

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

지구 및 우주 과학

2026년 6월 18일, 목요일 — 오후 1시 15분부터 오후 4시 15분까지만 실시

학생 이름 _____

학교명 _____

본 시험 중에는 모든 통신 장비의 소지나 사용을 철저히 금지합니다. 잠시라도 통신 장비를 소지하거나 사용할 경우, 시험은 무효화되며 시험 점수를 받을 수 없게 됩니다.

위 칸에 자신의 이름과 학교명을 인쇄체로 쓰십시오.

자신의 **지구 및 우주 과학** 지식을 활용하여 이 시험의 모든 문제에 답하십시오. 시험을 시작하기 전에 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**를 받았는지 확인하십시오. 어떤 문제들은 풀 때에 이 참고표가 필요합니다.

이 시험의 모든 파트의 모든 문제에 답하십시오. 문제를 풀 때 연습 용지를 사용할 수 있으나 모든 답은 답안지와 시험 책자에 기입해야 합니다. 선다형 문제를 위한 별도의 답안지가 제공되었습니다. 감독관의 지시에 따라 답안지에 학생 정보를 기입하십시오. 서술형 문제의 답은 시험 책자에 기입하십시오.

시험 책자에 답안을 작성할 때는 반드시 펜을 사용해야 하고 그래프나 그림을 그릴 때는 반드시 연필을 사용하십시오.

시험을 마친 후, 별도의 답안지에 인쇄된 진술문에 서명함으로써 이 시험을 치르기 전에 문제나 답에 대한 불법적인 지식이 없었으며 시험을 치르는 동안 도움을 주지도 않고 받지도 않았음을 표시하십시오. 이 진술문에 서명하지 않은 학생의 답안지와 시험 책자는 인정하지 않습니다.

참고 ...

이 시험을 치르는 동안 사용할 수 있도록 사칙 계산기나 과학용 계산기 및 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 반드시 준비되어 있어야 합니다.

별도로 표시되지 않는 한, 도표는 실제 비율과 다릅니다.

지시가 있을 때까지 이 시험 책자를 열지 마십시오.

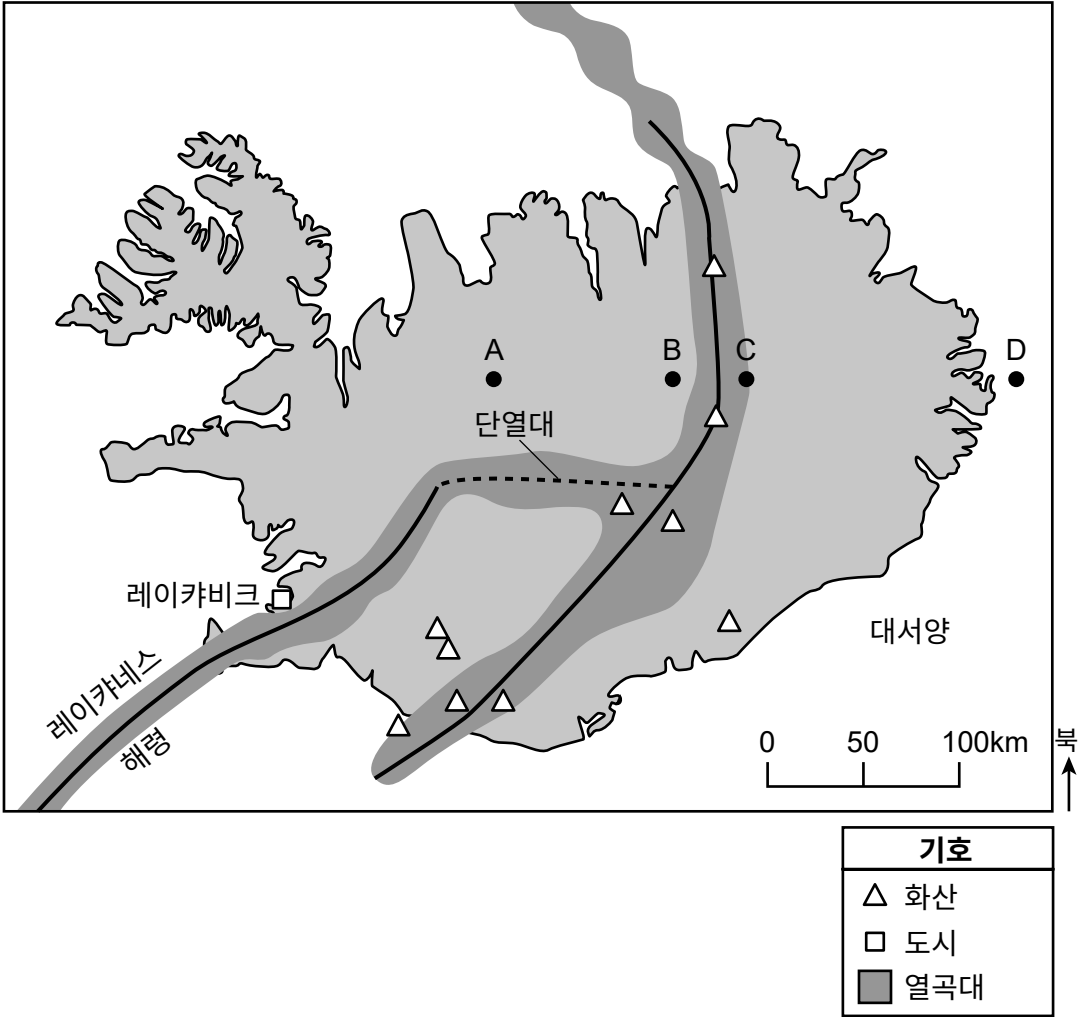
아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 1번에서 4번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다. 반드시 제공된 별도의 답안지에 선다형 문제의 답을 기입하십시오. 서술형 문제의 답은 시험 책자에 기입하십시오.

아이슬란드 열점

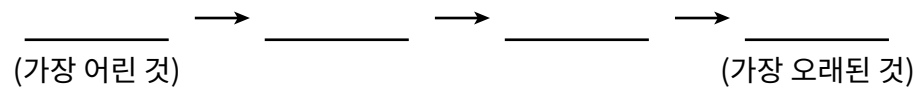
아이슬란드는 지구에서 가장 활발한 화산 지역 중 하나입니다. 아이슬란드는 북대서양의 레이카네스(Reykjanes) 해령 근처에 있는 열점입니다. 아이슬란드 섬은 해저 확장과 화산 활동의 조합으로 형성되었습니다.

아래 지도는 아이슬란드의 판구조 환경에 대한 정보를 보여줍니다. 점 A부터 D까지는 지구 표면에 있는 위치를 나타냅니다.

아이슬란드의 판구조도



- 1 아래 빈칸에 암석의 나이가 가장 어린 것에서부터 오래된 것 순서로 위치 A, B, C, D를 나타내는 문자를 배열하십시오. [1]



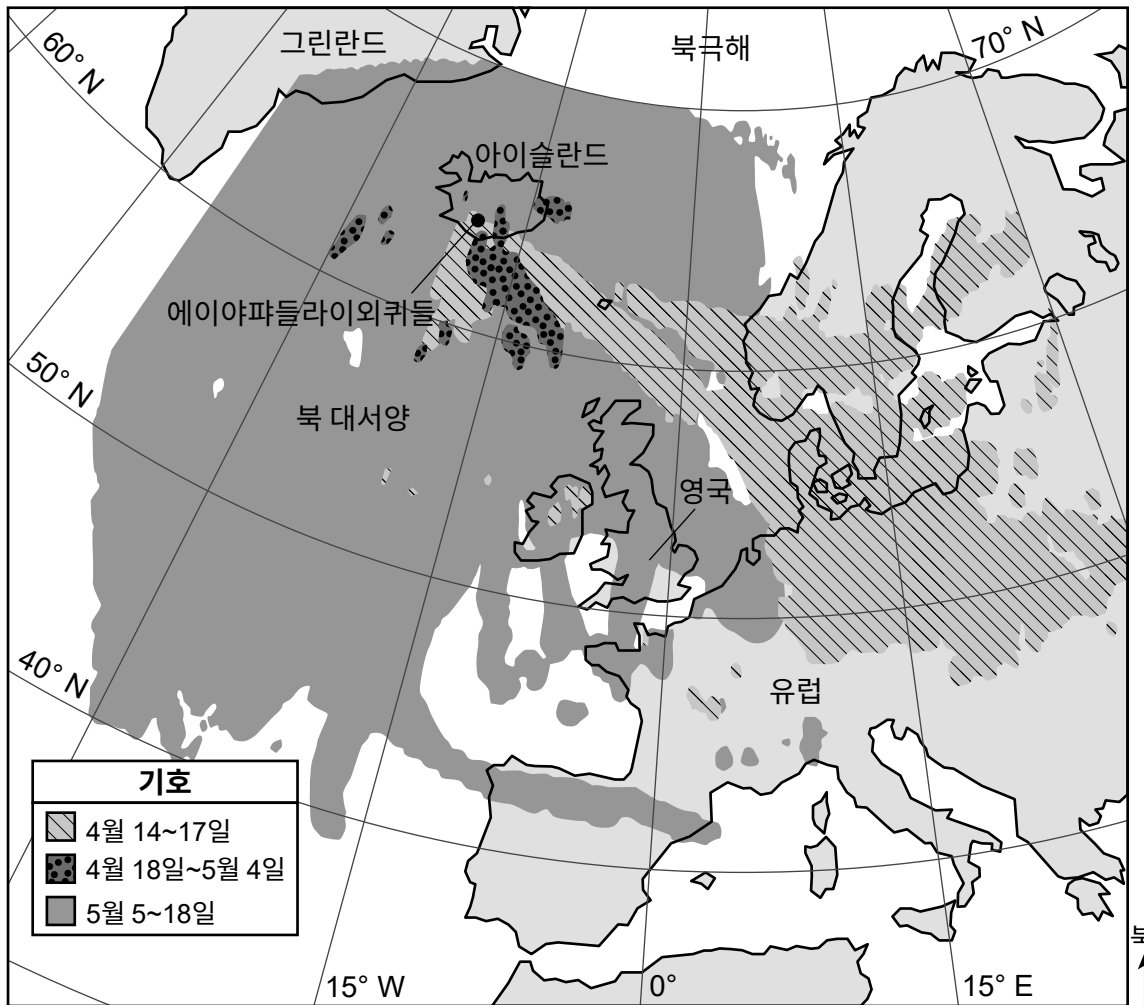
- 2 다음 중 아이슬란드의 해령에서 일어나는 해저 확장 속도를 다른 판 경계에서의 해저 확장 속도와 올바르게 비교하는 진술은 무엇입니까?

- (1) 아이슬란드의 대략적인 확장 속도는 남동 인도양 해령보다 더 빠르다.
- (2) 아이슬란드의 대략적인 확장 속도는 동태평양 해령보다 더 느리다.
- (3) 아이슬란드의 대략적인 확장 속도는 코코스 판과 나스카 판 사이의 경계보다 더 빠르다.
- (4) 아이슬란드의 대략적인 확장 속도는 남서 인도양 해령보다 더 느리다.

에이아파들라이외퀴들(Eyjafjallajökull) 화산은 아이슬란드 남부 해안에 위치해 있습니다. 2010년 4월 14일, 얼음으로 덮인 분화구에서 폭발적인 분화가 발생했습니다. 빙하의 물과 마그마가 섞이면서 대기 중으로 약 11km 높이까지 올라간 거대한 화산재 구름이 형성되었습니다. 이 구름은 단단한 화산암의 미세 입자들을 다량 포함하고 있었습니다.

아래 지도는 2010년 에이아파들라이외퀴들 화산 분화 동안 화산재 구름의 이동에 대한 정보를 보여줍니다. 기호는 이 분화 사건의 결과로 발생한 화산재 구름의 시간에 따른 분포를 나타냅니다.

에이아파들라이외퀴들 화산재 구름



3 다음 중 지도에 나타난 증거를 바탕으로, 에이아파들라이외퀴들 화산재 구름의 이동이 인간에게 어떤 영향을 끼쳤는지 설명하는 진술은 무엇입니까?

- (1) 5월 5일부터 5월 18일까지 아이슬란드 전역에서 대기 질이 나빴을 가능성이 가장 높다.
- (2) 4월 18일까지 그린란드 남단에서 대기 질이 나빴을 가능성이 가장 높다.
- (3) 4월 23일에 남유럽의 주민들은 화산재 구름으로 인해 완전히 어두운 상태를 경험했다.
- (4) 4월 15일에 영국의 주민들은 화산재 구름으로 인해 대기 가시성이 증가했다.

화산 분출로 인한 용암류를 관리하고 완화하는 것은 용암의 강한 열과 유체역학적 특성으로 인해 어렵습니다. 아이슬란드에서는 용암류의 영향에 대응하기 위해 여러 가지 대책이 적용되거나 제안되었습니다.

아래 표는 용암류가 지역 사회에 끼치는 영향에 대응하기 위해 장비가 필요한 다양한 방법들을 나열하고 있습니다.

가능한 용암류 대책

	대책	설명	제약
A	용암 우회	용암류가 우회하도록 수로를 건설	- 비용이 많이 듦 - 시간이 많이 소요됨 - 용암이 뚫고 나올 수 있음 - 용암류를 멈추는 게 아니라 방향을 바꿈
B	해수 냉각	펌프를 사용하여 해수를 끌어와 용암에 뿌려 냉각시키고 굳힘	- 지속적인 물 공급이 필요 - 여러 대의 비싼 펌프를 작동시키기 위한 많은 에너지가 필요
C	용암류 차단벽	용암을 가두고 흐름을 멈추기 위해 흙으로 된 차단벽을 건설	- 차단벽을 건설하기 위한 기계/장비 필요 - 용암이 차단벽을 뚫고 나올 수 있음
D	폭발	용암류를 분산시키고 경로를 변경하기 위해 폭발물을 터뜨림	- 더 많은 피해와 인명 손실을 초래할 수 있음 - 정확도가 낮아 용암류가 원래 경로로 되돌아옴

4 비용과 장비와 같은 제약을 고려할 때, 어떤 제안된 대책이 아이슬란드 지역 사회를 용암류로부터 가장 잘 보호할 수 있겠습니까?

(1) 대책 A, 용암 우회

(3) 대책 C, 용암류 차단벽

(2) 대책 B, 해수 냉각

(4) 대책 D, 폭발

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 5번에서 8번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

항성과 항성 진화

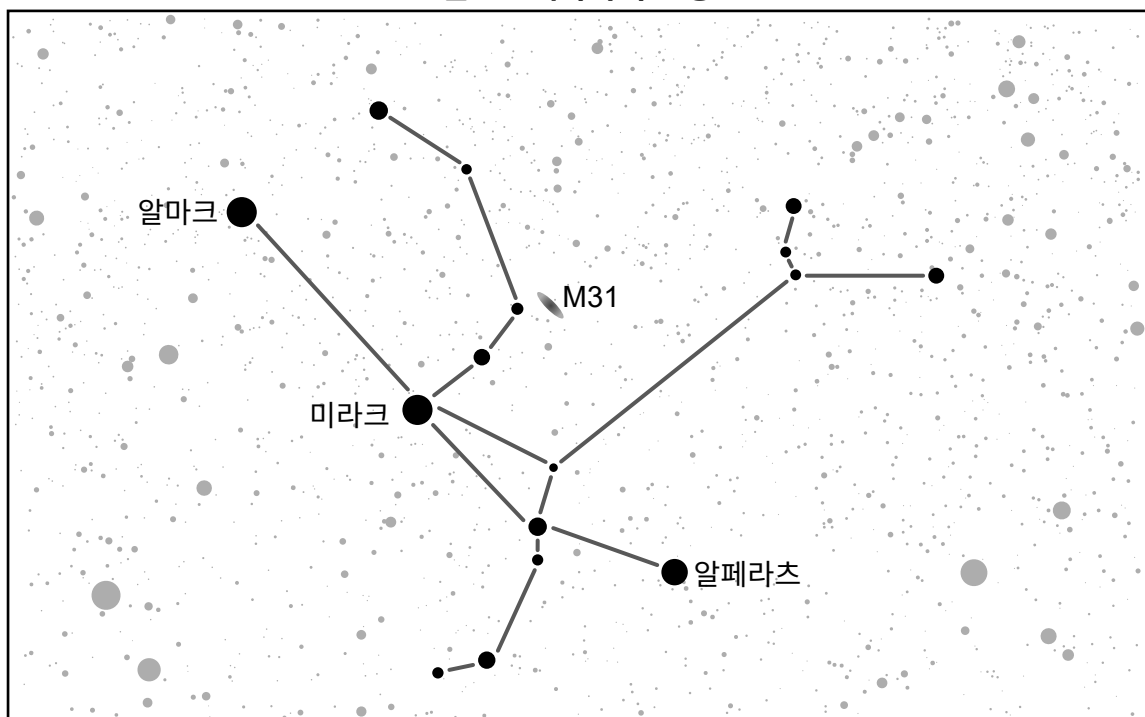
안드로메다자리에는 하늘에서 가장 밝은 항성 중 세 개인 알마크(Almach), 미라크(Mirach), 알페라츠(Alpheratz)를 포함한 여러 항성이 있습니다. 알마크는 지구에서 350광년(ly) 떨어진 다중성계입니다. 1광년은 빛이 일 년 동안 이동하는 거리로 정의되며, 약 6조 마일 또는 9.5×10^{12} km입니다. 알마크 성계는 이 별자리에서 세 번째로 밝은 천체입니다. 미라크는 지구에서 200광년 떨어진 적색 거성으로, 태양보다 약 2000배 더 밝습니다. 알페라츠는 지구에서 97광년 떨어진 준거성으로, 태양보다 약 200배 더 밝습니다.

M31으로 알려진 안드로메다 은하도 안드로메다자리 안에 있습니다. 안드로메다 은하는 지구에서 250만 광년 떨어져 있습니다.

안드로메다자리는 지구의 북반구와 남반구 모두에서 관측할 수 있지만, 남위 40도를 넘는 위도에서는 관측할 수 없습니다. 북반구에서는 이 별자리를 8월부터 2월까지 가장 잘 관찰할 수 있습니다. 남반구에서는 10월부터 12월까지만 관측할 수 있습니다.

아래 모형은 별자리에 대한 정보를 보여줍니다.

안드로메다자리 모형



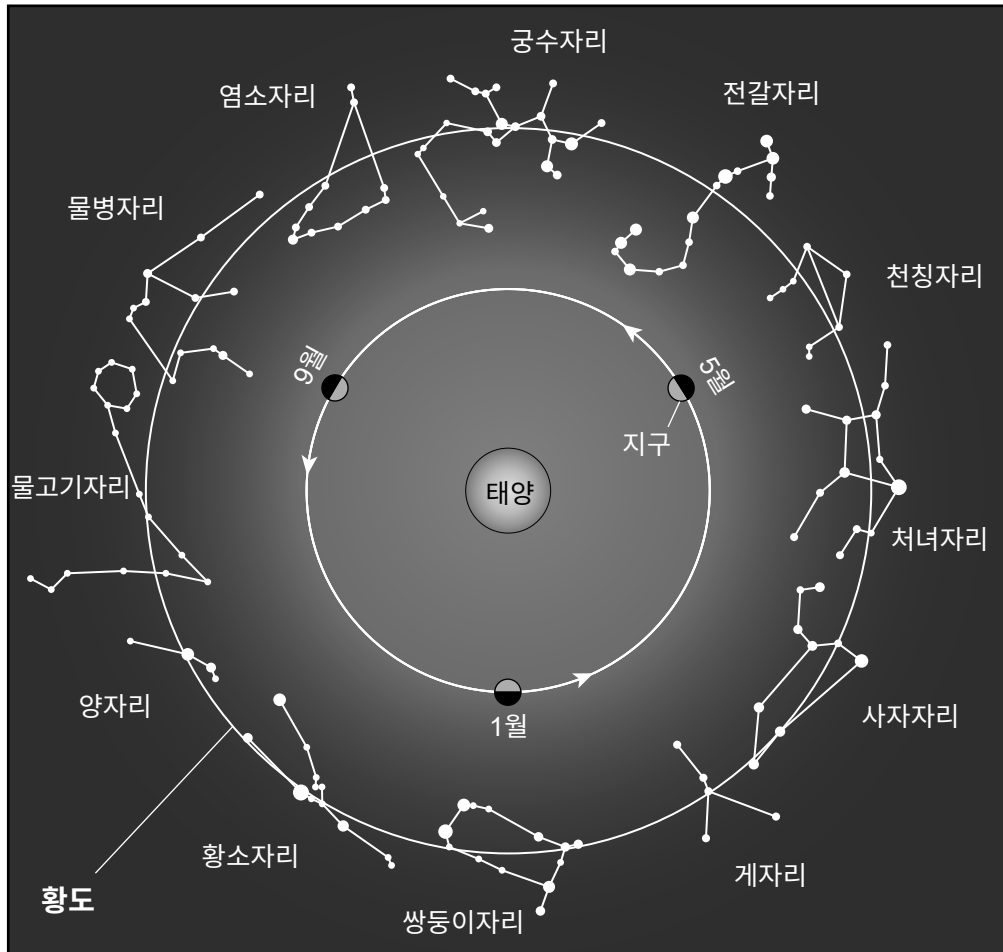
(실제 크기와 비율이 다름)

- 5 다음 중 항성에서 핵반응에 영향을 미치는 요인과 안드로메다자리에서 언급된 일부 항성의 핵에 있는 원소의 종류를 올바르게 나열한 행은 무엇입니까?

행	항성에서 핵반응에 영향을 미치는 요인	안드로메다자리에 있는 거성의 원소
(1)	• 항성의 질량 • 생애 단계	He 및 C
(2)	• 항성의 밝기 • 생애 단계	H 및 He
(3)	• 항성의 질량 • 지구로부터의 거리	He 및 C
(4)	• 항성의 밝기 • 지구로부터의 거리	H 및 He

아래 모형은 지구에서 관측할 수 있는 황도대 별자리에 대한 일부 정보를 보여줍니다. 황도는 지구에서 볼 때 별자리 사이를 지나가는 태양의 겉보기 경로입니다.

지구에서 관측할 수 있는 일부 별자리의 모형



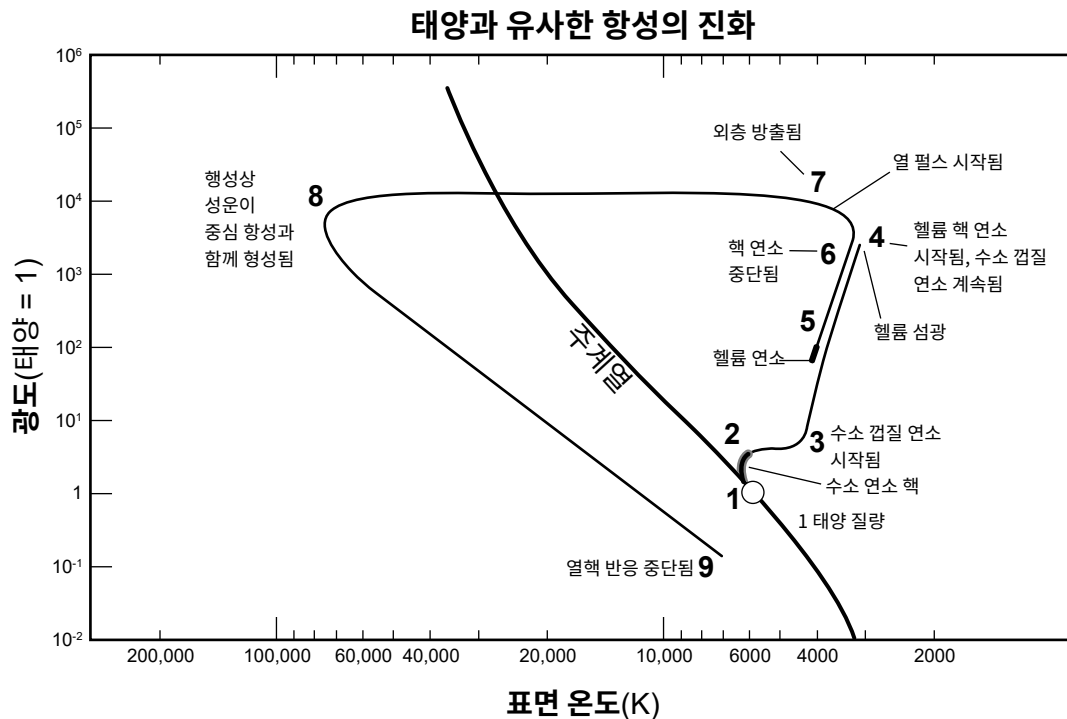
(실제 크기와 비율이 다름)

- 6 모형에 나타난, 북반구의 관찰자가 관측할 수 있는 다양한 별자리의 패턴을 만드는 원인이 되는 천체의 이름과 움직임을 밝히십시오. 그런 다음, 뉴욕주에서 1월 자정에 밤하늘에서 안드로메다자리가 관측될 때와 동시에 밤하늘에 가장 높이 있을 가능성이 가장 높은 **한 개**의 별자리 이름을 밝히십시오. [1]

이름과 움직임에 대한 설명: _____

별자리 이름: _____

아래 그래프는 태양과 유사한 항성의 진화를 보여줍니다. 숫자 1부터 9까지는 항성의 진화 과정 단계와 H-R 도표에서의 위치를 나타냅니다. 광도는 태양과 비교했을 때, 항성이 방출하는 에너지의 총량입니다. ‘연소’라는 용어는 핵융합을 의미합니다.



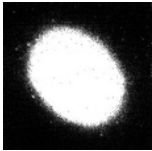
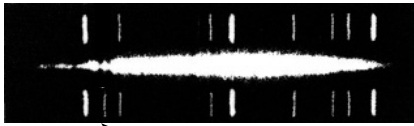
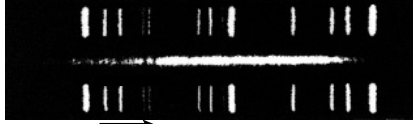
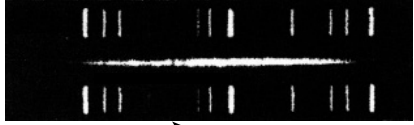
7 다음 중 태양과 유사한 항성의 진화 그래프에서 핵융합이 태양과 미라크 같은 항성에서 에너지를 생성하는 과정이라는 주장을 뒷받침하는 데 사용될 수 있는 증거는 무엇입니까?

- (1) 4단계에서 헬륨이 중심핵에서 연소되고, 그 다음 헬륨이 껍질에서 연소된다.
- (2) 7단계에서 항성의 외층이 방출되어 8단계에서 행성상 성운이 된다.
- (3) 2단계에서 5단계까지 수소 연소가 중심핵에서 헬륨 연소로 변화한다.
- (4) 1단계에서 3단계까지 수소 중심핵 연소가 중단되고 열 펄스가 시작된다.

1924년, 에드윈 허블(Edwin Hubble)은 안드로메다 은하를 비롯한 많은 다른 은하들을 연구하였고, 은하들이 지구에서 멀어지는 속도에 일정한 패턴이 있음을 발견했습니다. 허블(Hubble)의 발견은 우주를 이해하는 것과 관련된 이론에 중요한 의미를 가졌습니다.

아래 표는 은하의 거리 및 후퇴 속도(지구에 대한 상대 속도)를 포함한 은하에 대한 정보를 보여줍니다. 스펙트럼 아래의 검은 화살표는 두 개의 가장 어두운 흡수선이 파장(λ)에서 얼마나 이동했는지 나타냅니다.

은하 데이터 표

속한 은하단	지구로부터의 대략적인 거리(광년)	스펙트럼 후퇴 속도	
		청색 짧은 λ	적색 긴 λ
 처녀자리	5200만	 1200KM/초	
 큰곰자리	6000만	 15,000KM/초	
 북쪽왕관자리	10억	 22,000KM/초	

아래 표에는 A, B, C, D로 표시된 우주에 대한 네 가지 진술이 나와있습니다.

A	은하가 지구로부터 멀어질수록 빛이 더 적색편이되며, 이는 은하 속도가 가속되고 있음을 나타낸다.
B	은하가 지구로부터 멀어질수록 후퇴 속도가 더 감소하며(청색편이 스펙트럼 데이터와 함께) 나타난다.
C	은하가 지구에 가까울수록 후퇴 속도가 감소하며, 이는 우주 마이크로파 배경복사의 존재를 나타낸다.
D	지구로부터 은하의 거리가 증가할수록 후퇴 속도가 증가하며, 스펙트럼이 더 긴 파장을 포함하도록 이동한다.

8 다음 중 어떤 진술 쌍이, 주어진 천문학적 증거인 빛 스펙트럼, 은하 거리, 은하 속도를 바탕으로 빅뱅 이론을 지지합니까?

(1) A와 B

(3) C와 D

(2) B와 C

(4) D와 A

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 9번에서 13번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

느린 탄소 순환

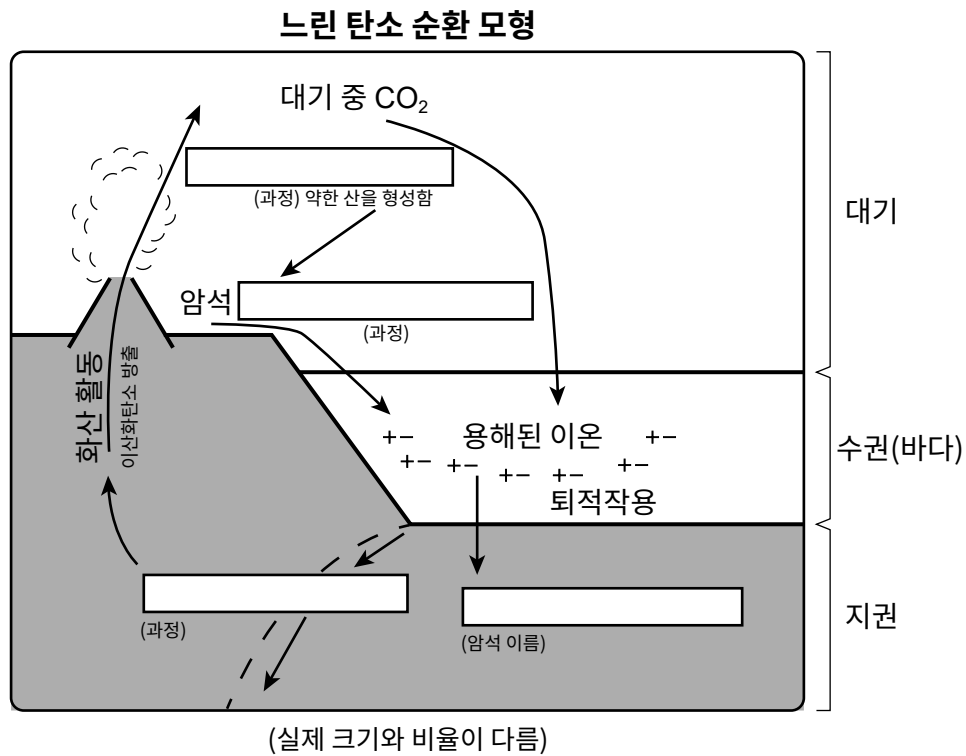
느린 탄소 순환은 지구의 여러 층 사이에서 탄소를 이동시키는 다양한 지질학적 과정에 의해 조절됩니다. 탄소가 일련의 화학 반응을 통해 암석, 토양, 바다, 대기 사이를 이동하는 데에는 수백만 년이 걸립니다.

대기에서 암석으로의 탄소 이동은 대기 중 탄소(CO_2)가 빗물과 결합(용해)하여 약한 산(탄산)을 형성할 때 시작됩니다. 이 약한 산은 암석을 용해시켜 이온을 방출하고, 이 이온은 바다로 운반됩니다. 이 이온들은 결합하여 탄산칼슘을 형성합니다. 시간이 지나면서 이 탄산칼슘은 해저에 쌓여 퇴적암층을 형성합니다.

이산화탄소는 지각판의 이동과 화산 활동을 통해 대기로 돌아갈 수 있습니다.

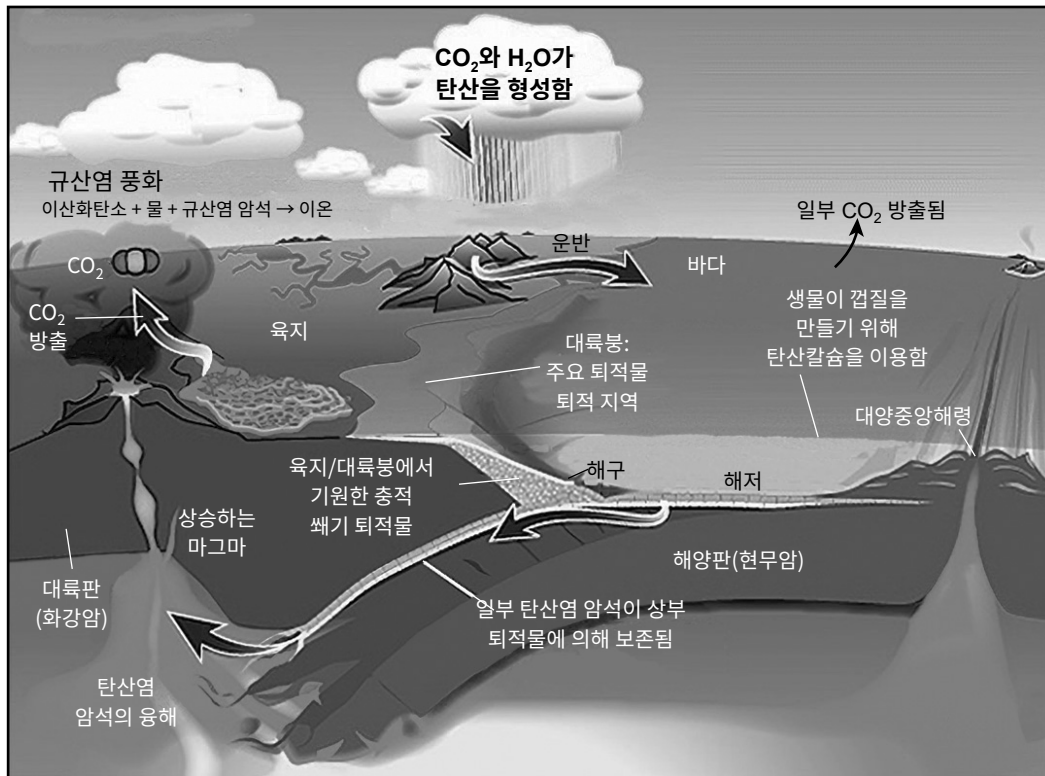
- 9 아래의 선택지에서 올바른 용어를 골라 빈칸에 배치하여, 탄소 순환을 설명하는 모형을 완성하십시오. 모든 용어가 사용되지는 않을 수 있습니다. [1]

선택지: - 섭입 - 석회암 - 발산
 - 침식 - 셰일 - 풍화작용
 - 용해



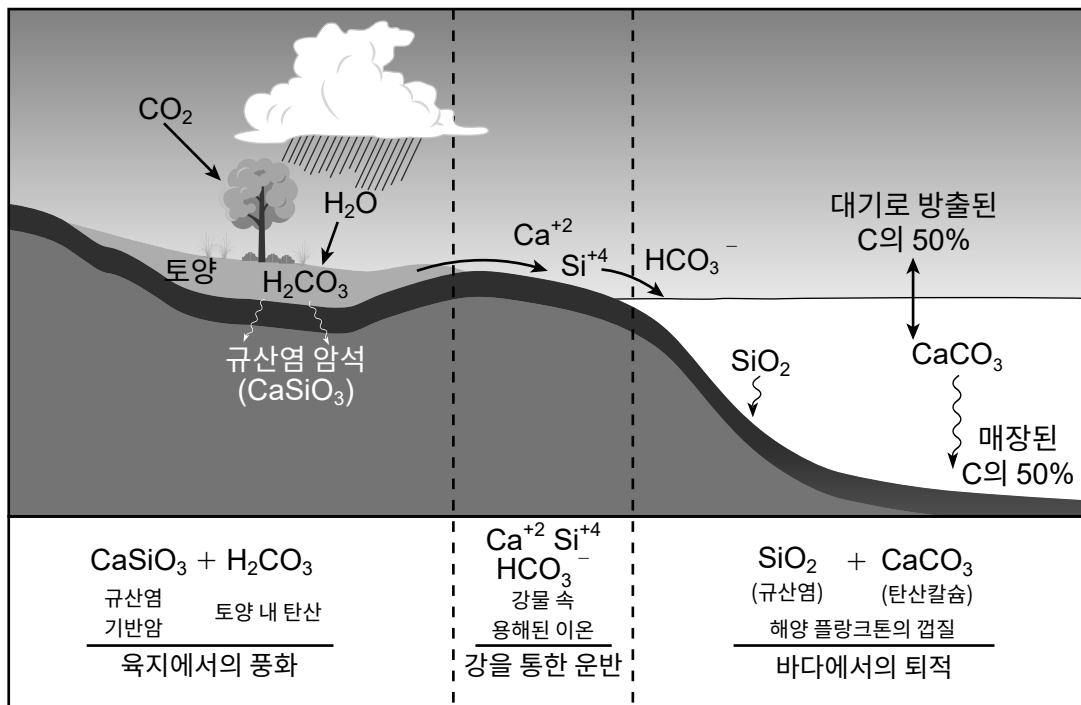
아래 모형들은 규산염 암석이 풍화되어 탄산염 암석을 생성하고, 이를 통해 탄소가 지구권 사이에서 순환되는 과정에 대한 정보를 보여줍니다.

규산염 암석이 탄산염 암석으로 변환되는 과정 모형



(실제 크기와 비율이 다름)

지구에서 규산염 암석의 화학적 풍화 모형



(실제 크기와 비율이 다름)

10 지각판 수렴이 어떻게 탄산염 암석 속 탄소를 열대류를 통해 암석권에서 대기로 순환시키는지 설명하십시오. [1]

11 다음 중 물에 의해 화학적으로 변화된 규산염 암석이 지구의 바다에서 탄산염 암석을 형성하는 방법을 밝히는 진술은 무엇입니까?

- (1) 물은 규산염 암석의 용해된 이온을 바다로 운반하며, 이 이온은 탄산염 암석층을 형성하는 데 사용된다.
- (2) 물은 탄산과 결합하여 규산염 암석을 풍화시키고, 이 암석이 직접적으로 분해되어 탄산염 암석을 형성한다.
- (3) 강물은 규산염 암석을 바다로 운반하며, 그곳에서 탄산염 암석을 형성한다.
- (4) 바닷물은 규산염 암석과 칼슘 이온을 결합하여 탄산칼슘 암석을 형성한다.

12 제시된 모형들을 바탕으로, 규산염에서 탄산염 암석을 형성하는 과정과 이러한 물질의 분포를 올바르게 나타낸 표는 무엇입니까?

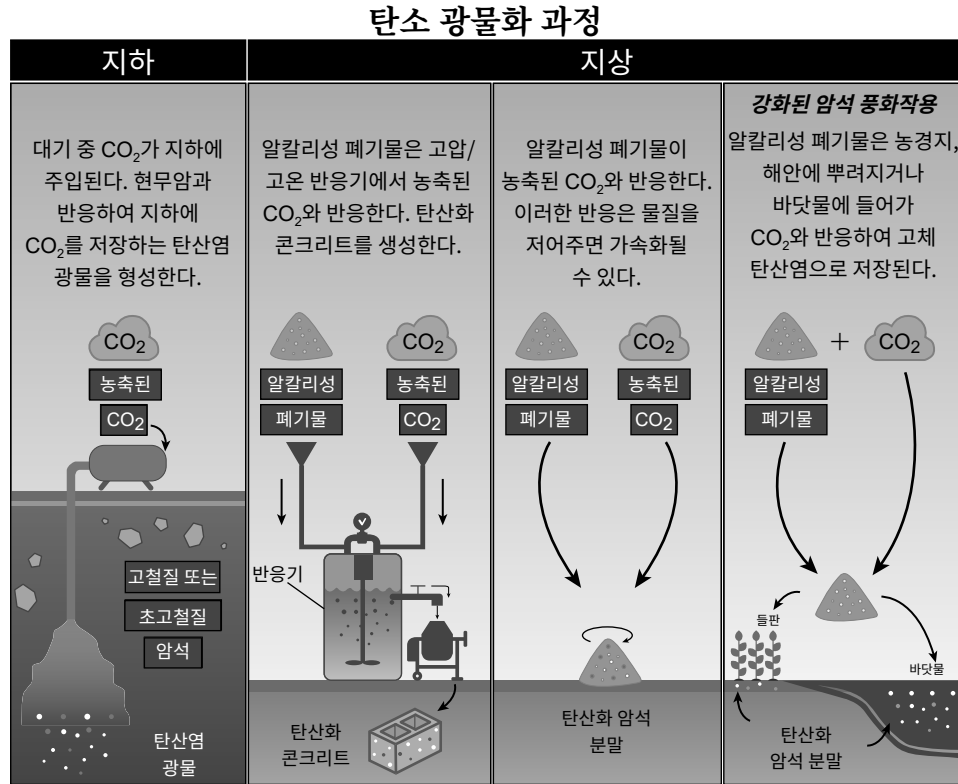
	물질	과정	분포
(1)	탄산염 암석	기계적 풍화	대양중양해령
	규산염	결정화	심해

	물질	과정	분포
(2)	탄산염 암석	침강	해구
	규산염	광물 침전	해수면

	물질	과정	분포
(3)	탄산염 암석	암석화	대륙붕
	규산염	풍화	지구 표면

	물질	과정	분포
(4)	탄산염 암석	화학적 풍화	지구 표면 깊숙이
	규산염	재결정화	표면의 화산

과학자들은 대기 중 이산화탄소(CO_2)를 줄이기 위한 대책들을 개발하고 있습니다. 탄소 광물화는 탄산염 암석 형성을 가속화하는 과정입니다. 아래 나열된 네 가지 탄소 광물화 과정 중 세 가지는 배터리와 철강 생산에서 발생하는 알칼리성 폐기물(칼슘 이온)을 사용하여 대기 중 CO_2 와 결합시켜 탄산염 물질을 형성합니다.



13 한 학생이 네 가지 탄소 광물화 과정에 대해 주장했습니다. 다음 중 해결책을 올바르게 평가하고 그 해결책이 어떻게 인간 활동이 자연계에 미치는 영향을 줄이는지 설명하는 주장은 무엇입니까?

- (1) 강화된 암석 풍화작용은 알칼리성 폐기물을 저장하고 바다로 운반되어 탄산염 암석을 형성하는 칼슘 이온의 양을 증가시킨다.
- (2) 지하 과정은 변성암과 고철질 암석을 사용하여 지구 대기 중의 CO_2 를 제거하고 탄산염 콘크리트를 생성한다.
- (3) 지상 과정은 알칼리성 폐기물과 대기 중의 CO_2 를 결합하여 탄산염 암석 분말을 만들며, 이로 인해 바닷물에 용해될 수 있는 대기 중 CO_2 의 양이 감소한다.
- (4) 알칼리성 폐기물은 반응기에서 CO_2 와 결합하여 대기 중 CO_2 를 제거하는 콘크리트를 생성한다.

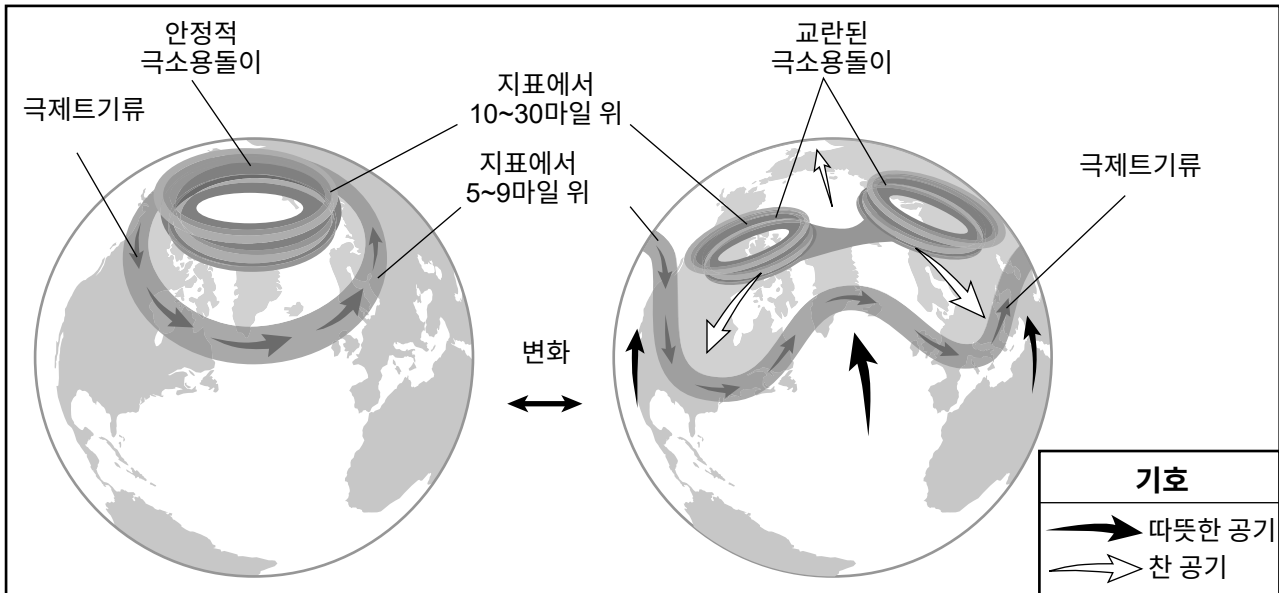
아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 14번에서 18번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

극소용돌이 조건

극소용돌이는 북극을 둘러싼 거대한 저기압과 찬 공기의 영역입니다. 극소용돌이가 특히 강할 때, 극제트기류는 더 북쪽에 머물니다. 극제트기류는 대기 중에 빠르게 움직이는 서풍의 띠입니다. 극소용돌이는 찬 공기를 북극 지역에 가둡니다. 극소용돌이가 약해지면, 극제트기류가 변할 수 있습니다. 2014년 1월에 주목할 만한 극소용돌이가 발생했습니다.

아래 모형은 겨울철 북반구에 영향을 미치는 극제트기류의 범위를 결정하는 극소용돌이의 발생 조건을 나타냅니다.

극소용돌이 조건 모형



(실제 크기와 비율이 다름)

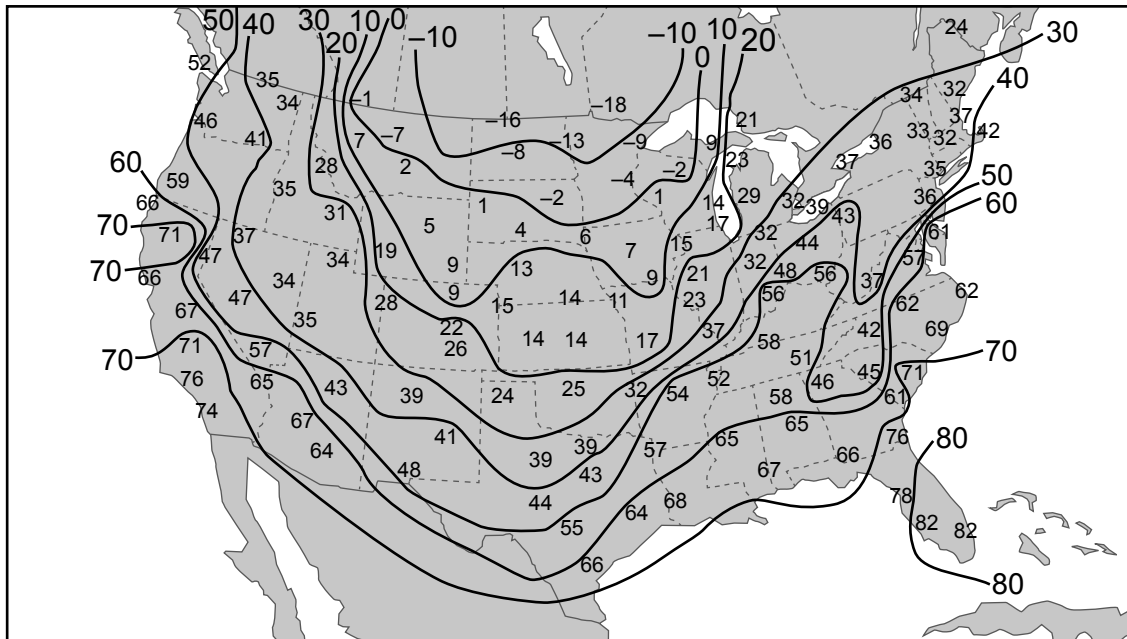
- 14 극소용돌이가 안정 상태에서 교란 상태로 변할 때, 극제트기류의 이동 패턴이 어떻게 변했는지 기술하십시오. 또한, 뉴욕주 주민들이 경험했을 가능성이 가장 높은 기상 조건 변화 **한 가지**를 기술하십시오. [1]

극제트기류 패턴의 변화: _____

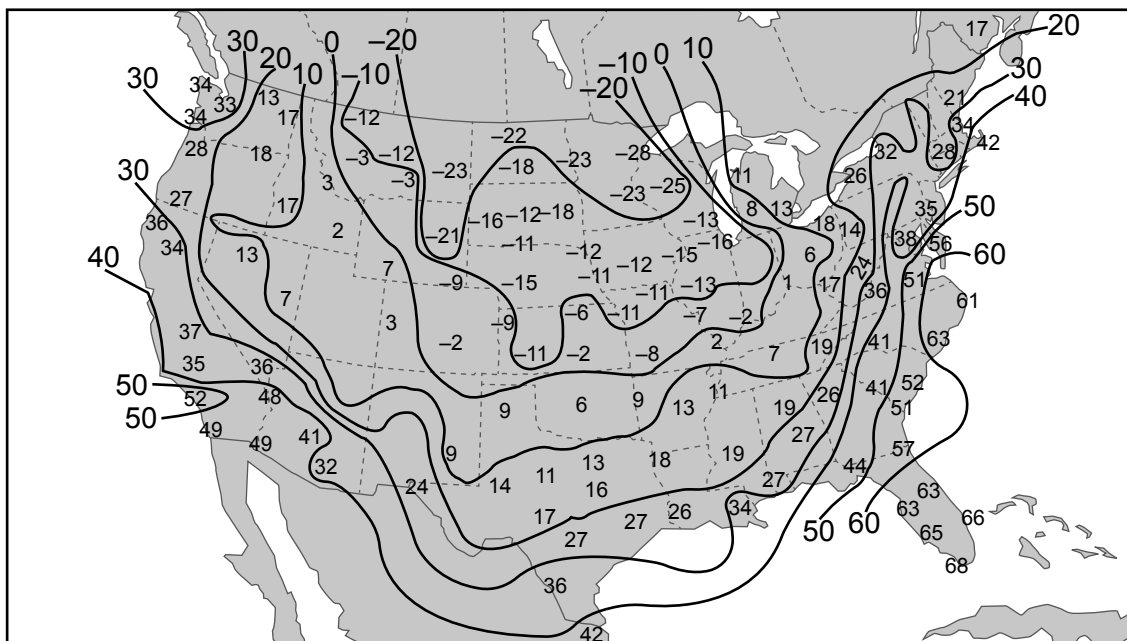
기상 조건의 변화: _____

아래의 기상 지도는 2014년 1월 6일, 미국에서 극소용돌이 현상이 발생했을 때의 최고 및 최저 기온($^{\circ}\text{F}$)을 보여줍니다.

최고 기온: 2014년 1월 6일 월요일



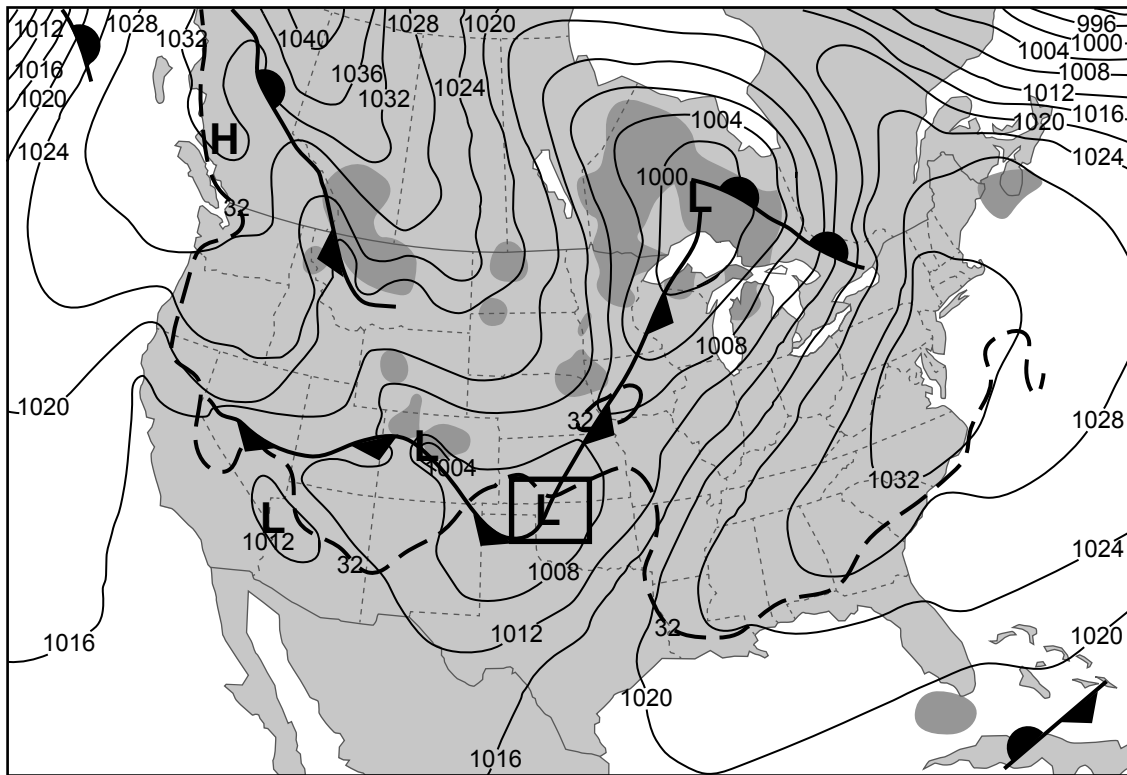
최저 기온: 2014년 1월 6일 월요일



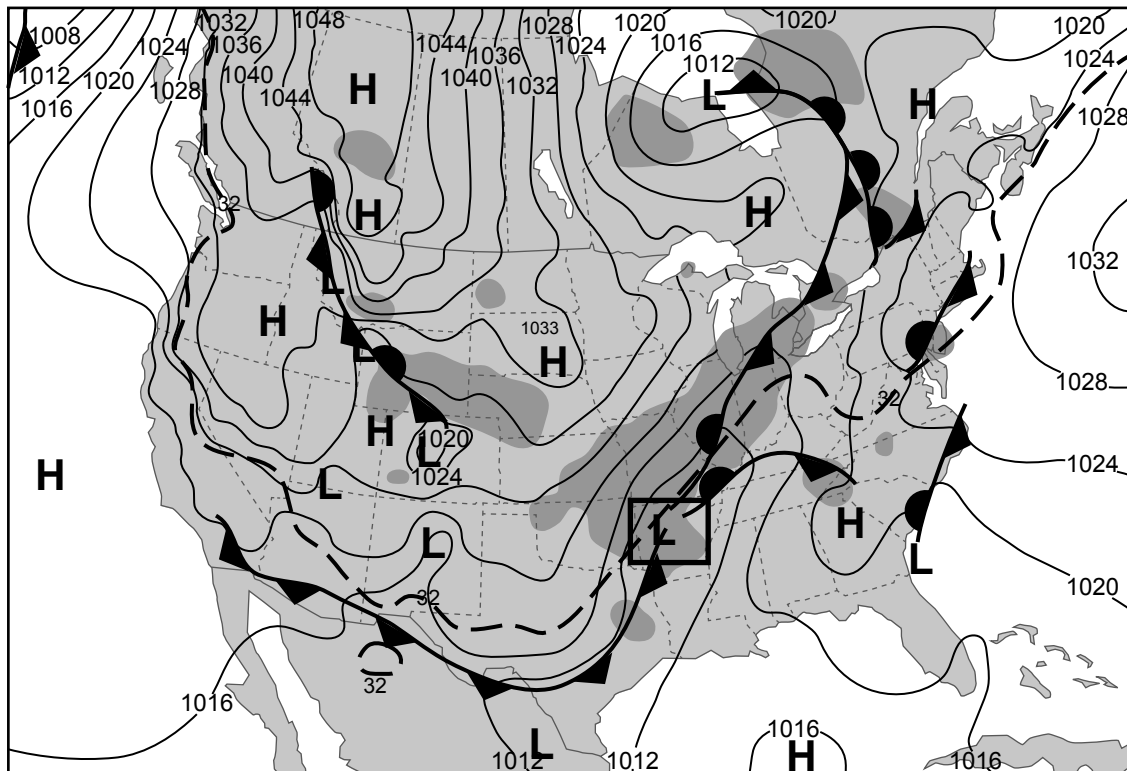
- 15 2014년 1월 6일의 최고 및 최저 기온 지도가 당시 미국 중부에서 극소용돌이 현상을 경험했을 가능성이 가장 높다는 주장에 대한 증거를 어떻게 제공하는지 설명하십시오. [1]

아래의 지도는 2014년 1월 4일과 2014년 1월 5일의 기상 정보를 보여줍니다.
 점선은 각 날짜의 동부 표준시 오전 7시 기준 32°F 등온선을 나타냅니다. 강수
 지역은 어두운 회색으로 표시됩니다.

2014년 1월 4일 토요일 기상 지도



2014년 1월 5일 일요일 기상 지도



16 다음 중 2014년 1월 4일부터 1월 5일까지 지도에 **L**로 표시된 저기압 중심의 이동과 기상 조건의 패턴을 파악하는 진술은 무엇입니까?

- (1) 저기압이 서쪽으로 이동하였고, 이 지역에서 강수 현상이 발생했다.
- (2) 저기압이 동쪽으로 이동하였고, 이 지역에서 강수 현상이 발생했다.
- (3) 저기압이 북쪽으로 이동하여 이 지역에 차갑고 건조한 날씨를 가져왔다.
- (4) 저기압이 남쪽으로 이동하여 이 지역에 따뜻하고 건조한 날씨를 가져왔다.

17 1월 4일부터 1월 5일까지 저기압과 관련된 한랭전선 이동의 이유는

- (1) 지구 표면의 불균등한 가열과 해양 순환 때문이다
- (2) 지구 표면의 불균등한 가열과 우세한 지구풍 때문이다
- (3) 전자기 복사의 반사와 대기 에너지의 흡수 때문이다
- (4) 전자기 복사의 반사와 대기 에너지의 방출 때문이다

18 지도에서의 증거를 바탕으로, 고기압(**H**) 지역의 기상 조건이 일반적으로 맑은 이유는 고기압이 보통

- (1) 전선 경계나 강수 지역 근처에 위치하지 않기 때문이다
- (2) 동쪽을 향하는 한랭전선 경계 근처에만 위치하기 때문이다
- (3) 서쪽을 향하는 온난전선 경계 근처에만 위치하기 때문이다
- (4) 등압선이 밀접하게 배치된 곳에 위치하기 때문이다

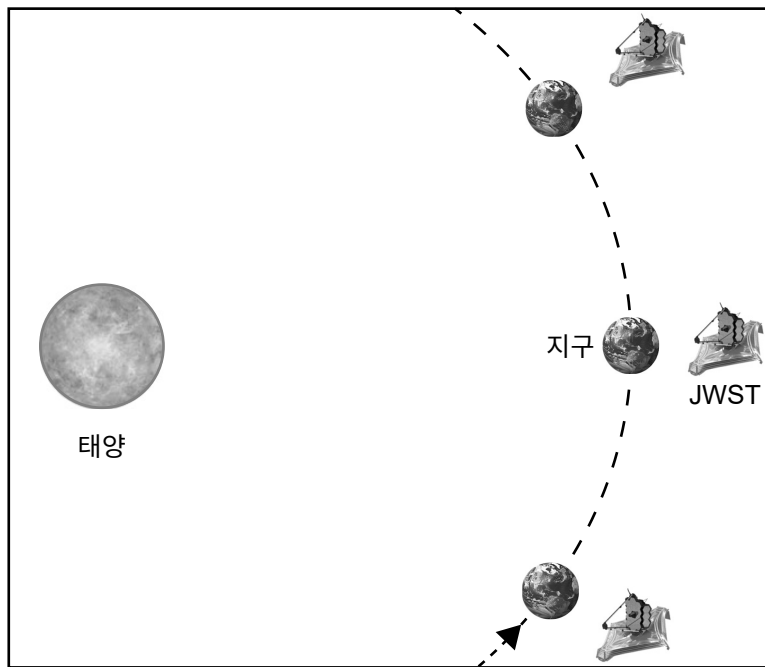
아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 19번에서 23번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

제임스 웹 우주 망원경(JWST)

제임스 웹 우주 망원경(JWST)은 태양을 복잡한 궤도로 공전합니다. 이 궤도 덕분에 JWST는 지구로부터 평균 150만km 떨어진 지점에서 고정된 위치를 유지할 수 있습니다. JWST는 적외선 복사 연구를 전문으로 합니다. 외계 행성과 같은 많은 천체는 적외선 영역에서 많은 양의 에너지를 방출합니다. 중성자별과 같은 다른 천체는 먼지에 가려져 있습니다. 우주에 있는 이러한 천체에서 나오는 가시광선은 적외선 영역으로 늘어나게 됩니다. 적외선 복사는 이 먼지를 쉽게 통과할 수 있습니다.

지구에서는 천체에서 나오는 적외선 스펙트럼을 관측하기 어렵습니다. 지구의 대기는 우주에서 오는 적외선 스펙트럼 일부를 차단합니다. 이로 인해 외계 우주는 적외선 스펙트럼을 관측하기에 가장 좋은 장소가 됩니다.

지구와 JWST의 일부 궤도 위치 모형



(실제 크기와 비율이 다름)

19 태양으로부터 JWST의 평균 공전 거리와 공전 속도는 약

- (1) 1억 4960만km로, 고정 위치를 유지하기 위해 지구와 동일한 공전 속도를 가진다
- (2) 1억 4960만km로, 고정 위치를 유지하기 위해 지구보다 빠른 공전 속도를 가진다
- (3) 1억 5110만km로, 고정 위치를 유지하기 위해 지구와 동일한 공전 속도를 가진다
- (4) 1억 5110만km로, 고정 위치를 유지하기 위해 지구보다 빠른 공전 속도를 가진다.

20 JWST의 개발 및 사용에 있어 각 설계 기준 또는 제약이 긍정적 절충안인지 또는 부정적 절충안인지 식별하여 각 행에 체크 표시(✓)를 하십시오. [1]

설계 기준 또는 제약	긍정적 절충안	부정적 절충안
더 오래되고 더 먼 천체를 탐지하는 능력		
수리 접근성		
높은 개발 비용		
적외선 영상의 품질		

21 다음 중 JWST에서 얻은 증거를 사용하여 빅뱅 이론을 뒷받침하는 설명은 무엇입니까?

- (1) JWST가 먼 은하에서 오는 가시광선이 적외선 영역으로 이동한 것을 관측했기 때문에 우주는 여전히 팽창하고 있음에 틀림없다.
- (2) JWST가 빅뱅으로 인해 발생한 초신성에서 형성된 먼 중성자별로부터 적외선 복사를 관측했기 때문에 우주는 여전히 팽창하고 있음에 틀림없다.
- (3) JWST가 빅뱅 이후 형성된 먼 외계 행성들에서 나온 적외선 복사를 관측했기 때문에 우주는 안정적이고 정적인 상태임에 틀림없다.
- (4) JWST가 먼 은하에서 나온 가시광선이 적외선 영역으로 압축되는 것을 관측했기 때문에 우주는 여전히 수축하고 있음에 틀림없다.

JWST와 허블 우주 망원경(HST)를 통해 과학자들은 항성의 진화 과정 중 다양한 진화 단계에 있는 항성들을 관측할 수 있습니다. 아래 표는 이 두 망원경으로 관측한 여러 항성에 대한 정보를 보여줍니다.

JWST으로 관측한 항성들

이름	분광형	추정 광도	대략적인 온도(K)
WD 1202-232	A	1.0×10^{-3}	8400
살캥이자리 21 (21 Lyncis)	A	1.0×10^2	9692
퀸루르 (Quyllur)	M	1.0×10^6	3500

22 세 항성의 이름을 상대나이 순서대로 배열하여 모형을 완성하십시오. 그런 다음, 각 항성의 올바른 H-R 도표 분류 명칭을 기입하십시오. [1]

상대나이	1. _____ → 2. _____ → 3. _____ (가장 어린 것) (가장 오래된 것)
분류	1. _____ → 2. _____ → 3. _____

제임스 웹 우주 망원경은 다른 망원경들과 함께 매우 밝은 감마선 폭발을 관측하는 데 사용되었습니다. 감마선 방출은 두 항성이 합쳐졌다는 증거였습니다. 스펙트럼 데이터를 통해 과학자들은 이 사건 동안 철보다 더 무거운 원소들이 형성되었음을 확인할 수 있었습니다. 철보다 더 무거운 원소들은 일부 항성에서 생애 주기 중 특정 시점에도 형성될 수 있습니다.

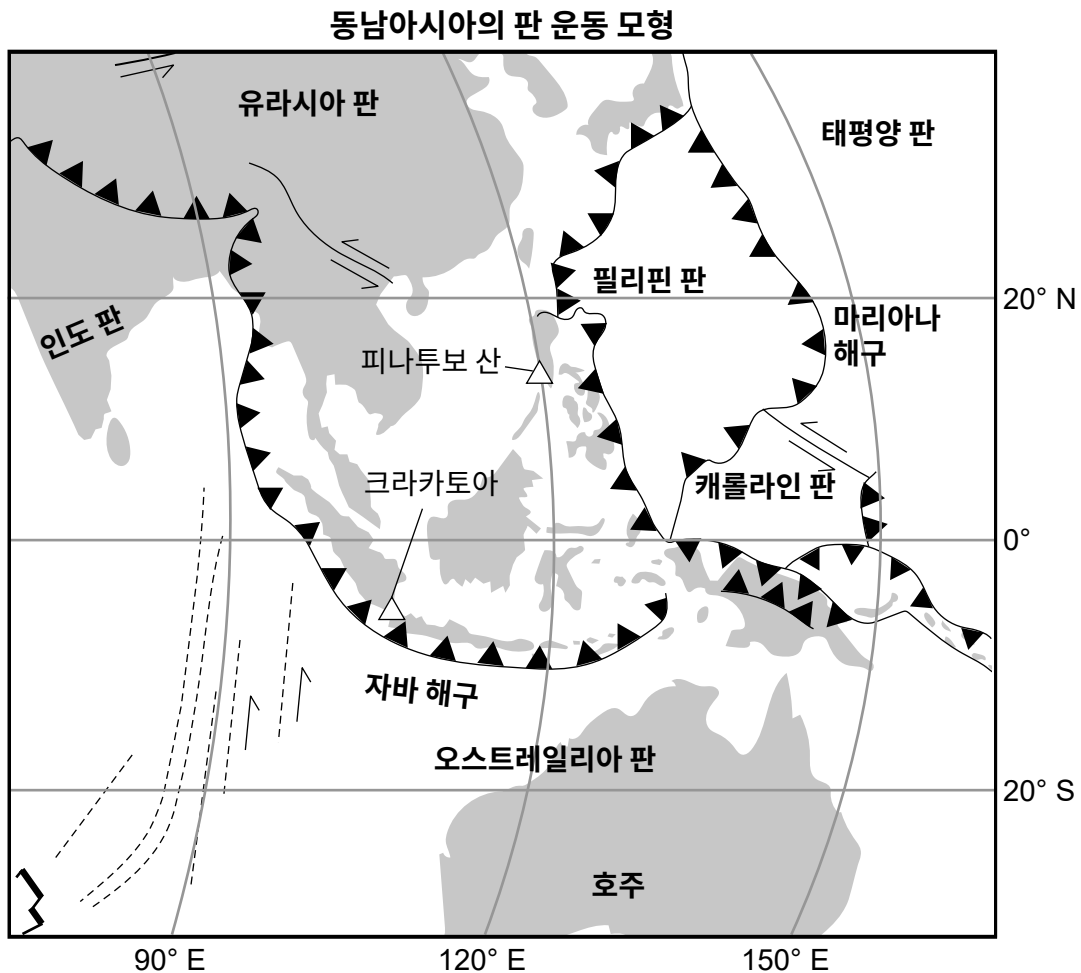
23 이 사건 동안 이러한 원소의 형성에 대해 망원경의 증거로 올바르게 뒷받침되는 진술은 무엇입니까?

- (1) 철보다 더 무거운 원소들은 일반적으로 거대 항성이 소멸할 때 형성된다.
- (2) 철보다 더 무거운 원소들은 일반적으로 주계열성에서 핵융합을 통해 형성된다.
- (3) 감마선은 철보다 더 무거운 원소의 형성에 필수적이다.
- (4) 합쳐진 항성들이 감마선을 흡수하여 철보다 더 무거운 원소를 형성했다.

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 24번에서 27번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

화산이 지구 시스템에 미치는 영향

지구의 대규모 화산 분출 두 건은 1883년 인도네시아의 크라카토아와 1991년 필리핀의 피나투보 산에서 발생했습니다. 이 두 대규모 분출은 지구의 성층권까지 뿜어 나가는 거대한 암석, 화산재, 가스 기둥을 생성했습니다. 전 지구적 바람은 화산재와 가스를 지구 전체로 순환시켜 수년간 영향을 미쳤습니다. 아래 모형은 동남아시아의 판구조 환경에 대한 정보를 보여줍니다.

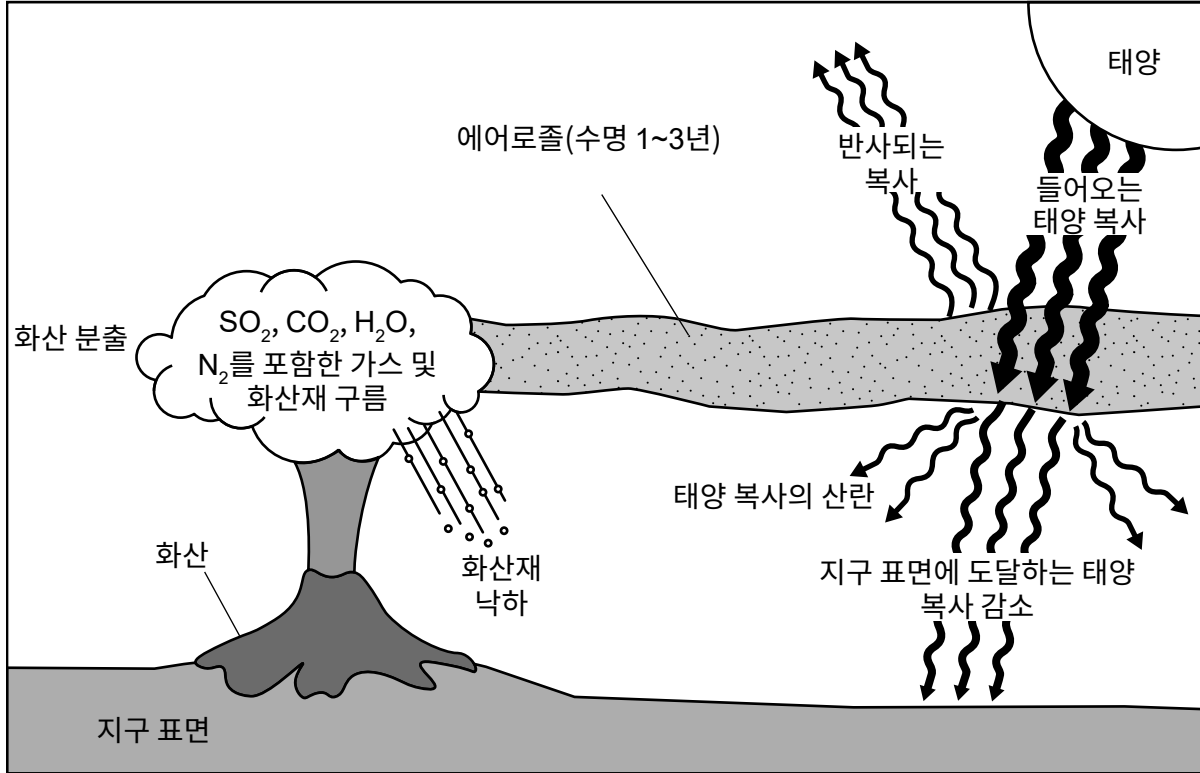


24 모형에 따르면, 어떤 판 구조적 상호작용이 피나투보 산의 형성과 분출을 초래했습니까?

- (1) 필리핀 판과 태평양 판 사이의 발산
- (2) 마리아나 해구에서의 변환 단층 운동
- (3) 오스트레일리아 판과 유라시아 판 사이의 수렴
- (4) 유라시아 판과 필리핀 판 사이의 수렴

화산 분출은 여러 지구 시스템에 변화를 일으킵니다. 아래 모형은 크라카토아와 피나투보 산에서 발생한 것과 같은 대규모 화산 분출이 대기에 미치는 영향을 보여줍니다. 화산에서 분출된 매우 작은 고체 또는 액체 입자(에어로졸)가 공기 중에 떠 있게 됩니다.

화산 분출 모형



(실제 크기와 비율이 다름)

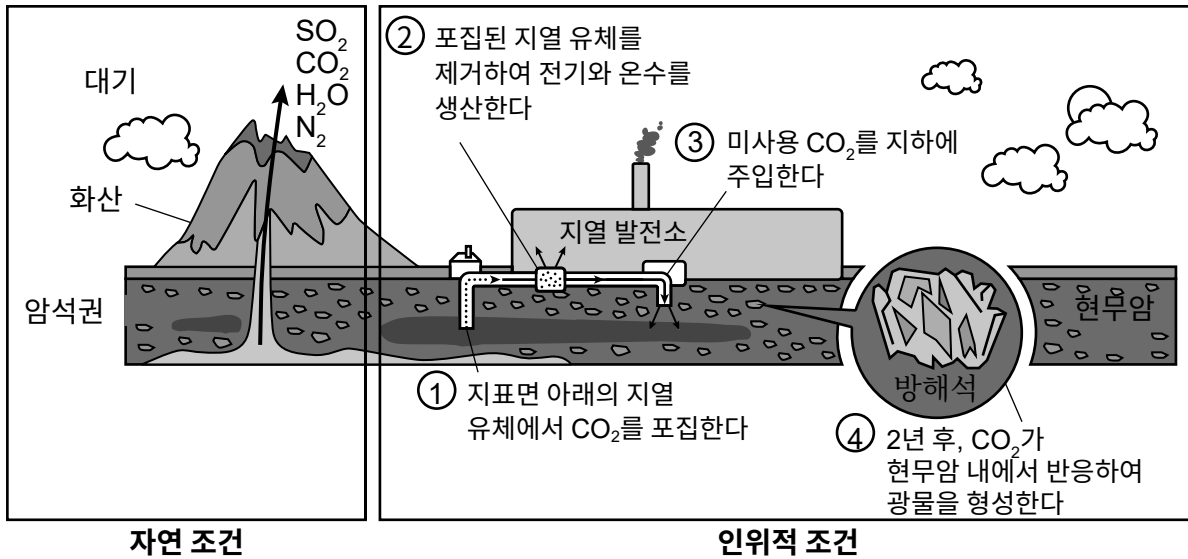
- 25 화산 분출 모형의 정보를 사용하여 화산에서 분출된 에어로졸이 지구 시스템으로 들어오는 에너지 및 나가는 에너지 흐름에 어떻게 영향을 미치는지 기술하십시오. 또한, 이 에너지 흐름 변화로 인해 화산 폭발 이후 수년에 걸쳐 발생할 가능성이 가장 높은 기후 변화에 대해 기술하십시오. [1]

에어로졸이 에너지 흐름에 미치는 영향: _____

기후 변화: _____

화산 활동은 인간에게 문제를 일으킬 수 있지만, 동시에 혜택도 제공할 수 있습니다. 아래 모형은 지열 에너지를 사용 가능한 에너지로 전환하는 4단계 과정을 보여주며, 이는 기후 변화의 원인을 완화하는 과정도 포함합니다.

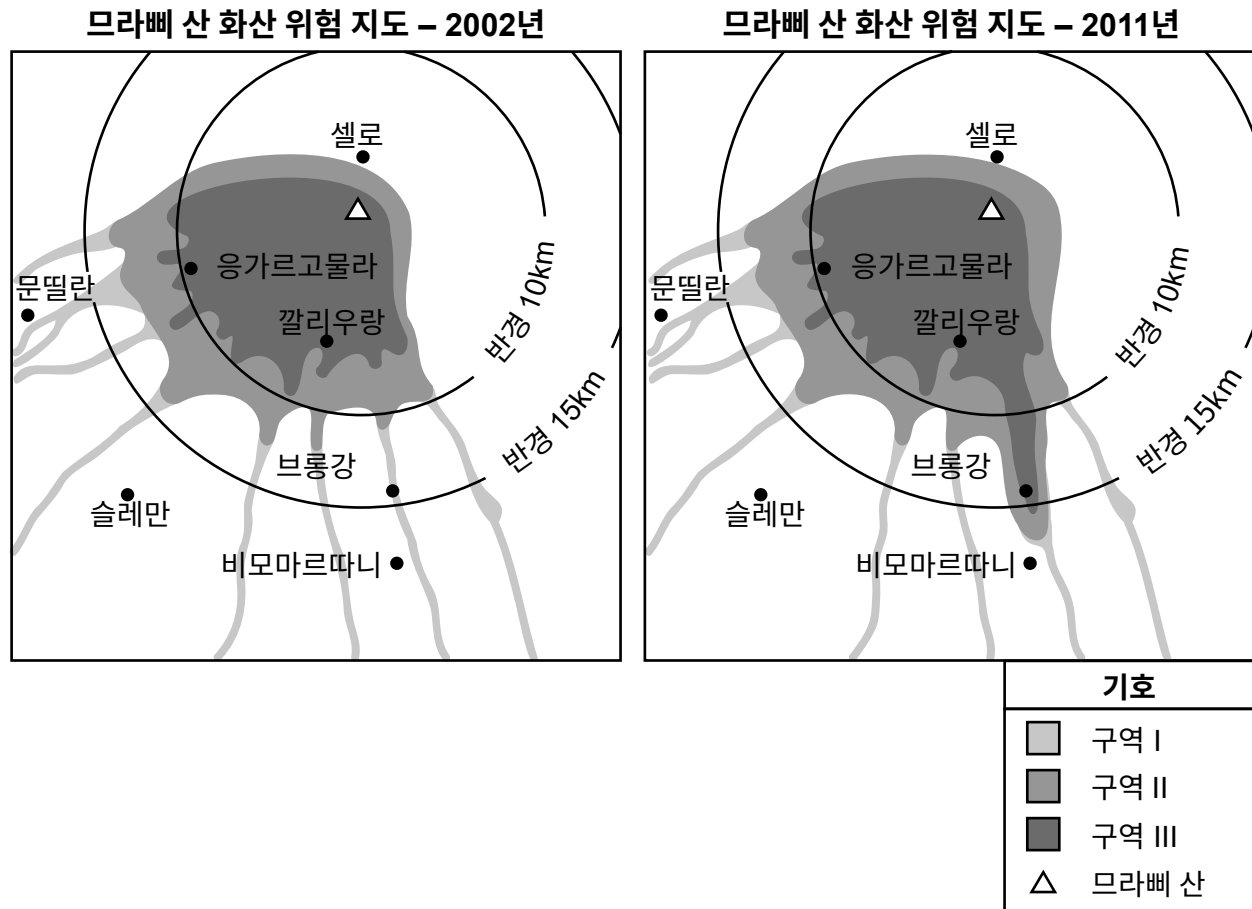
기후 변화 완화 요소가 포함된 지열 발전소 모형



26 기후 변화 완화 요소가 포함된 지열 발전소 모형을 바탕으로, 에너지가 지구 시스템 외부로 흐르는 단계와 기후 변화를 완화하는 단계를 올바르게 식별하는 표의 행은 무엇입니까?

행	에너지가 외부로 흐르는 단계	기후 변화를 완화하는 단계
(1)	3	2
(2)	4	1
(3)	1	4
(4)	2	3

트라빠 산(Mount Merapi) 화산 위험 지도는 이전 분화로 인한 화쇄류의 잠재적 영향 지역을 식별하기 위해 제작되었습니다. 구역 I의 위치는 화쇄류(빠르게 이동하는 뜨거운 화산재와 가스)의 영향을 받을 확률이 낮은 반면, 구역 III의 지역은 화쇄류의 영향을 받을 확률이 가장 높습니다.



27 이 자연 재해가 인간 활동에 미친 영향을 올바르게 식별하는 진술은 무엇입니까?

- 진술 1:** 브롱강 주민들은 2011년 위험 지도가 제작된 후 화쇄류를 경험할 확률을 낮게 평가했다.
- 진술 2:** 화쇄류의 예상 이동 경로 때문에 브롱강의 주민들은 셀로 주민들보다 더 빨리 조기 경고 시스템을 설치해야 한다.
- 진술 3:** 문떨란은 트라빠 산으로부터 15km 이내에 위치하기 때문에 조기 경고 시스템이 필요하다.
- 진술 4:** 화쇄류의 예상 이동 경로 확률에 따라 대피 구역이 설정되었다.
- 진술 5:** 응가르고물라의 주민들은 트라빠 산이 폭발할 때 이 지역이 화쇄류의 영향을 받을 확률이 가장 높기 때문에 항상 대피해야 한다.

(1) 진술 1, 3, 4

(3) 진술 2, 3, 5

(2) 진술 2, 4, 5

(4) 진술 1, 3, 4

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 28번에서 31번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

뉴욕의 콘크리트 산업

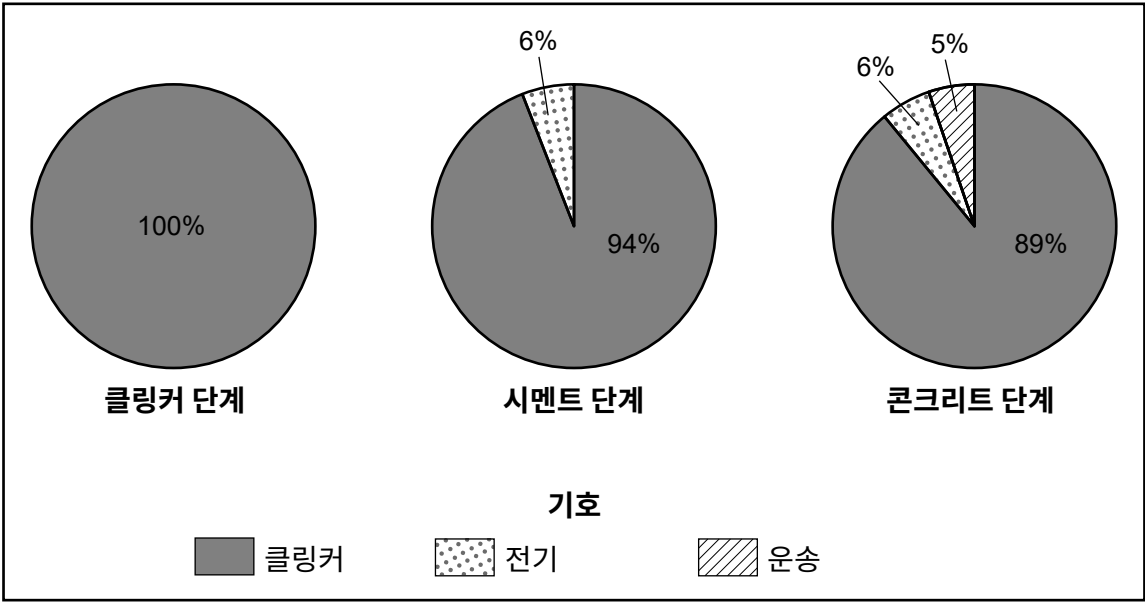
콘크리트 생산은 석회석과 점토를 혼합하는 것에서 시작하며, 이를 가열하고 건조하여 클링커(clinker)를 생성합니다. 클링커는 이후 미세한 가루로 분쇄되고 석고와 혼합되어 포틀랜드 시멘트를 만듭니다. 부순 돌과 모래와 같은 골재를 포틀랜드 시멘트에 물과 함께 첨가하여 콘크리트라는 새로운 제품을 만듭니다.

28 뉴욕 주의 광물 자원 덕분에 시멘트를 생산하는 시설을 건설할 수 있었습니다. 다음 중 어떤 자원이 발견되어 시멘트 생산에 사용되는 위치와 해당 자원을 올바르게 연결한 것은 무엇입니까?

- (1) 맨해튼 지류의 점토
- (2) 애디론댁 산맥의 석회석
- (3) 허드슨 강 골짜기의 탄산염 암석
- (4) 세인트 로렌스 골짜기 지역의 석고

아래의 원형 차트는 콘크리트 생산의 세 단계에서 발생하는 탄소 발자국에 대한 정보를 보여줍니다. 탄소 발자국은 각 단계에서 발생하는 탄소 배출량의 비율을 뜻합니다.

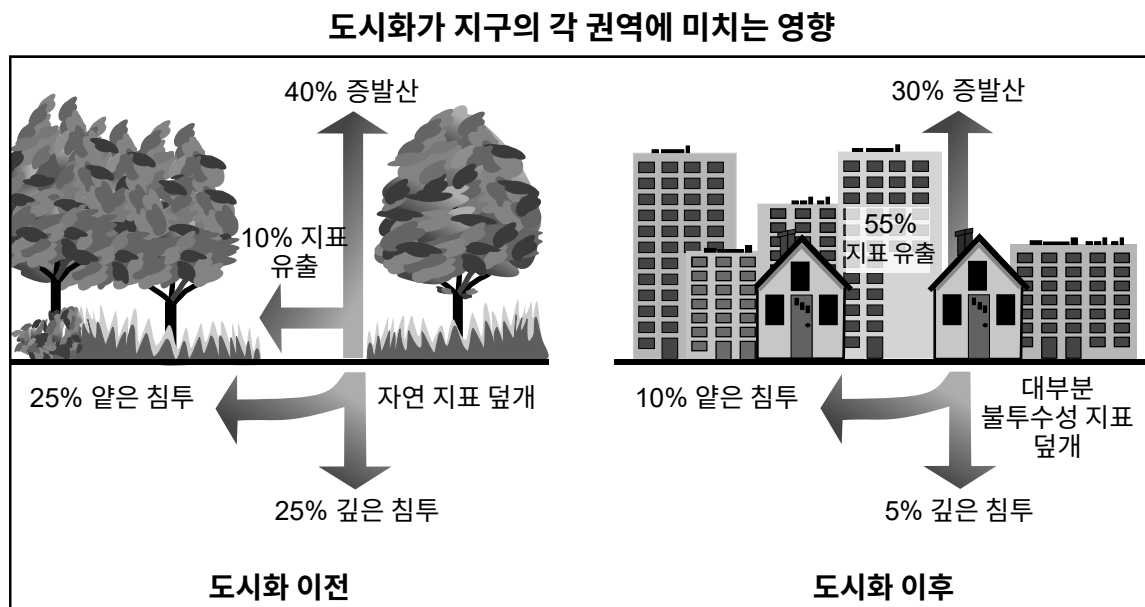
콘크리트 생산 단계별 탄소 발자국



29 다음 중 콘크리트 생산에 의해 영향을 받는 두 지구 시스템 간의 관계를 식별하는 진술은 무엇입니까?

- (1) 콘크리트 단계에서 운송으로 인해 배출량의 11%가 지권에서 수권으로 방출됩니다.
- (2) 시멘트 단계에서 클링커 생산으로 인해 배출량의 100%가 지권에서 대기권으로 방출됩니다.
- (3) 콘크리트 단계에서 운송으로 인해 배출량의 5%가 대기권에서 지권으로 방출됩니다.
- (4) 시멘트 단계에서 클링커로 인해 배출량의 94%가 지권에서 대기권으로 방출됩니다.

콘크리트는 수세기 동안 도시 개발에 사용되어 왔습니다. 아래 모형은 도시화에 대한 정보를 보여줍니다.



30 도시 개발에서 콘크리트 사용의 영향을 받는 아래 세 가지 지구 시스템 중 두 가지에 동그라미 표시를 하십시오. 그런 다음, 선택한 두 가지 지구 시스템 각각에서 도시화가 물 순환에 미치는 영향 한 가지씩 기술하십시오. [1]

지구 시스템	영향
하나에 동그라미 표시: 대기권 수권 지권	
하나에 동그라미 표시: 대기권 수권 지권	

엔지니어들은 도시화에 수반되는 일부 환경 문제를 해결하기 위해 다공성 콘크리트라는 새로운 유형의 콘크리트를 개발했습니다. 뉴욕 북부의 한 엔지니어가 물의 특성을 이용하여 물이 다공성 콘크리트에 미치는 영향을 조사하는 연구를 수행했습니다. 아래 표는 콘크리트와 물의 특성에 대한 정보를 보여줍니다. 사진은 엔지니어의 조사 결과를 보여줍니다.

공극률

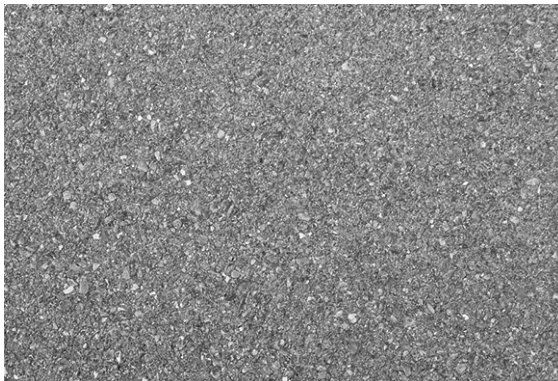
콘크리트 유형	빈 공간 비율(%)
기존	3~5
다공성	15~22

물의 특성

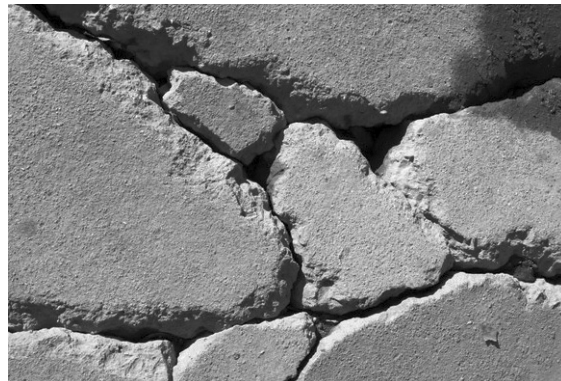
상태	온도(°C)	밀도(g/mL)
액체	4	1.0
고체	0	0.92

다공성 콘크리트

새로 타설한 직후



몇 년 후



아래의 여섯 가지 사실 진술은 뉴욕주 전역에서 다공성 콘크리트를 사용할 때 고려해야 할 사항을 설명합니다.

- I** – 새로운 다공성 콘크리트에는 제설용 모래를 사용할 수 없다.
- II** – 다공성 콘크리트는 일반적으로 여름 동안 표면 온도가 더 낮다.
- III** – 다공성 콘크리트는 설치 및 유지 관리 비용이 더 높다.
- IV** – 다공성 콘크리트는 도로, 다리, 댐, 건물에는 사용할 수 없다.
- V** – 다공성 콘크리트는 지표 유출수에서 퇴적물을 걸러낸다.
- VI** – 다공성 콘크리트는 표면이 더 거칠어 겨울철에 접지력이 더 우수하다.

31 다음 중 다공성 콘크리트 대신 기존 콘크리트를 선택하도록 뒷받침하는 제약 조건을 나타내는 두 가지 진술은 무엇입니까?

- | | |
|---------------|-----------------|
| (1) 주장 I 및 V | (3) 주장 III 및 VI |
| (2) 주장 II 및 V | (4) 주장 III 및 IV |

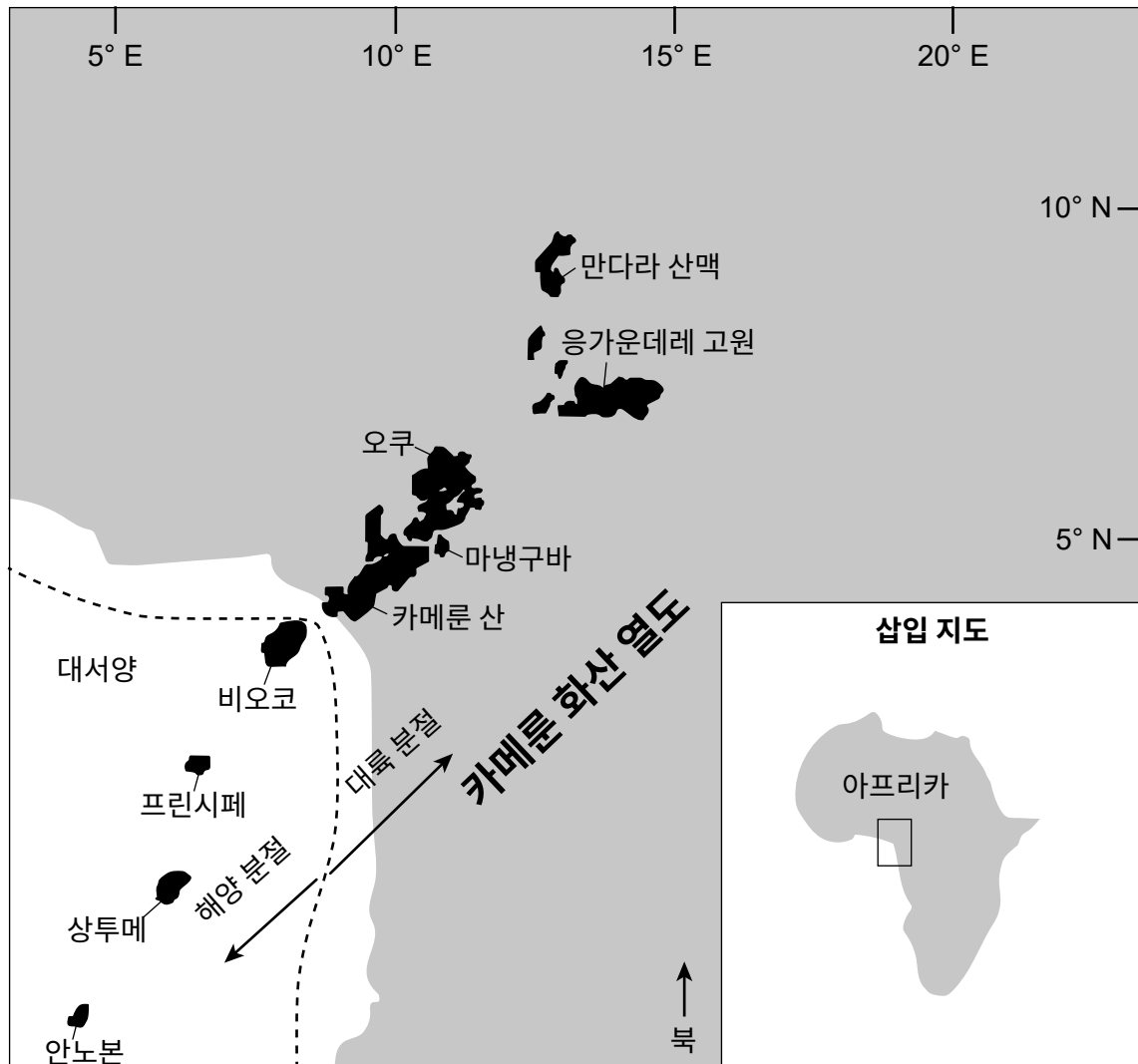
아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 32번에서 36번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

니오스 호수(Lake Nyos)

니오스 호수는 아프리카 카메룬 북서부의 오쿠 화산지대(Oku Volcanic Field)에 위치한 비활성 화산 분화구 안에 있습니다. 니오스 호수는 대류가 거의 없습니다. 따뜻한 수층이 항상 차가운 깊은 수층 위에 있습니다. 1986년, 호수 바닥에 갇혀 있던 대규모 이산화탄소 기포가 수면으로 올라왔습니다. 이산화탄소는 계곡으로 내려가 1800명의 사람과 3500마리의 가축을 죽였습니다.

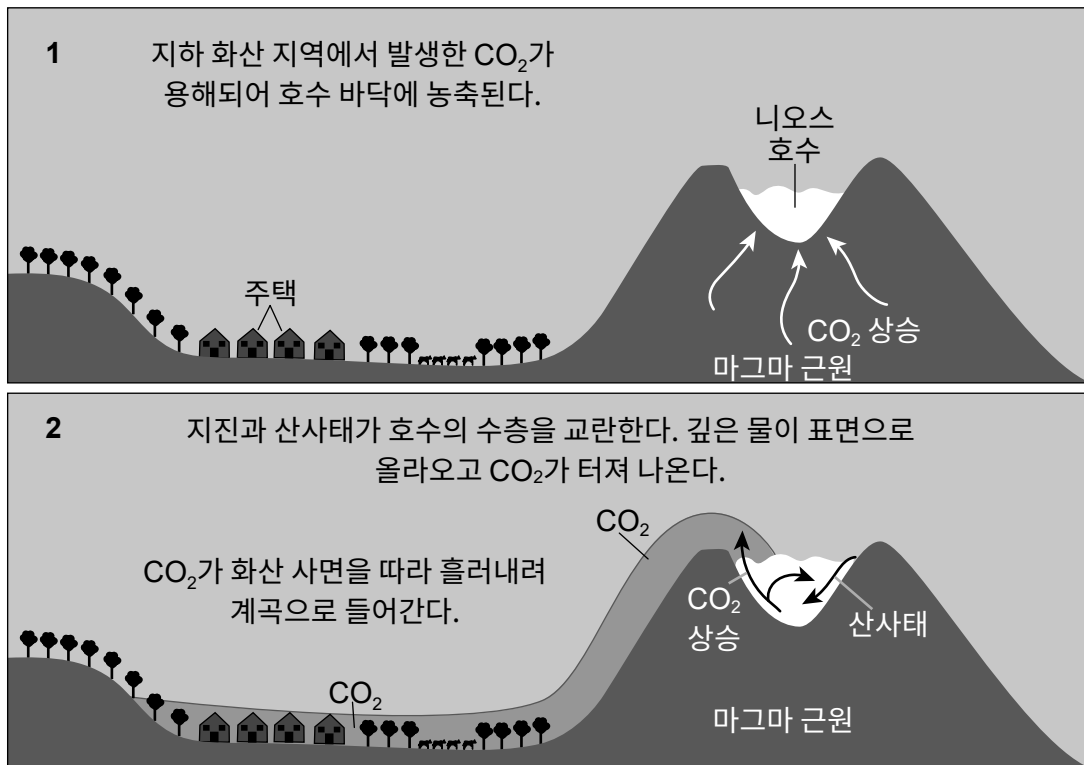
아래 지도는 니오스 호수를 포함한 화산 지형의 위치와 이름을 보여줍니다. 삽입 지도는 아프리카 대륙에서 카메룬 화산 열도의 위치를 보여줍니다.

카메룬 화산 열도 지도



아래 인포그래픽은 니오스 호수 사건에 대한 정보를 보여줍니다.

니오스 호수에서의 이산화탄소 방출 과정



(실제 크기와 비율이 다름)

32 다음 중 호수에서 발생한 이산화탄소 가스를 계곡으로 흘러내리게 했을 가능성이 가장 높은 요인은 무엇입니까?

- (1) 산 정상의 기온이 상승하여 이산화탄소 가스가 가라앉아 계곡으로 흐르게 되었다.
- (2) 이산화탄소 가스가 화산 사면을 따라 흘러내리면서 대기압이 감소했다.
- (3) 이산화탄소 가스가 주변 공기보다 밀도가 더 높아 호수 위의 대기 밀도가 증가하여 화산 아래로 흐르게 되었다.
- (4) 호수 표면의 상대습도가 계곡보다 높아 이산화탄소 가스가 계곡으로 흐르게 되었다.

33 인포그래픽의 증거를 사용하여, 향후 니오스 호수에 갇힌 이산화탄소의 방출로 인한 인명 손실을 줄일 수 있는 가장 적절한 인간 대응을 설명한 진술은 무엇입니까?

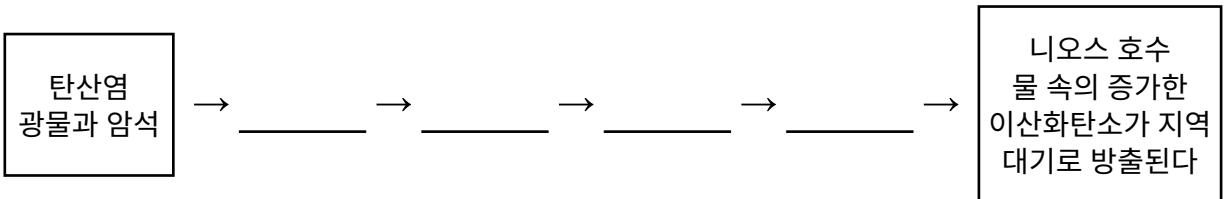
- (1) 주택을 계곡 바닥보다 높은 지대로 이전한다.
- (2) 니오스 호수 주변 사면에 더 많은 나무를 심어 이산화탄소를 흡수한다.
- (3) 니오스 호수의 물을 배수하여 이산화탄소의 원천을 제거한다.
- (4) 주택을 계곡 바닥의 다른 지역으로 이전한다.

카메룬 화산 열도를 형성하는 마그마에는 이산화탄소가 풍부합니다. 마그마 내 이산화탄소의 두 가지 원천은 지표와 맨틀의 광물 및 암석에서 발견됩니다. 지구에 위치한 탄산염 광물과 암석(탄소와 산소 포함)은 분해되고 녹습니다.

- 34 각 선택지의 문자를 올바른 곳에 기입하여 니오스 호수 물 속의 이산화탄소 농도를 증가시킨 탄소 이동 경로 한 가지를 나타내는 질적 모형을 완성하십시오. [1]

선택지	A	B	C	D
설명	이산화탄소가 마그마에 용해된다	이산화탄소가 탄산염 광물과 암석에서 방출된다	이산화탄소가 상승하는 마그마에서 누출되어 호수에 용해된다	탄산염 광물과 암석에 열이 가해진다

탄소 이동 모형

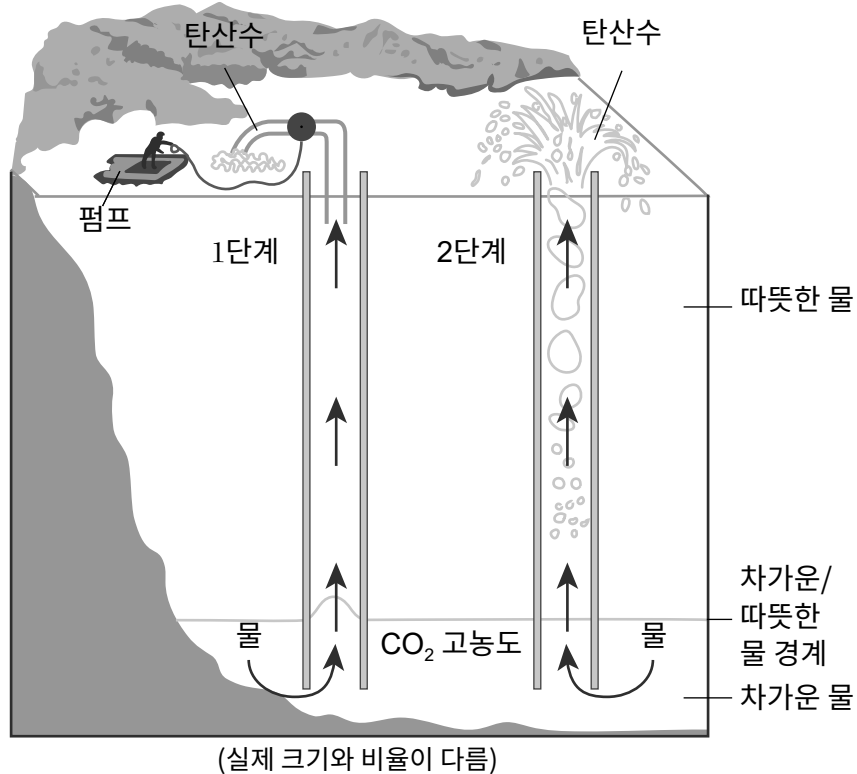


- 35 카메룬 화산 열도 주변 지역에서 대륙 분절의 암석 내 광물이 해양 분절에서 발견되는 것과 어떻게 다른지 설명하십시오. 최소한 **한 개** 이상의 특정 광물을 사용하여 설명을 뒷받침하십시오. [1]

1980년대와 1990년대 초 여러 연구 후, 과학자들과 엔지니어들은 추가 인명 손실을 막기 위해 니오스 호수에 가스 제거용 파이프를 설치할 것을 제안했습니다. 이 파이프는 2단계로 작동합니다. 1단계에서는 전동 펌프를 사용하여 호수 바닥에서 차가운 물 소량을 표면으로 끌어올려 이산화탄소를 제거합니다.

2단계에서는 물(탄산수)에서 나오는 이산화탄소의 기포가 흡입력을 생성하여 이 과정이 스스로 유지되도록 만듭니다. 첫 번째 가스 제거용 파이프는 2001년에 설치되었고, 추가 파이프들은 2011년에 설치되었습니다. 현재 이산화탄소는 펌프 없이 자체 압력으로 표면으로 올라옵니다.

가스 제거용 파이프 모형



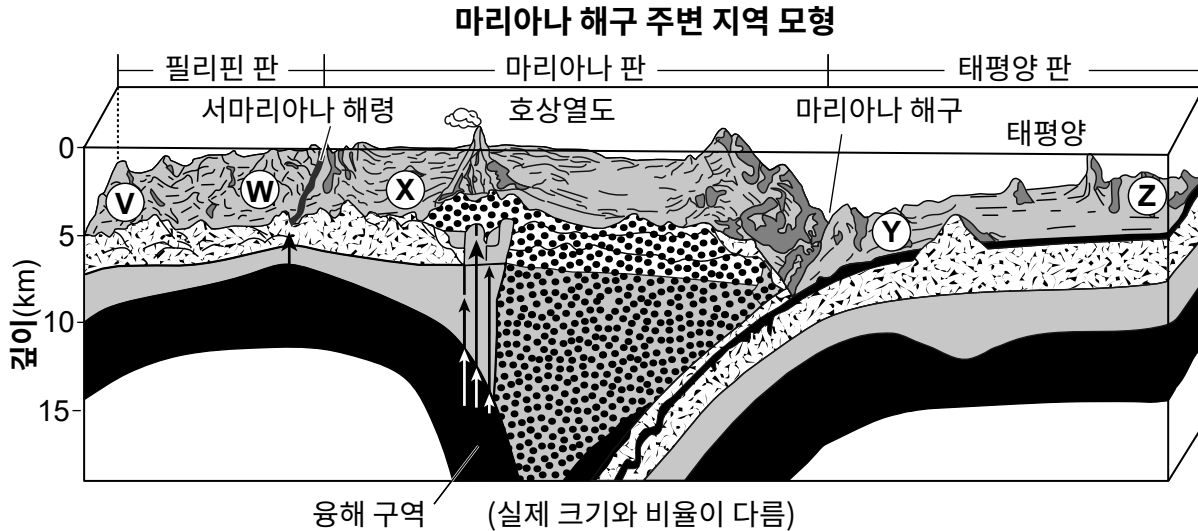
36 다음 중 자립형 가스 제거용 파이프가 니오스 호수에서 향후 가스 방출 사건의 위험을 줄이기 위한 최선의 해결책인 이유를 가장 잘 기술한 설명은 무엇입니까?

- (1) 자립형 가스 제거용 파이프는 니오스 호수바닥의 차가운 물을 그대로 두어 교란하지 않는다. 이로 인해 자연 시스템은 교란되지 않고 자연 과정을 지속할 수 있다.
- (2) 자립형 파이프 덕분에 카메룬 농촌 지역 주민들은 파이프를 작동하는 데 필요한 부족한 화석 연료나 전기 의존도를 낮출 수 있다.
- (3) 자립형 가스 제거용 파이프는 니오스 호수 아래의 마그마에서 이산화탄소를 제거하여 향후 화산 폭발 위험을 줄인다.
- (4) 자립형 파이프는 니오스 호수의 따뜻한 수층과 차가운 수층이 섞이도록 한다. 이 과정은 호수에서 이산화탄소를 제거한다.

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 37번에서 41번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

서태평양의 복잡한 판 구조

마리아나 판은 마리아나 해구 서쪽에 위치한 작은 판입니다. 지질 활동으로 인해 필리핀 판의 일부가 떨어져 나가 마리아나 판이 되었습니다. 이 작은 판은 여러 지질 구조와 복잡한 판 경계로 둘러싸여 있습니다. 문자 V부터 Z까지는 지구 표면에서의 위치를 나타냅니다.



37 모형에서 발견되는 지각 암석의 연령 분포를 올바르게 설명하는 진술은 무엇입니까?

- (1) 위치 Y가 위치 V보다 젊은 이유는 위치 Y가 수렴 경계에 더 가깝기 때문이다.
- (2) 위치 W가 위치 X보다 오래된 이유는 위치 W가 발산 경계에 더 가깝기 때문이다.
- (3) 위치 Y가 위치 Z보다 오래된 이유는 위치 Y가 수렴 경계에 더 가깝기 때문이다.
- (4) 위치 V가 위치 W보다 젊은 이유는 위치 V가 발산 경계에서 더 멀리 떨어져 있기 때문이다.

38 판의 이동을 유발하는 판의 상호작용은 지구 표면에 지형을 형성하기도 합니다. 다음 중 모형에서 발견되는 복잡한 지형과 관련된 과정을 정확하게 식별하는 표는 무엇입니까?

특징	과정
발산형 경계	형성형
호상열도	형성형
마리아나 해구	파괴형

(1)

특징	과정
발산형 경계	형성형
호상열도	파괴형
마리아나 해구	형성형

(3)

특징	과정
발산형 경계	파괴형
호상열도	형성형
마리아나 해구	파괴형

(2)

특징	과정
발산형 경계	파괴형
호상열도	파괴형
마리아나 해구	형성형

(4)

39 아래 나열된 네 가지 판 구조 과정은 마리아나 지역에서 지구 물질 순환의 한 단계를 설명합니다.

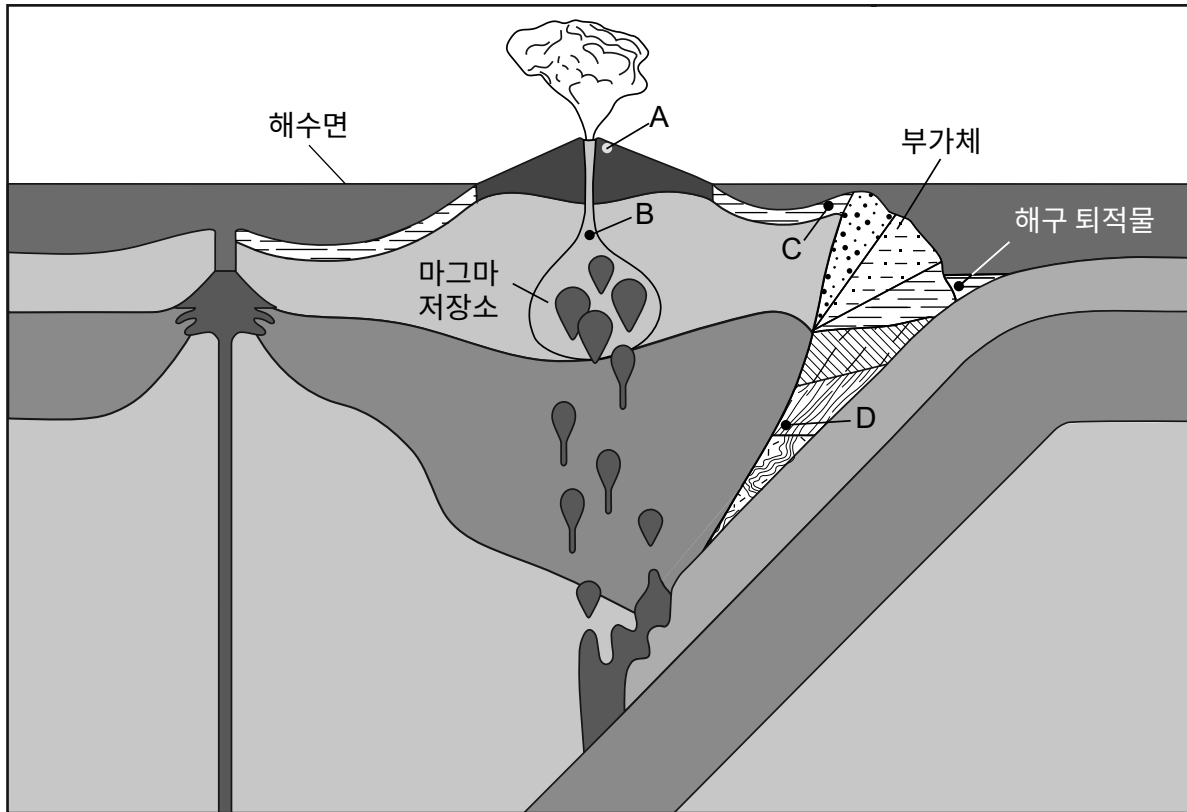
A	용암의 분출과 응고
B	해양 지각의 부분 용융
C	상승하는 마그마
D	태평양 판의 섭입

위치 Y에서 위치 X로의 지구 물질 순환을 설명하기 위해 각 지각 과정의 문자를 올바른 순서로 기입하십시오. [1]

_____ → _____ → _____ → _____

아래 모형은 마리아나 작은 판 주변 지역의 암석 형성에 대한 정보를 보여줍니다.

판 경계에 따른 암석 형성 환경 모형

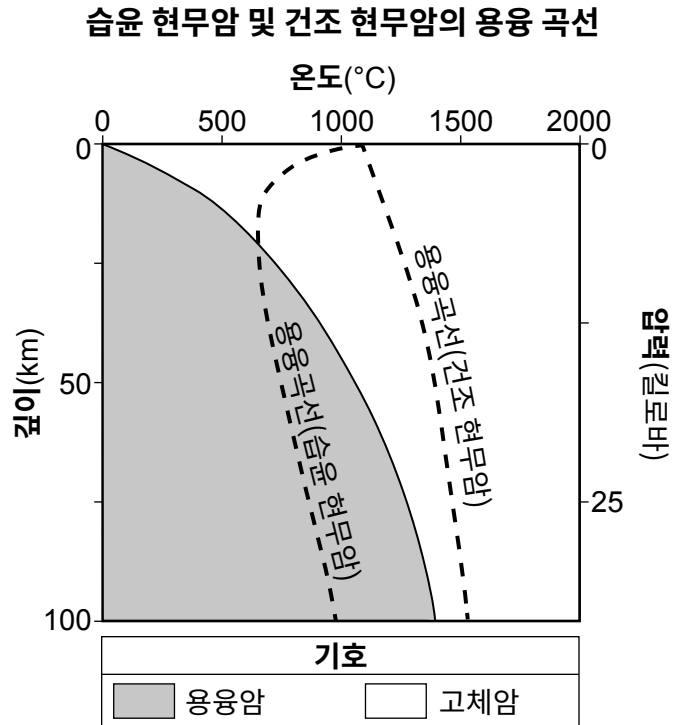


(실제 크기와 비율이 다름)

40 모형을 바탕으로, 아래 데이터 표에서 암석의 형성 위치, 암석 형성 과정, 암석 이름의 올바른 조합을 나타내는 행은 무엇입니까?

행	형성 위치	암석 형성 과정	암석 이름
(1)	A	분출	화강암
(2)	B	응고	감람암
(3)	C	압축	역암
(4)	D	열/압력	편암

마리아나 해구에서는 수분을 포함한 광물이 맨틀로 운반되어 용융점 온도를 변화시킵니다. 아래 그래프는 현무암의 용융에 대한 정보를 보여줍니다. 그래프에 표시된 압력은 킬로바 단위입니다(1킬로바는 지구 평균 표면 기압의 1,000배에 해당합니다).



- 41 용융된 해양 지각 위의 지역에서 형성되는 판 구조적 특징을 **한 개** 쓰십시오. 그런 다음 그래프의 증거를 이용하여 물의 존재가 현무암의 용융점에 어떤 영향을 미치는지 설명하십시오. [1]

판 구조적 특징: _____

증거: _____

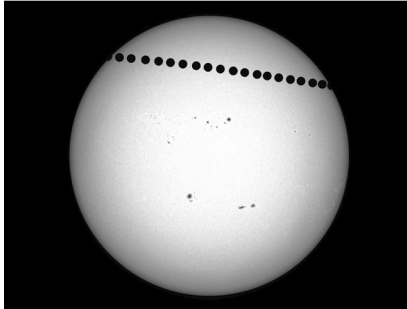
아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 42번에서 46번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

행성 통과

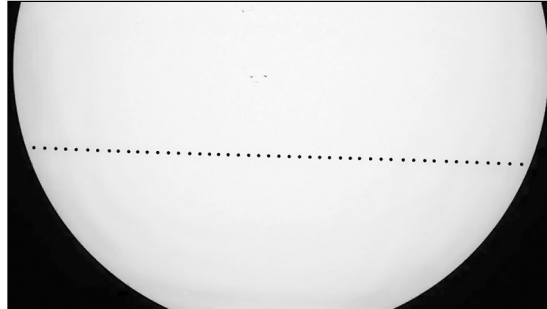
행성이 태양 원반을 가로지르는 현상은 특별한 형태의 일식으로 생각할 수 있습니다. 행성이 태양 원반을 가로지를 때 통과 현상이 발생합니다.

아래의 저속 촬영 사진은 태양을 가로지르는 두 개의 행성 통과 현상을 보여줍니다.

**2012년 금성 통과
합성 사진**



**2016년 수성 통과
합성 사진**



데이터 표는 수성과 금성의 통과 현상에 대한 정보를 보여줍니다.

행성 통과 날짜

수성의 통과	금성의 통과
2003년 5월 7일	2004년 6월 8일
2006년 11월 8일	2012년 6월 6일
2016년 5월 9일	2017년 12월 10일
2019년 11월 11일	2125년 12월 8일
2032년 11월 13일	
2039년 11월 7일	
2049년 5월 7일	

42 다음 중 지구에서 관측할 때 태양계에서 수성과 금성만이 통과 현상을 보이는 유일한 행성들이 이유를 설명하는 증거는 무엇입니까?

- (1) 수성과 금성은 적도 지름이 지구보다 더 작다.
- (2) 수성과 금성은 모두 지구의 축 기울기보다 큰 축 기울기를 가지고 있다.
- (3) 수성과 금성은 지구와 태양 사이에 있는 유일한 행성들이다.
- (4) 수성과 금성은 태양계에서 가장 큰 이심률을 가진 궤도를 가지고 있다.

43 다음 중 지구에서 관측할 때 같은 기간 동안 수성이 금성보다 태양 통과 현상이 더 자주 일어나는 이유를 설명하는 증거 기반 진술은 무엇입니까?

- (1) 수성은 금성보다 약 2.6배 빠르게 태양을 공전하므로 지구에서 통과 현상이 관측될 확률이 더 높다.
- (2) 금성은 수성보다 약 2.6배 빠르게 태양을 공전하므로 지구에서 통과 현상이 관측될 확률이 더 높다.
- (3) 수성은 지구보다 약 2.6배 빠르게 태양을 공전하므로 지구에서 통과 현상이 관측될 확률이 더 높다.
- (4) 금성은 지구보다 약 2.6배 빠르게 태양을 공전하므로 지구에서 통과 현상이 관측될 확률이 더 높다.

케플러 우주 망원경은 행성 통과 현상을 이용하여 태양계 밖의 행성들을 발견했습니다. 케플러-16b는 쌍성계에서 발견된 최초의 행성입니다. 쌍성계는 두 개의 항성을 포함합니다. 이 태양계에서 항성 케플러-16A와 케플러-16B는 서로를 공전합니다.

케플러-16 항성들의 몇 가지 특징

항성	대략적인 표면 온도(K)	광도
케플러-16A	4500	0.14
케플러-16B	3300	0.005

44 케플러-16 항성들이 우리 태양과 비교하여 가지는 두 가지 특징을 설명하십시오. 그런 다음 이러한 특징이 우리 태양과 비교하여 이들 항성의 수명에 어떤 영향을 미치는지 설명하십시오. [1]

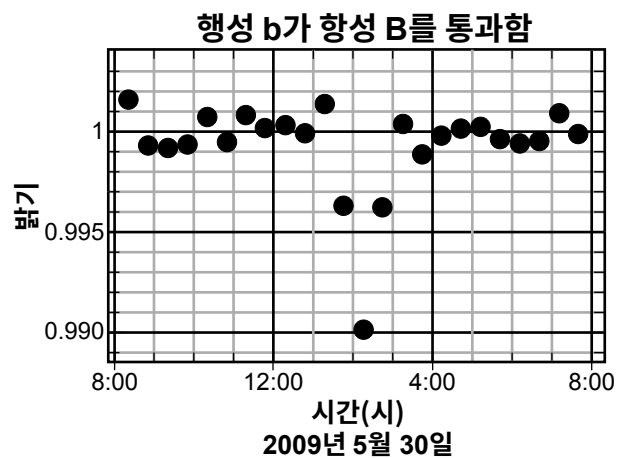
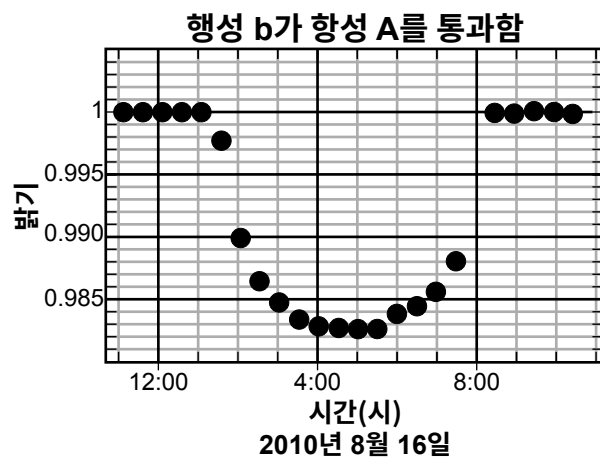
특징: _____

수명: _____

- 45 다음 중 케플러-16A의 특징을 바탕으로, 이 항성에서 발생하는 핵융합을 가장 잘 설명하고, 유사한 특징을 가진 항성을 올바르게 식별하는 행은 무엇입니까?

행	
(1)	헬륨을 수소로 직접 핵융합, 라카유 9352와 유사
(2)	수소를 헬륨으로 직접 핵융합, 시그니 B와 유사
(3)	수소를 탄소로 직접 핵융합, 알파 센타우리 B와 유사
(4)	수소를 헬륨으로 직접 핵융합, 글리제 725 B와 유사

아래 그래프는 행성 케플러-16b가 항성 케플러-16A와 케플러-16B를 통과할 때 나타나는 이들 항성의 겉보기 밝기 감소에 대한 정보를 보여줍니다.



- 46 행성 케플러-16b가 두 항성을 모두 통과하는 데 걸리는 시간을 계산하고, 이 행성이 항성 케플러-16A를 통과하는 데 걸리는 시간이 Kepler-16B를 통과하는 데 걸리는 시간보다 더 긴 이유를 **한 가지** 제시하십시오. [1]

케플러-16A의 통과 시간: _____ 시간

케플러-16B의 통과 시간: _____ 시간

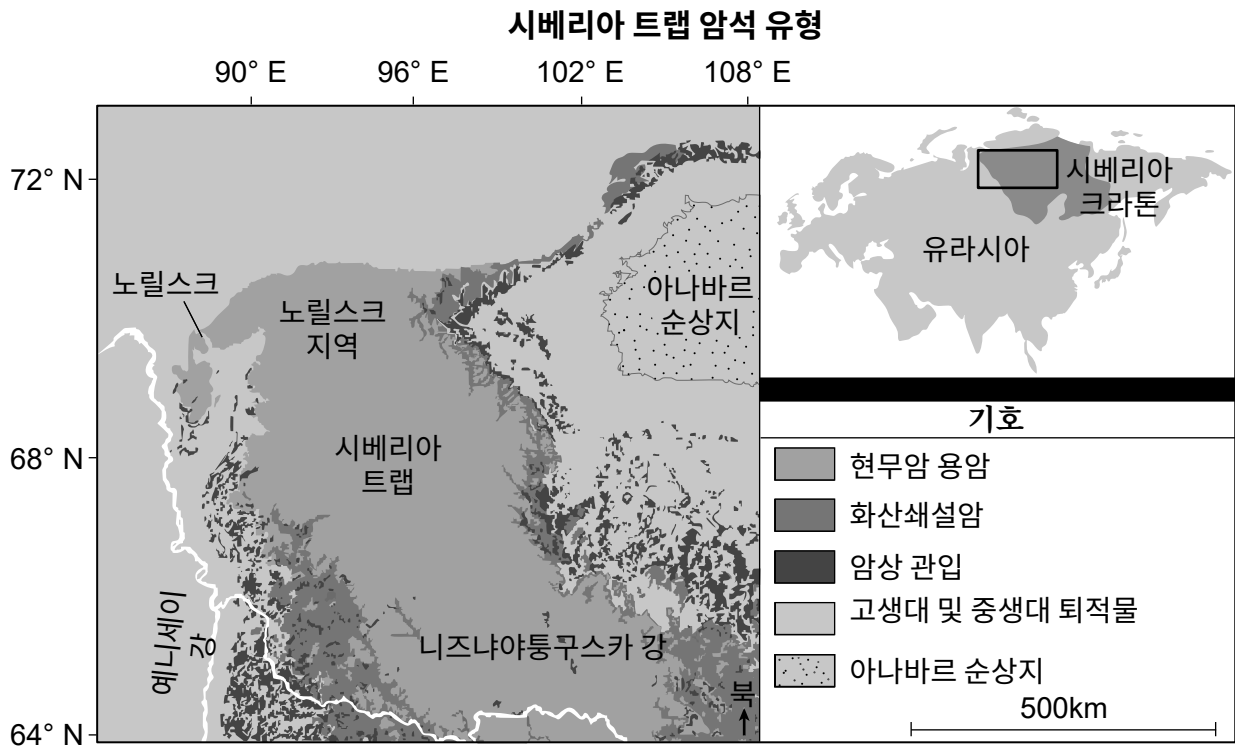
이유: _____

아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 47번에서 50번 문제에 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

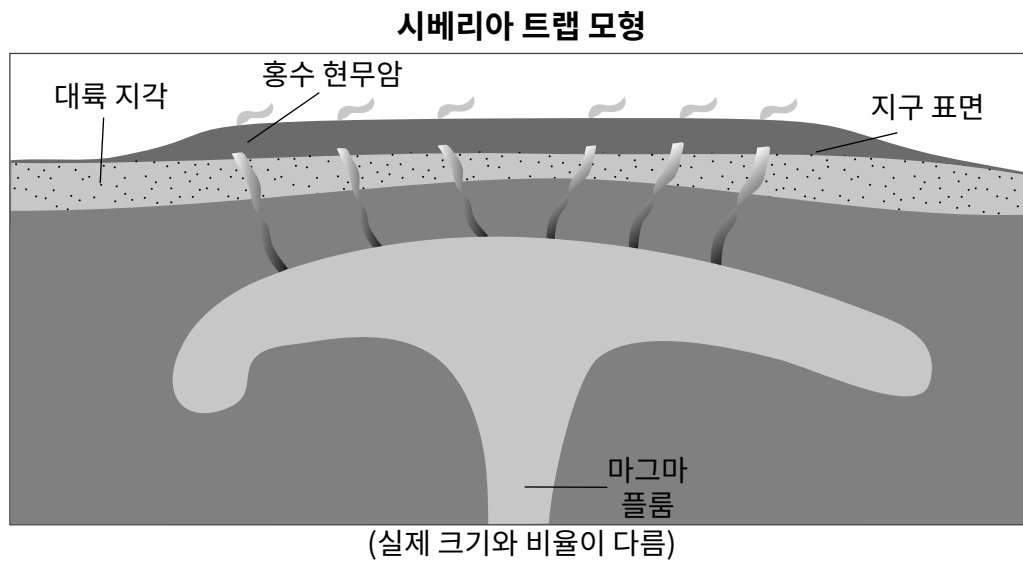
시베리아 트랩(Siberian Traps)

시베리아 트랩은 지구에서 가장 큰 화성암 지형 중 하나입니다. 시베리아 트랩은 판 경계나 열점에서 형성되지 않았습니다. 상승하는 마그마가 지각과 상부 맨틀의 경계 아래에서 수평으로 퍼졌습니다. 이로 인해 버섯 모양의 맨틀 플룸(mantle plume)이 형성되었습니다. 각각 약 10,000년씩 지속된 마그마 맥동(Magma pulses)은 약 100만 년에 걸쳐 분출되었습니다. 주요 화산 맥동은 약 2억 5,200만 년 전 발생했습니다. 약 400만 입방킬로미터의 마그마가 분출되어 3킬로미터 두께의 구조를 형성한 것으로 추정됩니다. 시베리아 크라톤(Siberian craton)은 이 지역에서 가장 오래된 초기 기반암인 아나바르 순상지(Anabar shield)를 포함합니다.

아래 지도는 시베리아 트랩과 관련된 위치 및 암석 종류에 대한 정보를 보여줍니다.



47 제시된 공간에 시베리아 트랩이 형성된 방식을 나타내는 모형을 그리십시오. 해당 모형은 마그마 플룸 내 마그마의 이동을 나타내는 화살표를 최소 두 개 이상 포함해야 합니다. [1]



48 다음 중 시베리아 트랩에 있는 현무암의 물리적 및 화학적 특성을 올바르게 설명한 진술은 무엇입니까?

- (1) 이 현무암은 큰 광물 결정을 가지며 철과 마그네슘의 함량이 높다.
- (2) 이 현무암은 큰 광물 결정을 가지며 칼륨과 나트륨 함량이 높다.
- (3) 이 현무암은 작은 광물 결정을 가지며 철과 마그네슘 함량이 높다.
- (4) 이 현무암은 작은 광물 결정을 가지며 칼륨과 나트륨 함량이 높다.

러시아 노릴스크는 시베리아 트랩의 서쪽 가장자리에 위치한 광산 도시입니다. 노릴스크에는 니켈 함유 광석이 대규모 매장되어 있습니다. 이 광석을 처리하는 과정에서 오염물질인 이산화황이 방출됩니다. 이산화황은 햇빛을 반사하는 대기 중의 미세 입자인 에어로졸을 생성하여 호흡 문제를 유발합니다. 전 세계에서 러시아는 니켈 생산량 3위, 이산화황 배출량 1위를 차지합니다.

49 다음 중 니켈 채굴로 인해 영향을 받는 두 가지 지구 시스템과 해당 지구 시스템이 어떻게 변화되었는지 올바르게 나타내는 표는 무엇입니까?

	지구 시스템	변화
(1)	대기권	기온 상승
	수권	이산화황 농도 증가로 인한 산성비 증가

	지구 시스템	변화
(2)	지권	산성비에 의한 암석의 화학적 풍화 증가
	대기권	기온 하강

	지구 시스템	변화
(3)	수권	이산화황 농도 증가로 인한 산성비 감소
	생물권	산성비 감소로 인한 식물 멸종 감소

	지구 시스템	변화
(4)	생물권	산성비 증가로 인한 식물 성장 증가
	지권	산성비에 의한 암석의 물리적 풍화 증가

50 노릴스크의 니켈은 구리, 코발트, 백금의 대규모 광물과 같은 광산에서 발견됩니다. 뉴욕주에서는 니켈이 자원으로 발견되는 경우가 드뭅니다. 다음 중 뉴욕주에서 니켈과 함께 발견되는 광물과, 뉴욕 및 러시아 노릴스크에서 이러한 광물을 형성했을 가능성이 가장 높은 과정을 올바르게 나타내는 행은 무엇입니까?

행	니켈과 함께 발견되는 광물	지질학적 과정	러시아 노릴스크의 과정
(1)	아연과 납	재결정화	암석화
(2)	규회석과 희토류 원소	암석화	재결정화
(3)	철과 희토류 원소	재결정화	결정화
(4)	활석와 탄산염 암석	결정화	재결정화

