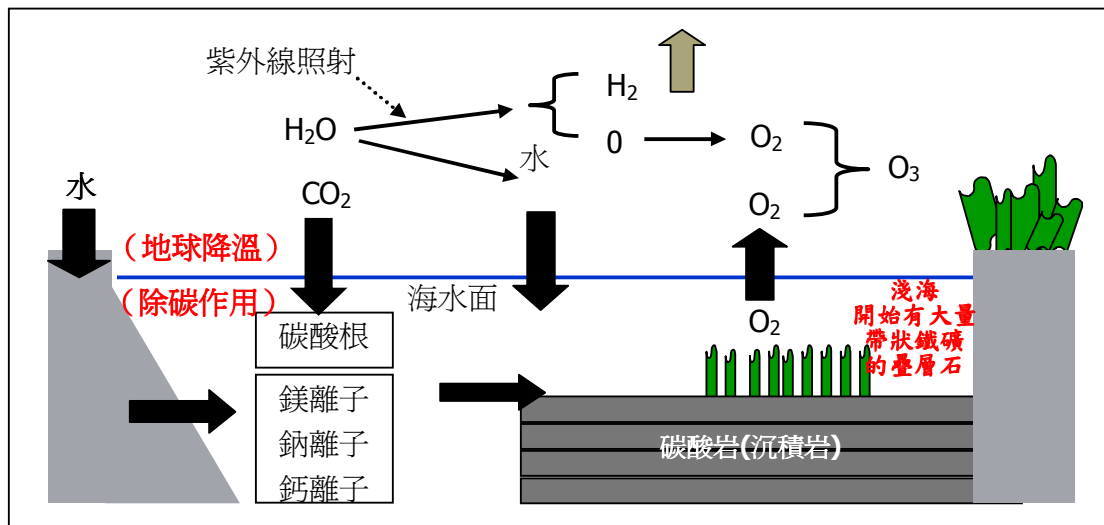
地質學之父：詹姆斯赫登

均變說：瞭解現在進行的地質作用之原理  
便可推測地球的過去或未來的演變



階段	主要氣體的演變過程
火山活動	釋出大量地球內部的原始氣體： <u>水氣</u> (約 80%)、 <u>二氧化碳</u> (約 10%)、 <u>氮</u> 與二氧化硫等氣體 (共約 10%)。

3. 第三階段



- (1) 除碳過程：二氧化碳溶入海洋，與地表岩石風化攜入之鈣離子結合，形成 碳酸鈣 沉澱 (石灰 岩)。
- (2) 最早的氧氣：早期太陽的紫外線→分解 水 分子→氧氣。
- (3) 35 億年前，藍綠菌行光合作用→海水中氧含量增加。氧與鐵離子結合成 氧化鐵
- (4) 25 億年前，淺海開始沉積出大量帶狀鐵礦的 疊層石
- (5) 20 億年前，待海水中的 鐵 離子含量降低，氧氣得以逸入大氣
- (6) 4 億年前，臭氧層已能有效吸收紫外線，海洋生物得以登陸。

※約 20 億年前左右，這些帶狀鐵礦的沉積就幾乎消失了！Why？

深海中已含有足夠的溶氧，所以從海底火山帶出來的鐵就近即氧化沉積下來，無法再被帶到淺海淺海的鐵離子含量降低，到了這階段可能就有更多的氧氣可以從水中進入大氣中形成 臭氧

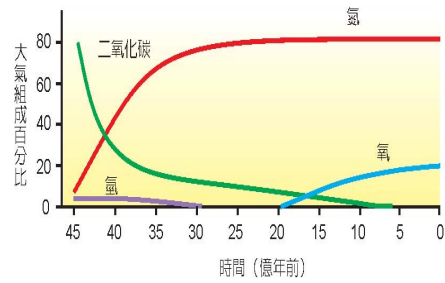
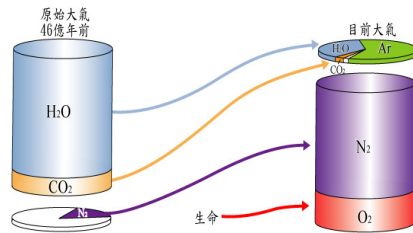


(7) 目前大氣

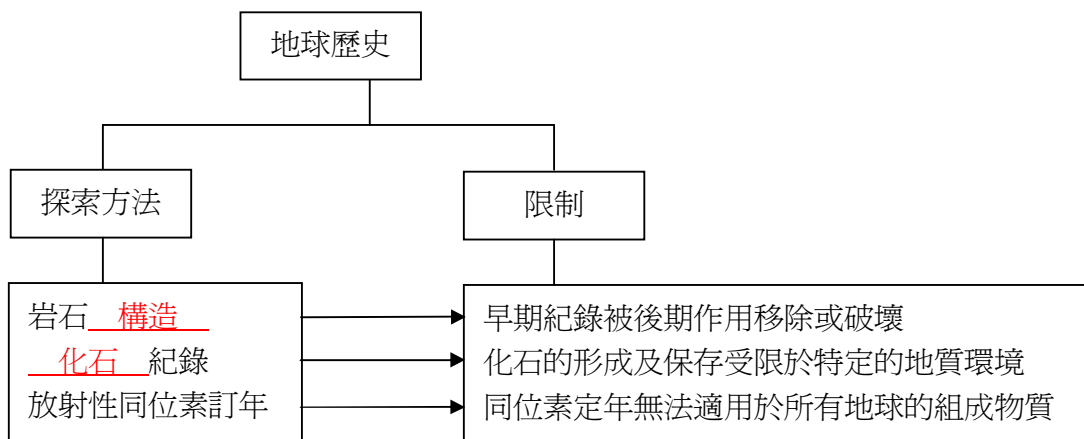
A. 氮的化學性質很不活躍，不容易和其他物質化合

B. 氮在水中的溶解度很低，所以它大多得以氣態形式存在於大氣中

※大氣中的主要氣體成分，從 4 億多年前到現在，可能一直維持相當穩定的濃度。



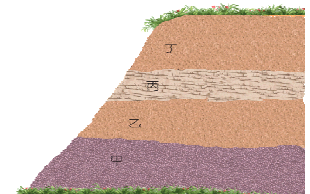
二、探索地球歷史的方法與限制



(一) 相對地質年代的推斷

1. 地層 疊置 原理：

未經倒轉的沉積岩層中，老 地層在下，新 地層在上。

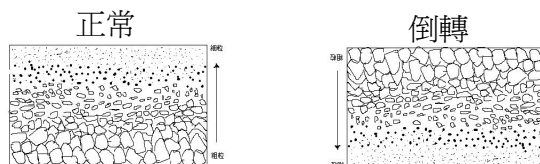


※沉積物在平靜的環境下符合 原始水平 定律，也就是其層理呈現水平

※地層倒轉的判斷

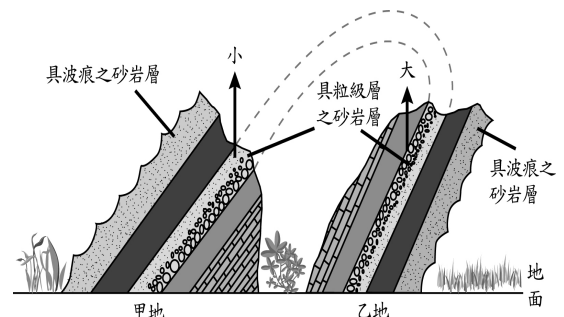
a. 藉 粒級層 (沉積構造) 判斷：

大顆粒在下，小顆粒在上



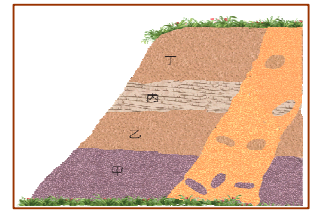
b. 藉 波痕 (沉積構造) 判斷：

尖端朝上正常尖端朝下倒轉



2. 包裹體 原理：

包裹體一定比火成岩層早形成，即被包裹者較 老。



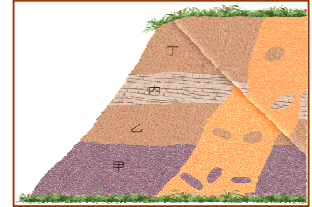
3. 截切 原理：

截切者 新、被截切者 老。

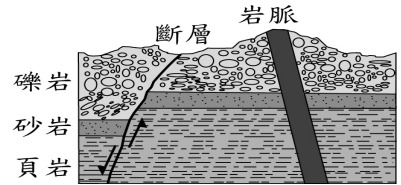
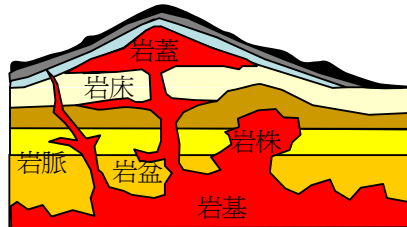
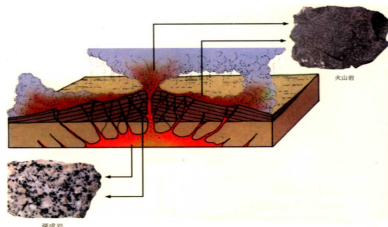
甲→乙→丙→丁

→火成岩脈侵入

→正斷層

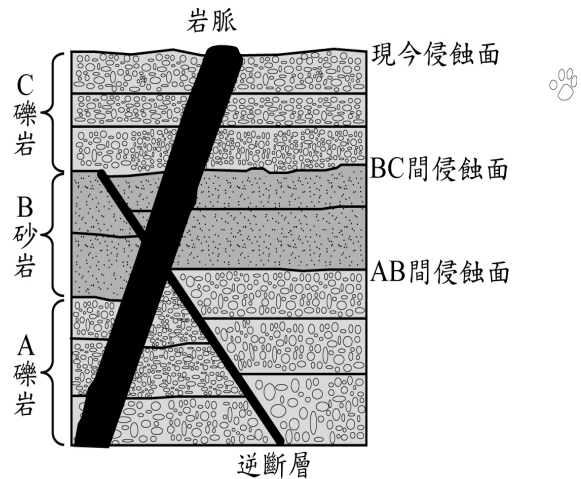


例題：右圖地質事件的順序為：  
岩層→砂岩層→礫岩層→斷層錯動與岩脈侵入  
(岩層較老、斷層和岩脈較新)



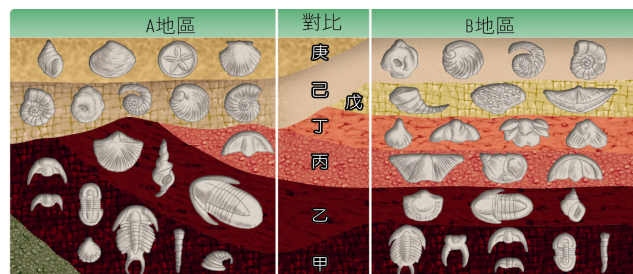
例題：請以數字列出下圖中所發生地質事件的順序。

- 1 : A 礫岩形成
- 3 : B 砂岩形成
- 6 : C 礫岩形成
- 2 : A、B 間侵蝕面形成
- 5 : B、C 間侵蝕面形成
- 8 : 現今侵蝕面形成
- 4 : 逆斷層形成
- 7 : 岩脈侵入



4、化石連續原理定律：

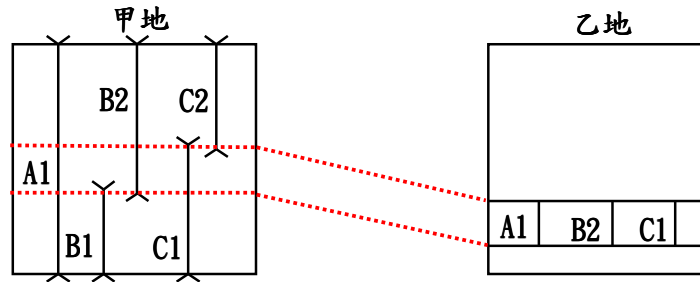
- (1)含相同化石群的岩層，形成年代大致相同
- (2)在 B 地出現的丁和戊地層，在 A 地沒有出現，顯示 A、B 兩地曾處在不同的環境  
代表 A 地層曾經露出地表，產生沉積的不連續，稱為 不整合
- (3)生物演化趨勢一般為由簡而繁，地層所含化石愈原始，代表地層愈古老



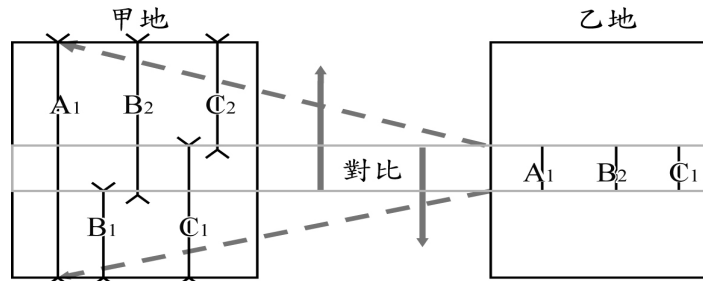
利用含有同類化石岩層應屬於同一年代的原理，便可以對全世界的岩層進行時間先後的比對。

※化石群對比

利用兩種或兩種以上的化石做對比



甲乙兩地間發生了褶皺或斷層等地質變動



甲乙兩地間沒有發生褶皺或斷層等地質變動

※標準化石：同時代的地層中，所包含的特有化石

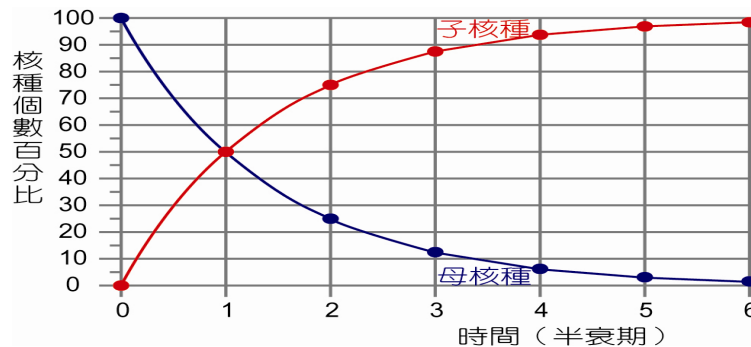
標準化石的條件：a.演化速度快、b.生存期限短、c.分布範圍廣  
d.個體數目多、e.特徵明顯在野外易鑑定

(二) 絕對地質年代

絕對年代是指岩石生成的距今年代，可由放射性同位素訂年法測定。

- 1.放射性同位素會釋放出粒子，從原來的母核種衰變成子核種
- 2.半衰期：母核種粒子衰減為原來一半所需的時間

隨著時間的增加：母元素 越來越少，子元素 越來越多。



總原子數 $N_0=100$	$N_{母}$	$N_{子}$	$N_{母}:N_{子}$	$N_{母}/N_0$
經過 1 個半衰期	50	50	1:1	$(1/2)^1$
經過 2 個半衰期	25	75	1:3	$(1/2)^2$
經過 3 個半衰期	12.5	87.5	1:7	$(1/2)^3$

放射性同位素經歷太多次半衰期，母核種的含量會微小到難以偵測  
 用放射性定年可以偵測到10個半衰期以內的年代  
 放射性同位素半衰期太長或經歷的時間太短，子核種也會少到難以偵測

3. 只要偵測礦物或岩石中子元素和母元素的比值，加以換算  
 即可求出礦物或岩石形成的時間。

放射性定年原理：

$N_0$  : 總原子數                       $N_{母}$  : 經  $t$  時間後剩餘之原子數  
 $m_0$  : 總質量                         $m_{母}$  : 經  $t$  時間後剩餘之總質量  
 $R_0$  : 放射強度                       $R_{母}$  : 經  $t$  時間後剩餘之放射強度  
 $T$  : 半衰期                             $t$  : 化合物存在時間

$$\frac{N_{母}}{N_0} = \frac{m_{母}}{m_0} = \frac{R_{母}}{R_0} = \left[ \frac{1}{2} \right]^{\frac{t}{T}}$$

**例題：**放射性同位素碳 14 之半衰期約為 6000 年，碳 14 之量減少至原來的 1/8 所需的時間約為若干年？

$$\frac{1}{8} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{6000}} \Rightarrow \left( \frac{1}{2} \right)^3 = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{6000}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{6000} \Rightarrow t = 18000(\text{年})$$

**例題：**碳 14 其半衰期約為 5500 年，用碳 14 定年最多可以定到多少年？

$$\left( \frac{1}{2} \right)^{10} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{5500}} \Rightarrow 10 = \frac{t}{5500} \Rightarrow t = 55000(\text{年})$$

**例題：**小強利用放射性同位素的鈾鉛定年法，測定一塊火成岩所得的岩石標本，  
 已知  $^{238}\text{U}$  衰變為  $^{206}\text{Pb}$  的半衰期為 45 億年，且這塊標本中母元素量：子元素量 = 1 : 3，  
 試問該火成岩於何時形成？

$$\frac{N_{母}}{N_0} = \frac{1}{4} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{45}} \Rightarrow \left( \frac{1}{2} \right)^2 = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{45}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{45} \Rightarrow t = 90(\text{億年})$$

4. 放射性元素的放射速率穩定，不受溫度、壓力、其他因素的影響。

※限制：

- (1) 岩石中須含足夠定年用的放射性核種。
- (2) 元素須完全留在原來的岩石中不能有部分散失
- (3) 測定岩石年齡時，若樣品已經受到風化或變質等地質作用影響，將無法測得岩石真實年齡



(三) 地質年代表

1. 劃分地質年代的依據：岩層中的標準化石



隱生元		元										
46 億		5.5 億		2.5 億				0.65 億		0		
40.5		3					1.85			0.65		
始生代	原	古生代					中生代			新生代		
		寒武紀	奧陶紀	志留紀	泥盆紀	石炭紀	二疊紀	三疊紀	侏羅紀	白堊紀	第三紀	第四紀
		代表化石										
		無脊椎動物出現 海相：三葉蟲					海相：恐龍			哺乳類 陸相：象類		

2. 地質年代劃分的順序：元 → 代 → 紀 → 世 → 期

※活化石：鸚鵡螺、龍宮翁戎螺、腔棘魚、銀杏

※寒武紀大爆發（寒武紀生命大爆發）

距今 5.3 億年前的寒武紀時期，短短 200 萬年生命進化出現飛躍式發展的情形幾乎所有動物的「門」都在這一時期出現了。

如：澳大利亞→艾迪卡拉生物群

雲南→澄江生物群

貴州→甕安生物群

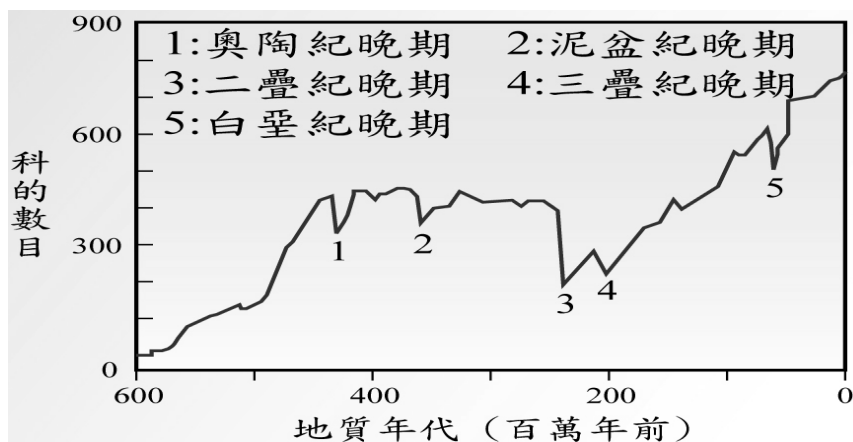
德國→博捷斯生物群



### ※.生物大滅絕

地質歷史上發生過 5 次大的生物滅絕事件

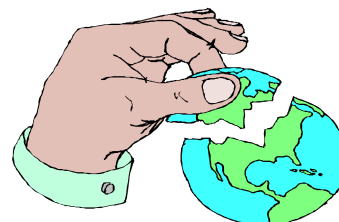
二疊紀生物絕滅事件是規模最大、涉及生物類群最多、影響最深遠的一次



### ※人類對環境的影響

1. 資源、能源及空間漸趨不足
2. 環境污染及破壞地球原來的平衡狀態
3. 環境的變化已造成部分生物的滅絕

第 6 次大滅絕？



### 範例練習

- ( C ) 1. 地球形成之初為融熔狀態的原因，下列敘述何者錯誤？ (A) 星際物質在聚集的過程中，位能轉換成熱能 (B) 微行星持續撞擊 (C) 地球內部進行核融合反應放熱 (D) 地球內部放射性元素衰變放熱。

解題要訣：地球為行星，不會進行核融合反應。

- ( D ) 2. 早期大氣中經由火山活動釋出的二氧化碳逐漸消失的原因不包括下列何者？ (A) 溶入海洋，與鈣離子結合形成石灰岩 (B) 海洋生物吸收 CO<sub>2</sub> 形成骨骼或硬殼等 (C) 光合作用消耗了大氣中的 CO<sub>2</sub> (D) 與鐵離子結合形成氧化鐵，大量沉積成帶狀鐵礦層。

解題要訣：帶狀鐵礦層為海水中的氧與鐵離子結合形成氧化鐵。

- ( B ) 3. 地質年代表中，訂定「絕對年代」的主要依據為？ (A) 岩層的空間分布和構造關係 (B) 放射性同位素 (C) 地層中的化石 (D) 地層的厚度。

解題要訣：相對年代主要依據為化石，絕對年代則為放射性同位素定年。

### 【單元練習】

- ( D ) 1. 關於地球形成之初，經由火山活動所釋出的氣體，下列敘述何者正確？ (A) 主要氣體為氫和氮 (B) 大量噴出的二氧化碳立即被光合作用消耗殆盡 (C) 水氣因地表溫度太高而向太空中逸散 (D) 目前大氣中的氮即由此時開始逐漸累積而成。

【解析】(A) 主要氣體為水氣、二氧化碳和氮。(B) 二氧化碳在海洋形成後溶於水中。(C) 水氣不會向太空中逸散，而是凝結降水到地表形成海洋。

- ( B ) 2. 甲：恐龍化石；乙：三葉蟲化石；丙：象化石。三者時間上出現的先後順序為何？ (A) 甲→乙→丙 (B) 乙→甲→丙 (C) 甲→丙→乙 (D) 乙→丙→甲。

【解析】甲：恐龍-中生代；乙：三葉蟲-古生代；丙：象-新生代。

- ( B ) 3. 下列有關地層「相對年代」的敘述，何者錯誤？ (A)較老的地層在下層，年輕的在上層 (B)利用放射性元素來定年 (C)受影響的地質事件，發生的年代較早 (D)地層中出現相同的化石群，代表形成的年代相同。

【解析】(B)利用放射性元素來定年的是絕對年代。

- ( A ) 4. 已知鈾-238的半衰期為  $4.51 \times 10^9$  年，若一岩石內含有母核種：鈾-238 及子核種：鉛-206，其中母核種與子核種的粒子個數一樣多，請估計此岩石的年齡為多少年？ (A) $4.51 \times 10^9$  (B) $9.02 \times 10^9$  (C) $2.25 \times 10^9$  (D) $13.53 \times 10^9$ 。

【解析】鈾 238 為放射性母核種，蛻變成穩定的子核種鉛 206；母核種佔總含量的  $\frac{1}{2}$ ，恰經過一個半衰期。

- ( B ) 5. 下列何種岩石可以放射性同位素定年法測定形成的年代？ (A)沉積岩 (B)火成岩 (C)變質岩 (D)只要是含有放射性元素的岩石皆可。【解析】沉積岩定年的年代為該放射性元素在未經沉積作用前原始岩石的年代，變質岩則為未經變質作用前原始岩石的年代。

### 【綜合評量】

- ( B ) 1. 地球從 46 億年前形成以來，下列演變的過程，依時間的先後順序為何？ (甲)生物登陸 (乙)原始海洋形成 (丙)二氧化碳在大氣中的含量大量減少 (丁)原始生命出現 (戊)原始大氣形成 (己)足以抵擋紫外線的臭氧層生成 (A)戊丙乙己丁甲 (B)戊乙丙丁己甲 (C)戊乙丁丙己甲 (D)戊乙丙己丁甲。

【解析】原始大氣先形成，之後水氣凝結為海洋，二氧化碳接著溶入水中，35 億年前藍綠菌大量出現在海中，行光合作用產生氧氣，氧受紫外線照射產生臭氧，累積形成臭氧層保護地球，生物開始由海洋往陸地發展。

- ( C ) 2. 目前發現許多數十億年前的紅褐色帶狀沉積鐵礦層，其生成的原因為何？ (A)海底原有的沉積岩受風化後產生 (B)大氣中的氧與陸地上岩層中的鐵結合後產生 (C)海中的氧和鐵結合所產生的氧化鐵沉澱而成 (D)海底火山噴發所帶出來的氧化鐵沉澱。

【解析】海水中的氧與鐵離子結合形成氧化鐵，於 20 億年前大量沉積成帶狀鐵礦層。

- ( C ) 3. 太陽系形成的過程經歷了不斷的碰撞，此種說法的依據為何？ (A)太陽表面有撞擊留下的隕石坑 (B)現今太陽系內的物質仍不斷的碰撞凝聚 (C)水星及月球表面有許多隕石坑 (D)太陽系外地星際物質目前仍不斷的碰撞。

【解析】太陽系內的物質已完成碰撞凝聚的過程，觀察水星及月球表面留下了許多因碰撞所造成的隕石坑，可以得知太陽系在形成的過程經歷了不斷的碰撞。

- ( A ) 4. 下列何者不是地球形成之初呈現高溫的原因？ (A)火山噴發釋出熱能 (B)地球內部放射性元素衰變放熱 (C)微行星持續撞擊 (D)星際物質在聚集的過程中，位能轉換成熱能。

【解析】地球形成之初的高溫熔融狀態，造成了火山作用。

- ( D ) 5. 早期大氣中，大量的二氧化碳消失的主要原因是 (A)紫外線照射 (B)逸散到太空中 (C)凝結降下酸雨 (D)溶入海洋與鈣離子結合。

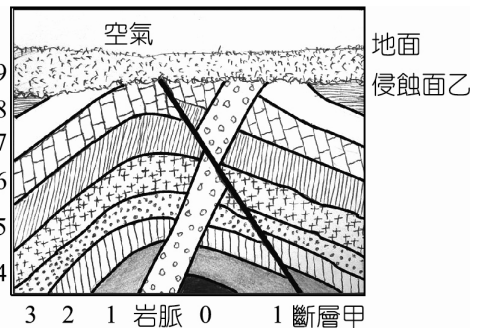
【解析】二氧化碳在水氣凝結成海洋後幾乎都溶入海中與鈣離子結合形成碳酸鈣沉澱。

- ( B ) 6. 下列有關古代地球環境改變的敘述，何者錯誤？ (A)地球誕生時只見岩石與岩漿，無一點生命蹤跡 (B)後來冷卻後，水氣凝聚成海洋，只剩下氧氣充滿在大氣中 (C)原始大氣及海洋形成了有機物質，是生命的溫床 (D)第一個生命是藍綠菌，可行光合作用，逐漸改大氣的結構。【解析】(B)氧氣為藍綠菌出現行光合作用後，才開始在大氣中逐漸累積而成。

- ( B ) 7. 若一岩石內含有放射性母元素鈾 238 及穩定的子元素鉛 206，經測定後發現其所佔比例為 1 : 3，已知鈾 238 的半衰期為  $4.51 \times 10^9$  年，請估計此岩石的年齡為多少？ (A) $4.51 \times 10^9$  (B) $9.02 \times 10^9$  (C) $2.25 \times 10^9$  (D) $13.53 \times 10^9$ 。

【解析】母元素剩下的量佔全部的  $\frac{1}{4}$ ，經歷了 2 個半衰期。

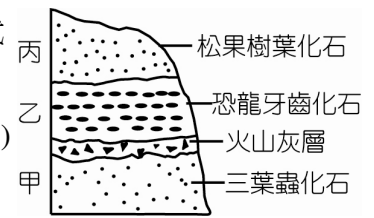
- ( AE ) 8. 右圖為某處地質剖面，其中數字 0~9 表示地層編號，甲、乙表示地質事件編號。依據此圖回答下列各三項地質事件由先至後的發生順序為何？（應選二項） (A) 地層 6 的沉積、地層 0~8 的褶皺、侵蝕面乙 (B) 岩脈、斷層甲、地層 6 的沉積 (C) 侵蝕面乙、地層 6 的沉積、地層 0~8 的褶皺 (D) 地層 6 的沉積、斷層甲、岩脈 (E) 地層 6 的沉積、岩脈、斷層甲。【96 學測】



【解析】若岩層未倒轉，則年代最老的岩層應位於最下層，年代最新的岩層位於最上層；先發生的地質事件會受到後發生的影響。圖中地層 0~8 先依序沉積，再發生褶皺，之後岩脈入侵貫穿地層，再發生斷層甲，最後有侵蝕面乙的形成及地層 9 沉積。

※右圖為地質調查所完成的一張地層剖面圖，依據化石的種類及其所代表的沉積環境，回答 9.~10.題：

- ( B ) 9. 這一代曾經有火山噴發，最可能發生在何時？ (A) 七億多年前 (B) 兩億多年前 (C) 六千五百萬年前 (D) 六千五百年前。



【解析】火山灰層出現在三葉蟲及恐龍出現的地層中間，時間落在古生代到中生代之間。(A) 七億多年前為前寒武紀。(C) 六千五百萬年前為中生代的結束，新生代的開始。(D) 六千五百年前落在新生代。

- ( D ) 10. 此地的環境應是如何變遷？ (A) 陸地漸變為海洋 (B) 始終是陸地 (C) 始終是海洋 (D) 海洋漸變為陸地。

【解析】三葉蟲為海中生物，恐龍多為陸地上的生物。

※下圖為地質年代表與數種標準化石在地史上的分布，請回答 11.~13.題：

開始時間	期間	地質時代	生物界特徵
— 2 —	新生代	第四紀	A B C
— 65 —		第三紀	
— 142 —	中生代	白堊紀	D 恐龍
— 206 —		侏羅紀	
— 250 —		三疊紀	
— 290 —	古生代	二疊紀	E F G H I
— 354 —		石炭紀	
— 417 —		泥盆紀	
— 443 —		志留紀	
— 495 —		奧陶紀	
— 545 —		寒武紀	
(百萬年前)		前寒武紀	

- ( B ) 11. 若某地層出現 D、E、F、H 四種化石，則該地層的沉積年代應為 (A) 志留紀 (B) 泥盆紀 (C) 石炭紀 (D) 二疊紀。

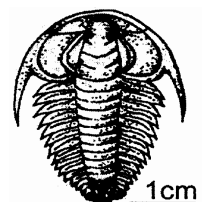
【解析】找 D、E、F、H 四種化石都有出現的地層為泥盆紀。

- ( A ) 12. 若只以一種化石做地層對比，下列哪一種化石精確度最高？ (A) C (B) D (C) G (D) I。

【解析】精確度高要找化石生存的期限愈短者。

- ( D ) 13. 右圖這類化石分布的年代為 (A) B (B) C (C) D (D) E。

【解析】右圖為三葉蟲化石。





※下表是地質年代與化石的對應表，請依此表回答 14.~16.題：

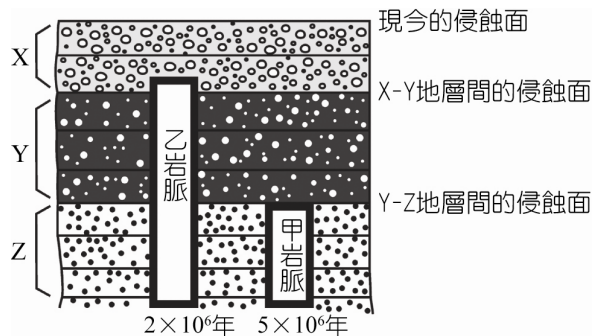
元	代	紀	世	時間（距今百萬年）	主要化石的消長
顯生元	新生代	第四紀	全新世	0.01	
			更新世		
		第三紀	上新世	1.8	
			中新世		
			漸新世		
		古第三紀	始新世	33.7	馬出現
	古新世		55.5	胎盤類哺乳動物出現	
			65	恐龍滅絕	
	中生代	白堊紀		141	顯花植物出現
		侏羅紀		205	始祖鳥出現
三疊紀		251	恐龍及小型哺乳動物出現		
古生代	不詳化劃分		542	三葉蟲	

- ( C ) 14.由主要化石的消長情形可以知道恐龍是活在哪一地質時代的動物？ (A)第四紀 (B)第三紀 (C)中生代 (D)新生代。

【解析】由地質年代表得知，恐龍生存的年代為中生代。

- ( B ) 15.在 X、Y、Z 地層中之甲、乙岩脈，其定年資料如右圖所示，試問 Y 地層的地質時代應屬於表中的哪一「世」？ (A)更新世 (B)上新世 (C)中新世 (D)漸新世。

【解析】甲岩脈侵入並被侵蝕後 Y 地層沉積，Y 地層被侵蝕後乙岩脈才侵入，所以 Y 地層年代介於  $5 \times 10^6$  年到  $2 \times 10^6$  年之間，查表得知屬於上新世。



- ( A ) 16.在地質年代表中，下列何者所代表的時間最長？ (A)前寒武紀 (B)顯生元 (C)古生代 (D)新生代。

【解析】將地質年代表中的起始時間與結束時間相減，以前寒武紀  $4600 - 542 = 4058$  最長（單位為百萬年）。

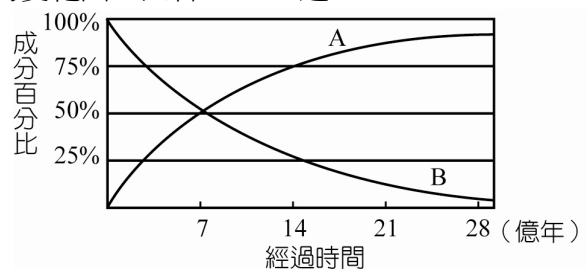
※右圖為某放射素元素母元素與子元素相對含量隨時間的變化圖，回答 17.~20.題：

- ( B ) 17.哪一條曲線是母元素？ (A)A (B)B。

【解析】母元素會因衰變而減少。

- ( A ) 18.此放射素元素的半衰期為多少億年？ (A)7 (B)14 (C)21 (D)28。

【解析】找母元素與子元素曲線相交處的時間，或直接看母元素百分比為 50% 所經歷的時間亦同。



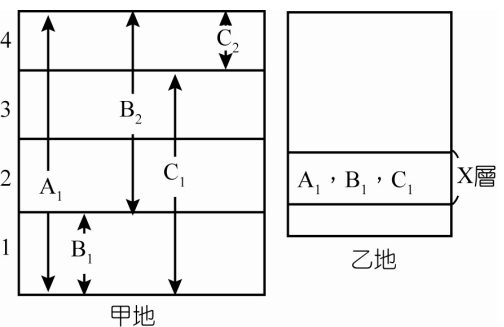
- ( A ) 19.若某岩石中，子元素含量為母元素的 10 倍，則此岩層的年齡約為多少億年？ (A)23 (B)30 (C)35 (D)70。

【解析】假設母元素含量為 1，子元素含量則為 10，母元素剩餘量佔總量的  $1/11$ ，介於  $1/8$  與  $1/16$  之間，即 3 個半衰期 21 億年與 4 個半衰期 28 億年之間。

- ( C ) 20.以此種放射素元素定年，最多可測定到多少億年前的岩石？

(A)35 (B)50 (C)70 (D)280。

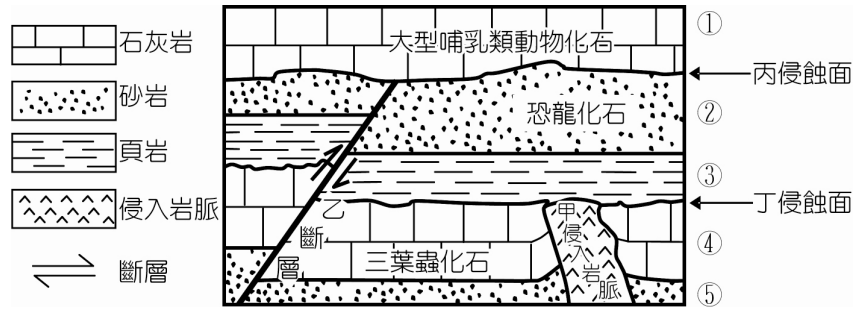
【解析】放射素元素定年的極限為 10 個半衰期，即 7 億年乘以 10 等於 70 億年。







※下圖左邊所示為圖例，右邊為某地地層未倒轉的垂直柱狀圖，其中①至⑤代表形成地層①至⑤的成岩作用。依據下圖，回答 27.~29.題。(92 學測)



- ( D ) 27.三葉蟲、恐龍、大型哺乳類動物分別為古生代、中生代、新生代的代表性動物。根據地層柱狀圖中的化石紀錄來推論，乙斷層最可能發生於下列哪一個年代？ (A) 原代前期 (B) 古生代前期 (C) 中生代前期 (D) 新生代前期。

【解析】乙斷層將②地層截斷，故乙斷層發生在②地層（含恐龍化石，中生代代表化石）之後，可能為中生代晚期或新生代早期所發生。

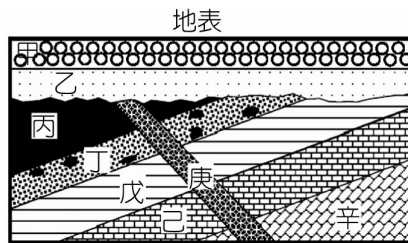
- ( A ) 28.此地的地質事件或作用發生的先後順序為何？ (A) ⑤④甲丁③②乙丙① (B) 甲⑤④丁③②丙乙① (C) ⑤④甲丁③②丙乙① (D) 甲⑤④丁③②乙丙①。

【解析】由題意得知地層未倒轉，依地層疊置原理及截切定律：地層由下往上漸新，被截切者年齡較老，可推知⑤④最早沉積，之後被甲岩脈貫穿；又丙將乙斷層侵蝕，故丙發生在乙之後。

- ( A ) 29.下列敘述何者正確？ (A) 鄰近甲岩脈的岩石，可能會因岩漿侵入的高溫而發生變質作用 (B) 丙侵蝕面比丁侵蝕面更早形成 (C) 甲岩脈大也都屬沉積岩 (D) 乙斷層是正斷層。

【解析】(A) 岩漿高溫接觸之接觸變質。(B) 丁侵蝕面在下，應比丙侵蝕面比更早形成。(C) 岩脈為岩漿貫穿岩石冷卻凝固而成，屬於火成岩。(D) 斷層面以上的上盤往上移動，為逆斷層。

※下圖為某地未倒轉岩層的垂直剖面圖，地表在甲地層之上界，圖上不同的圖樣和甲至辛的標示分別代表不同的岩層。丁層與庚層各為一火成岩侵入岩層，其中丁岩層還包裹著一些來自丙層岩石的碎塊。依據此圖回答以下2題。【97 學測】



- ( D ) 30.圖中的岩層由老至新的順序，下列哪一選項是正確的？ (A) 甲→乙→丙→丁→戊→己→庚→辛 (B) 辛→庚→己→戊→丁→丙→乙→甲 (C) 辛→庚→己→戊→丙→丁→乙→甲 (D) 辛→己→戊→丙→丁→庚→乙→甲 (E) 辛→己→戊→丁→丙→庚→乙→甲。

【解析】依據地層疊置原理及截切定律：地層由下往上漸新，被截切者年齡較老；包含在地層的物體，形成時間比地層早。可推知圖中的岩層由老至新的順序應為辛→己→戊→丙→丁→庚→乙→甲。

- ( C ) 31.岩層垂直剖面圖中，沒顯示哪一種地質事件或作用？ (A) 沉積作用 (B) 侵蝕作用 (C) 正斷層 (D) 地層傾斜 (E) 火成岩侵入。

【解析】圖中可見沉積作用、侵蝕作用、地層傾斜及火成岩侵入，沒有斷層出現。

## 第一章 人與地球環境

### 牛刀小試

#### C\* 1-1

- ( C ) 1.地球的大氣層，和生命的存在密切相關，下列關於大氣的敘述，何者錯誤？(A)能提供生命生存所需的氣體 (B)阻擋太空中有害的物質和宇宙射線到達地表 (C)提供養分使生命發展 (D)調節熱量的循環並維持適當的溫度。

【解析】大氣並不提供養分給生命。

#### C\* 1-2

- ( B ) 2.太陽系的行星中，目前僅地球有海洋存在，地球的海洋是如何形成的？(A)大氣中的氫和氧經由陽光照射反應而成 (B)早期固體地球釋出的水氣經由冷卻而成 (C)由外太空的彗星所帶來(D)二氧化碳吸收陽光後分解而成。
- ( B ) 3.關於太陽系的形成過程，下列哪一項敘述是錯誤的？(A)由飄散在星際中的氣體、冰與塵埃因萬有引力聚集而成 (B)核心部分在收縮過程溫度升高，產生核分裂反應，太陽就此生成 (C)散布在太陽周圍的物質，經由引力作用先碰撞合併成為微行星體，微行星之間再合併成原始行星 (D)受太陽引力及太陽風的影響，內側是岩石、金屬為主的類地行星，外側是氣體為主的類木行星。【解析】太陽的內部進行的是核融合反應。
- ( A ) 4.早期地球大氣的成分和現在地球大氣成分差異頗大，其中二氧化碳的移除，主要是經由下列哪幾項作用而成？甲、海洋形成後溶解於海洋中；乙、和河川侵蝕作用帶入海中的物質結合成碳酸鹽；丙、原始細菌演化出的光合作用能力將二氧化碳轉變成氧；丁、帶狀鐵礦床形成時，將二氧化碳轉變成臭氧 (A)甲乙丙 (B)乙丙丁 (C)甲丙丁 (D)甲乙丙丁。

【解析】帶狀鐵礦床形成時，是消耗氧氣，並不分解二氧化碳。

- ( C ) 5.早期固體地球高熱狀態釋出的大氣成分和現今大氣成分很不相同，關於大氣各主要成分的演變，下列哪一項敘述有誤？(A)水氣在地球冷卻後降下成為海水 (B)二氧化碳溶於水，和海洋中的金屬離子形成碳酸鹽礦物 (C)氮氣主要由生物死亡後分解而來 (D)生物的光合作用產生了氧氣。

【解析】氮氣由地球的釋氣作用而來。

- ( B ) 6.甲、帶狀鐵礦床形成；乙、海洋形成；丙、臭氧層出現；丁、寒武紀大爆發。以上地球歷史上的各重大階段依照發生先後順序排列應為何？(A)甲乙丙丁 (B)乙甲丁丙 (C)丁丙乙甲 (D)甲乙丁丙。

【解析】三十九億年前就有海洋形成，二十五至二十億年前形成帶狀鐵礦床，五億多年前寒武紀大爆發，四億年前臭氧層形成。

- ( D ) 7.科學家將地層由古到今分為數個階段，其中大約五億四千萬年之前的地層，幾乎沒有化石的存在，科學家將此時期的地層稱為 (A)新生代 (B)中生代 (C)顯生元 (D)前寒武紀。

【解析】寒武紀之前的地層，稱為前寒武紀。

- ( B ) 8.甲、恐龍；乙、疊層石；丙、三葉蟲；丁、長毛象。根據地層紀錄，以上在地球上出現的先後順序為 (A)甲乙丙丁 (B)乙丙甲丁 (C)丁甲丙乙 (D)丙乙丁甲。

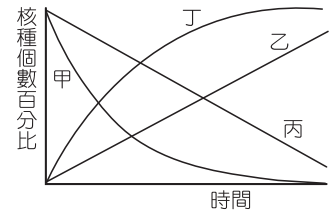
【解析】疊層石在三十幾億年前出現，三葉蟲在古生代出現，恐龍為中生代，長毛象為新生代。

- ( A ) 9.科學家為了能判斷地質事件的先後順序，以建立地質年代表，經常使用岩層間的空間分布和構造關係，以下哪一項的推論是錯誤的？(A)在一未經倒轉的沉積岩層中，較早形成的地層位在上方 (B)較早形成的地質事件會被後來的事件所影響 (C)岩脈中發現周圍岩石的包裹體，則岩脈應是較晚期形成 (D)未受變動的沉積岩層應是水平且連續的。

【解析】較早形成的沉積地層應在下方。

- ( A ) 10.放射性元素定年中，母核種數隨時間的變化關係應是下圖的哪一條曲線？(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】母核種每過一個半衰期，含量只剩原有的一半。



## 活學活用

### C\* 1-1

- 1.「二十多億年前，藍綠菌行光合作用製造了氧，此時大氣中還沒有足夠的氧，火山噴發所帶出的鐵會溶於水中，這些鐵到了藍綠菌所在的地區遇到了氧，就形成紅色的氧化鐵，因為季節的變化，光合作用在夏季比較旺盛，冬季則光合作用較弱，於是產生了紅白相間的條帶狀鐵礦床。」從以上的描述，共提到了地球上哪幾個層圈的交互作用？它們之間又如何互相影響？

→答：大氣圈、水圈、生物圈、岩石圈。大氣原本為缺氧的環境，故火山噴發的鐵溶於水中，當氧氣夠多才能形成紅色氧化鐵，此為大氣圈影響岩石圈。藍綠菌製造了氧氣，影響了大氣圈的成分，也產生條帶狀鐵礦床，影響了岩石圈。

### C\* 1-2

※右圖是某一地質剖面圖，甲、乙、丙為沉積岩，請根據圖回答 2~4 題：

- ( A ) 2.最晚發生的地質事件是哪一個？(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)岩脈侵入。

【解析】甲沉積岩為最上面的地層且岩脈到甲就中斷了，故甲為最後形成。

- ( A ) 3.圖中岩脈中的岩石應該為哪一種？

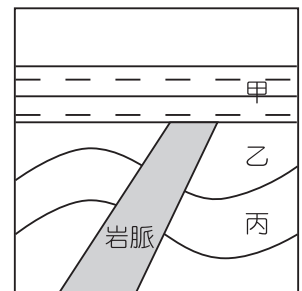
(A)火成岩 (B)變質岩 (C)沉積岩。

【解析】岩脈為岩漿冷卻而成，故為火成岩。

- ( D ) 4.圖中哪一事件證明此地層受到外力擠壓？

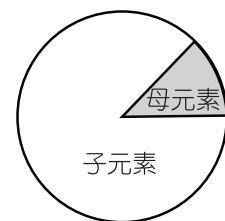
(A)甲岩層沉積 (B)丙岩層沉積 (C)岩脈侵入 (D)褶皺形成。

【解析】沉積岩原本應為水平，受到外力作用才能形成彎曲的褶皺。



※右圖是某一標本中的母元素和子元素的比例圖 (標本一開始無任何子元素)，下表則為不同種類母元素 / 子元素的半衰期，回答 5~7 題：

母元素 / 子元素	半衰期 (年)
鈾 238 / 鉛 206	$4.5 \times 10^9$
鉀 87 / 鐿 87	$4.9 \times 10^{10}$
鉀 40 / 氬 40	$1.3 \times 10^9$
碳 14 / 氮 14	$5.7 \times 10^3$



- ( B ) 5.圖中母元素和子元素的比率為 (A) 7:1 (B) 1:7 (C) 4:1 (D) 1:4。

【解析】對照比例圖母元素：子元素為 1:7。

( D ) 6.假如圖中的母元素是碳 14，請問此標本年代有多久了？

(A) 2850 年 (B) 5700 年 (C) 11400 年 (D) 17100 年。

【解析】母元素的量為原來的 1/8，代表經過三個半衰期，故  $3 \times 5700$  年 = 17100 年。

( D ) 7.若某一地層中有恐龍化石，最不適合使用表中哪一種母元素 / 子元素來作為定年工具？

(A) 鈾 238 / 鉛 206 (B) 銩 87 / 鋇 87 (C) 鉀 40 / 氬 40 (D) 碳 14 / 氮 14。

【解析】放射性同位素定年法可以偵測到約 10 個半衰期以內的年代，故碳十四不適合用在中生代定年。

※下圖為地質年代表及其代表性生物生存期間，距今時間以百萬年為單位。請依圖回答 8~10 題：

代	紀	距今時間	生物種類
新生代	第四紀	1.8	甲
	第三紀	65	
中生代	白堊紀	146	丙
	侏羅紀	200	
	三疊紀	251	
古生代	二疊紀	299	戊
	石炭紀	359	
	泥盆紀	416	
	志留紀	444	
	奧陶紀	488	
	寒武紀	542	
前寒武紀			

( B ) 8.某地地層發現有甲、乙、丙三種化石存在，則此地層屬於哪一地質年代？

(A) 第四紀 (B) 第三紀 (C) 白堊紀 (D) 三疊紀。

【解析】同時有甲、乙、丙三種化石出現的時代應為第三紀。

( B ) 9.以下哪一種化石組合，可以將地層的地質年代區分至最小的地質年代單位？

(A) 甲 (B) 甲、丙 (C) 丙、丁 (D) 戊、己。

【解析】(A) 甲出現在整個新生代。(B) 甲、丙同時存在第三紀。(C) 丙、丁同時存在的時代有侏羅紀和白堊紀。

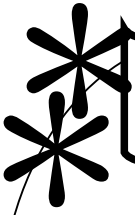
(D) 戊、己同時出現的時代從泥盆紀到二疊紀。

( A ) 10.哪一種化石較適合當作標準化石 ( 指示地質年代的化石 ) ？

(A) 乙 (B) 丙 (C) 戊 (D) 己。

【解析】乙只有在第三紀出現，其他丙、戊、己化石出現的年代包含不同的紀、世，故乙最適合當標準化石。





筆記欄

A large, rounded rectangular area containing ten horizontal dotted lines, intended for writing notes.

