

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

地球與太空科學

僅限用於 2026 年 6 月 18 日（星期四）下午 1 時 15 分至下午 4 時 15 分

學生姓名 _____

學校名稱 _____

在本考試中，嚴禁持有或使用任何形式的通訊工具。如果你持有或使用了任何的通訊工具，無論多短暫，你的考試都將無效，並且不會得到任何分數。

請用工整字跡在以上橫線填寫你的姓名和學校名稱。

請運用你的**地球與太空科學**知識來回答本考試中的全部問題。在開始答題之前，你必須獲得一份 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。你可能需要使用這些參考表來回答某些問題。

你必須回答本考試中的所有考題。你可在草稿紙上演算問題的答案，但是請務必把答案填寫在答題紙和試題本上。已經提供給你分開的答題紙以用於填寫多選題的答案。按照監考人的指示把你的學生資料填寫在答題紙上。把簡答題的答案填寫在試題本上。

本試題本中的所有答案均需用原子筆填寫，但圖表和繪圖則應使用鉛筆。

在本次考試結束後，你必須簽署印在分開的答題紙上的聲明，表明在考試之前你沒有非法得到本考試的試題或答案，並且在本考試中沒有給予過或接受過任何答題方面的幫助。你如果不簽署本聲明，你的答題紙和試題本將不會被接受。

注意：

所有考生在考試時都必須備有四功能或科學計算器，以及一份 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

注意，圖表未必按比例繪製，除非另有說明。

未經指示請勿打開本考題本。

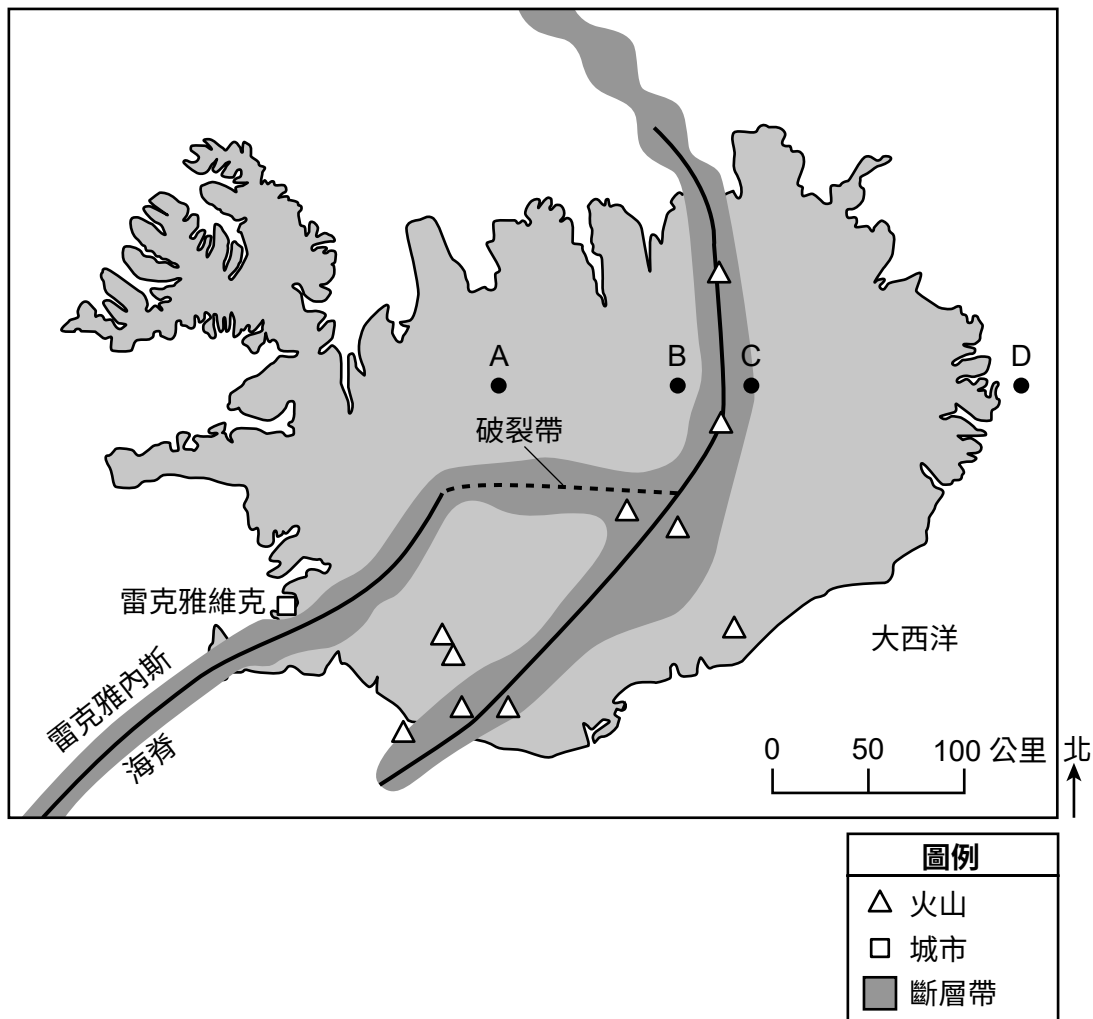
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 1 題至第 4 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。務必將選擇題的答案填寫在所提供的分開的答題紙上。把簡答題的答案填寫在試題本上。

冰島熱點

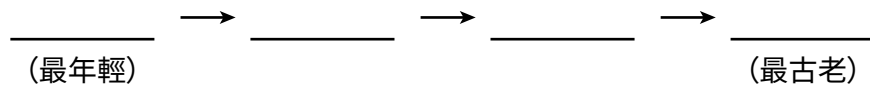
冰島是地球上火山活動最頻繁的地區之一。這是北大西洋雷克雅內斯洋中脊附近的一個熱點。該島因海底擴張與火山活動共同作用形成。

下面的地圖顯示了一些關於冰島構造環境的資訊。A 至 D 點代表地球表面的位置。

冰島地質構造圖



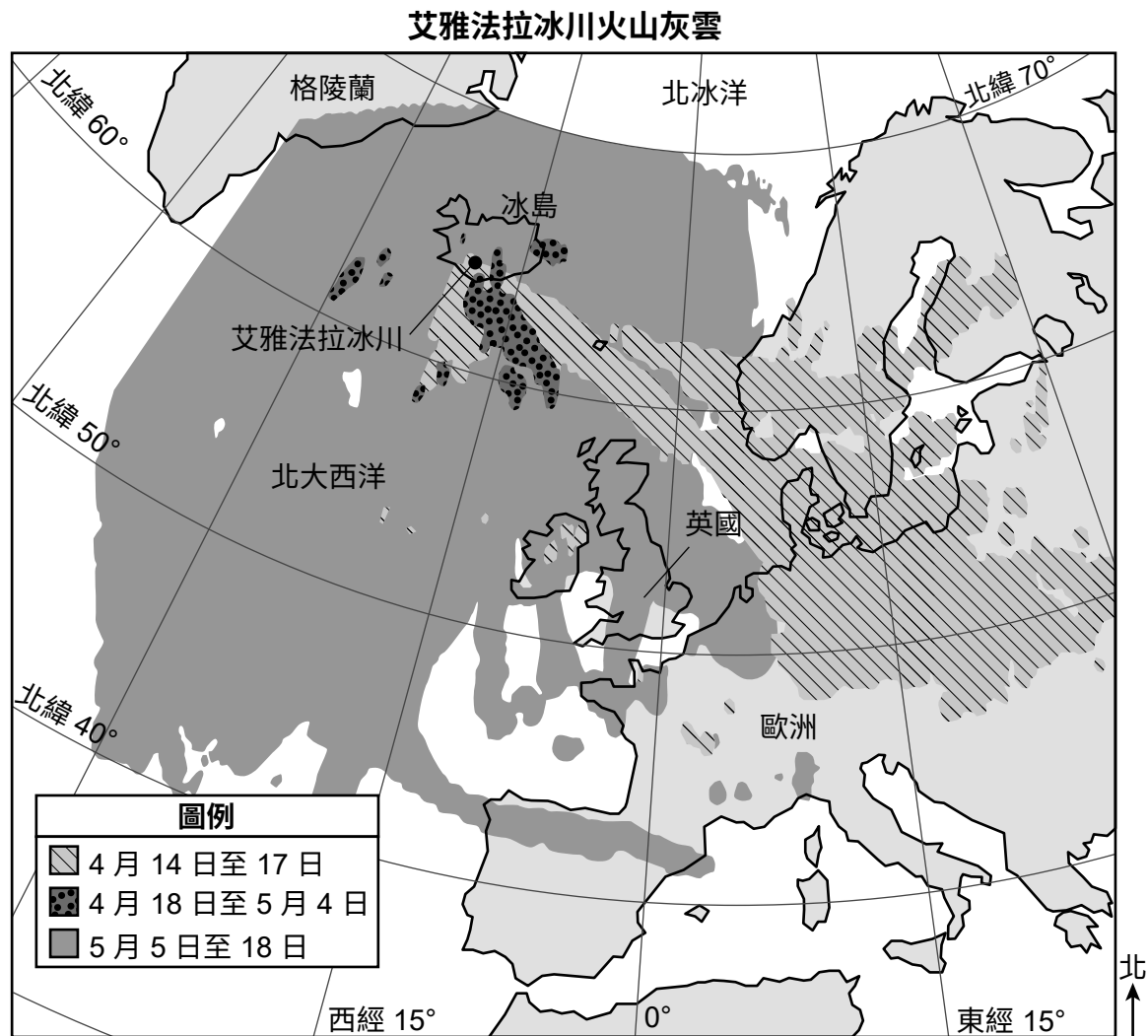
- 1 請將代表地點 A、B、C 和 D 的字母填入下方空格，以顯示岩石年齡由最年輕至最古老的排列順序。[1]



- 2 以下哪項陳述正確比較了冰島海脊的海底擴張速度與另一板塊邊界的海底擴張速度？
- (1) 冰島的擴張速度大致比東南印度洋海脊快。
 - (2) 冰島的擴張速度大致比東太平洋海隆慢。
 - (3) 冰島的擴張速度大致比科科斯板塊與納斯卡板塊之間的邊界快。
 - (4) 冰島的擴張速度大致比西南印度洋海脊慢。

艾雅法拉冰川火山位於冰島南岸。2010 年 4 月 14 日，這座被冰雪覆蓋的火山口發生了一次爆發性噴發。冰川水與岩漿混合，形成了一片巨大的火山灰雲，直衝大氣層約 11 公里高。那片雲由大量微小的堅硬火山岩石微粒構成。

下圖顯示了 2010 年艾雅法拉冰川火山噴發期間，火山灰雲運動的相關資訊。圖例顯示該火山爆發事件所產生的火山灰雲隨時間推移的分佈情況。



3 根據地圖上提供的証據，以下哪項陳述描述了艾雅法拉冰川火山灰雲運動影響人類的方式？

- (1) 在 5 月 5 日至 5 月 18 日期間，冰島全境的空氣品質很可能不佳。
- (2) 截至 4 月 18 日，格陵蘭島南端很可能正在經歷空氣品質不佳的情況。
- (3) 4 月 23 日，南歐地區的民眾因為火山灰雲籠罩而經歷了一場徹底的黑暗。
- (4) 4 月 15 日，由於火山灰雲的影響，英國民眾發現大氣能見度增加。

由於岩漿具有極高的溫度及流動特性，因此管理與減緩火山爆發所產生的熔岩流是一項挑戰。在冰島，已實施或提出多項解決方案，以應對熔岩流的影響。

下表列出了各種方法，均需藉助設備來應對熔岩流對社區造成的影響。

可能的熔岩流解決方案

	解決方案	描述	限制
A	岩漿導流	建造通道以引導岩漿	– 價格高昂 – 耗時 – 岩漿可能溢出 – 重新引導熔岩流，而非阻斷其流動
B	海水冷卻	使用幫浦將海水抽上來，噴灑在岩漿上以冷卻並使其凝固	– 需要持續供水 – 運作多台昂貴幫浦需要大量能量
C	熔岩流屏障	築起土壩以阻擋岩漿並阻止其流動	– 需要機械/設備來建造屏障 – 岩漿可能會突破屏障
D	爆炸	引爆爆炸物以阻斷熔岩流並改變其路線	– 可能造成進一步的損害及人員傷亡 – 不夠精確且岩漿會回到原來的路線

4 在考量成本與設備等限制條件時，哪種解決方案最能保護冰島社區免受熔岩流的侵害？

(1) 解決方案 A，岩漿導流

(3) 解決方案 C，熔岩流屏障

(2) 解決方案 B，海水冷卻

(4) 解決方案 D，爆炸

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 5 題至第 8 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版** 的地球與太空科學參考表。

恆星與恆星演化

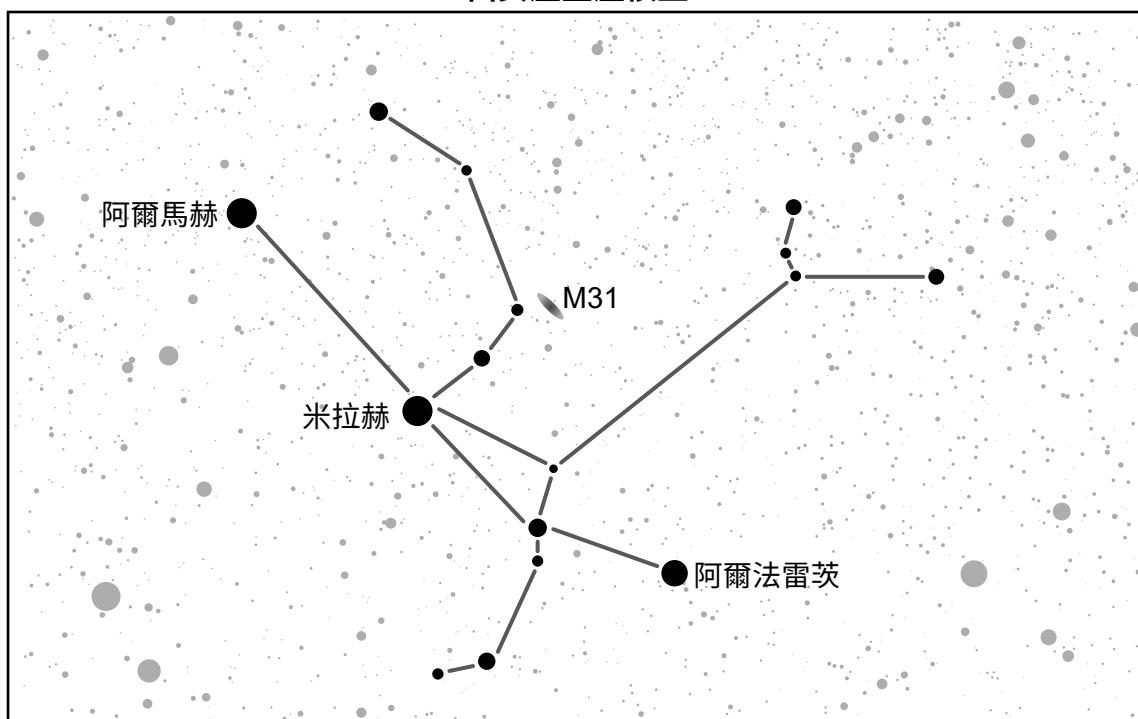
仙女座包含多顆恆星，其中包括天空中三顆最明亮的恆星：阿爾馬赫、米拉赫與阿爾法拉茨。阿爾馬赫是一個多星系統，距離地球 350 光年。光年定義為光在一年內行進的距離，約為 6 萬億英里或 9.5×10^{12} 公里。阿爾馬赫星系是該星座中第三明亮的天體。米拉赫是一顆距離地球 200 光年的紅巨星，其亮度大約為太陽的 2000 倍。阿爾法拉茨是一顆距離地球 97 光年的次巨星，其亮度大約為太陽的 200 倍。

仙女座星系（又稱M31）同樣位於仙女座星座內。它距離地球 250 萬光年。

仙女座在地球的北半球和南半球均可觀測到，但在南緯 40° 以南則無法觀測到。在北半球，觀測此星座的最佳時機是 8 月至 2 月。在南半球，僅在 10 月至 12 月期間可觀測到。

下方模型顯示了一些關於某個星座的資訊。

仙女座星座模型



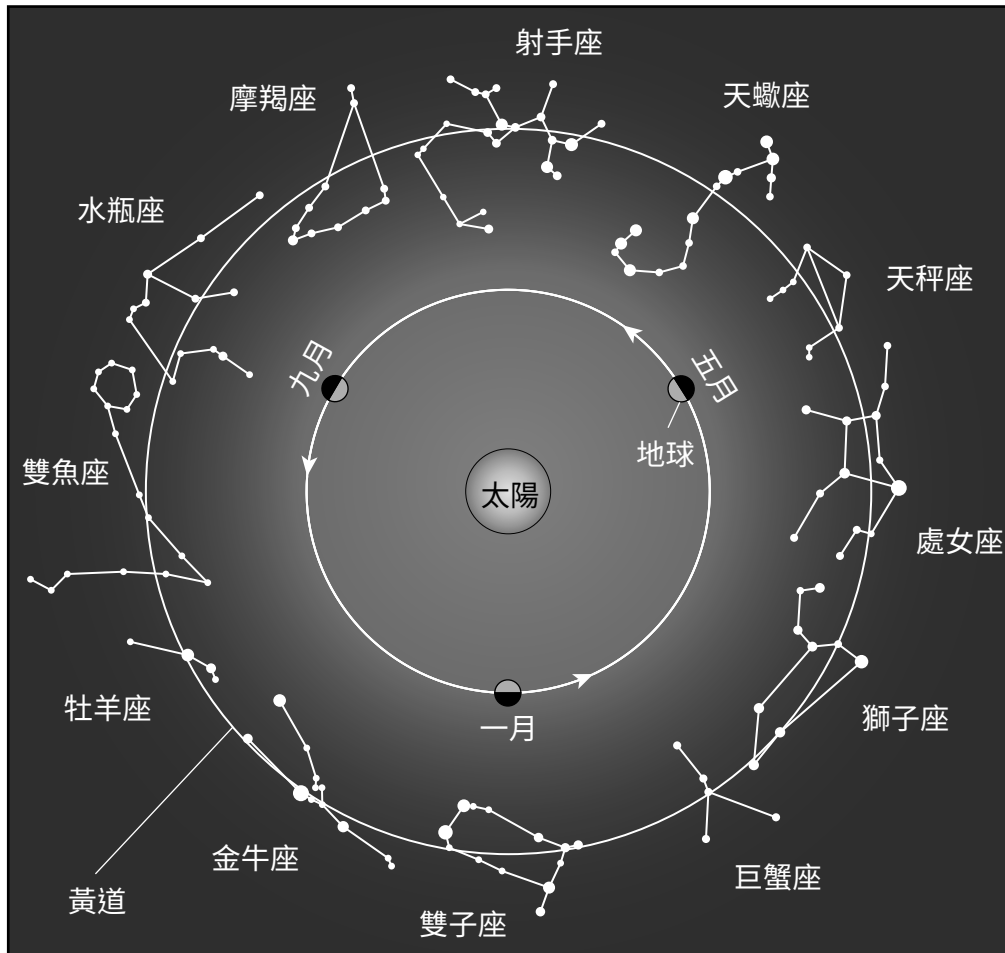
(未按比例繪製)

- 5 哪一行正確列出了影響恆星核反應的因素，並列出了仙女座中部分知名恆星核心所含元素的種類？

行	影響恆星核反應的因素	仙女座中巨星的元素
(1)	• 恆星質量 • 壽命階段	氫與碳
(2)	• 恆星亮度 • 壽命階段	氫與氦
(3)	• 恆星質量 • 與地球的距離	氫與碳
(4)	• 恆星亮度 • 與地球的距離	氫與氦

下圖顯示了從地球上可觀測到的一些黃道十二宮圖星座相關資訊。黃道是指從地球上觀測時，太陽在星座間的視路線。

從地球能觀測到的部分星座模型



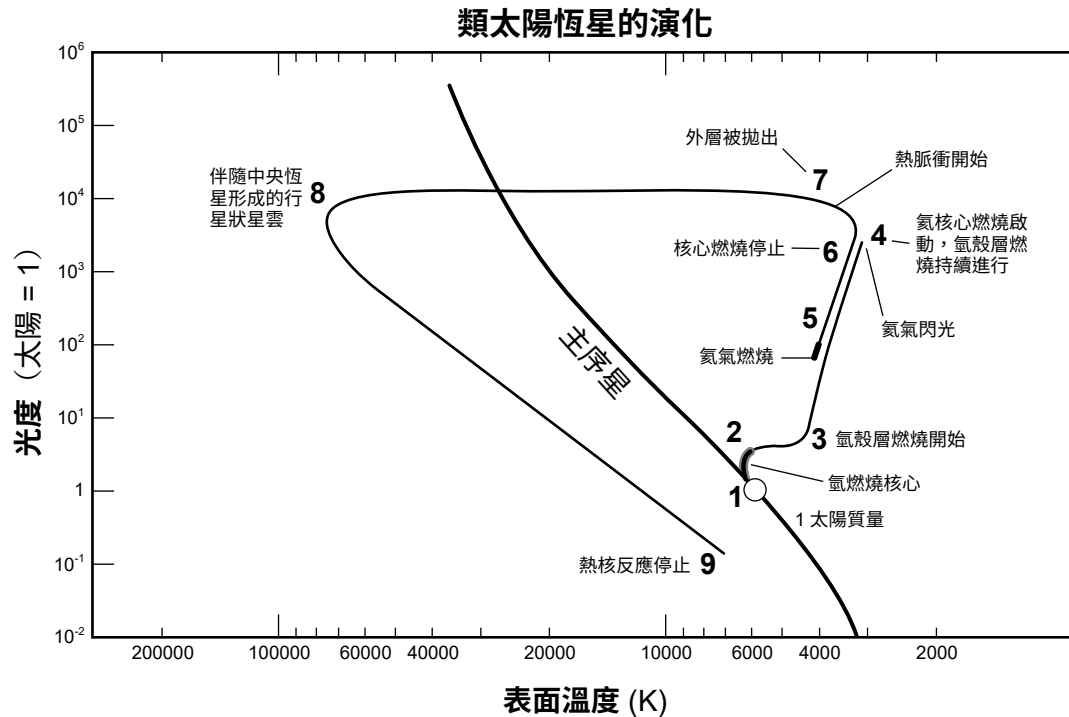
(未按比例繪製)

- 6 請指出模型中顯示的天體名稱與運動方式，該天體是造成北半球觀測者看見不同星座排列模式的原因。接著，請指出在紐約州一月份午夜時分，當仙女座也出現在夜空中時，最有可能出現在夜空中最高處的一個星座的名稱。[1]

運動名稱及說明：_____

星座名稱：_____

下圖顯示了一顆類太陽恆星的演化過程。數字 1 至 9 代表恆星演化的步驟順序，以及其在赫羅圖上對應的位置。光度是指一顆恆星輻射的總能量，以太陽的光度做為基準。「燃燒」一詞在此係指核融合反應。



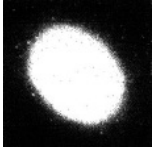
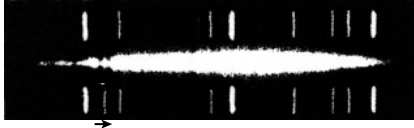
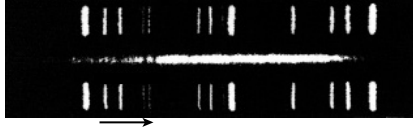
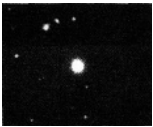
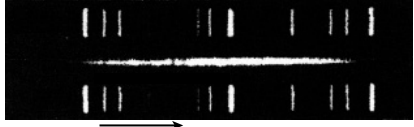
7 在類太陽恆星的演化圖中的哪一項證據，可用來支持「核融合是像太陽和米拉赫這樣的恆星產生能量的過程」這一論點？

- (1) 在第 4 步，氫先在核心進行燃燒，接著在殼層繼續進行燃燒。
- (2) 在第 7 步，恆星的外層被拋出，並在第 8 步形成行星狀星雲。
- (3) 從第 2 步到第 5 步，核心中的氫燃燒轉變為氦燃燒。
- (4) 從第 1 步到第 3 步，氫核心燃燒停止，熱脈衝開始。

1924 年，愛德溫·哈伯 (Edwin Hubble) 研究了仙女座星系以及許多其他星系，並發現星系遠離地球的速度存在某種規律。哈伯Hubble的發現對理解宇宙的相關理論具有重要意義。

下表列出了一些關於星系的資訊，包括其距離和遠離速度（相對於地球的速度）。光譜圖下方的黑色箭頭指示了兩條最暗吸收線的波長 (λ) 偏移量。

星系資料表

星系團	距離地球的大約光年距離	光譜退行速度	
		藍色 更短 λ	紅色 更長 λ
 處女座	5200 萬	 1200 公里/秒	
 大熊座	6000 萬	 15,000 公里/秒	
 北冠座	10 億	 22,000 公里/秒	

下表列出了關於宇宙的四項陳述，分別標記為 *A*、*B*、*C* 和 *D*。

A	星系距離地球越遠，光線紅移現象就越嚴重，這表示星系的運動速度正在加快。
B	星系與地球的距離越遠，其退行速度就越慢 (同時伴隨藍移光譜數據)。
C	星系距離地球越近，退行速度越慢，這表示存在宇宙微波背景輻射。
D	隨著星系與地球之間的距離增加，其退行速度會隨之增加，導致光譜向更長波長方向偏移。

8 根據提供的光譜、星系距離和星系速度等天文證據，哪一組陳述支持大爆炸理論？

(1) *A* 與 *B*

(3) *C* 與 *D*

(2) *B* 與 *C*

(4) *D* 與 *A*

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 9 題至第 13 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版** 的地球與太空科學參考表。

緩慢碳循環

緩慢碳循環受各種地質過程控制，這些過程促使碳在地球的各個圈層之間移動。碳需要數百萬年，才能透過一系列化學反應，在岩石、土壤、海洋與大氣層之間循環。

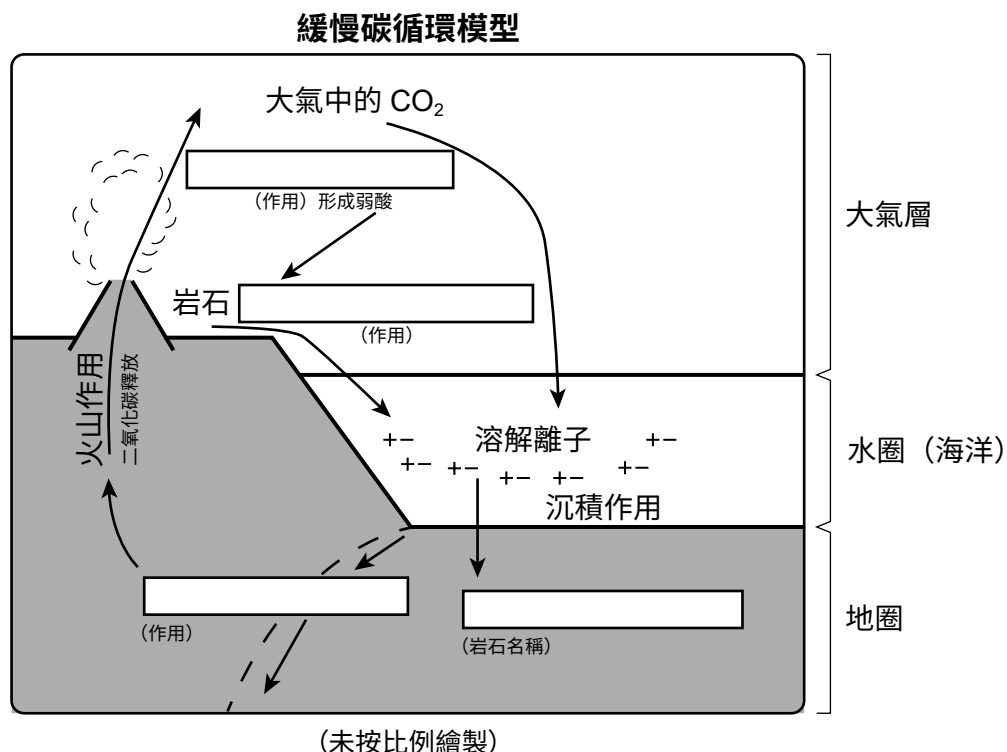
當大氣中的碳 (CO_2) 與雨水結合（溶解）形成弱酸（碳酸）時，碳便開始從大氣層轉移至岩石中。這種弱酸會溶解岩石，釋放出的離子隨後被帶入海洋。這些離子結合後形成碳酸鈣。隨著時間推移，這些碳酸鈣在海底堆積，形成沉積岩層。

二氧化碳可透過地殼板塊運動和火山活動重新釋放到大氣層中。

- 9 請從下面的選項中選出正確的術語，填入方框內完成循環模型，以描述地球三個圈層之間的碳循環。並非所有術語都會被使用。[1]

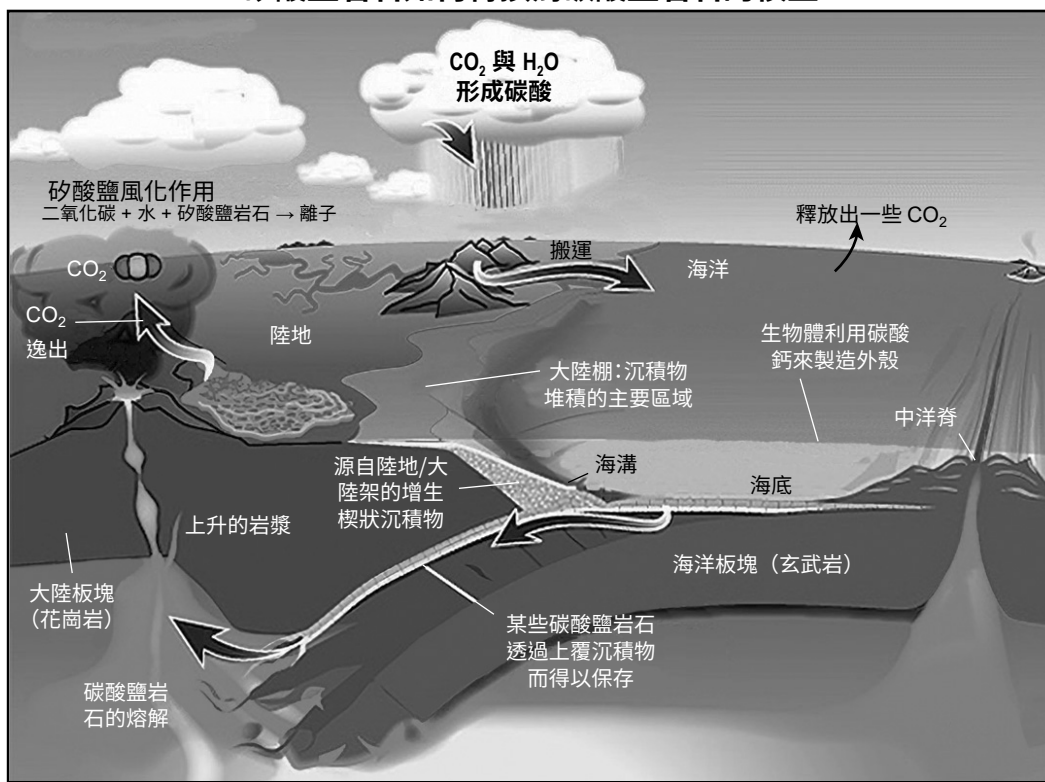
選項：

– 俯衝	– 石灰岩	– 輻散
– 侵蝕	– 泥板岩	– 風化作用
	– 溶解	



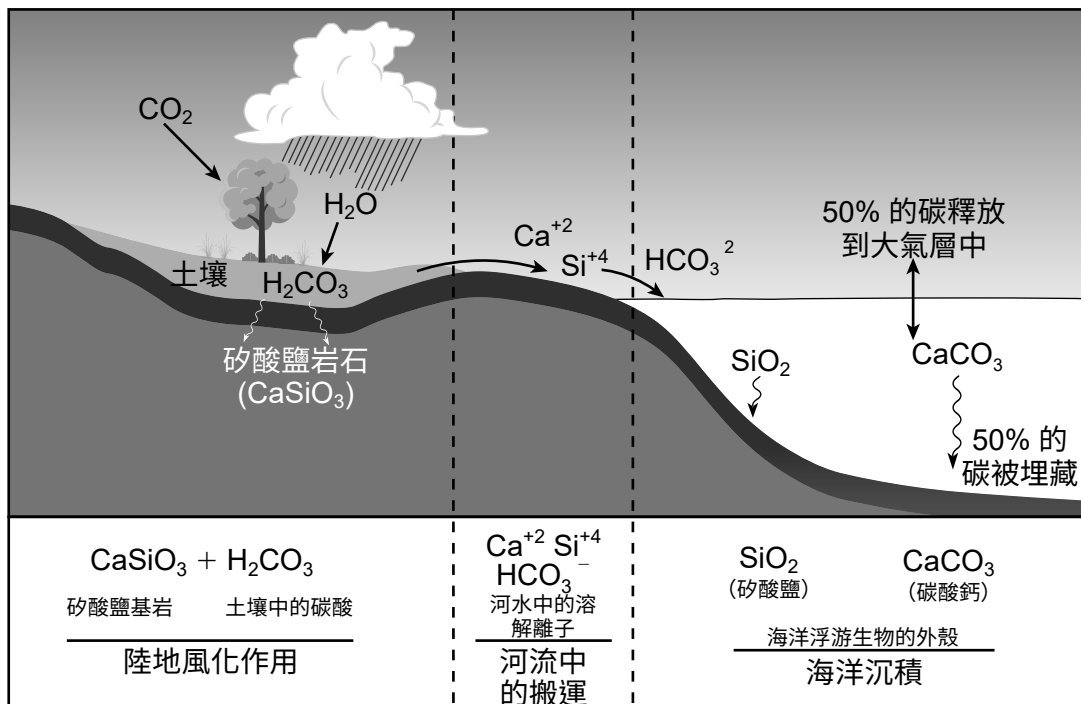
以下模型展示了一些關於矽酸鹽岩石如何經風化作用形成碳酸鹽岩，進而在地球各圈層間循環碳的資訊。

矽酸鹽岩石如何轉換為碳酸鹽岩石的模型



(未按比例繪製)

地球上矽酸鹽岩石的化學風化作用模型



(未按比例繪製)

10 請描述板塊匯合如何透過熱對流將碳酸鹽岩中的碳從岩石圈循環到大氣層。[1]

11 以下哪項陳述說明了經由水發生化學變化的矽酸鹽岩石，如何在地球海洋中形成碳酸鹽岩石？

- (1) 水將矽酸鹽岩石中的溶解離子帶入海洋，這些離子隨後被用來形成碳酸鹽岩層。
- (2) 水與碳酸結合進行風化作用，侵蝕矽酸鹽岩石，使其直接分解形成碳酸鹽岩石。
- (3) 河水將矽酸鹽岩石搬運到海洋，在那裡形成碳酸鹽岩石。
- (4) 海水中的矽酸鹽岩石與鈣離子結合，形成碳酸鈣岩石。

12 根據這些模型，以下哪張表格正確標示出由矽酸鹽形成碳酸鹽岩石的作用，以及這些物質的分佈狀況？

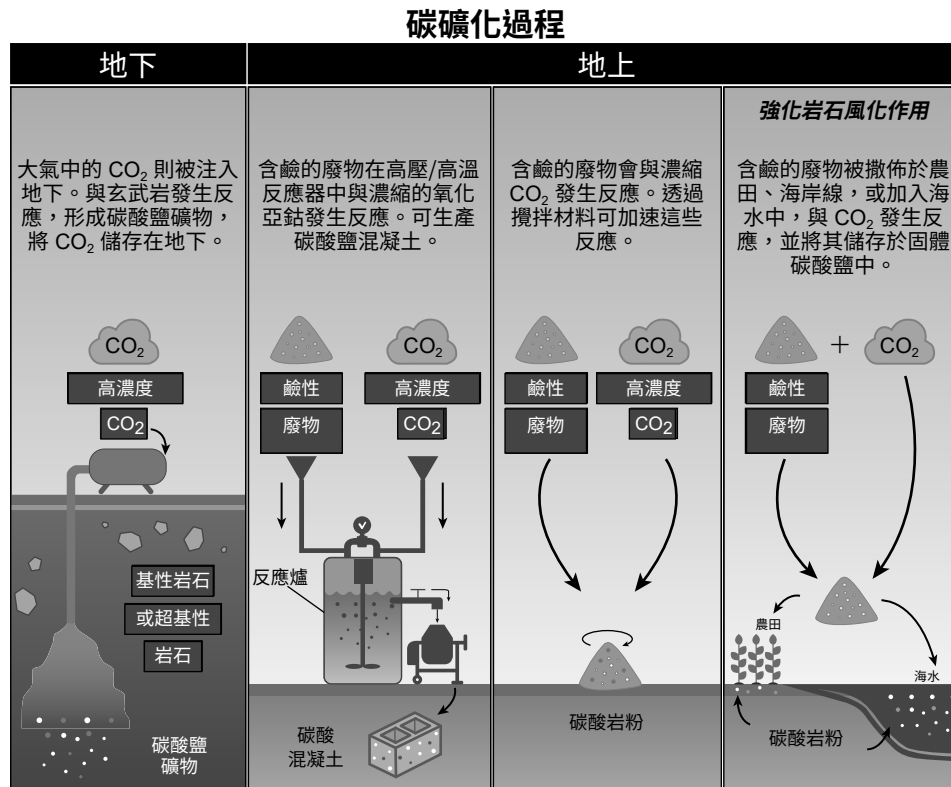
	材料	作用	分佈
(1)	碳酸鹽岩石	機械風化作用	中洋脊
	矽酸鹽	結晶作用	深海

	材料	作用	分佈
(2)	碳酸鹽岩石	沉降作用	海洋海底溝
	矽酸鹽	礦物沉澱物	海面

	材料	作用	分佈
(3)	碳酸鹽岩石	岩化作用	大陸架
	矽酸鹽	風化作用	地球表面

	材料	作用	分佈
(4)	碳酸鹽岩石	化學風化作用	地球地表深處
	矽酸鹽	再結晶作用	地表的火山

科學家正在研發各種解決方案，以減少大氣中的二氧化碳 (CO₂)。碳礦化是一種能加速碳酸鹽岩石形成的過程。以下列出的四種碳礦化過程中，有三種利用電池和鋼鐵生產過程中產生的鹼性廢物（鈣離子），並利用這些離子與大氣中的 CO₂ 結合形成碳酸鹽材料。



13 一名學生針對四種碳礦化過程提出了相關論點。以下哪項陳述正確地評估了一項解決方案，並描述該解決方案如何減輕人類活動對自然系統的影響？

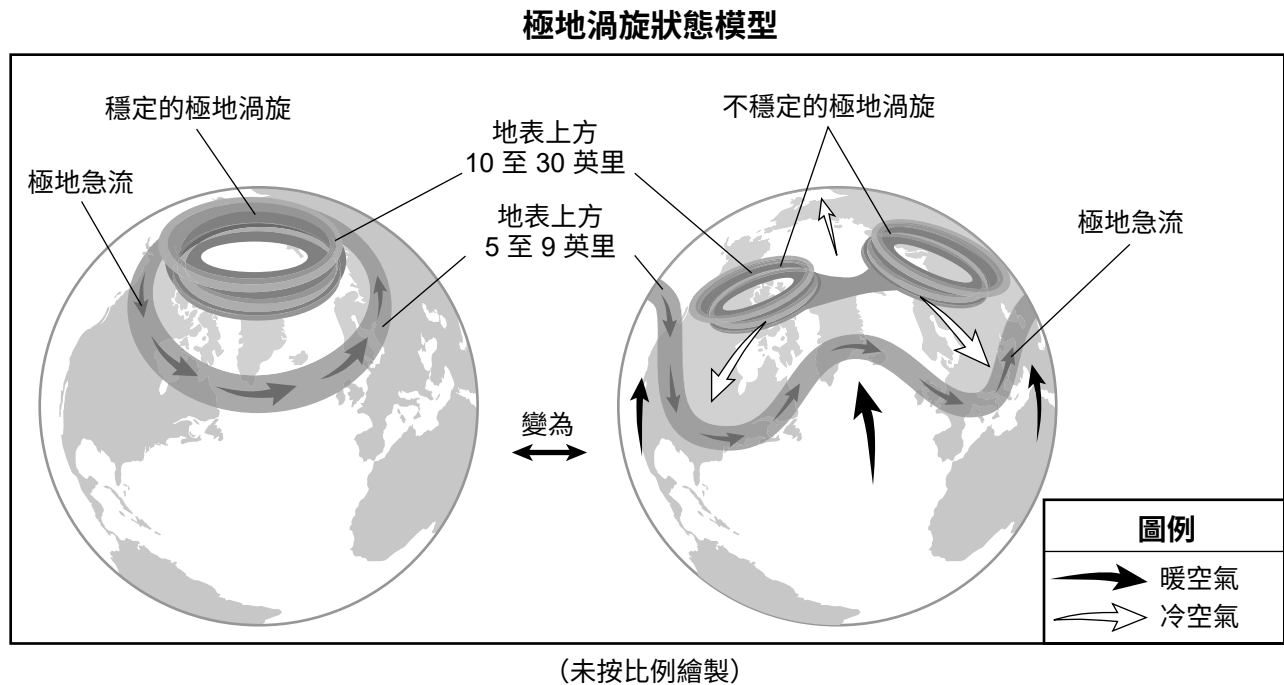
- (1) 增強的岩石風化作用會儲存含鹼的廢物，並增加搬運到海洋的鈣離子量，從而形成碳酸鹽岩。
- (2) 此地下過程利用變質岩與基性岩石製造碳酸鹽混凝土，藉此去除地球大氣層中的二氧化碳。
- (3) 一種地上過程鹼性廢物料與大氣中的二氧化碳結合，製成碳酸鹽岩粉，從而減少可溶解在海水中的大氣二氧化碳量。
- (4) 鹼性廢物在反應器中與二氧化碳結合，形成能從大氣層中吸收二氧化碳的混凝土。

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 14 題至第 18 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

極地渦旋事件的條件

極地渦旋是指環繞北極的一片廣闊的低氣壓區及冷空氣帶。當極地渦旋特別強勁時，極地急流會偏向更北方的位置。極地急流是大氣層中一條快速移動的西風帶。極地渦旋將冷空氣困在北極上空。當極地渦旋減弱時，可能會導致極地急流發生變化。2014 年 1 月發生了一次顯著的極地渦旋。

下面的模型代表了極地渦旋的條件，這些條件決定了冬季影響北半球的極地急流的範圍。



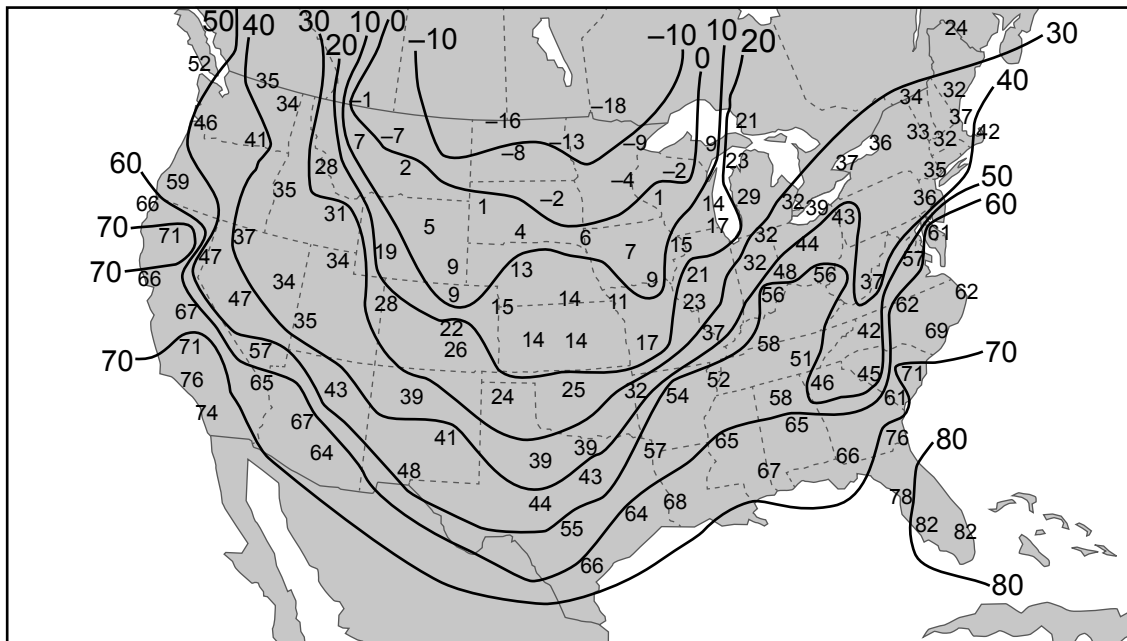
- 14 請描述當極地渦旋從穩定狀態轉變為不穩定狀態時，極地急流的運動模式發生了哪些變化。另請描述紐約州居民可能經歷**哪種**氣候條件變化。[1]

極地急流模式變化：_____

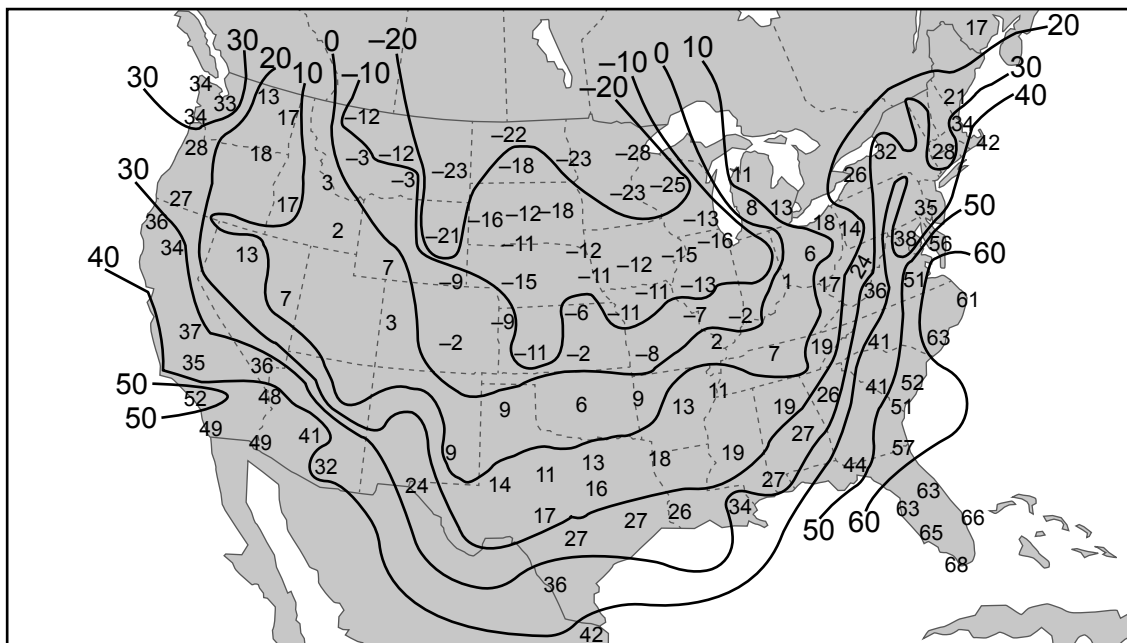
氣候條件變化：_____

下方的氣象圖顯示了 2014 年 1 月 6 日的最高與最低溫度（華氏度），當時美國正經歷極地渦旋事件。

最高溫度：2014 年 1 月 6 日（星期一）



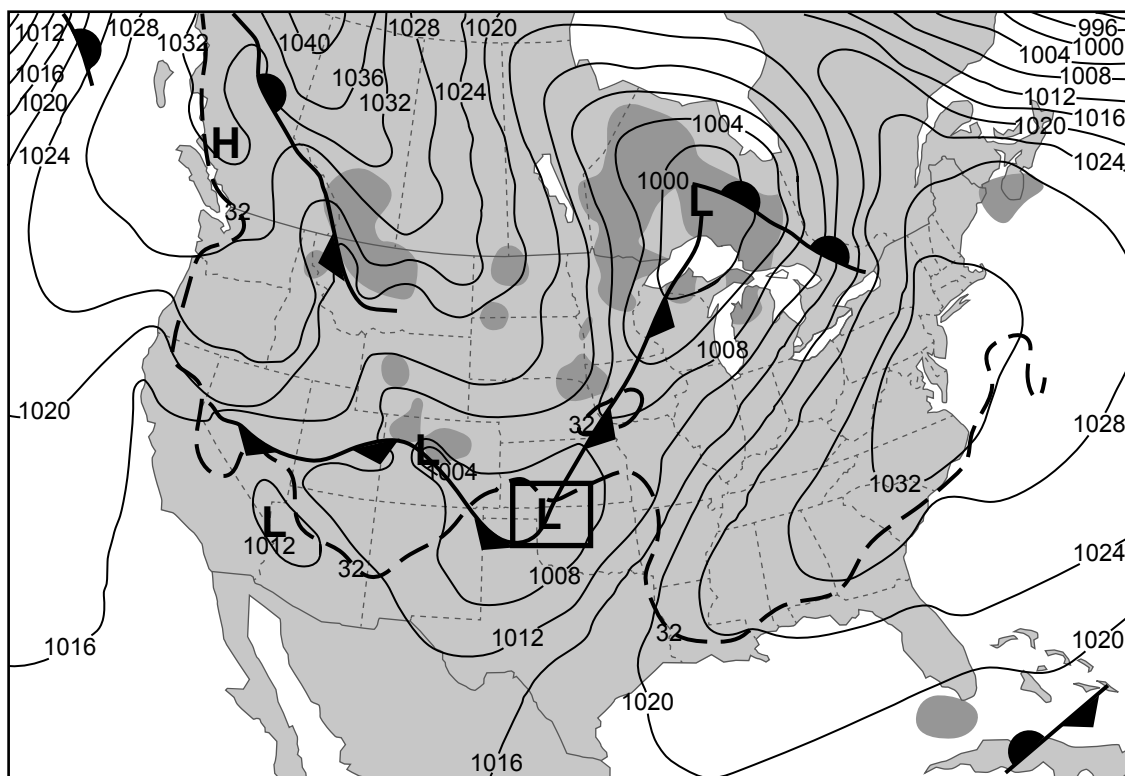
最低溫度：2014 年 1 月 6 日（星期一）



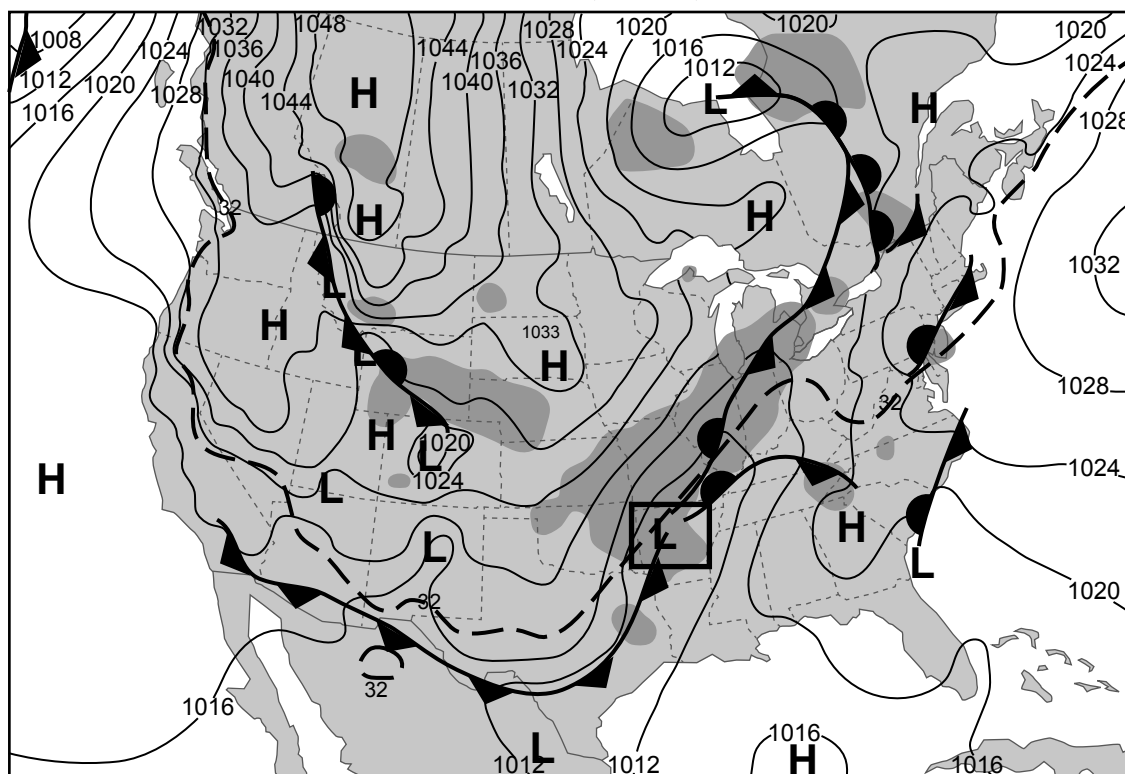
- 15 請解釋 2014 年 1 月 6 日的最高溫與最低溫分佈圖，如何為「美國中部在該日可能正經歷極地渦旋事件」這一論點提供証據。[1]

下面的地圖顯示了 2014 年 1 月 4 日及 2014 年 1 月 5 日的氣候資訊。虛線表示每天東部標準時間上午 7 時的 32°F 等溫線。降水量區域以深灰色顯示。

2014 年 1 月 4 日(星期六)氣象圖



2014 年 1 月 5 日(星期日)氣象圖



- 16 以下哪項陳述正確說明了 2014 年 1 月 4 日至 1 月 5 日期間，地圖上標有 **L** 的低壓中心移動模式及氣候條件？
- (1) 低氣壓向西移動，該地區出現降水量。
 - (2) 低氣壓向東移動，該地區出現降水量。
 - (3) 低氣壓向北移動，為該地區帶來寒冷乾燥的氣候。
 - (4) 低氣壓向南移動，為該地區帶來溫暖乾燥的氣候。
- 17 1 月 4 日至 1 月 5 日，伴隨低氣壓系統的冷鋒運動是由於以下哪個原因造成的
- (1) 地球表面的受熱不均與海洋循環
 - (2) 地球表面的受熱不均與盛行全球風
 - (3) 電磁輻射反射與大氣能量吸收
 - (4) 電磁輻射反射與大氣能量釋放
- 18 根據地圖顯示，高壓系統 (**H**) 區域的天氣狀況通常較為晴朗，因為高壓系統通常
- (1) 不在鋒面附近或者降水量較多的區域附近
 - (2) 僅位於指向東方的冷鋒邊界附近
 - (3) 僅位於指向西方的暖鋒邊界附近
 - (4) 位於等壓線密集分佈之處

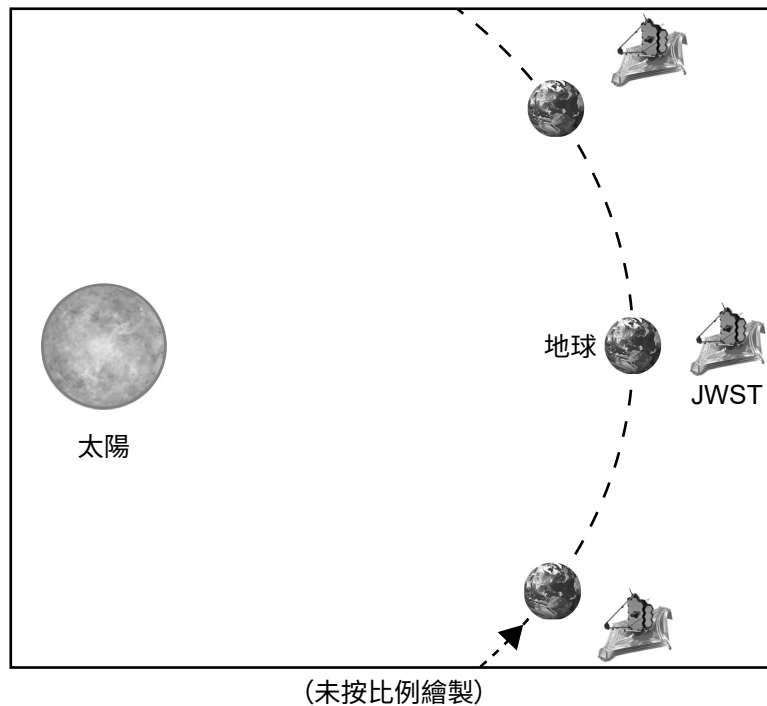
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 19 題至第 23 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡 (JWST)

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡 (JWST) 沿著一條複雜的軌道環繞太陽運行。這個軌道路徑使詹姆斯·韋伯太空望遠鏡 (JWST) 能夠在地球外側維持一個固定位置，與地球的平均距離為 150 萬公里。詹姆斯·韋伯太空望遠鏡專門用於研究紅外線輻射。許多天體，例如系外行星，會輻射出大量紅外線範圍的能量。其他天體，例如中子星，則被塵埃遮蔽。宇宙中這些天體的可見光被拉伸至紅外線波段。紅外線的輻射很容易穿透這層灰塵。

在地球上，觀測天體的紅外線光譜相當困難。地球的大氣層會阻擋來自太空的部分紅外線光譜。這使得外太空成為觀測紅外線光譜的最佳地點。

地球與 JWST 部分軌道位置示意圖



19 以太陽為基準，詹姆斯·韋伯太空望遠鏡的平均軌道距離與軌道速度大約為

- (1) 1.496 億公里，且保持與地球相同的軌道速度以維持固定位置
- (2) 1.496 億公里，且軌道速度快於地球以維持固定位置
- (3) 1.511 億公里，且保持與地球相同的軌道速度以維持固定位置
- (4) 1.511 億公里，且軌道速度快於地球以維持固定位置

20 請在每一行標記(✓)，以標示每項設計準則或約束條件，對於詹姆斯·韋伯太空望遠鏡的研發與應用而言，屬於正面或負面的權衡取舍。[1]

設計準則或限制條件	正面權衡	負面權衡
偵測較老舊、距離較遠物體的能力		
維修便利性		
開發成本高昂		
紅外線影像品質		

21 以下哪項解釋利用了詹姆斯·韋伯太空望遠鏡的証據來支持大爆炸理論？

- (1) 宇宙必定仍在膨脹，因為詹姆斯·韋伯太空望遠鏡觀測到，來自遙遠星系的可見光已偏移至紅外線波段。
- (2) 宇宙必定仍在膨脹，因為詹姆斯·韋伯太空望遠鏡觀測到來自遙遠中子星的紅外線輻射，而這些中子星是由大爆炸引發的超新星爆發形成的。
- (3) 宇宙必定是穩定且靜止的，因為詹姆斯·韋伯太空望遠鏡觀測到來自大爆炸後形成的遙遠系外行星所發出的紅外線輻射。
- (4) 宇宙必定仍在收縮，因為詹姆斯·韋伯太空望遠鏡觀測到，來自遙遠星系的可見光已被壓縮至紅外線波段。

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡與哈伯太空望遠鏡讓科學家得以觀測處於恆星演化不同階段的恆星。下表列出了這兩台望遠鏡觀測到的幾顆恆星的相關資訊。

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡觀測到的恆星

名稱	光譜型	估計光度	大約溫度 (K)
WD 1202-232	A	1.0×10^{-3}	8400
21 Lyncis	A	1.0×10^2	9692
Quyllur	M	1.0×10^6	3500

22 請按三顆恆星的相對年齡順序排列其名稱以完成下方的模型。並標記其正確的赫羅圖分類。[1]

相對年齡	1. _____ (最年輕)	→	2. _____	→	3. _____ (最古老)
分類	1. _____	→	2. _____	→	3. _____

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡曾與其他望遠鏡配合，觀測到一次極其明亮的伽馬射線暴。伽馬射線的釋放，正是兩顆恆星相互併合的証據。透過光譜數據，科學家得以確認，此事件過程中形成了比鐵更重的元素。而比鐵更重的元素，也可能在某些恆星生命週期的某個階段中形成。

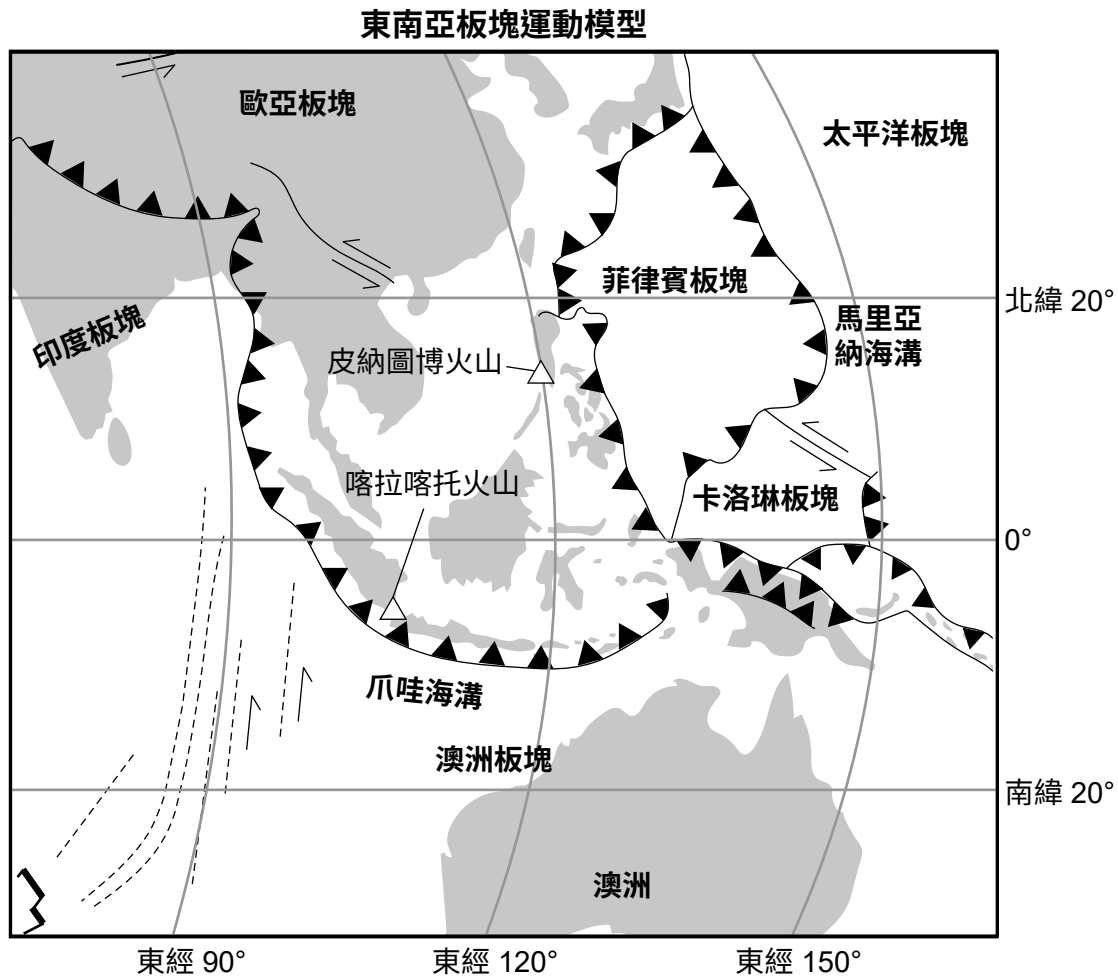
23 關於這次事件中這些元素的形成，以下哪項陳述得到了望遠鏡觀測證據的正確支持？

- (1) 比鐵更重的元素通常是在大質量恆星毀滅過程中形成的。
- (2) 比鐵更重的元素通常是在主序星中合成的。
- (3) 伽馬射線對於形成比鐵更重的元素是不可或缺的。
- (4) 合併的恆星吸收了伽馬射線，從而形成了比鐵更重的元素。

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 24 題至第 27 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

火山對地球系統的影響

地球上兩次重大的火山爆發分別發生於 1883 年的印尼喀拉喀托火山，以及 1991 年的菲律賓皮納圖博火山。這兩次大規模噴發都產生了大量由岩石、灰燼和氣體組成的噴發柱，直衝地球平流層。全球風將灰燼與氣體循環至地球各地，造成長達數年的影響。下面的模型顯示了一些關於東南亞構造背景的資訊。

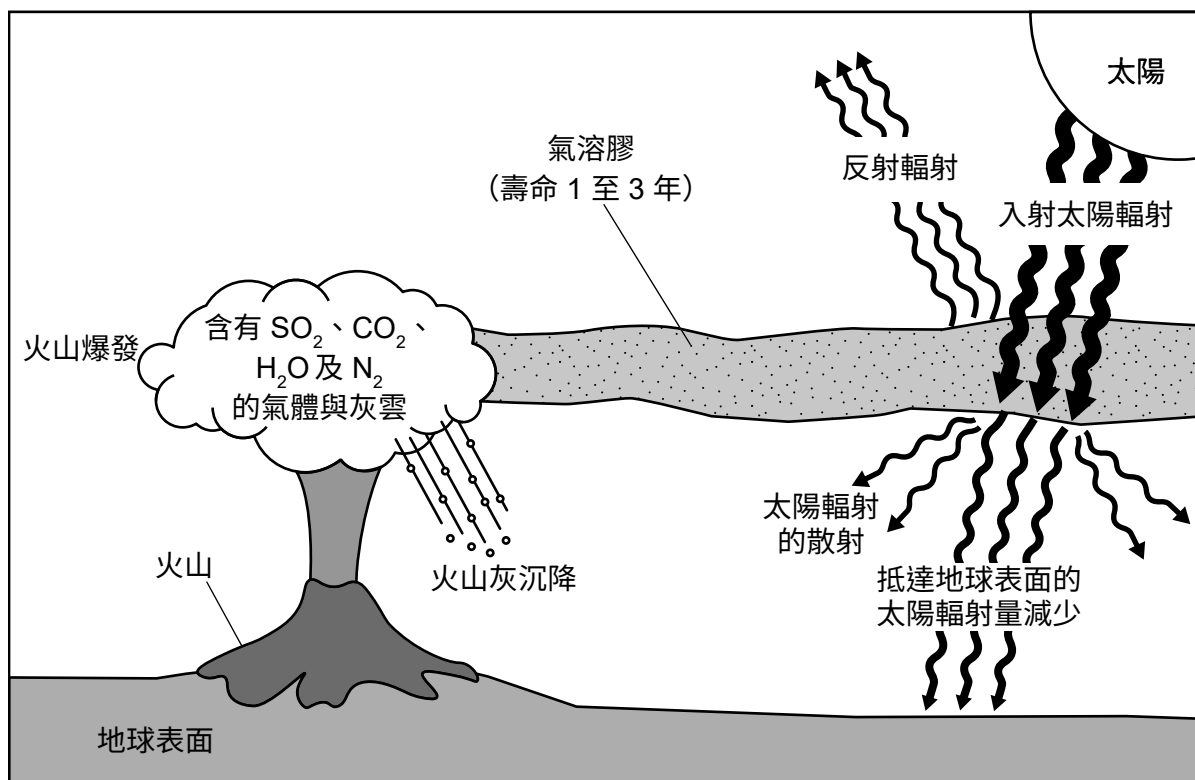


24 根據該模型，哪種板塊構造相互作用導致皮納圖博火山的形成與噴發？

- (1) 菲律賓板塊與太平洋板塊之間的離散
- (2) 馬里亞納海溝的轉形運動
- (3) 澳洲板塊與歐亞板塊之間的匯合
- (4) 歐亞板塊與菲律賓板塊之間的匯合

火山爆發會導致地球上多個系統發生變化。下面的模型顯示了大型火山爆發（例如喀拉喀托火山和皮納圖博火山的爆發）對大氣層的效應。從火山噴發出的極細微固體或液體微粒（氣溶膠）會懸浮在空氣中。

火山爆發模型



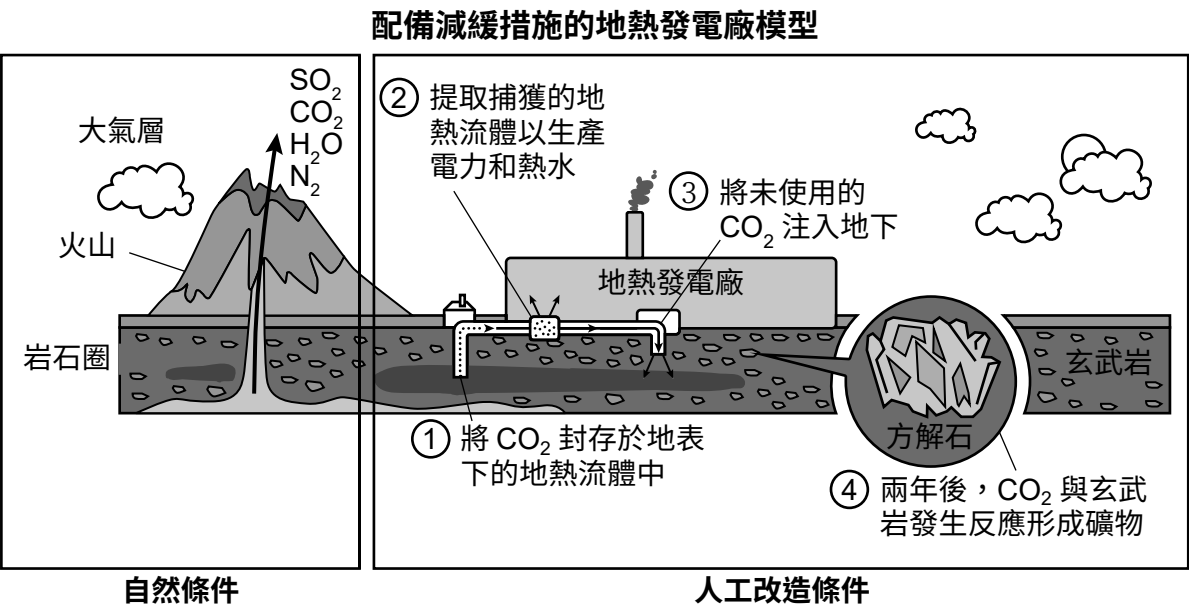
(未按比例繪製)

- 25 利用火山爆發模型中的資訊，描述火山噴發出的氣溶膠如何影響地球系統內外的能量流動。此外，請描述火山爆發後數年間的氣候變化，這些變化最可能由能量流動的改變所致。[1]

氣溶膠對能量流動的影響：_____

氣候變化：_____

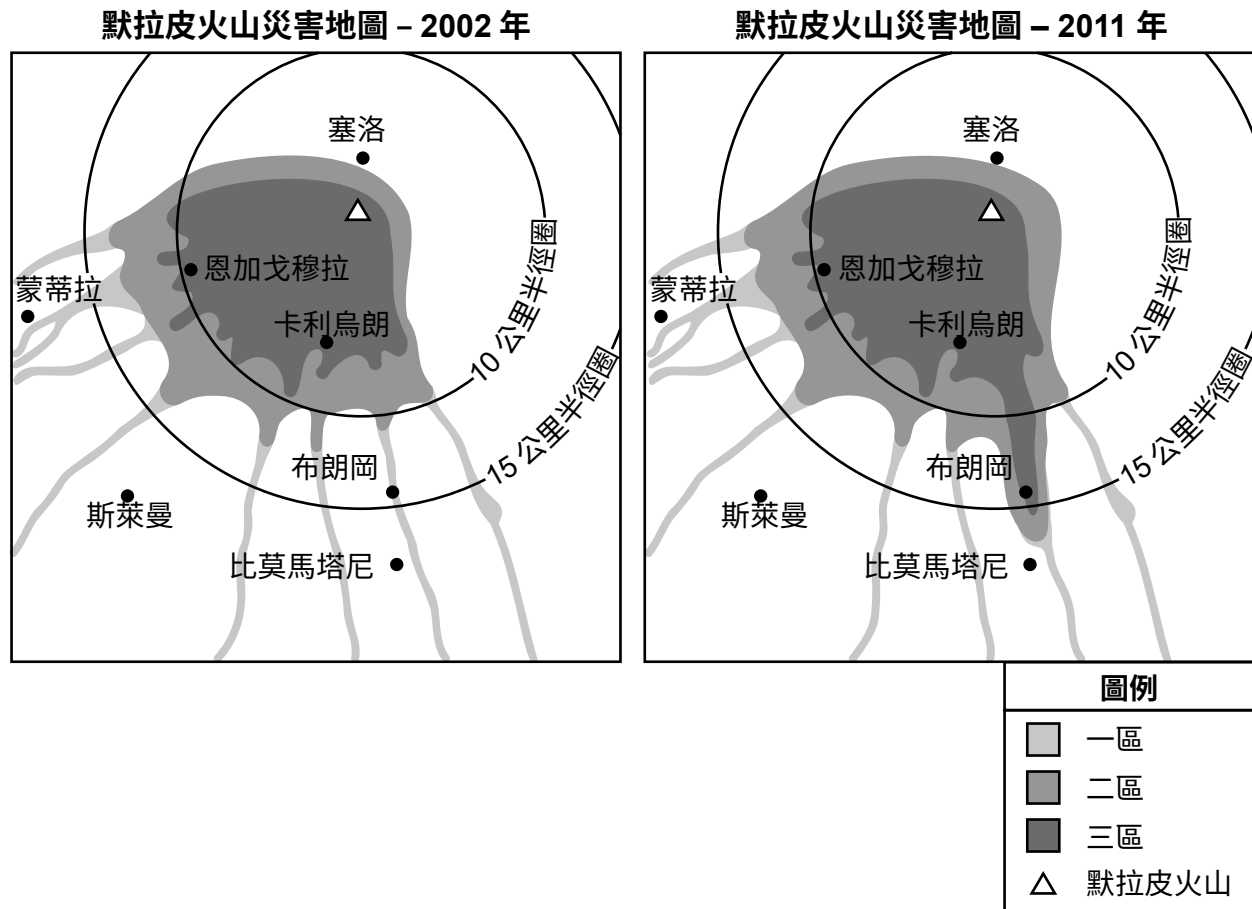
雖然火山活動會給人類帶來困擾，但也可能帶來好處。下圖所示模型展示將地熱能轉化為可用能量的四步驟過程，其中包含減緩氣候變遷成因的措施。



26 根據具有緩解措施的地熱發電廠模型，表格中的哪一列正確地說明了能量從地球系統流出的步驟以及緩解氣候變遷的步驟？

行	能量外流的步驟	緩解措施
(1)	3	2
(2)	4	1
(3)	1	4
(4)	2	3

默拉皮火山的災害地圖旨在標示可能受到過去噴發所引發的火山碎屑流影響的區域。一區的位置受到火山碎屑流（快速移動的高溫火山灰與氣體）影響的機率更低，而三區的區域面臨最高的火山碎屑流影響機率。



27 以下哪些陳述正確地說明了這些自然災害對人類活動產生影響的機率？

- 陳述 1：** 在 2011 年危險地圖繪製完成後，布朗岡的居民認為遭遇火山碎屑流的機率有所降低。
- 陳述 2：** 由於火山碎屑流的預測流向，布朗岡的居民應比塞洛的居民更早安裝早期預警系統。
- 陳述 3：** 穆尼蒂蘭需要建立一套早期預警系統，因為該地距離默拉皮火山不到 15 公里。
- 陳述 4：** 疏散區是根據火山碎屑流流向的發生機率劃定的。
- 陳述 5：** 當默拉皮火山噴發時，恩加戈穆拉的居民應立即撤離，因為該社區受到火山碎屑流影響的機率最高。

- | | |
|----------------|----------------|
| (1) 陳述 1、3 和 4 | (3) 陳述 2、3 和 5 |
| (2) 陳述 2、4 和 5 | (4) 陳述 1、3 和 4 |

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 28 題至第 31 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

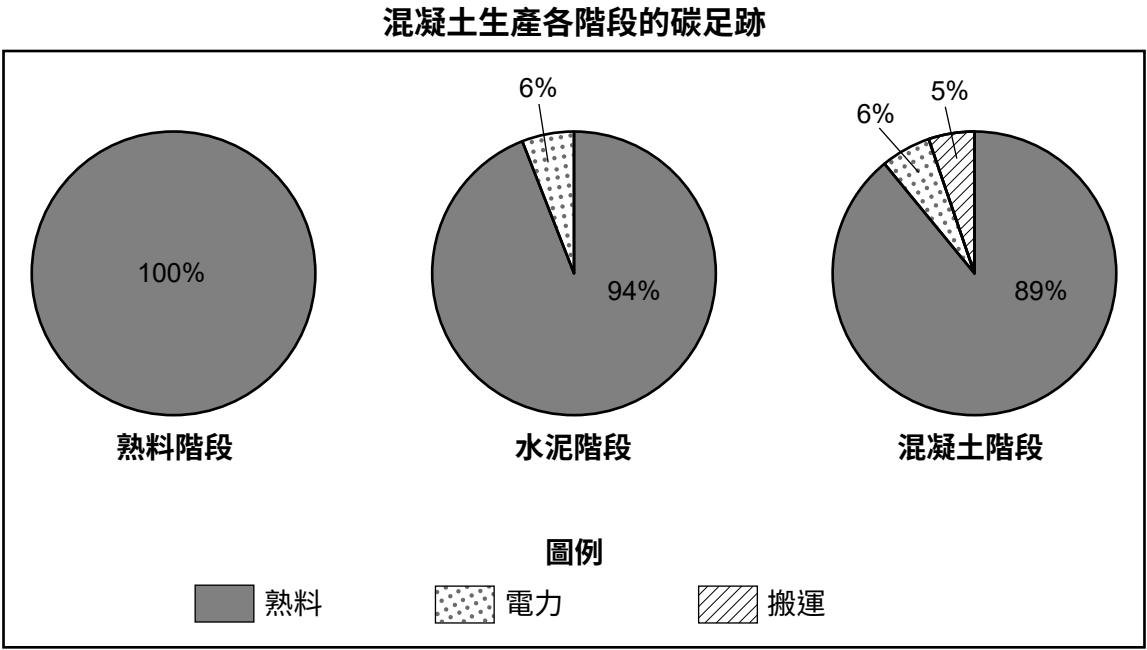
紐約的混凝土產業

混凝土的製作從混合石灰石與黏土開始，接著將其在窯中加熱、乾燥以產生熟料。隨後將熟料研磨成細粉，並與石膏混合，製成波特蘭水泥。接著再將碎石和砂等骨料與水一同加入波特蘭水泥中，最終製成稱為混凝土的新產品。

28 紐約州的礦物資源使得建造水泥生產設施成為可能。以下哪項資源與其開採地點及用於生產水泥產品的用途配對正確？

- (1) 曼哈頓支脈的黏土
- (2) 阿迪朗達克山脈的石灰石
- (3) 哈德遜河谷的碳酸鹽岩石
- (4) 聖勞倫斯河谷省的石膏

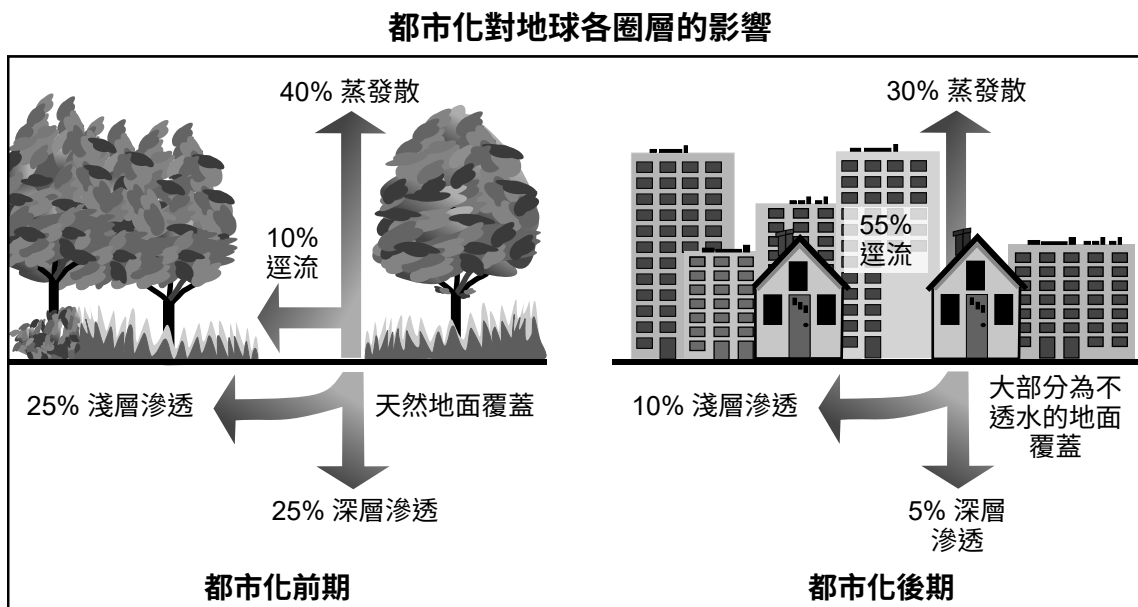
下面的圓形圖顯示了一些關於混凝土生產三個階段碳足跡的資訊。碳足跡是指各階段所產生碳排放量的百分比。



29 以下哪項陳述說明了受混凝土生產影響的兩個地球系統之間的關係？

- (1) 在混凝土階段，11% 的排放量因搬運過程而從地圈釋放到水圈中。
- (2) 在水泥製造階段，100% 的排放物因熟料生產過程從地圈釋放到大氣層中。
- (3) 在混凝土階段，5% 的排放物因搬運過程從大氣層釋放到地圈中。
- (4) 在水泥製造階段，94% 的排放物從熟料經由地圈釋放到大氣層中。

數百年來，混凝土一直被廣泛應用於都市發展。下面的模型顯示了一些關於都市化的資訊。



30 請從以下三個地球系統中，圈出**兩個**受都市化過程中混凝土使用影響的系統。然後針對所選的**兩個**地球系統，分別描述都市化對其水循環所造成的一項影響。[1]

大氣層：_____

水圈：_____

地圈：_____

地球系統	影響
圈出一個 大氣圈 水圈 地圈	_____
圈出一個 大氣圈 水圈 地圈	_____

工程師開發出一種新型混凝土，稱為多孔混凝土，旨在解決都市化所伴生的某些環境問題。紐約州北部的一位工程師利用水的特性，完成了一項調查，以確定水對多孔混凝土的影響。下表列出了一些關於混凝土與水性質的資訊。這些照片顯示了工程師調查的結果。

孔隙度

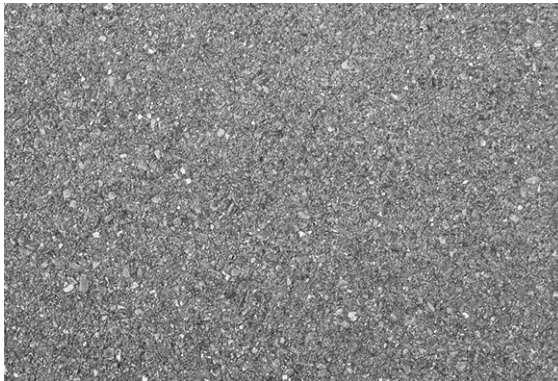
混凝土類型	開放空間 (%)
傳統	3-5
多孔	15-22

水性質

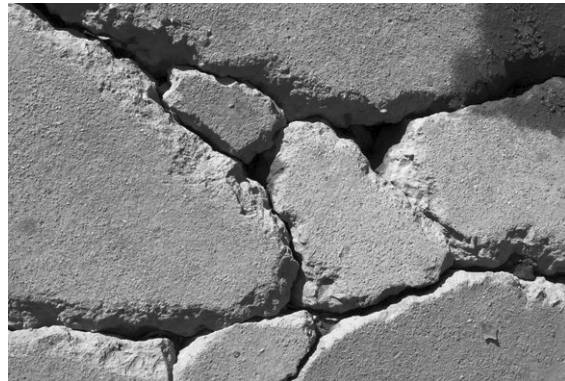
狀態	溫度 (°C)	密度 (g/mL)
液體	4	1.0
固體	0	0.92

多孔混凝土

新安裝



數年後



以下六項事實陳述說明了在紐約州全境使用多孔混凝土時應考量的幾項因素。

- 一 – 新澆築的多孔混凝土不適用於撒沙除冰。
- 二 – 多孔混凝土在夏季通常具有較低的表面溫度。
- 三 – 多孔混凝土的安裝與維護成本較高。
- 四 – 多孔混凝土不得用於道路、橋樑、水壩及建築物。
- 五 – 多孔混凝土可過濾逕流中的沉積物。
- 六 – 多孔混凝土的表面較為粗糙，在冬季能提供更好的抓地力。

31 以下哪兩項陳述是支持選擇傳統混凝土而非多孔混凝土的限制因素？

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) 主張一、五 | (3) 主張三、六 |
| (2) 主張二、五 | (4) 主張三、四 |

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 32 題至第 36 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

尼奧斯湖

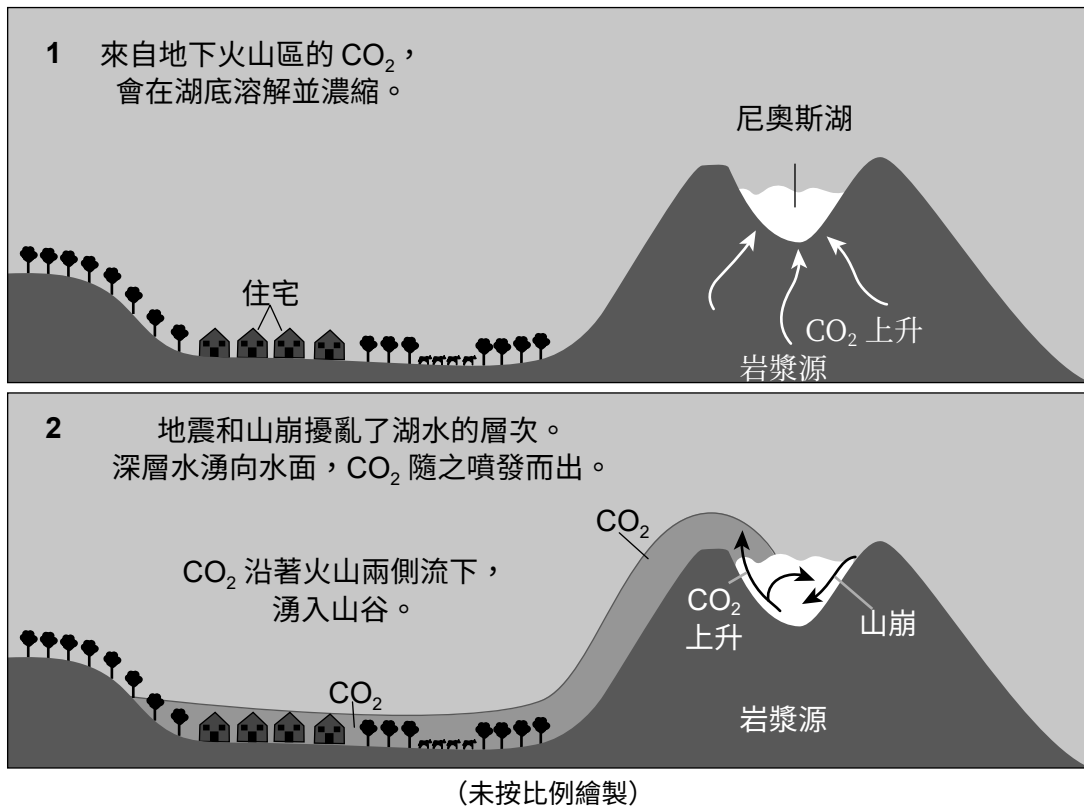
尼奧斯湖位於非洲喀麥隆西北部奧庫火山場內一座休眠火山的火山口中。尼奧斯湖幾乎沒有對流。一層溫暖的水總是浮在深層的冷水之上。1986 年，一個困在湖底的大型二氧化碳氣泡浮上了水面。隨後，二氧化碳順勢流向山谷，造成 1800 人及 3500 頭牲畜死亡。

下圖顯示了包括尼奧斯湖在內的火山地貌的分佈位置與名稱。插圖所示為喀麥隆火山鏈在非洲的位置。



下方的資訊圖顯示了一些關於尼奧斯湖事件的資訊。

尼奧斯湖二氧化碳排放的過程



32 以下哪項因素最有可能導致二氧化碳氣體從湖泊沿坡向下移動至山谷？

- (1) 山脈頂部的溫度增加，導致二氧化碳氣體下沉並流入山谷。
- (2) 隨著二氧化碳氣體沿著火山兩側向下流動，大氣壓逐漸下降。
- (3) 由於二氧化碳氣體的密度大於周圍空氣，導致其沿火山向下流動，使得湖面上方的大氣密度增加。
- (4) 湖面上的相對濕度比山谷中更高，導致二氧化碳氣體流入山谷。

33 根據資訊圖中的證據，以下哪項陳述最準確地描述了人類應採取的措施，以減少未來尼奧斯湖中封存的二氧化碳釋放所導致的人員傷亡？

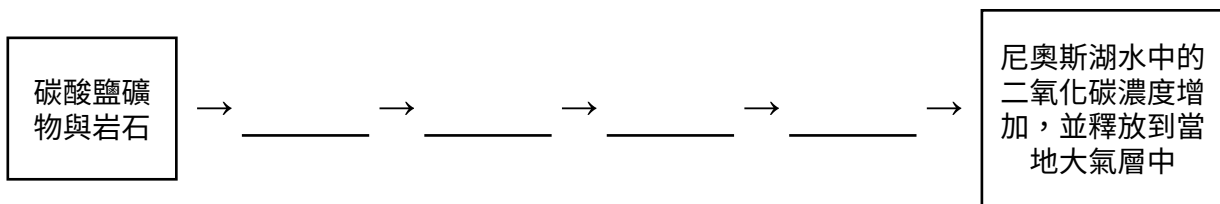
- (1) 將房屋遷移至山谷底部上方的高地。
- (2) 在尼奧斯湖的坡地上種植更多樹木，以吸收二氧化碳。
- (3) 將尼奧斯湖的水排乾，以消除二氧化碳的來源。
- (4) 將房屋遷移至山谷底部的其他區域。

形成喀麥隆火山鏈的岩漿富含二氧化碳。岩漿中的二氧化碳有兩個來源，分別來自地表與地函的礦物及岩石。地球上的碳酸鹽礦物和岩石（含有碳和氧）被分解並熔融。

- 34 請根據下面的定性模型，將各選項的字母填入模型中正確的位置，以代表導致尼奧斯湖水中的二氧化碳濃度增加的一條碳循環路徑。[1]

選項	A	B	C	D
描述	二氧化碳溶解於岩漿中	二氧化碳會從碳酸鹽礦物和岩石中釋放出來	隨著岩漿上升，二氧化碳洩漏並溶解於湖中	對碳酸鹽礦物和岩石施加熱量

碳循環模型

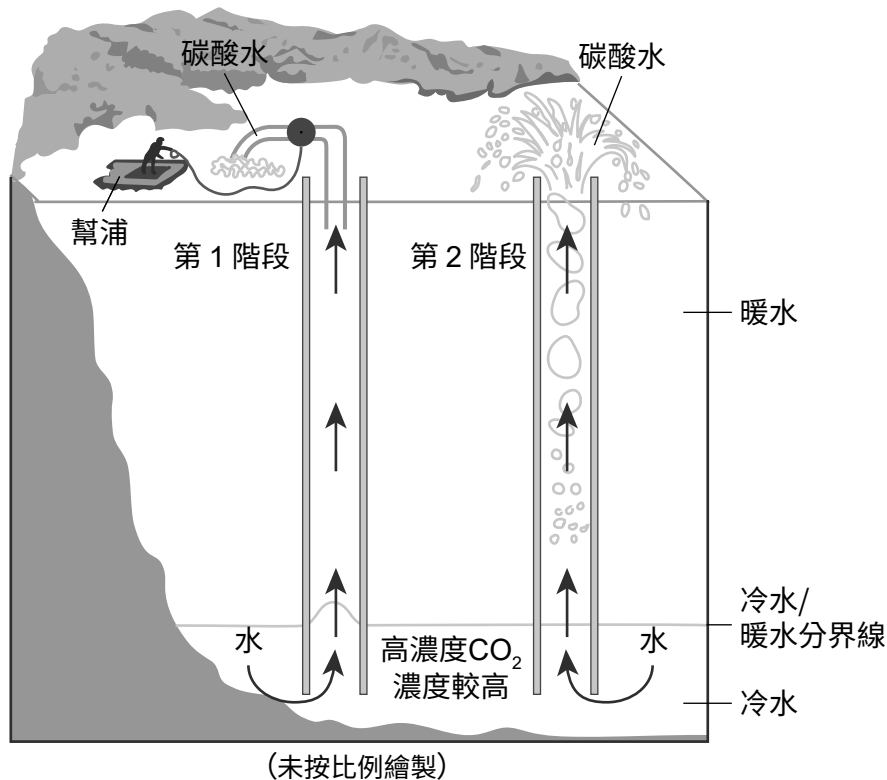


- 35 請描述喀麥隆火山鏈周圍區域中，大陸斷層段岩石內的礦物，與海洋斷層段岩石內發現的礦物有何不同。請舉出至少一種具體的礦物來佐證你的描述。[1]

經過 20 世紀 80 年代和 90 年代初的多項研究，科學家與工程師提議在尼奧斯湖安裝排氣管，以防止更多人喪生。這些排氣管的功能分為兩個階段。在第一階段，將利用動力幫浦將少量冷水從湖底抽至水面，藉此去除二氧化碳。

在第二階段，二氧化碳從水中逸出（形成碳酸水）所產生的氣泡會形成吸力，使這個過程得以自我維持。第一條排氣管於 2001 年安裝，其餘排氣管則於 2011 年安裝。二氧化碳現在會憑藉自身壓力浮上地表，無需幫浦輔助。

排氣管模型



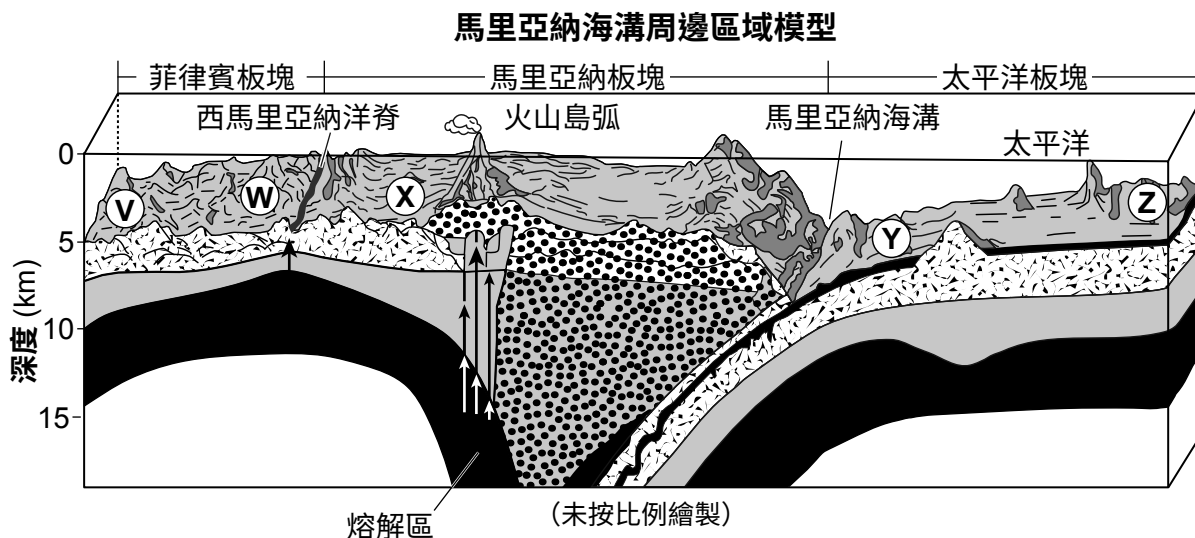
36 以下哪項描述最準確地解釋了為何自維持式排氣管是降低尼奧斯湖未來發生氣體逸散事件風險的最佳解決方案？

- (1) 自維持式排氣管確保尼奧斯湖底的冷水不受干擾。這使得自然過程得以持續進行，同時不會干擾自然系統。
- (2) 這些自維持式排氣管讓喀麥隆鄉村居民不再那麼依賴稀缺的化石燃料，也不再需要電力來驅動管道運作。
- (3) 這些自維持式排氣管透過從尼奧斯湖底的岩漿中移除二氧化碳，從而降低了未來火山爆發的風險。
- (4) 這些自維持式排氣管使尼奧斯湖的熱水層與冷水層得以混合。此過程可去除湖中的二氧化碳。

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 37 題至第 41 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

西太平洋的複雜構造

馬里亞納板塊是一個位於馬里亞納海溝西側的微板塊。地質活動導致菲律賓板塊的一部分脫離，並形成馬里亞納板塊。這個微板塊周圍環繞著許多地質特徵與複雜的板塊邊界。字母 V 至 Z 代表地球表面的地點。



37 以下哪項陳述正確描述了模型中地殼岩石的年齡分佈模式？

- (1) 地點 Y 比地點 V 更年輕，因為地點 Y 更靠近匯聚邊界。
- (2) 地點 W 比地點 X 更古老，因為地點 W 更靠近分離板塊邊界。
- (3) 地點 Y 比地點 Z 更古老，因為地點 Y 更靠近匯聚邊界。
- (4) 地點 V 比地點 W 更年輕，因為地點 V 距離分離板塊邊界更遠。

38 導致地殼板塊移動的板塊相互作用，也形成了地球表面的地貌特徵。以下哪張表格正確說明了與馬里亞納海溝周邊區域模型中發現的複雜地貌特徵相關的作用？

特徵	作用
分離板塊邊界	建構性
火山島弧	建構性
馬里亞納海溝	破壞性

(1)

特徵	作用
分離板塊邊界	建構性
火山島弧	破壞性
馬里亞納海溝	建構性

(3)

特徵	作用
分離板塊邊界	破壞性
火山島弧	建構性
馬里亞納海溝	破壞性

(2)

特徵	作用
分離板塊邊界	破壞性
火山島弧	破壞性
馬里亞納海溝	建構性

(4)

39 下面列出的四種構造過程，描述了馬里亞納地區地球物質循環中的某個階段。

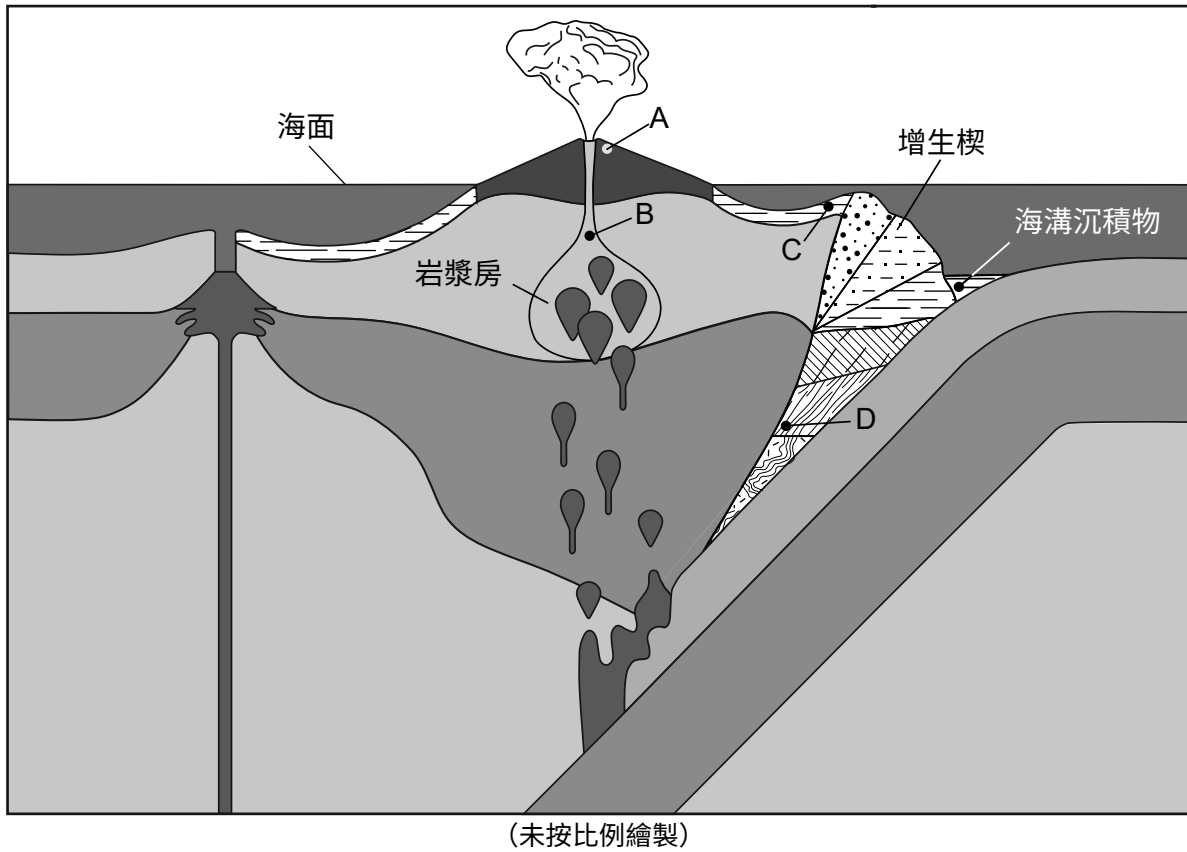
A	岩漿的噴發與凝固
B	海洋地殼的部分熔解
C	岩漿上升
D	太平洋板塊的俯衝

請將各項構造過程的字母依正確順序排列，以描述地球物質從地點 Y 到地點 X 的物質循環過程。[1]

_____ → _____ → _____ → _____

下面的模型顯示了一些馬里亞納微板塊周邊地區成岩作用的資訊。

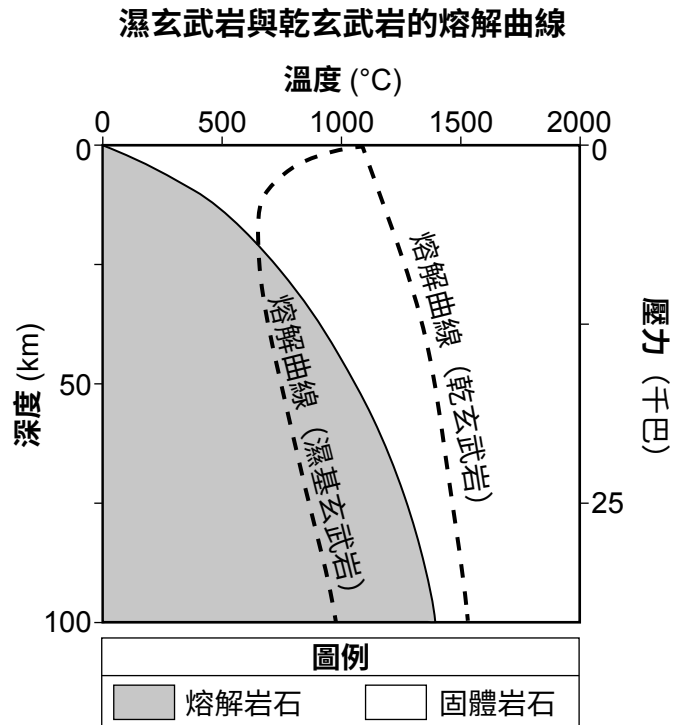
板塊邊界沿線成岩作用環境模型



40 根據該模型，下表中的哪一行指示了地層位置、成岩過程及岩石名稱三者的正確組合？

行	形成地點	岩石形成過程	岩石名稱
(1)	A	噴發	花崗岩
(2)	B	凝固	橄欖石
(3)	C	壓實	礫岩
(4)	D	溫度/壓力	片岩

在馬里亞納海溝，含水礦物被帶入地函，從而改變了熔點溫度。下圖顯示了一些關於玄武岩熔解的資訊。圖表中的壓力單位為千巴（一千巴相當於地球平均地表氣壓的 1000 倍）。



- 41 請列舉一種在洋殼熔融上方區域形成的地質構造特徵。然後根據圖表中的証據，描述水的存在如何影響玄武岩的熔解點。[1]

構造特徵：_____

證據：_____

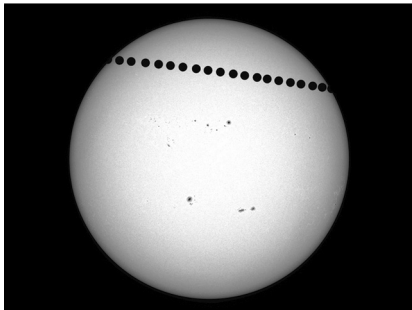
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 42 題至第 46 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

行星凌日

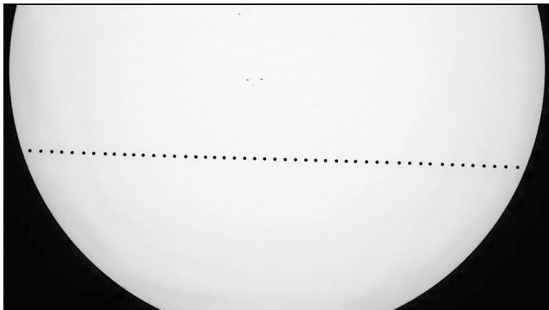
行星穿越太陽圓盤的現象，可視為一種特殊的日食。行星從太陽的圓盤前方經過時，便會發生凌日現象。

以下這些延時攝影照片記錄了兩次行星凌日現象。

2012 年金星凌日合成相片



2016 年水星凌日合成相片



下面的資料表顯示了一些關於水星和金星凌日的資訊。

行星凌日日期

水星凌日	金星凌日
2003 年 5 月 7 日	2004 年 6 月 8 日
2006 年 11 月 8 日	2012 年 6 月 6 日
2016 年 5 月 9 日	2017 年 12 月 10 日
2019 年 11 月 11 日	2125 年 12 月 8 日
2032 年 11 月 13 日	
2039 年 11 月 7 日	
2049 年 5 月 7 日	

- 42 以下哪項証據能解釋為何水星和金星是太陽系中唯一從地球觀測時會凌日的行星？
- (1) 水星和金星的赤道直徑比地球小。
 - (2) 水星和金星的自轉軸傾角都比地球的自轉軸傾角大。
 - (3) 水星和金星是地球與太陽之間唯一的兩顆行星。
 - (4) 水星和金星的軌道是太陽系中偏心率最高的。

43 以下哪項基於證據的陳述能解釋為何從地球觀測，在相同的時間段內，水星凌日次數比金星更多？

- (1) 水星繞太陽公轉的速度大約是金星的 2.6 倍，因此從地球觀測到水星凌日的機率更大。
- (2) 金星繞太陽公轉的速度大約是水星的 2.6 倍，因此從地球觀測到金星凌日的機率更大。
- (3) 水星繞太陽公轉的速度大約是地球的 2.6 倍，因此從地球上觀測到水星凌日現象的機率更大。
- (4) 金星繞太陽公轉的速度大約是地球的 2.6 倍，因此從地球觀測到金星凌日的機率更大。

開普勒太空望遠鏡利用行星凌日現象，發現了太陽系外的行星。開普勒-16b 是首顆在雙星系統中被發現的行星。雙星系統由兩顆恆星組成。在此恆星系統中，開普勒-16A 和開普勒-16B 這兩顆恆星彼此在同一軌道上運行。

開普勒-16 恆星的若干特性

恆星	表面大概溫度 (K)	光度
開普勒-16A	4500	0.14
開普勒-16B	3300	0.005

44 請描述開普勒-16 恆星系統相較於太陽的兩項特性。然後描述這些特性如何影響該恆星系統相較於太陽的壽命。[1]

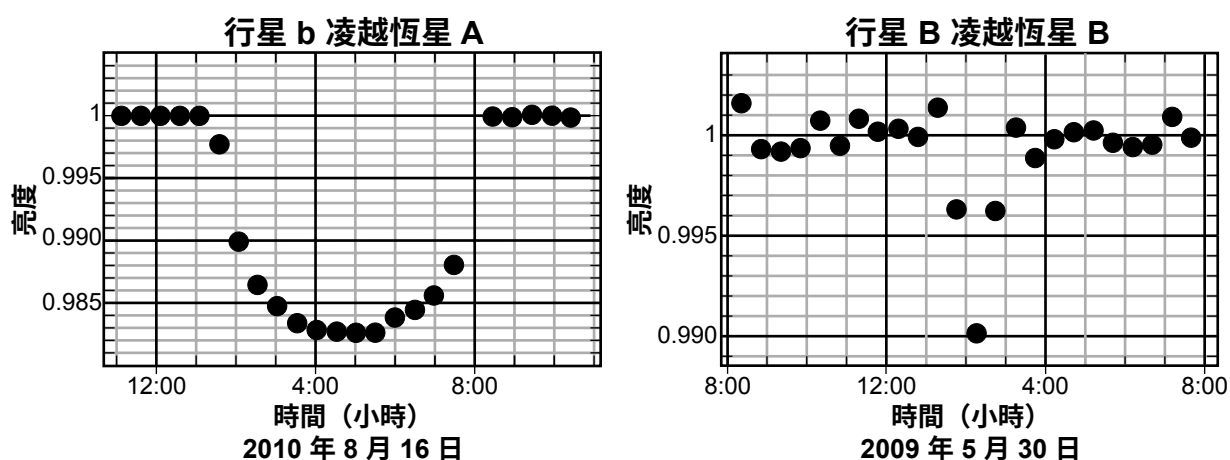
特性：_____

壽命：_____

- 45 根據開普勒-16A 的特性，以下哪一行最準確地描述此恆星內部發生的核融合反應，並正確指出具有相似特徵的恆星？

行	
(1)	氦直接融合為氫；與拉卡伊 9352 相似
(2)	氫直接融合成氦；與天鵝座 B 相似
(3)	氫直接融合為碳；與南門二 B 相似
(4)	氫直接融合成氦；與格利澤 725 B 相似

下圖顯示了當行星開普勒-16b 凌越時，開普勒-16A 和開普勒-16B 恆星的視亮度減弱相關資訊。



- 46 計算行星開普勒-16b 凌越兩顆恆星所需的時間，並提供一個理由解釋為什麼行星凌越開普勒-16A 所需的時間比凌越開普勒-16B 所需的時間更長。[1]

開普勒-16A 的凌越時間： _____ 小時

開普勒-16B 的凌越時間： _____ 小時

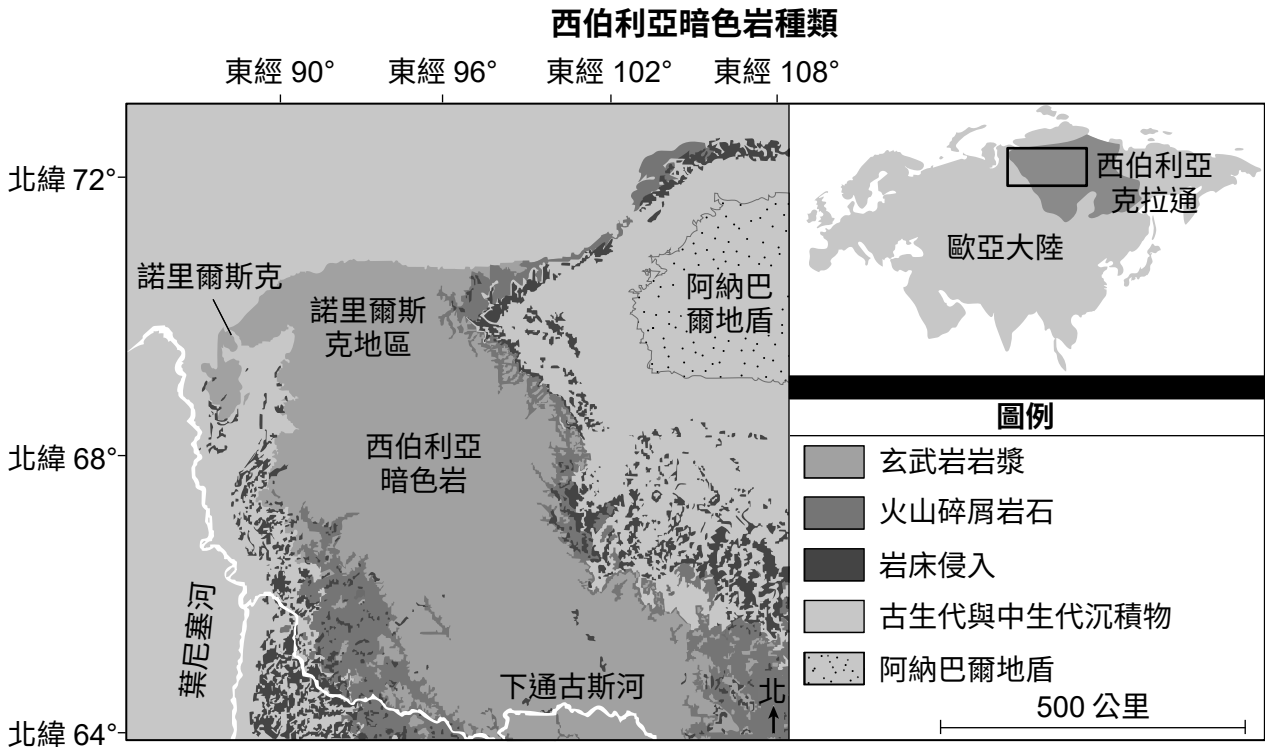
理由： _____

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 47 題至第 50 題。有些題目可能需要用到 **2024 版的地球與太空科學參考表**。

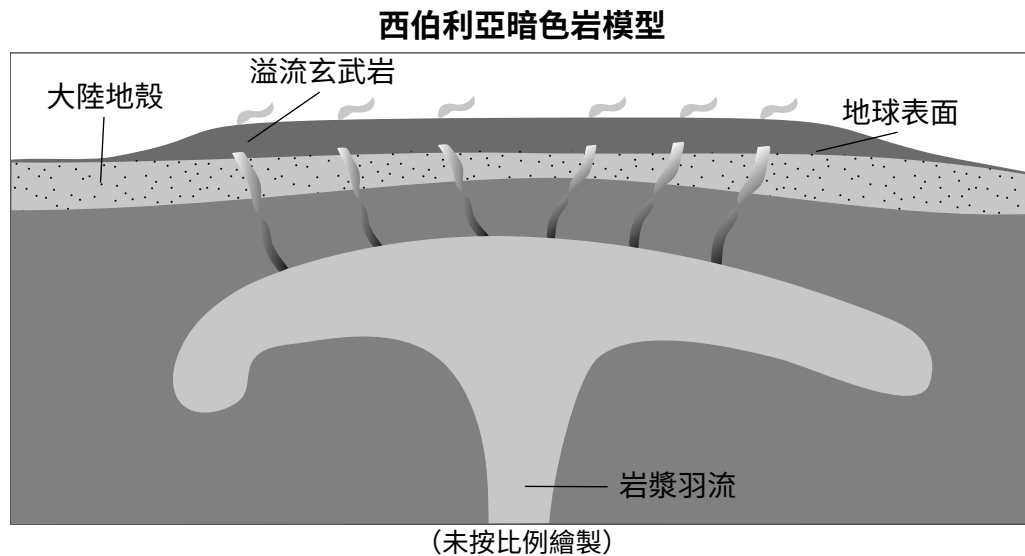
西伯利亞暗色岩

西伯利亞暗色岩是地球上最大的火成岩地貌之一。西伯利亞暗色岩並非形成於板塊邊界或熱點。上升的岩漿在地殼與上地函的邊界處下方水平擴散。這形成了一個蘑菇狀的地函羽流。在約一百萬年的週期內，岩漿脈衝接連噴發，每次持續約一萬年。主要的火山活動高峰發生在約 2.52 億年之前。據估計，約有四百萬立方公里的岩漿噴發，形成了這座厚度達三公里的地質結構。西伯利亞克拉通包含阿納巴爾地盾，這是該地區最古老的原始基岩。

下圖顯示了關於西伯利亞暗色岩的地理位置，以及與之相關的岩石種類資訊。



- 47 請在指定區域內繪製模型，指出西伯利亞暗色岩是如何形成的。模型必須包含至少兩個箭頭，以代表岩漿羽流內岩漿的運動。[1]



- 48 以下哪項陳述正確描述了西伯利亞暗色岩中玄武岩的物理與化學性質？

- (1) 這種玄武岩含有大型礦物晶體，且富含鐵和鎂。
- (2) 這種玄武岩含有大型礦物晶體，且富含鉀和鈉。
- (3) 這種玄武岩含有細小的礦物晶體，且富含鐵和鎂。
- (4) 這種玄武岩含有細小的礦物晶體，且富含鉀和鈉。

俄羅斯的諾里爾斯克是一座位於西伯利亞暗色岩西緣的礦業城鎮。諾里爾斯克擁有豐富的含鎳礦石礦床。加工這種礦石會釋放出污染物二氧化硫。二氧化硫會因形成氣溶膠而引發呼吸問題；氣溶膠是存在於大氣層中的微小顆粒，會反射陽光。在全球範圍內，俄羅斯的鎳產量位居第三，二氧化硫排放量則高居榜首。

49 以下哪張表格鑒別了兩個地球系統之間的正確關係，及其如何因鎳礦開採而發生變化？

	地球系統	變化
(1)	大氣層	溫度升高
	水圈	二氧化硫濃度增加導致酸雨增加

	地球系統	變化
(2)	地圈	酸雨增加了岩石的化學風化作用
	大氣層	溫度降低

	地球系統	變化
(3)	水圈	二氧化硫濃度增加導致酸雨減少
	生物圈	由於酸雨減少，植物滅絕的數量減少

	地球系統	變化
(4)	生物圈	由於酸雨增加，導致植物生長加速
	地圈	酸雨增加了岩石的物理風化作用

50 諾里爾斯克的鎳沉積物與銅、鈷及鉑的巨大礦床位於同一座礦場中。鎳在紐約州是稀有的資源。以下哪一行正確地說明了在紐約州鎳礦床中伴生的礦物沉積物，以及最可能在紐約州和俄羅斯諾里爾斯克形成這些沉積物的過程？

行	鎳礦床伴生的礦物沉積物	地球科學過程	俄羅斯諾里爾斯克過程
(1)	鋅和鉛	再結晶作用	岩化作用
(2)	矽灰石與稀土元素	岩化作用	再結晶作用
(3)	鐵與稀土元素	再結晶作用	結晶作用
(4)	滑石與碳酸鹽岩石	結晶作用	再結晶作用

