

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 1 月 23 日（星期五）上午 9 時 15 分至下午 12 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。

請在以上的橫線上工整地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。

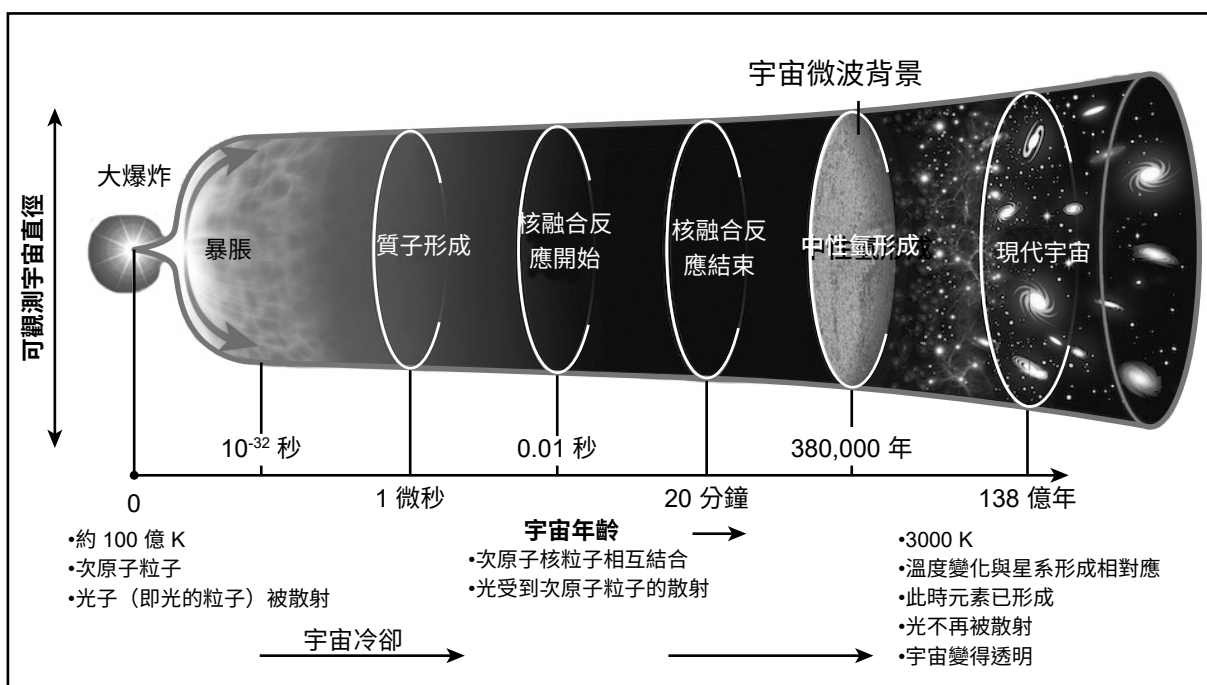
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 1 題至第 5 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。務必將選擇題的答案填寫在所提供的分開的答題紙上。把簡答題的答案填寫在試題本上。

### 宇宙大爆炸理論的證據

大爆炸是一個物理理論，解釋了宇宙如何從一個初始的高密度與高溫狀態膨脹而來。該理論試圖解釋宇宙如何隨時間發生改變。此理論有三項證據支持。宇宙中各元素的實測含量支持此理論。科學家觀測到宇宙空間正在加速膨脹，這是另一項證據。此外，宇宙微波背景輻射 (CMBR) 的發現也支持此理論。

下方的模型呈現了自大爆炸事件以來宇宙的變化情況。此模型中的溫度單位為克耳文 (K)。

### 大爆炸以來宇宙演化過程的模型



- 1 請為以下三項陳述各選擇一個正確的選項，並在對應的方格中打 **X** 以指出將每條陳述正確補充完整的短句。 [1]

**陳述 1:**

宇宙微波背景輻射提供了大爆炸理論的證據，因為它是

☐ 科學家預測的一種分佈於整個宇宙中的能量

☐ 科學家預測的一種已融合成元素的物質

**陳述 2:**

宇宙微波背景輻射之所以能夠被偵測到，是因為宇宙

☐ 因極端高溫而迅速膨脹

☐ 冷卻後變得透明

**陳述 3:**

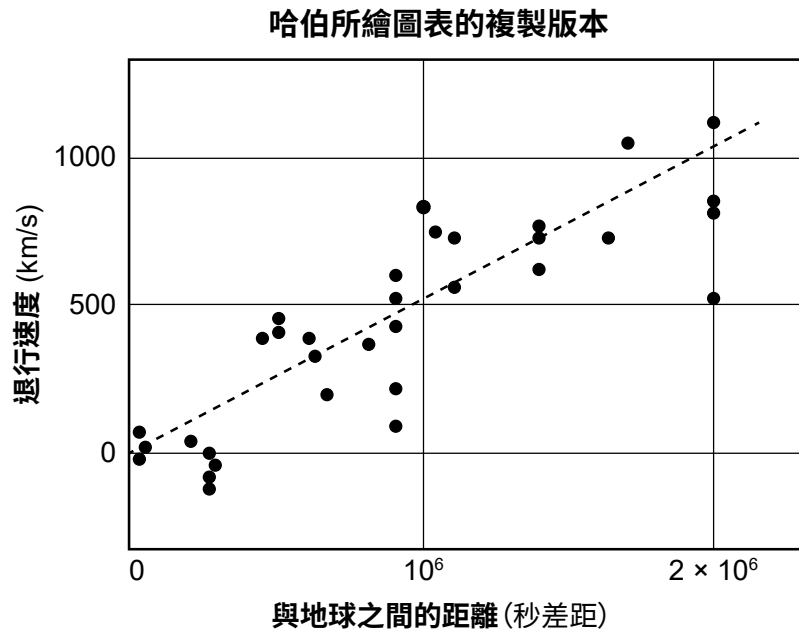
宇宙中由密度差異引起的宇宙微波背景輻射變化顯示

☐ 星系形成於密度較高的區域

☐ 星系形成於密度較低的區域

在 1920 年代，天文學家愛德溫·哈伯 (Edwin Hubble) 利用一種稱為「造父變星 (Cepheid variable)」的恆星來研究星系。這種恆星會按照可預測的規律變亮和變暗。哈伯透過觀測這些恆星來測定這些恆星及其所在星系與地球之間的距離。

下圖為哈伯在 1929 年所繪圖表的複製版本。圖中星系的退行速度（相對於地球）隨著與地球距離的變化而變化。測量單位為秒差距（1 秒差距 = 3.26 光年）。朝地球方向移動的星系，其退行速度記為負數。



以下是幾則與哈伯對星系所作研究相關的陳述。

**陳述 1：** 哈伯的圖表顯示，星系與地球的距離和該星系的退行速度之間並無關係。

**陳述 2：** 哈伯圖表中大多數星系的速度證據很可能來自各星系的紅位移資料。

**陳述 3：** 哈伯觀測的那些距離地球約  $2 \times 10^6$  秒差距的星系，其退行速度全都大於每秒 500 公里。

**陳述 4：** 哈伯的圖表顯示，星系與地球的距離和該星系的退行速度之間存在正比關係。

**陳述 5：** 哈伯圖表中，有些星系在距離地球越遠時，移動速度越慢。

**陳述 6：** 哈伯圖表中大多數星系的速度證據很可能來自各星系的藍位移資料。

**2 哪些陳述正確地將哈伯的觀測資料總結為支持大爆炸理論的證據？**

(1) 陳述 1、5、6 (3) 陳述 3、1、6

(2) 陳述 2、3、4 (4) 陳述 4、2、5

**3 圖表中的資料如何支持對大爆炸理論的解釋？**

(1) 距離地球越遠的星系，退行速度越大，表明宇宙正在膨脹。

(2) 距離地球較近的星系，退行速度為負值，表明宇宙的膨脹速率僅發生於遙遠的星系周圍。

(3) 距離地球約一百萬 ( $10^6$ ) 秒差距的星系，有些朝向地球移動，有些則遠離地球，表明宇宙不會在這個距離之外繼續膨脹。

(4) 星系以恆定的速度遠離地球，表明宇宙正以恆定的速率膨脹。

下表列出了一些關於銀河系中兩顆恆星的資訊。

恆星	組成恆星的元素	質量 (kg)
參宿四	氫、碳、氧、氖、鎂、鈉、鐵	$3.28 \times 10^{31}$
太陽	氫、氦	$1.99 \times 10^{30}$

4 哪一項陳述正確地解釋了組成這兩顆恆星的元素差異，並比較了這兩顆恆星的壽命？

- (1) 在參宿四中，氫已融合成較重的元素，且參宿四的壽命比太陽短。
- (2) 在參宿四中，氫尚未從較重的元素中被融合，且參宿四的壽命比太陽長。
- (3) 在太陽中，較重的元素已完全融合成氫，且太陽的壽命比參宿四短。
- (4) 在太陽中，氫尚未從較重的元素中被融合，且太陽的壽命比參宿四長。

5 請說明參宿四與太陽的質量如何影響這兩顆恆星中核融合反應速率的不同。 [1]

---

---

---

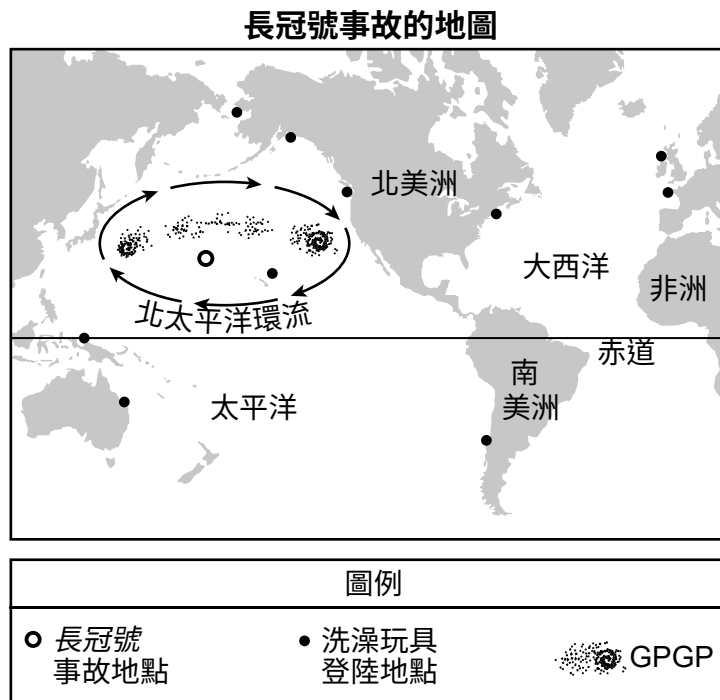
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 6 題至第 9 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

### 橡皮鴨與太平洋垃圾

1992 年 1 月 10 日，貨櫃船長冠號 (Ever Laurel) 在海上遭遇暴風期間，遺失了十二個四十呎標準貨櫃。其中一個貨櫃破裂，導致超過 28,000 個塑膠洗澡玩具流入海洋。這些洗澡玩具在海洋表面漂流多年，陸續出現在全球各地的海灘上。

太平洋是大太平洋垃圾帶 (Great Pacific Garbage Patch, 簡稱 GPGP) 的所在地。這片塑膠垃圾聚集區的面積達 160 萬平方公里，約為紐約州面積的 11 倍。垃圾聚集區分佈於全球各地的海洋環流區域，這些區域的水域狀況較為平靜。科學家一直在研究該垃圾帶中塑膠碎片的尺寸、成分與年代，以釐清這些塑膠的來源，進而減緩海洋生態系統中日益嚴重的塑膠污染問題。

下圖包含了一些關於貨櫃船長冠號事故、洗澡玩具被發現的地點，以及大太平洋垃圾帶的資訊。



- 6 請將下列三個陳述補充完整：各填入一個 **X** 以指出正確描述造成全球大氣與海洋環流模式的因素，而正是該環流模式使洗澡玩具散佈至地球上的不同地點。 [1]

**陳述 1:**

有關塑膠洗澡玩具從事故發生地點散佈至北美洲西北海岸的模式，其證據來自

☐

這些玩具沿著黑潮移動，然後再沿著加州海流移動

☐

這些玩具沿著北太平洋洋流移動，然後再沿著阿拉斯加洋流移動

**陳述 2:**

造成全球海洋環流模式的原因之一是

☐

陸塊的位置與分佈

☐

與赤道的距離

**陳述 3:**

除了洋流之外，影響這些玩具散佈的全球性模式也受到大氣因素的影響

☐

溫室氣體的濃度

☐

密度與熱能差異

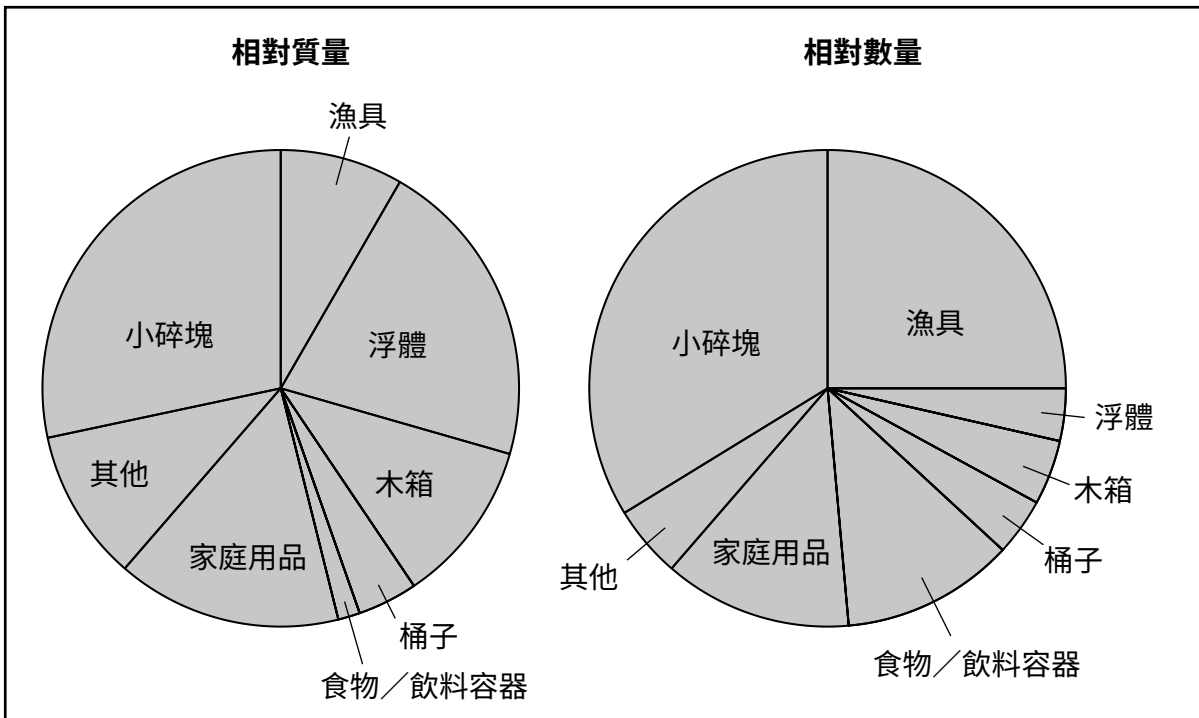
- 7 除了洋流之外，還有哪些其他因素決定這些塑膠玩具的全球環流模式？

- (1) 平流層對流
- (2) 盛行風
- (3) 海拔
- (4) 雲量

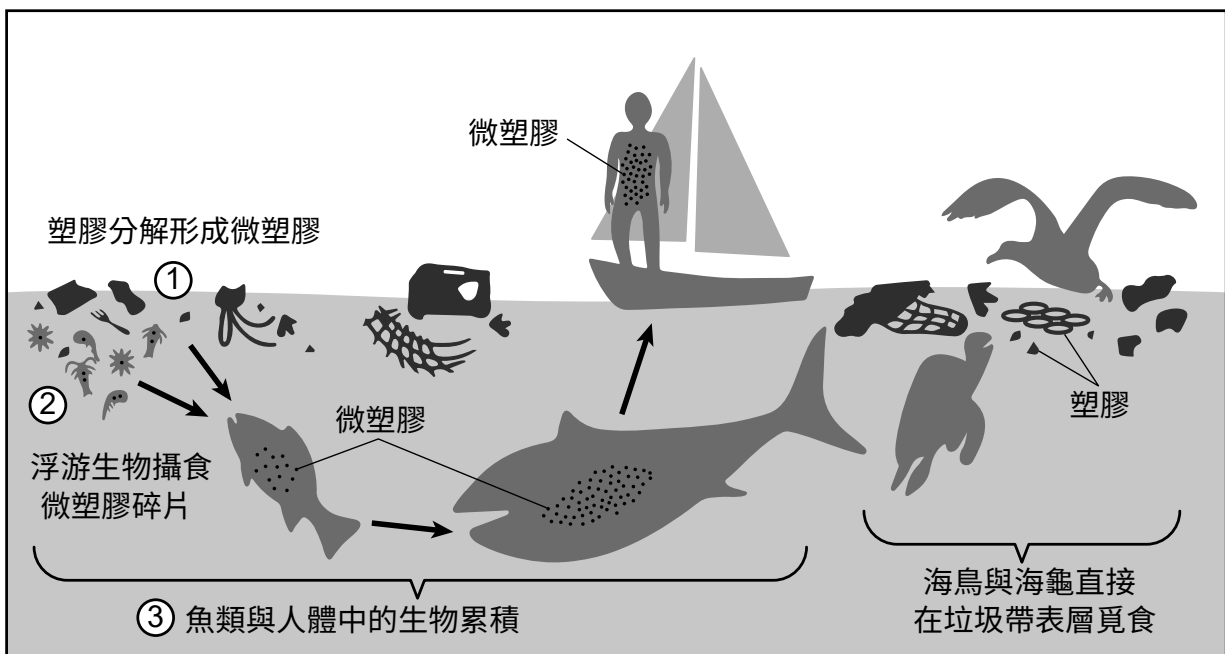


人們在地球的海洋中發現了多種類型的塑膠。下方的圓餅圖與資訊圖表呈現了一些關於地球海洋中塑膠的資訊。資訊圖表中的箭頭代表塑膠在不同生物間的轉移過程。

### 在 GPGP 中發現尺寸大於 5 公分的塑膠來源



### 塑膠在 GPGP 中透過海洋食物鏈傳遞至人體



GPGP 中的海龜經常攝食塑膠袋與塑膠薄片。這是因為海龜誤將塑膠當成水母，而水母是海龜常見的獵物。

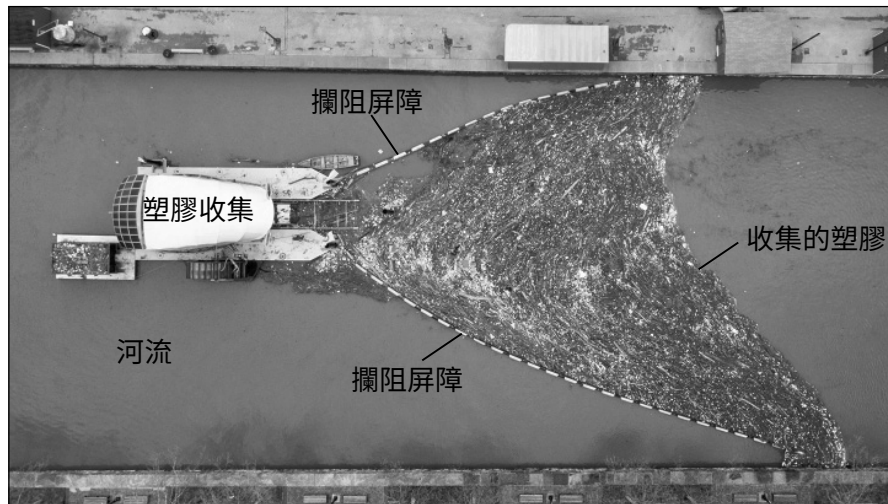
8 哪一項陳述解釋了清除 GPGP 中的塑膠袋將有助於穩定該區域的生物多樣性？

- (1) 減少 GPGP 中的塑膠袋數量將導致水母數量增加，因為海龜將攝食更多的塑膠袋。
- (2) 減少 GPGP 中的塑膠袋數量將導致海龜數量增加，因為海龜將攝食更多的水母。
- (3) 減少 GPGP 中的塑膠袋數量將導致水母數量減少，因為海龜將攝食更少的水母。
- (4) 減少 GPGP 中的塑膠袋數量將導致海龜數量減少，因為海龜將攝食更少的水母。

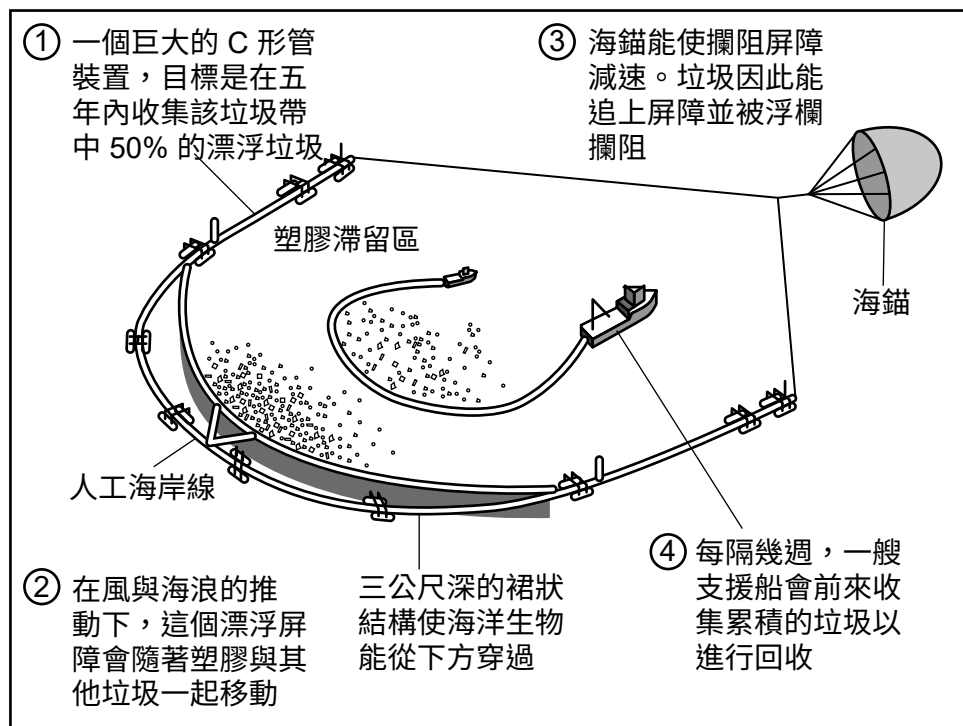
許多組織與政府機構已研究各種方法，以解決日益嚴重的塑膠污染問題。這些方法包括減少塑膠使用、回收塑膠，以及參與水道清理活動。

目前正在採用更為複雜的解決方案來清理河流與海洋。在河流中，設置於河口的攔阻屏障會將塑膠導入收集區，人工在該處手動清除塑膠，再運走進行回收。在海洋中，科學家使用一種裝置來收集漂浮的塑膠，並將其運回岸上進行回收。下方的相片與模型展示了這兩種清除方法的一些相關資訊。

### 河流清除方法



### 海洋清除方法的模型



下表列出了一些關於水域中塑膠清除方法的資訊。

**塑膠清除方法的優缺點**

	優點	缺點
河流	<ul style="list-style-type: none"><li>• 可漂浮並能適應水位變化</li><li>• 當地建造，成本更低</li><li>• 能有效攔阻水面上的塑膠垃圾</li><li>• 在塑膠垃圾進入海洋之前便進行攔阻</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 收集到的塑膠垃圾需要人工清除</li><li>• 水流量較低時攔阻效率會降低</li><li>• 對於微塑膠（小於 1 mm）或沉入水中的塑膠攔阻效果不佳</li><li>• 攔阻屏障可能會對生物多樣性造成影響</li></ul>
海洋	<ul style="list-style-type: none"><li>• 能有效清除大範圍內的大量塑膠垃圾</li><li>• 由私人組織執行清理工作</li><li>• 所有不好的景象或氣味僅會存在於海洋中，不會影響沿岸社區</li><li>• 可以節省能源</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 不會攔阻微塑膠（小於 1 mm）或沉入水中的塑膠</li><li>• 維護成本高，且設備容易損壞，導致經常停機</li><li>• 會影響深度在五公尺以內的水面水生生物</li><li>• 需要另一艘船每隔幾週來清除收集到的塑膠</li></ul>

9 一位學生提出主張，認為針對減少塑膠汙染的影響，河流清理方法是比海洋清理方法更有效的設計解決方案。根據所有提供的資訊，哪一項陳述提供了最正確的證據來支持該主張？

- (1) 河流清理方法的成本比海洋清理方法低，且能在塑膠進入海洋之前將其攔阻，進而保護河流與海洋沿岸的生物多樣性。
- (2) 河流清理方法能於更大範圍內收集塑膠，且其維護成本比海洋清理方法低。
- (3) 河流清理方法能夠攔阻各種大小的塑膠，包括漂浮於水面上與水下的塑膠，而海洋清理方法僅能收集大型塑膠碎片。
- (4) 河流清理方法比海洋清理方法能攔阻更多的塑膠，因為在海洋中發現的塑膠比在河流中更多。

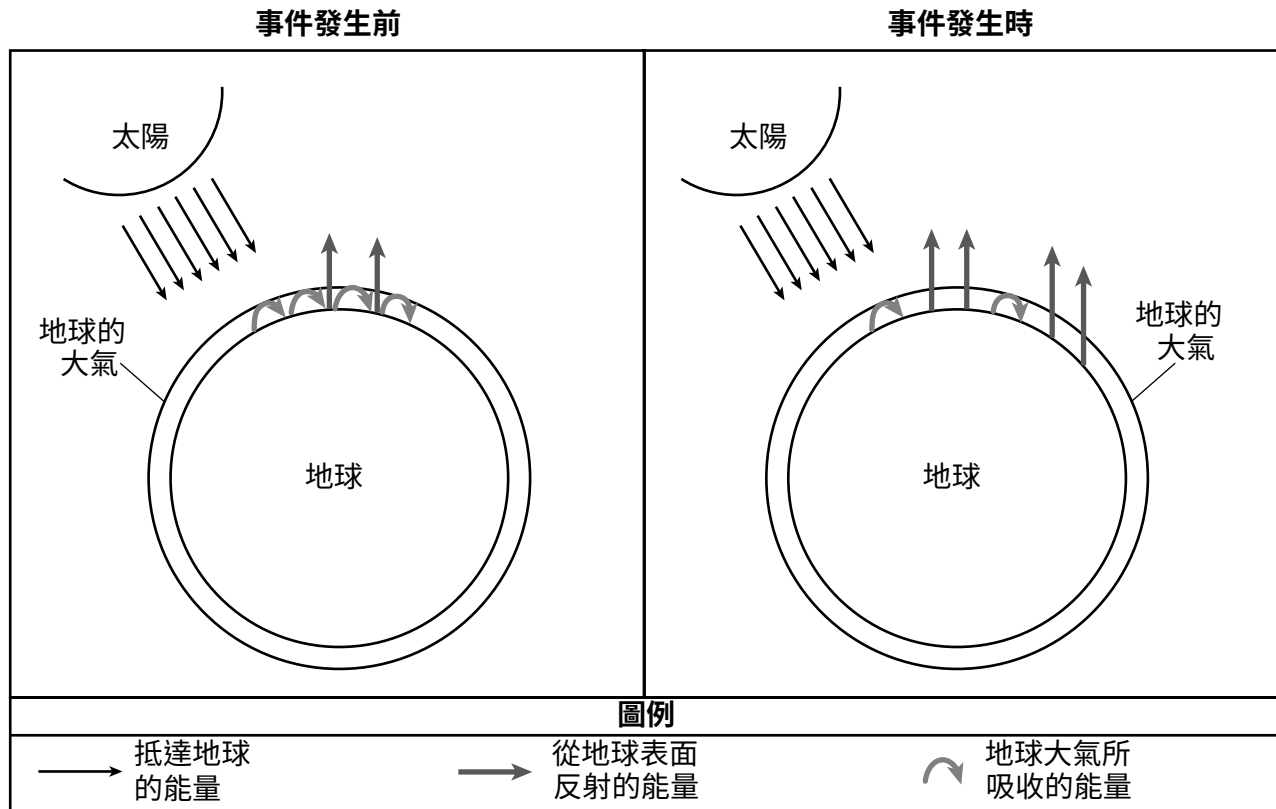
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 10 題至第 13 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

### 早期地球系統的演化

大約在 27 億年前 (2.7 Ga)，一種名為藍綠菌（現已形成疊層石）的微生物在海洋中演化出現。這些微生物能進行光合作用。牠們能夠以水為「燃料」製造氧氣。這些氧氣釋放到了海水裡。氧氣的濃度在約 2 億至 3 億年的時間內逐漸增加。最終，氧氣進入大氣中與甲烷發生反應。此反應導致甲烷濃度下降，氧氣濃度上升。這個過程發生在約 24 億至 21 億年前。這種大氣中的氧氣濃度上升被稱為「大氧化事件」。地球上的這些氧氣濃度變化間接導致了氣候變遷。

下列模型呈現了在兩個不同時期內到達地球、從地球反射以及被地球大氣層吸收的不同類型能量的相對量。

### 大氧化事件的模型



10 下表中哪一行正確指出了大氧化事件導致地球系統共同演化的證據？

行	大氣中氣體的變化	對變化的反應	對氣候的影響
(1)	甲烷濃度下降；氧氣濃度上升	大氣所吸收的能量減少	由於能量反射增加，導致出現最早的冰河時期
(2)	甲烷濃度上升；氧氣濃度下降	大氣所吸收的能量增加	由於能量反射減少，導致出現最早的冰河時期
(3)	甲烷濃度上升；氧氣濃度下降	大氣所吸收的能量減少	由於能量反射增加，導致出現最早的冰河時期
(4)	甲烷濃度下降；氧氣濃度上升	大氣所吸收的能量增加	由於能量反射減少，導致出現最早的冰河時期

休倫冰河時期是發生在約 24 億至 21 億年前之間的三次獨立冰河事件。這些是地球地質歷史中最早的冰河時期之一。在這段時期，地球的表面幾乎完全被冰封。

休倫超群是一組地層組合，厚度達 12 公里。這些地層提供了第一個主要冰河事件的證據。這些地層的年代透過岩石中鈾與鉛同位素的比值來測定。此超群形成時，這片冰封的陸塊比現在更靠近赤道，且當時的冰層已延伸至海平面。

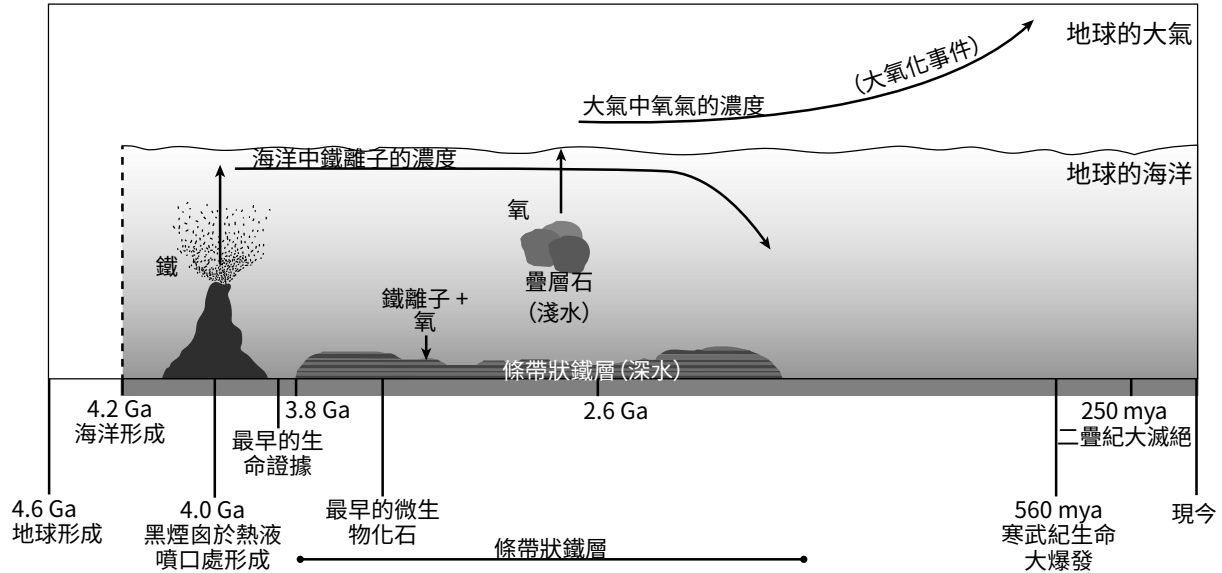
休倫超群是典型的海洋環境沉積物。它由沉積岩組成，其中包含沉積冰礫（即嵌入的火山岩和／或沉積岩碎塊）。沉積冰礫是冰河時期的證據，因為冰川的冰層中會攜帶不同大小的沉積物。隨後，冰川將這些岩石沉入海中。岩石嵌入海洋沉積物中，最終形成沉積岩。

11 哪一項陳述指出了用來判定休倫冰河時期發生時間的證據？

- (1) 科學家利用岩石中元素的放射性定年法來判定休倫超群中岩石的年代。
- (2) 科學家在休倫超群中鑑定出指準化石，用以判定岩石的年代。
- (3) 科學家以碳定年法測定休倫超群中岩石的年代。
- (4) 沉積岩中沉積冰礫的年代晚於構成該岩石本身的顆粒。

條帶狀鐵層沉積岩是地球上最古老的岩石之一。這些岩石形成於海洋中，當時的海洋含有一些地球上最早出現的可用游離氧。以下模型展示了一些關於地球早期海洋和大氣的資訊。所有的地質時間皆為近似值。十億年前以 Ga 表示，一百萬年前以 mya 表示。

地球早期海洋和大氣的模型



12 哪一項陳述正確地運用了模型與文章中的資訊作為證據，來支持以下主張：在休倫冰河時期末期，地球水圈的變化導致了地球岩石圈的改變？

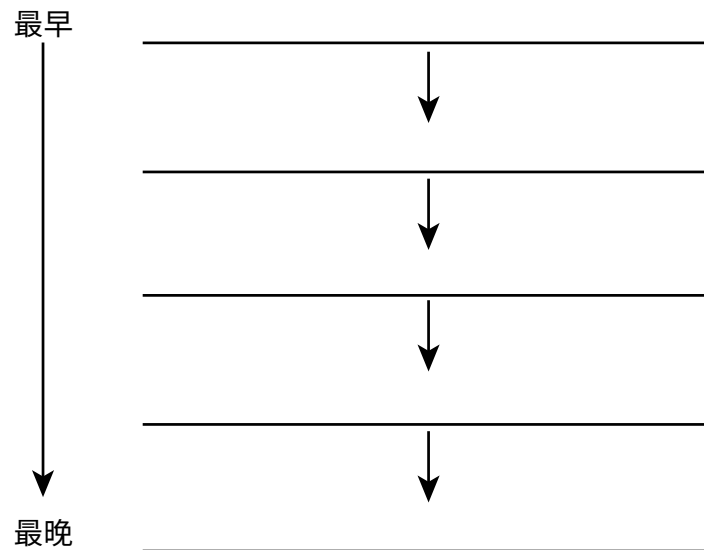
- (1) 條帶狀鐵層中的微化石使海洋中出現鐵。
- (2) 海洋中的鐵被淺海中進行光合作用的疊層石用作能量來源。
- (3) 海洋中二氧化碳和甲烷的存在導致海底基岩上形成黑煙囪。
- (4) 海洋中鐵與氧的存在導致海底形成條帶狀鐵質岩層。

13 地球的表面作用會造成地球表面與大氣的改變。過去的改變促成了某些條件，進而導致未來的事件發生。

根據模型中提供的資訊，將下列事件依正確的時間順序排列，以完成流程圖。 [1]

### 事件

- 最早的海洋形成
- 大氧化事件
- 條帶狀鐵層首次出現
- 鐵從黑煙囪進入海洋
- 地球形成





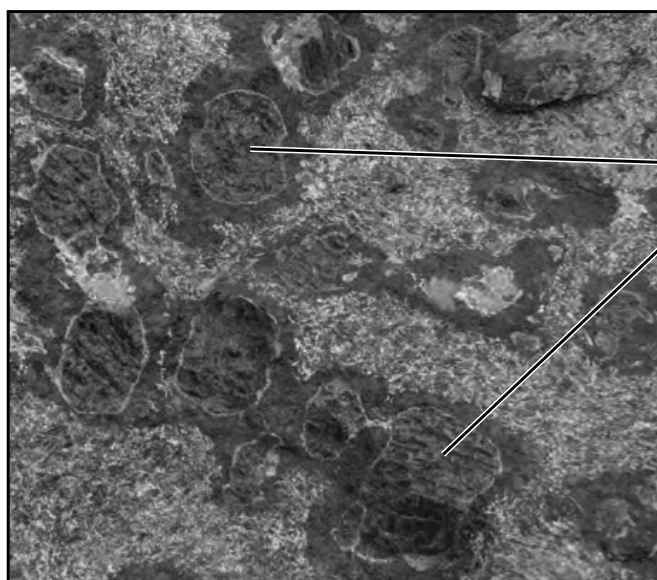
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 14 題至第 18 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

### 紐約州的礦產與礦物資源

一個班級正在探究紐約州的礦產與礦物資源。在一次前往阿迪朗達克山區的野外考察中，老師告訴學生，許多在阿迪朗達克山區發現的岩石中所嵌入的礦物晶體，實際上是紐約州的州礦物。這種礦物是研磨材料的重要來源。

一位學生在考察中發現了數塊這種岩石。為了辨識這些嵌在岩石中的大型礦物，他將物理性質觀察結果記錄了下來。他拍攝了岩石的相片（如下所示），並列出了觀察結果（如後頁所示）。

#### 含有礦物晶體的阿迪朗達克岩石



礦物晶體

**觀察結果：**

- A. 這些礦物內含物呈深紅色，且具有玻璃般的光澤。
- B. 這些礦物晶體嵌入在一塊由多種深色與淺色礦物混合組成的岩石中。
- C. 這些礦物晶體能夠刮花玻璃，且條痕為無色。
- D. 這塊岩石發現於高海拔地區。
- E. 岩石中的礦物晶體破裂成不平整的碎塊，且邊緣銳利。
- F. 這些含有特定礦物的岩石密度很高。

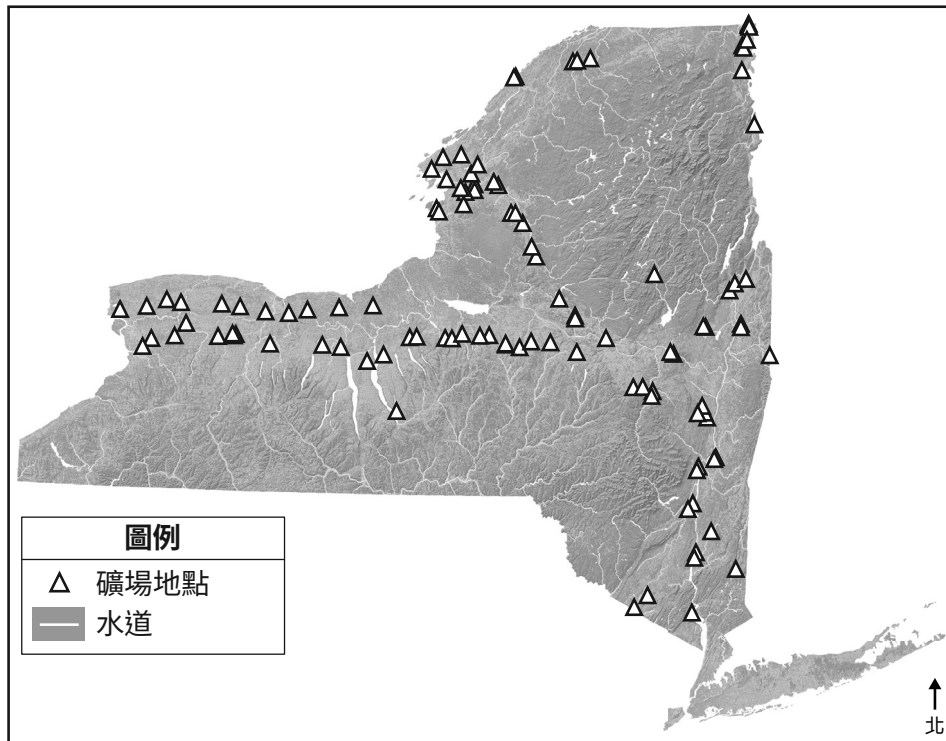
14 根據該學生的觀察結果，哪一組觀察結果與礦物名稱能正確辨識相片中的礦物晶體？

- (1) 根據觀察結果 A、B 與 C，可辨識出該礦物為磁鐵礦。
- (2) 根據結果觀察 D、E 與 F，可辨識出該礦物為橄欖石。
- (3) 根據觀察結果 A、C 與 E，可辨識出該礦物為石榴子石。
- (4) 根據觀察結果 B、D 與 F，可辨識出該礦物為赤鐵礦。

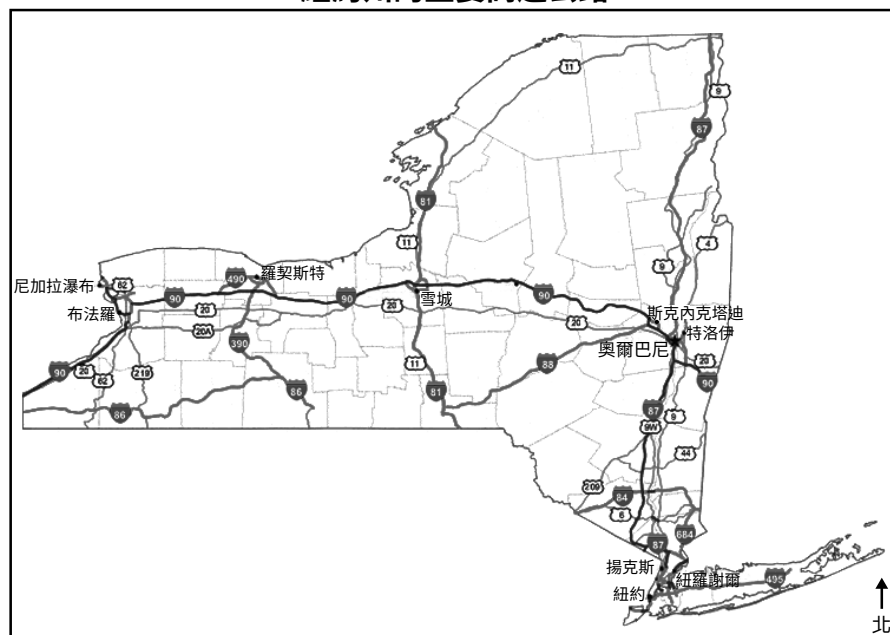
石灰岩與白雲岩礦場是紐約州數量排名第三多的礦場類型。這些岩石主要被用作建築業中的碎石。

下列地圖顯示了有關紐約州礦場與主要高速公路的一些資訊。

2020 年石灰岩與白雲岩礦場



紐約州的主要高速公路



- 15 請根據地圖中的證據提出一個解釋，說明紐約州的石灰岩與白雲岩資源分布情況對人類活動可能產生的影響。 [1]

---

---

---

---

紐約州的礦場在停止營運後必須進行「復育」工作。這意味著必須透過將土地回復到具有生態或經濟利用價值的狀態，來逆轉礦場對環境造成的影響。

下方的相片展示了位於紐約州沙利文郡伍德伯恩平原礦場復育過程中的兩個階段。相片 1 顯示了內弗辛克河的一部分，河岸新種植了 600 棵本地原生黑柳樹。相片 2 顯示了一個面積為 35 英畝的人造池塘。周圍種植了適合該地區的自然植被。

相片 1



內弗辛克河沿岸種植的黑柳樹

沿岸放置的石塊

相片 2



四周新種植植被的池塘

- 16 請在每個句子結尾的橫線上填寫下列選項中正確的字母，以完成有關伍德伯恩平原礦場復育過程的各項陳述。 [1]

**陳述 1 的選項：**

- A – 穩定河岸並減少河岸沿線的沉積物堆積
- B – 穩定河岸並減少洪水事件的影響

**陳述 2 的選項：**

- C – 收集含有沉澱物的暴雨逕流，以作為附近住宅區的飲用水來源
- D – 收集來自周圍地區的地表逕流，並減少流入附近河流的沉澱物數量

**陳述 3 的選項：**

- E – 穩定斜坡並回復原本生態系統的棲息環境
- F – 穩定斜坡並將非原生植物引入原本生態系統

**陳述 1：**種植黑柳樹將會\_\_\_\_\_。

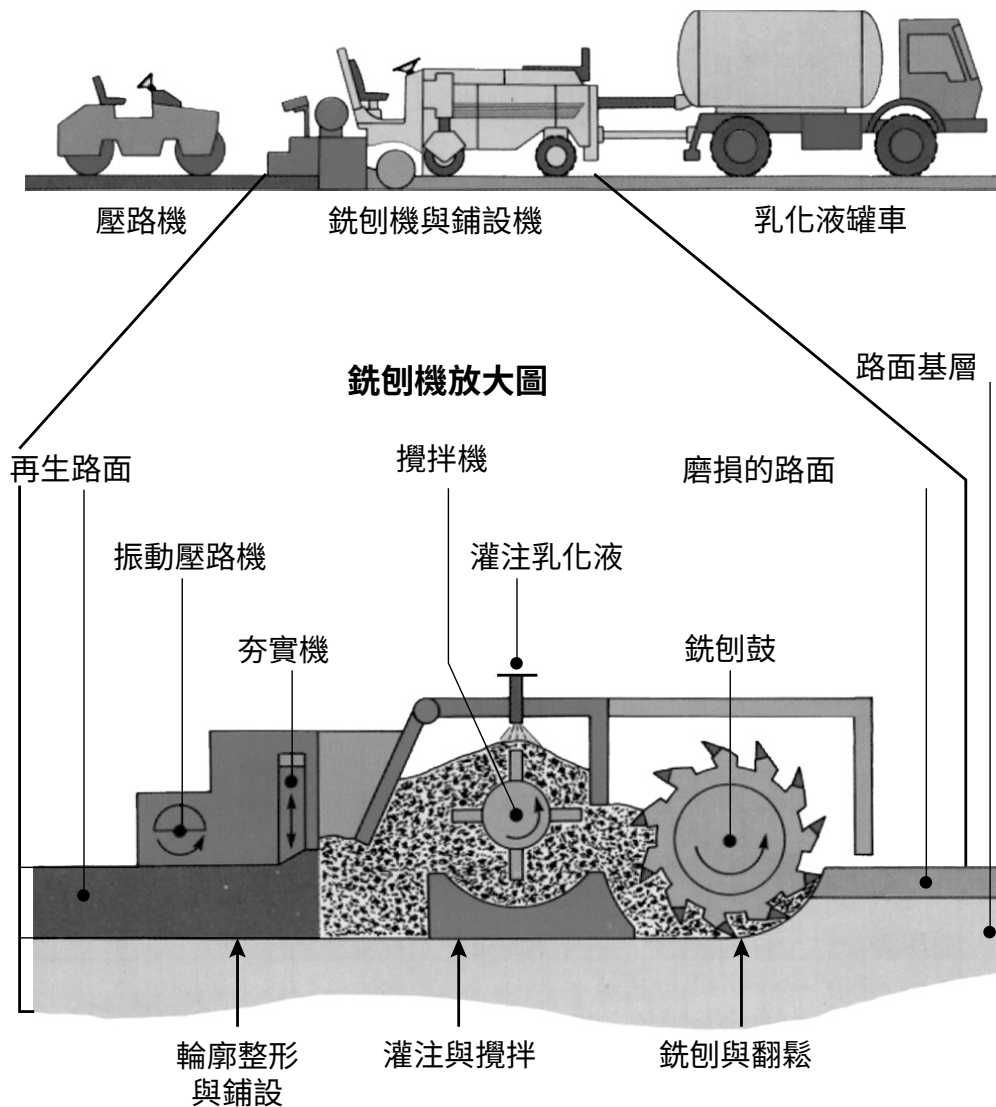
**陳述 2：**建造 35 英畝的池塘將會\_\_\_\_\_。

**陳述 3：**在池塘周圍種植自然植被將\_\_\_\_\_。

鋪設的道路表面通常由集料混合物所構成（包括砂、礫石與碎石）。這些材料由乳化劑黏合在一起。乳化劑是一種類似焦油的黏稠物質，從石油中提煉而來。過去，道路建設通常使用天然材料（如開採的石塊）。如今有一種較新的道路重鋪方法已經被應用於道路重鋪工程中，即再生瀝青鋪面 (RAP)。下方表格已列出這兩種重鋪方法之間的一些差異。此模型展示了在 RAP 道路重鋪專案中使用的設備。

	天然鋪面材料	再生瀝青鋪面
集料來源	採石場的石塊是從地表爆破取得，再用卡車運送到加工廠。	銑刨機將現有的道路表面刨除，以便在原地再利用。
集料加工	石頭先經過壓碎、分類與烘乾處理，然後使用 3% 至 7% 的乳化劑混合。	銑刨料則是使用 1% 至 3% 的乳化劑混合。
材料運輸	天然鋪面材料是用卡車從採石場運送到施工現場，這些地點通常相距數英里遠。	銑刨材料不需要運輸到道路重鋪現場。
採礦影響	採石場的石頭是從露天礦場開採而來，而這些礦場日後將需要進行復育。	再生材料不需要經過開採，也不需要進行復育。

## 再生瀝青鋪面 (RAP) 模型

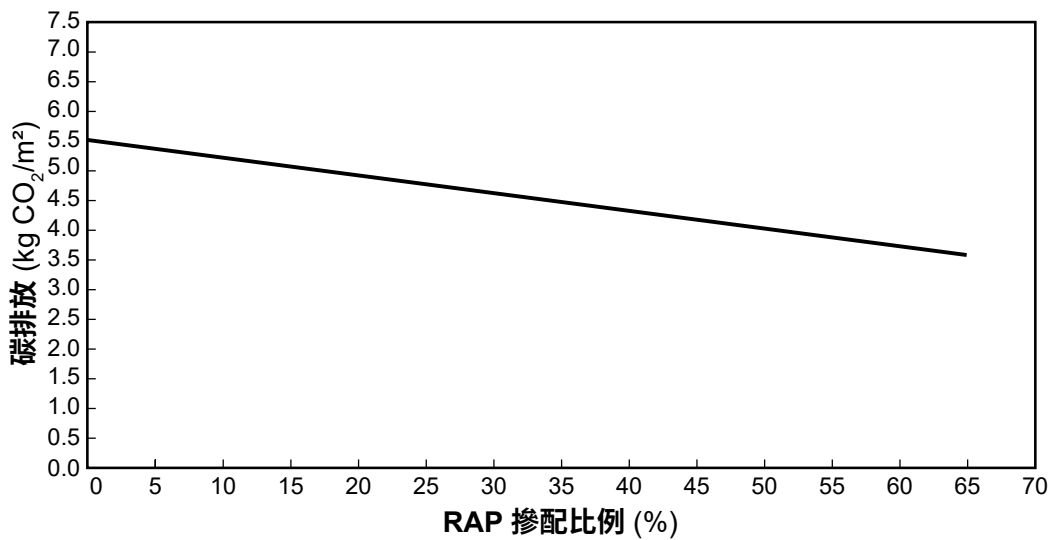


17 下列哪一項陳述正確地指出了這兩種道路重鋪設計方案相比之下對當地社區的好處？

- (1) 供應天然鋪面材料的當地採石場在運輸與加工過程中將會使用更多的燃料。
- (2) 再生瀝青鋪面因使用燃料與乳化劑而會消耗更多的石油產品。
- (3) 再生瀝青鋪面不需要進行復育，並且能延長現有採石場的使用壽命。
- (4) 使用再生瀝青鋪面時，爆破、破碎與加工的成本較高。

天然材料有時會在瀝青廠中摻配 RAP。RAP 與天然材料的混合比例稱為摻配比例。下圖顯示了一些關於鋪面再生的資訊。

**RAP 摻配比例對路面再生全過程碳排放的影響**



18 下表中哪一行正確指出了在道路鋪設中使用 RAP 對大氣中的二氧化碳濃度及氣候的影響？

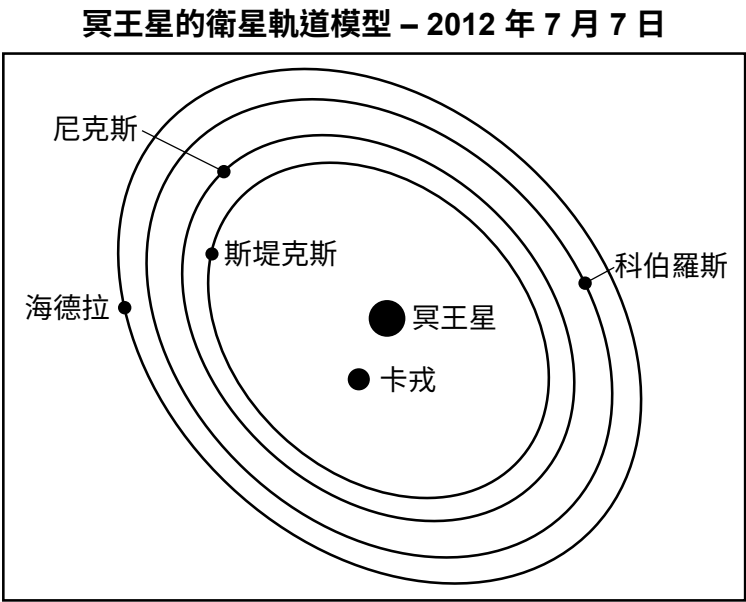
行	RAP 摻配比例 (%)	碳排放 (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	對氣候的影響
(1)	增加	增加	全球暖化加劇
(2)	減少	增加	全球暖化減緩
(3)	增加	減少	全球暖化減緩
(4)	減少	減少	全球暖化加劇

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**。

冥王星的衛星

除了八大行星之外，我們的太陽系還包含其他天體，其中包括矮行星。冥王星於 1930 年被發現，是我們的太陽系中最大的矮行星之一。冥王星有五顆衛星，其中最大的是卡戎 (Charon)。卡戎的大小約為冥王星的一半，因此一些科學家將這兩個天體稱為雙矮行星系統。

下方模型展示了一些關於冥王星與卡戎雙星系統的資訊。圖中沒有畫出卡戎繞行冥王星的軌道。



冥王星的衛星

衛星名稱	平均繞行距離 (km)	離心率
卡戎	19,640	0.0022
海德拉	64,738	0.0059
科伯羅斯	57,783	0.0033
尼克斯	48,694	0.0020
斯堤克斯	42,656	0.0058



- 19 請根據模型與資料表完成下方的「衛星清單」，將各顆衛星按照繞行冥王星的軌道週期由短到長的順序排列。請運用一條克卜勒定律證明排序的合理性。 [1]

**衛星清單**



理由：\_\_\_\_\_

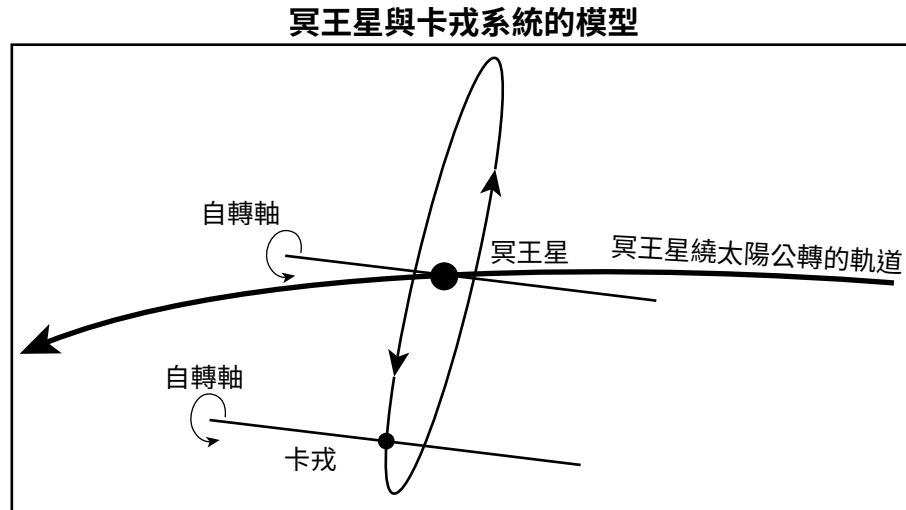
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 20 根據「冥王星的衛星」資料表中的資訊，下表中的哪一行正確指出了斯提克斯的軌道速度以及冥王星對斯提克斯的引力？

行	軌道速度	引力
(1)	恆定	恆定
(2)	不恆定	恆定
(3)	恆定	不恆定
(4)	不恆定	不恆定

下方模型展示了一些關於冥王星繞太陽運行的軌道以及卡戎繞冥王星運行的軌道的資訊。



下方資料表列出了一些關於冥王星與卡戎的資訊。

天體	直徑 (km)	自轉週期 (地球日)	軌道週期 (地球日)
冥王星	2377	6.4	90,560
卡戎	1214	6.4	6.4

21 模型和資料表中顯示的哪些證據可以證明從冥王星看卡戎的相位會週期性地改變？

- (1) 冥王星每 90,560 個地球日繞太陽運行一圈。
- (2) 卡戎每 90,560 個地球日繞太陽運行一圈。
- (3) 卡戎每 6.4 個地球日繞冥王星運行一圈。
- (4) 卡戎每 6.4 個地球日繞太陽運行一圈。

22 一位學生提出以下主張：

從冥王星上的觀察者來看，卡戎總是同一面朝向冥王星，就像從地球上的觀察者來看，月亮總是同一面朝向地球一樣。

請在下方「支持」或「反駁」方框中打勾（✓），以表示所提供的資訊是支持還是反駁那位學生的主張。請運用題目中提供的資訊作為證據證明回答的合理性。 [1]

☐

支持

☐

反駁

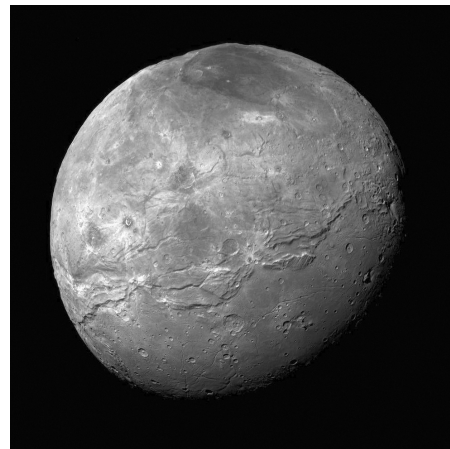
理由：\_\_\_\_\_

卡戎最早在 1978 年於美國海軍天文台發現。這四顆較小的衛星於 2005 年至 2012 年間利用哈伯太空望遠鏡發現。有研究人員認為，冥王星的五顆衛星可能全都是某個天體與冥王星發生碰撞後所產生的碎片。也有研究人員推測，這四顆較小的衛星可能是因一次與卡戎相關的撞擊事件所形成。

冥王星的相片



卡戎的放大相片



23 哪一項陳述能夠證明冥王星的這四顆最小的衛星可能是因一次與冥王星或卡戎相關的撞擊事件所形成？

- (1) 冥王星的表面覆蓋著甲烷冰。
- (2) 卡戎的表面存在直徑高達 240 公里的隕石坑。
- (3) 這四顆最小的衛星的自轉速度比冥王星或卡戎更快。
- (4) 冥王星和卡戎都有地下冰層擠壓形成的冰火山。

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**。

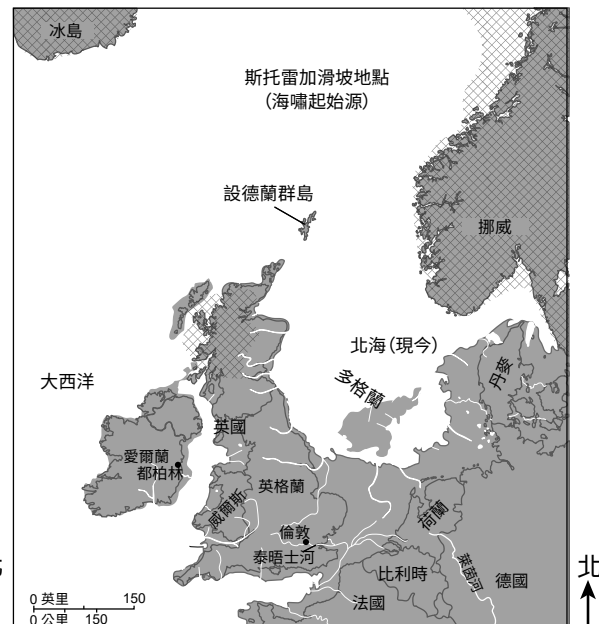
### 多格蘭

多格蘭曾是古代人類居住的一片陸地。該地區曾經被冰川覆蓋，但這些冰川在距今（Years Before Present，簡稱 ybp）20,000 年至 9000 年之間融化。多格蘭曾將現今的法國與英格蘭連接在一起。下圖顯示了一些關於多格蘭的資訊。

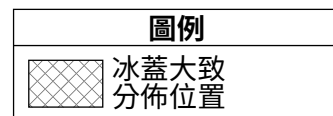
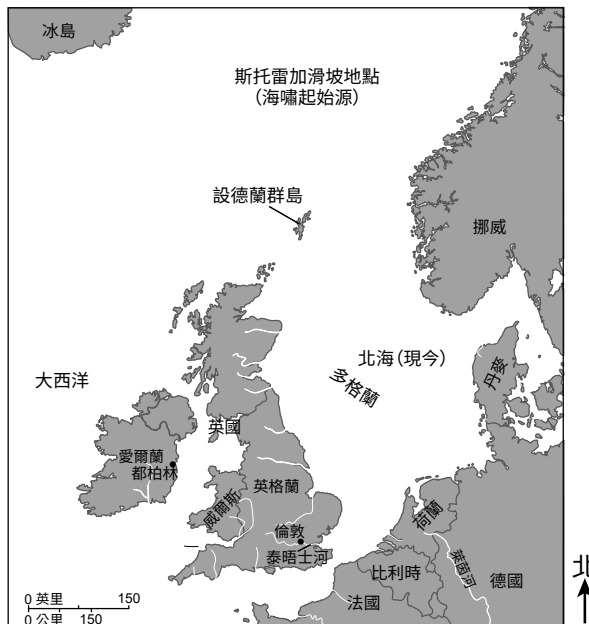
地圖 1: 距今 18,000 年的多格蘭



地圖 2: 距今 9000 年的多格蘭



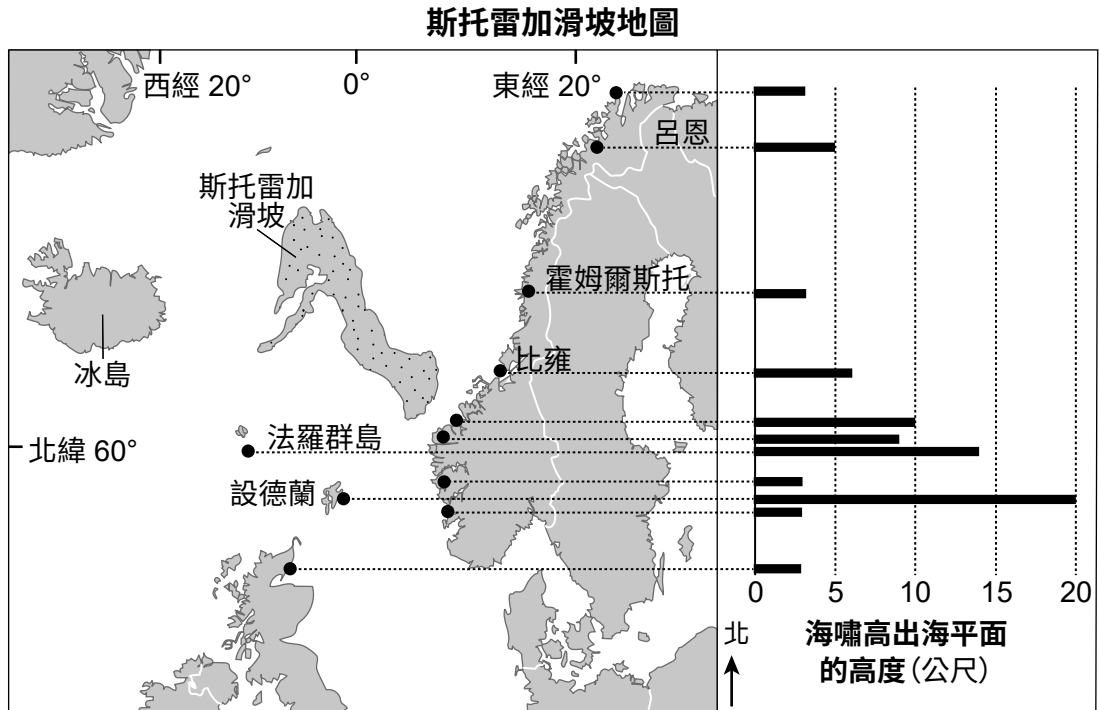
地圖 3: 現今的多格蘭



24 哪一個主張能夠總結出過去 18,000 年來愛爾蘭都柏林最可能發生的氣候變化？

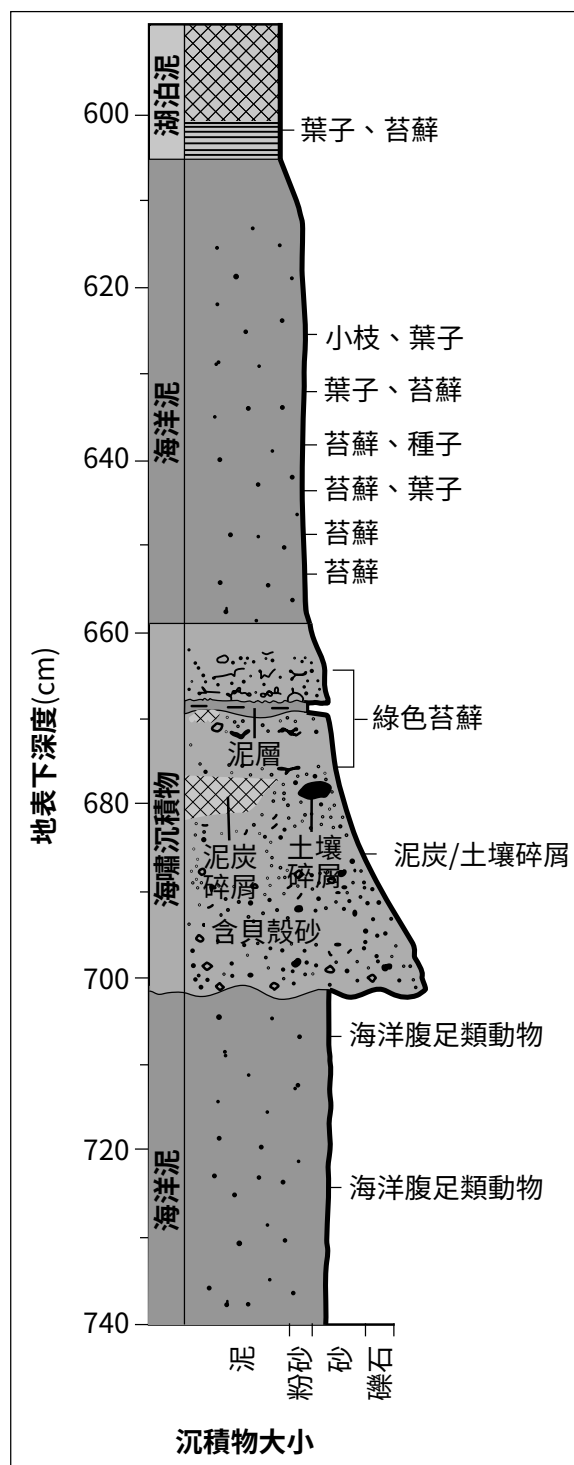
- (1) 東格陵蘭洋流導致愛爾蘭氣溫上升、濕度下降。
- (2) 挪威洋流導致愛爾蘭氣溫下降、濕度下降。
- (3) 北大西洋洋流導致愛爾蘭氣溫上升、濕度上升。
- (4) 加那利洋流導致愛爾蘭氣溫下降、濕度上升。

海底崩移也對多格蘭地區造成了影響。下圖顯示了一些關於這次發生在 8200 年前的海底崩移及其引發的海嘯的資訊。



科學家在挪威霍姆爾斯托分析該地點的海嘯沉積物之後繪製了霍姆爾斯托沉積物剖面圖。

沉積物剖面圖霍姆爾斯托



25 下列哪一行能正確完成下方段落？

海底崩移引發海嘯時，最初的海嘯波浪可能會在設德蘭群島的海岸線引發  A  的過程。海岸線可能曾經經歷過  B  。位於  C  的地點受到的海嘯影響較小，海嘯的波高約為  D  。

行	A	B	C	D
(1)	建設性	侵蝕	法羅群島	14 公尺
(2)	建設性	沉積	呂恩	2 公尺
(3)	破壞性	侵蝕	霍姆爾斯托	3 公尺
(4)	破壞性	沉積	比雍	6 公尺

正在分析霍姆爾斯托沉積物剖面圖的學生們提出以下五個主張。

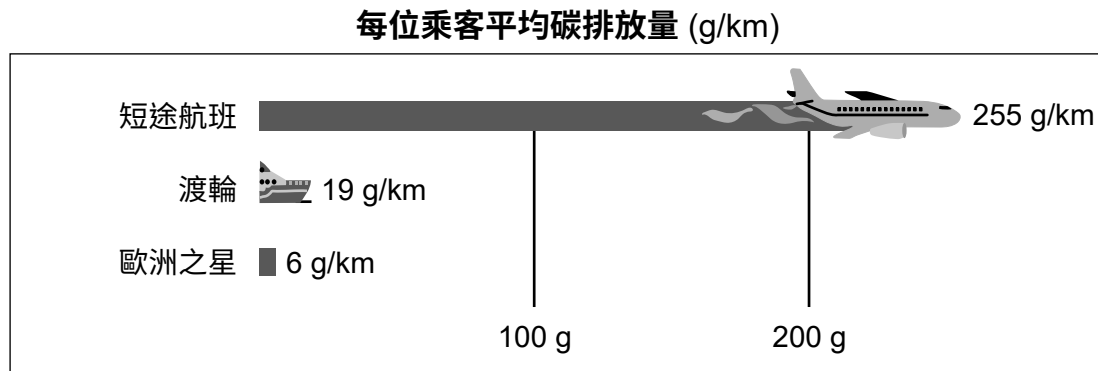
主張

- I – 海洋腹足類動物遺骸是最古老的有機物殘留。
- II – 海嘯沉積物中含有最大顆粒的沉積物。
- III – 泥炭與土壤碎塊僅出現於地下 640 公分的深度。
- IV – 這些沉積物中的小枝、葉子與苔蘚含有超過 75% 的原始碳-14。
- V – 在地下 600 公分深度的沉積物與有機物很可能屬於淡水沉積物。

26 哪三個主張是根據在霍姆爾斯托收集到的資料所做出的正確解釋？

- (1) 主張 I、II 與 III
- (2) 主張 II、IV 與 V
- (3) 主張 III、IV 與 V
- (4) 主張 I、II 與 V

自 1994 年以來，英格蘭再次與法國相連，但這次不是像多格蘭那樣的陸地橋樑。歐洲之星高速列車每年載運 1100 萬名旅客經英法海底隧道穿越英吉利海峽。在 1994 年之前，穿越英吉利海峽的旅客大多依靠飛機和渡輪。下方資訊圖表顯示了不同交通工具的碳排放相關資訊。



- 27 請指出受歐洲之星列車影響**最小**的地球系統。利用數值證據解釋這種交通方案如何降低對該系統的影響。 [1]

地球系統：\_\_\_\_\_

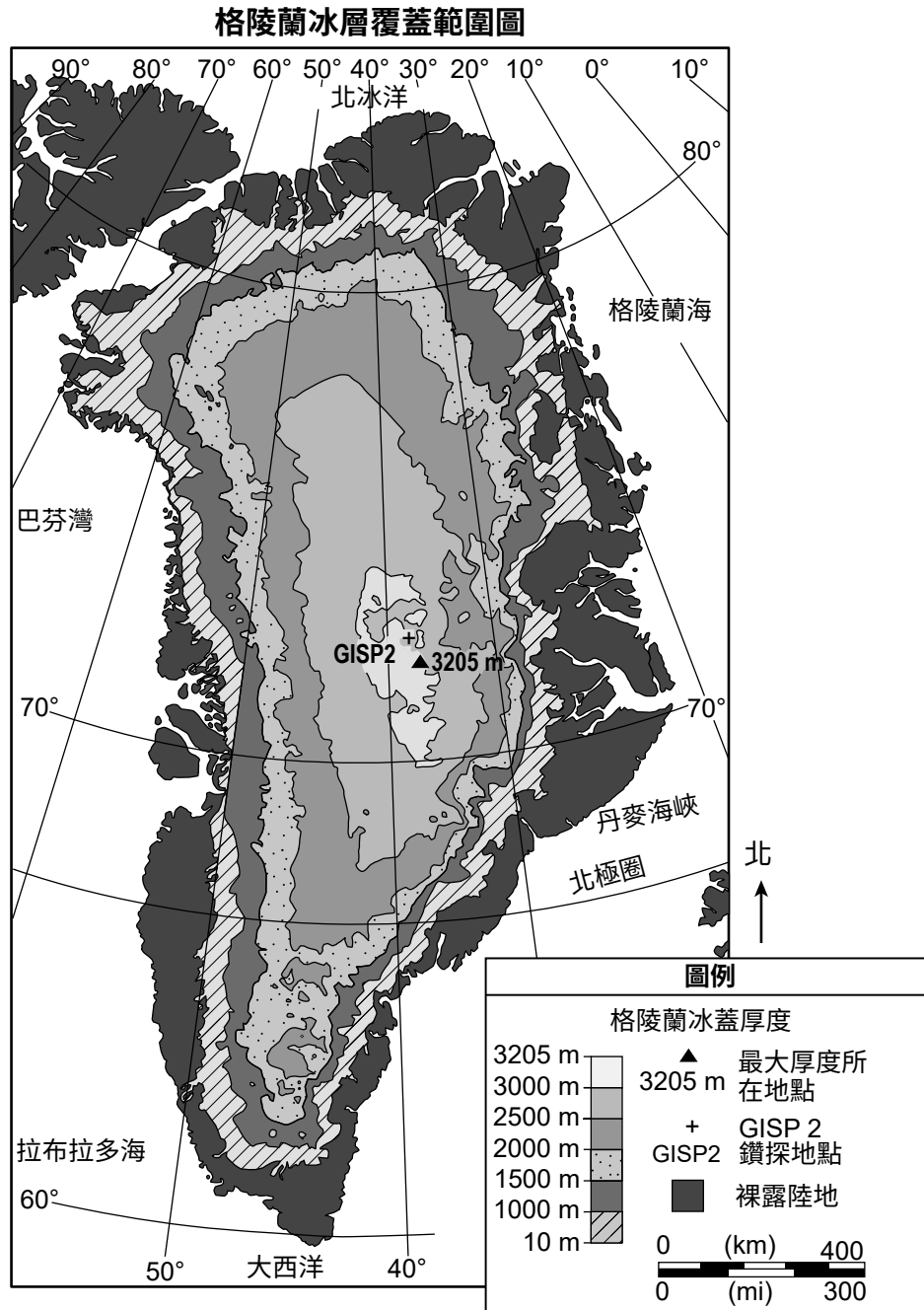
解釋：\_\_\_\_\_



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 32 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**。

### 格陵蘭的冰河冰

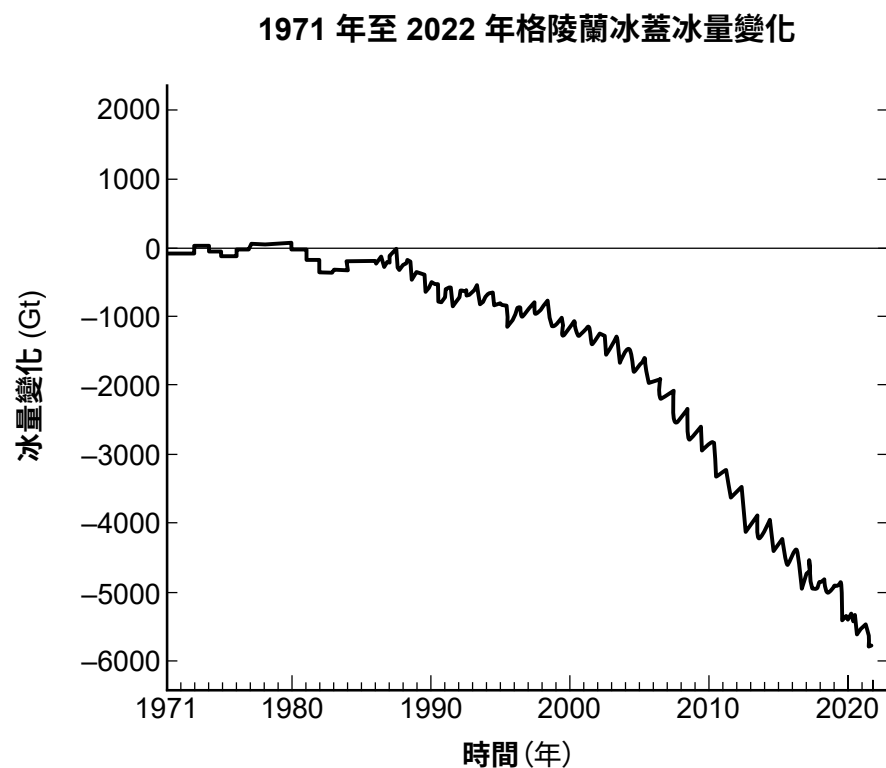
格陵蘭冰蓋是一大片冰體，覆蓋約 80% 的陸地面積。這些冰是地球淡水儲存的重要部分，並在地球氣候中扮演重要角色。正因如此，科學家數十年來一直在研究這個冰蓋的變化情況。



28 根據地圖，哪一個循證主張正確地指出了氣候變化最可能對格陵蘭目前的冰層厚度分佈模式造成的影響？

- (1) 極地地區的氣候變冷導致巴芬灣附近沒有冰，而且比丹麥海峽附近裸露更多陸地。
- (2) 低海拔地區的較暖氣候導致冰層在格陵蘭中心地區附近（海拔超過 3000 公尺）最厚，並向海岸線逐漸變薄至 0 公尺。
- (3) 寒冷氣候導致冰層厚度從邊緣的 0 公尺到 GISP 2 鑽探地點附近的超過 2500 公尺。
- (4) 暖化的氣候沒有產生整體的冰層厚度模式，因為整個海岸線邊緣都有陸地裸露。

下圖顯示了一些關於格陵蘭冰蓋冰量變化的資訊，單位為十億噸 (Gt)。



29 請根據圖表中的資訊提出一個主張，即指出格陵蘭冰量變化所引發的回饋效應如何導致地球海洋的變化。 [1]

---

---

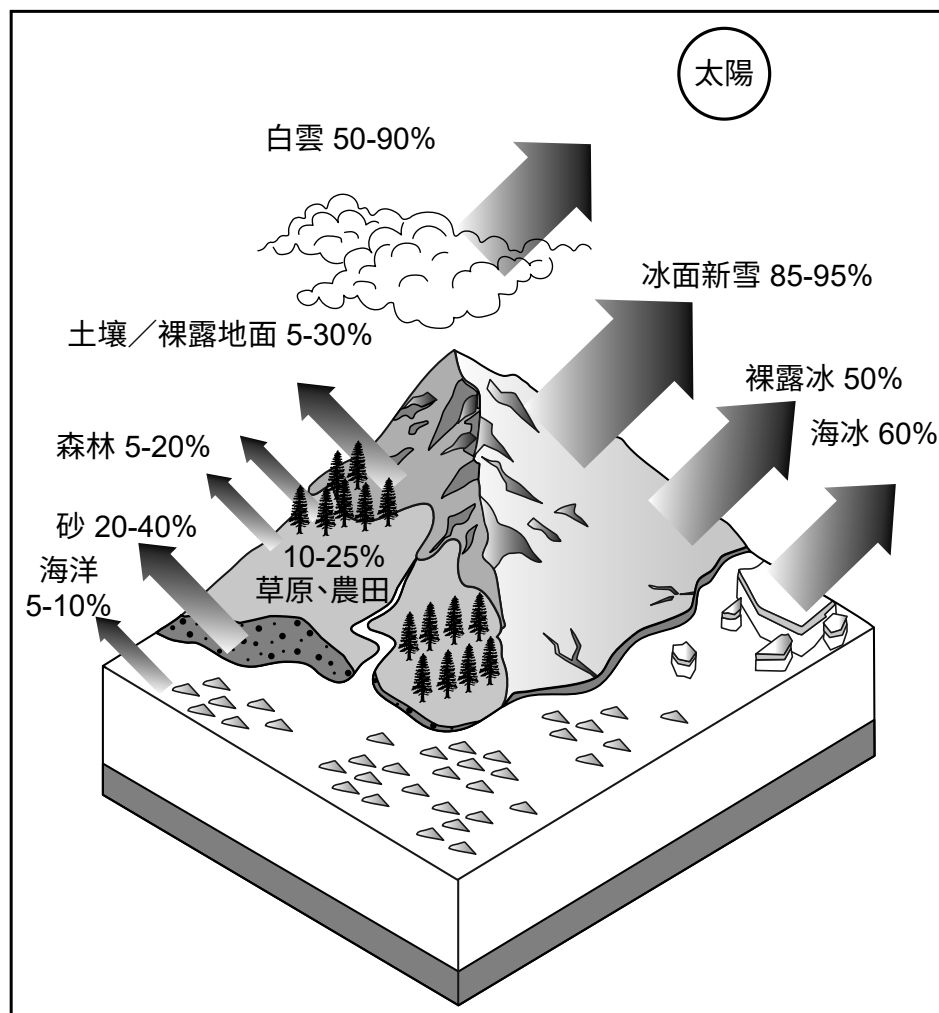
---

30 根據圖表中顯示的趨勢，哪一個主張正確地指出了 2010 年至 2022 年間格陵蘭冰量變化的速率？

- (1) 冰量變化速率約為每年損失 250 Gt。
- (2) 冰量變化速率為 12 年內損失約 250 Gt。
- (3) 2010–2022 年間的冰量損失速率比之前任何 12 年間都更慢。
- (4) 2010–2022 年間，冰量每年損失 3000 Gt。

下方模型展示了一些關於反照率效應的資訊。這是指地球表面上不同種類的表面對於反射太陽輻射的能力所產生的影響。如果海冰能夠反射 60% 的太陽能量，那麼就有 40% 的太陽能量被海冰吸收。

不同表面反射太陽光的百分比模型



31 請根據模型與圖表中的資訊，將下方選項中正確的字母填入空白處，完成有關反照率效應的陳述。 [1]

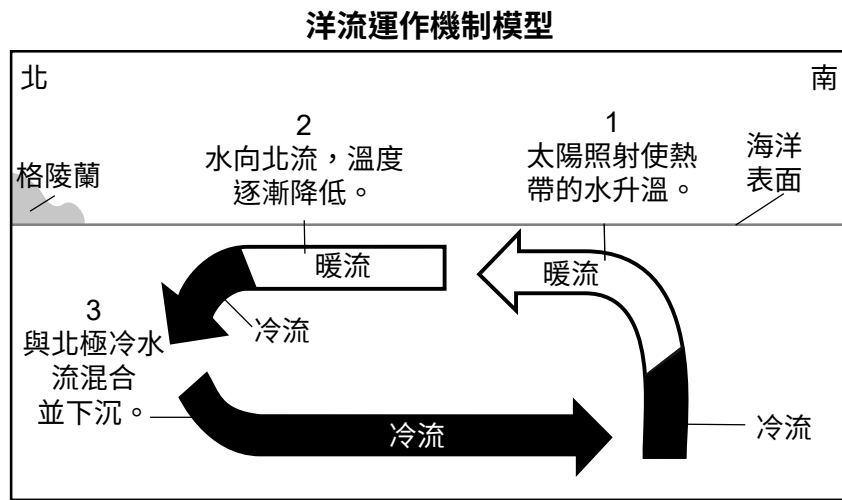
陳述 1 的選項：	陳述 2 的選項：	陳述 3 的選項：
A. 多吸收 20%	D. 流向地球表面	G. 導致區域性與全球性降溫，並引起海平面變化
B. 多吸收 60%	E. 從地球表面反射	H. 導致區域性升溫，並引起海平面變化
C. 多吸收 80%	F. 從更多裸露的冰中流出	I. 維持目前的極地氣候與海平面

**陳述 1：** 使用模型中的最大值，相較於格林蘭冰蓋上裸露冰層的融化，當更多土壤/陸地表面裸露時，裸露的地表大約吸收\_\_\_\_\_的太陽能量。

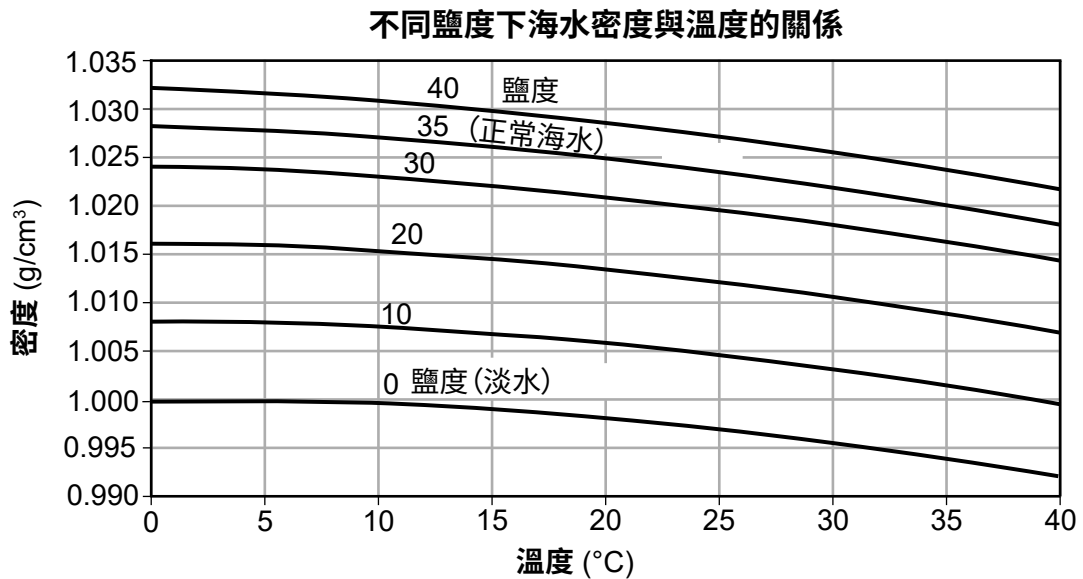
**陳述 2：** 格陵蘭陸地上更多的裸露地表會導致白天時\_\_\_\_\_的能量增加。

**陳述 3：** 這對格陵蘭氣候造成的影響將是\_\_\_\_\_。

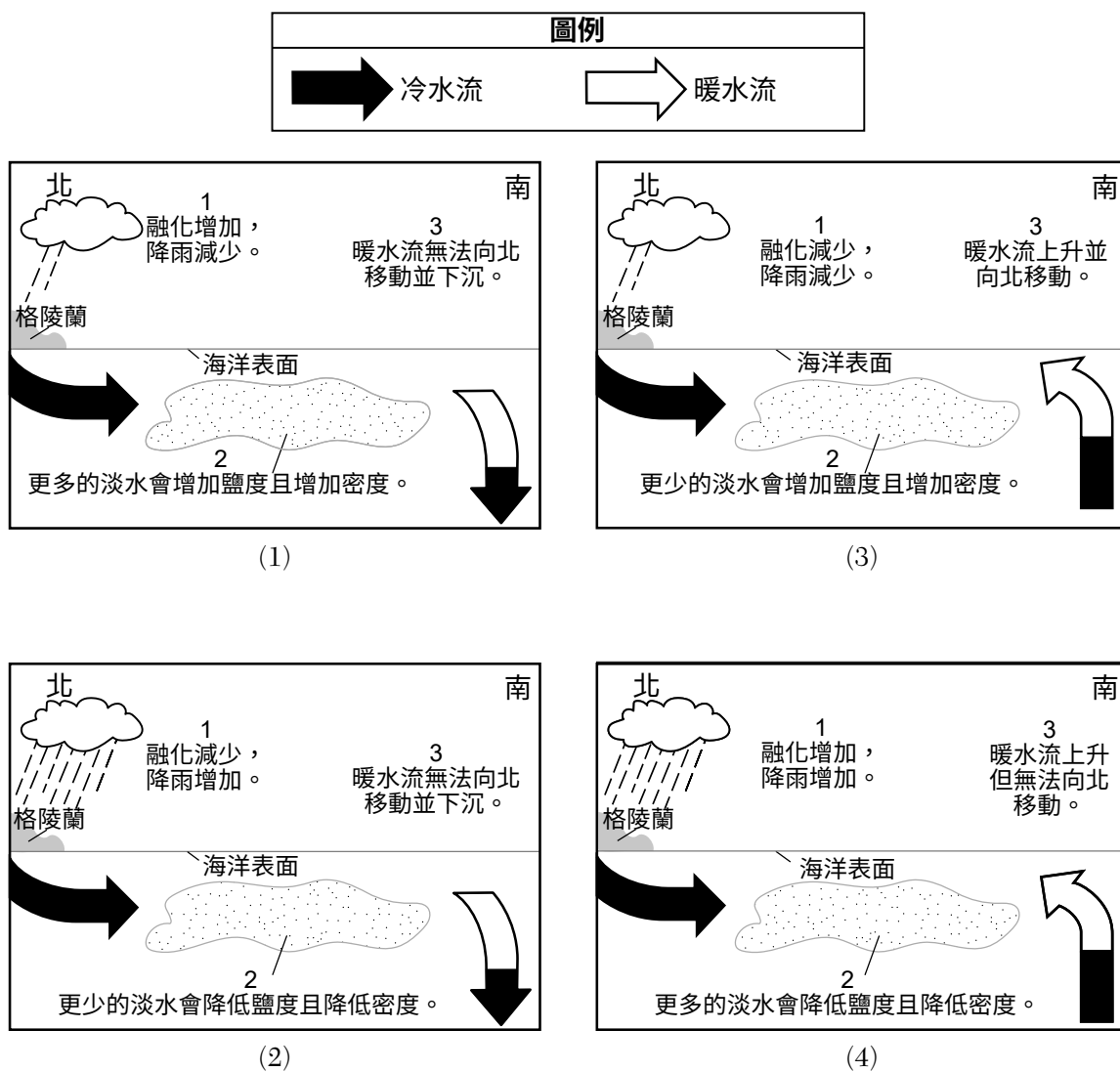
下方模型展示了一些關於海洋環流的資訊。



下圖顯示了關於海水某些特性的資訊。鹽度以每公斤海水中所含鹽（氯化物）的克數來表示，單位是千分之一 (ppt)。



32 根據模型與圖表，下方哪個模型正確地總結了格陵蘭沿岸附近地球系統的變化？



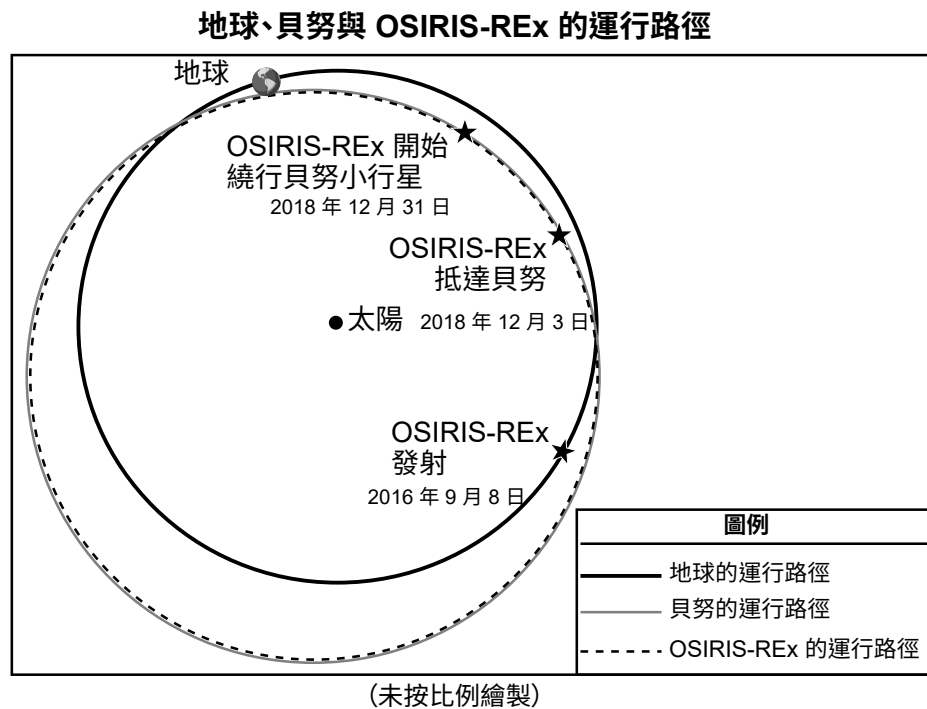
根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 33 題至第 37 題。有些題目可能需要用到 **2024 年版的地球與太空科學參考表**。

### 貝努

貝努是一顆小型小行星，年齡大約為 46 億年。目前貝努繞太陽運行的平均距離約為 1.1 AU。一個天文單位 (AU) 等於地球與太陽之間的平均距離。貝努的軌道相對於地球的軌道傾斜了大約 5 度。

在 2016 年，美國太空總署 (NASA) 發射了 OSIRIS-REx 探測器去研究貝努。這顆小行星的表面在 2018 年被繪製出地圖。2020 年時，探測器從貝努上採集了小行星物質的樣本，並於 2023 年將樣本送回地球。初步研究這些樣本後發現，貝努原本的來源含有水、冰及一氧化碳冰。一氧化碳冰的形成位置大約距離太陽 45 億公里 (30 AU)。

下方模型顯示了一些關於地球、貝努與 OSIRIS-REx 探測器運行路徑的資訊。



- 33 一位學生想要找出用來判斷 OSIRIS-REx 探測器何時能夠登陸貝努所需的數學與計算資訊。哪一個表格正確列出了預測 OSIRIS-REx 何時會穿越貝努軌道（以便能登陸貝努）所需的公轉週期與平均距離資料？

地球的公轉週期（地球日）	365.26
地球與太陽的平均距離（百萬公里）	149.6
貝努的公轉週期（地球日）	365.26
貝努與太陽的平均距離（百萬公里）	169.0

(1)

地球的公轉週期（地球日）	365.26
地球與太陽的平均距離（百萬公里）	149.6
貝努的公轉週期（地球日）	436.65
貝努與太陽的平均距離（百萬公里）	169.0

(3)

地球的公轉週期（地球日）	365.26
地球與太陽的平均距離（百萬公里）	149.6
貝努的公轉週期（地球日）	370.26
貝努與太陽的平均距離（百萬公里）	149.6

(2)

地球的公轉週期（地球日）	365.26
地球與太陽的平均距離（百萬公里）	149.6
貝努的公轉週期（地球日）	436.65
貝努與太陽的平均距離（百萬公里）	299.2

(4)

- 34 哪一項陳述提供了關於貝努在太陽系中形成與移動的證據？

- (1) 貝努是在發生恐龍大滅絕時在地球軌道內側形成的，然後又移動到更靠近火星軌道的位置。
- (2) 貝努是在地球發生氧氣革命時期形成於接近土星軌道的位置，然後又移動到更靠近海王星的位置。
- (3) 貝努是在疊層石大量存在於地球的時期在小行星帶內形成的，然後又移動到更靠近土星的位置。
- (4) 貝努是在太陽系形成的同時形成於靠近海王星軌道的位置，然後又移動到更靠近地球的位置。



科學家已經計算出，貝努在 2182 年有極小的可能性會與地球發生碰撞。貝努與地球可能發生碰撞的潛在風險已促使科學家展開研究，以預防此事件發生。目前已經有三種解決方案被提出。

第一種方案是使用「動能撞擊器」。NASA 已經透過一個名為「雙小行星重定向測試」（Double Asteroid Redirection Test，簡稱 DART）的計畫測試了這個方法。NASA 透過發射一艘小型太空船，以每秒 6.6 公里的速度撞擊了一顆名為迪莫弗斯的小行星。這次撞擊足以改變迪莫弗斯的軌道速度與運行軌跡。

第二種方案是發射一枚核彈頭，並使其在貝努附近爆炸。爆炸產生的力量可能改變貝努的軌道路徑。

第三種方案是利用亞爾科夫斯基效應。這是一種發生在小型小行星上的自然現象。當太陽輻射照射到小行星表面，隨著小行星自轉，小行星會逐漸改變自身的軌道。科學家可以透過在小行星表面塗漆或貼上反光箔增加反照率，從而增強這種效應。

35 根據貝努與地球的循環運動，請說明貝努與地球發生碰撞的必要條件是什麼？ [1]

---

---

---

36 哪一項陳述解釋了為什麼 DART 太空船在撞擊迪莫弗斯之前其速度會改變？

- (1) 其速度因太陽的引力拉扯而增加。
- (2) 其速度因迪莫弗斯的引力拉扯而增加。
- (3) 其速度因地球的引力拉扯而下降。
- (4) 其速度因迪莫弗斯的引力拉扯而下降。

- 37 請在各行中打一個勾來表明哪一個選項（選項 1 與 2 或選項 3）符合下方表格中列出的標準與限制條件。 [1]

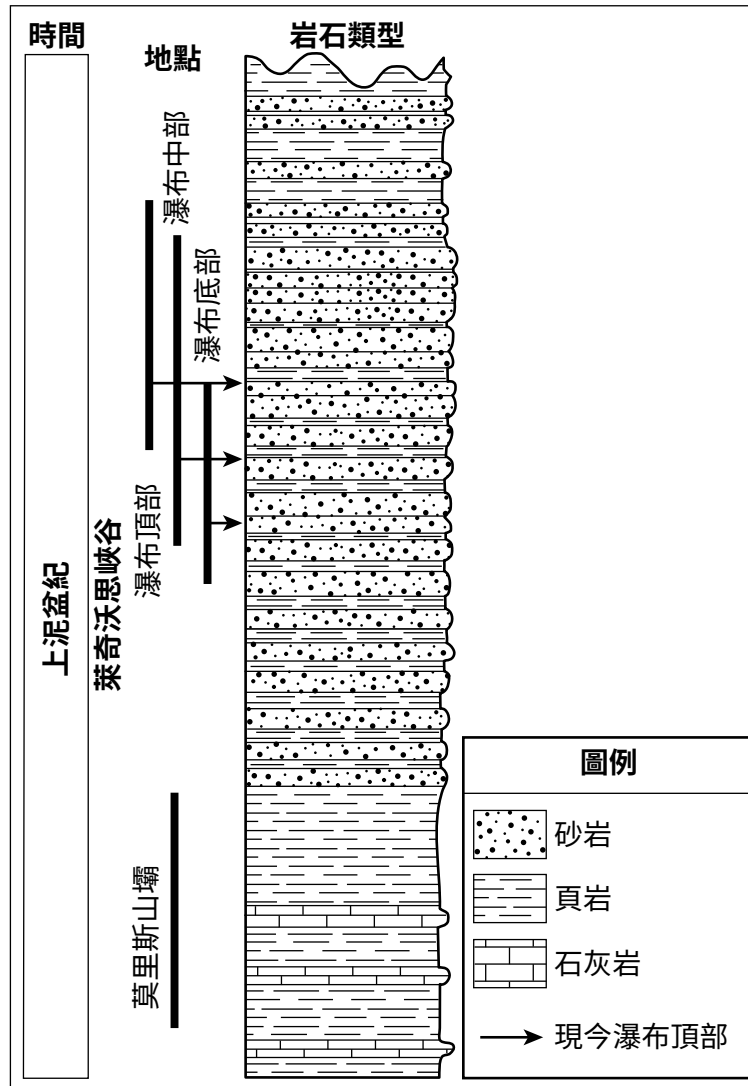
標準與限制條件	選項 1 與 2 (DART/核彈)	選項 3 (亞爾科夫斯基效應)
持續發生		
太陽輻射		
碎片撞擊地球的風險		
導致軌道迅速變化		

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 38 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**。

### 萊奇沃思州立公園的莫里斯山壩

萊奇沃思峽谷位於美國紐約州羅徹斯特市的西南方，吉尼西河從該地區的地形中穿流而過。峽谷擁有高聳的垂直峭壁，因此有時被稱為「東方的大峽谷」。峽谷崖壁上所見的岩石主要由頁岩和砂岩組成。這些岩石形成於泥盆紀晚期。莫里斯山壩則位於萊奇沃思峽谷的北端。

萊奇沃思峽谷部分區域的岩石類型模型



(未按比例繪製)

- 38 在萊奇沃思峽谷中，吉尼西河以不同的速率侵蝕砂岩與頁岩。請勾選表示哪一種岩石更能抵禦吉尼西河的侵蝕。請使用模型中的一項證據來支持你的選擇。 [1]

☐

砂岩

☐

頁岩

證據： \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

下方相片顯示的是吉尼西河沿岸萊奇沃思州立公園中的峽谷。峽谷中有兩個地點分別標有 X 與 Y。

萊奇沃思峽谷



班上的學生被安排了一項任務，他們需要根據相片中顯示的吉尼西河的一段河岸規劃一條新的健行路線。

一位學生提出以下主張：

最安全的健行路線應該在地點 A 附近，因為 B 更容易因 C 受到風化和侵蝕作用的影響，而這會增加沿路發生 D 的風險。

選項如下：

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
X 或 Y	X 或 Y	風或重力	洪水或山崩

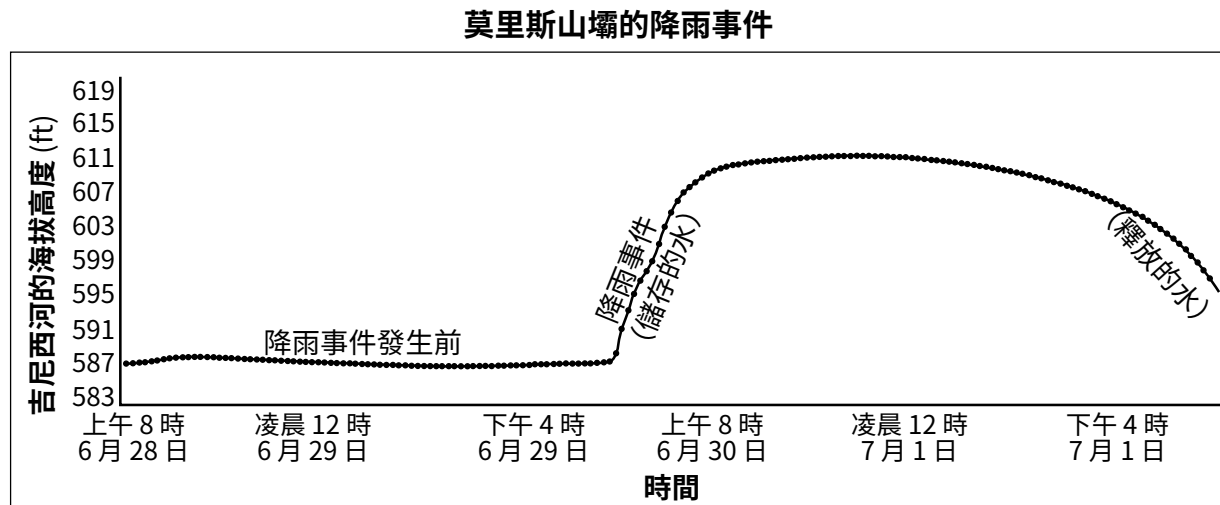
39 哪一組詞彙的順序最能完整表述這個主張？

- (1) A : X    B : Y    C : 重力    D : 山崩
- (2) A : X    B : Y    C : 重力    D : 洪水
- (3) A : Y    B : X    C : 風    D : 山崩
- (4) A : Y    B : X    C : 風    D : 洪水

40 哪些建設性過程最有可能是造成萊奇沃思峽谷中岩層分佈的原因？

- (1) 岩石的再結晶、沉積與風化
- (2) 沉積物的凝固、冷卻與脫氣
- (3) 岩石的侵蝕、礦物沉澱與摺皺
- (4) 沉積物的埋藏、壓實與礦物沉澱

沿吉尼西河以及莫里斯山壩設有多個河流監測站，用於收集河流水位資料。  
下圖顯示了在降雨事件期間吉尼西河的一些相關資訊。



41 哪一項陳述指出了莫里斯山壩的建造對於控制降雨事件帶來的影響？

- (1) 山壩的建造控制了河流水位，使得下游的羅徹斯特市居民能夠獲得更多淡水資源。
- (2) 山壩的建造控制了吉尼西河的水位，減少了羅徹斯特市居民可能面臨洪水災害與財產損失的風險。
- (3) 山壩的建造控制了河流水位，因此在萊奇沃思州立公園內能夠創造更多游泳區。
- (4) 山壩的建造控制了吉尼西河的侵蝕量，導致更多沉積物在羅徹斯特的水系中堆積。

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 45 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**。

### 能源與礦物資源

全球向可再生能源資源轉型的趨勢日益增長。銅、鎳、鋅和稀土礦物等礦物資源非常重要。它們對傳統能源與可再生能源的生產與分配至關重要。

美國的礦物資源進口量高於本國的產量。其他國家也在朝著類似的潔淨能源轉型努力。美國將不得不與其他國家競爭這些礦物資源。

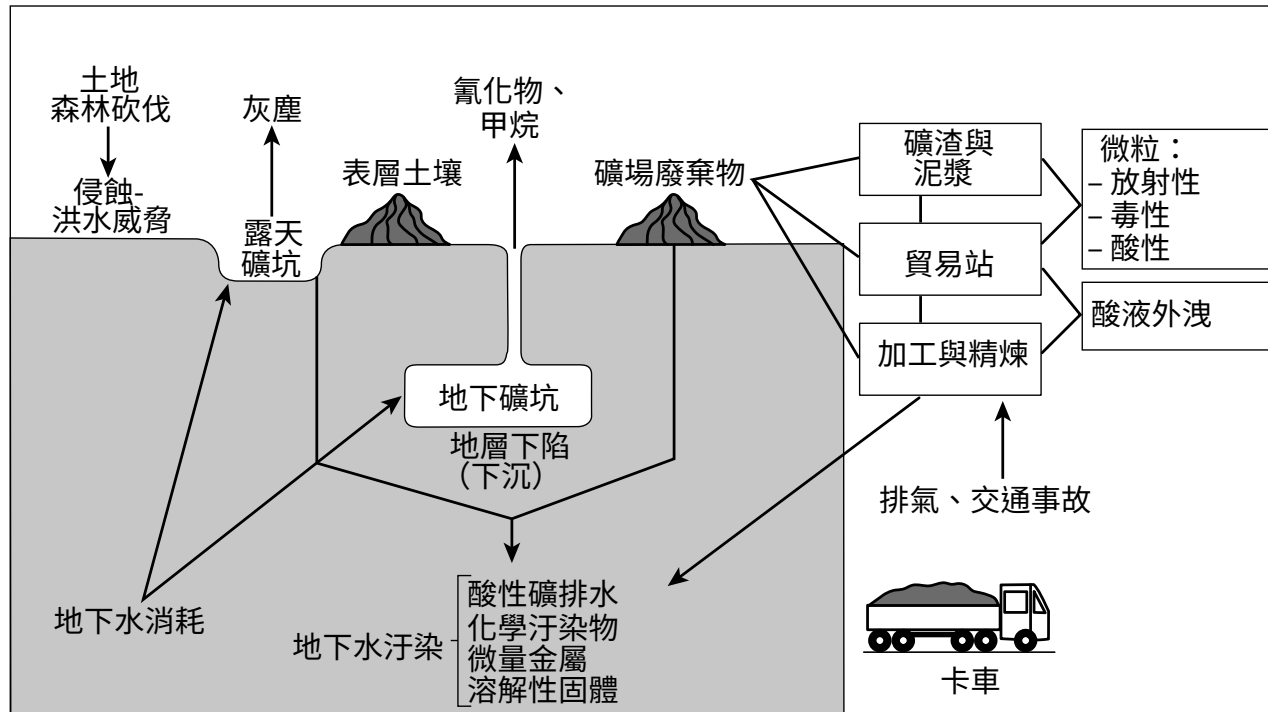
下方相片顯示了猶他州鹽湖城附近的一個露天礦場。

### 猶他州肯尼科特銅礦



銅的開採過程會對地球系統產生環境影響。下方模型顯示了在地球表面及地下開採銅所涉及的步驟。

採礦及其潛在環境影響的模型



- 42 一位學生提出主張，銅礦場會對地球表面產生負面影響，進而導致地球系統改變。請在模型中找出能夠證明銅礦開採對地球表面造成負面影響並導致一個地球系統改變的資訊，以支持這個主張。 [1]

負面影響：\_\_\_\_\_

導致一個地球系統改變：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



大多數電動車在製造過程中會使用超過 50 公斤的銅。學生研究了關於汽油車與電動車之間差異的資訊。以下是他們整理的資料摘要。

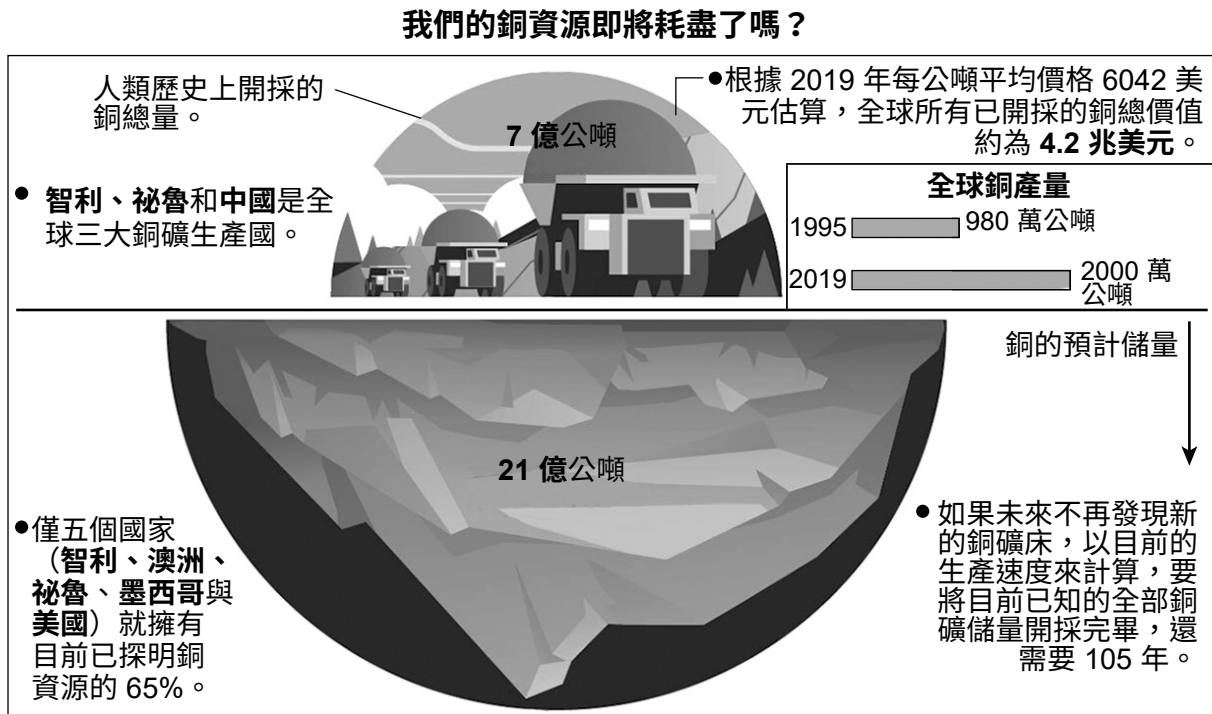
### 汽油車與電動汽車的比較

汽油車	電動汽車
<ul style="list-style-type: none"><li>● 製造過程需要兩種不同的礦物</li><li>● 每英里排放 411 克二氧化碳</li><li>● 引擎更重 (約 184 公斤)</li><li>● 需要開採 22.3 公斤的銅</li><li>● 中位數行駛里程為每箱油可行駛 403 英里</li><li>● 每年的平均駕駛成本為 1117 美元</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 製造過程需要七種不同的礦物</li><li>● 每英里排放 32 克二氧化碳</li><li>● 馬達重 76 公斤</li><li>● 比汽油車重 340 公斤 (平均值)</li><li>● 電池含有 185 公斤礦物</li><li>● 可能包含超過 1 英里長的經開採銅線，用於將電能轉換為機械能 (約 53.2 公斤)</li><li>● 中位數行駛里程為每次充電後可行駛 234 英里</li><li>● 每年的平均駕駛成本為 485 美元</li></ul>

43 在比較汽油車與電動車時，哪一項陳述正確地總結了哪種車的採礦業相關環境影響更低，同時又能提供可靠的長途運輸？

- (1) 電動車的馬達僅重 76 公斤且平均行駛里程為 234 英里，所以對採礦業造成的環境影響更低。
- (2) 電動車的環境影響更低，因為每英里僅排放 32 克二氧化碳，而且製造時僅使用 53.2 公斤銅。
- (3) 汽油車的環境影響更低，因為製造時僅使用 22.3 公斤銅，而且中位數行駛里程為 403 英里。
- (4) 汽油車的環境影響更低，因為使用成本比電動車貴約 500 美元，而且每英里僅排放 411 克二氧化碳。

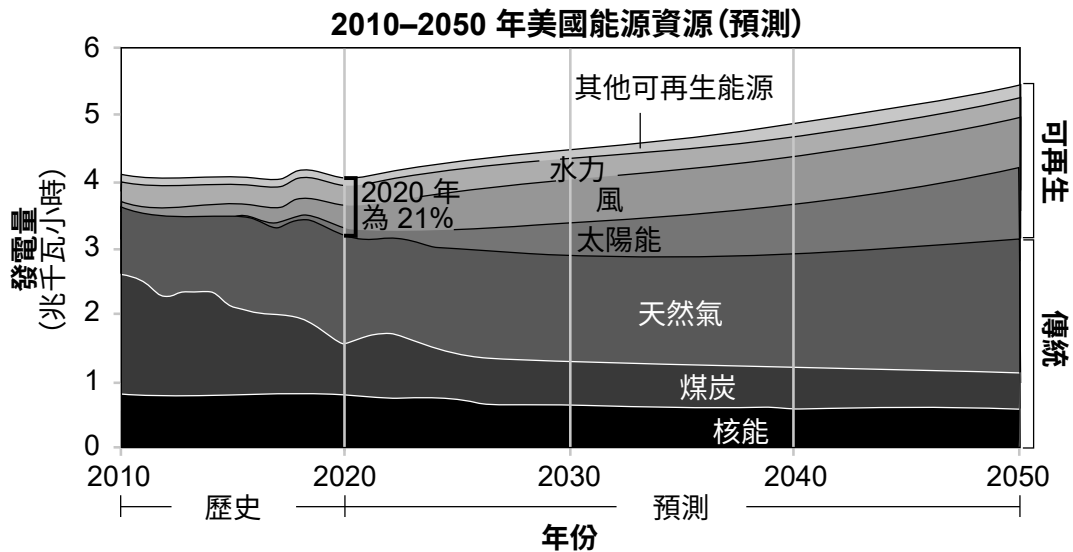
銅是一種價格實惠且用途廣泛的金屬。銅對經濟發展至關重要。下方資訊圖表介紹了截至 2019 年地球上已開採的銅總量，以及估計地球上剩餘的銅儲量。



44 哪一個解釋使用了資訊圖表中的證據最正確地說明了用於製造新型電動車的銅的可用性對人類活動的影響？

- (1) 隨著銅儲量逐漸枯竭，礦產公司將被迫在擁有銅礦的國家將銅的價格降至低於 2019 年每噸平均價格 6042 美元的水平。
- (2) 擁有全球 65% 銅儲量的五個國家將需要減少銅的產量以保存資源，藉此生產更多的電動車。
- (3) 因全球銅產量在 1995 年至 2019 年間增長了一倍以上，所有擁有銅儲量的國家都需要開採新礦場，才能滿足製造電動車的迫切需求。
- (4) 為了滿足 105 年後製造電動車的需求，將需要增加銅的回收利用。

人類已經意識到，傳統能源的供應是有限的。因此，各國一直在努力開發可再生能源。在 2020 年，可再生能源已佔據美國所有發電資源的 21%。下圖顯示了一些關於美國發電資源的資訊。



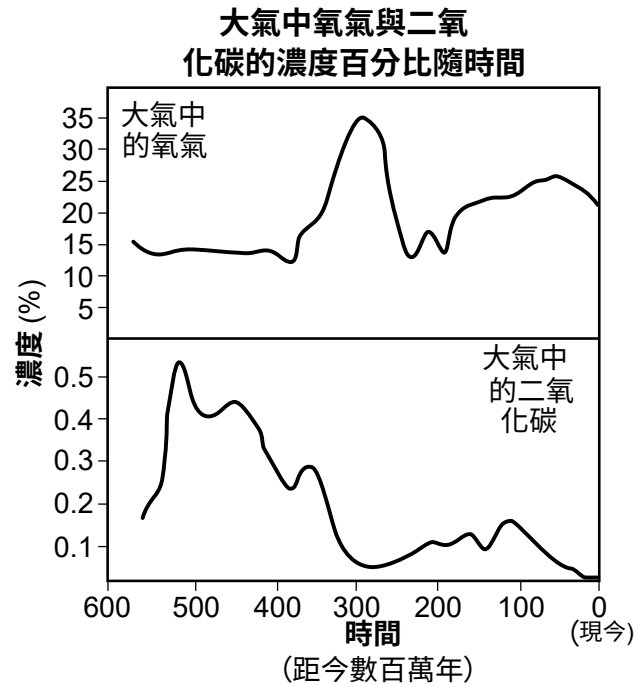
45 哪一項循證陳述正確說明了隨著電力需求增加，美國的發電資源預計會如何改變？

- (1) 到 2030 年，水力發電量將超越核能發電量。
- (2) 到 2050 年，可再生能源將超越天然氣，成為最大的發電來源。
- (3) 預計到 2035 年，燃煤發電將會增加。
- (4) 從 2020 年到 2050 年，預計風能的增長將超過太陽能。

根據以下資訊和你的地球與太空科學知識來回答第 46 題至第 50 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**。

### 石炭紀

在石炭紀期間，植物已經在陸地上扎根。人們發現了大型森林和巨大沼澤的證據，這些可以追溯到石炭紀後期。這改變了大氣中氧氣的濃度，也導致了大氣中二氧化碳濃度的變化。下圖顯示了大氣中的氣體濃度隨時間發生的變化。



46 哪一個主張正確指出了由於地球生物圈在石炭紀的變化，導致大氣中的氧氣濃度發生了改變？

- (1) 氧氣濃度因生物圈中的森林砍伐而上升。
- (2) 氧氣濃度因生物圈中的呼吸作用減少而上升。
- (3) 氧氣濃度因生物圈中的光合作用增加而上升。
- (4) 氧氣濃度因生物圈中的蒸散作用減少而上升。

- 47 科學家聲稱，在石炭紀晚期，地球表面氣溫發生變化。請分析所提供的資料，指出會導致氣溫變化的地球大氣成分變化，以支持此主張。此外，請描述此氣溫變化。 [1]

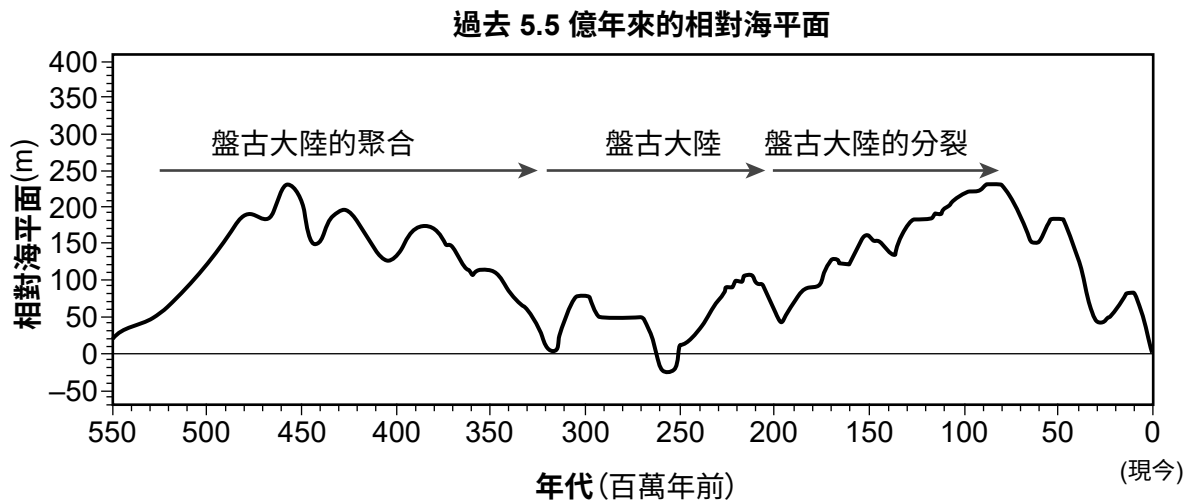
大氣成分變化：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

地表氣溫變化：\_\_\_\_\_

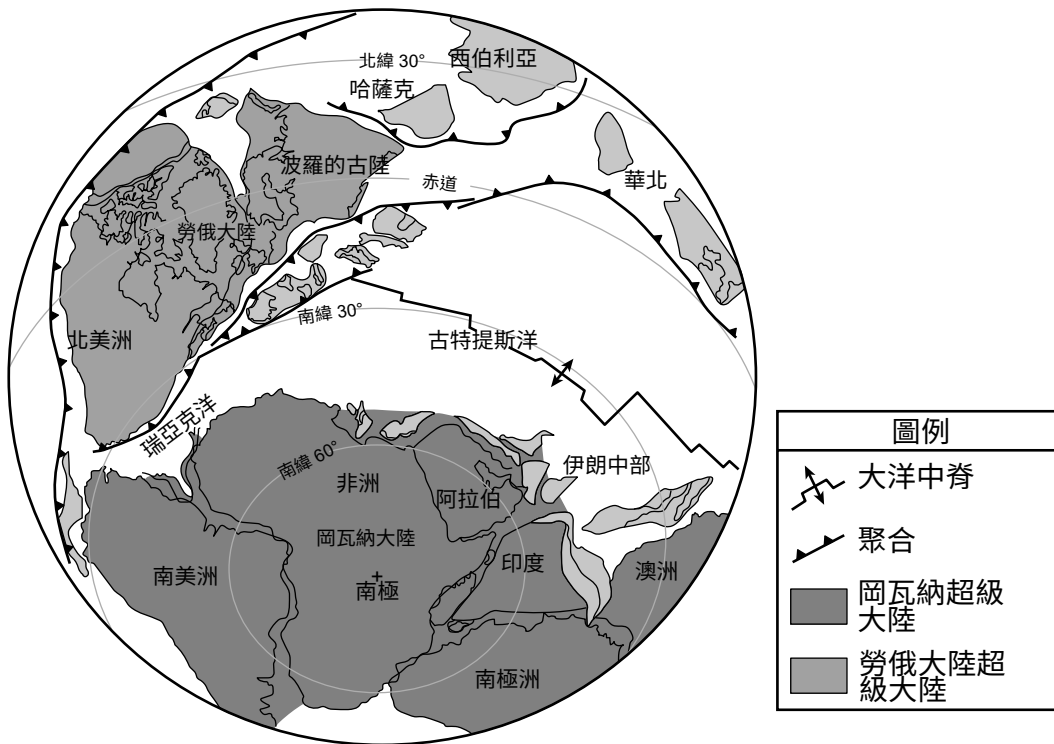
\_\_\_\_\_

研究石炭紀早期至晚期海洋化石的學生發現，岩石中的海洋化石物種數量顯著減少。在調查這個現象時，學生考慮了幾個可能的因素，包括海平面變化、冰河作用以及板塊運動。圖表顯示了關於同一時期的海平面變化與盤古大陸變化的資訊。

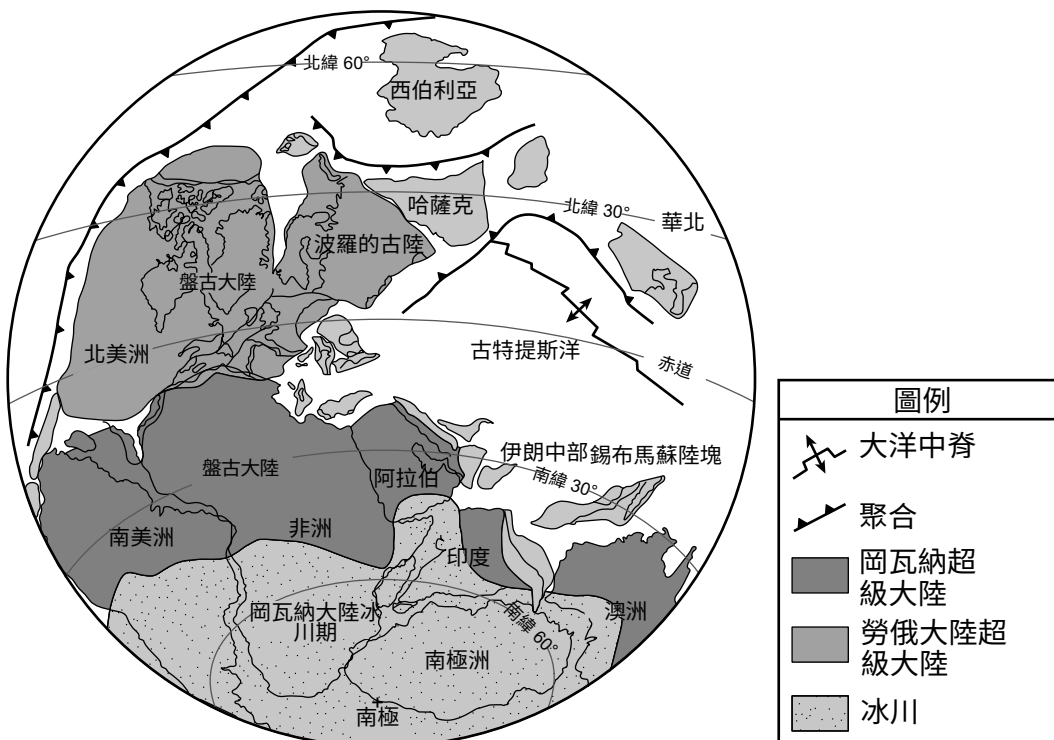


學生還分析了地圖中石炭紀早期與晚期的資訊。

石炭紀早期地圖:3.4 億年前

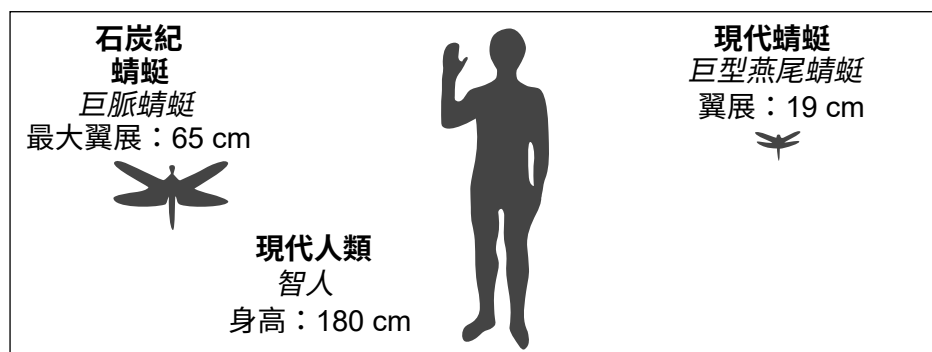


石炭紀晚期地圖:3.1 億年前



部分石炭紀的岩石中有巨脈蜻蜓的化石，這是一種與現代蜻蜓有親緣關係的古老昆蟲。

### 現代蜻蜓與石炭紀蜻蜓的相對大小比較



(未按比例繪製)

下方資料表比較了現代蜻蜓與石炭紀的巨脈蜻蜓之間因大氣氣體濃度不同所造成的差異。

### 大氣氧氣濃度對蜻蜓體型的影響

大氣棲息環境	最大翼展 (cm)
現代棲息環境 (大氣中的氧氣為 21%)	19.0 cm
石炭紀棲息環境 (大氣中的氧氣為 31%)	65 cm

- 48 建立一個論證，預測如果一隻蜻蜓生活在 2 億年前的大氣環境條件下，牠的翼展相對現代蜻蜓物種或石炭紀蜻蜓物種的情況。 [1]

---



---



---



---

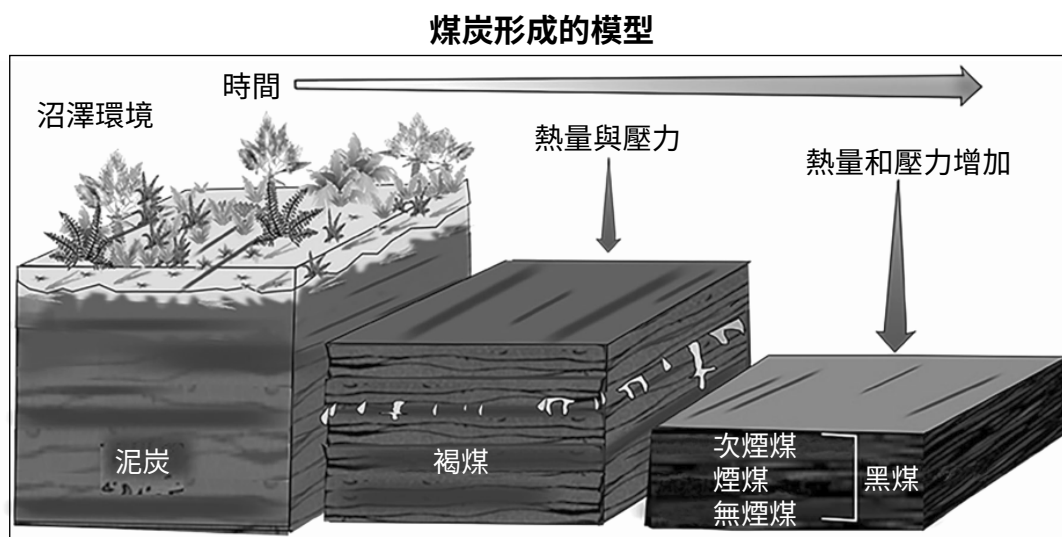


學生在研究圖表與地圖之後進行總結，提出以下主張：「石炭紀早期到晚期海洋生物數量減少，是地球上的海平面發生變化與冰河作用所導致」。

49 地圖和圖表中的哪些證據可以支持學生的主張？

- (1) 冰河作用的增加使凍圈的冰量增加，並使水圈中的海平面下降。
- (2) 水圈中的水位上升，是源於凍圈中冰層融化。
- (3) 地球水圈中的水位上升，同時凍圈中的冰量也增加。
- (4) 水圈中的水位下降，同時凍圈中的冰量也下降。

石炭紀的煤炭沉積層可以在世界各地找到。石炭紀森林中的植被在大片沼澤地區逐層累積。這些生物質被埋藏後形成了泥炭層。下方模型展示了一些關於煤炭形成的資訊。



50 碳在地球各圈層中循環，導致不同的煤炭形成階段。哪一項證據可以支持「紐約州曾經存在早期煤炭形成的環境」這個主張？

- (1) 伊利安大略低地的沃特敦含有將會形成褐煤的碳酸鹽岩。
- (2) 哈德遜河谷的格倫斯瀑布含有煙煤形成的水泥。
- (3) 塔格山高原的吉妮瓦含有次煙煤形成的泥炭。
- (4) 阿勒格尼高原的賓漢頓含有將會形成褐煤的泥炭。





