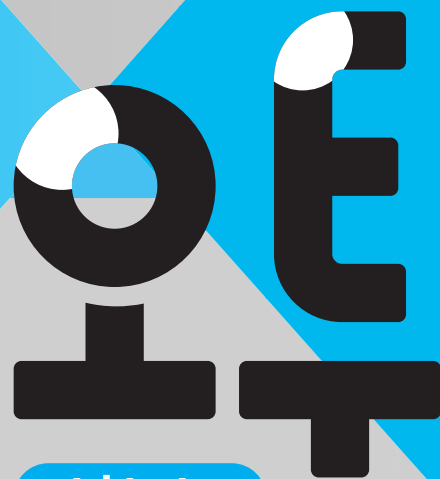




과학탐구

지구과학 I

정답과 해설



고체 지구

1. 지권의 변동

01. 판 구조론의 정립 과정

개념 확인

본책 9쪽, 11쪽

- (1) 판게아 (2) 유사성 (3) 원동력 (4) 맨틀 대류설 (5) ① 분리되어 ② 제시하지 못하였다 (6) ① 수심 ② 깊어 (7) 생성 되고, 소멸한다 (8) 해령 (9) ① 대칭 ② 많아진다 ③ 얇아진다 ④ 변환 단층 ⑤ 깊어진다 (10) ① 암석권, 연약권 ② 얇고, 크다 (11) 맨틀 대류설

수능 자료

본책 12쪽

자료① 1 × 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ×

자료② 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ×

자료① 음향 측심법

- 수심 = $\frac{1}{2} \times 7.70 \text{ s} \times 1500 \text{ m/s} = 5775 \text{ m}$
- 수심이 깊을수록 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 오래 걸린다. P₄는 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 걸리는 시간이 P₁~P₆ 지점 중 가장 짧으므로 수심이 가장 얇다.
- P₁~P₆ 구간에서 P₄ 지점 부근으로 갈수록 수심이 얇아지므로 이 구간에는 해령이 발달해 있다. 해구는 수심이 6000 m 이상인 깊은 골짜기이다.
- 수심이 가장 얇은 P₄ 부근에 해령이 있고, P₂는 P₃보다 해령에서 멀리 떨어져 있으므로 해양 지각의 나이가 많다.
- P₅는 P₆보다 해령에 가까우므로 해양 지각의 나이가 적고, 해저 퇴적물의 두께가 얇다.

자료② 해양저 확장설의 증거 - 해양 지각의 나이

- 해령과 변환 단층을 경계로 판이 구분되므로 A와 B는 서로 다른 판에 위치한다.
- 해령을 축으로 해양 지각이 양쪽으로 이동한다.
- 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이는 많아지고, 해양 지각의 나이가 많아지면 해저 퇴적물의 두께가 두꺼워진다. 따라서 A-B 구간에서 해저 퇴적물의 두께 변화는 해양 지각의 나이 변화와 마찬가지로 A점에서 변환 단층까지는 두꺼워지고, 변환 단층에서 해령까지는 얇아지며, 해령에서 변환 단층까지는 두꺼워지고, 변환 단층에서 B점까지는 얇아진다.

수능

본책 12쪽

- 1 ⑤ 2 해구 > 심해 평원 > 대륙붕 3 (나) → (가)
4 B 5 ② 6 ㉠ 맨틀, ㉡ 지각 변동

1 **바로알기** ⑤ 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이와 두께가 증가하는 것은 해양저 확장설의 증거이다.

2 수심이 깊을수록 음파의 왕복 시간이 길다. 평균 수심은 해구가 가장 깊고, 심해 평원, 대륙붕 순서이다.

3 지구 자기 줄무늬는 지구 자기장의 역전이 반복되고 해저가 확장되면서 나타나므로 줄무늬 개수가 많은 (가)가 (나)보다 나중 시기이다.

4 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 많아지므로 해양 지각의 나이가 가장 적은 B가 해령에 가장 가깝다.

5 ① 해령에서 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 멀어지므로 해령에서 멀어지면서 해양 지각의 나이가 많아진다.

③ 해령에서 해양 지각이 생성될 때 광물이 당시 지구 자기장의 방향으로 배열되어 줄무늬가 생기고, 해양 지각이 해령에서 양쪽으로 멀어지므로 고지자기 줄무늬가 해령을 축으로 대칭적이다.

④ 해저 확장 속도 차이로 해령과 해령 사이에 변환 단층이 형성된다.

⑤ 섭입대에서는 어느 판이 다른 판 밑으로 섭입하여 소멸되므로 해구에서 대륙 쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 깊어진다.

바로알기 ② 해령에서 멀어지면서 해양 지각의 나이가 많아지므로 퇴적물의 두께는 두꺼워진다.

6 지구 표면은 여러 개의 크고 작은 판으로 이루어져 있으며, 판들의 상대적인 운동에 의해 지진, 화산 활동, 조산 운동 등의 지각 변동이 일어난다는 이론을 판 구조론이라고 한다.

수능

본책 13쪽 ~ 15쪽

- 1 ④ 2 ③ 3 ② 4 ⑤ 5 ③ 6 ③
7 ③ 8 ③ 9 ① 10 ① 11 ① 12 ③

1 대륙 이동설의 증거

선택지 분석

- ① 멀리 떨어져 있는 양쪽 대륙에서 발견된 고생대 말 습곡 산맥의 분포에 연속성이 있다.
- ② 여러 대륙에 나타나는 빙하 퇴적층의 분포에 연속성이 있다.
- ③ 멀리 떨어져 있는 양쪽 대륙에서 메소사우루스의 화석이 발견된다.
- ☒ ④ 대서양 중앙 해령을 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭적으로 나타난다. - 해양저 확장설의 증거
- ⑤ 남아메리카 대륙의 동부 해안선과 아프리카 대륙의 서부 해안선의 형태가 유사하다.

①, ②, ③, ⑤ 베게너는 멀리 떨어져 있는 양쪽 대륙의 습곡 산맥의 분포에 연속성이 있고, 여러 대륙에 나타나는 고생대 말 빙하 퇴적층의 분포에 연속성이 있으며, 멀리 떨어진 양쪽 대륙에서 메소사우루스, 글로소프테리스 등 같은 종의 화석이 발견되고, 남아메리카 대륙의 동부 해안선과 아프리카 대륙의 서부 해안선의 형태가 유사하다는 것을 대륙이 이동한 증거라고 제시하였다.

바로알기 ④ 해령을 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭으로 분포하는 것은 대륙 이동을 뒷받침하는 내용이지만, 베게너 이후에 고지자기의 연구 결과 해양저 확장설의 증거로 제시된 내용이다.

2 대륙 이동설의 증거- 과거 빙하의 흔적 분포

선택지 분석

- ㉠ 빙하 퇴적층은 판게아 형성 시기에 생성되었다.
- ㉡ 고생대 말에는 빙하가 적도까지 분포하였다.
- ㉢ 고생대 말에 인도 대륙의 기후는 현재보다 한랭하였다.

㉠. 베게너의 주장대로 현재 대륙들을 고생대 말에 형성된 초대륙으로 모으면 빙하 퇴적층이 분포하는 곳이 모아진다. 이는 빙하 퇴적층이 판게아 형성 시기에 생성되었음을 의미한다.

㉡. 고생대 말에 인도 대륙은 남극 부근에 있었으므로 기후는 현재보다 한랭하였다.

바로알기 ㉢. 현재 적도 부근에 있는 인도나 아프리카 대륙에서 고생대 말의 빙하 흔적이 발견되는 까닭은 고생대 말에 남극 부근에 있었던 대륙이 이동하였기 때문이다.

3 맨틀 대류설

선택지 분석

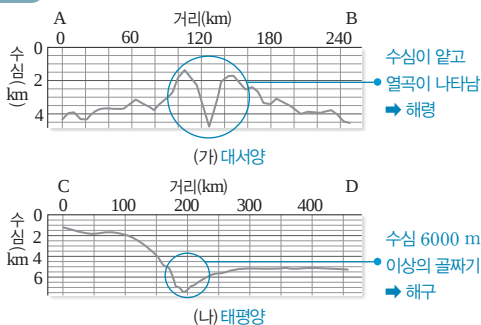
- ㉠ A에서는 대륙이 소멸된다. **해양 지각이**
- ㉡ B에서는 해양 지각이 생성된다.
- ㉢ 맨틀 대류의 증거를 제시하여 대륙 이동의 원동력 문제를 해결하는 데 기여하였다.

㉡. B에서는 맨틀 물질이 상승하면서 해양 지각이 생성된다.

바로알기 ㉠. 맨틀 물질이 하강하는 A에서는 해양 지각이 소멸된다. ㉢. 흠스는 맨틀 대류로 대륙 이동의 원동력을 설명하였지만, 지질학적인 증거를 제시하지는 못하였다.

4 해저 지형 탐사

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 구간 A-B 중앙의 깊은 협곡은 열곡이다.
- ㉡ 구간 C-D에서는 판이 소멸되는 지형이 발달한다.
- ㉢ 두 지역의 해저 지형은 해양저 확장설이 등장하는 데 바탕이 되었다.

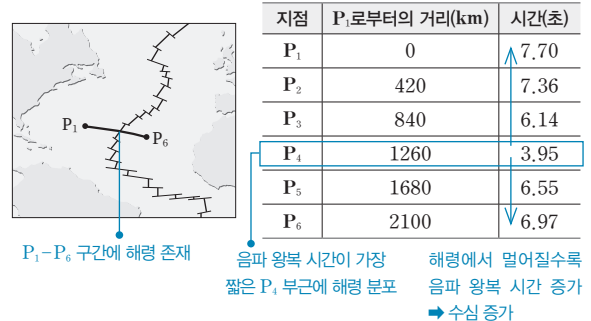
㉠. 구간 A-B 중앙에는 높이 2 km~4 km의 해저 산맥인 해령이 발달되어 있고, 해령 중심에 V자 형태의 깊은 협곡인 열곡이 형성되어 있다.

㉡. 구간 C-D에서 판이 소멸되는 지형인 해구가 발달하여 수심이 6000 m 이상으로 급격히 깊어진다.

㉢. 해령과 해구의 존재는 해령에서 해양 지각이 생성되어 확장되고 해구에서 소멸되어 사라진다는 해양저 확장설의 바탕이 된다.

5 해저 지형 탐사- 음향 측심법

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 수심은 P6이 P4보다 깊다.
- ㉡ P3-P5 구간에는 발산형 경계가 있다.
- ㉢ 해양 지각의 나이는 P4가 P2보다 **많다**. **적다**

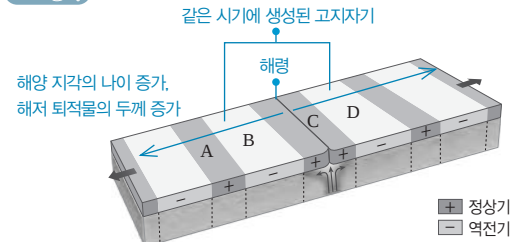
㉠. 수심이 깊을수록 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 걸리는 시간이 길다. 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 걸리는 시간은 P6이 P4보다 길기 때문에 수심은 P6이 P4보다 깊다.

㉡. 그림에서 P1-P6 구간에 해령이 존재한다. 해령은 해저 산맥이므로 주변 지형에 비해 수심이 얇고, 표에서 P3-P5 구간에 수심이 얇은 지점이 분포하므로 이 구간에 해령이 존재하며, 해령은 발산형 경계에서 발달하는 해저 지형이다.

바로알기 ㉢. 해양 지각의 나이는 해령에서 멀어질수록 증가하므로 해령에 가까운 P4가 P2보다 적다.

6 해양저 확장설의 증거- 고지자기 줄무늬 분포

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 고지자기 줄무늬는 해령을 중심으로 대칭으로 분포한다.
- ㉡ B와 D에 분포하는 해양 지각은 비슷한 시기에 해령에서 생성되었다.
- ㉢ A~D 중 해양 지각의 나이가 가장 많은 지점은 C이다. **A**

㉠. 해령에서 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 확장되기 때문에 고지자기 줄무늬는 해령을 중심으로 대칭으로 나타난다.

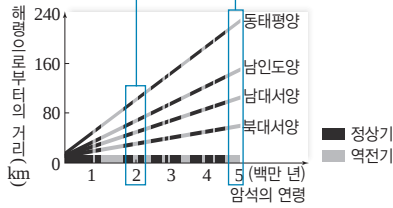
㉡. B와 D에 분포하는 해양 지각은 해령에서 거리가 비슷하고 고지자기 방향이 같으므로 비슷한 시기에 해령에서 생성되었다.

바로알기 ㉢. 해령과의 사이에 줄무늬 수가 가장 많은 A 지점의 나이가 가장 많고, C 지점의 나이가 가장 적다.

7 암석의 연령 분포와 고지자기 줄무늬 분포

자료 분석

같은 시간에 고지자기 줄무늬가 같다.



선택지 분석

- ✗ 해양 지각의 나이가 같으면 해령으로부터 거리가 같다.
- ㄴ. 해양저 확장 속도는 남인도양보다 동태평양에서 빠르다.
- ✗ 지구 자기는 일정한 주기로 정상기와 역전기가 반복된다.
- ㄹ. 해양 지각의 나이가 같으면 고지자기 역전 여부는 같다.

ㄴ. 같은 시간 동안 이동한 거리가 멀수록 속도가 빠르므로 해양저 확장 속도는 북대서양 < 남대서양 < 남인도양 < 동태평양이다.

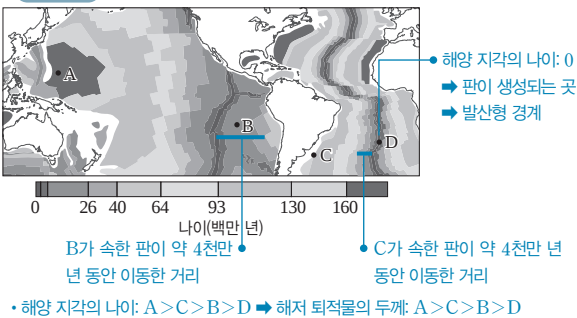
ㄹ. 해양 지각이 생성될 때 암석 속에 기록된 자화 방향은 일정하게 유지되므로 해양 지각의 나이가 같으면 고지자기 역전 여부는 같다.

바로알기 ㄱ. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이는 증가하지만 해양저 확장 속도가 다르므로 해양 지각의 나이가 같아도 해령으로부터 거리는 같지 않다.

ㄷ. 지구 자기는 정상기와 역전기가 반복되는데, 고지자기 줄무늬의 두께가 일정하지 않으므로 일정한 주기가 나타나지는 않는다.

8 해양저 확장설의 증거-해양 지각의 나이

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 해저 퇴적물의 두께는 A가 B보다 두껍다.
- ㄴ. 최근 4천만 년 동안 평균 이동 속력은 B가 속한 판이 C가 속한 판보다 크다.
- ✗ 지진 활동은 C가 D보다 활발하다. D가 C보다

ㄱ. A는 B보다 해양 지각의 나이가 많으므로 해저 퇴적물의 두께가 두껍다.

ㄴ. 해양 지각의 나이가 0인 지점부터 4천만 년인 지점까지의 평균 거리가 B가 속한 판이 C가 속한 판보다 크므로 최근 4천만 년 동안 평균 이동 속력은 B가 속한 판이 C가 속한 판보다 크다.

바로알기 ㄷ. C는 남아메리카판의 내부에 위치하며 판의 경계가 아니다. D는 해양 지각의 나이가 0이므로 판의 발산형 경계에 위치한다. 지진 활동은 판의 내부보다 판의 경계 지역에서 활발하므로 D가 C보다 활발하다.

9 해양저 확장설의 증거-해양 지각의 나이

자료 분석

해양 지각의 연령이 0: 해양 지각이 생성되는 곳
→ 해령(판의 발산형 경계)



선택지 분석

- ㄱ. A에서 B로 갈수록 퇴적물 최하층의 나이는 적어진다.
- ✗ A와 C는 서로 같은 판에 위치한다. 다름
- ✗ 앞으로 C와 D 지점 사이의 거리는 점점 멀어진다. 유지된다

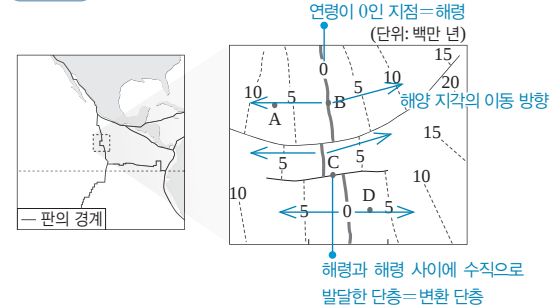
ㄱ. B는 해양 지각의 나이가 0이므로 해령에 위치한다. 따라서 A에서 B로 갈수록 해양 지각의 나이가 적어지고, 그에 따라 퇴적물 최하층의 나이도 적어진다.

바로알기 ㄴ. A와 C 지점 사이에 판의 발산형 경계가 존재하므로 A와 C는 서로 다른 판에 위치한다.

ㄷ. 해령에서는 새로운 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 멀어지면서 해저가 확장되지만, 이미 생성된 해양 지각은 그대로 존재하므로 C와 D 지점 사이의 거리는 유지된다.

10 해양저 확장설의 증거-해령과 변환 단층

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. A~D 중 퇴적물의 두께가 가장 두꺼운 지점은 A이다.
- ㄴ. B에는 열곡이 발달한다.
- ✗ C에서는 해양 지각이 생성된다. 생성되지 않는다
- ✗ C를 경계로 인접한 두 판은 서로 같은 방향으로 이동한다. 반대

ㄱ. A~D 중 해양 지각의 연령이 가장 많은 A 지점이 퇴적물의 두께가 가장 두껍다.

ㄴ. B 지점에는 해양 지각이 해령을 중심으로 양쪽으로 멀어지면서 열곡이 발달한다.

바로알기 ㄷ. C는 해령과 해령 사이의 변환 단층에 해당하는 지점이다. 변환 단층은 보존형 경계로, 해양 지각이 생성되지 않는다.

ㄹ. 판은 발산형 경계에서 수직 방향으로 양쪽으로 멀어진다. C를 경계로 인접한 북쪽의 판은 해령의 오른쪽에, 남쪽의 판은 해령의 왼쪽에 있으므로 두 판은 서로 반대 방향으로 이동한다.

11 판의 구조

선택지 분석

- ㄱ. A는 판에 해당한다.
 ✕ 판의 평균 두께는 대륙보다 해양에서 두껍다. **옳다**
 ✕ B는 A보다 밀도가 작기 때문에 물질의 대류가 일어난다.
 유동성이 있기

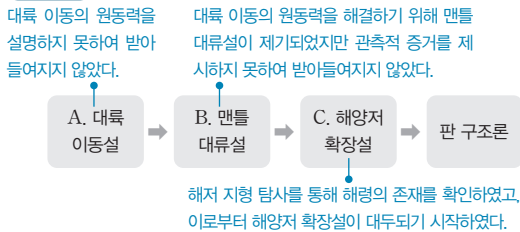
ㄱ. A는 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 암석권으로, 판에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 판은 지각을 포함하며 대륙 지각이 해양 지각보다 두꺼우므로 판의 평균 두께는 대륙보다 해양에서 얇다.

ㄷ. 판의 아래에 있는 B는 연약권이다. 연약권은 고체이지만 부분 용융이 일어나 유동성이 있으므로 물질의 대류가 일어난다.

12 판 구조론의 정립 과정

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 베게너는 A를 주장하였다.
 ✕ B가 발표되면서 당시에 대륙 이동의 원동력 문제가 해결되었다.
 ㄷ. 해저 탐사 기술로 발견된 해저 지형은 C를 지지한다.

ㄱ. 베게너는 여러 가지 관측 사실을 증거로 들어 대륙 이동설을 주장하였다.

ㄷ. 음파를 이용한 새로운 해저 탐사 기술이 개발되면서 발견된 해령, 해구와 같은 해저 지형은 해양저 확장설을 뒷받침한다.

바로알기 ㄴ. 맨틀 대류설은 대륙 이동설의 원동력으로 발표되었으나, 당시에는 받아들여지지 않았다.

수능 3점

본책 16쪽 ~ 17쪽

- 1 ③ 2 ① 3 ③ 4 ① 5 ② 6 ④
 7 ② 8 ③

1 대륙 이동설의 증거

선택지 분석

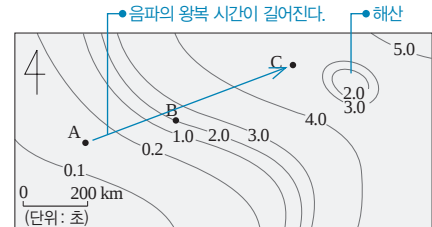
- ㄱ. A, B 지역의 지질학적 특성은 비슷할 것이다.
 ✕ 대서양은 A와 B 지역에 파충류가 변성하기 전에 형성되었다.
 변성한 후에
 ㄷ. 중생대 초기에 남아메리카와 아프리카 대륙은 붙어 있었을 것이다.

ㄱ, ㄷ. 두 대륙의 해안선이 잘 들어맞으면서 같은 종류의 화석 분포가 연결되므로 두 대륙은 중생대 초기에 붙어 있었을 것이다. 그에 따라 A, B 지역의 지질학적 특성도 비슷할 것이다.

바로알기 ㄴ. 두 대륙이 붙어 있을 때 파충류가 변성하였고 이후 대륙이 분리되면서 대서양이 형성되어 현재와 같은 모습이 되었다.

2 해저 지형 탐사-음향 측심법

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. A → C로 갈수록 수심은 깊어진다.
 ✕ B 지점의 수심은 약 3000 m이다. 1500
 ✕ 수심은 B보다 C 지점에서 급격히 깊어진다. **완만하게**

ㄱ. A → C로 갈수록 음파의 왕복 시간이 길어지므로 수심은 깊어진다.

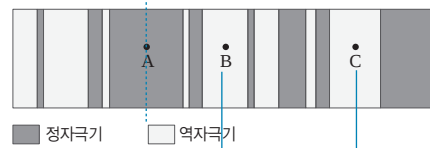
바로알기 ㄴ. B 지점의 수심은 $\frac{1}{2} \times 2.0 \text{ s} \times 1500 \text{ m/s} = 1500 \text{ m}$ 이다.

ㄷ. B 지점은 수평 거리에 따른 수심 변화가 크므로 수심이 급격히 깊어지고, C 지점은 수평 거리에 따른 수심 변화가 작으므로 수심이 완만하게 깊어진다.

3 해양저 확장설의 증거-고지자기 줄무늬 분포

자료 분석

A를 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭적으로 분포한다. → 고지자기 줄무늬의 대칭적 분포는 해령을 중심으로 나타나므로 해령은 A에 위치한다.



잔류 자기는 해령에서 해양 지각이 생성될 때 당시 지구 자기장 방향으로 고정되고 이후에 지구 자기장이 바뀌어도 변하지 않는다.
 → B와 C가 해령에서 생성될 때 역자극기였다.

선택지 분석

- ㄱ. 해령은 A에 위치한다.
 ✕ B의 잔류 자기는 생성된 이후 역전되었다. **역전되지 않았다**
 ㄷ. B에서 C로 가면서 해저 퇴적물의 두께는 두꺼워진다.

ㄱ. 해령을 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭적으로 분포하므로 해령은 A에 위치한다.

ㄷ. 해령에서 새로운 지각이 생성되어 이동하였으므로 B에서 C로 가면서 해양 지각의 연령이 증가하고 그에 따라 해저 퇴적물의 두께는 두꺼워진다.

바로알기 ㄴ. B의 잔류 자기는 현재와 반대로 역전되어 있지만, 이는 생성 당시 지구 자기장의 방향이 현재와 반대였기 때문이며 생성된 이후 역전된 것이 아니다.

4 해양저 확장설의 증거- 고지자기 줄무늬 분포

선택지 분석

- ㉠. A는 B보다 먼저 생성되었다.
- ㉡. B는 A와 반대 방향으로 이동한다.
- ㉢. C는 B와 같은 방향으로 이동한다. **다름**
- ㉣. C 지점 암석의 자화 방향은 2번 역전되었다. **변하지 않았다**

㉠. 고지자기 줄무늬는 해령을 중심으로 대칭적으로 분포한다. A는 B보다 해령과의 사이에 고지자기 줄무늬 개수가 많으므로 먼저 생성되었다.

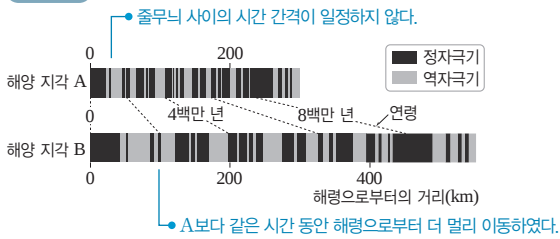
㉡. 해령에서 해양 지각이 생성되어 해령을 중심으로 양쪽으로 이동한다. 따라서 B는 A와 반대 방향으로 이동한다.

바로알기 ㉢. 해령 부근의 고지자기 방향을 보면, (가)는 해령이 남북 방향으로 발달해 있고, (나)는 해령이 동서 방향으로 발달해 있다. 해양 지각은 해령의 수직 방향으로 이동하므로 B는 동서 방향으로 이동하고, C는 남북 방향으로 이동한다.

㉣. 지구 자기가 변하여도 암석에 기록된 자화 방향은 변하지 않는다. 따라서 C 지점 암석의 자화 방향은 역전되지 않았으며, C 생성 후 지구 자기장의 방향이 2번 역전되었다.

5 암석의 연령 분포와 고지자기 줄무늬 분포

자료 분석



선택지 분석

- ㉠. 고지자기의 역전 주기는 일정하다. **일정하지 않다**
- ㉡. 8백만 년 전부터 현재까지 지구 자기 역전 양상은 A와 B에서 같다.
- ㉢. 해양 지각의 이동 속도는 A가 B보다 **빠르다**. **느리다**

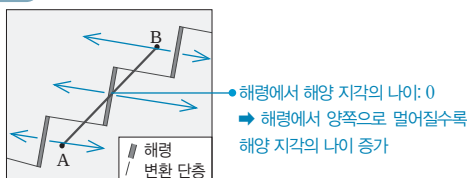
㉡. 같은 연령이면 고지자기의 역전 양상은 같으므로 8백만 년 전부터 현재까지 지구 자기 역전 양상은 A와 B에서 같다.

바로알기 ㉠. 고지자기 줄무늬의 간격이 시간에 따라 일정하지 않은 것은 고지자기 역전 주기가 일정하지 않기 때문이다.

㉢. 해령으로부터 같은 시간 동안 해양 지각이 이동한 거리는 B가 A보다 멀다. 따라서 해양 지각의 이동 속도는 B가 A보다 빠르다.

6 해양저 확장설의 증거- 암석의 연령 분포

자료 분석



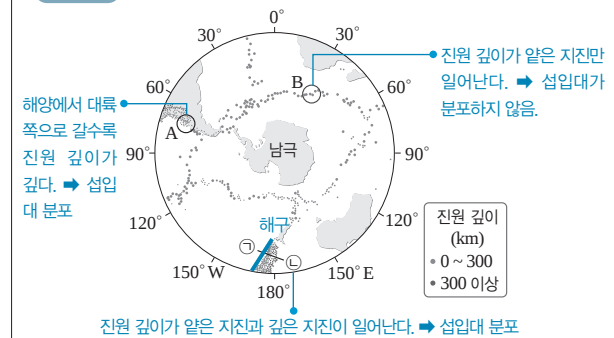
선택지 분석



A에서 B로 가면서 해령으로부터의 거리는 증가 → 감소 → 증가 → 감소한다. 또한 변환 단층을 경계로 해령으로부터의 거리가 불연속적으로 변하므로 해양 지각의 나이도 불연속적으로 변한다.

7 해양저 확장설의 증거- 섭입대에서 진원 깊이 분포

자료 분석



선택지 분석

- ㉠. A에는 **변화 단층**이 분포한다. **해구가**
- ㉡. B에는 새로운 해양 지각이 생성된다.
- ㉢. ㉠-㉡에서 판의 경계는 진원의 깊이가 **깊은** 쪽에 가깝다. **얇은**

㉡. B는 진원 깊이가 얇은 지진만 발생하는 판의 경계로, 해령과 변환 단층이 분포하며, 해령에서 새로운 해양 지각이 생성된다.

바로알기 ㉠. A는 해양판과 대륙판이 만나는 수렴형 경계로, 해구가 분포한다. 변환 단층은 보존형 경계에 분포한다.

㉢. ㉠-㉡은 판이 섭입하는 경계로, 해구에서부터 섭입대를 따라 진원 깊이가 깊어지므로 ㉠-㉡에서 판의 경계는 진원 깊이가 얇은 쪽에 가깝다.

8 판 구조론의 정립 과정

선택지 분석

- ㉠. 해령 부근에서 나타나는 고지자기 줄무늬의 대칭성은 (다)의 증거가 될 수 있다.
- ㉡. 등장한 순서는 (가) → (다) → (나)이다.
- ㉢. (가)에서 판게아를 분리시킨 원동력은 맨틀 대류라고 주장하였다. (가) 이후 맨틀 대류설에서

㉠. 해령에서 고지자기 줄무늬가 생성된 후 해양 지각이 해령을 축으로 양쪽으로 이동하면서 고지자기 줄무늬가 대칭을 이룬다.

㉡. (가)는 대륙 이동설, (나)는 판 구조론, (다)는 해양저 확장설이므로 등장한 순서는 (가) → (다) → (나)이다.

바로알기 ㉢. (가)는 대륙 이동설로, 대륙을 움직인 원동력은 설명하지 못하였다.

02 대륙 분포의 변화

개념 확인

본책 19쪽, 21쪽

- (1) ① 커진다 ② 커진다 ③ 변하지 않는다 (2) 위도 (3) 이동
(4) ① 남반구 ② 북각 ③ 유라시아판 (5) ① - ㉔ - ㉔
② - ㉔ - ㉔ ③ - ㉔ - ㉔ ④ - ㉔ - ㉔ (6) ① 로디니아, 판게아
② 고생대 ③ 로라시아, 곤드와나 ④ 수렴 (7) 초대륙, 열곡대

수능 자료

본책 23쪽

- 자료 ① 1 × 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×
자료 ② 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ×
자료 ③ 1 ○ 2 × 3 × 4 × 5 ○ 6 ×
자료 ④ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ○ 7 ×

자료 ① 고지자기 해석

- 정자극기에서 A의 해양 지각의 북각이 -65° 이므로 이 해령은 남반구에 위치하고 있다.
- B의 해양 지각이 생성될 당시는 역자극기이므로 지구 자기장의 방향이 현재와 반대였다. 이때 북각이 (+)였으므로 B의 해양 지각은 생성 당시 남반구에 있었다.
- C에서 고지자기로 추정된 진북 방향이 그림의 왼쪽을 향하고 있으므로 왼쪽이 북쪽, 오른쪽이 남쪽이다. 해양 지각은 해령을 중심으로 양쪽으로 이동하므로 C의 해양 지각은 생성된 후 남쪽으로 이동하였다.
- 자극에 가까울수록 북각의 크기가 크므로 생성 당시 자극에 가장 가까이 위치한 해양 지각은 북각의 크기가 가장 큰 C이다.
- 정자극기인 A와 C 중 C의 북각이 A보다 크므로 C가 남반구의 더 고위도에서 생성되었다.

자료 ② 고지자기와 대륙의 이동

- 200 Ma에 고지자기극의 위치와 지괴의 위치가 위도 약 15° 차이가 나므로 이 지괴는 북반구(북위 약 75°)에 위치하였다.
- 150 Ma~100 Ma 동안 이 지괴는 고지자기극에서 더 멀어졌으므로 북반구 고위도에서 저위도로 이동하였다.
- 150 Ma~100 Ma 동안 이 지괴는 북반구 고위도에서 저위도로 이동하였고, 북각은 저위도로 갈수록 작아지므로 감소하였다.
- 200 Ma~150 Ma 동안 지괴가 이동한 거리는 50 Ma~0 Ma 동안 지괴가 이동한 거리보다 길다.
- 200 Ma~0 Ma 동안 50 Ma 간격으로 지괴가 이동한 거리가 점점 짧아졌으므로 지괴의 이동 속도는 점점 느려졌다.

자료 ③ 전 세계의 판 경계와 지각 변동

- A와 C는 수렴형 경계이므로 맨틀 대류의 하강부이고, B는 발산형 경계이므로 맨틀 대류의 상승부이다.
- A에서는 대륙판과 대륙판이 충돌하여 히말라야산맥이 발달한다.

4 B는 발산형 경계이므로 B에서는 해령이 발달하고 새로운 해양 지각이 생성된다.

6 C에서는 판 경계를 따라 해구가 발달하고, 해구의 동쪽에 습곡 산맥인 안데스산맥이 발달한다.

자료 ④ 판의 이동과 판 경계의 지각 변동

- A는 대륙 쪽으로 갈수록 진원 깊이가 깊어지므로 섭입대가 분포하는 섭입형 수렴 경계이고, 해구가 발달한다.
- 판 경계에서 밀도가 작은 판 쪽으로 갈수록 진원이 깊어지고 화산 활동이 활발하므로 A를 경계로 북쪽의 판이 남쪽의 판보다 밀도가 작고 화산 활동이 활발하다.
- C 지역에서 천발 지진만 발생하고 C를 경계로 북쪽의 판이 대체로 남북 방향으로 이동하므로 C는 발산형 경계이다.
- 해양 지각의 나이는 해령에서 멀어질수록 많아지므로 해령이 발달하는 C보다 해구가 발달하는 A 지역에서 많다.
- B 지역은 인접한 두 판이 어긋나는 보존형 경계이므로 화산 활동이 일어나지 않는다. 발산형 경계인 C 지역은 화산 활동이 활발하다.

수능



본책 24쪽

- 1 (1) '자북극 → 자기 적도' 또는 ' $0^\circ \rightarrow +90^\circ$ ' (2) 자북극이 두 개였기 → 대륙이 이동하였기 2 (1) A (2) C 3 ④ 4 (1) (가) 수렴형 경계 (나) 보존형 경계 (다) 발산형 경계 (2) (가), (다) (3) (다) 5 ④ 6 (가) → (다) → (나) 7 (다) → (나) → (가)

1 (1) 북각은 나침반의 자침이 수평면과 이루는 각으로, 나침반의 자침은 지구 자기력선의 방향과 나란하게 배열된다. 지구 자기력선은 자기 적도에서 수평면과 나란하므로 고지자기 북각이 0° 인 암석은 과거에 자기 적도 부근에서 형성된 암석이다. 자북극은 북각이 $+90^\circ$ 이다.

(2) 유럽과 북아메리카 대륙에서 각각 측정한 고지자기로 추정된 자북극의 이동 경로가 일치하지 않는 것은 대륙이 이동하였기 때문이다.

2 (1) 남반구에서는 자기장 방향이 지표면에서 위를 향하므로 A는 인도 대륙이 남반구에 위치할 때 생성되었다.

(2) 고위도로 갈수록 북각의 크기가 커지므로 C가 B보다 상대적으로 고위도에서 생성되었다.

3 A는 섭입형 수렴 경계로, 해구, 습곡 산맥이 발달하고, B는 발산형 경계로 해령이 발달하며, C는 보존형 경계로 변환 단층이 발달한다.

바로알기 ④ B는 발산형 경계이고 습곡 산맥은 수렴형 경계에서 발달한다.

4 (1) (가)는 두 판이 서로 모이므로 수렴형 경계이고, (나)는 두 판이 서로 어긋나므로 보존형 경계이며, (다)는 두 판이 서로 멀어지므로 발산형 경계이다.

(2) 보존형 경계에서는 화산 활동이 일어나지 않는다.

(3) 열곡은 장력이 작용하는 발산형 경계에서 발달한다.

5 태평양 가장자리를 따라 주로 섭입형 수렴 경계가 발달하였으며, 열점은 판 경계와 관계없다.

6 (가) 약 2억 년 전에 판게아가 분리되기 시작하여 로라시아 대륙이 북아메리카 대륙과 유라시아 대륙으로 분리되었다.

(다) 약 1억5천만 년 전에 대서양이 부분적으로 열리면서 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙이 분리되기 시작하였다.

(나) 약 9천만 년 전 남대서양이 확장되기 시작한 이후, 인도 대륙이 오스트레일리아 대륙에서 분리되어 이동하다가 신생대 초기~중기에 유라시아판과 충돌하여 히말라야산맥을 형성하였다.

7 (다)는 고생대 말에 초대륙 판게아가 형성된 모습이다. → (나)는 중생대에 판게아가 분리되어 이동하는 모습이다. → (가)는 현재와 비슷한 수륙 분포이다.

수능 2점

본책 25쪽~27쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ④ | 2 ① | 3 ⑤ | 4 ② | 5 ② | 6 ② |
| 7 ③ | 8 ⑤ | 9 ② | 10 ③ | 11 ③ | 12 ⑤ |

1 지구 자기장

선택지 분석

- ㉠ A 지점은 자기 적도 부근에 위치한다.
- ㉡ C 지점은 B 지점보다 북각이 크다.
- ㉢ D 지점은 지리상 북극에 위치한다. **자북극**

ㄱ. A 지점은 자침이 수평이므로 북각이 0°인 자기 적도 부근이다.

ㄴ. 북각의 크기는 자기 적도에서 자극으로 갈수록 크다. C 지점은 B 지점보다 자북극에 가까우므로 북각이 크다.

바로알기 ㄷ. D 지점은 자침이 수평면과 수직을 이루고 있으므로 북각이 +90°인 자북극에 위치한다.

2 북각

선택지 분석

- ㉠ A>B>C ㉢ A>B=C
- ㉡ B>C>A ㉣ B=C>A
- ㉤ C>B>A

자북극으로부터의 거리는 A<B<C이다. 북각의 크기는 자북극에서 멀어질수록 작아지므로 A>B>C이다.

3 북각

선택지 분석

- ㉠ 고위도로 갈수록 북각은 커진다.
- ㉡ 서울이 부산보다 자북극에 가깝다.
- ㉢ 부산에서 자침의 N극은 지표면 쪽으로 약 50° 기울어진다.

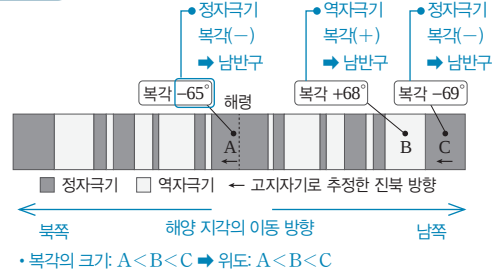
ㄱ. 고위도로 갈수록 자북극에 가까워지면서 북각은 커진다.

ㄴ. 서울이 부산보다 북각이 크므로 자북극에 가깝다.

ㄷ. 부산은 북각이 약 +50°이므로 자침의 N극은 수평면에서 지표면 쪽으로 약 50° 기울어진다.

4 고지자기와 대륙의 이동

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A의 해양 지각은 생성된 후 남쪽으로 이동하였다. **북쪽**
- ㉡ B 시기에는 해령이 북반구에 있었다. **남반구**
- ㉢ A가 C보다 저위도에서 생성되었다.

ㄷ. 고위도로 갈수록 북각의 크기가 커진다. A의 고지자기 북각은 -65°, C의 고지자기 북각은 -69°이므로 A가 C보다 저위도에서 생성되었다.

바로알기 ㄱ. 고지자기로 추정된 진북 방향이 왼쪽을 가리키고 해령을 중심으로 해양 지각은 양쪽으로 이동하므로 A의 해양 지각은 생성된 후 북쪽으로 이동하였다.

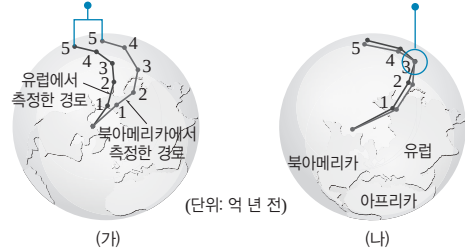
ㄴ. B 시기는 역자극기이고 고지자기 북각이 +68°이므로 해령이 남반구에 있었다.

5 지자기 북극의 이동 경로와 대륙의 이동

자료 분석

두 대륙에서 측정한 자극 이동 경로가 동일하다는 것은 대륙이 붙어 있다가 갈라져 이동하였기 때문이다.

3억 년 전에 자극의 위치가 일치하는 것은 북아메리카 대륙과 유럽 대륙이 붙어 있었기 때문이다.



선택지 분석

- ㉠ 지질 시대 동안 지자기 북극이 2개이었던 시기가 있었다. **항상 1개였다**
- ㉡ 과거에 북아메리카 대륙과 유럽 대륙은 서로 붙어 있었다.
- ㉢ 약 3억 년 전 이후로 계속 북아메리카 대륙과 유럽 대륙 사이에는 수렴형 경계가 존재하였다. **발산형**

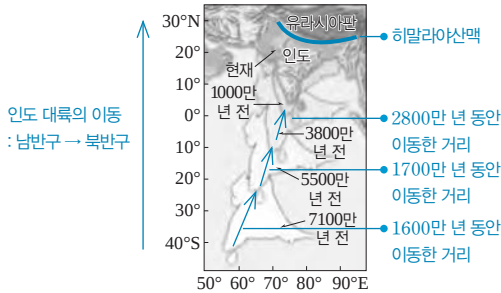
ㄴ. 유럽과 북아메리카 대륙에서 측정한 자극의 이동 경로를 일치시켰을 때 (나)와 같이 대륙이 분포하므로 과거에 북아메리카 대륙과 유럽 대륙은 서로 붙어 있었다.

바로알기 ㄱ. 지구에 지자기 북극은 하나만 존재할 수 있다. 따라서 과거에도 지자기 북극은 하나였다.

ㄷ. 대륙이 갈라져 이동하려면 대륙 사이에 발산형 경계가 발달해야 한다. 약 3억 년 전에 붙어 있었던 북아메리카 대륙과 유럽 대륙이 이후 점점 멀어지는 방향으로 이동하였으므로 약 3억 년 전 이후로 북아메리카 대륙과 유럽 대륙 사이에 발산형 경계가 형성되었다.

6 고지자기와 인도 대륙의 이동

자료 분석



선택지 분석

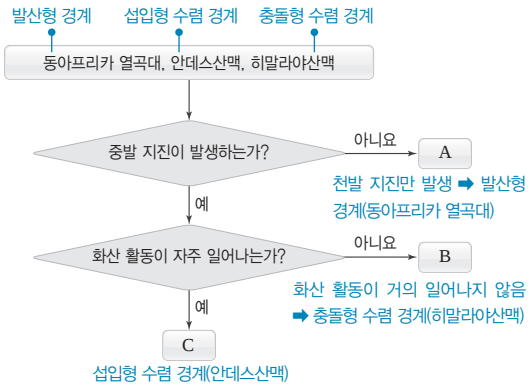
- ☒ 인도 대륙의 이동 속도는 점차 빨라졌다. 느려졌다
- ☒ 판게아가 분리되는 과정에서 이동하였다.
- ☒ 이 기간 동안 인도 대륙의 고지자기 복각의 크기는 계속 증가하였다. 감소하다가 증가하였다

ㄴ. 판게아가 분리되는 과정에서 인도 대륙이 북상하여 유라시아 판과 충돌하면서 히말라야산맥이 형성되었다.

바로알기 ㄱ. 인도 대륙이 7100만 년 전부터 5500만 년 전까지 이동한 거리는 3800만 년 전부터 1000만 년 전까지 이동한 거리보다 길다. 따라서 인도 대륙의 이동 속도는 점차 느려졌다.
 ㄷ. 이 기간 동안 인도 대륙은 남반구에서 북반구로 이동하면서 자기 적도를 통과하므로 복각의 크기는 감소하다가 증가하였다.

7 판 경계의 분류

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A는 동아프리카 열곡대이다.
- ☒ 해구와 나란하게 발달한 지형은 B이다. C
- ☒ B와 C는 수렴형 경계에 형성된 지형이다.

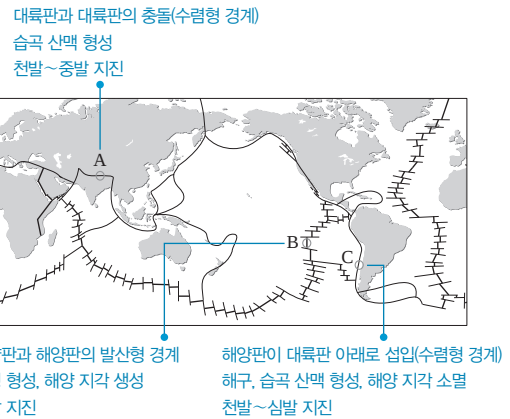
ㄱ. A는 세 지역 중 천발 지진만 발생하는 곳이므로 발산형 경계인 동아프리카 열곡대이다.

ㄷ. B는 중발 지진은 발생하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는 곳이므로 두 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계에 형성된 히말라야산맥이고, C는 섭입형 수렴 경계이므로 B와 C는 모두 수렴형 경계에 형성된 지형이다.

바로알기 ㄴ. C는 중발 지진과 화산 활동이 활발하게 일어나는 곳으로 판이 섭입하면서 해구가 발달하고 이와 나란하게 안데스산맥이 발달하였다. B는 대륙판과 대륙판이 충돌하는 경계에 발달한 곳이므로 해구가 발달하지 않는다.

8 판 경계와 지각 변동

자료 분석



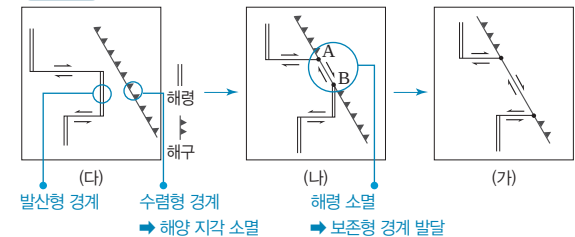
선택지 분석

- ☒ A에서는 습곡 산맥이 발달한다.
- ☒ B에서는 새로운 해양 지각이 생성된다.
- ☒ C에서는 지진 활동이 활발하다.

ㄱ. A는 두 대륙판이 충돌하면서 습곡 산맥이 발달한다.
 ㄴ. B는 해령으로, 새로운 해양 지각이 생성된다.
 ㄷ. C는 섭입형 수렴 경계로, 지진 활동이 활발하다.

9 판 경계의 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 변화 순서는 (가) → (나) → (다)이다. (다) → (나) → (가)
- ☒ (나)에서 해령의 일부가 섭입하여 소멸된다.
- ☒ 구간 A-B는 발산형 경계이다. 보존형

ㄴ. (나)에서 해령의 일부가 해구 아래로 섭입하여 소멸된다.

바로알기 ㄱ. 해령이 해구 쪽으로 밀리면서 보존형 경계가 형성되는 과정으로, 변화 순서는 (다) → (나) → (가)이다.

ㄷ. 구간 A-B는 판이 서로 어긋나 이동하는 보존형 경계이다.

10 지질 시대 대륙 분포의 변화

선택지 분석

- ☒ (가)가 (나)보다 먼저 형성되었다.
- ☒ (나)가 형성되는 과정에서 습곡 산맥이 형성되었다.
- ☒ (가)와 (나) 시기 사이에 대서양이 형성되었다. (나) 시기 이후에

ㄱ. (가)는 약 12억 년 전, (나)는 약 2억4천만 년 전에 형성되었다.

ㄴ. 초대륙이 형성되는 과정에서 대륙의 충돌이 일어나므로 애팔래치아산맥과 같은 습곡 산맥이 형성되었다.

바로알기 ㄷ. 대서양은 (나) 시기 이후에 판게아가 여러 대륙으로 분리되어 이동하는 과정에서 형성되었다.

11 지질 시대 대륙 분포의 변화

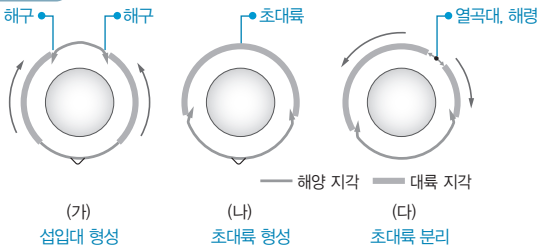
선택지 분석

- ㉠ (가)는 (나)보다 이전의 대륙 분포이다.
 ㉡ (나) 이후에 대서양의 면적은 더 넓어졌다.
 ✕ ㉢ (가)와 (나) 시기 사이에 발산형 경계보다 수렴형 경계가 많이 발달하였다.

(가)는 중생대 초기, (나)는 중생대 중기의 대륙 분포이다.
 ㉠. 고생대 말에 판게아가 형성되었고, 중생대 초 이후로 분리되어 이동하였으므로 (가)가 (나)보다 이전의 대륙 분포이다.
 ㉡. (나) 이후에 북아메리카와 유럽 대륙이 갈라지고, 남아메리카와 아프리카 대륙이 멀어지면서 대서양의 면적은 더 넓어졌다.
 ㉢. (가) 이후에 대륙이 분리되는 것은 대륙 내부에 발산형 경계가 발달하면서 대륙이 갈라져 이동했기 때문이다.

12 초대륙의 형성과 분리

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)~(나) 과정에서 대륙과 대륙의 충돌이 일어난다.
 ㉡ (나)에서 초대륙이 형성되었다.
 ㉢ (다)에서는 해령이 형성될 수 있다.

㉠. (가)~(나) 과정에서 대륙과 대륙이 충돌하면서 한 덩어리로 되어 초대륙이 형성되었다.
 ㉡. (나)는 대륙이 한 덩어리이므로 초대륙이 형성되었다.
 ㉢. (다)에서는 대륙이 갈라지고 해저가 확장되므로 해령이 형성될 수 있다.

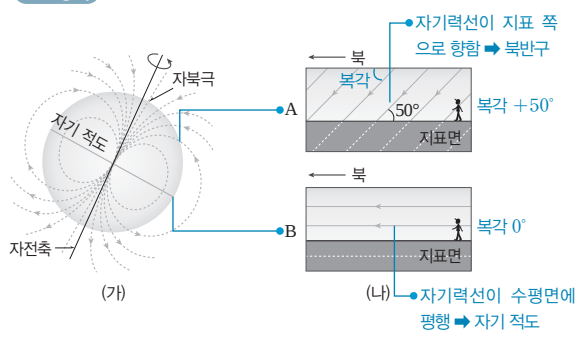
수능 3점

본책 28쪽 ~ 29쪽

- 1 ㉠ 2 ㉡ 3 ㉠ 4 ㉢ 5 ㉢ 6 ㉡
 7 ㉠ 8 ㉡

1 지구 자기장

자료 분석



선택지 분석

- ✕ A는 남반구에 위치한다. 북반구
 ㉡ B는 자기 적도에 위치한다.
 ㉢ B에서 A로 가면 북각은 커진다.

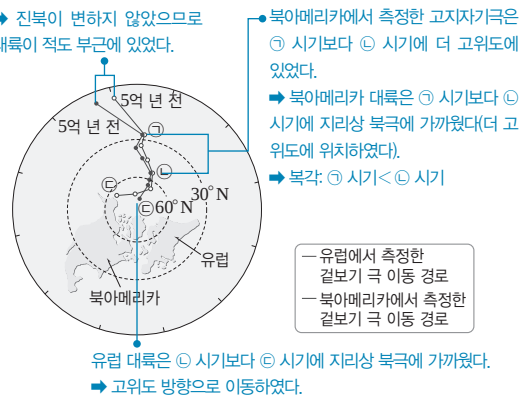
㉡. B는 자기력선이 지표면과 나란하여 북각이 0°이므로 자기 적도에 위치한다.
 ㉢. 북각은 나침반의 자침이 수평면과 이루는 각으로, 나침반의 자침은 자기력선을 따라 기울어진다. (나)에서 B에서 A로 가면 자기력선이 수평면에 대해 기울어지므로 북각은 커진다.
 ㉣. A는 자기력선이 지표면 쪽으로 기울어져 있으므로 북반구에 위치한다.

2 고지자기와 대륙의 이동

자료 분석

고지자기극이 고지자기 방향으로부터 측정된 지리상 북극이고 실제 진북은 변하지 않았다고 할 때, 고지자기극이 이동하는 것은 겉보기 이동이며 대륙이 이동하여 지리상 북극의 위치가 변한 것처럼 보이는 것이다.

두 대륙에서 측정한 5억 년 전 고지자기극의 위치: 적도 부근
 → 진북이 변하지 않았으므로 대륙이 적도 부근에 있었다.



선택지 분석

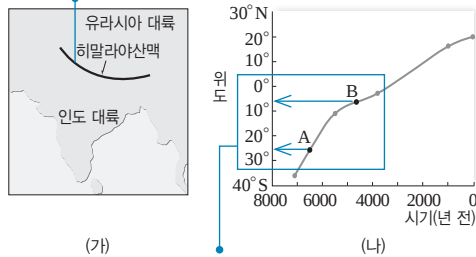
- ✕ 5억 년 전에 지자기 북극은 적도 부근에 위치하였다. 지리상 북극
 ㉡ 북아메리카에서 측정한 고지자기 북각은 ㉡ 시기가 ㉠ 시기보다 크다.
 ✕ 유럽은 ㉡ 시기부터 ㉢ 시기까지 저위도 방향으로 이동하였다.

㉡. 진북은 변하지 않았는데 북아메리카에서 고지자기 방향으로부터 측정된 지리상 북극의 위치가 ㉠ 시기보다 ㉡ 시기에 더 고위도 있는 것처럼 보이는 것은 북아메리카 대륙이 ㉠ 시기에 지리상 북극에 가까운 곳(고위도)에 있었기 때문이다. 북각의 크기는 고위도로 갈수록 커지므로 고지자기 북각은 ㉡ 시기가 ㉠ 시기보다 크다.
 ㉢. 지질 시대 동안 지자기 북극은 항상 지리상 북극 부근에 위치하였고 진북이 변하지 않았다고 하였으므로 5억 년 전에도 지자기 북극은 지리상 북극 부근에 위치하였다. 5억 년 전의 고지자기극이 적도 부근에서 나타나는 것은 대륙이 5억 년 전에는 지리상 북극에서 멀리 떨어진 곳에서 있었기 때문이다.
 ㉣. 유럽 대륙은 ㉡ 시기부터 ㉢ 시기까지 지리상 북극에 가까워졌으므로 고위도 방향으로 이동하였다.

3 인도 대륙의 이동

자료 분석

히말라야산맥은 형성되어 이동한 것이 아니고 현재 위치에서 형성되었다.



A 시기에는 B 시기보다 남반구 고위도에 위치한다.

→ A 시기보다 B 시기에 자기 적도에 가깝다. → 북각의 크기: $A > B$

선택지 분석

- ㉠ 인도 대륙의 잔류 자기 북각의 크기는 A보다 B에서 작다.
- ㉡ 히말라야산맥은 한때 적도 부근에 위치한 적이 있다. **없다**
- ㉢ 히말라야산맥은 판게아가 형성되는 과정에서 발달하였다.
- 인도 대륙과 유라시아 대륙이 충돌하는

㉠. 북각의 크기는 고위도로 갈수록 커지므로 A보다 B에서 작다.
바로알기 ㉡. 히말라야산맥은 인도 대륙이 북상하여 유라시아 대륙과 충돌한 곳에서 형성되었으므로 적도 부근에 위치한 적이 없다.
 ㉢. 인도 대륙은 판게아가 분리될 때 갈라져 나와 이동한 대륙 중 하나이고, 이 대륙이 이동하여 유라시아 대륙과 충돌하면서 히말라야산맥이 형성되었으므로 히말라야산맥은 판게아가 형성되는 과정에서 발달한 산맥이 아니다. 판게아는 고생대 말에 형성되었고, 히말라야산맥은 신생대 초기~중기에 형성되었다.

4 판의 이동과 판 경계의 종류

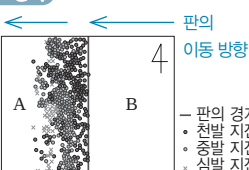
선택지 분석

- ㉠ 두 해양판의 경계에는 변환 단층이 있다.
- ㉡ 해령에서 두 해양판은 1년에 각각 5 cm씩 생성된다.
- ㉢ 해령은 1년에 2 cm씩 동쪽으로 이동한다. **1 cm**

㉠. 두 해양판이 서로 멀어지는 곳에서는 해령이 발달하고, 해령을 가로질러 두 판이 어긋나는 경계에서는 변환 단층이 발달한다.
 ㉡. 고지자기 줄무늬가 해령을 축으로 대칭이므로 해령에서 해양판이 같은 속도로 생성된다. 해령에서 생성된 해양판이 서쪽으로 4 cm/년, 동쪽으로 6 cm/년으로 멀어지면 두 판이 서로 10 cm/년의 속도로 멀어지는데, 해령에서 판이 생성되는 속도는 같으므로 해령에서 두 해양판은 각각 5 cm/년씩 생성된다.
바로알기 ㉢. 판의 이동 속도가 4 cm/년인 서쪽 판이 1년에 5 cm가 생성되려면 해령이 동쪽으로 1 cm씩 이동하여야 한다.

5 수렴형 경계의 지각 변동과 진원 깊이

자료 분석



진원이 A판으로 갈수록 깊어진다.

→ B판이 A판 아래로 섭입된다. → A와 B판의 경계: 수렴형 경계

구분	A	B
이동 방향	서쪽	서쪽
이동 속도 (cm/년)	①	5

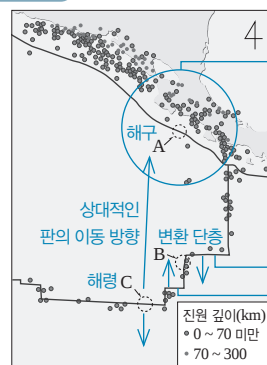
선택지 분석

- ㉠ ①은 5보다 작다.
- ㉡ 판의 경계는 맨틀 대류의 하강부에 해당한다.
- ㉢ 판의 경계를 따라 습곡 산맥이 발달한다. **해구, 호상 열도**

㉠. 지진 분포로 미루어 해양판 B가 해양판 A 아래로 섭입하고 있는 판의 경계이다. 따라서 판의 이동 속력은 B가 A보다 빨라야 하므로 ①은 5보다 작다.
 ㉡. 섭입형 수렴 경계에 해당하는 판의 경계이므로 맨틀 대류의 하강부에 해당한다.
바로알기 ㉢. 해양판이 다른 해양판 아래로 섭입하는 수렴형 경계에서는 해구와 호상 열도가 발달한다.

6 판의 이동과 판 경계의 지각 변동

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ C에서 인접한 두 판의 이동 방향은 대체로 동서 방향이다. **남북**
- ㉡ 인접한 두 판의 밀도 차는 A가 C보다 크다.
- ㉢ 인접한 두 판의 나이 차는 B가 C보다 크다.

㉠. A는 대륙판과 해양판의 경계이고, C는 해양판과 해양판의 경계이므로 인접한 두 판의 밀도 차는 A가 C보다 크다.
 ㉡. B의 서쪽에 있는 판은 B의 동쪽에 있는 판보다 발산형 경계(해령)에서 더 멀리 떨어져 있으므로 나이가 더 많다. C는 발산형 경계로 같은 시기에 생성된 판이 해령을 경계로 양쪽으로 멀어지고 있으므로 인접한 두 판의 나이 차가 거의 없다.
바로알기 ㉢. 진원 깊이가 깊은 곳까지 분포하는 A는 수렴형 경계고, 천발 지진만 발생하는 B와 C는 발산형 경계 또는 보존형 경계이다. A가 수렴형 경계이면 A의 남쪽의 판이 남북 방향으로 이동해야 하므로 C는 발산형 경계이고, B는 보존형 경계이다. 따라서 C에서 인접한 두 판의 이동 방향은 대체로 남북 방향이다.

7 판 경계의 지각 변동

선택지 분석

- ㉠ 지각의 나이는 A가 B보다 많다. **적다**
- ㉡ B와 C 사이에는 수렴형 경계가 존재한다.
- ㉢ 화산 활동은 C가 A보다 활발하다.

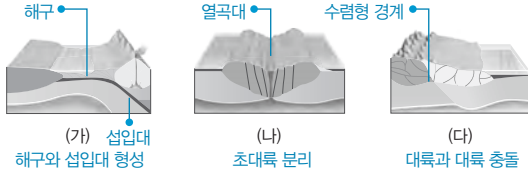
㉠. B와 C 사이에 수심이 매우 깊은 해구가 분포하고, 대륙판인 C 쪽에 진앙이 분포하므로 A 쪽의 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계가 존재한다.

ㄷ. 수렴형 경계에서 진앙은 밀도가 작은 판 쪽에 분포하므로 해구를 경계로 A 쪽의 판이 C 쪽의 판보다 밀도가 크다. 따라서 A 쪽의 판이 섭입하면서 마그마가 생성되므로 화산 활동은 C가 A보다 활발하다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 진앙이 B의 동쪽에 분포하고, (나)에서 B의 동쪽에 해구가 존재하므로 A 쪽의 판은 A → B 방향으로 이동하며 해양 지각의 나이는 B가 A보다 많다.

8 초대륙의 형성과 분리

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 과정이 일어난 순서는 (나) → (가) → (다)이다.
- ㉡ (나) 이후에 분리된 대륙 사이에서 해저 확장이 일어난다.
- ㉢ (가)와 (다) 과정에서 수렴형 경계가 형성된다.

ㄱ. (나) 초대륙 중심에서 열곡대가 발달한 후, 바다가 만들어지고 해령이 형성되어 해저 확장이 일어난다. → (가) 대륙 주변부에 해구와 섭입대가 형성되어 해양 지각이 소멸된다. → (다) 대륙이 다시 가까워지면 대륙끼리 충돌하여 초대륙이 형성된다.

ㄴ. (나) 이후에 분리된 대륙 사이에서 바다가 형성되고 해령이 만들어지면 해저 확장이 일어난다.

ㄷ. (가) 과정에서 해구와 섭입대가 형성되는 수렴형 경계가 발달하고, (다) 과정에서 대륙판끼리 충돌하여 수렴형 경계가 형성된다.

03 마그마 활동과 화성암

개념 확인

본책 31쪽, 33쪽, 35쪽

- (1) 연약권 (2) 밀어내는, 잡아당기는 (3) ① 차가운 ② 뜨거운 ③ 큰 ④ 느리다 (4) 열점 (5) ① 증가 ② 변하지 않는다 (6) 플룸 구조론 (7) ① 적다 ② 높다 ③ 작다 ④ 완만하다 (8) 상승, 감소, 물 (9) ① -㉠ ② -㉡ ③ -㉢ (10) 감소, 현무암질 (11) 안산암질 (12) SiO₂ (13) ① 냉각 속도 ② 심성, 화산 ③ 크고, 작다 (14) ① 유문암 ② 반력암 (15) ① 화강암 ② 적다 ③ 작고, 밝다 ④ 작고, 밝다 (16) ① 화강암 ② 중생대, 신생대 ③ 많다

수능 자료

본책 36쪽

- 자료① 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 × 6 × 7 ○
- 자료② 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ×
- 자료③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○
- 자료④ 1 × 2 × 3 × 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○

자료① 플룸 구조론

2 지진파 단층 촬영 영상에서 주변보다 온도가 높은 지역은 지진파 속도가 느리다. A 지점은 B 지점보다 P파의 속도 편차가 작으므로 B 지점보다 고온 지역이다.

3 이 지역은 P파의 속도 편차가 대각선으로 크게 나타나는 곳을 따라 차가워진 판이 섭입하는 맨틀 대류의 하강부이다. B 지점이 속한 판은 A 지점이 속한 판의 아래로 섭입하고 있으므로 A 지점이 속한 판보다 밀도가 더 크다.

4 A 지점에서는 섭입된 해양판에서 빠져나온 물이 맨틀에 공급되어 맨틀 물질의 용융점을 낮추면서 마그마가 생성된다.

5 A 지점에서는 맨틀 물질이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

6 ㉠의 하부에는 주변보다 온도가 높은 열기둥이 보이지 않으므로 ㉠은 뜨거운 플룸에 의해 형성된 화산섬이 아니고, 호상 열도를 이루는 화산섬이다.

7 섭입대에서 생성된 마그마가 상승하면서 지각을 용융시키거나 성질이 변하여 지표에서는 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

자료② 마그마의 생성 조건과 생성 장소

- 1 ㉠은 물이 포함된 화강암의 용융 곡선이다.
- 2 ㉡은 물이 포함된 맨틀의 용융 곡선이고, ㉢은 물이 포함되지 않은 맨틀의 용융 곡선이다.
- 3 섭입대 부근의 대륙 지각 하부에서 생성되는 유문암질 마그마는 섭입대에서 생성되어 상승하는 마그마에 의해 열을 공급받아 암석이 용융되는 a-a' 과정으로 생성된다.
- 4 A는 열점에서 형성된 화산섬(하와이 열도)으로, 태평양판의 안쪽에 위치한다.
- 5 A에서는 뜨거운 플룸을 따라 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소하는 b → b' 과정으로 맨틀 물질이 부분 용융되면서 현무암질 마그마가 생성되어 분출된다.
- 6 B의 섭입대(페루 해구 부근)에서 마그마는 주로 맨틀에 물이 공급되어 맨틀의 용융점이 낮아지는 c → c' 과정으로 생성된다.

자료③ 마그마의 화학 조성

- 1 A는 SiO₂의 함량이 52 % 이하이므로 현무암질 마그마에 가깝고, B는 SiO₂의 함량이 63 % 이상이므로 유문암질 마그마에 가깝다.
- 4 A에서는 Ca, Fe, Mg 등 금속 원소가 포함된 유색 광물이 많이 정출되므로 A가 식어 생성된 암석은 어두운색을 띠고, 밀도가 크다.

자료④ 한반도의 화성암 지형

- 1 마그마가 식어 굳은 암석은 화성암으로, (가) 화강암과 (다) 현무암이 화성암에 해당한다. (나) 규암은 변성암이다.
- 2 화강암은 유문암질 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 생성되었다.
- 3 현무암은 현무암질 마그마가 지표로 분출하여 급격히 냉각되어 생성되었다.

4 (가)는 심성암이 지표로 드러나면서 판상 절리가 발달하였고, (다)는 화산암이 생성되면서 주상 절리가 발달하였다.

5 화강암은 산성암이므로 색이 밝고, 심성암이므로 구성 광물 결정의 크기가 크다.

6 현무암은 SiO_2 함량이 52 % 이하인 염기성암이고, 마그마가 지표로 분출하여 생성된 화산암이다.

수능 1점

본책 37쪽

1 A: 차가운 플룸, B: 뜨거운 플룸 2 ⑤ 3 (1) 하와이섬 (2) 북서쪽 4 현무암질 마그마 5 (1) 증가 → 감소 (2) 높아져 → 낮아져 (3) 해양 지각 → 대륙 지각 6 ③ 7 ⑤ 8 (가) 화강암 (나) 현무암

1 섭입대 하부에서 하강하는 플룸(A)은 차가운 플룸이고, 외핵과 맨틀의 경계에서 상승하는 플룸(B)은 뜨거운 플룸이다.

2 **바로알기** ⑤ 뜨거운 플룸은 맨틀과 핵의 경계에서 생성되어 상승하며, 차가운 플룸은 수렴형 경계에서 섭입된 판의 물질이 상부 맨틀과 하부 맨틀의 경계에 쌓여 있다가 가라앉으면서 생성된다.

3 (1) 나이가 가장 적은 화산섬이 열점에 가까우므로 화산 활동이 가장 활발하게 일어난다.

(2) 태평양판은 나이가 적은 화산섬에서 나이가 많은 화산섬 방향(북서쪽)으로 이동하였다.

4 해령, 열점, 섭입대에서는 공통적으로 맨틀 물질이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

5 (1) 해령 하부에서는 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소하여 마그마가 생성된다.

(2) 섭입대에서 연약권에 물이 공급되면 맨틀의 용융점이 낮아져 마그마가 생성된다.

(3) 섭입대에서 생성된 마그마가 상승하여 공급하는 열로 대륙 지각이 용융되어 유문암질 마그마가 생성된다.

6 ③ A는 B보다 구성 광물의 크기가 크므로 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 생성되었다.

바로알기 ① 마그마의 냉각 속도가 빠를수록 구성 광물 입자의 크기가 작다. A와 B는 구성 광물의 크기 차이가 크므로 냉각 속도가 다르다.

②, ④ A와 B는 색의 차이가 크므로 구성 광물이 다르다. A는 유색 광물의 함량이 높아서 어두운색을 띠고, B는 유색 광물의 함량이 낮아서 밝은색을 띤다.

⑤ A는 B보다 어두운색을 띠므로 SiO_2 함량이 낮다.

7 암석의 색이 어둡고 SiO_2 함량이 약 52 % 미만이므로 염기성암이고, 광물 입자의 크기가 크므로 심성암이다. 화성암 중 염기성암이면서 심성암인 암석은 반려암이다.

8 (가) 북한산 인수봉은 화강암으로 되어 있다. (나) 암석의 색이 어둡고 주상 절리가 발달한 제주도 화성암은 현무암이다.

수능 2점

본책 38쪽 ~ 40쪽

1 ③ 2 ② 3 ③ 4 ③ 5 ⑤ 6 ①
7 ④ 8 ④ 9 ① 10 ⑤ 11 ① 12 ③

1 판을 움직이는 힘

선택지 분석

- ㄱ. A는 맨틀 대류에 의해 생성된 힘이다.
- ㄴ. B는 판이 소멸하는 경계에서 작용하는 힘이다. **생성되는**
- ㄷ. C는 저온, 고밀도의 판에 의해 발생하는 힘이다.

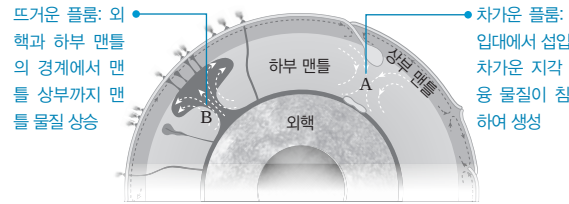
ㄱ. A는 맨틀의 대류에 의해 판이 끌려가는 힘이다.

ㄷ. C는 무거워진 저온, 고밀도의 해양판이 중력에 의해 침강하면서 기존의 판을 해구 쪽으로 잡아당기는 힘이다.

바로알기 ㄴ. B는 해령에서 판을 양쪽으로 밀어내는 힘이고, C는 무거워진 해양판이 중력에 의해 섭입되면서 판을 잡아당기는 힘이다. 따라서 판이 소멸하는 수렴형 경계에서 작용하는 힘은 C이고, B는 판이 생성되는 발산형 경계에서 작용하는 힘이다.

2 플룸 구조론

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 온도: $A > B$ $A < B$
- ㄴ. 밀도: $A > B$
- ㄷ. 지진파 속도: $A < B$ $A > B$

ㄴ. 밀도는 뜨거운 플룸(B)이 차가운 플룸(A)보다 작다.

바로알기 ㄱ. A는 해양판이 냉각 압축되어 무거워진 물질이 핵 쪽으로 가라앉은 것이고, B는 핵과 맨틀의 경계에서 상승한 것이므로 B의 온도가 A보다 높다.

ㄷ. 지진파의 전달 속도는 온도가 높은 지역일수록 느리다. 따라서 온도가 높아서 밀도가 작은 뜨거운 플룸(A)보다 온도가 낮아서 밀도가 큰 차가운 플룸(B)을 통과할 때 지진파의 속도가 더 빠르다.

3 차가운 플룸의 형성

선택지 분석

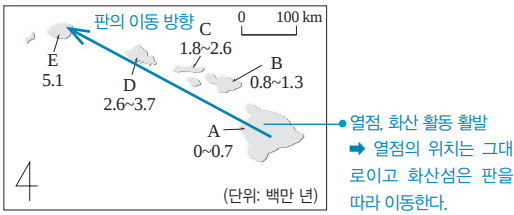
- ㄱ. 섭입대 하부에서 형성된다.
- ㄴ. 주로 대륙판이 냉각, 압축되어 형성된다. **해양판**
- ㄷ. 침강한 물질은 맨틀과 외핵의 경계면까지 도달한다.

ㄱ, ㄷ. 섭입대 하부에서 냉각, 압축된 판 덩어리가 상부 맨틀과 하부 맨틀의 경계에 쌓여 있다가 침강하여 맨틀과 외핵의 경계면까지 도달하면서 차가운 플룸을 형성한다.

바로알기 ㄴ. 주로 대륙판보다 밀도가 큰 해양판이 섭입되면서 냉각, 압축되어 형성된다.

4 열점

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 열점 위에 위치한 섬은 A이다.
- ㉡ A~E의 섬이 형성되는 동안 판은 남동쪽으로 이동하였다. **북서쪽**
- ㉢ 앞으로 화산 활동은 A의 남동쪽에서 더 활발하게 일어날 것이다.

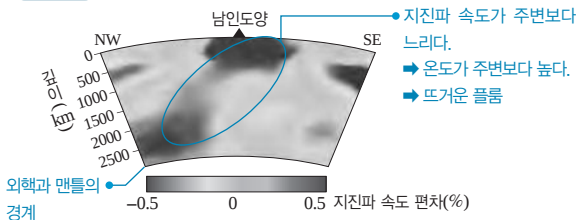
㉠. 열점 위에 위치한 섬은 나이가 0으로, 현재 화산 활동이 일어나고 있는 A이다.

㉡. 판이 북서쪽으로 이동하여 A가 열점에서 서서히 벗어나면서 앞으로 화산 활동은 A의 남동쪽에서 더 활발하게 일어날 것이다.

㉢. 남동쪽으로 오면서 섬의 나이가 적어지므로 섬이 형성되는 동안 판은 북서쪽으로 이동하였다.

5 플룸 구조의 조사 방법-지진파 단층 촬영

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 해령 부근의 지진파 속도는 주변보다 느리다.
- ㉡ 차가운 플룸이 형성된 지역에 위치한다. **뜨거운**
- ㉢ 플룸은 외핵과 맨틀의 경계 부근에서 상승하고 있다.

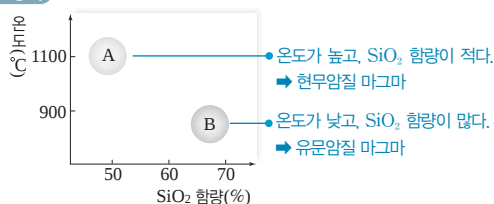
㉠. 남인도양 해령 부근은 주변보다 지진파 속도가 느리므로 온도가 높다.

㉡. 플룸은 깊이 약 2900 km인 외핵과 맨틀의 경계 부근에서 상승하고 있다.

㉢. 주변보다 온도가 높은 물질이 기둥 모양으로 분포하므로 뜨거운 플룸이 형성된 지역에 남인도양 해령이 위치한다.

6 마그마의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 B보다 조용히 분출한다.
- ㉡ A는 B보다 점성이 **크다**. **작다**
- ㉢ A는 B보다 경사가 **급한** 화산체를 형성한다. **완만한**

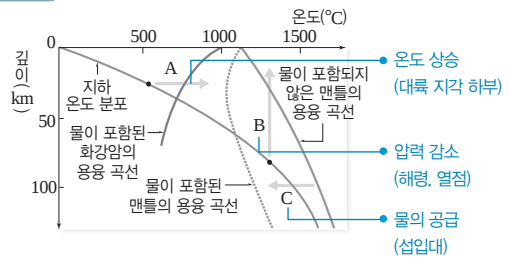
㉠. A는 현무암질 마그마로, 유문암질 마그마인 B보다 휘발 성분이 적어 조용히 분출한다.

㉡. A는 B보다 SiO_2 의 함량이 적고 온도가 높으므로 점성이 작다.

㉢. A는 B보다 점성이 작아 유동성이 크므로 경사가 완만한 화산체를 형성한다.

7 마그마의 생성 조건

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 열점에서 마그마는 A 과정으로 생성된다. **B**
- ㉡ 해령에서 마그마는 B 과정으로 생성된다.
- ㉢ 섭입대에서 현무암질 마그마는 C 과정으로 생성된다.

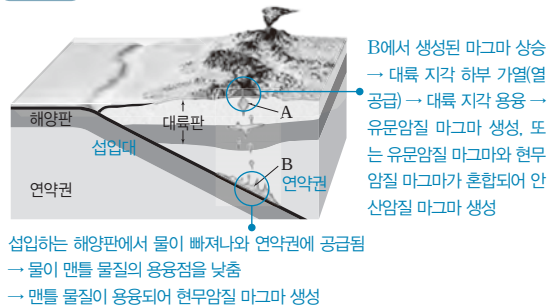
㉡. 해령에서는 맨틀 대류의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승하면서 압력 감소로 부분 용융되어 마그마가 생성된다.

㉢. 섭입대에서 현무암질 마그마는 섭입되는 해양 지각의 함수 광물에서 빠져나온 물이 맨틀에 공급되면서 맨틀의 용융점이 낮아져 부분 용융이 일어나 생성된다.

㉠. 열점에서는 뜨거운 플룸의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승하면서 압력 감소로 부분 용융되어 마그마가 생성된다.

8 마그마의 생성 장소

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 압력이 낮아지면서 맨틀 물질이 용융되어 생성된다. **온도가 높아져 대륙 지각이 용융되어**
- ㉡ B가 생성될 때, 물은 맨틀의 용융점을 낮추는 역할을 한다.
- ㉢ A는 B보다 SiO_2 함량이 높다.

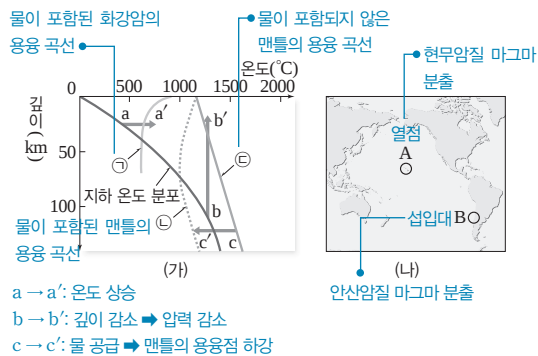
ㄴ. B는 섭입하는 해양판에서 빠져나온 물이 연약권에 공급되어 맨틀 물질의 용융점이 낮아지면서 맨틀 물질이 용융되어 생성되는 마그마이다.

ㄷ. A는 안산암질 마그마나 유문암질 마그마이므로 현무암질 마그마인 B보다 SiO_2 함량이 높다.

바로알기 ㄱ. A는 B에서 생성되어 상승하는 마그마에 의해 가열되어 온도가 높아진 대륙 지각이 용융되어 생성된 마그마이다. 압력이 낮아지면서 맨틀 물질이 용융되어 생성되는 마그마는 해령이나 열점에서 생성되는 마그마이다.

9 마그마의 생성 조건과 생성 장소

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 물이 포함된 암석의 용융 곡선은 ㉠과 ㉡이다.
 ✕ B에서는 주로 현무암질 마그마가 분출된다. **안산암질**
 ✕ A에서 분출되는 마그마는 주로 c → c' 과정에 의해 생성된다.

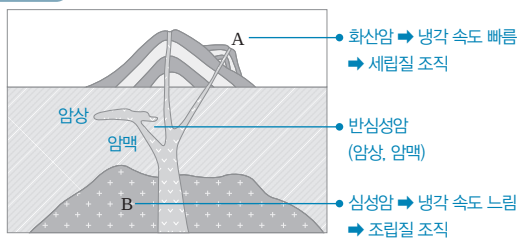
ㄱ. (가)에서 ㉠은 물이 포함된 화강암의 용융 곡선, ㉡은 물이 포함된 맨틀의 용융 곡선, ㉢은 물이 포함되지 않은 맨틀의 용융 곡선이다.

바로알기 ㄴ. B는 섭입대가 발달하는 수렴형 경계로, 이 지역에서는 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

ㄷ. A에서 분출되는 마그마는 열점에서 생성된 마그마이다. 뜨거운 플룸을 따라 맨틀 물질이 상승하여 압력이 감소(b → b')하면 맨틀 물질이 부분 용융되어 마그마가 생성된다.

10 화성암의 조직

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 화산암에 해당한다.
 ㉡ 암석이 생성될 당시 마그마의 냉각 속도는 A가 B보다 빨랐다.
 ㉢ 조립질 조직은 A보다 B에 잘 발달한다.

ㄱ. A는 마그마가 지표로 분출하여 급격히 식어 굳은 암석이므로 화산암에 해당한다.

ㄴ. B는 마그마가 지하 깊은 곳에서 서서히 식어 굳은 암석이므로 심성암에 해당한다. 마그마는 지표 부근에서 빠르게 식으므로 암석이 생성될 당시 마그마의 냉각 속도는 A가 B보다 빨랐다.

ㄷ. 조립질 조직은 마그마가 천천히 냉각되면서 결정이 자랄 시간이 충분하여 광물 결정이 크게 자란 조직이다. 따라서 지표 부근에서 생성된 A보다 지하 깊은 곳에서 생성되어 마그마의 냉각 속도가 느린 B에 조립질 조직이 잘 발달한다.

11 화성암의 분류

자료 분석

조직	색 밀도 SiO_2 함량		
	유색 광물 함량	적다 ← → 많다	어둡다 작다 → 크다 ← 많다 → 적다
화산암 세립질	A 유문암	안산암	B 현무암
심성암 조립질	C 화강암	섬록암	D 반력암
	산성암	중성암	염기성암

선택지 분석

- ㉠ A는 B보다 SiO_2 의 함량이 많다.
 ✕ A는 C보다 마그마가 천천히 냉각되었다. **빠르게**
 ✕ C는 D보다 평균 밀도가 크다. **작다**

ㄱ. A는 유색 광물의 함량이 적은 산성암이므로 염기성암인 B보다 SiO_2 의 함량이 많다.

바로알기 ㄴ. 세립질 조직인 A는 구성 광물의 결정이 작고, 조립질 조직인 C는 구성 광물의 결정이 크므로 A가 C보다 마그마가 빠르게 냉각되었다.

ㄷ. 산성암인 C는 염기성암인 D보다 Fe, Mg 등 밀도가 큰 광물의 함량이 낮으므로 평균 밀도가 작다.

12 한반도의 화성암 지형

선택지 분석

- ㉠ (가)는 (다)보다 지하 깊은 곳에서 생성되었다.
 ✕ (나)와 (다)는 모두 화성암이다. **(가)와 (다)**
 ㉢ (가), (나), (다) 모두 절리가 나타난다.

ㄱ. (가)의 화강암은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 생성된 심성암이고, (다)의 현무암은 마그마가 지표 부근에서 급격하게 식어 생성된 화산암이다.

ㄷ. 절리는 암석에 존재하는 불연속면(틈)으로, 힘 또는 냉각 등에 의해 발생하며 (가)~(다) 암석에 모두 나타난다.

바로알기 ㄴ. (가)와 (다)는 마그마가 식어서 생성된 화성암이고, (나)는 암석이 열이나 압력을 받아 성질이 변하여 생성된 변성암이다.

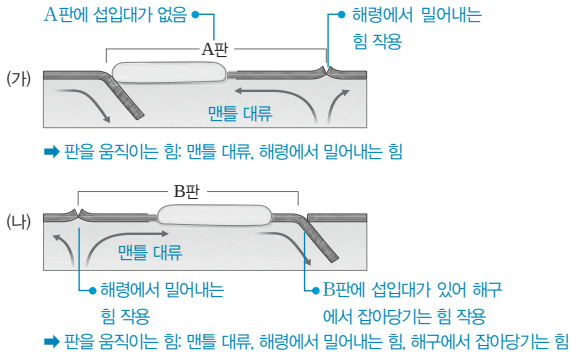
수능 3점

본책 41쪽 ~ 43쪽

1 ③	2 ②	3 ④	4 ③	5 ④	6 ①
7 ①	8 ③	9 ②	10 ⑤	11 ③	12 ②

1 판을 움직이는 힘

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A판과 B판을 이동시키는 공통적인 힘은 맨틀 대류와 해령에서 밀어내는 힘이다.
- ✕ 판의 이동 속도는 A판이 B판보다 빠르다. 느리다
- ㉡ 판의 이동 속도는 판이 섭입되는 판 경계의 유무에 따라 달라진다.

ㄱ. A판은 섭입되지 않으므로 맨틀 대류와 해령에서 밀어내는 힘에 의해 이동한다. B판은 해구에서 섭입되므로 맨틀 대류와 해령에서 밀어내는 힘 외에도 해구에서 잡아당기는 힘이 작용한다.

ㄴ. 판의 이동 속도는 섭입되는 판 경계가 있는 경우가 없는 경우보다 빠르다.

바로알기 ㄴ. 판의 이동 속도는 A판보다 해구에서 잡아당기는 힘까지 작용하는 B판이 더 빠르다.

2 플룸 구조론

자료 분석



선택지 분석

- ✕ A는 ㉠에 해당한다. ㉡
- ✕ 열점은 판과 같은 방향과 속력으로 움직인다.
- ㉢ 대규모의 뜨거운 플룸은 맨틀과 외핵의 경계부에서 생성된다.

㉠은 아시아 대륙의 섭입대 부근에서 형성된 차가운 플룸이므로 B에, ㉡은 아프리카 대륙 부근의 뜨거운 플룸이므로 A에, ㉢은 대서양의 뜨거운 플룸이므로 D에, ㉣은 태평양의 뜨거운 플룸이므로 C에 대응한다.

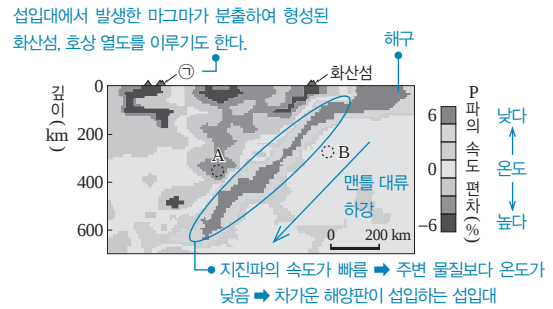
ㄴ. 차가운 플룸이 맨틀과 외핵의 경계 쪽으로 하강하면 그 영향으로 맨틀과 외핵의 경계부에서 뜨거운 플룸이 상승한다.

바로알기 ㄱ. A는 열점이 위치한 곳이고, 열점은 뜨거운 플룸이 상승하는 곳에서 생성되므로 차가운 플룸이 하강하는 곳인 ㉠에 해당하지 않는다.

ㄴ. 열점은 맨틀과 외핵의 경계부에서 상승하는 뜨거운 플룸에 의해 생성되므로 판이 이동해도 열점의 위치는 변하지 않는다.

3 플룸 구조론—지진파 단층 촬영

자료 분석



선택지 분석

- ✕ ㉠은 열점이다. 수렴형 경계 부근에서 생성된 화산섬
- ㉡ A 지점에서는 주로 SiO_2 의 함량이 52%보다 낮은 마그마가 생성된다. 현무암질 마그마
- ㉢ B 지점은 맨틀 대류의 하강부이다.

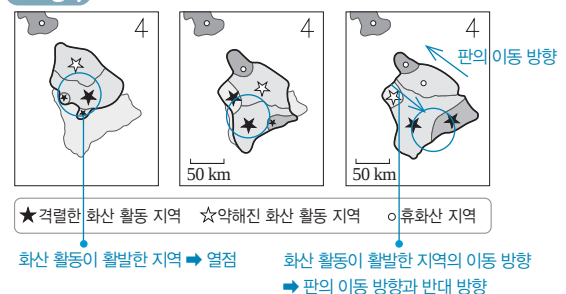
ㄴ. A 지점과 B 지점 사이에서 지진파 속도가 빠른 영역은 차가운 해양판이 섭입하면서 형성된 섭입대이다. A 지점은 섭입되는 판 부근의 연약권이다. 해양판이 섭입하면서 온도와 압력이 상승하면 해양 지각 등에 포함되어 있던 물이 빠져나와 맨틀의 용융점을 낮추므로 A 지점에서는 맨틀 물질이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

ㄴ. 섭입대 부근에 위치한 B 지점은 맨틀 대류의 하강부이다.

바로알기 ㄱ. 주변보다 상대적으로 온도가 높은 지역은 지진파 속도가 느리게 나타난다. 열점은 뜨거운 플룸에 의해 생성되며, 뜨거운 플룸은 지진파 단층 촬영 사진에서 지진파 속도가 느린 부분이 기둥 모양으로 나타난다. ㉠의 하부에는 뜨거운 플룸이 나타나지 않으므로 ㉠은 열점이 아니며, 섭입대가 발달하는 수렴형 경계 부근에서 생성된 화산섬으로, 호상 열도를 이루기도 한다.

4 열점과 하와이섬의 형성 과정

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 시간이 지나면서 격렬한 화산 활동 지역은 남동쪽으로 이동하였다.
- ㉡ 현재 태평양판은 북서쪽으로 이동하고 있다.
- ✕ 앞으로 새로운 화산섬은 하와이섬의 북서쪽에서 생길 것이다. 남동쪽

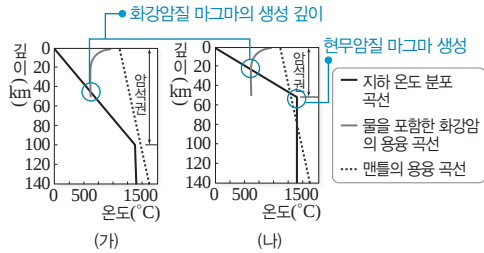
ㄱ. 하와이섬은 현재 섬 아래에 위치한 열점에서 분출하는 마그마에 의해 형성된 화산섬이다. 처음에는 하와이섬의 북서쪽에서 격렬한 화산 활동이 일어났지만, 그 지역이 대체로 남동쪽으로 이동하고 있으며 그에 따라 섬도 남동쪽으로 확장되고 있다.

ㄴ. 격렬한 화산 활동이 일어났던 지역은 시간이 지나면서 화산 활동이 점차 약해지다가 나중에는 휴화산 지역이 된다. 화산 활동이 활발한 지역은 남동쪽으로 이동하는데, 이는 열점은 하와이섬 아래의 맨틀 속에 고정되어 있지만 섬들이 얹혀 있는 태평양판이 북서쪽으로 이동하기 때문이다.

바로알기 ㄷ. 태평양판이 북서쪽으로 이동하고 열점의 위치는 변하지 않으므로 새로운 화산섬은 하와이섬의 남동쪽에서 생길 것이다.

5 마그마의 생성 조건

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 암석권에서의 깊이에 따른 온도 증가율은 작아졌다. 커졌다
- 화강암질 마그마가 더 얇은 곳에서 생성될 수 있다.
- 지하 60 km 깊이에서 현무암질 마그마가 생성된다.

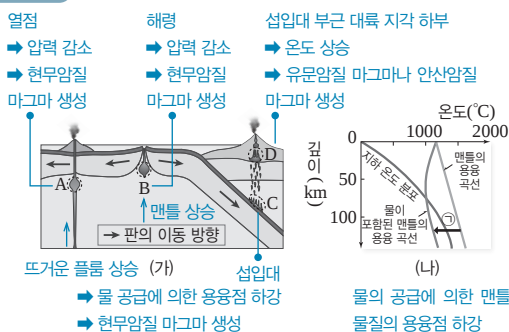
ㄴ. 지하 온도 분포 곡선과 암석의 용융 곡선이 만나는 곳에서 마그마가 생성되므로 (나)에서 화강암질 마그마가 생성되는 깊이는 더 얕아진다.

ㄷ. (나)의 지하 60 km 깊이에서 지하 온도가 맨틀의 용융점보다 높아지므로 맨틀이 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

바로알기 ㄱ. (나)는 (가)보다 같은 깊이의 암석권에서 온도가 더 높으므로 깊이에 따른 온도 증가율이 더 크다.

6 마그마의 생성 장소와 생성 조건

자료 분석



선택지 분석

- A의 하부에는 플룸 상승류가 있다.
- ✕ (나)의 ㉠ 과정에 의해 마그마가 생성되는 지역은 B이다. C
- ✕ 생성되는 마그마의 SiO₂ 함량(%)은 C에서가 D에서보다 높다. 낮다

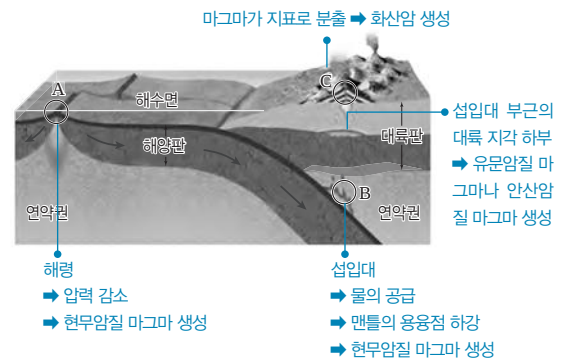
ㄱ. A는 뜨거운 플룸이 상승하여 마그마가 생성되는 열점이므로 A의 하부에는 플룸 상승류가 있다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 맨틀에 물이 공급되어 맨틀 물질의 용융점이 낮아져 마그마가 생성되는 과정이다. C에서 섭입하는 해양 지각에서 빠져나온 물이 연약권에 공급되면 ㉠ 과정으로 마그마가 생성된다. B는 해령 하부로, 맨틀 대류를 따라 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소하여 마그마가 생성된다.

ㄷ. C에서는 현무암질 마그마가 생성된다. D에서는 C에서 생성된 현무암질 마그마에 의해 대륙 지각이 가열되어 유문암질 마그마가 생성되거나 이 유문암질 마그마와 현무암질 마그마가 혼합되어 안산암질 마그마가 생성될 수 있다. 따라서 C에서 생성되는 마그마는 D에서 생성되는 마그마보다 SiO₂ 함량이 낮다.

7 마그마의 생성 장소와 화성암

자료 분석



선택지 분석

- A~C 중 주로 현무암질 마그마가 생성되는 곳은 A, B이다.
- ✕ A와 B에서 맨틀 물질의 용융점이 낮아지는 원인은 같다. 다르다
- ✕ C에서 마그마가 지표로 분출하여 생성된 화성암은 반려암이다. 안산암이나 유문암

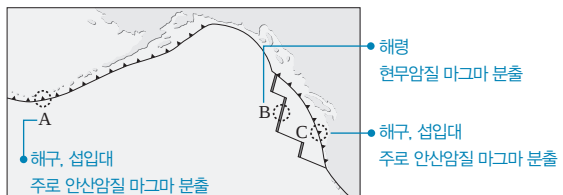
ㄱ. A와 B에서는 맨틀 물질이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

바로알기 ㄴ. A 해령 하부에서 맨틀 물질이 상승하면 압력이 낮아지면서 마그마가 생성된다. B에서는 섭입대를 따라서 섭입하는 해양 지각에 포함된 함수 광물에서 물이 빠져나와 맨틀에 공급되면 맨틀 물질의 용융점이 낮아져서 마그마가 생성된다.

ㄷ. C에서는 안산암질 마그마나 유문암질 마그마가 분출하여 안산암이나 유문암이 생성된다. 반려암은 현무암질 마그마가 식어서 생성되는 심성암이므로 지하 깊은 곳에서 생성된다.

8 판 경계와 마그마의 성질

자료 분석



선택지 분석

- 판의 두께가 가장 얇은 곳은 B이다.
- 분출된 용암의 평균 점성은 B가 A보다 작다.
- ✕ 인접한 두 판의 밀도 차는 C가 B보다 작다. 크다

ㄱ. 판의 두께는 해령에서 해구 쪽으로 갈수록 두꺼워진다. A와 C는 해구이고, B는 해령이므로 판의 두께는 B에서 가장 얇다.
 ㄴ. 해령인 B에서는 현무암질 마그마가 분출하고, 해구 부근인 A에서는 주로 안산암질 마그마가 분출한다. 현무암질 마그마는 안산암질 마그마보다 점성이 작으므로 분출된 용암의 평균 점성은 B가 A보다 작다.

바로알기 ㄷ. 해양판은 대륙판보다 밀도가 크다. B는 해양판과 해양판이 경계를 이루고, C는 해양판과 대륙판이 경계를 이루므로 인접한 두 판의 밀도 차는 C가 B보다 크다.

9 마그마의 종류

선택지 분석

- ☒ A는 유문암질 마그마이다. **현무암질**
- ☐ CaO의 질량비는 A가 B보다 크다.
- ☒ 유색 광물은 A보다 B에서 **많이** 정출된다. **적게**

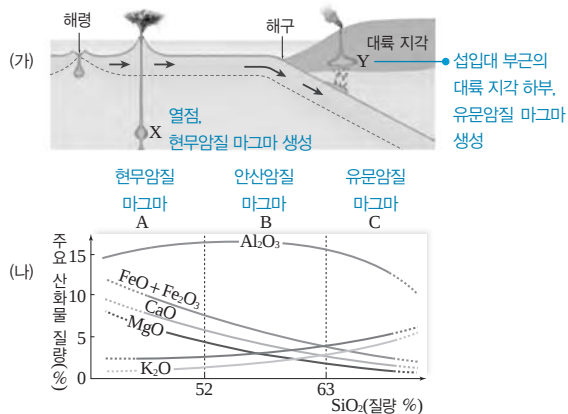
ㄴ. 그림에서 CaO의 질량비는 A가 B보다 크다.

바로알기 ㄱ. 현무암질 마그마는 유문암질 마그마에 비해 상대적으로 SiO_2 의 함량이 적다. 따라서 A가 현무암질 마그마이고, B가 유문암질 마그마이다.

ㄷ. Ca, Mg, Fe 등의 원소가 포함된 유색 광물은 유문암질 마그마인 B보다 현무암질 마그마인 A에서 더 많이 정출된다.

10 마그마의 생성 장소와 화학 조성

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)에서 마그마의 생성 온도는 X보다 Y가 더 **높다**. **낮다**
- ☐ (가)에서 X의 마그마는 (나)의 A 조성을 갖는다.
- ☒ Y보다 X의 마그마에서 Fe, Mg의 비율이 **높다**.

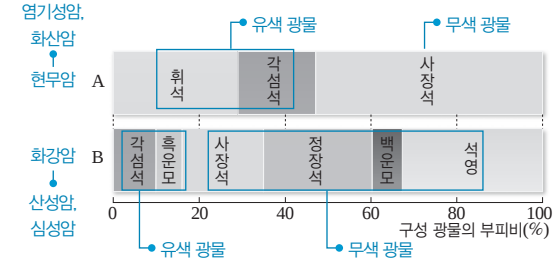
ㄴ. (가)에서 열점인 X에서는 현무암질 마그마가 생성되므로 (나)의 A 조성을 갖는다.

ㄷ. Y에서는 유문암질 마그마(C)가 생성되고 X에서는 현무암질 마그마(A)가 생성되므로, Y보다 X의 마그마에 Fe, Mg의 비율이 높다.

바로알기 ㄱ. X에서는 현무암질 마그마가 생성되고, Y에서는 유문암질 마그마가 생성된다. 마그마의 생성 온도는 현무암질 마그마가 유문암질 마그마보다 높으므로 X가 Y보다 더 높다.

11 화성암의 분류

자료 분석



선택지 분석

- ☐ 유색 광물의 부피비는 A가 B보다 높다.
- ☐ A는 염기성암, B는 산성암이다.
- ☒ 구성 광물 결정의 크기는 A가 B보다 **크다**. **작다**

ㄱ. 유색 광물에는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모 등이 있고, 무색 광물에는 사장석, 석영, 정장석, 백운모 등이 있다. A는 유색 광물의 부피비가 40 % 이상이고, B는 유색 광물의 부피비가 20 % 미만이다.

ㄴ. 염기성암은 산성암보다 유색 광물의 함량이 많고 유색 광물의 부피비는 A가 B보다 높으므로 A는 염기성암, B는 산성암이다. 화강암은 산성암이고, 현무암은 염기성암이므로 A는 현무암, B는 화강암이다.

바로알기 ㄷ. 현무암(A)은 화산암이고 화강암(B)은 심성암이다. 화산암은 심성암보다 마그마가 빨리 냉각되어 광물 결정이 작으므로 구성 광물 결정의 크기는 A가 B보다 작다.

12 한반도의 화성암 지형

자료 분석



선택지 분석

- ☐ (가)의 절리는 압력의 감소로 형성되었다.
- ☒ (나)는 지하 깊은 곳에서 생성된 후 지표로 노출된 것이다. (가)
- ☒ (가)는 (나)보다 먼저 형성되었다.
- ☒ 우리나라 전역에는 (가)보다 (나)와 같은 암석이 많이 분포한다. (나)보다 (가)

ㄱ. (가)의 판상 절리는 심성암이 지표로 노출되면서 압력이 감소하여 형성되었다.

ㄷ. (가)는 중생대에, (나)는 신생대에 형성되었다.

바로알기 ㄴ. (나)는 현무암으로, 마그마가 지표로 분출하여 빨리 냉각되어 생성된 것이다.

ㄹ. 우리나라 전역에는 (가)와 같은 화강암이 (나)와 같은 현무암보다 많이 분포한다.

ㄴ. B 과정은 퇴적물 사이의 빈 공간(공극) 속에 녹아 있는 석회 물질, 규질, 산화 철 등이 침전하면서 입자들을 단단히 연결시키는 교결 작용이다.

ㄹ. A는 다짐 작용으로, 퇴적물의 무게에 의해 아래에 있는 퇴적물이 눌리면서 퇴적물 입자 사이의 간격이 좁아져 퇴적물의 밀도는 증가한다.

바로알기 ㄱ. A 과정에서 퇴적물이 압축되므로 퇴적물 사이의 공극의 부피는 감소한다.

ㄴ. A 과정은 퇴적물이 다져지는 다짐 작용, B 과정은 교결 물질이 퇴적물 입자들을 단단히 연결시키는 교결 작용이라고 한다.

2 퇴적암의 분류

선택지 분석

- ㉠ A는 화산 활동의 분출물로 형성된다.
- ✕ B는 바다에서만 형성된다. **바다, 하천, 호수 등에서**
- ㉡ C는 유기적 퇴적암이나 화학적 퇴적암으로 분류된다.

ㄱ. A는 쇄설성 퇴적암인 응회암이다. 응회암은 화산 활동의 분출물인 화산재가 퇴적되어 형성된다.

ㄴ. C는 석회암으로, 석회질 생물체의 유해가 퇴적된 유기적 퇴적암이나 탄산 칼슘이 침전되어 형성된 화학적 퇴적암으로 분류된다.

바로알기 ㄴ. B는 건조한 기후에서 물의 증발로 잔류한 염류가 퇴적되어 굳은 화학적 퇴적암인 암염이다. 암염은 건조한 기후 조건에 있는 육지의 하천, 호수 등에서도 형성된다.

3 퇴적암과 퇴적 구조-사층리, 연흔

선택지 분석

- ✕ (가)의 퇴적층 중 가장 얇은 수심에서 형성된 것은 **이암층 역암층**이다.
- ✕ (나)의 A와 B는 주로 **역암층**에서 관찰된다. **사암층**
- ㉡ (나)의 A와 B 중 층리면에서 관찰되는 퇴적 구조는 B이다.

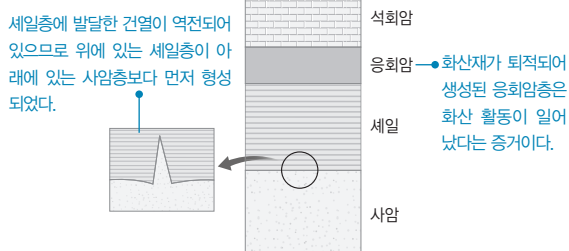
ㄴ. 연흔은 층리면과 단면 모두에서 관찰할 수 있지만, 사층리는 층리면에서는 관찰할 수 없고 단면에서만 관찰할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 해수면이 하강하는 과정에서 수심은 점차 낮아지므로 (가)의 퇴적층에서 가장 얇은 수심에서 형성된 지층은 가장 나중에 퇴적된 역암층이다.

ㄴ. A는 사층리, B는 연흔이다. 사층리와 연흔은 입자 크기가 큰 자갈(역암)이 퇴적될 때보다 입자 크기가 작은 모래(사암)나 점토(셰일)가 퇴적될 때 주로 형성된다.

4 퇴적 구조-건열

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 사암층은 세일층보다 **먼저** 퇴적되었다. **나중에**
- ㉠ 세일층이 퇴적된 후 건조한 대기 중에 노출된 적이 있다.
- ㉡ 이 지역 부근에서 화산 활동이 일어난 적이 있다.

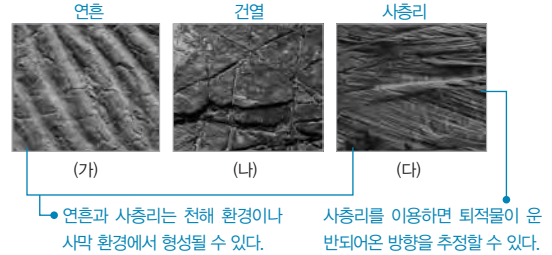
ㄴ. 세일층에 건열이 형성되어 있으므로 세일층이 퇴적된 후 건조한 기후로 변하여 건열이 만들어졌다.

ㄴ. 응회암층은 화산재가 퇴적되어 생성된 지층이므로 이 지역 부근에서 과거에 화산 활동이 일어난 적이 있다.

바로알기 ㄱ. 사암층과 세일층의 경계에서 건열이 역전되어 있으므로 세일층이 사암층보다 먼저 퇴적되었다.

5 퇴적 구조-연흔, 건열, 사층리

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 연흔이다.
- ✕ (나)는 **심해** 환경에서 생성된다. **건조한 기후**
- ㉡ (다)에서는 퇴적물의 공급 방향을 알 수 있다.

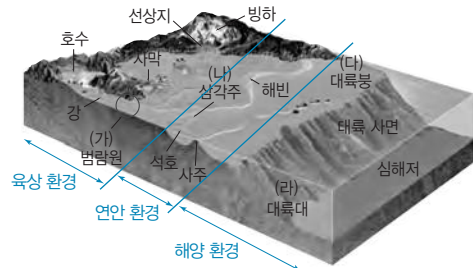
ㄱ. (가)는 잔물결이나 파도 등에 의해 퇴적물의 표면에 생긴 물결 모양의 퇴적 구조인 연흔이다.

ㄴ. (다)는 물이 흐르거나 바람이 부는 방향 쪽으로 퇴적물이 이동하여 형성된 사층리로, 퇴적물의 공급 방향을 알 수 있다.

바로알기 ㄴ. (나)는 건조한 기후에 노출되는 환경에서 퇴적물의 표면이 갈라져 표면에 켜기 모양의 틈이 생긴 구조인 건열이다. 건열은 심해 환경에서는 생성되지 않는다.

6 퇴적 환경

자료 분석



선택지 분석

- ✕ (가)와 (나)는 육상 환경이다. **(가)**
- ✕ (다)의 얇은 물 밑에서 **사층리**가 잘 형성된다. **연흔**
- ㉡ (라)에서 잘 형성되는 퇴적 구조는 퇴적물 입자의 크기가 위로 갈수록 작아진다.

ㄴ. (라)에서는 저탁류에 의해 퇴적물 입자의 크기가 위로 갈수록 작아지는 점이 층리가 잘 형성된다.

바로알기 ㄱ. (가)는 육상 환경, (나)는 연안 환경이다.

ㄴ. (가)와 (나)에서는 흐르는 물에 의해 사층리가, (다)에서는 얇은 물 밑에서 연흔이 잘 형성된다.

7 우리나라의 대표적 퇴적 지형

선택지 분석

- ㉠ (가)에는 층리가 발달해 있다.
- ㉡ (나)의 지층은 화산 쇄설물이 쌓여 형성되었다. (가)
- ㉢ 지층의 형성 시기는 (가)가 (나)보다 먼저이다. 나중

ㄱ. 쇄설성 퇴적암인 응회암이 분포하는 (가)에는 줄무늬가 보이므로 층리가 발달해 있다.

바로알기 ㄴ. (나)의 지층은 바다에서 형성된 석회암층으로, 탄산 칼슘이 침전되거나 석회질 생물체의 유해가 쌓여 형성되었다.
ㄷ. (가)는 신생대에 형성되었고, 삼엽충 화석이 산출되는 (나)는 고생대에 형성되었다.

8 우리나라의 대표적인 퇴적암 지형

선택지 분석

- ㉠ 세 지역은 모두 퇴적암으로 이루어져 있다.
- ㉡ (가)~(다) 중 암석이 형성될 당시에 해양 환경이었던 지역은 (다)이다.
- ㉢ (나) 지역의 암석보다 (다) 지역의 암석이 먼저 형성되었다.

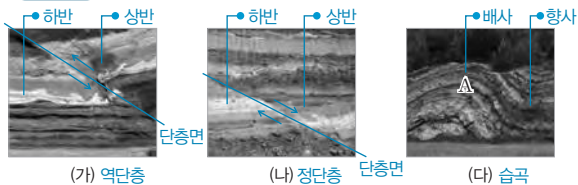
ㄱ. 역암, 셰일, 석회암은 모두 퇴적암에 속하므로 세 지역 모두 퇴적암 지역이다.

ㄴ. (가) 지역과 (나) 지역은 육상 환경에서, (다) 지역의 석회암은 해양 환경에서 형성되었다.

ㄷ. (가)와 공룡 발자국 화석이 발견되는 (나) 지역의 암석은 중생대에 형성되었다. (다) 지역의 석회암은 고생대에 형성되었다.

9 단층의 종류와 습곡

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 정단층이다. 역단층
- ㉡ (나)는 장력을 받아 형성되었다.
- ㉢ (다)에서 A는 배사이다.
- ㉣ (나)와 (다)는 판의 충돌대에서 잘 발달한다. (가)와 (다)

ㄴ. (나)는 상대적으로 상반이 하반에 대해 아래로 이동한 정단층이다. 정단층은 장력을 받아 형성된다.

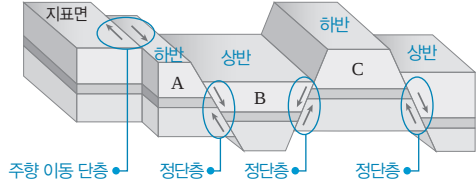
ㄷ. (다)에서 A는 지층이 위로 볼록하게 휘어진 배사이다. 지층이 아래로 오목하게 휘어진 부분은 향사이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 상대적으로 상반이 하반에 대해 위로 이동한 역단층이다. 역단층은 횡압력을 받아 형성된다.

ㄴ. (다)는 지층이 횡압력을 받아 휘어진 습곡이다. 횡압력을 받아 형성된 (가)와 (다)는 판의 충돌대에서 잘 발달하지만, 장력을 받아 형성된 (나)는 발산형 경계에서 잘 발달한다.

10 단층

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A와 B 사이의 단층은 장력에 의해 형성되었다.
- ㉡ C는 상반이다. 하반
- ㉢ 주향 이동 단층, 정단층, 역단층이 모두 나타난다.
주향 이동 단층, 정단층이

ㄱ. A와 B 사이의 단층은 상반이 단층면을 따라 상대적으로 아래로 이동했으므로 장력에 의해 형성된 정단층이다.

바로알기 ㄴ. C는 단층면을 경계로 아래쪽 부분이므로 하반이다.
ㄷ. 이 지역에서는 주향 이동 단층, 정단층이 나타난다.

11 절리의 종류

선택지 분석

- ㉠ (가)는 주상 절리이다.
- ㉡ (나)는 주로 심성암이 지표로 노출되면서 형성된다.
- ㉢ 암석이 생성된 깊이는 (가)가 (나)보다 얕다. **얕다**

ㄱ. (가)는 기둥 모양으로 발달한 주상 절리이다.

ㄴ. (나)는 얇은 판 모양으로 발달한 판상 절리로, 지하 깊은 곳에서 생성된 심성암이 지표로 노출되면서 압력 감소로 형성된다.

바로알기 ㄷ. (가)는 화산암에서 잘 나타나고, (나)는 심성암에서 잘 나타난다. 따라서 암석이 생성된 깊이는 (가)가 (나)보다 얕다.

12 부정합의 형성 과정

선택지 분석

- ① (가)와 (나) 사이에 지층의 용기가 있었다.
- ② (나)에서 지층이 습곡 작용을 받았다.
- ③ (다)에서 풍화와 침식 작용이 일어났다.
- ④ (라)에서 B층과 D층 사이에 긴 시간 간격이 있다.
- ㉤ 평행 부정합이 형성되는 과정이다. **경사**

① (가)와 (나) 사이에 물 밑에서 퇴적물이 쌓여 형성된 지층이 수면 위로 노출되었으므로 지층의 용기가 있었다.

② (나)에서 지층이 휘어져 있으므로 습곡 작용을 받았다.

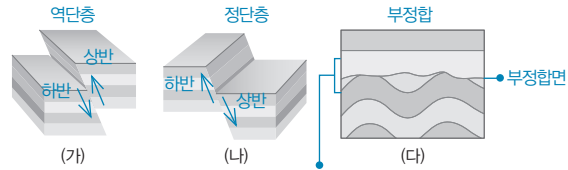
③ (다)에서 C층의 일부가 풍화와 침식 작용으로 깎였다.

④ (라)에서 B층과 D층은 부정합 관계이므로 두 지층 사이에 긴 시간 간격이 있다.

바로알기 ⑤ 부정합면을 경계로 상하 지층의 층리가 나란하지 않으므로 경사 부정합이 형성되는 과정이다.

13 지질 구조 - 역단층, 정단층, 부정합

자료 분석



부정합면을 경계로 상하에 있는 인접한 두 지층이 나란하면 **평행 부정합**이지만, 나란하지 않고 경사져 있으면 **경사 부정합**이다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 역단층이다.
- ㉡ (나)가 생성될 때 작용한 힘은 **횡압력**이다. **장력**
- ㉢ (다)에 나타난 부정합은 **평행** 부정합이다. **경사**

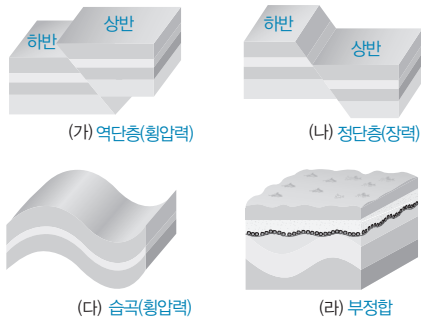
㉠. (가)는 상반이 하반에 대해 위로 이동한 역단층이다.

㉡. (나)는 상반이 하반에 대해 아래로 이동한 정단층으로, 지층에 장력이 작용하여 형성된다.

㉢. (다)에 나타난 부정합은 부정합면을 경계로 상하에 있는 인접한 두 지층이 나란하지 않고 경사져 있으므로 **경사 부정합**이다.

14 변동대에서의 지질 구조

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 열곡대에서 잘 발달한다. (나)
- ㉡ (나)와 (다)는 습곡 산맥에서 잘 발견된다. (가)와 (다)
- ㉢ (라)는 지층이 융기한 후 침식을 받고 침강한 다음 새로운 지층이 쌓이면서 형성된다.

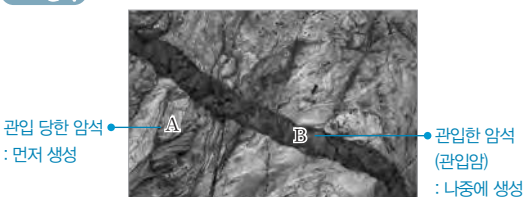
㉢. (라)는 부정합으로, 지층이 융기한 후 침식을 받고 침강한 다음 새로운 지층이 쌓이면서 형성된다.

㉠. 열곡대는 장력이 작용하는 발산형 경계에서 나타나므로 정단층인 (나)가 열곡대에서 잘 발달한다.

㉡. 역단층인 (가)와 습곡인 (다)는 횡압력이 작용하는 습곡 산맥 지역에서 잘 발견되지만, 정단층인 (나)는 장력에 의해 발달하므로 습곡 산맥에서 잘 발견되지 않는다.

15 관입과 관입암

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 관입암은 **A**이다. **B**
- ㉡ A는 B보다 먼저 형성되었다.
- ㉢ B는 **퇴적암**이다. **화성암**

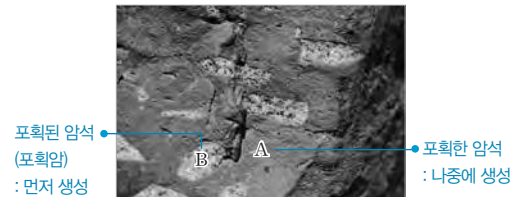
㉡. B가 A를 관입하였으므로 A는 B보다 먼저 형성되었다.

㉢. B가 A를 관입하여 형성되었으므로 관입암은 B이다.

㉠. B는 A를 관입한 마그마가 식어서 굳어진 암석이므로 화성암이다.

16 포획과 포획암

자료 분석



선택지 분석

- | (가) | (나) |
|-----|-------|
| ㉠ A | A > B |
| ㉡ A | A < B |
| ㉢ B | A > B |
| ㉣ B | A < B |
| ㉤ B | A = B |

(가) 암석 A를 형성한 마그마 안에 기존 암석의 조각 B가 포함되어 굳어서 형성되었으므로 B가 포획암이다.

(나) 포획암인 B가 먼저 형성된 후 A를 형성한 마그마에 포획되므로 암석의 나이는 B가 A보다 많다.

수능 3점

본책 54쪽 ~ 55쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 ⑤ | 2 ③ | 3 ③ | 4 ④ | 5 ② | 6 ① |
| 7 ⑤ | 8 ⑤ | | | | |

1 퇴적암의 분류

선택지 분석

- ㉠ A는 직경 2 mm 이상의 입자를 포함한다.
- ㉡ '화학적 퇴적암인가?'는 ㉠에 해당한다.
- ㉢ B는 주로 규질 생물체가 퇴적되어 생성된다.

㉠. A는 자갈 등이 퇴적되어 이루어진 역암으로, 자갈은 직경 2 mm 이상인 퇴적물이다.

㉡. 규조토는 유기적 퇴적암에, 암염은 화학적 퇴적암에 속하므로 '화학적 퇴적암인가?'는 두 암석을 구분하는 기준이 될 수 있다.

㉢. B는 규조토로, 주로 규질 생물체가 기원 물질이다.

2 퇴적암의 형성 과정과 종류

선택지 분석

- ㉠ 화학적 기원의 석회암은 A와 C를 거쳐 형성된 암석이다.
- ㉡ B와 C를 거쳐 형성된 암석은 퇴적물 입자의 크기에 따라 분류한다.
- ㉢ C에서는 퇴적물의 화학 성분과 밀도가 변화한다. 밀도가

㉠. 화학적 기원의 석회암은 침전 작용 A와 속성 작용 C를 거쳐 형성된 암석이다.

㉡. 퇴적 작용 B와 속성 작용 C를 거쳐 형성된 암석은 쇄설성 퇴적암으로, 퇴적물 입자의 크기에 따라 역암, 사암, 이암 등으로 분류한다.

㉢. C는 퇴적물이 퇴적암으로 되는 과정으로, 다짐 작용과 교결 작용을 통해 밀도가 증가하지만, 퇴적물의 화학 성분의 변화는 일어나지 않는다.

3 쇄설성 퇴적암의 종류

선택지 분석

- ㉠ (가), (나), (다)는 모두 쇄설성 퇴적암에 해당한다.
- ㉡ (다)는 구성 입자의 평균 크기가 가장 작다.
- ㉢ (나)는 (다)보다 수심이 깊은 환경에서 생성된다. 얕은

㉠. (가), (나), (다)는 모두 자갈, 모래, 점토 등이 퇴적되어 생성된 쇄설성 퇴적암에 해당한다.

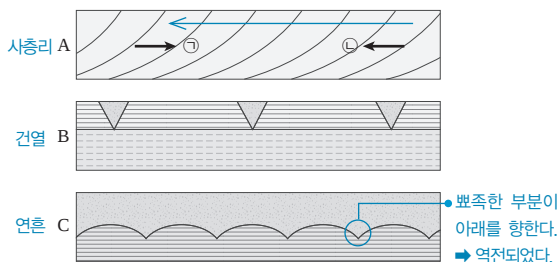
㉡. (가)는 자갈이 포함되어 생성된 역암, (나)는 모래, 점토가 쌓여 생성된 사암, (다)는 점토가 쌓여 생성된 셰일이므로 구성 입자의 평균 크기는 (다)가 가장 작다.

㉢. 퇴적물 입자의 크기가 작을수록 수심이 깊은 환경에서 생성된다. 따라서 (나) 사암은 (다) 셰일보다 수심이 얕은 환경에서 생성된다.

4 퇴적 구조-사층리, 건열, 연흔

자료 분석

퇴적물의 이동 방향(=물이 흐른 방향 또는 바람이 분 방향)



선택지 분석

- ㉠ A가 형성될 당시 퇴적물은 ㉠ 방향으로 운반되었다. ㉡ 방향
- ㉢ B는 건조 기후에서 형성되었다.
- ㉣ C는 퇴적된 후에 역전되었다.

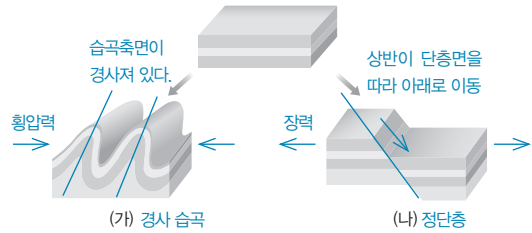
㉡. B는 건열로, 건조 기후에서 형성되었다.

㉣. C는 연흔으로, 물결의 뾰족한 부분이 아래를 향하고 있으므로 지층이 퇴적된 후에 역전되었다.

㉠. A가 형성될 당시 퇴적물은 층리면의 경사각이 감소하는 방향인 ㉡ 방향으로 운반되었다.

5 지질 구조-습곡, 단층

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 정습곡, (나)는 정단층이다. 경사 습곡
- ㉡ (가)를 형성한 힘에 의해 지층이 끊어지면 (나)가 형성된다. 역단층이
- ㉢ 판의 발산형 경계에는 (가)보다 (나)가 잘 발달한다.

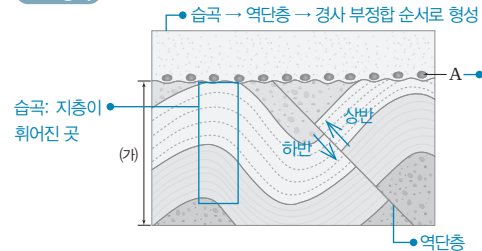
㉢. 장력이 작용하는 판의 발산형 경계에는 (가) 습곡보다 (나) 정단층이 잘 발달한다.

㉠. (가)는 습곡측면이 경사져 있는 경사 습곡, (나)는 상대적으로 상반이 하반에 대해 아래로 이동한 정단층이다.

㉡. (가) 습곡을 형성한 횡압력에 의해 지층이 끊어지면 역단층이 형성된다.

6 지질 구조-습곡, 역단층, 부정합

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가) 지층에 형성된 지질 구조는 판의 수렴형 경계에서 발달할 수 있다.
- ㉡ A는 포획암에 해당한다. 기저 역암
- ㉢ 이 지역에 형성된 부정합은 난정합이다. 경사 부정합

㉠. (가) 지층에 형성된 지질 구조는 횡압력을 받아 형성되는 습곡과 역단층으로 판의 수렴형 경계에서 발달할 수 있다.

㉡. A는 (가) 지층이 퇴적된 후 융기하여 침식당하는 과정에서 형성된 기저 역암이다. 포획암은 마그마가 관입할 때 마그마 속에 포획된 암석 조각이다.

㉢. 이 지역에는 부정합면을 경계로 상하 지층의 층리가 나란하지 않고 서로 경사진 경사 부정합이 형성되어 있다.

7 지질 구조-절리

선택지 분석

- ㉠ '색이 어둡고 입자의 크기가 매우 작다.'는 ㉠에 해당한다.
- ㉡ ㉡은 '육각형'이다.
- ㉢ 기둥 모양을 형성하는 절리는 용암이 급격히 냉각 수축하는 과정에서 만들어진다.

- ㄱ. 영희가 조사한 암석은 주상 절리가 발달한 현무암으로, 현무암은 색이 어둡고 입자의 크기가 매우 작다.
- ㄴ. 다각형의 모양에 따른 빈도수 그래프에서 '육각형'의 빈도수가 가장 많다.
- ㄷ. 용암이 지표 부근에서 식을 때 급격히 냉각 수축하는 과정에서 기둥 모양의 절리(주상 절리)가 만들어진다.

8 지질 구조-습곡, 절리, 포획

자료 분석



(가) 습곡: 지하 깊은 곳에서 지층의 단단한 정도가 약해질 때 휘어지면서 형성

(나) 주상 절리

(다) 포획암: 포획한 암석보다 먼저 생성

선택지 분석

- ㉠ (가)는 (나)보다 깊은 곳에서 형성되었다.
- ㉡ (나)는 수축에 의해 형성되었다.
- ㉢ (다)에서 A는 B보다 먼저 생성되었다.

ㄱ, ㄴ. (가)는 암석이 비교적 온도가 높은 지하 깊은 곳에서 횡압력을 받아 휘어진 습곡이며, (나)는 지표로 분출한 용암이 식을 때 부피가 수축하여 단면이 오각형이나 육각형 등의 긴 기둥 모양으로 갈라진 주상 절리이다.

ㄷ. 마그마가 관입할 때 주변 암석의 일부가 떨어져 나와 마그마속으로 유입되는 것을 포획이라 하고, 포획된 암석을 포획암이라고 한다. 이때 포획암(A)은 포획암을 감싸고 있는 암석(B)보다 먼저 생성되었다.

05 지층의 나이

개념 확인

본책 57쪽, 59쪽

- (1) ① 동일 과정 ② 수평 퇴적 ③ 먼저 ④ 동물군 천이 ⑤ 부정합 ⑥ 먼저 (2) ① A, C, B ② 관입 (3) 지층의 대비 (4) 건층 (5) 표준 (6) 상대, 절대 (7) 상대 (8) 모원소, 자원소 (9) 변하지 않는다, 절대 (10) 감소, 증가 (11) ① 1억 ② 3 ③ 3, 3억 (12) 긴, 짧은

수능 자료

본책 60쪽

- 자료① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 × 5 ○ 6 ○ 7 × 8 × 9 ○ 10 ×
- 자료② 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×

자료① 지사학 법칙과 지층의 대비

- 3 (가) 지역의 C 지층에서 화강암의 기저 역암이 발견되는 것으로 보아 C는 화강암보다 나중에 퇴적되었다.

- 4 (가) 지역의 화강암은 C 지층을 관입한 것이 아니고 화강암이 풍화, 침식 작용을 받은 후 C 지층이 퇴적된 것이다. 따라서 지층과 암석의 생성 순서 결정에 관입의 법칙이 적용되지 않는다.

- 7 점이 층리가 발견되는 E는 심해에서 퇴적된 지층이고, 건열이 발견되는 D는 지층이 퇴적된 후 지표로 드러난 적이 있다. 따라서 (나)의 퇴적층은 해수면이 하강하는 동안 퇴적되었다.

- 8 (나) 지역에서 E 지층을 화강암이 관입한 것이므로 E는 화강암보다 먼저 퇴적되었다.

- 10 두 지역에서 화강암의 절대 연령은 같으므로, E → 화강암 → C의 순으로 생성되었다.

자료② 상대 연령과 절대 연령

- 2 B와 C는 부정합으로 접하고 있으므로 C가 B보다 나중에 생성되었다. B가 C보다 나중에 생성되었다면 부정합이 될 수 없다.

- 3 방사성 원소의 반감기는 방사성 원소의 양이 처음 양의 50 % 일 때이므로 X가 약 0.5억 년, Y가 약 2억 년이다.

- 4 A의 연령이 B의 연령보다 적어야 한다. A에 방사성 원소 X가 20 % 포함되어 있을 때 연령이 약 1억 년이고, B에 방사성 원소 Y가 50 % 포함되어 있을 때 연령이 약 2억 년이다.

- 5 B는 연령이 약 2억 년이므로 중생대에 생성되었다.



본책 60쪽

- 1 ⑤ 2 A, 동물군 천이의 법칙 3 ④ 4 (1) B → D → A → C (2) 관입의 법칙, 부정합의 법칙, 지층 누중의 법칙 5 ②

- 1 ① 부정합이 존재하므로 부정합의 법칙이 적용된다. ② 화성암이 관입하였으므로 관입의 법칙이 적용된다. ③ 과거에 지각 변동을 받아 지층이 기울어져 있지만 지층이 수평으로 쌓여 있으므로 수평 퇴적의 법칙이 적용된다. ④ 여러 지층이 퇴적되어 있으므로 지층 누중의 법칙이 적용된다. 바로알기 ⑤ 각 지층에서 발견되는 화석이 없으므로 동물군 천이의 법칙을 적용할 수 없다.

- 2 지층이 역전되었으므로 아래 지층에 있는 화석 A가 B보다 더 진화된 생물의 화석이다. 화석의 진화 정도를 이용하여 지층이 역전되었다는 것을 알았으므로 동물군 천이의 법칙이 적용되었다.

- 3 화석을 이용하여 멀리 떨어진 지역의 지층을 대비할 때는 표준 화석을 이용하므로 시상 화석인 고사리 화석은 적당하지 않다.

- 4 (1) 'B 퇴적 → D 관입 → 부정합 → A 퇴적 → C 관입'의 순서로 생성되었다. (2) C, D가 관입하였으므로 관입의 법칙이 적용되었다. 부정합이 형성되어 있으므로 D와 A 사이에 융기, 침식, 침강하는 지각 변동이 있었다는 부정합의 법칙이 적용되었다. 아래에 있는 B가 A보다 먼저 생성되었다는 지층 누중의 법칙이 적용되었다.

- 5 ^{14}C 의 함량을 측정한 결과 처음 양의 $\frac{1}{16}$ 로 줄었으므로 반감기가 4회 지났다. 따라서 이 유물의 연령은 $5730\text{년} \times 4\text{회} = 22920\text{년}$ 이다.

- 1 ④ 2 ④ 3 ③ 4 ③ 5 ④ 6 ④
7 ② 8 ⑤ 9 ③ 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ②

1 지사학 법칙

선택지 분석

- ✕ B가 A보다 먼저 생성되었다. - 지층 누층의 법칙 **관입의 법칙**
○ C와 D는 지각 변동을 받았다. - 수평 퇴적의 법칙
○ D와 E는 생성 시기에 차이가 크다. - 부정합의 법칙

지층과 암석의 생성 순서: B → A → C → D → E → F

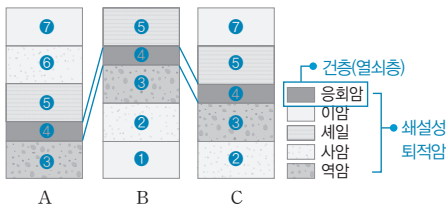
ㄴ. C와 D는 지층이 기울어져 있으므로 수평 퇴적의 법칙을 적용하여 지각 변동을 받았다고 해석할 수 있다.

ㄷ. D와 E는 부정합 관계이므로 부정합의 법칙을 적용하여 생성 시기에 차이가 크다고 해석할 수 있다.

바로알기 ㄱ. A 주변에 변성 흔적이 나타나므로 A가 B를 관입하였고, 관입의 법칙을 적용하여 B가 A보다 먼저 생성되었다고 해석할 수 있다.

2 암상에 의한 지층의 대비

자료 분석



• 지층의 생성 순서: 이암 → 사암 → 역암 → 응회암 → 세일 → 사암 → 이암

선택지 분석

- ✕ A와 C 지역의 사암층은 같은 시기에 퇴적되었다. **다른**
○ 가장 오래된 암석층은 B 지역에 있다.
○ 이 지역에는 화학적 퇴적암이 존재하지 않는다.

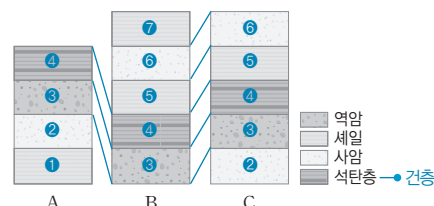
ㄴ. 동일한 시기에 분출된 화산재가 쌓여 만들어진 응회암층을 건층으로 세 지역의 지층을 대비하면, 가장 오래된 암석층은 B 지역의 가장 아래에 있는 이암층이다.

ㄷ. 이 지역에 존재하는 모든 퇴적암은 쉼질성 퇴적암이고, 화학적 퇴적암은 존재하지 않는다.

바로알기 ㄱ. A 지역의 사암층은 응회암층보다 나중에 퇴적되었고, C 지역의 사암층은 응회암층보다 먼저 퇴적되었다. 따라서 A 지역의 사암층이 C 지역의 사암층보다 나중에 퇴적되었다.

3 암상에 의한 지층의 대비

자료 분석



• 지층의 생성 순서: 세일 → 사암 → 역암 → 석탄층 → 세일 → 사암 → 세일

선택지 분석

- A, B, C 지역에는 7개의 서로 다른 시기에 퇴적된 지층이 분포한다.
○ A와 B 지역의 사암층은 다른 시기에 생성되었다.
✕ C 지역에서는 퇴적 중간에 부정합이 형성되었다. **형성되지 않았다**

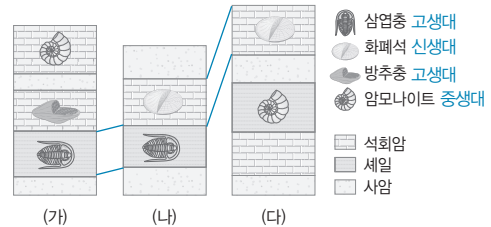
ㄱ. 지층을 대비하면 세일 → 사암 → 역암 → 석탄층 → 세일 → 사암 → 세일의 순서로 퇴적되어 총 7개의 서로 다른 시기에 퇴적된 지층이 분포한다.

ㄴ. A 지역의 사암층은 석탄층보다 먼저 생성되었고, B 지역의 사암층은 석탄층보다 나중에 생성되었으므로 A 지역의 사암층이 B 지역의 사암층보다 먼저 생성되었다.

바로알기 ㄷ. C 지역에는 퇴적 중간에 침식되어 없어진 결층이 없으므로 부정합이 형성되지 않았다.

4 화석에 의한 지층의 대비

자료 분석



- (가): 사암 → 세일(고생대) → 석회암(고생대) → 사암 → 석회암(중생대)
- (나): 사암 → 세일(고생대) → 석회암(신생대) → 사암
- (다): 사암 → 석회암 → 세일(중생대) → 사암 → 석회암(신생대)

선택지 분석

- 가장 젊은 지층은 (나) 지역에 분포한다.
✕ 세 지역의 세일층은 서로 비슷한 시기에 퇴적되었다.
○ (나) 지역의 세일층은 (가), (나)의 세일층과 **다른**
○ 화폐석 화석이 산출되는 석회암층의 생성 전후로 사암층이 퇴적되었다.

ㄱ. 가장 젊은 지층은 (나) 지역의 신생대 표준 화석인 화폐석 화석이 산출되는 지층 위에 있는 사암층이다.

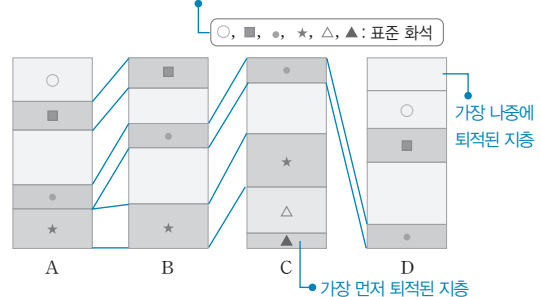
ㄷ. (나)와 (다) 지역에서 화폐석 화석이 산출되는 석회암층의 생성 전후로 사암층이 퇴적되었다.

바로알기 ㄴ. (가), (나) 지역의 세일층에서는 같은 시대의 표준 화석이 산출되지만, (다) 지역에서는 다른 시대의 표준 화석이 산출되므로 비슷한 시기에 퇴적되지 않았다.

5 화석에 의한 지층의 대비

자료 분석

같은 표준 화석이 산출되는 지층은 같은 시대에 퇴적된 것으로 본다.



선택지 분석

- ☒ 가장 나중에 퇴적된 지층은 A 지역에서 나타난다. D
- ☒ 가장 먼저 퇴적된 지층은 C 지역에서 나타난다.
- ☒ A~D 지역에서 산출되는 표준 화석 중 가장 최근에 살았던 생물의 화석은 ○이다.

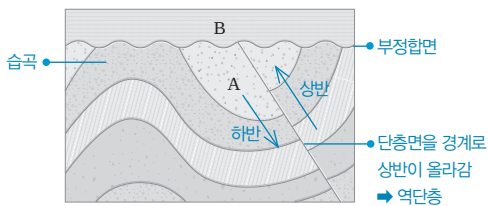
ㄴ. 가장 먼저 퇴적된 지층은 C 지역의 ▲ 화석이 산출되는 지층이다.

ㄷ. A~D 지역에서 산출되는 표준 화석 중 가장 최근에 살았던 생물의 화석은 A 지역의 가장 위에 있는 지층과 D 지역의 위에서 두 번째 지층에서 발견되는 ○이다.

바로알기 ㄱ. 가장 나중에 퇴적된 지층은 D 지역의 가장 위에 있는 지층이다.

6 지층의 상대 연령

자료 분석



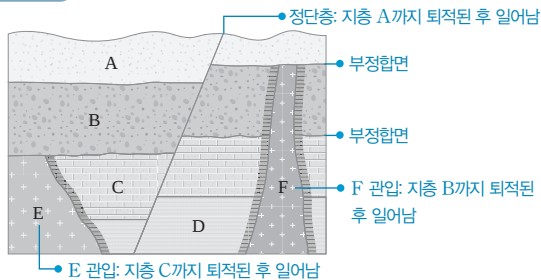
선택지 분석

- ☒ A 퇴적 → B 퇴적 → 습곡 → 역단층 → 부정합(응기, 침강)
- ☒ A 퇴적 → B 퇴적 → 습곡 → 정단층 → 부정합(응기, 침강)
- ☒ A 퇴적 → 정단층 → 습곡 → 부정합(응기, 침강) → B 퇴적
- ☒ A 퇴적 → 습곡 → 역단층 → 부정합(응기, 침강) → B 퇴적
- ☒ A 퇴적 → 습곡 → 부정합(응기, 침강) → 역단층 → B 퇴적

지층 A까지 퇴적된 후 횡압력을 받아 습곡이 형성되었다. → 횡압력이 작용하여 역단층이 형성되었다. → 지층이 응기한 후 침식 작용이 일어나고 다시 침강하였다(부정합). → 지층 B가 퇴적되었다.

7 지층의 상대 연령

자료 분석



- 지층의 생성과 지각 변동이 일어난 순서: D 퇴적 → C 퇴적 → E 관입 → 부정합(응기, 침강) → B 퇴적 → F 관입 → 부정합(응기, 침강) → A 퇴적 → 정단층

선택지 분석

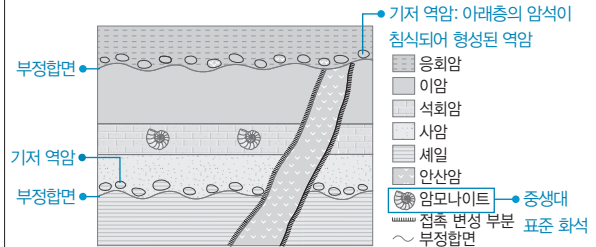
- ☒ A가 퇴적된 후 횡압력이 작용하여 단층이 형성되었다. 장력
- ☒ B의 퇴적 시기는 E와 F의 관입 시기 사이이다.
- ☒ 이 지역의 지층이 퇴적되는 기간 동안 지반의 응기와 침강이 1회 있었다. 최소 응기 3회, 침강 2회

ㄴ. B는 E가 관입하고 퇴적되었으며, 그 후 F가 관입하였다.

바로알기 ㄱ. A가 퇴적된 후 장력이 작용하여 정단층이 형성되었다. ㄷ. 퇴적 기간 동안 부정합이 2번 형성되었고, 현재 지표면에 침식 작용이 일어나므로 최소 지반의 응기는 3회, 침강은 2회 있었다.

8 지층의 상대 연령

자료 분석



• 지층의 생성 순서: 세일 → 사암 → 석회암 → 이암 → 안산암 → 응회암

선택지 분석

- ☒ 석회암층은 고생대에 퇴적되었다. 중생대
- ☒ 안산암은 응회암층보다 먼저 생성되었다.
- ☒ 세일층과 사암층 사이에 퇴적이 중단된 시기가 있었다.

ㄴ. 안산암이 관입한 후 이 지역은 오랜 기간 동안 침식 작용을 받았으며 그 후에 응회암층이 퇴적되었다.

ㄷ. 세일층과 사암층 사이에는 부정합면이 있다. 그러므로 이 지역에서는 세일층이 퇴적된 후 사암층이 퇴적되기 전에 지층의 응기 → 침식 → 침강의 과정을 거쳤으며, 이 기간 중에 퇴적이 중단된 시기가 있었다.

바로알기 ㄱ. 지층에 포함된 표준 화석을 통해 지층이 퇴적된 지질 시대를 알 수 있다. 이 지역의 석회암층에서 중생대 표준 화석인 암모나이트 화석이 산출되었으므로 이 지역의 석회암층은 중생대에 퇴적되었다.

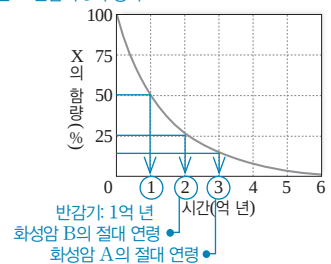
9 지층의 절대 연령

자료 분석

- 화성암 A 속에 있는 방사성 원소: 반감기 3회 경과
- 화성암 A: 고생대에 생성

구분	X의 함량	Y의 함량
A	12.5 %	87.5 %
B	25 %	75 %

- 화성암 B 속에 있는 방사성 원소: 반감기 2회 경과



선택지 분석

- ☒ 화성암 B의 절대 연령은 2억 년이다.
- ☒ 화성암 A는 중생대에 생성되었다. 고생대
- ☒ 암석의 나이는 A가 B보다 많다.

ㄱ. 화성암 B의 X의 함량은 처음 양의 $\frac{1}{4}$ (25 %)로, 반감기가 2회 경과하였으므로 절대 연령은 1억 년(반감기) × 2회 = 2억 년이다.

ㄷ. 화성암 A의 X의 함량은 처음 양의 $\frac{1}{8}$ (12.5 %)로, 반감기가 3회 경과하였으므로 절대 연령은 1억 년(반감기) × 3회 = 3억 년이다. 따라서 암석의 나이는 A가 B보다 많다.

바로알기 ㄴ. 화성암 A는 절대 연령이 3억 년이므로 고생대에 생성되었다.

10 지층의 상대 연령과 퇴적 구조

선택지 분석

- ㉠ (가)는 해수면이 상승하는 경우에 해당한다.
- ㉡ 지층 D는 생성 과정 중 대기에 노출된 적이 있다.
- ㉢ 지층 A~E 중 가장 오래된 것은 지층 E이다.

ㄱ. (가)의 암석과 지층의 생성 순서는 화강암 → C(연흔) → B(점 이 층리) → A이다. 연흔은 얇은 물속에서 생성되고, 점이 층리는 심해저에서 생성되므로 (가)는 수심이 깊어지면서 퇴적되었다. 따라서 (가)는 해수면이 상승하는 경우에 해당한다.

ㄴ. 지층 D에서 건열이 관찰되므로 대기에 노출된 적이 있다.
 ㄷ. (가) 지역에서 화강암 조각이 지층 C에 기저 역암으로 발견되는 것으로 보아 지층 C는 화강암 이후에 퇴적되었고, (나) 지역에서 지층 E의 조각이 화강암에 포획된 것으로 보아 지층 E는 화강암 이전에 퇴적되었다. 두 지역에서 화강암의 절대 연령이 같으므로 지층 C보다 E가 더 오래된 지층이다(E → 화강암 → C).

11 방사성 동위 원소의 붕괴 곡선

선택지 분석

- ㉠ A는 방사성 동위 원소, B는 자원소이다.
- ㉡ 방사성 동위 원소의 반감기는 T이다.
- ㉢ $\frac{A}{A+B}$ 의 값이 $\frac{1}{8}$ 인 화성암의 절대 연령은 3T이다.

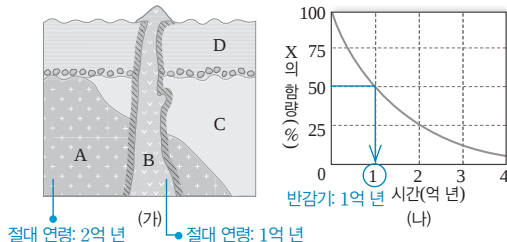
ㄱ. 시간이 지날수록 방사성 동위 원소(모원소)의 양은 감소하고, 자원소의 양은 증가하므로 A는 방사성 동위 원소이고, B는 자원소이다.

ㄴ. 반감기는 방사성 동위 원소의 양이 처음 양의 $\frac{1}{2}$ 이 되는 데 걸리는 시간이다. 따라서 이 방사성 원소의 반감기는 T이다.

ㄷ. 방사성 동위 원소의 처음 양은 (A+B)이고, 현재 양은 A이다. 따라서 $\frac{A}{A+B}$ 의 값이 $\frac{1}{8}$ 이 되면 반감기는 3회 경과한 것이므로 이 암석의 절대 연령은 3T이다.

12 지층의 상대 연령과 절대 연령

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 지층과 암석의 생성 순서는 A → C → B → D이다.
- ㉡ X의 반감기는 0.5억 년이다. 1억
- ㉢ D의 절대 연령은 1억 년과 2억 년 사이이다.

ㄷ. 화성암 A의 X의 함량은 처음 양의 $\frac{1}{4}$ (25 %)로, 반감기가 2회 경과하였으므로 절대 연령은 2억 년이다. 화성암 B의 X의 함량은 처음 양의 $\frac{1}{2}$ (50 %)로, 반감기가 1회 경과하였으므로 절대 연령은 1억 년이다. 따라서 D의 절대 연령은 1억 년과 2억 년 사이이다.

바로알기 ㄱ. 지층과 암석의 생성 순서는 C → A → D → B이다.
 ㄴ. X의 반감기는 (나)에서 X의 함량이 50 %가 되는 1억 년이다.

수능 3점

본책 64쪽 ~ 65쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 ㉢ | 2 ㉢ | 3 ㉣ | 4 ㉣ | 5 ㉢ | 6 ㉢ |
| 7 ㉡ | 8 ㉣ | | | | |

1 지사학 법칙

선택지 분석

- ㉠ (가)에서는 화성암이 생성된 후 용기, 침강 작용이 일어났다.
- ㉡ A~D 중 가장 나중에 퇴적된 지층은 A이다.
- ㉢ 두 지역이 용기하여 침식을 받은 시기는 같다. 다르다

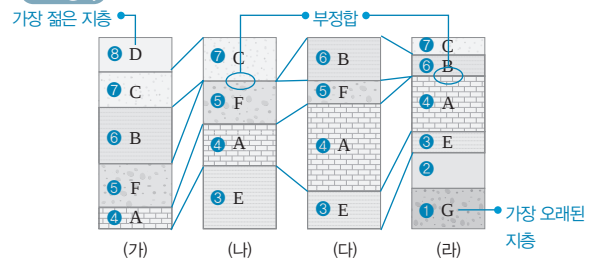
ㄱ. (가)에서 화성암이 침식되었고 기저 역암이 분포하므로 부정합이 형성되어 있다. 따라서 화성암이 생성된 후 용기, 침강 작용이 일어났다. → 생성 순서: B → 화성암 → A
 (나)에서는 'D → C → 화성암' 순으로 형성되었다.

ㄴ. 두 지역에서 화성암의 절대 연령은 같고, 지층 A는 화성암보다 나중에 퇴적되었으며, 지층 C는 화성암보다 먼저 퇴적되었으므로 가장 나중에 퇴적된 지층은 A이다.

바로알기 ㄷ. (가) 지역은 부정합이 화성암보다 나중에 형성되었고, (나) 지역은 부정합이 화성암보다 먼저 형성되었다. 따라서 용기하여 침식을 받은 시기(부정합이 형성된 시기)는 (가) 지역보다 (나) 지역이 먼저이다.

2 화석에 의한 지층의 대비

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 나이가 가장 젊은 지층은 D가 산출되는 지층이다.
- ㉡ (가) 지역에는 부정합이 발견된다. 발견되지 않는다
- ㉢ 가장 오래된 표준 화석은 G이다.

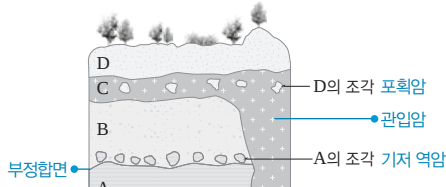
ㄱ. 표준 화석을 이용하여 이 지역의 지층을 대비해 보면, 나이가 가장 젊은 지층은 (가) 지역의 가장 상부 지층으로, 화석 D가 산출된다.

ㄷ. 가장 오래된 표준 화석은 가장 먼저 퇴적된 지층에서 산출되는 (라) 지역의 G이다.

바로알기 ㄴ. (나)와 (라) 지역에는 각각 지층 F와 C 사이, 지층 A와 B 사이에 절층이 있으므로 부정합이 존재한다. (가) 지역에는 절층이 없으므로 부정합이 발견되지 않는다.

3 지사학 법칙과 지층의 상대 연령

자료 분석



• 생성 순서: A 퇴적 → 부정합(용기, 침식, 침강) → B 퇴적 → D 퇴적 → C 관입

선택지 분석

- ㉠ A는 과거에 침식 작용을 받았다.
- ㉡ 지층의 생성 순서는 A → B → D → C이다.
- ㉢ C는 용암이 지표로 분출하여 생긴 화산암이다.
- ㉣ 마그마가 지하에서 관입하여 생긴 심성암 또는 반심성암

㉠. A와 B가 부정합 관계인 것으로 보아 A가 지표로 노출되어 침식된 후에 B가 퇴적되었다.

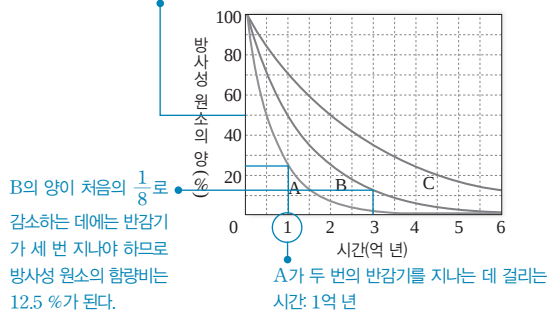
㉡. A의 조각이 기저 역암으로 나타났으므로 A가 B보다 먼저 생성되었다. C가 B를 관입하였으므로 C가 B보다 나중에 생성되었다. C에 D의 조각이 포획되었으므로 C가 D를 관입하였다.

바로알기 ㉢. 화성암 C에 D의 암석 조각이 포획되었으므로 화성암 C는 지층 D를 관입하여 생긴 심성암 또는 반심성암이다.

4 방사성 원소의 붕괴 곡선

자료 분석

방사성 원소가 처음의 50 %로 감소하는 데 걸리는 시간(반감기): A는 5000만 년, B는 1억 년, C는 2억 년



선택지 분석

- ㉠ 반감기는 C가 A의 3배이다. 4배
- ㉡ A가 두 번의 반감기를 지나는 데 걸리는 시간은 1억 년이다.
- ㉢ 암석에 포함된 B의 양이 처음의 $\frac{1}{8}$ 로 감소하는 데 걸리는 시간은 3억 년이다.

㉡. 방사성 원소 A의 반감기는 5000만 년이므로 반감기가 2회 지나는데 걸리는 시간은 1억 년이다.

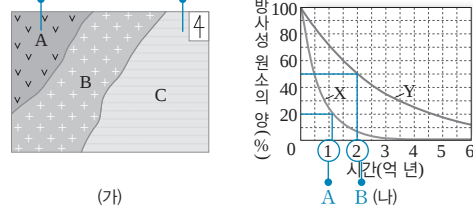
㉢. 방사성 원소 B의 양이 처음 양의 $\frac{1}{8}$ 로 감소했다는 것은 반감기를 세 번 지났다는 뜻이다. B의 반감기가 1억 년이므로 반감기를 세 번 지나는 데 걸리는 시간은 3억 년이다.

바로알기 ㉣. 주어진 자료에서 A의 반감기는 5000만 년, B의 반감기는 1억 년, C의 반감기는 2억 년이다. 따라서 C의 반감기는 A의 4배이다.

5 상대 연령과 절대 연령

자료 분석

A가 B를 관입하였다. B와 C는 부정합 관계이다.
→ B가 먼저 생성되었다. → C가 나중에 퇴적되었다.



선택지 분석

- ㉠ A에 포함된 방사성 원소의 붕괴 곡선은 X이다.
- ㉡ 가장 오래된 암석은 B이다.
- ㉢ C는 고생대 암석이다. 중생대 이후의

㉠. A가 B를 관입하였으므로 화강암의 연령은 B가 A보다 많다. 따라서 A에는 방사성 원소 X가 20 % 포함되어 있어야 연령이 1억 년보다 약간 많고, B에는 방사성 원소 Y가 50 % 포함되어 있어야 연령이 약 2억 년으로 B가 A보다 연령이 많다.

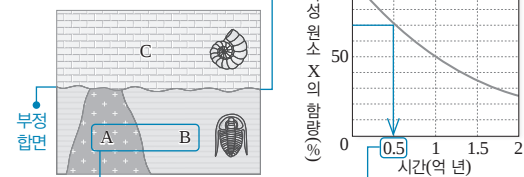
㉡. B와 C는 부정합 관계이므로 부정합의 법칙으로부터 연령은 B가 C보다 많다. C가 B보다 먼저 생성되었다면, B가 C를 관입한 것이므로 부정합 관계가 될 수 없다. 따라서 가장 오래된 암석은 B이다.

바로알기 ㉢. 가장 먼저 생성된 B는 연령이 약 2억 년이므로 중생대에 생성되었다. 따라서 C는 중생대 이후에 생성되었다.

6 지질 구조와 지층의 절대 연령

자료 분석

B층과 C층은 부정합 관계로 두 지층 사이에 퇴적이 중단된 적이 있다.



A가 B를 관입하였으므로 A 속에는 B의 암석 조각이 포획암으로 나타날 수 있다.

방사성 동위 원소 X의 함량이 처음 양의 70 % 남아 있는 암석의 연령: 0.5억 년

선택지 분석

- ㉠ 화성암 A 속에는 B의 암석 조각이 포획암으로 나타날 수 있다.
- ㉡ B층과 C층의 퇴적 시기 사이에 퇴적이 중단된 적이 있다.
- ㉢ 화성암 A에는 방사성 동위 원소 X의 함량이 처음 양의 75 % 이상 들어 있을 것이다. 70 % 미만

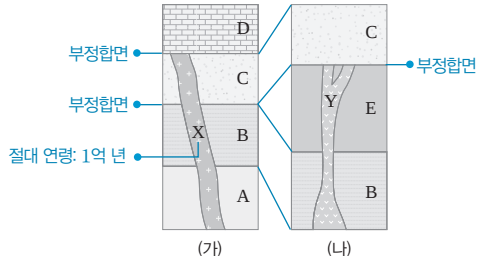
㉠. A가 B를 관입하고 그 위에 C가 퇴적되었으므로 A 속에는 B의 암석 조각이 포획암으로 나타날 수 있다.

㉡. 산출되는 화석으로 보아 B층과 C층은 각각 고생대와 중생대에 퇴적되었으므로 B층과 C층은 부정합 관계이다. 따라서 B층과 C층의 퇴적 시기 사이에 퇴적이 중단된 적이 있다.

바로알기 ㄷ. 화성암 A는 고생대와 중생대 사이에 생성되었으므로 절대 연령은 최소 약 6600만 년 이상이다. (나)에서 5000만 년이 지났을 때 방사성 동위원소 X의 함량은 처음 양의 70%가 암석 속에 남아 있으므로, 6600만 년 이상이면 남아 있는 방사성 동위원소 X의 함량은 처음 양의 70%보다 적을 것이다.

7 지층의 상대 연령과 절대 연령, 지층의 대비

자료 분석



• 지층과 암석의 생성 순서: A → B → E → Y 관입 → C → X 관입(1억 년) → D

선택지 분석

- ☒ (가)의 B층과 C층은 정합 관계이다. **부정합**
- ☒ 관입암 Y의 절대 연령은 1억 년보다 많다.
- ☒ (나)의 E층에서는 신생대의 화석이 산출될 수 있다. **없다**

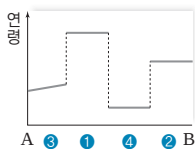
ㄴ. 관입암 Y는 지층 C보다 먼저 형성되었고, 관입암 X는 지층 C보다 나중에 형성되었으므로 관입암 Y가 관입암 X보다 오래되었다. 따라서 관입암 Y의 절대 연령은 1억 년보다 많다.

바로알기 ㄱ. (가)의 B층과 C층 사이에 E층이 결층되어 있다. 따라서 B층과 C층은 부정합 관계이다.

ㄷ. (나)의 E층은 관입암 Y보다 먼저 형성되었다. 따라서 E층은 1억 년보다 오래되었으므로 신생대의 화석이 산출될 수 없다.

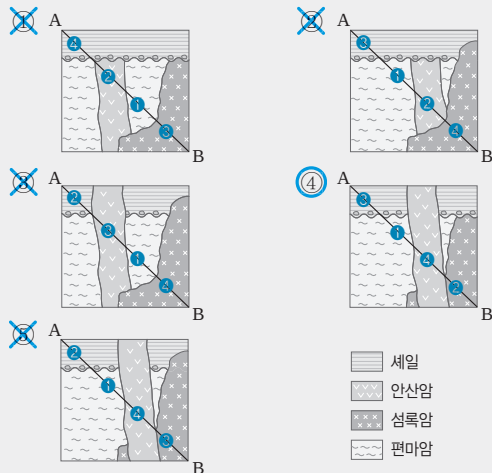
8 지층의 상대 연령

자료 분석



두 번째 구간이 가장 먼저 형성되었고, 세 번째 구간이 가장 나중에 형성되었다.

선택지 분석



④ 지질 단면도에서 지층과 암석의 생성 순서는 편마암 → 섬록암 → 안산암 → 세일이다.

06 지질 시대 환경과 생물

개념 확인

본책 67쪽, 69쪽

- (1) ① B, A ② B ③ A (2) ① 생물계 ② 대 ③ 원생 ④ 3
- (3) 선캄브리아 시대 (4) ① 높다 ② 낮다 (5) 중생대
- (6) ① 고생대 ② 양치 ③ 겉씨 ④ 파충류 ⑤ 신생대 (7) 고생대
- (8) ① -㉔ ② -㉕ ③ -㉖ ④ -㉗ (9) 어류, 파충류

수능 자료

본책 70쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×
- 자료 ② 1 × 2 ○ 3 × 4 ○
- 자료 ③ 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ×
- 자료 ④ 1 × 2 × 3 × 4 ○ 5 × 6 ○

자료 ① 표준 화석과 지층의 대비

2 (가)의 석회암층에는 화폐석 화석이 산출되므로 신생대에 퇴적되었다.

3 신생대의 표준 화석인 화폐석을 기준으로 (가)와 (나)의 지층을 대비하면, '석회암층(중생대) → 역암층 → 사암층 → 석회암층(신생대) → 셰일층' 순으로 형성되었다. 따라서 (가)에서 역암층은 중생대와 신생대 사이에 퇴적되었다.

5 암모나이트와 화폐석은 모두 바다에 살았던 생물이므로, (가)와 (나)의 석회암층은 모두 바다 환경에서 퇴적된 해성층이다.

자료 ② 지질 시대의 수목 분포 변화

1 관계아의 분리는 중생대에 시작되었다.

3 (나) 시기는 고생대 말~중생대 초이고, 공룡이 전멸한 시기는 중생대 말이다.

자료 ③ 지질 시대 환경과 생물

2 해양 무척추동물의 가장 큰 멸종은 약 2억 5천 2백만 년 전인 고생대 말에 있었다.

3 고생대 말인 A 시기 말에는 삼엽충, 방추충 등이 멸종하였고, 중생대 말인 B 시기 말에는 암모나이트, 공룡 등이 멸종하였다.

5 각 시대의 경계에서 육상 식물보다 해양 무척추동물의 생물과의 수 변화가 뚜렷하기 때문에 지질 시대를 구분하는 데는 육상 식물보다 해양 무척추동물이 더 유용하다.

자료 ④ 지질 시대 생물과 대멸종

1 삼엽충은 고생대 표준 화석이고, 완족류는 지금도 생존하고 있는 생물이다. 따라서 고생대 말에 멸종한 A가 삼엽충이다.

2 ㉙은 약 4.5억 년 전 오르도비스기 말의 대멸종을 나타낸 것이고, 방추충은 고생대 말에 멸종하였다.

3 B의 과의 수는 고생대 말인 약 2.5억 년 전에 가장 많이 감소하였고, 공룡은 중생대 말인 약 0.66억 년 전에 멸종하였다.

5 완족류인 B는 지금도 생존하고 있는 생물이므로 고생대 표준 화석이 될 수 없다.

- 1 ④ 2 ① 3 A → D → C → B 4 ⑤ 5 (가) → (다) → (나) 6 고생대, 감소 7 신생대 8 (다) → (가) → (나) 9 ④

1 지층 D와 E를 경계로 생물의 급격한 멸종과 출현이 나타나므로, 지질 시대 구분 경계로 가장 적합한 것은 D와 E 사이이다.

2 지질 시대 구분 단위는 누대 → 대 → 기로 세분하므로 원생 누대가 가장 큰 단위의 지질 시대이다.

3 지질 시대의 길이를 비교하면, 선캄브리아 시대 > 고생대 > 중생대 > 신생대이므로 A는 선캄브리아 시대, D는 고생대, C는 중생대, B는 신생대이다.

4 ① 화석이 거의 발견되지 않는 시대는 고생대 시작 이전인 선캄브리아 시대이므로 A에 해당한다.

② 신생대(B)에는 화폐석이 번성하였다.

③ 중생대(C)에는 빙하기가 없었다.

④ 지질 시대의 길이는 선캄브리아 시대 > 고생대 > 중생대 > 신생대이므로 A는 선캄브리아 시대, D는 고생대, C는 중생대, B는 신생대이다.

바로알기 ⑤ 고생대인 D 시대 말에 판게아가 형성되었고, 중생대 트라이아스기 말에 판게아가 분리되기 시작하였다.

5 (가) 삼엽충은 고생대에 번성하였고, (나) 화폐석은 신생대에 번성하였으며, (다) 암모나이트는 중생대에 번성하였으므로 (가) → (다) → (나) 순으로 번성하였다.

6 판게아가 형성된 지질 시대는 고생대 말이며, 이 과정에서 대륙의 충돌에 따른 지각 변동의 증가와 천해 환경의 감소로 생물종의 수가 감소하였다.

7 매머드를 비롯한 포유류와 속씨식물이 번성한 신생대 환경에 해당한다.

8 (가)는 중생대, (나)는 신생대, (다)는 고생대이다. 따라서 시간 순서대로 나열하면 (다) → (가) → (나)이다.

9 대기와 해양의 산소량 증가는 생물의 증가를 촉진시키는 역할을 한다.

- 1 ① 2 ② 3 ④ 4 ③ 5 ② 6 ④
7 ③ 8 ② 9 ⑤ 10 ① 11 ③ 12 ③
13 ② 14 ③ 15 ① 16 ④

1 표준 화석과 시상 화석

선택지 분석

- ㉠ 표준 화석으로 가장 적합한 화석은 A이다.
❌ B가 C보다 시상 화석으로 적합하다. C가 B보다
❌ C의 생물은 다양한 환경에 살 수 있다. 특정한

㉠. 표준 화석은 지질 시대를 구분하는 데 기준이 되는 화석으로, 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓으며, 개체 수가 많아야 한다. 따라서 표준 화석으로 가장 적합한 화석은 A이다.

바로알기 ㉡. 시상 화석은 생존 기간이 길고, 분포 면적이 좁으며, 환경 변화에 민감해야 하므로 C가 B보다 시상 화석으로 적합하다. ㉢. C의 생물은 지리적 분포가 좁은 것으로 보아 다양한 환경보다는 특정한 환경에서 살 수 있는 생물이다.

2 표준 화석과 시상 화석

선택지 분석

- ❌ 화성암 A는 고생대에 관입하였다. 중생대 이후
❌ B층과 C층은 퇴적 시기에 차이가 거의 없다. 크다
㉠ D층은 따뜻하고 얕은 바다에서 퇴적되었다.

삼엽충 화석이 산출되는 B층은 고생대에, 암모나이트 화석이 산출되는 C층은 중생대에 퇴적되었다. 지층과 암석의 생성 순서는 B층 퇴적(고생대) → 부정합 형성 → C층 퇴적(중생대) → D층 퇴적 → A 관입이다.

㉢. D층에서는 산호 화석이 산출되므로 D층은 따뜻하고 얕은 바다에서 퇴적되었다.

바로알기 ㉣. 화성암 A는 D층이 퇴적된 이후(중생대 이후)에 관입하였다.

㉡. B층과 C층은 부정합 관계이므로 퇴적 시기에 차이가 크다.

3 표준 화석 이용-지층의 대비

선택지 분석

- ❌ 두 지역의 셰일은 동일한 시대에 퇴적되었다. 다른
㉠ 가장 젊은 지층은 (가)에 나타난다.
㉢ 화석이 산출되는 지층은 모두 해성층이다.

화폐석이 산출되는 셰일층은 신생대, 암모나이트가 산출되는 석회암층은 중생대, 삼엽충과 방추충이 산출되는 석회암층은 고생대 지층이다. (가)와 (나) 지역은 모두 아래층으로 갈수록 오래된 지층이므로 지층이 역전되지 않았다.

㉡. (가)에서 가장 젊은 지층은 화폐석이 산출되는 셰일층이고, (나)에서 가장 젊은 지층은 암모나이트가 산출되는 석회암층이다. 화폐석은 신생대, 암모나이트는 중생대의 표준 화석이므로 두 지역에서 가장 젊은 지층은 (가)의 셰일층이다.

㉣. 삼엽충, 암모나이트, 화폐석, 방추충은 모두 바다에서 번성하였던 고생물이므로 이러한 생물들의 화석이 산출되는 지층은 모두 해성층이다.

바로알기 ㉣. 두 지역에서 표준 화석인 암모나이트가 산출되는 석회암층을 연결해 보면, (가)의 셰일층은 암모나이트가 산출되는 석회암층보다 나중에 퇴적되었고, (나)의 셰일층은 암모나이트가 산출되는 석회암층보다 먼저 퇴적되었으므로 두 지역의 셰일은 퇴적된 시기가 다르다.

4 지질 시대의 길이

선택지 분석

- ㉠ 1억 년의 기간은 하루 길이 중 약 31분에 해당한다.
- ㉡ 전체 지질 시대 중 선캄브리아 시대가 차지하는 비율은 80 % 보다 크다.
- ㉢ 육상 생물이 처음 출현한 시기는 21시 이전이다. 이후

㉠. 24시간이 46억 년에 대응하므로 1억 년은 $24시간 \div 46억 \text{년} \approx 31\text{분}$ 에 해당한다.

㉡. 전체 지질 시대 중 선캄브리아 시대가 차지하는 비율을 구하면, $\frac{46억 - 5.41억}{46억} \times 100 \approx 88\%$ 이므로 80 %보다 크다.

㉢. 육상 생물이 처음 출현한 시기는 고생대이므로 21시 이후이다.

5 고기후 연구 방법

선택지 분석

- ㉠ (가)의 폭이 좁은 시기는 고온 다습한 기후였다. 넓은
- ㉡ (나)를 이루는 물 분자의 산소 안정 동위 원소비($\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$)는 빙하가 간빙기보다 높다. 낮다
- ㉢ (다) 화석이 산출되는 지역은 과거에 따뜻한 바다 환경이었다.

㉢. 산호 화석이 산출되는 지역은 과거에 따뜻한 바다 환경이었다.

㉠. 기온이 높고 강수량이 많을수록 나무의 성장 속도가 빨라 나이테의 폭이 넓어진다. 나이테의 폭이 좁은 시기는 저온 건조한 기후에서 나무의 생장이 더딘 시기이다.

㉡. 기온이 높아 ^{18}O 를 포함한 물의 증발이 활발하면 수증기의 산소 안정 동위 원소비($\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$)가 높고, 이러한 수증기가 눈으로 내려 빙하를 이루기 때문에 기온이 높을수록 빙하 속 산소 안정 동위 원소비($\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$)는 높다. 따라서 빙하 속 산소 안정 동위 원소비($\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$)는 빙하가 간빙기보다 낮다.

6 고기후 연구 방법

선택지 분석

- ㉠ 기온이 높을 때보다 낮을 때 구름의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 더 크다. 작다
- ㉡ 수온이 낮아지면 해양 생물 화석 속의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값은 커진다.
- ㉢ 빙하 속의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 작을수록 빙하 형성 당시 기온은 낮았다.

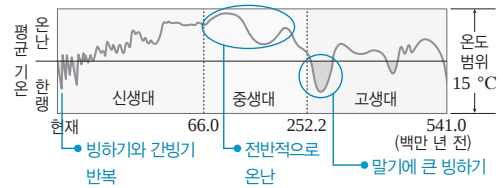
㉡. 수온이 낮아지면 ^{18}O 를 포함한 물의 증발이 잘 일어나지 않으므로 해수 속 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 크다. 따라서 수온이 낮아지면 해양 생물 화석 속의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값은 커진다.

㉢. 기온이 낮을수록 대기 중 수증기의 산소 안정 동위 원소비가 낮아지므로 빙하 속의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 작다.

㉠. 기온이 높아 증발이 활발하면 대기 중 수증기의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 크다. 따라서 기온이 높을 때보다 낮을 때 수증기가 응결하여 생성된 구름의 $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ 값이 더 작다.

7 지질 시대의 기후

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 중생대는 온난한 기후가 지속되었다.
- ㉡ 신생대에 평균 해수면의 높이는 전기보다 후기에 높았다. 낮았다
- ㉢ 고생대에는 말기에 빙하가 있었다.

㉠. 중생대에는 빙하가 없이 평균 기온이 높은 온난한 기후가 지속되었다.

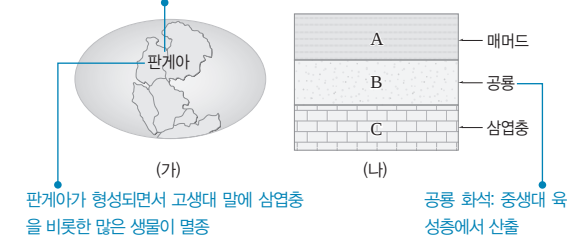
㉢. 고생대의 말기에 평균 기온이 매우 낮은 시기가 있었다.

㉡. 신생대 후기에는 전기보다 기온이 낮고 빙하가 있었으므로 평균 해수면의 높이는 전기보다 낮았다.

8 지질 시대의 수륙 분포와 생물

자료 분석

고생대 말에 판게아 형성 → 중생대 초 이후부터 판게아가 갈라져서 여러 대륙으로 이동하기 시작



선택지 분석

- ㉠ 판게아가 형성되면서 지층 C에서 산출된 화석 생물이 크게 번성하였다. 멸종
- ㉡ 판게아는 지층 A가 퇴적된 지질 시대에 분리되기 시작하였다.
- ㉢ (나)의 지층 B에서는 암모나이트 화석이 산출될 수 없다.

㉢. (나)의 지층 B는 중생대의 공룡 화석이 산출되는 육상층이므로, 해양 생물인 암모나이트 화석이 산출될 수 없다.

㉠. 고생대 말에 여러 대륙이 모여 판게아가 형성되었고, 삼엽충은 고생대 말에 멸종하였다.

㉡. 중생대 트라이아스기 말에 판게아가 분리되기 시작하였고, 지층 A가 퇴적된 지질 시대는 신생대이다.

9 지질 시대 환경과 생물

자료 분석

- (가) 화폐석이 크게 번성하였다. 신생대 팔레오기, 네오기 ㉠
- (나) 양치식물이 번성하면서 큰 숲을 이루었고, 석탄층을 형성하였다. 고생대 석탄기 ㉡
- (다) 원시적인 다세포 생물이 출현하였고, 에디아카라 동물군 화석을 형성하였다. 원생 누대 ㉢

선택지 분석

- ☒ (가) → (나) → (다)
☒ (나) → (가) → (다)
☒ (나) → (다) → (가)
☒ (다) → (가) → (나)
☒ (다) → (나) → (가)

(가)는 신생대, (나)는 고생대, (다)는 원생 누대에 해당한다. 따라서 시간 순서대로 나열하면 (다) → (나) → (가)이다.

10 지질 시대의 수륙 분포의 변화

선택지 분석

- ☒ (가)는 고생대 말~중생대 초의 수륙 분포이다.
☒ B 사건은 (다) 시기에 일어났다. (나)
☒ 사건이 일어난 순서는 A → C → B이다. A → B → C

ㄱ. (가)는 모든 대륙이 하나로 붙어 있었던 판게아이다. 판게아는 고생대 말에 형성되었고 중생대 트라이아스기에 분리되기 시작하였다. (나)는 중생대, (다)는 신생대의 수륙 분포이다.

ㄴ. 대서양은 판게아가 갈라져 이동하면서 형성되기 시작하였으므로 B 사건은 (나) 시기에 일어났다.

ㄷ. A는 고생대에, B는 중생대에, C는 신생대에 일어난 사건이다. 따라서 사건이 일어난 순서는 A → B → C이다.

11 지질 시대 환경과 생물-중생대

선택지 분석

- ☒ 표준 화석에 해당한다.
☒ 중생대 말에 멸종되었다.
☒ 바다에서 퇴적된 지층에서 발견된다.
 (가)는 육지에서, (나)는 바다에서

ㄱ. (가)는 공룡 화석, (나)는 암모나이트 화석이다. (가)와 (나)는 중생대 지층에서만 산출되므로 중생대의 표준 화석이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 모두 중생대 말에 멸종되었다.

ㄷ. 암모나이트는 바다에서, 공룡은 육지에서 살았던 생물이므로 (가)가 산출되는 지층은 육지 환경에서 퇴적되었다.

12 지질 시대 환경과 생물-고생대, 중생대

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가) 시대에 육상 생물이 처음으로 출현하였다.
☒ (나) 시대는 전반적으로 온난한 기후가 지속되었다.
☒ (가)보다 (나)의 시대가 더 오래 지속되었다. 짧게

ㄱ. (가)는 삼엽충이 번성한 고생대로, 고생대 실루리아기에 오존층이 자외선을 차단하여 육상 생물이 처음으로 출현하였다.

ㄴ. (나)는 중생대로, 빙하기가 없이 전반적으로 온난한 기후였다.

ㄷ. 현생 누대의 길이는 고생대 > 중생대 > 신생대이다. 고생대인 (가)는 약 288.8(=541.0-252.2)백만 년 동안 지속되었으며, 중생대인 (나)는 약 186.2(=252.2-66.0)백만 년 동안 지속되었다. 따라서 (가)는 (나)보다 지속 기간이 길다.

13 지질 시대 환경과 생물

선택지 분석

- ☒ A는 B보다 짧다. 길다
☒ 히말라야산맥은 B 동안에 형성되었다. C 이후에
☒ 중생대는 C에 포함된다.

삼엽충의 출현 시기는 고생대 초기(캄브리아기), 육상 식물의 출현 시기는 고생대 중기(실루리아기), 화폐석의 번성 시기는 신생대 전기(팔레오기, 네오기)이다.

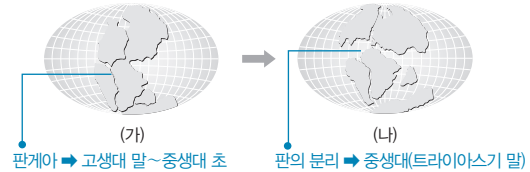
ㄷ. C는 고생대 중기부터 신생대 전기까지의 기간이므로 중생대는 C에 포함된다.

ㄱ. A는 지구의 탄생부터 삼엽충의 출현까지의 기간이므로 선캄브리아 시대에 해당하고, B는 고생대 초기~중기까지의 기간이므로 A는 B보다 길다.

ㄴ. 히말라야산맥은 신생대에 인도 대륙이 유라시아 대륙과 충돌하여 형성되었으므로 고생대 기간인 B 동안에 형성되지 않았다.

14 지질 시대 수륙 분포 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 전반적으로 온난하였으며 빙하기는 없었다.
☒ 대서양과 인도양이 형성되기 시작하였다.
☒ 화폐석과 매머드가 번성하였다. 공룡과 암모나이트

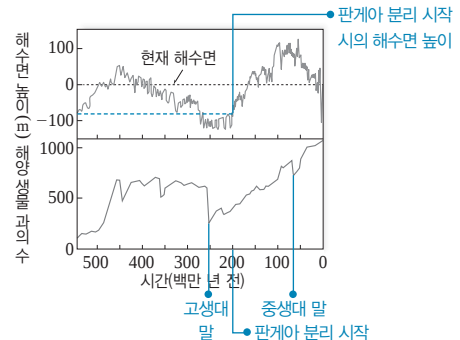
ㄱ. (나) 시대는 중생대로, 전반적으로 온난하였으며 빙하기는 없었다.

ㄴ. 판게아가 분리되어 이동하면서 대서양과 인도양이 형성되기 시작하였다.

ㄷ. 화폐석과 매머드는 신생대에 번성하였다.

15 지질 시대 생물의 대멸종

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 최초의 다세포 생물은 캄브리아기 전에 출현하였다.
- ㉡ 중생대 말에 감소한 해양 생물 과의 수는 고생대 말보다 크다.
- ㉢ 판게아가 분리되기 시작했을 때의 해수면은 현재보다 높았다.

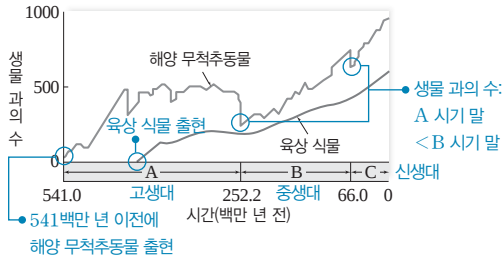
ㄱ. 캄브리아기는 고생대가 시작되는 시기이다. 최초의 다세포 생물은 선캄브리아 시대 말기에 출현하였으므로 캄브리아기 전에 출현하였다.

ㄴ. 그래프에서 해양 생물 과의 수 감소 폭을 보면 약 2억 5천만 년 전(고생대 말)이 약 7천만 년 전(중생대 말)보다 크다.

ㄷ. 판게아는 중생대 트라이아스기 말(약 2억 년 전)에 분리되기 시작하였고, 2억 년 전의 해수면 높이는 현재보다 낮았다.

16 지질 시대 생물의 대멸종

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 육상 식물이 해양 무척추동물보다 먼저 출현하였다. 나중에
- ㉡ 해양 무척추동물의 과의 수는 A 시기 말이 B 시기 말보다 적었다.
- ㉢ C 시기에는 화폐석이 변성하였다.

지질 시대 동안에 대멸종의 시기가 있었지만, 생물 과의 수는 대체로 증가해 왔으며, 생물은 육지보다 바다에서 먼저 출현하였다.

ㄴ. 해양 무척추동물의 과의 수는 평균적으로 A 시기 말에는 500보다 적었고, B 시기 말에는 500보다 많았다.

ㄷ. C 시기는 신생대로, 신생대의 바다에서는 화폐석이 변성하였다.

ㄱ. 육상 식물은 A 시기 중기에, 해양 무척추동물은 A 시기 이전에 출현하였다.

수능

3점

본책 76쪽~77쪽

- 1 ㉠ 2 ㉡ 3 ㉢ 4 ㉠ 5 ㉡ 6 ㉢
- 7 ㉢ 8 ㉢

1 표준 화석과 시상 화석

선택지 분석

- ㉠ A와 B는 고생대에 퇴적되었다.
- ㉡ C는 육지에서 퇴적되었다.
- ㉢ D가 퇴적될 당시에 이 지역에 빙하가 형성되지 않았다.

ㄱ. 삼엽충, 필석, 방추충은 고생대의 표준 화석이다. 따라서 A와 B는 고생대에 퇴적되었다.

ㄴ. 공룡은 육상 생물이므로 C는 육지에서 퇴적되었다.

ㄷ. 고사리는 온난 습윤한 환경에서 서식하므로 D가 퇴적될 당시에 이 지역은 따뜻한 기후였다.

2 표준 화석의 이용-지층의 대비

선택지 분석

- ㉠ A와 C는 고생대에 퇴적되었다.
- ㉡ B와 D의 화석은 지질 시대를 알아내는 데 이용된다.
- ㉢ 퇴적 시기의 간격은 A와 B 사이가 C와 D 사이보다 크다.

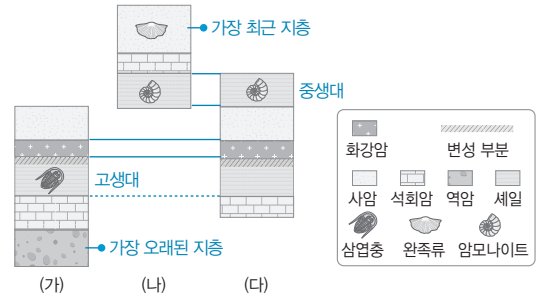
ㄱ. A와 C의 삼엽충은 고생대에 번성했던 생물이다. 따라서 A와 C는 고생대에 퇴적되었다.

ㄴ. B의 매머드와 D의 암모나이트는 표준 화석이므로 지질 시대를 알아내는 데 이용된다.

ㄷ. 매머드는 신생대, 암모나이트는 중생대의 표준 화석이다. 따라서 A와 B 사이(고생대~신생대)가 C와 D 사이(고생대~중생대)보다 시간 간격이 크다.

3 표준 화석의 이용-지층의 대비

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 가장 먼저 퇴적된 지층은 (가)의 역암이다.
- ㉡ (다)의 아래쪽 셰일층은 고생대에 퇴적되었다.
- ㉢ 화강암은 신생대에 생성되었다. 고생대나 중생대

ㄱ. 지층을 대비해 보면 가장 먼저 퇴적된 지층은 (가)의 역암이다.

ㄴ. (다)의 아래쪽 셰일층은 (가)에서 삼엽충 화석이 발견되는 셰일층과 같은 시대에 퇴적되었으므로 고생대에 퇴적되었다.

ㄷ. 화강암은 고생대의 표준 화석인 삼엽충 화석이 산출되는 셰일층과 중생대의 표준 화석인 암모나이트 화석이 산출되는 셰일층 사이에 생성되었으므로 고생대나 중생대에 생성되었다.

4 고기후 연구 방법

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 빙하가 형성되는 과정에서 포함된다.
- ㉡ 해수에서 증발하는 수증기의 ㉡은 A 시기가 B 시기보다 높다.
- ㉢ 대륙 빙하의 면적은 A 시기가 B 시기보다 좁다. 넓다

ㄱ. 빙하가 형성될 때 그 당시 대기가 미세한 공기 방울 형태로 빙하에 갇힌다. 이 공기 방울을 분석하면 과거 대기 중 이산화 탄소의 농도를 알 수 있다.

바로알기 나. 기온이 높을수록 해수에서 증발하는 수증기의 산소 동위 원소비가 높고, 이 수증기의 일부가 눈으로 내려 빙하를 형성하므로 빙하의 산소 동위 원소비가 높다. 따라서 해수에서 증발하는 수증기의 산소 동위 원소비는 A 시기보다 B 시기에 높다.

ㄷ. 기온이 높을수록 빙하의 산소 동위 원소비가 높으므로 기온은 A 시기보다 B 시기에 높다. 대륙 빙하는 기온이 낮을수록 더 넓게 분포하므로 대륙 빙하의 면적은 A 시기가 B 시기보다 넓다.

5 지질 시대 환경과 생물

선택지 분석

- ✗ (가)가 번성한 시대에 속씨식물이 번성하였다. 양치식물
- (가)와 (나)가 발견되는 지층은 모두 바다에서 퇴적되었다.
- ✗ (가)보다 (나)의 생물종이 지구상에 더 오랜 기간 동안 분포하였다. (나)보다 (가)의

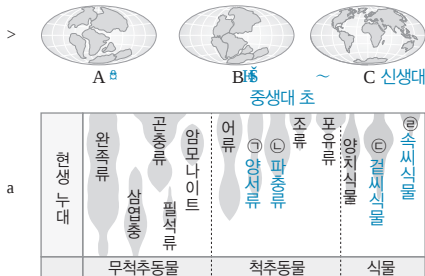
나. (가)와 (나)는 모두 바다에 살았던 생물이므로 두 화석이 발견되는 지층은 모두 바다에서 퇴적되었다.

바로알기 ㄱ. (가)는 삼엽충 화석으로, 삼엽충은 고생대에 번성한 생물이다. 고생대에 양치식물이 번성하였고, 속씨식물은 신생대에 번성하였다.

ㄷ. (가) 삼엽충은 고생대 전 기간에, (나) 암모나이트는 중생대 전 기간에 지구상에 분포하였다. 고생대가 중생대보다 오랫동안 지속되었으므로 (나)보다 (가)의 생물종이 지구상에 더 오랜 기간 동안 분포하였다.

6 지질 시대의 수륙 분포와 생물 변화

자료 분석



선택지 분석

- ✗ 수륙 분포의 변화 순서는 C → B → A이다. B → A → C
- 매머드가 번성한 시기의 수륙 분포는 C이다.
- ㉠은 양서류이고, ㉡은 파충류이다.
- ✗ ㉢은 속씨식물이고, ㉣은 겉씨식물이다.

나. 매머드는 신생대에 번성하였으므로 신생대의 수륙 분포는 C이다.

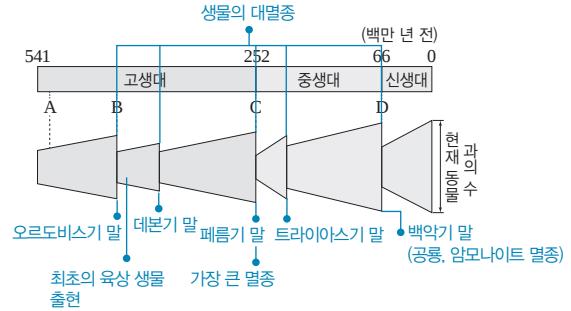
ㄷ. ㉠은 어류 다음으로 출현하여 번성한 양서류이고, ㉡은 그 이후 출현하여 번성한 파충류이다.

바로알기 ㄱ. B는 판게아가 형성된 고생대 말~중생대 초, A는 판게아가 분리되는 중생대, C는 현재와 비슷한 신생대의 수륙 분포이므로 변화 순서는 B → A → C이다.

ㄷ. ㉢은 양치식물 다음으로 출현하여 번성한 겉씨식물이고, ㉣은 그 이후 출현하여 번성한 속씨식물이다.

7 지질 시대 생물과 멸종

자료 분석



선택지 분석

- ✗ A 시기에 육상 동물이 출현하였다. 출현하지 않았다
- ✗ 동물과의 멸종 비율은 B 시기가 C 시기보다 크다. C 시기가 B 시기보다
- D 시기에 공룡이 멸종하였다.

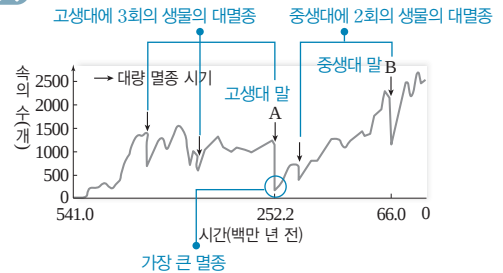
ㄷ. 지질 시대 동안 생물의 대멸종은 고생대 오르도비스기 말(B), 데본기 말, 페름기 말(C), 중생대 트라이아스기 말, 백악기 말(D)에 있었다. D 시기는 중생대 백악기 말로, 이 시기에 공룡과 암모나이트 등이 멸종하였다.

바로알기 ㄱ. 육상 생물은 고생대 실루리아기에 최초로 출현하였다. A는 고생대 초기로 다양한 생물이 급증하였으나 육상 동물은 아직 출현하지 않았다.

나. 동물과의 멸종 비율은 C 시기가 B 시기보다 크다. C 시기는 고생대 페름기 말로, 이 시기에 삼엽충이 멸종하였으며, 완족류와의 수가 급격히 감소하는 등 지질 시대 중 가장 큰 멸종이 있었다.

8 지질 시대 생물의 대멸종

자료 분석



선택지 분석

- 현생 누대 동안 생물의 대량 멸종은 5회 있었다.
- ✗ A 시기에 판게아가 분리되기 시작하였다. 형성되었다
- B 시기는 중생대와 신생대의 경계이다.

ㄱ. 현생 누대 동안에 생물의 대량 멸종은 자료에서와 같이 5회 있었다.

ㄷ. B 시기는 중생대 말로, 중생대와 신생대의 경계가 된다.

바로알기 나. A 시기는 고생대 말에 해당하며, 이 시기에 판게아가 형성되었다.



1. 대기와 해양의 변화

07 기압과 날씨 변화

개념 확인

본책 81쪽, 83쪽

- (1) 상승, 흐리다 (2) ① 고, 시계 ② 저, 시계 반대 (3) 높다
(4) 시베리아 (5) 적운형 (6) ① 크다 ② 정체성 ③ 이동성
(7) ① 두꺼운, 낮 ② 높은 (8) ① 빠르다 ② 하강, 상승 ③ 층운, 적운 ④ 정체 ⑤ 북태평양 (9) 서, 동 (10) 온난 (11) ① 적운 ② 맑, 높 ③ 남동 (12) 서쪽

수능 자료

본책 84쪽

자료 ① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○

자료 ② 1 × 2 × 3 ○ 4 ○ 5 × 6 × 7 ○

자료 ① 전선과 기단

2 (가)에서 ㉠ 시기(15시~18시)를 기준으로 기온이 급격히 변화하였으므로 이 시기에 전선이 통과하였음을 알 수 있다. ㉠ 시기 이전보다 이후의 기온이 낮아졌으므로 이 시기에 한랭 전선이 관측소를 통과하였다.

3 한랭 전선이 통과하면 기압은 높아지므로 관측소의 지상 평균 기압은 전선이 통과한 후인 ㉡ 시기가 ㉠ 시기보다 높다.

4 A 지역의 기단은 고위도 대륙에서 발생하여 한랭 건조하다.

5 A 지역의 기단은 한랭한 성질이 있으므로 이 기단의 영향을 받는 시기는 기온이 낮은 ㉢ 시기이다.

6 한랭 전선에서는 적운형 구름이 발달하므로 전선이 통과하면 소나기성 비가 내릴 수 있다.

자료 ② 온대 저기압과 날씨

1 온대 저기압은 편서풍에 의해 서에서 동으로 이동하므로 저기압 중심이 상대적으로 서쪽에 있는 (나)가 먼저 작성된 일기도이다.

2 저기압은 중심부의 기압이 낮을수록 세력이 강하다. (나)에서 (가)로 이동하면서 온대 저기압 중심부의 기압이 더 낮아졌으므로 온대 저기압의 세력은 강해졌다.

3 (나)와 (가) 사이에 P 지역에 한랭 전선이 통과하였다. 한랭 전선에서 적운형 구름이 발달하므로 이 기간 중 P 지역에 소나기가 내렸다.

4 P 지역에 한랭 전선이 통과하여 찬 기단이 지나므로 전선이 통과한 후 기온은 낮아졌다.

5 (다)에서 풍향은 풍향계가 가리키는 방향이므로 북서풍이다.

6 P 지역에서 풍향은 (가)일 때 북서풍이고, (나)일 때 남서풍이므로 (다)는 (가)일 때 풍향이다.

7 P 지역은 저기압 중심의 진행 방향에 대하여 오른쪽에 위치하므로 저기압이 통과하면서 풍향이 시계 방향으로 변화하였다.

수능 1점

본책 84쪽

1 ④ 2 한랭 전선, 21시경 3 B 4 (가) → (다) → (라) → (나)

5 (1) 북서풍 (2) 7 m/s (3) 소나기 (4) 10 °C (5) 1003.0 hPa

1 ④ C는 북태평양 기단으로 저위도 해양에서 발생하여 고온 다습하고, 주로 여름에 영향을 준다.

바로알기 ① A는 시베리아 기단으로 고위도 대륙에서 발생하여 한랭 건조하고, 주로 겨울에 영향을 준다.

② B는 양쯔강 기단으로 저위도 대륙에서 발생하여 온난 건조하고, 주로 봄·가을에 영향을 준다.

⑤ D는 호호츠크해 기단으로 고위도 해양에서 발생하여 한랭 다습하고, 주로 초여름에 영향을 준다.

2 전선 통과 전후로 기온, 기압, 풍향 등이 급격히 변화한다. 21시경에 이 지역의 풍향이 남서풍에서 북서풍으로 바뀌었으며 기온이 급격히 낮아졌으므로 한랭 전선이 통과하였다.

3 현재 대체로 맑고 남서풍이 불고 있는 지역은 B 지역으로, 앞으로 한랭 전선이 통과하면서 강한 소나기가 내리고 북서풍이 불며 찬 공기의 영향을 받아 기온이 내려갈 것이다.

4 (가) 찬 공기와 따뜻한 공기가 만나 정체 전선이 형성되고 (다) 파동이 일어나면, (라) 한랭 전선과 온난 전선이 형성되면서 온대 저기압이 발달한다. (나) 이동 속도가 빠른 한랭 전선이 온난 전선과 겹쳐져 폐색 전선이 형성되면서 온대 저기압이 소멸한다.

5 (1) 일기 기호의 깃이 가리키는 방향이 풍향이다.

(2) 긴 깃은 5 m/s, 짧은 깃은 2 m/s이므로 풍속은 7 m/s이다.

(3) 7 × aY3 D·âî

> Jû Ý \$ D W> Ýá8 D·p²ý 10 °C이다.

(5) 030이 기압을 나타낸다. 기압은 천의 자리와 백의 자리를 생략하고 소수점 아래 첫째 자리까지 나타내므로 1003.0 hPa이다.

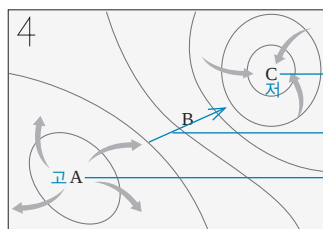
수능 2점

본책 85쪽~87쪽

1 ① 2 ③ 3 ② 4 ③ 5 ⑤ 6 ⑤
7 ⑤ 8 ⑤ 9 ⑤ 10 ① 11 ⑤ 12 ②

1 고기압과 저기압

자료 분석



- 바람이 시계 반대 방향으로 수렴 → C는 저기압
- 바람의 방향: A → C
- 바람이 시계 방향으로 발산 → A는 고기압

선택지 분석

- ㉠ A 지역에서 B 지역으로 갈수록 기압이 낮아진다.
- ✗ C 지역은 하강 기류가 발달한다. 상승 기류
- ✗ B 지역에서는 동풍이 우세하게 불 것이다. 서풍

ㄱ. A 지역은 지상에서 공기가 발산하므로 고기압이 분포하고, C 지역은 지상에서 공기가 수렴하므로 저기압이 분포한다.

바로알기 ㄴ. C 지역은 저기압이 분포하므로 상승 기류가 발달한다.
ㄷ. B 지역의 남서쪽에 고기압이 있고, 북동쪽에는 저기압이 있으므로 B 지역에서는 서풍이 우세하게 불 것이다.

2 우리나라에 영향을 주는 기단

선택지 분석

- ☒ A는 양쯔강 기단이다. **시베리아 기단**
- ☒ B는 한랭 건조한 특성을 나타낸다. **온난 건조**
- ☒ C는 차가운 바다에서 형성된다.
- ☒ D가 영향을 미치는 시기에는 우리나라에 이동성 고기압이 자주 통과한다. **B**
- ☒ A와 D는 육지에서 형성된 기단이다. **A는**

③ C는 고위도에 위치하는 오�호츠크해에서 발생한 기단이다.

바로알기 ① 겨울철에 영향을 주는 A는 시베리아 기단, 봄철과 가을철에 영향을 주는 B는 양쯔강 기단, 초여름에 영향을 주는 C는 오토츠크해 기단, 여름철에 영향을 주는 D는 북태평양 기단이다.
② B는 중국 대륙의 양쯔강 유역에서 발달한 온대 대륙성 기단이므로 온난 건조한 특성을 나타낸다.
④ D는 북태평양 기단으로, 정체성 고기압이다.
⑤ A는 육지에서 형성되고, D는 바다에서 형성된다.

3 기단의 변질

선택지 분석

- ☒ 전선이 만들어지면서 풍속이 강해진다. **만들어지지 않는다**
- ☒ 공기의 상하 혼합이 활발해지고 적운형 구름이 발달한다.
- ☒ 북태평양 기단이 북상할 때 잘 나타나는 현상이다. **시베리아 기단이 남하할 때**

ㄴ. 차고 건조한 기단이 따뜻한 바다를 지나면 열과 수증기를 공급받아 기층이 불안정해지고 공기의 상하 혼합이 활발해지면서 적운형 구름이 발달한다.

바로알기 ㄱ. 전선은 성질이 다른 두 기단이 만났을 때 형성된다.
ㄷ. 북태평양 기단이 북상하면 기층이 안정해지고 층운형 구름이 나타나 안개가 형성된다.

4 기상 영상 해석

선택지 분석

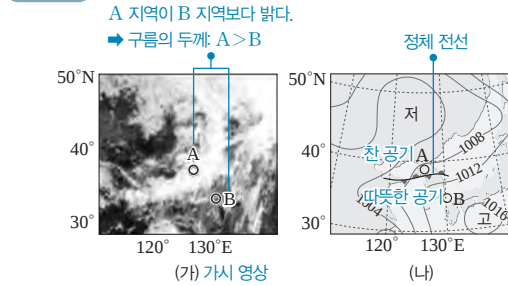
- ☒ 두 영상은 밤에 촬영한 것이다. **낮에**
- ☒ A 지역의 구름은 고도가 낮고 두껍다. **높고 얇다**
- ☒ B 지역의 구름은 적란운에 가깝다.

ㄷ. B 지역의 구름은 가시 영상과 적외 영상에서 모두 밝게 나타나므로 두께가 두껍고 고도가 높은 구름인 적란운에 가깝다.

바로알기 ㄱ. 가시 영상은 햇빛을 이용하므로 밤에 촬영할 수 없다. 따라서 두 영상은 낮에 촬영한 것이다.
ㄴ. 가시 영상에서는 구름이 두꺼울수록 밝게 보이고, 적외 영상에서는 구름의 고도가 높을수록 밝게 보인다. A 지역의 구름은 가시 영상에서는 어둡게 보이고 적외 영상에서는 밝게 보이므로, 두께가 얇고 고도가 높은 구름이다.

5 기상 위성 영상과 정체 전선

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 구름의 두께는 A 지역이 B 지역보다 두껍다.
- ☒ A 지역의 구름을 형성하는 수증기는 주로 전선의 남쪽에 위치한 기단에서 공급된다.
- ☒ B 지역의 지상에서는 남풍 계열의 바람이 분다.

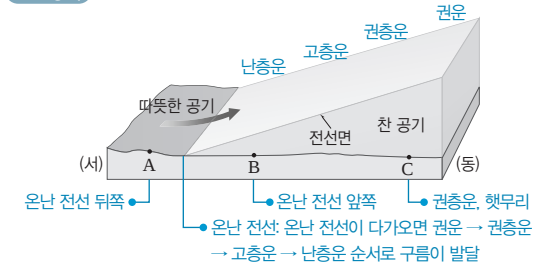
ㄱ. 가시 영상은 구름과 지표면에서 반사된 햇빛의 세기에 따라 나타낸 영상으로, 구름이 두꺼울수록 햇빛을 강하게 반사하여 밝게 보인다. (가)에서 A 지역은 B 지역보다 밝게 보이므로 구름의 두께가 두껍다.

ㄴ. 정체 전선은 북쪽의 찬 공기와 남쪽의 따뜻한 공기가 만나 형성되며, 전선면이 찬 공기 쪽으로 기울어져 있어 남쪽에 위치한 수증기를 많이 포함한 따뜻한 기단이 북쪽의 찬 기단 위로 상승하면서 구름이 형성된다. 따라서 구름대가 보통 전선의 북쪽에 형성되므로 A 지역의 구름을 형성하는 수증기는 주로 전선의 남쪽에 위치한 따뜻한 기단에서 공급된 것이다.

ㄷ. B 지역의 남동쪽에 고기압이 위치한다. 북반구 고기압의 지상에서는 바람이 시계 방향으로 불어나가므로 B 지역의 지상에서는 남풍 계열의 바람이 분다.

6 온난 전선의 특징

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A 지점은 날씨가 맑고, 기온이 가장 높다.
- ☒ B 지점에서는 층운형 구름이 발달하고, 비가 내린다.
- ☒ 전선이 동쪽으로 이동하면, 앞으로 비가 내릴 가능성은 A보다 C 지점이 크다.

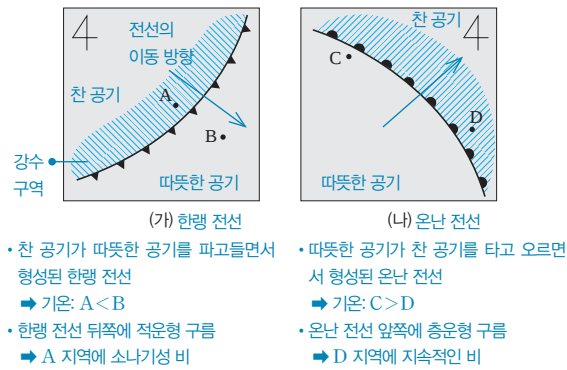
ㄱ. A 지점은 온난 전선 뒤쪽으로, 대체로 날씨가 맑고 따뜻한 공기의 영향으로 기온이 가장 높다.

ㄴ. B 지점은 온난 전선 앞쪽으로, 층운형 구름이 발달하여 넓은 지역에 지속적인 비가 내린다.

ㄷ. 전선이 동쪽으로 이동하면 C 지점은 앞으로 난층운이 다가오므로 비가 내릴 것이다. A 지점은 이미 온난 전선이 통과하여 날씨가 맑다.

7 한랭 전선과 온난 전선

자료 분석



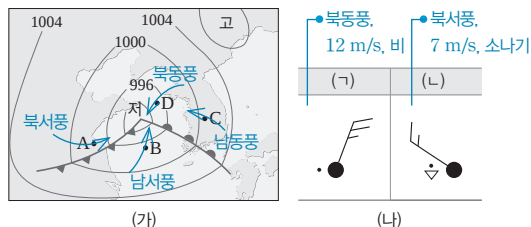
선택지 분석

- ㉠ 기온은 B가 A보다 높다.
 ㉡ A와 D에는 강수 현상이 있다.
 ㉢ 기압은 C가 D보다 낮다.

- ㄱ. 한랭 전선의 앞쪽에는 따뜻한 공기가 분포하고 뒤쪽에는 찬 공기가 분포하므로 B가 A보다 기온이 높다.
 ㄴ. 한랭 전선의 뒤쪽인 A에는 적운형 구름이, 온난 전선의 앞쪽인 D에는 층운형 구름이 발생하므로 강수 현상이 일어난다.
 ㄷ. 온난 전선은 북서-남동으로 뻗어 있고 북서쪽이 저기압 중심에 가까우므로 기압은 저기압 중심에 더 가까운 C가 D보다 낮다.

8 온대 저기압의 날씨와 일기 기호

자료 분석



선택지 분석

- | | (가) | (나) | | (가) | (나) |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ㉠ | A | C | ㉡ | B | A |
| ㉢ | B | D | ㉣ | C | B |
| ㉤ | D | A | | | |

- (가): 북동풍이 불고, 비가 내리며, 풍속이 (나)보다 강하므로 저기압 중심에 가까운 D 지점에 해당하는 일기 기호이다.
 (나): 북서풍이 불고, 소나기가 내리고 있으므로 한랭 전선의 뒤쪽인 A 지점에 해당하는 일기 기호이다.

9 온대 저기압과 날씨 변화

선택지 분석

- ㉠ 저기압의 세력은 (가)가 (나)보다 약하다.
 ㉡ (가)에서 (나)로 변하는 동안 A에서는 비가 지속적으로 내렸다. 소나기성 비가
 ㉢ 우리나라를 지나는 온대 저기압은 봄철이 여름철보다 형성되기 쉽다.

- ㄱ. 온대 저기압의 중심 기압은 (가)보다 (나)에서 더 낮으므로 저기압의 세력은 (가)가 (나)보다 약하다.
 ㄷ. 온대 저기압은 찬 기단과 따뜻한 기단이 만나는 곳에서 잘 형성된다. 우리나라 여름철에는 고온 다습한 북태평양 기단의 영향을 주로 받으므로 여름철보다 봄철에 온대 저기압이 형성되기 쉽다.
 ㄴ. (가)에서 A는 온난 전선과 한랭 전선 사이에 위치하므로 날씨가 비교적 맑지만, (나)에서 A는 한랭 전선 뒤쪽에 위치하므로 적운형 구름이 형성되어 소나기성 비가 내린다.

10 연속된 일기도 해석

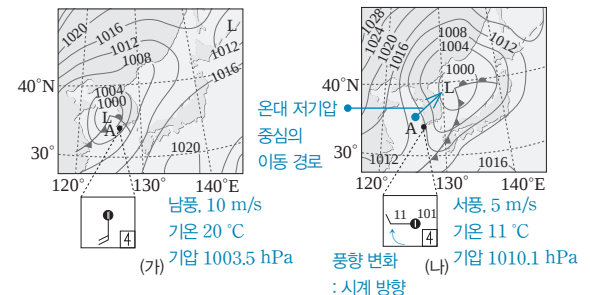
선택지 분석

- ㉠ (가)는 (나)보다 먼저 작성된 일기도이다.
 ㉡ (나)에서 A~E 중 소나기성 비가 내릴 가능성이 가장 큰 지점은 D이다. C
 ㉢ 이 기간 동안 저기압의 세력은 약화되었다. 강화

- ㄱ. 온대 저기압은 서에서 동으로 이동하므로 저기압 중심이 상대적으로 서쪽에 위치한 (가)가 (나)보다 먼저 작성된 일기도이다.
 ㄴ. 소나기성 비가 내린 지점은 한랭 전선 뒤쪽에 위치한 C이다. D는 온난 전선 앞쪽에 위치하므로 지속적인 비가 내린다.
 ㄷ. 저기압의 중심 기압이 더 낮아졌으므로 세력은 강화되었다.

11 온대 저기압의 일기도와 일기 기호 해석

자료 분석



선택지 분석

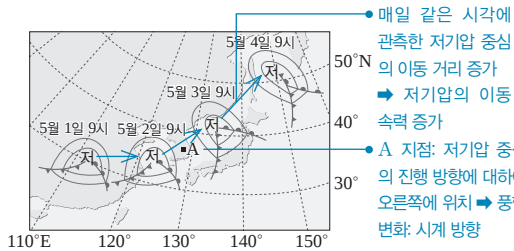
- ㉠ A 지점의 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.
 ㉡ 한랭 전선이 통과한 후에 A에서의 기온은 9 °C 하강하였다.
 ㉢ 온난 전선면과 한랭 전선면은 각각 전선으로부터 지표상의 공기가 더 차가운 쪽에 위치한다.

- ㄱ. A 지점의 풍향은 (가)에서 남풍이었다가 (나)에서 서풍이 되었다. A 지점은 저기압 중심의 진행 방향의 오른쪽에 위치하므로 풍향이 시계 방향으로 바뀌었다.
 ㄴ. (가)와 (나) 사이에 한랭 전선이 A 지점을 통과하였고 기온은 20 °C에서 11 °C로 9 °C 낮아졌다.
 ㄷ. 온난 전선은 따뜻한 공기가 찬 공기를 타고 오르면서 형성되기 때문에 찬 공기 쪽으로 전선면이 기울어져 있고, 한랭 전선은 찬 공기가 따뜻한 공기를 파고들면서 형성되기 때문에 찬 공기 쪽으로 전선면이 기울어져 있다.



12 온대 저기압의 이동

자료 분석



선택지 분석

- ✗ 저기압의 이동 방향과 속력은 일정하게 유지되었다. **일정하지 않았다**
- A 지점의 풍향은 시간에 따라 시계 방향으로 변하였다.
- ✗ 5월 2일 9시부터 5월 3일 9시까지 A 지점은 맑은 날씨가 지속되었다. **비가 오는 날씨가 있었다**

ㄴ. A 지점은 저기압 중심의 진행 방향에 대하여 오른쪽에 위치하므로 풍향은 시간에 따라 시계 방향으로 변하였다.

바로알기 ㄱ. 하루 동안 저기압이 이동한 거리가 달라졌고 이동 방향도 조금씩 달라졌으므로, 이동 방향과 속력은 일정하지 않았다.
ㄷ. 5월 2일 9시부터 5월 3일 9시 사이에 온난 전선과 한랭 전선이 차례로 A 지점을 통과하였다. 전선 부근에서 구름이 발생하므로 전선이 통과하면서 비가 오는 날씨가 있었다.

수능 3점

본책 88쪽 ~ 89쪽

- 1 ③ 2 ④ 3 ② 4 ③ 5 ⑤ 6 ②
7 ④ 8 ③

1 기단의 변질

선택지 분석

- 기단 내에서 대류가 활발해진다.
- ✗ 층운형 구름이 형성된다. **적운형**
- 강한 강수 현상이 나타난다.

ㄱ. 고위도 대륙에서 발원한 기단이 해양을 지나 저위도로 이동하는 동안 수증기와 열을 공급받으므로 기단 하층부의 온도가 상승하면서 기단 내에서 대류가 활발해진다.

ㄷ. 적운형 구름이 발달하므로 강한 강수 현상이 나타난다.

바로알기 ㄴ. 대류가 활발해지면서 기층이 불안정해지고 그에 따라 강한 상승 기류가 발달하여 적운형 구름이 형성된다.

2 전선과 기단

선택지 분석

- ✗ 관측소를 통과한 전선은 온난 전선이다. **한랭**
- 관측소의 지상 평균 기압은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 높다.
- ㉠ 시기에 관측소는 A 지역 기단의 영향을 받는다.

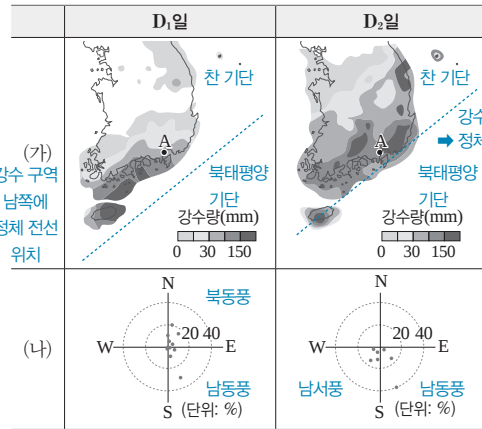
ㄴ. ㉠ 시기는 한랭 전선이 통과한 후이므로 지표면의 기온이 낮아지고, 기압이 높아졌다.

ㄷ. A 지역 기단은 고위도 대륙에서 형성되어 한랭 건조하다. ㉡ 시기에 기온이 낮아졌으므로 A 지역 기단의 영향을 받았다.

바로알기 ㄱ. ㉠ 시기에는 지표면 부근의 기온이 대체로 높았지만, ㉡ 시기 이후에 지표면 부근의 기온이 크게 낮아졌다. 따라서 관측소를 통과한 전선은 한랭 전선이다.

3 정체 전선

자료 분석



선택지 분석

- ✗ D1일 때 정체 전선의 위치는 D2일 때보다 북쪽이다. **남쪽**
- D2일 때 남동풍의 빈도는 남서풍의 빈도보다 크다.
- ✗ D1일 때가 D2일 때보다 북태평양 기단의 영향을 더 받는다. **덜**

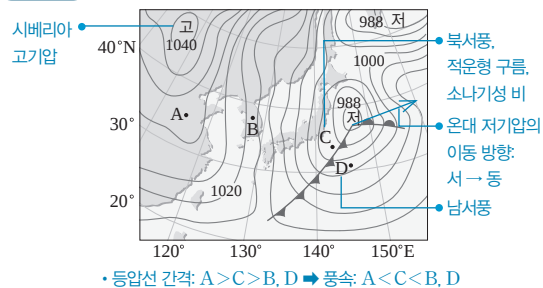
ㄴ. D2일 때 A 지점에서의 풍향 빈도는 남서풍이 20 % 미만으로 4회 관측되었고 남동풍이 20 % 미만으로 2회, 40 %로 1회 관측되었다. 따라서 총 빈도는 남동풍이 남서풍보다 크다.

바로알기 ㄱ. 정체 전선의 북쪽에서 주로 비가 내리고, (가)에서 강수 구역은 D1일 때가 D2일 때보다 남쪽에 분포하므로 정체 전선은 D1일 때가 D2일 때보다 남쪽에 위치한다.

ㄷ. 북태평양 기단의 세력이 강해지면 정체 전선이 북쪽으로 이동한다. D2일 때가 D1일 때보다 정체 전선이 북쪽에 있으므로 A 지점이 북태평양 기단의 영향을 더 받는다.

4 온대 저기압과 일기도 해석

자료 분석



선택지 분석

- A~D 지점 중 풍속은 A 지점에서 가장 작다.
- ✗ 우리나라 여름철에 잘 나타나는 일기도이다. **겨울철**
- D 지점은 앞으로 전선이 통과한 후 북서풍이 불 것이다.

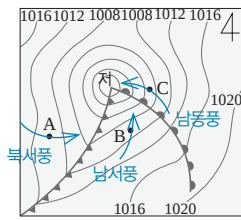
ㄱ. 등압선의 간격이 좁을수록 풍속이 크므로 A~D 지점 중 등압선 간격이 가장 넓은 A 지점에서 풍속이 가장 작다.

ㄷ. D 지점은 앞으로 한랭 전선 뒤쪽에 위치하여 북서풍이 불 것이다.

바로알기 ㄴ. 우리나라 서쪽에 시베리아 고기압이 있고 동쪽에 저기압이 있는 일기도는 겨울철에 잘 나타난다.

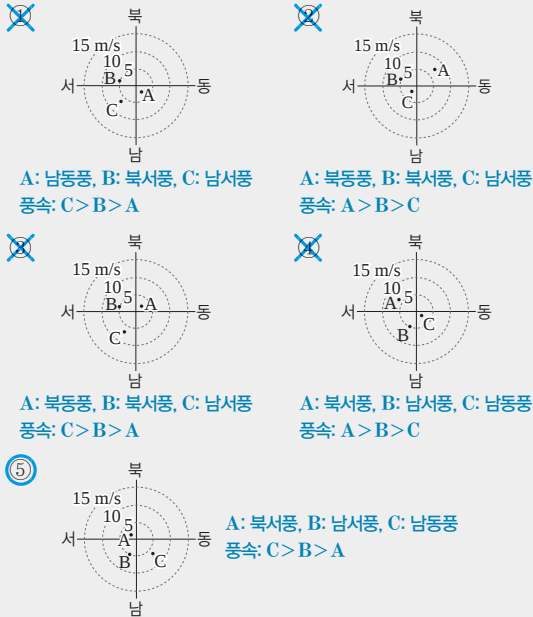
5 온대 저기압 주변의 바람

자료 분석



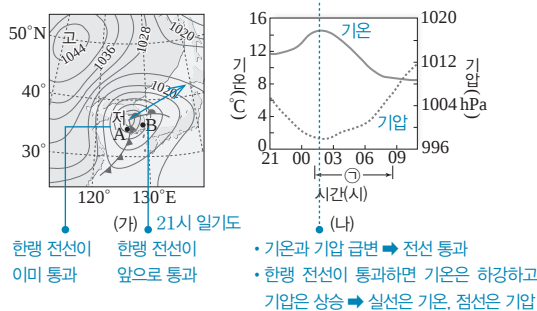
- 풍향: 북반구 저기압 중심에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불어 들어가며, 등압선에 오른 쪽으로 비스듬히 휘어져 불어 들어간다.
- 등압선 간격: $A > B > C$
→ 풍속은 등압선 간격이 좁을수록 빠르므로 $C > B > A$ 이다.

선택지 분석



6 온대 저기압의 통과

자료 분석



선택지 분석

- ✗ (가)에서 A의 상층부에는 주로 층운형 구름이 발달한다. 적운형
- (나)는 B의 관측 자료이다.
- ✗ (나)의 관측소에서 ㉠ 기간 동안 풍향은 시계 반대 방향으로 바뀌었다. 시계 방향

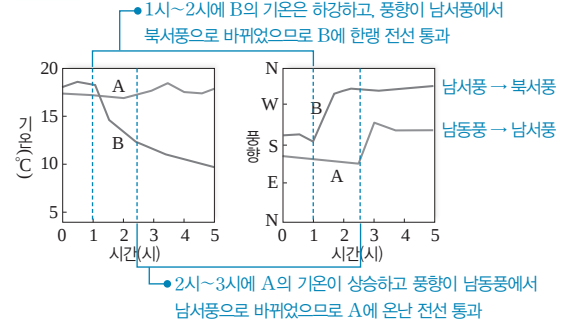
ㄴ. (나)에서 02시 전후로 기온과 기압이 급격히 변하였으므로 전선이 통과하였다. 온대 저기압은 서에서 동으로 이동하므로 21시 이후 A는 전선이 통과하지 않고, B는 한랭 전선이 통과한다.

[다른 해설] (가)에서 21시에 A와 B는 모두 기압이 1008 hPa보다 작으므로, (나)에서 21시에 기압 값이 1008 hPa보다 작은 점선은 기압이고 실선은 기온이다. 02시경 이후 기온이 하강하므로 한랭 전선이 통과하는 B의 관측 자료이다.

바로알기 ㄱ. A와 같은 한랭 전선의 뒤쪽에서는 전선면의 기울기가 급하여 공기가 강하게 상승하면서 적운형 구름이 발달한다.
ㄴ. ㉠ 기간 동안 (나)의 관측소(B)는 저기압 중심의 진행 방향의 오른쪽에 위치하므로 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.

7 온대 저기압의 통과

자료 분석



선택지 분석

- ✗ B 관측소에는 1시~2시에 온난 전선이 통과하였다. 한랭
- 전선이 통과한 시기는 A 관측소보다 B 관측소가 빠르다.
- A 관측소에 2시경에 흐리거나 비가 내렸다.

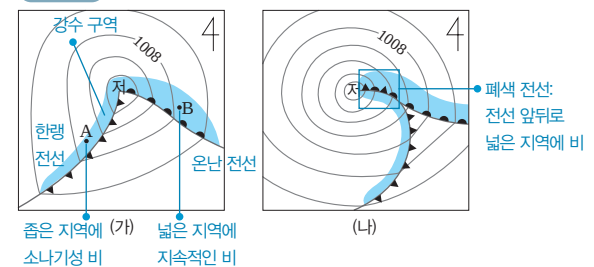
ㄴ. A 관측소에서는 2시~3시에 기온이 상승하고, 풍향이 남동풍에서 남서풍으로 바뀌었으므로 온난 전선이 통과하였다. B 관측소에서 한랭 전선이 1시~2시에 통과하였으므로 전선이 통과한 시기는 A 관측소보다 B 관측소가 빠르다.

ㄴ. 2시경에는 온난 전선이 A 관측소에 가까워졌으나 통과하기 전이므로 A 관측소는 흐리거나 비가 내렸다.

바로알기 ㄱ. B 관측소에서는 1시~2시에 기온이 하강하고, 풍향이 남서풍에서 북서풍으로 바뀌었으므로 한랭 전선이 통과하였다.

8 온대 저기압의 발생

자료 분석



선택지 분석

- (가)는 온대 저기압이 통과하기 전의 모습이다.
- (가)에서 뇌우가 발생할 가능성은 B 지점보다 A 지점이 크다.
- ✗ (나)에서 정체 전선이 형성되면서 넓은 지역에 비가 내린다. 폐색 전선

ㄱ. 이동 속도가 빠른 한랭 전선이 온난 전선과 겹쳐져 폐색 전선이 형성된다. 따라서 폐색 전선이 형성된 (나)가 온대 저기압이 우리나라를 통과한 후의 모습이고 (가)는 통과하기 전의 모습이다.

ㄴ. 뇌우는 적란운이 발달할 때 나타난다. A 지점에서는 적운형 구름이 형성되고, B 지점에서는 층운형 구름이 형성되므로 A 지점이 B 지점보다 뇌우가 발생할 가능성이 크다.

바로알기 ㄴ. (나)는 폐색 전선의 앞뒤로 전선면이 형성되어 넓은 지역에 비가 내린다.

개념 확인

본책 91쪽, 93쪽

- (1) ① 17 ② 숨은열 ③ 열대 ④ 조밀 ⑤ 전선 (2) ① 상승, 적운형 ② 낮아, 강해 ③ 하강 (3) 빨라 (4) 위험, 시계 (5) 약해, 높아 (6) ① 상승 ② 한랭 ③ 가열 (7) 적운, 성숙 (8) 좁다 (9) 30, 80, 적란운 (10) 강풍 (11) 폭설 (12) 봄철, 증가

수능 자료

본책 94쪽

자료① 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 × 6 ○

자료② 1 × 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 × 7 ○

자료③ 1 ○ 2 × 3 × 4 ×

자료④ 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ○

자료① 태풍의 이동과 관측소의 기온, 기압, 풍향 변화

- 태풍이 다가오면 태풍 중심부에 가까워지면서 기압은 낮아지고 풍속은 증가한다. 따라서 값이 낮아졌다 증가하는 실선이 기압을 나타내므로 (가)에서 기압은 T_4 에 가장 낮았다.
- (나)에서 $T_1 \sim T_2$ 사이에 기압이 가장 낮았으므로 태풍의 중심이 가장 가까이 접근하였다.
- 태풍이 지나가는 동안 풍향은 시계 방향 또는 시계 반대 방향으로 변하므로 (가)에서 풍향은 N에서 E로 변하는 점들이다. $T_1 \sim T_4$ 에서 풍향은 북풍 → 북동풍 → 동풍(시계 방향)으로 변하였다.
- (나)에서 태풍이 지나가는 동안 풍향은 SE(남동풍)에서 S(남풍)으로 변하였으므로 풍향은 시계 방향으로 변하였다.
- 태풍 진행 방향의 오른쪽인 위험 반원에서는 풍향이 시계 방향으로 변한다. (가)와 (나)는 모두 풍향이 시계 방향으로 변하였으므로 위험 반원에 있었다.
- 그림에서 가는 점선이 기온을 나타내므로 T_1 일 때 기온은 (나)가 약 26°C , (가)가 약 24°C 였다.

자료② 태풍의 이동과 세력 변화

- 태풍의 눈이 통과하면 최대 풍속이 나타날 때 풍속이 급격히 감소하였다 증가하는 시기가 있다. A 시기와 B 시기는 모두 최대 풍속이 나타날 때 풍속이 급격히 감소하였다 증가하는 시기가 없었으므로 태풍의 눈이 관측소를 통과하지 않았다.
- A 시기에 태풍의 눈이 관측소를 통과하지 않았으므로 최대 풍속이 나타난 직후에 맑고 약한 하강 기류가 나타나지 않는다.
- A 시기에 태풍의 중심이 가까이 지날 때 풍향이 동풍 → 남동풍 → 남서풍(시계 방향)으로 변하였으므로 관측소는 태풍의 위험 반원에 있었다.
- B 시기에 풍향이 동풍 → 북동풍 → 북서풍(시계 반대 방향)으로 변하였으므로 관측소는 태풍의 안전 반원에 있었다.
- 최대 풍속이 A 시기가 B 시기보다 크므로 A 시기에 통과한 태풍의 세력이 더 강하여 중심 기압이 낮았을 것이다.
- A 시기에 표층 수온이 급격히 하강하였으므로 수증기의 공급량이 감소하여 B 시기에 통과하는 태풍을 약화시켰다.

자료③ 뇌우와 우박

- 열대 저기압에서 강한 상승 기류가 발달할 때 뇌우가 발생할 수 있으므로 태풍의 강한 상승 기류는 ㉠에 해당한다.
- 뇌우는 대기가 매우 불안정할 때 발생하는데, 북태평양 고기압이 북상하면 대기가 안정해지므로 ㉠에 해당하지 않는다.
- 우리나라는 여름철의 기온이 높으므로 집중 호우 시 우박이 거의 동반되지 않으며, 초여름이나 가을에 우박이 주로 발생한다.
- 뇌우의 성숙 단계에서 상승 기류와 하강 기류가 함께 나타날 때 천둥, 번개, 소나기, 우박 등을 동반한다.

자료④ 활사

- 고기압 부근인 A 지역에는 하강 기류가 발달하고 저기압 부근인 B 지역에는 상승 기류가 발달하므로 B 지역에서 발생한 황사가 상층으로 올라가기 쉽다.
- 우리나라에 영향을 미친 황사의 발원지는 편서풍대(위도 $30^\circ \sim 60^\circ$)에 위치하므로 상층으로 올라간 모래 먼지는 편서풍을 타고 동쪽에 있는 우리나라로 이동한다.
- 발원지에서 상승 기류에 의해 상층으로 올라간 모래 먼지가 편서풍을 타고 이동하여 우리나라에서 하강 기류를 타고 지표에 유입되므로 하강 기류가 발달하는 고기압이 우리나라에 분포할 때 황사가 일어날 가능성이 크다.

수능



본책 95쪽

- 1 (1) 상승 → 하강 (2) 약해지고 → 강해지고, 높아진다 → 낮아진다 (3) 낮아진다 → 높아진다 (4) 왼쪽 → 오른쪽 2 ③ 3 (1) B (2) A (3) C 4 (1) 4시~6시 (2) 안전 반원 5 (1) 안정 → 불안정 (2) 하강 기류 → 상승 기류 (3) 우리나라 → 중국과 몽골, 중국과 몽골 → 우리나라 6 (가) → (나) → (다) 7 ③

- (1) 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 나타나 구름이 잘 발생하지 않으므로 맑고 바람이 약하다.
(2) 태풍이 수온이 높은 바다를 지나면 수증기 공급이 활발해지므로 세력이 강해지고, 태풍의 세력은 중심 기압이 낮을수록 강해지므로 중심 기압은 낮아진다.
(3) 태풍이 육지에 상륙하면 수증기 공급이 감소하므로 세력은 약해지고, 중심 기압은 높아진다.
- ①, ② 태풍은 열대 기단 내에서 회전력이 생겨 발생하므로 전선을 동반하지 않으며, 등압선이 원형에 가깝다.
④ 태풍은 수증기를 많이 공급받을 수 있는 수온이 높은 열대 해상에서 발생한다.
⑤ 태풍의 대부분은 상승 기류가 강하게 발달하지만, 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 발달하여 구름이 발생하지 않는다.
바로알기 ③ 태풍은 수증기가 응결할 때 나오는 숨은열을 에너지원으로 하므로 수증기를 계속 공급받아야 그 세력이 더 강해진다. 태풍이 육지에 상륙하면 수증기 공급이 차단되므로 세력이 급격히 약해진다.

3 태풍이 북반구에서 북상하고 있으므로 A는 태풍 진행 방향의 왼쪽, B는 태풍의 눈, C는 태풍 진행 방향의 오른쪽이다.

- (1) 기압은 태풍의 중심에서 가장 낮으므로 B에서 가장 낮다.
 (2) 태풍 진행 경로의 왼쪽 부분(A)은 안전 반원에 속하고, 태풍 진행 경로의 오른쪽 부분(C)은 위험 반원에 속한다.
 (3) 바람은 태풍의 눈(B)에서 약하고, 태풍의 눈벽(A, C)에서 가장 강하다. A와 C는 태풍의 중심으로부터 같은 거리에 있으므로 안전 반원에 위치한 A보다 위험 반원에 위치한 C의 풍속이 더 강하다.

4 (1) 태풍의 중심이 가까워질수록 기압이 낮아지고, 풍속은 강해지므로 이 지점은 4시~6시에 태풍의 중심에 가장 가까웠다.
 (2) 풍향이 동풍 → 북동풍 → 북서풍 → 서풍으로 시계 반대 방향으로 변하고 있으므로 이 지점은 태풍의 안전 반원에 위치한다.

5 (1) 집중 호우는 대기가 불안정하여 상승 기류가 강할 때 잘 나타난다.
 (2) 뇌우의 발달 단계 중 적은 단계에서는 상승 기류만 나타나고, 소멸 단계에서는 하강 기류가 우세하게 나타난다.
 (3) 중국과 몽골에서 발생한 황사가 편서풍을 타고 우리나라에 영향을 미친다. 중국과 몽골의 사막화가 진행되면 발원지에서 발생하는 황사가 증가하므로 우리나라에 황사가 발생하는 횟수는 증가한다.

6 (가)는 상승 기류가 발달하여 구름이 발생하는 적은 단계, (나)는 상승 기류와 하강 기류가 존재하는 성숙 단계, (다)는 하강 기류가 우세해지면서 구름이 점차 소멸하는 소멸 단계이므로 발달 순서는 (가) → (나) → (다)이다.

7 뇌우에는 대기가 불안정할 때 적란운이 발달하면서 우박, 천둥, 돌풍, 강한 소나기가 동반된다.

바로알기 안개는 대기가 안정할 때 발생한다.

수능 2점

본책 96쪽 ~ 99쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 1 ③ | 2 ① | 3 ③ | 4 ④ | 5 ④ | 6 ① |
| 7 ② | 8 ③ | 9 ① | 10 ② | 11 ① | 12 ⑤ |
| 13 ③ | 14 ③ | 15 ⑤ | 16 ② | | |

1 태풍의 발생

선택지 분석

- ㉠ 태풍은 위도 5°~25° 사이의 열대 해상에서 발생한다.
 ㉡ 편서풍대에서 태풍은 북동쪽으로 이동한다.
 ㉢ 적도 부근의 해역에서는 수온이 높기 때문에 태풍이 발생하지 않는다. **전향력이 약하기**

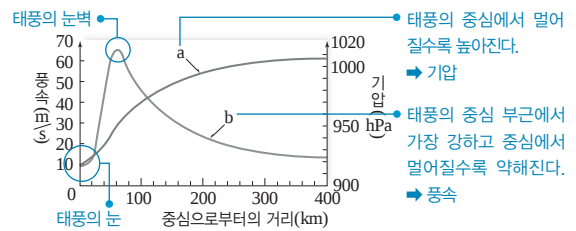
㉠. 태풍은 수온이 높고 지구 자전 효과에 의한 전향력이 작용하는 위도 5°~25° 사이의 열대 해상에서 발생한다.

㉡. 편서풍대(위도 30°~60°)에서 태풍은 편서풍의 영향으로 북동쪽으로 이동한다.

바로알기 ㉢. 적도 부근의 해역은 수온은 높지만, 소용돌이를 만드는 데 필요한 전향력이 약하기 때문에 태풍이 발생하지 않는다.

2 태풍의 구조

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ a는 기압이다.
 ㉡ 태풍의 눈에서 풍속이 가장 강하다. **약하다**
 ㉢ 태풍이 육지에 상륙하면 b의 최댓값은 더 커진다. **작아진다**

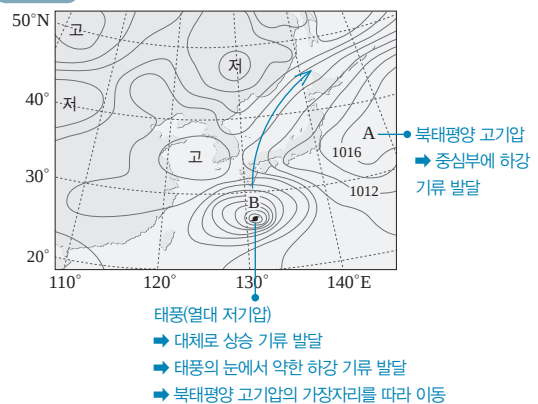
㉠. 태풍의 중심으로 갈수록 기압은 낮아지므로 a는 기압 변화를 나타낸 것이다. 풍속은 태풍의 중심 부근(눈벽)에서 가장 강하므로 b는 풍속 변화를 나타낸 것이다.

바로알기 ㉡. 풍속(b) 변화를 보면 태풍의 중심 부근(눈벽)에서 풍속이 가장 강하고, 태풍의 눈에서는 풍속이 약하다.

㉢. 태풍이 육지에 상륙하면 수증기를 공급받지 못하고 육지와 마찰에 의해 세력이 약해지므로 풍속이 감소한다. 따라서 풍속(b)의 최댓값이 작아진다.

3 태풍의 일기도 해석

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 중심 기압은 A보다 B가 낮다.
 ㉡ B는 A의 해역으로 이동할 것이다. **이동할 수 없다**
 ㉢ A와 B의 중심에는 하강 기류가 발달한다.

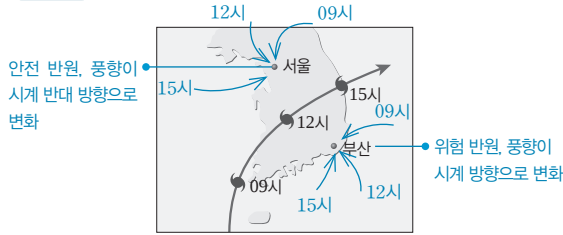
㉠. A는 북태평양 고기압이고, B는 열대 저기압인 태풍이므로 중심 기압은 A보다 B가 낮다.

㉡. A는 고기압이므로 중심부에 하강 기류가 발달한다. B는 저기압이므로 상승 기류가 발달하지만, 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 발달한다.

바로알기 ㉢. B는 위도 30°N 부근을 지나면 편서풍의 영향을 받아 북동쪽으로 이동한다. 이때 A 해역에 고기압이 발달하므로 우리나라의 남쪽에 위치한 태풍은 A 해역을 향해 이동하지 못하고 A 해역에 발달한 고기압의 가장자리를 따라 북동쪽으로 이동할 것이다.

4 태풍의 이동 경로, 안전 반원과 위험 반원

자료 분석



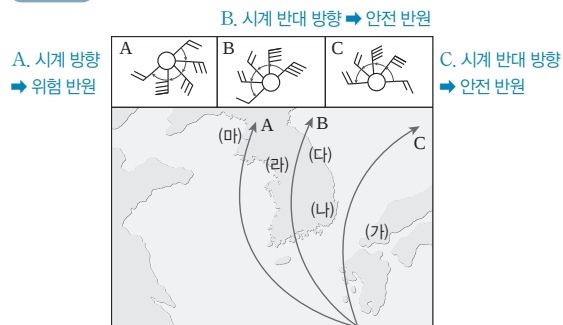
선택지 분석

- ☒ 우리나라를 통과하는 태풍의 이동 방향은 무역풍의 영향을 받는다.
- ☒ 태풍 통과 시 최대 풍속은 서울이 부산보다 약하다.
- ☒ 서울의 풍향은 시계 방향으로 바뀐다. 시계 반대
- ☒ 태풍의 눈이 지나가는 지역은 바람이 약하고 날씨가 맑다.

- ㄴ. 서울은 태풍 진행 방향의 왼쪽에 위치하므로 안전 반원에 속하고, 부산은 태풍 진행 방향의 오른쪽에 위치하므로 위험 반원에 속한다. 따라서 태풍 통과 시 최대 풍속은 서울이 부산보다 약하다.
- ㄷ. 태풍의 눈에는 약한 하강 기류가 나타나므로 바람이 약하고 날씨가 맑다.
- ㄹ. 우리나라는 편서풍대에 위치하므로 태풍은 편서풍의 영향을 받아 북동쪽으로 이동한다.
- ㄷ. 서울은 태풍 진행 방향의 왼쪽에 위치하므로 풍향은 시계 반대 방향으로 바뀐다.

5 태풍의 이동에 따른 풍속과 풍향 변화

자료 분석



선택지 분석

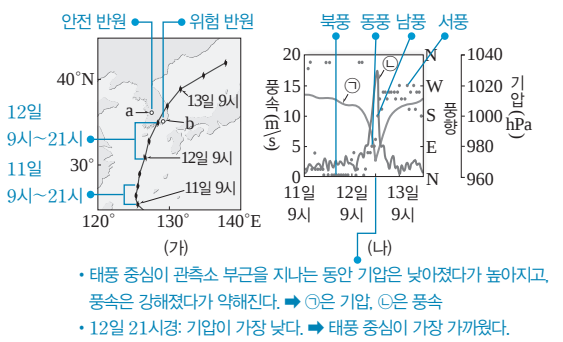
- ☒ (가) ☒ (나) ☒ (다) ☒ (라) ☒ (마)

태풍 A가 통과할 때 풍향이 시계 방향으로 변하였으므로 관측 지점은 위험 반원(태풍 진행 방향의 오른쪽 부분)에 속한다. 태풍 B와 C가 통과할 때 풍향이 시계 반대 방향으로 변하였으므로 관측 지점은 안전 반원(태풍 진행 방향의 왼쪽 부분)에 속한다. 따라서 관측 지점은 (라)이다.

구분	A 통과 시	B 통과 시	C 통과 시
(마)	안전 반원	안전 반원	안전 반원
(라)	위험 반원	안전 반원	안전 반원
(다)	위험 반원	위험 반원	안전 반원
(나)	위험 반원	위험 반원	안전 반원
(가)	위험 반원	위험 반원	위험 반원

6 태풍의 이동과 관측소의 풍속, 풍향, 기압 변화

자료 분석



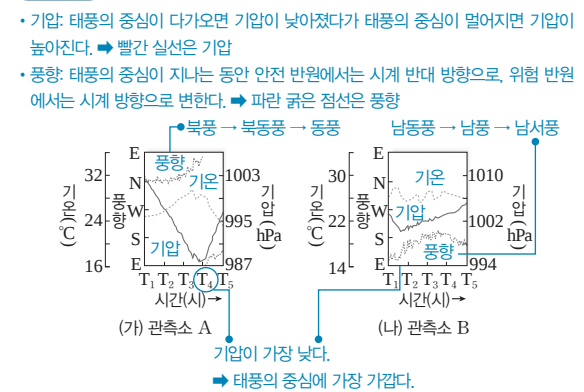
선택지 분석

- ☒ 9시~21시 동안 태풍의 이동 속도는 12일이 11일보다 빠르다.
- ☒ (나)는 a의 관측 자료이다. b
- ☒ (나)에서 12일에 측정된 기압은 9시가 21시보다 낮다. 높다

- ㄱ. 9시~21시 동안 태풍이 이동한 거리는 12일이 11일보다 멀다. 따라서 태풍의 이동 속도는 12일이 11일보다 빠르다.
- ㄴ. (나)에서 태풍이 관측소 부근을 지나는 동안 풍향은 시계 방향(북풍 → 동풍 → 남풍 → 서풍)으로 변화하였다. 따라서 (나)는 태풍의 위험 반원에 속한 b에서 관측한 자료이다.
- ㄷ. (나)에서 기압을 나타낸 자료는 ㉠이다. 따라서 12일 9시에 측정된 기압보다 12일 21시에 측정된 기압이 더 낮다.

7 태풍의 이동과 관측소의 기압, 풍향 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ T1~T4 동안 A는 위험 반원, B는 안전 반원에 위치한다. 위험 반원
- ☒ 태풍의 중심이 가장 가까이 통과한 시각은 A가 B보다 늦다.
- ☒ T4~T5 동안 A와 B의 기온은 상승한다. 하강한다

- ㄴ. 태풍이 통과하는 동안 태풍의 중심이 관측소에 가장 가까워졌을 때 기압이 가장 낮아지므로 A에서는 T4 부근에, B에서는 T1~T2 사이에 태풍의 중심이 가장 가까이 통과하였다.
- ㄹ. T1~T4 동안 A는 풍향이 북풍 → 북동풍 → 동풍(시계 방향)으로 변하였으므로 위험 반원에 위치하였고, B는 풍향이 남동풍 → 남풍 → 남서풍(시계 방향)으로 변하였으므로 위험 반원에 위치하였다.
- ㄷ. T4~T5 동안 A와 B의 기온(초록색 점선)은 모두 하강한다.

8 태풍의 이동과 소멸

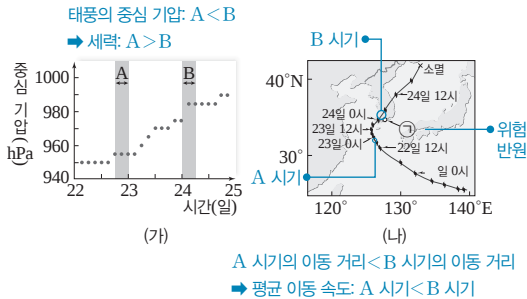
선택지 분석

- ㉠ 12일 0시에 태풍은 편서풍의 영향을 받는다.
- ㉡ 11일 0시부터 13일 0시까지 제주도에서는 풍향이 시계 반대 방향으로 변한다. 시계 방향
- ㉢ 해양에서 이 태풍으로 공급되는 에너지량은 12일이 10일보다 적다.

ㄱ. 11일에 전향점을 통과한 후 태풍은 12일 0시에 편서풍의 영향을 받아서 북동쪽으로 이동하였고 이동 속도도 빨라졌다.
 ㄴ. 12일에 태풍은 10일보다 해양 열용량이 적은 지역을 통과하므로 해수면에서 태풍으로 공급되는 에너지량은 적어졌다.
 ㄷ. 11일 0시부터 13일 0시까지 제주도는 태풍 진행 방향의 오른쪽에 위치하였으므로 풍향이 시계 방향으로 변한다.

9 태풍의 이동과 중심 기압 변화

자료 분석



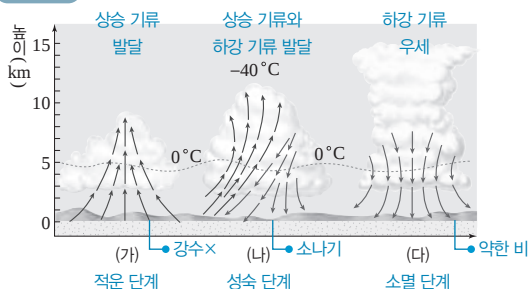
선택지 분석

- ㉠ 태풍의 세력은 A 시기가 B 시기보다 강하다.
- ㉡ 태풍의 평균 이동 속도는 A 시기가 B 시기보다 빠르다. 느리다
- ㉢ 23일 18시부터 24일 06시까지 ㉠ 지점에서 풍향은 시계 반대 방향으로 변한다. 시계 방향

ㄱ. 태풍은 중심 기압이 낮을수록 세력이 강하다. A 시기는 B 시기보다 태풍의 중심 기압이 낮으므로 태풍의 세력이 더 강하다.
 ㄴ. (나)에서 A 시기(22일 18시~23일 0시)에 약 6시간 동안 이동한 거리는 B 시기(24일 0시~24일 6시)에 약 6시간 동안 이동한 거리보다 작다. A 시기는 B 시기보다 같은 시간 동안 이동한 거리가 작으므로 태풍의 평균 이동 속도가 느리다.
 ㄷ. 23일 18시부터 24일 06시까지 태풍이 지나가는 동안 ㉠ 지점은 태풍 진행 방향의 오른쪽(위험 반원)에 위치하였으므로 풍향이 시계 방향으로 변한다.

10 뇌우

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가) 단계에서 (다) 단계까지 보통 수 일이 걸린다. 수 분~수 시간
- ㉡ 뇌우는 겨울철 새벽보다 여름철 한낮에 잘 발생한다.
- ㉢ (다) 단계에서는 강수 현상이 나타나지 않는다. 나타난다

(가)는 적운 단계, (나)는 성숙 단계, (다)는 소멸 단계이다.
 ㄴ. 뇌우는 기층이 매우 불안정할 때 발생하므로 기층이 안정된 겨울철 새벽보다 여름철 한낮에 잘 발생한다.
 ㄷ. (다) 단계에서는 약한 강수 현상이 나타나다가 멈춘다.

11 우박

선택지 분석

- ㉠ 뇌우는 발달 단계 중 성숙 단계였을 것이다.
- ㉡ 피해 지역이 수백 km 정도로 넓었을 것이다. 좁았을
- ㉢ 우박이 떨어진 때는 무더운 여름철의 한낮이었을 가능성이 크다. 적다

ㄱ. 우박은 뇌우의 발달 단계 중 상승 기류와 하강 기류가 함께 존재하는 성숙 단계에서 잘 만들어진다.
 ㄴ. 우박은 적란운이 형성된 지역에 내리므로 수 km의 좁은 지역에 걸쳐 피해를 준다.
 ㄷ. 우박은 무더운 여름철의 한낮에는 지표면으로 떨어지는 도중 녹기 때문에 잘 떨어지지 않으며, 주로 초여름이나 가을에 떨어진다.

12 뇌우

선택지 분석

열대 저기압의 강한 상승 기류는 ㉠에 해당해, 뇌우는 우박을 동반할 수 있어. 이 자료를 보면 우리나라 월별 평균 우박 일수는 겨울철이 여름철보다 많아.



A. 뇌우는 적란운에서 발생한다. 열대 저기압의 강한 상승 기류는 적란운을 형성하므로 뇌우의 발생 조건에 해당한다.
 B. 우박은 적란운 내에서 얼음 덩어리가 상승과 하강을 반복하면서 성장하여 형성되므로 뇌우는 우박을 동반할 수 있다.
 C. 우리나라 월별 평균 우박 일수는 겨울철이 여름철보다 많다. 여름철에는 지표 부근의 기온이 높아 우박이 쉽게 녹기 때문이다.

13 국지성 호우와 폭설

선택지 분석

- ㉠ (가)로 인해 산사태가 발생할 가능성이 커진다.
- ㉡ (가)는 반경 수백 km의 넓은 지역에 내린다. 좁은 지역
- ㉢ (나)의 발생이 예상될 때 신속한 제설 작업이 필요하다.

ㄱ. (가) 많은 비가 내리면 토양이 물로 포화되어 산사태가 발생할 가능성이 커진다.
 ㄴ. (나) 폭설이 예상될 때 단시간에 많은 눈이 쌓이므로 눈의 무게 등에 의한 피해를 받지 않도록 신속한 제설 작업이 필요하다.
 ㄷ. (가) 국지성 호우는 반경 10 km~20 km의 좁은 지역에 내린다.

14 폭설

선택지 분석

- ㉠ 시베리아 고기압이 남쪽으로 확장되었다.
- ㉡ 기단이 황해를 지나면서 불안정해졌다.
- ㉢ 우리나라에는 남동풍이 우세하게 불었다. **북서풍**

㉠. 위성 사진을 보면 동해와 황해 등의 지역에 북서-남동 방향으로 적운형 구름이 발달해 있다. 이러한 현상은 겨울철 시베리아 고기압이 남쪽으로 확장될 때 잘 나타나는 현상이다.

㉡. 폭설이 내린 까닭은 시베리아 고기압이 확장하면서 찬 공기가 상대적으로 따뜻한 바다를 지날 때 기층이 불안정해지고 강한 상승 기류가 발달하면서 적운형 구름이 형성되었기 때문이다.

바로알기 ㉢. 우리나라 북서쪽에 위치한 시베리아 고기압이 확장되어 나타나는 현상이므로 우리나라에는 북서풍이 우세하게 불었다.

15 황사

선택지 분석

- ㉠ 발원지의 지표면에 식물 군락 등이 형성되어 있어야 한다.
- ㉡ 발원지 부근에서 강한 상승 기류가 있어야 한다.
- ㉢ 상공에 강한 편서풍이 불어야 한다.
- ㉣ 고기압이 한반도에 위치하여 하강 기류가 발생해야 한다.

㉡, ㉣. 우리나라에 황사가 발생하기 위해서는 우선 발원지 부근에서 강한 상승 기류가 있어 토양 입자가 높은 상공으로 올라간 후 우리나라까지 이동해 올 수 있는 강한 편서풍이 불어야 한다.

㉢. 고기압이 한반도에 위치하여 하강 기류가 발생하면 공중에 떠 있던 토양 입자가 서서히 내려오면서 황사가 발생한다.

바로알기 ㉠. 발원지의 지표면에 식물 군락 등이 형성되어 있으면 토양 입자들이 상층으로 떠오르는 것을 방해하므로 황사가 발생하기 어렵다.

16 황사의 발생

선택지 분석

- ㉠ 봄철 황사 일수는 서울보다 부산이 **많다**. **적다**
- ㉡ 황사의 발생은 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.
- ㉢ 황사는 발원지가 **한랭 건조한** 기단의 영향을 받는 계절에 주로 관측된다. **온난 건조**

㉡. 황사는 사막이나 황토 지대의 모래 먼지(지권)가 대기 중으로 상승하여 편서풍(기권)에 의해 이동하는 현상이다.

바로알기 ㉠. (가)에서 봄철인 3월~5월에 관측된 황사 일수는 서울이 부산보다 많다.

㉢. 한랭 건조한 시베리아 기단은 겨울철에 발달하지만, 황사는 주로 발원지의 지표가 얼었다 녹는 봄철에 발생하여 관측된다. 봄철에는 온난 건조한 양쯔강 기단의 영향을 받는다.

수능

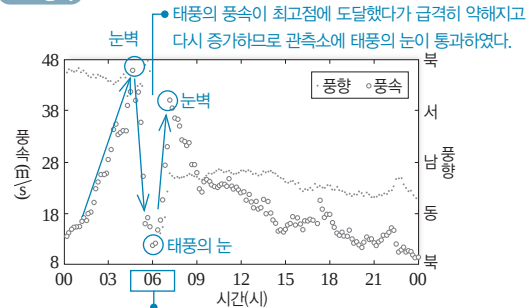


본책 100쪽 ~ 101쪽

- 1 ① 2 ② 3 ③ 4 ⑤ 5 ② 6 ②
7 ① 8 ④

1 태풍의 구조와 관측소의 풍속 변화

자료 분석



태풍의 눈 통과 시간: 약한 하강 기류가 발달 → 바람이 약하고 날씨가 맑다.

선택지 분석

- ㉠ 태풍의 중심이 이 관측소를 통과하였다.
- ㉡ 06시경에 강한 강수 현상이 있었다. **없었다**
- ㉢ 08시 이후로 이 관측소의 기압은 **낮아졌다**. **높아졌다**

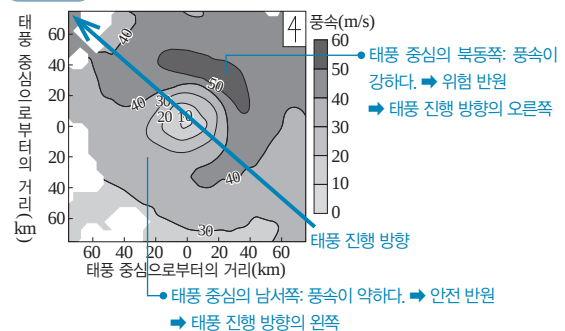
㉠. 태풍의 중심이 다가오면 풍속이 점점 증가하고 태풍의 눈의 가장 자리에서 최고 풍속에 도달하였다가 태풍의 눈에 들어가면 풍속이 급격히 약해진다. 이 지역의 풍속 변화가 이와 같이 나타나므로 이 지역은 06시경에 태풍의 눈이 통과하였다.

바로알기 ㉡. 06시경에는 풍속이 매우 약하므로 태풍의 눈의 영향을 받고 있다. 따라서 약한 하강 기류가 나타나 구름이 소멸하기 쉬우므로 강수 현상은 거의 일어나지 않는다.

㉢. 06시경에 태풍이 눈이 통과한 이후 관측소가 태풍의 중심에서 점차 멀어지므로 08시 이후로 기압은 높아졌을 것이다.

2 태풍의 위험 반원과 안전 반원

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 태풍은 북동 방향으로 이동하고 있다. **북서**
- ㉡ 태풍 중심 부근의 해역에서 수온 약층의 차가운 물이 용승한다.
- ㉢ 태풍의 상층 공기는 **반시계** 방향으로 불어 나간다. **시계**

㉡. 북반구 태풍(저기압)에서는 시계 반대 방향으로 지속적으로 바람이 불고 바람의 오른쪽 방향으로 해수가 이동하여 표층 해수의 발산이 일어나며, 이를 보충하기 위해 차가운 물이 용승한다.

바로알기 ㉠. 태풍 중심의 북동쪽은 풍속이 강하므로 위험 반원이고, 태풍 중심의 남서쪽은 풍속이 약하므로 안전 반원이다. 따라서 태풍은 북서 방향으로 이동하고 있다.

㉢. 태풍은 저기압이므로, 지표에서는 저기압 중심으로 시계 반대 방향으로 바람이 불어 들어가 상승하고, 중심부에서 상승한 공기는 상층에서 전향력의 영향으로 시계 방향으로 불어 나간다.

3 태풍의 이동과 중심 기압, 최대 풍속, 이동 방향 변화

선택지 분석

- ㉠ 중심 기압이 낮을수록 중심 최대 풍속이 크다.
- ㉡ 5일 이후 태풍의 이동 속도는 빨라졌을 것이다.
- ㉢ 6일~8일 동안 태풍은 수온이 더 높은 바다를 지나갔다. 낮은

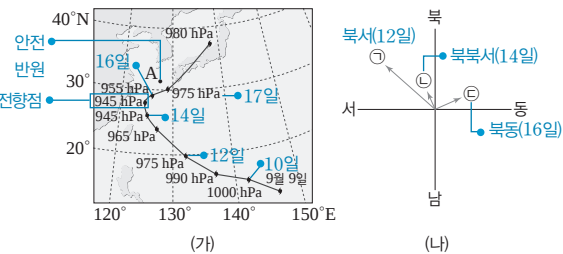
㉠. 중심 기압이 낮을수록 태풍의 세력은 강해지므로 중심 최대 풍속은 증가한다.

㉡. 5일 이후 전향점을 통과하여 편서풍대에서 북동 방향으로 이동하므로 편서풍의 영향을 받아 이동 속도는 빨라졌을 것이다.

㉢. 태풍이 수온이 더 높은 바다를 지나갔다면 세력이 강해져야 하는데, 6일~8일 동안 중심 기압이 높아지면서 세력이 약해졌으므로 태풍은 수온이 높은 바다를 지나가지 않았다.

4 태풍의 이동과 중심 기압, 이동 방향, 이동 속도 변화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 태풍의 세력은 10일이 16일보다 약하다.
- ㉡ 14일 태풍 중심의 이동 방향과 이동 속도는 ㉢에 해당한다.
- ㉣ 16일과 17일 사이에는 A 지점의 풍향이 반시계 방향으로 변한다.

㉠. 태풍의 중심 기압은 10일에 1000 hPa, 16일에 955 hPa이므로 태풍의 세력은 10일이 16일보다 약하다.

㉡. 태풍이 12일과 14일에는 북서쪽으로 이동하였고, 16일에는 전향점을 지나 북동쪽(㉢)으로 이동하였다. 하루 간격의 태풍 위치 변화를 보면 태풍의 이동 속도가 14일보다 12일에 더 빨랐으므로 ㉠은 12일, ㉡은 14일에 해당한다.

㉣. 16일과 17일 사이에 A 지점은 태풍 진행 방향의 왼쪽(안전 반원)에 위치하므로 풍향은 반시계 방향으로 변한다.

5 태풍의 이동과 중심 기압, 최대 풍속, 관측소의 풍향 변화

선택지 분석

- ㉠ A → B로 이동하는 동안 편서풍의 영향을 받았다. C 이후
- ㉡ 전향점 통과 후 태풍의 세기는 점점 강해졌다. 약해졌다
- ㉢ 태풍은 P의 북쪽을 통과하였다.

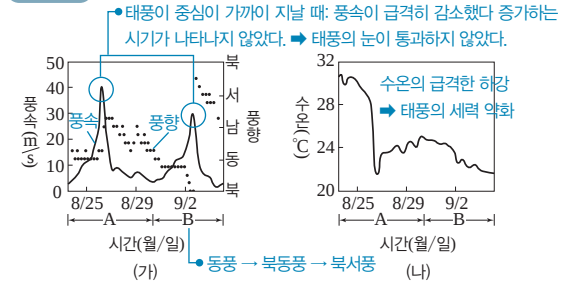
㉣. 태풍이 통과하면서 P에서 풍향이 시계 방향(남동풍 → 남풍 → 남서풍)으로 변화하였으므로 P는 태풍 진행 방향의 오른쪽에 위치하였다. 따라서 태풍의 중심은 P의 북쪽을 통과하였다.

㉠. A → B로 이동하는 동안 무역풍의 영향을 받았고, C 이후에는 편서풍의 영향을 받았다.

㉡. B와 C 지점 사이에 전향점을 통과하였고, 그 후 중심 기압이 높아지고 중심 최대 풍속이 작아졌으므로 태풍의 세력은 약해졌다.

6 태풍의 이동과 세력 변화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A 시기에 태풍의 눈은 관측소를 통과하였다. 통과하지 않았다
- ㉡ B 시기에 관측소는 태풍의 안전 반원에 위치하였다.
- ㉢ A 시기의 급격한 수온 하강은 B 시기에 통과하는 태풍을 강화시켰다. 약화시켰다

㉣. B 시기에 관측소는 풍향이 동풍 → 북동풍 → 북서풍(시계 반대 방향)으로 변화하였으므로 태풍의 안전 반원에 위치하였다.

㉠. 태풍의 눈이 통과하면 최대 풍속이 나타나는 시기의 중간에 풍속이 급격히 약해졌다 강해진다. A 시기에 이러한 구간이 나타나지 않았으므로 태풍의 눈은 관측소를 통과하지 않았다.

㉢. 태풍의 주요 에너지원은 수증기의 숨은열이므로 수온이 낮아지면 수증기 공급이 적어져 태풍의 세력이 약해진다. 따라서 A 시기의 급격한 수온 하강은 B 시기에 통과하는 태풍을 약화시켰다.

7 황사와 뇌우

선택지 분석

- ㉠ (가)는 편서풍을 타고 이동해 온다.
- ㉡ 피해 범위는 (나)가 (가)보다 넓다. (가)가 (나)보다
- ㉢ (가)와 (나)는 우리나라에 강한 상승 기류가 발달할 때 일어난다. (나)는

㉣. 황사는 중국에서 발생하여 편서풍을 타고 우리나라에 온다.

㉡. 황사는 뇌우보다 수평 규모가 크므로 피해 범위가 넓다.

㉢. 뇌우는 강한 상승 기류에 의해 적란운이 발달할 때, 황사는 우리나라에 고기압이 분포하여 하강 기류가 발달할 때 잘 일어난다.

8 황사의 이동

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 황사의 발원지는 B 지역보다 A 지역일 가능성이 크다. A 지역보다 B 지역일
- ㉡ 3월 6일에 백령도에는 하강 기류가 상승 기류보다 강했을 것이다.
- ㉢ 사막의 면적이 줄어들면 황사의 발생 횟수는 감소할 것이다.

㉣. 3월 6일에 백령도의 황사 농도가 급격히 증가하였으므로 이 시기에 황사 발원지에서 편서풍을 타고 우리나라로 이동하던 모래 먼지가 하강 기류를 따라 백령도에 유입되었을 것이다.

㉢. 사막의 면적이 줄어들면 황사 발생 가능 지역의 면적이 줄고, 황사의 발생량도 줄기 때문에 황사의 발생 횟수가 감소할 것이다.

㉠. 황사가 발생하기 위해서는 발원지에서 상승 기류의 영향을 받아 모래 먼지가 상승으로 이동해야 한다. 따라서 (가)에서 황사의 발원지는 저기압이 분포하는 B 지역일 가능성이 크다.

09 해수의 성질

개념 확인

본책 103쪽, 105쪽

- (1) 1 (2) 34 (3) 염분비 일정 (4) ① 높아진다 ② 낮아진다
 ③ 저압대, 적어, 낮다 ④ 많아, 높다 (5) 증가한다 (6) 많고,
 적다 (7) 증가한다 (8) 위도 (9) 높다 (10) ① 두꺼워 ② 높을
 ③ 심해층 (11) ① - ㉠ ② - ㉡ ③ - ㉢ ④ - ㉣ (12) 감소, 증가

수능 자료

본책 106쪽

- 자료 ① 1 × 2 × 3 ○ 4 × 5 ○
 자료 ② 1 × 2 ○ 3 × 4 × 5 ○ 6 ○
 자료 ③ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 × 6 ○
 자료 ④ 1 ○ 2 × 3 × 4 × 5 ×

자료 ① 해수의 화학적 성질 - 표층 염분

- 한류는 난류에 비해 염분이 낮다. A 해역은 한류의 영향을 받아 같은 위도의 다른 해역보다 염분이 낮다.
- B 해역은 적도에 위치하여 증발량이 강수량보다 적고, C 해역은 중위도 부근에 위치하여 증발량이 강수량보다 많으므로 (증발량 - 강수량) 값은 B 해역보다 C 해역에서 크다. 따라서 표층 염분이 B 해역보다 C 해역에서 높다.
- 대륙의 연안은 육지에서 담수가 유입되므로 대양의 중앙부보다 표층 염분이 낮다.
- A, B, C 해역의 염분은 다르지만 염분비 일정 법칙이 성립하므로 해수에 녹아 있는 주요 염류의 질량비는 같다.
- 해수의 밀도는 수온이 낮을수록 염분이 높을수록 크다. 따라서 B 해역보다 수온이 낮고 염분이 높은 C 해역에서 표층 해수의 밀도가 더 클 것이다.

자료 ② 해수의 화학적 성질 - 용존 기체

- A는 수심 약 1000 m까지 깊어질수록 감소하므로 산소이고, B는 수심이 깊어질수록 증가하므로 이산화 탄소이다.
- 표층에서 이산화 탄소(B) 농도가 낮은 것은 생물의 광합성에 이용되기 때문이다.
- 표층에서 용존 기체 농도는 산소가 약 8 ppm, 이산화 탄소가 약 90 ppm으로, 용존 이산화 탄소 농도가 매우 높다. 이는 산소보다 이산화 탄소가 해수에 잘 용해되기 때문이다.
- 수심이 깊어질수록 광합성량이 줄어들고, 수온이 낮아지고 수압이 커져 용해도가 증가하기 때문에 이산화 탄소(B) 농도가 계속 증가한다.

자료 ③ 해수의 물리적 성질 - 수온, 염분, 밀도

- A 구간은 깊이에 따라 수온이 급격히 낮아지므로 수온 약층이 분포한다.
- D 구간은 수온이 낮고 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없는 심해층이므로 A 구간보다 태양 복사 에너지의 영향이 작다.
- 깊이 500 m의 해수의 밀도는 1.025 g/cm^3 와 1.026 g/cm^3 사이에 위치하므로 약 1.0256 g/cm^3 이다.

- B 구간에서 깊이 들어갈수록 해수의 밀도는 증가하고 수온은 감소하므로 밀도 변화는 수온 변화와 반대로 나타난다.
- C 구간에서 해수의 염분은 일정하고 수온 변화가 나타나므로 해수의 밀도 변화는 염분보다 수온의 영향을 더 크게 받는다.
- D 구간에서 해수의 수온이 일정하므로 해수의 밀도는 염분이 증가하면서 커진다.

자료 ④ 해수의 물리적, 화학적 성질

- (가)에서 수온은 $A > B > C$ 이고, 염분은 $A < C < B$ 이다.
- 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 A ~ C 중 수온이 가장 높고 염분이 가장 낮은 A의 밀도가 가장 작다.
- 기체의 용해도는 수온이 낮을수록, 염분이 낮을수록, 수압이 클수록 높다. A는 B보다 수온이 높는데 용존 산소량이 많으므로 A가 B보다 용존 산소량이 많은 원인은 수온이 아니다.
- 밀도는 A가 가장 작고 C가 가장 큰데 용존 산소량은 B가 가장 적고 C가 가장 많으므로 밀도와 용존 산소량은 관계가 없다.
- 해수 표면에 가까울수록 수온이 높으므로 C는 표면에 가장 가까운 해수가 아니다. C의 용존 산소량이 많은 까닭은 용존 산소가 풍부한 표층의 해수가 심층으로 침강하기 때문이다.

수능 1점

본책 107쪽

- 1 A: 24 psu, B: 72 psu 2 A 3 (가) 산소 (나) 이산화 탄소
 4 ② 5 ⑤ 6 A 7 $B > C > A$ 8 A: 수온, B: 염분, C: 밀도

- 과정 II에서 A 비커에 순수한 증류수 500 g을 넣으면 해수 1500 g 속에 염류량이 36 g이므로 염분은 24 psu이다.

$$A: \frac{36 \text{ g}}{1000 \text{ g} + 500 \text{ g}} \times 1000 = 24 \text{ psu}$$

- 과정 III에서 물을 증발시켜 해수의 총 질량을 500 g으로 만들면 해수 500 g 속에 염류량이 36 g이므로 염분은 72 psu이다.

$$B: \frac{36 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 1000 = 72 \text{ psu}$$

- (증발량 - 강수량) 값이 클수록 염분이 높으므로 증발량이 가장 많고 강수량이 가장 적은 A 해역의 염분이 가장 높다.
- 표층에서 농도가 높고 수심 1000 m까지 농도가 감소하는 (가)는 산소이고, 표층에서 농도가 가장 낮고 수심이 깊어질수록 농도가 증가하는 (나)는 이산화 탄소이다.

- ④ 계절에 따라 태양의 남중 고도가 달라지므로 단위 면적에 입사하는 태양 복사 에너지가 변하여 표층 수온의 분포가 달라진다.

▶ **바로알기** ② 태양 복사 에너지는 위도에 따라 변하므로 등온선은 대체로 위도와 나란하게 나타난다.

- A는 고위도, B는 중위도, C는 저위도 해역의 연직 수온 분포이다. 적도에 가장 가까운 해역은 표층 수온이 가장 높은 C이고, 바람이 가장 강한 해역은 혼합층의 두께가 가장 두꺼운 B이다.

6 해수의 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 밀도가 크다. 따라서 수온이 가장 낮고 염분이 가장 높은 A의 밀도가 가장 크다.

7 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크다. 해수의 밀도는 A가 C보다 작고, C가 B보다 작으므로 $B > C > A$ 이다.

8 A는 적도에서 가장 높으므로 수온이고, B는 위도 30° 부근에서 가장 높으므로 염분이며, C는 수온에 반비례하므로 밀도이다.

수능 2점

본책 108쪽 ~ 110쪽

1 ③	2 ③	3 ⑤	4 ⑤	5 ①	6 ③
7 ①	8 ③	9 ③	10 ①	11 ③	12 ①

1 해수의 염분

선택지 분석

- ☒ 해수에 녹아 있는 총 염류의 양은 34 g이다. 68 g
- ☒ 가열 후 해수의 염분은 34 psu이다. 68 psu
- ☐ 해수에 녹아 있는 각 염류 사이의 비율은 가열 전과 같다.

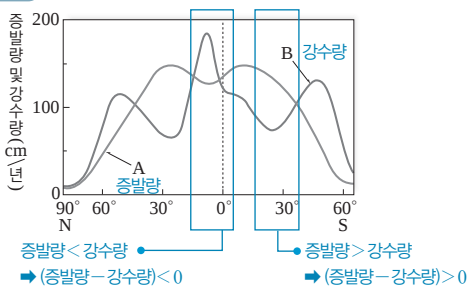
ㄷ. 해수 중에 녹아 있던 각 염류의 양은 변하지 않고 물의 양만 변하였으므로 각 염류 사이의 비는 변하지 않고 가열 전과 같다.

❌ **바로알기** ㄱ. 염분이 34 psu인 해수 1 kg 속에는 총 34 g의 염류가 녹아 있으므로 가열하기 전 해수 2 kg에 녹아 있는 염류의 양은 68 g이다. 물을 증발시켜 해수의 양을 1 kg으로 만들었으므로 녹아 있는 염류의 양은 변함없이 68 g이다.

ㄴ. 가열 후 물의 양만 줄어들어 해수 1 kg에 녹아 있는 총 염류의 양이 68 g이 되었으므로 염분은 2배가 높아진 68 psu이다.

2 염분의 변화 요인

자료 분석



선택지 분석

- ☐ A는 증발량에 해당한다.
- ☒ (증발량 - 강수량) 값은 적도에서 가장 크다. 위도 30° 부근
- ☐ 위도 30° 해역이 적도 해역보다 표층 염분이 높다.

ㄱ. B는 저압대인 적도와 위도 60° 부근에서 값이 크므로 강수량이고, A는 고압대인 위도 30° 부근에서 값이 크므로 증발량이다.

ㄷ. 위도 30° 해역은 적도 해역보다 (증발량 - 강수량) 값이 크므로 표층 염분이 높다.

❌ **바로알기** ㄴ. (증발량 - 강수량) 값은 고압대가 발달한 위도 30° 부근의 중위도 해역에서 가장 크다.

3 해수의 표층 염분

선택지 분석

- ☒ 적도 지역은 증발량이 강수량보다 많다. 적다
- ☐ 표층 염분은 적도보다 중위도 해역에서 높을 것이다.
- ☐ 표층 염분이 높은 해역의 위도대에 위치한 육지에는 사막이 잘 발달할 것이다.

ㄴ. 표층 염분은 (증발량 - 강수량) 값이 큰 해역에서 높게 나타나므로 적도보다 중위도 해역에서 높을 것이다.

ㄷ. (증발량 - 강수량) 값이 큰 위도대는 기후가 건조하므로 육지에는 사막이 잘 발달한다.

❌ **바로알기** ㄱ. 적도 지역은 (증발량 - 강수량) 값이 (-)이므로 강수량이 증발량보다 많다.

4 태평양의 표층 염분 분포

선택지 분석

- ☐ A는 한류의 영향을 받는다.
- ☐ (증발량 - 강수량) 값은 B가 C보다 작다.
- ☐ A, B, C의 해수에 녹아 있는 주요 염류의 질량비는 일정하다. -염분비 일정 법칙

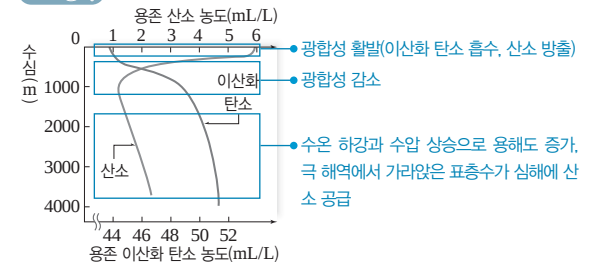
ㄱ. A의 염분은 32.8 psu ~ 33.2 psu 사이이지만, 같은 위도의 태평양 중앙부의 염분은 약 34.0 psu이다. 한류는 난류보다 염분이 낮고, A 해역에는 한류인 캘리포니아 해류가 흐르므로 같은 위도의 다른 해역보다 염분이 낮다.

ㄴ. 표층 염분은 (증발량 - 강수량) 값에 비례한다. B는 C보다 염분이 낮으므로 (증발량 - 강수량) 값이 작다.

ㄷ. 시간과 장소에 따라 증발량 및 강수량이 달라져 염분이 달라지지만 염류 사이의 비율은 일정하다.

5 해수의 용존 기체

자료 분석



선택지 분석

- ☐ 용존 산소의 농도는 해수의 표층 부근에서 가장 높다.
- ☒ 1000 m 이상의 깊이에서 용존 산소의 농도가 증가하는 까닭은 광합성량의 증가 때문이다. 극 해역에서 침강한 표층수가 산소를 공급
- ☒ 표층 해수에서 용존 이산화 탄소의 농도가 낮은 까닭은 생물의 호흡 작용이 활발하기 때문이다. 광합성

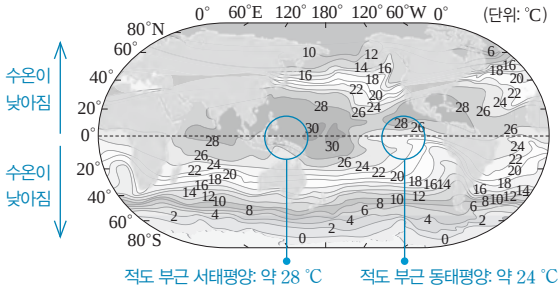
ㄱ. 용존 산소의 농도는 대기로부터 산소가 공급되고 생물의 광합성이 활발히 일어나는 해수의 표층 부근에서 가장 높다.

❌ **바로알기** ㄴ. 1000 m 이상의 깊이에서 용존 산소 농도가 증가하는 까닭은 극 해역에서 침강한 표층수가 산소를 공급하기 때문이다.

ㄷ. 표층 해수에서 용존 이산화 탄소 농도가 낮은 까닭은 생물의 광합성 작용에 이산화 탄소가 이용되기 때문이다.

6 전 세계 해양의 표층 수온 분포

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 표층 수온은 저위도에서 고위도로 갈수록 대체로 낮아진다.
- ㉡ 등온선은 북반구보다 남반구 해양에서 더 위도와 나란하게 분포한다.
- ㉢ 적도 부근의 표층 수온은 동태평양이 서태평양보다 낮다.

㉠. 태양 복사 에너지의 흡수량이 적도에서 고위도로 갈수록 감소하므로 표층 수온은 적도 부근에서 가장 높고 고위도로 갈수록 낮아진다.

㉡. 위도에 따라 태양 복사 에너지의 흡수량이 달라지므로 등온선이 위도와 대체로 나란하며 북반구보다 대륙이 적은 남반구에서 더 나란한 분포를 보인다.

㉢. 적도 부근의 표층 수온은 동태평양이 서태평양보다 낮게 나타나는데 이는 동태평양에서 용승의 영향을 받기 때문이다.

7 동해의 층상 구조

선택지 분석

- ㉠ 바람의 세기는 A가 B보다 강하다.
- ㉡ 혼합층 두께는 B가 C보다 두껍다. 얕다
- ㉢ A의 혼합층 두께는 겨울이 여름보다 얕다. 두껍다

혼합층의 두께는 A > C > B 순이다.

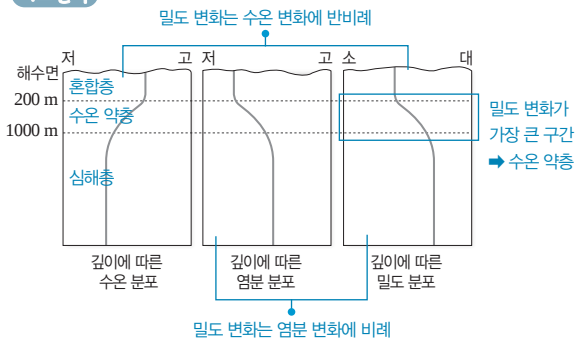
㉠. 혼합층의 두께는 A가 B보다 두껍고, 바람이 강할수록 혼합층이 두꺼워지므로 바람의 세기는 A가 B보다 강하다.

㉡. 혼합층 두께는 B가 40 m ~ 60 m이고, C가 60 m ~ 80 m이므로 B가 C보다 얕다.

㉢. 우리나라는 겨울이 여름보다 평균 풍속이 강하므로 A의 혼합층 두께는 겨울이 여름보다 두껍다.

8 깊이에 따른 해수의 성질-수온, 염분, 밀도

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 해수의 밀도는 수온에 반비례한다.
- ㉡ 깊이에 따른 밀도 변화는 혼합층에서 가장 크다. 수온 약층
- ㉢ 200 m ~ 1000 m 구간에서는 수심이 깊어질수록 밀도가 증가한다.

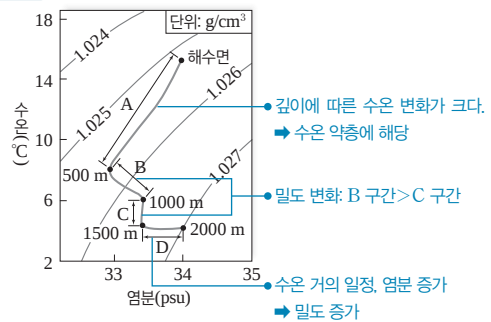
㉠. 깊이에 따른 세 물리량의 변화를 보면 해수의 밀도는 수온에 반비례하고 염분에 비례한다.

㉡. 200 m ~ 1000 m 구간에서는 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지고 염분이 높아져 밀도는 증가한다.

㉢. 깊이에 따른 밀도 변화는 수온 변화가 가장 큰 수온 약층에서 가장 크게 나타난다.

9 수온 염분도

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A 구간은 혼합층이다. 수온 약층
- ㉡ 해수의 밀도 변화는 C 구간이 B 구간보다 크다. B 구간이 C 구간보다
- ㉢ D 구간에서 해수의 밀도 변화는 수온보다 염분의 영향이 더 크다.

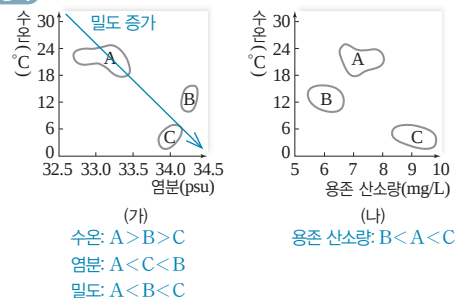
㉡. D 구간에서 수온은 거의 일정하지만 밀도는 증가하였다. 따라서 밀도 변화는 수온보다 염분의 영향을 크게 받았으며, 염분이 증가함에 따라 밀도가 증가하였다.

㉢. 혼합층은 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없는 층이다. 수온 염분도에서 A 구간은 수심이 깊어짐에 따라 수온이 급격히(약 7°C) 감소하였으므로 수온 약층에 해당한다.

㉠. B 구간은 등밀도선을 수직으로 가로지르며 500 m에 약 0.001 g/cm³ 증가하였고, C 구간은 등밀도선을 비스듬히 가로지르며 500 m에 약 0.00025 g/cm³ 증가하였다. 따라서 밀도 변화는 B 구간이 C 구간보다 크다.

10 해수의 성질-수온, 염분, 밀도, 용존 산소량

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 밀도는 A가 가장 낮다.
 ✕ 염분이 높은 수괴일수록 용존 산소량이 많다.
 ✕ B는 A와 C가 혼합되어 형성되었다. 형성되지 않았다

ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 A~C 중 수온이 가장 높고 염분이 가장 낮은 A의 밀도가 가장 낮다.

바로알기 ㄴ. 염분은 $A < C < B$ 순으로 높는데, 용존 산소량은 $B < A < C$ 순으로 높으므로 염분이 높은 수괴일수록 용존 산소량이 많은 것은 아니다. 기체의 용해도는 염분이 낮을수록, 수온이 낮을수록 높다.

ㄷ. A와 C를 혼합한 해수의 염분은 A와 C 사이의 값이어야 하는데 B의 염분은 A, C보다 높으므로 B는 A와 C의 혼합으로 형성된 수괴가 아니다.

11 우리나라 주변 해수의 표층 수온 분포

선택지 분석

- ㉠ (가)는 겨울철에 해당한다.
 ㉡ 연평균 수온은 남해가 가장 높다.
 ✕ 수온의 연교차는 황해가 동해보다 작다. 크다

ㄱ. 표층 수온이 평균적으로 낮게 나타나는 (가)는 태양 복사 에너지를 적게 받는 겨울철에 해당한다.

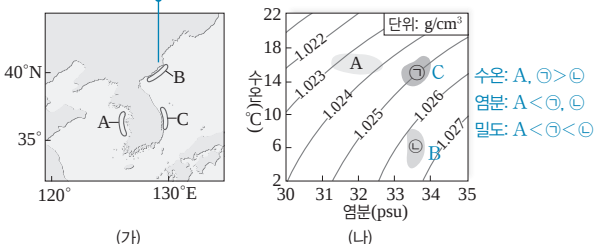
ㄴ. 연평균 수온은 연중 난류가 흐르는 남해가 가장 높다.

바로알기 ㄷ. 수온의 연교차는 대륙의 영향을 많이 받는 황해가 동해보다 크다.

12 우리나라 주변 해수의 성질-수온 염분도

자료 분석

B는 A와 C보다 고위도에 위치하고, 한류의 영향을 받으므로 수온이 낮다. → 수온: $B < A, C$



(나)에서 ㉠과 ㉡ 중 수온이 높은 ㉠이 C에 해당하고, ㉡은 B에 해당한다.

선택지 분석

- ㉠ ㉡은 B에 해당한다.
 ✕ 해수의 밀도는 A가 C보다 크다. 작다
 ✕ B와 C의 해수 밀도 차이는 수온보다 염분의 영향이 더 크다. 염분보다 수온의

ㄱ. 고위도에 위치하고 한류의 영향을 받는 B가 난류의 영향을 받는 C보다 표층 수온이 낮으므로 (나)에서 수온이 낮은 ㉡이 B에 해당하고, 수온이 높은 ㉠이 C에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 해수의 밀도는 A가 $1.023 \text{ g/cm}^3 \sim 1.024 \text{ g/cm}^3$ 이고, C는 ㉠에 해당하므로 약 1.025 g/cm^3 이다. 따라서 A가 C보다 작다.

ㄷ. B(㉡)와 C(㉠)는 염분이 거의 같고 수온 차이가 크므로 B와 C의 밀도 차이는 염분보다 수온의 영향이 더 크다.

수능 3점

본책 111쪽 ~ 113쪽

- 1 ㉠ 2 ㉠ 3 ㉠ 4 ㉢ 5 ㉢ 6 ㉠
 7 ㉡ 8 ㉢ 9 ㉢ 10 ㉡ 11 ㉢ 12 ㉣

1 염분비 일정 법칙

선택지 분석

- ✕ 세 해역 해수의 염분은 모두 같다. 다르다
 ㉡ 세 해역 해수에 녹아 있는 염류들의 성분비는 일정하다.
 ㉣ 해수 1 kg을 증발시키면 C 해역 해수에서 가장 많은 양의 염류를 얻을 수 있다.

ㄴ. 세 해역의 염분은 다르지만 염분비 일정 법칙에 따라 해수에 녹아 있는 염류들의 성분비는 일정하다.

ㄷ. 해수 1 kg을 증발시키면 염분이 가장 높은 C 해역 해수에서 가장 많은 양의 염류를 얻을 수 있다.

바로알기 ㄱ. 세 해역 중 같은 양의 해수에 녹아 있는 염류의 양이 가장 많은 C 해역 해수의 염분이 가장 높다.

2 전 세계 해양의 표층 염분 분포

선택지 분석

- ㉠ 북반구 중위도 해역의 표층 염분은 태평양보다 대서양에서 높다.
 ✕ (증발량-강수량) 값은 위도 30°N 부근 지역보다 적도 지역에서 클 것이다. 작을
 ✕ 해수 중에 녹아 있는 염류 중 NaCl의 비율은 중위도 해역에서 가장 높다. 해역에 관계없이 일정하다

ㄱ. 북반구 중위도 해역의 표층 염분은 태평양에서 33 psu ~ 35.5 psu, 대서양에서 36 psu ~ 37 psu로 나타난다.

바로알기 ㄴ. (증발량-강수량) 값이 클수록 표층 염분이 높으므로 적도보다 염분이 높은 위도 30°N 부근 지역에서 (증발량-강수량) 값이 클 것이다.

ㄷ. 염분은 중위도 해역에서 가장 높지만, 해수 중에 녹아 있는 NaCl과 같은 각 염류의 비는 전 해양에서 거의 일정하다.

3 해수의 용존 기체

선택지 분석

- ㉠ (가)는 용존 산소량에 해당한다.
 ✕ 해수 표층에서는 용존 산소량이 용존 이산화 탄소량보다 많다. 작다
 ✕ 수심 약 1000 m에서 깊어질수록 (가)가 증가하는 까닭은 생물의 광합성 때문이다. 극 해역의 산소가 풍부한 표층 해수가 가라앉기

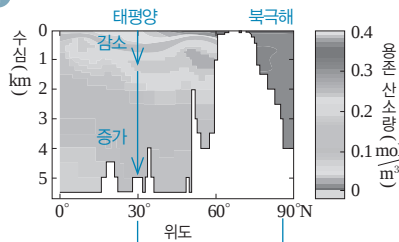
ㄱ. 표층에서 수심이 깊어질수록 농도가 감소하는 (가)는 용존 산소량이고, 증가하는 (나)는 용존 이산화 탄소량이다.

바로알기 ㄴ. 해수 표층에서 용존 산소 농도는 약 6 mL/L, 용존 이산화 탄소 농도는 약 44 mL/L로, 산소가 이산화 탄소보다 용해도가 낮아 용존 산소량이 용존 이산화 탄소량보다 적다.

ㄷ. 산소가 풍부하게 녹아 있는 극 해역의 표층 해수가 가라앉아 심해에 산소를 공급하기 때문에 수심 약 1000 m에서 깊어질수록 (가) 용존 산소량이 증가한다.

4 해수의 용존 산소

자료 분석



30°N 용존 산소량: 깊이 들어갈수록 감소하다가 수심 1 km~2 km에서 최소가 되었다가 다시 증가

북극해 주변 용존 산소량: 수심에 따라 거의 변하지 않고, 용존 산소량이 많다.

선택지 분석

- ㉠ 30°N에서 용존 산소량은 수심이 깊어지면서 감소하다가 증가한다.
- ㉡ 3 km 깊이의 용존 산소량은 극 주변이 적도 주변보다 많다.
- ㉢ 북극해의 심해에서 용존 산소량이 많은 것은 심해 생물의 광합성 때문이다. 산소가 풍부한 표층 해수의 침강

㉠. 30°N에서 용존 산소량은 수심이 깊어질수록 감소하다가 수심 1 km~2 km에서 생물의 호흡으로 산소가 소비되어 최소가 되고, 다시 증가한다.

㉡. 3 km 깊이에서 적도 주변의 용존 산소량은 0.1~0.2(mol/m³)이고, 북극 주변의 용존 산소량은 0.25~0.3(mol/m³)이다.

㉢. 심해 생물은 빛이 공급되지 않기 때문에 광합성을 하지 않는다. 북극해는 산소가 풍부한 표층 해수가 침강하기 때문에 표층과 심해의 용존 산소량 차이가 적고 용존 산소량이 많다.

5 북태평양 해역의 표층 수온과 표층 염분

선택지 분석

- ㉠ 대양의 중심부에서 등온선은 대체로 위도와 나란하다.
- ㉡ 해수면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 B 해역보다 A 해역에서 많다. B 해역과 A 해역이 거의 같다
- ㉢ 표층 염분은 A 해역이 B 해역보다 높다.

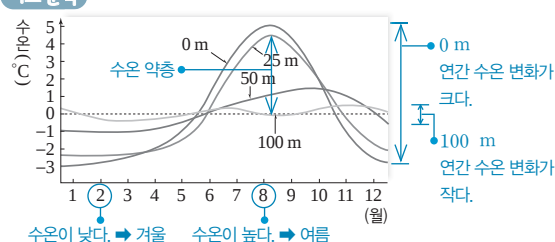
㉠. 위도별로 입사하는 태양 복사 에너지량이 달라지므로 대륙의 영향이 적은 대양의 중심부에서 등온선은 위도와 대체로 나란하다.

㉡. A 해역에는 저위도에서 고위도로 난류가 흐르고, B 해역에는 고위도에서 저위도로 한류가 흐른다. 따라서 고온 고염분의 난류가 흐르는 A 해역이 같은 위도의 B 해역보다 표층 염분이 높다.

㉢. A와 B 해역은 위도가 같으므로 해수면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 거의 같다.

6 계절별 연직 수온 분포

자료 분석



수온이 낮다. → 겨울 수온이 높다. → 여름

선택지 분석

- ㉠ 이 해역은 북반구에 위치하고 있다.
- ㉡ 수온 변화에 따른 해수 밀도의 연 변화는 수심이 깊어질수록 크다. 작다
- ㉢ 8월에는 해수의 연직 혼합이 전 수심에 걸쳐 활발하게 일어난다. 활발하게 일어나지 않는다

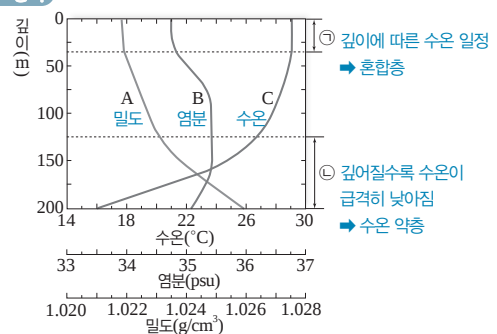
㉠. 8월의 수온이 대체로 높고, 2월의 수온이 대체로 낮은 분포를 보이므로 8월이 여름, 2월이 겨울인 북반구에 위치한 해역이다.

㉡. 해수의 밀도는 수온에 반비례한다. 수심이 깊어질수록 수온의 연 변화 폭이 작아지므로 밀도의 연 변화도 작아진다.

㉢. 8월에는 표층 수온이 높아 심해층과 표층의 수온 차가 크므로 수온 약층이 뚜렷하게 발달하여 해수의 연직 혼합이 활발하지 않다.

7 깊이에 따른 해수의 성질

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 염분이다. 밀도
- ㉡ 해수 표면의 바람이 강해지면 ㉠층의 두께가 증가한다.
- ㉢ ㉠층에서 깊이에 따른 밀도 변화는 수온 변화보다 염분 변화에 더 큰 영향을 받는다.

㉡. ㉠은 혼합층으로, 바람의 혼합 작용으로 수온이 일정한 층이다. 따라서 바람이 강해지면 ㉠층의 두께는 증가한다.

㉢. C는 수심이 깊어질수록 감소하므로 수온이다. A는 수온과 반비례하므로 밀도이다. 따라서 B는 염분이다.

㉠. ㉠층에서는 깊어질수록 밀도(A)가 증가하고 염분(B)과 수온(C)이 감소한다. 해수의 밀도는 염분이 높을수록, 수온이 낮을수록 증가하므로 이 층에서 밀도 변화는 수온 변화의 영향이 더 크다.

8 동해에서 해수의 성질과 층상 구조

선택지 분석

- ㉠ 표층 해수의 밀도는 8월보다 2월에 크다.
- ㉡ 수온 약층은 2월보다 8월에 더 뚜렷하게 발달한다.
- ㉢ 계절에 따른 염분 차이는 수심 0 m보다 300 m에서 작다.

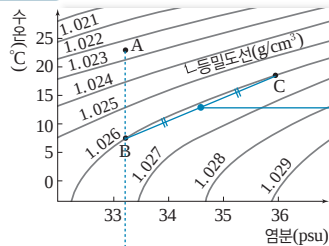
㉠. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 표층 해수의 밀도는 8월보다 수온이 낮고 염분이 높은 2월에 크다.

㉡. 수심 300 m에서 수온은 2월과 8월에 거의 같지만, 수심 0 m의 수온은 8월이 2월보다 높으므로 수온 약층은 2월보다 8월에 뚜렷하게 발달한다.

㉢. 계절에 따른 2월과 8월의 염분 차이가 수심 0 m에서는 크지만, 수심 300 m에서는 거의 없다.

9 수온 염분도

자료 분석



A와 B: 염분이 거의 같고, 수온 차이가 크다.
→ 주로 수온의 영향으로 밀도 차이가 생긴다.

같은 부피의 B와 C의 해수를 혼합할 때 해수의 밀도: B와 C를 연결한 직선의 $\frac{1}{2}$ 지점의 밀도
→ 현재 밀도인 1.026보다 커진다.

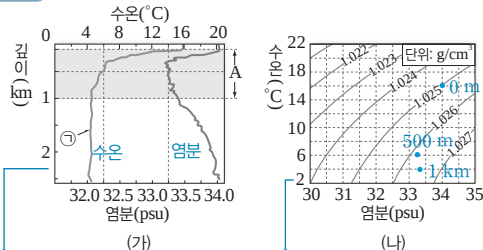
선택지 분석

- ㉠ A와 B의 밀도 차이는 염분보다 수온의 영향이 크다.
- ㉡ 같은 부피의 B와 C의 해수를 혼합하면 밀도는 1.026 g/cm³보다 커진다.
- ㉢ (중발량-강수량) 값은 C에서 가장 크다.

- ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크다. A와 B는 염분이 거의 같지만 수온이 다르므로 A와 B의 밀도 차이는 염분보다 수온의 영향이 크다.
- ㄴ. 수온 염분도에서 같은 부피의 B와 C를 혼합한 해수의 밀도 값은 B와 C를 연결한 직선의 가운데 지점의 값에 해당한다. 따라서 밀도는 1.026 g/cm³보다 커진다.
- ㄷ. (중발량-강수량) 값이 클수록 염분이 높다. A~C 중 C의 염분이 가장 높으므로 (중발량-강수량) 값은 C에서 가장 크다.

10 해수의 성질과 수온 염분도

자료 분석



- 0 m: 수온 16 °C, 염분 34.0 psu
- 500 m: 수온 6 °C, 염분 33.25 psu
- 1 km: 수온 4 °C, 염분 33.4 psu

선택지 분석

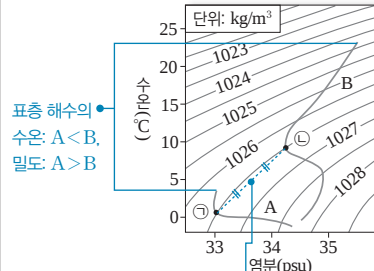
- ㉠ ㉠은 염분을 나타낸다. 수온
- ㉡ 깊이 500 m의 해수 밀도는 1.026 g/cm³보다 크다.
- ㉢ 구간 A에서 해수의 밀도 변화는 수온보다 염분에 더 영향을 받는다.

- ㄴ. (가)에서 깊이 500 m의 수온은 약 6 °C, 염분은 약 33.25 psu이다. 이를 (나) 수온 염분도에 표시하면 깊이 500 m의 해수 밀도는 1.026 g/cm³보다 크다.

- ㄱ. ㉠은 표층에서 가장 높고 깊이에 따라 그 값이 감소하다가 심해에서는 거의 일정해지므로 수온에 해당한다.
- ㄷ. 구간 A에서 수온과 염분이 대체로 감소하였는데 밀도는 증가하였다. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 커지므로 이 구간의 밀도 증가는 염분보다 수온에 더 영향을 받는다.

11 위도별 해수의 성질과 수온 염분도

자료 분석



표층 해수의 수온: A < B, 밀도: A > B

염분이 일정할 때, 수온이 높은 해수가 수온이 낮은 해수보다 등밀도선 간격이 좁다. → 수온 변화에 따른 밀도 변화가 크다.

같은 부피의 ㉠과 ㉡이 혼합된 해수의 밀도 → 1.0265 kg/m³보다 크다.

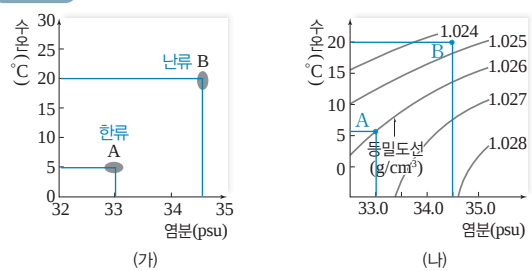
선택지 분석

- ㉠ A는 저위도 해역이다. 고위도
- ㉡ 같은 부피의 ㉠과 ㉡이 혼합되어 형성된 해수의 밀도는 ㉠보다 크다.
- ㉢ 염분이 일정할 때, 수온 변화에 따른 밀도 변화는 수온이 높을 때가 낮을 때보다 크다.

- ㄴ. 같은 부피의 ㉠과 ㉡이 혼합되어 형성된 해수의 밀도 값은 수온 염분도에서 두 지점을 연결한 직선의 가운데 지점의 값이므로 ㉠(1.0265 kg/m³)보다 크다.
- ㄷ. 염분이 일정할 때, 수온이 높은 해수가 수온이 낮은 해수보다 등밀도선 사이의 간격이 좁으므로 수온 변화에 따른 밀도 변화가 크다.
- ㄱ. 고위도 해역에서 저위도 해역으로 갈수록 표층 해수의 수온은 높아지고 밀도는 작아진다. A는 B보다 표층 해수의 수온이 낮고 밀도가 크므로 고위도 해역이다.

12 해수의 성질과 수온 염분도

자료 분석



- A: 수온 5 °C, 염분 33 psu
- B: 수온 20 °C, 염분 약 34.5 psu

- A: 밀도 약 1.026 g/cm³
- B: 밀도 약 1.0245 g/cm³

선택지 분석

- ㉠ A 해역 해수의 밀도는 약 1.026 g/cm³이다.
- ㉡ 두 해역의 해수가 만나면, A 해역의 해수가 B 해역의 해수 아래로 가라앉는다.
- ㉢ A 해역은 난류의 영향을 받는다. 한류

- ㄱ. A 해역의 수온은 약 5 °C이고, 염분은 약 33 psu이므로 (나)의 수온 염분도에 표시해 보면 밀도는 약 1.026 g/cm³이다.
- ㄴ. B 해역의 수온은 약 20 °C이고, 염분은 약 34.5 psu이므로 밀도는 약 1.0245 g/cm³이다. 따라서 두 해역의 해수가 만나면 밀도가 큰 A 해역의 해수가 B 해역의 해수 아래로 가라앉는다.
- ㄷ. A 해역은 B 해역보다 수온과 염분이 낮으므로 한류의 영향을 받는다.

2. 대기와 해양의 상호 작용

10 해수의 순환

개념 확인

본책 115쪽, 117쪽

- (1) ①-㉠ ②-㉡ ③-㉢ (2) ① T ② W ③ N ④ T ⑤ N
⑥ W (3) ① 대칭 ② 시계 ③ 작다 (4) 쿠로시오 해류, 연해주
한류 (5) 밀도 (6) 침강 (7) 느리다 (8) ①-㉠ ②-㉢
③-㉡ (9) 북대서양 심층수, 남극 저층수 (10) 약해진다

수능 자료

본책 118쪽

자료 1 1 × 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ○

자료 2 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ×

자료 3 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○

자료 4 1 ○ 2 ○ 3 × 4 × 5 ×

자료 1 대기 대순환

A는 위도 60°S 부근, B는 적도 부근, C는 위도 30°N 부근이다.

- A(위도 60°S 부근)는 저위도에서 불어온 편서풍과 고위도에서 불어온 극동풍이 만나는 한대 전선대이고, C(위도 30°S 부근)는 상층에서 공기가 하강하여 저위도와 고위도로 바람이 불어가는 아열대 고압대이므로 남북 방향의 온도 차는 A가 C보다 크다.
- B(적도 저압대)에서는 해들리 순환의 상승 기류가 나타난다.
- C(아열대 고압대)에서는 상층에서 모여든 공기가 하강하여 고기압이 형성된다. 지표면 냉각에 의한 고기압은 극 지역에서 형성된다.
- B와 C 사이(해들리 순환)의 지표 부근에서는 북동 무역풍이 분다.
- A에서는 극동풍과 편서풍이, B에서는 남동 무역풍과 북동 무역풍이 수렴한다. C에서는 무역풍과 편서풍으로 발산한다.
- B는 상승 기류가 발달하는 저압대이고, C는 하강 기류가 발달하는 고압대이므로 (증발량-강수량) 값은 B보다 C에서 크다.
- A보다 고위도에서는 극순환이 나타나므로 지표 부근의 바람은 남극(90°S)에서 A 쪽으로 남풍 계열의 바람이 우세하게 분다.

자료 2 해수의 표층 순환

- A 지점은 위도 30°보다 고위도 지역이므로 편서풍대에 위치하며, 서에서 동으로 흐르는 북대서양 해류의 영향을 받아 A 지점을 향해할 때는 서에서 동으로 이동하였다.
- B 지점은 위도 30°보다 저위도 지역이므로 무역풍대에 위치하며, 동에서 서로 부는 무역풍의 영향을 받아 B 지점을 향해할 때는 동에서 서로 향해하였다.
- C 지점은 대양의 동안으로, 고위도에서 저위도로 흐르는 한류(카나리아 해류)를 이용하여 고위도에서 저위도로 향해하였다.
- A에서는 서에서 동으로, B에서는 동에서 서로, C에서는 고위도에서 저위도로 흐르는 해류를 따라 향해하였다. 따라서 유럽에서 출발한 항해 경로는 C → B → A 순서로 통과하였다.

- C 지점은 한류인 카나리아 해류가 흐르므로 주변의 열을 흡수하여 같은 위도의 다른 지역에 비해 한랭한 기후가 나타난다.

자료 3 대서양의 심층 순환

- (가)의 9°S에서 북대서양 심층수는 남극 저층수보다 염분이 높으므로 (나)에서 A는 북대서양 심층수, B는 남극 저층수이다.
- 남극 중층수는 60°S 부근의 표층에서 침강하여 형성되는 수괴로, 이 해역의 표층에서는 남극 저층수와 북대서양 심층수가 만나지 않는다.
- (나)의 a 구간에서 수온은 거의 일정하고 염분의 변화가 뚜렷하게 나타나므로 밀도 변화는 수온보다 염분에 더 영향을 받는다.
- 수괴의 밀도가 클수록 수심이 깊은 곳에서 흐르므로 밀도는 남극 저층수 > 북대서양 심층수 > 남극 중층수 순으로 크다.
- 대서양 북반구에서는 그린란드 주변 해역에서 해수가 침강하여 북대서양 심층수가 형성되고, 남반구에서는 웨델해에서 해수가 침강하여 남극 저층수가 형성된다.

자료 4 심층 순환과 표층 순환

- ㉠은 그린란드 주변의 노르웨이해로, 냉각에 의해 밀도가 커진 해수가 침강하여 북대서양 심층수가 형성된다. ㉡은 웨델해로, 남극 저층수가 형성된다.
- ㉢에서 형성된 북대서양 심층수는 ㉠에서 형성된 남극 저층수보다 밀도가 작다. (나)에서 A는 B보다 밀도가 작으므로 A는 ㉢에서 형성된 수괴이고 B는 ㉠에서 형성된 수괴이다.
- 극 해역에서 해수의 침강이 약해지면 심층 순환이 약화되고, 이와 연결된 표층 순환도 약화된다.
- 심층 순환과 표층 순환은 연결되어 전 지구를 순환하고 있으며, 한 번 순환하는 데 약 1000년이 걸린다.

수능



본책 119쪽

- 1 (1) B > A > C (2) 약 38° 2 ㉠ 해들리 순환, ㉡ 페렐 순환, ㉢ 극순환 3 ㉤ 4 ㉥ 5 수온, 염분 6 ㉦ 7 ㉧, ㉨ 8 (1) A: 남극 중층수 B: 북대서양 심층수 C: 남극 저층수 (2) C > B > A 9 ㉢

- (1) A: 태양 복사 에너지 = 지구 복사 에너지 → 태양 복사 에너지 - 지구 복사 에너지 = 0
B: 태양 복사 에너지 > 지구 복사 에너지 → 태양 복사 에너지 - 지구 복사 에너지 > 0
C: 태양 복사 에너지 < 지구 복사 에너지 → 태양 복사 에너지 - 지구 복사 에너지 < 0
(2) 위도 약 38°에서는 태양 복사 에너지 흡수량과 지구 복사 에너지 방출량이 같아 에너지 평형을 이룬다.
- ㉠ A(적도 저압대)와 B(아열대 고압대) 사이의 대기 순환을 해들리 순환이라고 한다. ㉡ B(아열대 고압대)와 C(한대 전선대) 사이의 대기 순환을 페렐 순환이라고 한다. ㉢ C(한대 전선대)와 D(극고압대) 사이의 대기 순환을 극순환이라고 한다.

3 ③, ④ A와 B 사이의 지표에는 북동 → 남서 방향의 무역풍이, B와 C 사이의 지표에는 남서 → 북동 방향의 편서풍이 분다.

바로알기 ⑤ B에서는 상층에서 수렴한 공기가 하강하여 아열대 고압대가 형성된다.

4 ⑤ 멕시코만류는 대서양의 서쪽 연안을 따라 남 → 북으로 흐르는 난류이다.

바로알기 ① 북적도 해류는 동 → 서로 흐른다.

② 캘리포니아 해류는 고위도 → 저위도로 흐르는 한류이다.

③ 북태평양 해류는 편서풍에 의해 서 → 동으로 흐른다.

④ 쿠로시오 해류는 태평양 서쪽 연안(대양의 서안)을 따라 북상하는 난류이다.

5 A는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이고, B는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다. 난류는 한류보다 수온과 염분이 높고, 용존 산소량과 영양 염류가 적다.

6 ① A는 중위도 해역에서 무역풍과 편서풍에 의해 형성되는 아열대 순환이다.

② B는 편서풍에 의해 남극 대륙 주위를 순환하는 남극 순환 해류이다.

④ 대기 대순환에 의해 동서 방향의 표층 해류가 형성되고, 대륙에 막힌 해류가 남북 방향으로 흘러 표층 순환을 형성한다.

⑤ 적도를 기준으로 남반구와 북반구에서 대기 대순환의 방향이 대칭적이므로 표층 순환의 방향도 적도에 대해 대칭적이다.

바로알기 ③ 무역풍에 의해 형성되는 해류는 북반구의 북적도 해류와 남반구의 남적도 해류이다.

7 ㄱ. 표층 해수가 냉각되면 밀도가 커지므로 해수의 침강이 일어날 수 있다.

ㄴ. 표층 해수가 결빙되면 남아 있는 해수의 염분이 증가하므로 밀도가 커져 해수의 침강이 일어날 수 있다.

바로알기 ㄷ. 대륙으로부터 하천수가 유입되면 해수의 염분이 감소하므로 밀도가 작아져 해수의 침강이 일어나기 어렵다.

8 (1) 남극 중층수(A)는 위도 50°S~60°S 해역에서 형성되어 북쪽으로 이동하고, 그 아래를 북대서양 심층수(B)가 남쪽으로 흐른다. 남극 저층수(C)는 북대서양 심층수 아래를 흐른다.

(2) 남극 중층수, 북대서양 심층수, 남극 저층수는 수온과 염분이 모두 달라서 밀도가 다르며, 해수의 밀도가 클수록 아래로 흐르므로 밀도는 C>B>A이다.

9 ③ 표층 순환은 수 년 이내에 일어나지만 심층 순환은 약 1000년 정도 걸리므로 심층 순환의 시간적 규모가 크다.

바로알기 ① 심층 순환은 매우 느리게 일어나므로 직접 관측하기 어려우며, 수온 염분도를 이용한 수괴 분석을 통해 간접적으로 알아낸다.

② 심층 순환의 침강 해역은 북대서양의 그린란드 주변 해역과 남극 대륙 주변 해역에 있으며, 태평양에는 침강 해역이 없다.

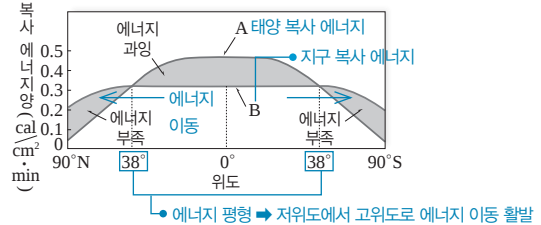
④ 심층 순환이 일어나는 과정에서 해수가 용승하면 표층 순환과 연결되어 전 지구적인 순환을 형성한다.

⑤ 심층 순환이 약해지면 고위도로 이동하는 표층 순환이 약해지므로 고위도로의 열에너지 수송이 약화된다.

1 ③	2 ③	3 ②	4 ⑤	5 ②	6 ①
7 ②	8 ②	9 ③	10 ④	11 ⑤	12 ④

1 위도에 따른 복사 에너지

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 위도에 따라 A의 양이 다른 것은 지구가 구형이기 때문이다.
- ㉡ 위도 약 38°에서는 저위도나 고위도로 에너지 이동이 일어나지 않는다. **활발하다**
- ㉢ 대기나 해수의 순환이 없다면 적도 지역은 실제보다 연평균 기온이 높을 것이다.

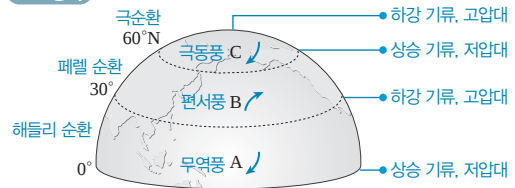
ㄱ. A는 저위도에서 B보다 많고, 고위도로 갈수록 감소하므로 위도에 따른 태양 복사 에너지 흡수량이다. 지구가 구형이기 때문에 위도에 따라 태양 복사 에너지의 입사각이 달라져 태양 복사 에너지 흡수량이 다르다.

ㄷ. 대기과 해수의 순환이 없다면 저위도는 과잉된 에너지에 의해 실제보다 연평균 기온이 더 높아지고, 고위도는 부족한 에너지에 의해 실제보다 연평균 기온이 더 낮아질 것이다.

바로알기 ㄴ. 저위도의 남은 에너지는 위도 약 38°를 거쳐 에너지가 부족한 고위도로 이동하므로 위도 약 38°에서 에너지 이동량이 가장 많다.

2 대기 대순환

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A에서 해들리 순환, C에서 극순환이 형성된다.
- ㉡ B의 지표면 부근에서는 편서풍이 형성된다.
- ㉢ B와 C 사이에서는 **하강 기류**가 우세하게 나타난다. **상승 기류**

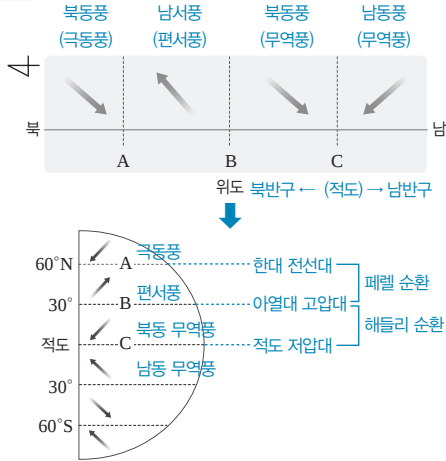
ㄱ. A는 0°와 위도 30° 사이의 대기 순환이므로 해들리 순환이고, C는 위도 60°와 극 사이의 대기 순환이므로 극순환이다.

ㄴ. B의 지표면에서는 위도 30° 부근에서 하강한 공기가 남에서 북으로 이동하며 전향력의 영향을 받아 휘어져 북동쪽으로 부는 편서풍이 형성된다.

바로알기 ㄷ. 극에서 하강한 공기는 저위도로 이동하고, 위도 30° 부근에서 하강한 공기는 고위도로 이동하여 위도 60° 부근(B와 C 사이)에서 만나 상승한다.

3 대기 대순환

자료 분석



선택지 분석

- ✗ A-B 구간은 북반구, B-C 구간은 남반구이다. **북반구**
- A-B 구간에는 페렐 순환이 나타난다.
- ✗ 해수면 평균 기압은 B보다 C에서 **높다**. **낮다**

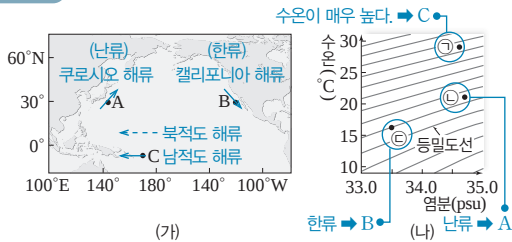
ㄴ. A-B 구간은 북반구이고 남서풍이 불므로 위도 30°N~60°N에 해당하며, 대기 순환은 페렐 순환이 나타난다.

바로알기 ㄱ. C를 경계로 왼쪽에는 북동풍이 불고, 오른쪽에는 남동풍이 불므로 C는 적도이고, 각각 북동 무역풍과 남동 무역풍이 부는 모습이다. 따라서 C의 왼쪽 구간은 북반구, C의 오른쪽 구간은 남반구이다.

ㄷ. B는 하강 기류가 발달하는 아열대 고압대이고, C는 상승 기류가 발달하는 적도 저압대이므로 해수면 평균 기압은 B보다 C에서 낮다.

4 태평양의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- A의 관측값은 ㉠이다.
- A, B, C 중 해수의 밀도가 가장 큰 해역은 B이다.
- C에 흐르는 해류는 무역풍에 의해 형성된다.

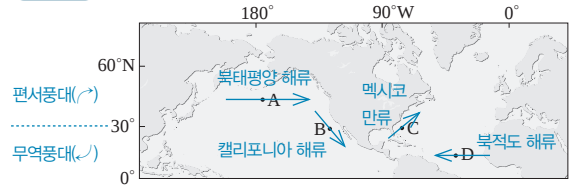
ㄱ. 적도에서 고위도로 갈수록 표층 수온이 낮아지므로 세 해역 중 수온이 가장 높은 ㉠은 C의 값이다. A는 B와 동일한 위도에 있지만, A에는 난류가 흐르고 B에는 한류가 흐르므로 A의 수온이 더 높다. 따라서 A의 값은 ㉡, B의 값은 ㉢이다.

ㄴ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 (나)에서 등밀도선이 오른쪽 아래에 위치할수록 밀도가 크다. 따라서 밀도가 가장 큰 해수는 ㉢이고, B 해역의 해수이다.

ㄷ. C는 남반구에서 무역풍이 부는 해역으로, 무역풍에 의해 형성된 남적도 해류가 동에서 서로 흐른다.

5 북반구의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- ✗ A의 해류는 무역풍, D의 해류는 편서풍의 영향으로 형성된다. **편서풍** **무역풍**
- ✗ 남극 순환 해류의 방향은 A의 해류의 방향과 **반대**이다. **같다**
- 해수면에서 대기로 단위 면적당 방출되는 습윤열의 양은 B보다 C에서 **많다**.

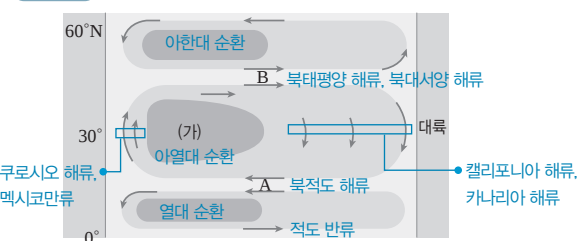
ㄷ. B와 C는 동일한 위도에 있고 B에는 한류가, C에는 난류가 흐른다. 난류가 흐르는 C에서 해수의 온도가 더 높고, 해수면에서 대기로 단위 면적당 방출되는 습윤열의 양이 많다.

바로알기 ㄱ. A는 중위도에 있으므로 편서풍에 의해 해류가 흐르고, D는 저위도에 있으므로 무역풍에 의해 해류가 흐른다.

ㄴ. 남극 순환 해류는 남반구의 편서풍에 의해, A의 해류(북태평양 해류)는 북반구의 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.

6 북반구의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- A는 북적도 해류이다.
- ✗ B는 극동풍에 의해 형성된 해류이다. **편서풍**
- ✗ 남반구에서 (가)의 순환은 **시계** 방향으로 일어난다. **시계 반대**

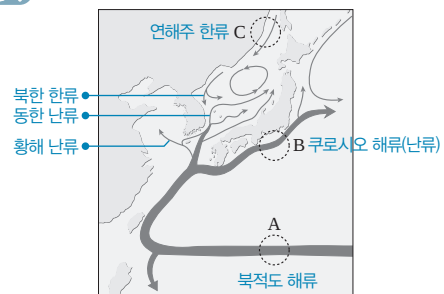
ㄱ. 북반구에서 북동 무역풍에 의해 동에서 서로 흐르는 해류(A)는 북적도 해류이다.

바로알기 ㄴ. B는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐르는 해류이다.

ㄷ. (가)는 아열대 순환이며, 아열대 순환은 북반구에서 시계 방향으로, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 일어난다.

7 우리나라 주변의 해류

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A는 편서풍에 의해 형성된 해류이다. **무역풍**
- ☒ B의 해수는 C의 해수보다 염분이 높다.
- ☒ C는 북태평양 해류에서 갈라진 해류이다.

ㄴ. 난류는 한류보다 염분이 높다. B는 위도 30°N 부근을 거쳐 북상하는 난류이고, C는 위도 60°N 부근에서 남하하는 한류이므로 해수의 염분은 B가 C보다 높다.

바로알기 ㄱ. A는 북동 무역풍에 의해 동에서 서로 흐르는 북적도 해류이다.

ㄷ. C는 오호츠크해에서 기원하여 연해주를 따라 남하하는 연해주 한류이므로 북태평양 해류와는 직접 관련이 없다.

8 심층 순환의 발생 원인

선택지 분석

- ☒ P에 도달하는 시간은 A가 B보다 **짧다**. **길다**
- ☒ B의 소금물 농도를 20 %로 높이면 P에 도달하는 시간이 짧아질 것이다.
- ☒ 침강 해역에서 해빙이 일어나면 해수의 침강이 **활발해질** 것이다. **약해질**

ㄴ. 소금물의 염분이 높을수록 밀도가 크므로 B의 소금물 농도를 20 %로 높이면 밀도가 커진 소금물이 더 빨리 침강하여 P에 도달하는 시간이 짧아질 것이다.

바로알기 ㄱ. 소금물의 온도가 낮을수록 밀도가 크므로 밀도는 B가 A보다 크다. 밀도가 커지면 소금물이 더 빨리 침강하므로 P에 도달하는 시간은 밀도가 큰 B가 A보다 짧다.

ㄷ. 침강 해역에서 해빙이 일어나면 해수의 염분이 낮아지므로 밀도가 작아져 해수의 침강이 약해질 것이다. 반면에, 결빙이 일어나면 해수의 염분이 높아지므로 밀도가 커져 해수의 침강이 활발해질 것이다.

9 북대서양 심층 순환

선택지 분석

- ☒ A는 B보다 밀도가 크다.
- ☒ A와 B는 중위도에서 혼합되어 고위도로 흐른다. **혼합되지 않고 저위도로**
- ☒ 북대서양의 침강 해역에서 해수의 냉각이 일어나면 C의 흐름은 강해진다.

해수의 밀도가 A>B>C이므로 A는 남극 저층수, B는 북대서양 심층수, C는 표층수이다.

ㄱ. 밀도가 서로 다른 두 수괴가 만나면 밀도가 큰 수괴가 아래로 흐른다. A(남극 저층수)와 B(북대서양 심층수)가 만나면 A가 아래로 흐르므로 A가 B보다 밀도가 크다.

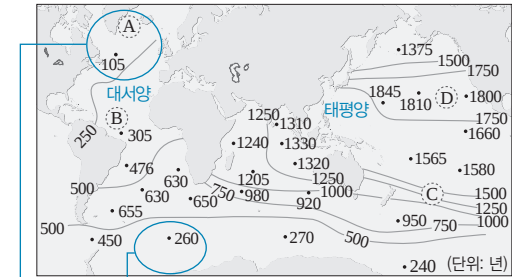
ㄷ. 북대서양의 침강 해역에서 해수의 냉각이 일어나면 수온이 낮아지고, 염분이 높아져 밀도가 커지므로 침강이 활발해진다. 해수의 침강이 활발해지면 이와 연결되어 있는 C의 흐름도 강해진다.

바로알기 ㄴ. 밀도가 서로 다른 두 수괴는 혼합되기 어려우며, A와 B가 중위도에서 만나면 각각 저위도 쪽으로 이동한다.

10 해수의 연령 분포와 심층 순환

자료 분석

해수의 연령은 태평양에서는 대체로 1000년 이상으로 많고, 대서양에서는 대체로 500년 이하로 적다. → 해수의 기원이 대서양이기 때문



해수의 연령은 그린란드 부근(A)과 남극 대륙 부근에서 적다. → 침강 해역

선택지 분석

- ☒ A~D 중 해수의 침강이 활발한 해역은 A이다.
- ☒ 수심 4000 m에서 해수는 A에서 B 방향으로 이동하였다.
- ☒ 수심 4000 m에서 해수의 흐름은 C가 D보다 **빠르다**. **느리다**

ㄱ. 해수의 연령이 가장 적은 해역에서 침강이 일어나므로 침강이 가장 활발한 해역은 A이다.

ㄴ. 수심 4000 m에서 해수의 연령은 B가 A보다 많으므로, 해수는 A에서 B 방향으로 이동하였다.

바로알기 ㄷ. $\text{속력} = \frac{\text{거리}}{\text{시간}}$ 이므로 등연령선의 간격이 넓은 D가 C보다 해수의 흐름이 빠르다.

11 해수의 표층 순환과 심층 순환

선택지 분석

- ☒ A 해역에서 침강이 강해지면 이 순환이 **약화된다**. **강화된다**
- ☒ 이 순환은 열에너지를 고위도로 수송한다.
- ☒ 이 순환의 변화는 지구의 기후에 영향을 준다.

ㄴ, ㄷ. 심층 순환은 표층 순환과 연결되어 저위도의 열에너지를 고위도로 수송하므로, 순환의 변화가 일어나면 빙하기가 도래하는 등의 기후 변화가 일어날 수 있다.

바로알기 ㄱ. A 해역에서 침강이 강해지면 심층 순환이 강해지고, 이와 연결되어 있는 표층 순환도 강해진다.

12 심층 순환과 빙하기

선택지 분석

- ☒ 북대서양 해수의 밀도가 **증가**하였다. **감소**
- ☒ 북대서양에서 해수의 침강이 약해졌다.
- ☒ 북대서양으로 수송되는 저위도의 열에너지가 감소하였다.

A 시기는 영저드라이아스 빙하기이다.

ㄴ. 담수의 유입으로 해수의 밀도가 감소하므로 북대서양에서 해수의 침강은 약해진다.

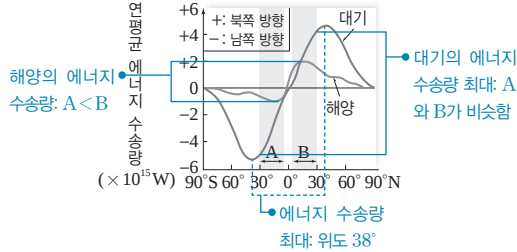
ㄷ. 해수의 침강이 약화되어 심층 순환이 약해지면, 이와 연결된 표층 순환도 약해지므로 저위도에서 북대서양으로 수송되는 열에너지가 감소하고, 이로 인해 빙하기가 나타난다.

바로알기 ㄱ. 북대서양에 담수가 유입되면 염분이 낮아지므로 해수의 밀도는 감소한다.

- 1 ④ 2 ⑤ 3 ② 4 ③ 5 ② 6 ③
7 ⑤ 8 ③ 9 ③ 10 ③ 11 ④ 12 ②

1 위도별 복사 에너지 분포

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 흡수하는 태양 복사 에너지량과 방출하는 지구 복사 에너지량의 차는 38°S가 0°보다 크다. **작다**
- ㉠ 대기에 의한 에너지 수송량은 A 지역이 B 지역보다 크다.
해양에 의한 에너지 수송량
- ㉡ 위도별 에너지 불균형은 대기와 해양의 순환을 일으킨다.

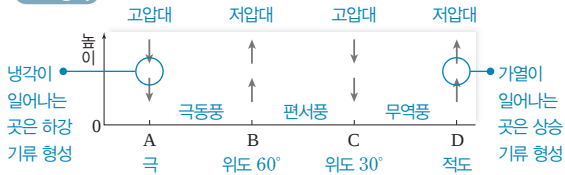
ㄴ. 대기에 의한 수송량은 A와 B 지역이 비슷하지만 해양에 의한 수송량은 A 지역이 B 지역보다 적으므로 해양에 대한 대기의 에너지 수송량 비율은 A 지역이 B 지역보다 크다.

ㄷ. 저위도와 고위도의 에너지 불균형은 대기와 해수의 순환을 일으켜 에너지 불균형을 완화시킨다.

바로알기 ㄱ. 위도 0°는 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 크다. 그러나 위도 38°는 복사 평형을 이루는 곳이므로 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량과 같다. 따라서 에너지량의 차이는 위도 0°가 38°S보다 크다.

2 대기 대순환

자료 분석



선택지 분석

- ✕ A에서 D로 갈수록 위도가 높아진다. **낮아진다**
- ㉠ B와 C 사이의 지표 부근에서는 서풍 계열의 바람이 분다.
- ㉡ 북태평양 고기압은 C 부근에서 형성된다.

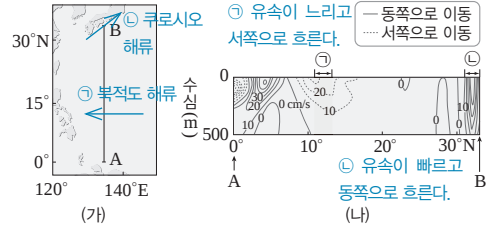
ㄴ. B는 상승 기류가 나타나므로 위도 60°의 한대 전선대이고, C는 하강 기류가 나타나므로 위도 30°의 중위도 고압대이다. B와 C 사이의 지표 부근에서는 서풍 계열의 편서풍이 분다.

ㄷ. 북태평양 고기압은 중위도 고압대인 C 부근에서 형성된다.

바로알기 ㄱ. A에서 하강 기류, D에서 상승 기류가 나타나므로 A에서는 공기가 냉각되고 D에서는 공기가 가열된다. 따라서 A는 극 지역, D는 적도 지역이므로 A에서 D로 갈수록 위도가 낮아진다.

3 북태평양의 표층 해류

자료 분석



- A 부근의 ㉠: 서쪽으로 해류가 흐른다. ➡ 동에서 서로 북적도 해류가 흐른다.
- B 부근의 ㉡: 동쪽으로 해류가 흐른다. ➡ 북동쪽으로 쿠로시오 해류가 흐른다.

선택지 분석

- ✕ 무역풍에 의한 해류 유속의 영향은 ㉠ 구간보다 ㉡ 구간에서 크다.
- ㉠ ㉡ 구간의 표층 해류는 저위도의 열에너지를 고위도로 수송한다.
- ✕ 쿠로시오 해류는 북적도 해류보다 유속이 작다. **크다**

ㄴ. ㉠ 구간에서는 동쪽 방향의 유속이 매우 크므로 북태평양의 아열대 순환 중 쿠로시오 해류가 서쪽 연안을 따라 북동쪽으로 흐르는 구간이다. 난류인 쿠로시오 해류는 저위도의 열에너지를 고위도로 수송한다.

바로알기 ㄱ. ㉠ 구간은 무역풍대에 있고 해류가 서쪽으로 흐르지만, ㉡ 구간은 무역풍대와 편서풍대의 경계부에 있고 해류가 동쪽으로 흐른다. 따라서 동에서 서로 부는 무역풍이 해류 유속에 미치는 영향은 ㉠ 구간이 더 크다.

ㄷ. ㉠ 구간에는 무역풍에 의해 형성된 북적도 해류가 흐르고 ㉡ 구간에는 쿠로시오 해류가 흐르며, ㉠ 구간의 유속이 더 크므로 쿠로시오 해류는 북적도 해류보다 유속이 크다.

4 북태평양의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 편서풍의 영향을 받는다.
- ✕ B는 아열대 순환의 일부이다. **아한대**
- ㉡ 북아메리카 해안에서 발견된 운동화는 북태평양 해류의 영향을 받았다.

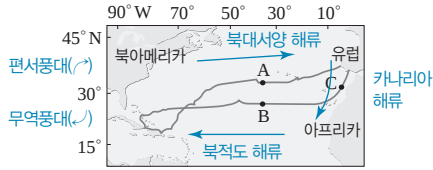
ㄱ. A는 위도 40°N~50°N에서 서에서 동으로 흐르는 해류이므로 편서풍에 의해 형성된 북태평양 해류이다.

ㄷ. 운동화가 유실된 지점은 북태평양 해류가 흐르는 해역이고, 발견된 지점은 유실된 지점의 동쪽에 있는 대륙 연안이므로 운동화는 서에서 동으로 흐르는 북태평양 해류를 타고 이동하였다.

바로알기 ㄴ. 북태평양에서 아열대 순환은 북적도 해류 → 쿠로시오 해류 → 북태평양 해류 → 캘리포니아 해류로 이어진다. B는 알래스카 해류로, 북태평양의 동쪽 연안에서 북태평양 해류에서 갈라져 북상하여 아한대 순환을 이룬다.

5 북대서양의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A를 항해할 때는 무역풍을 이용하였다. 편서풍
- ☒ B를 통과할 때는 동쪽에서 서쪽으로 항해하였다.
- ☒ C에 흐르는 해류는 난류이다. 한류

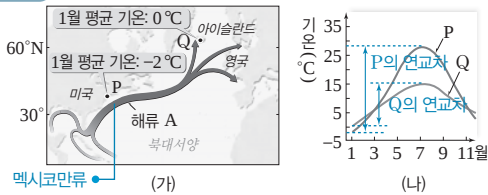
ㄴ. B는 저위도 해역으로, 무역풍이 불고 북적도 해류가 흐르는 곳이다. 무역풍과 북적도 해류의 방향은 모두 동쪽에서 서쪽이므로 B를 통과할 때는 동쪽에서 서쪽으로 항해하였다.

ㄱ. A는 위도 약 35°N 해역에 위치하므로 편서풍의 영향을 받는다. 따라서 A를 항해할 때는 편서풍을 이용하여 서쪽에서 동쪽으로 항해하였다.

ㄷ. 북대서양의 아열대 순환에서 대양의 동쪽 해역인 C에는 고위도에서 저위도로 한류인 카나리아 해류가 흐른다.

6 북대서양의 표층 순환

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 기온의 연교차는 P가 Q보다 크다.
- ☒ 해류 A는 Q에 열에너지를 전달한다.
- ☒ 해류 A는 무역풍에 의해 발생한 북적도 해류이다. 멕시코만류

ㄱ. (나)에서 여름과 겨울의 기온 차가 P는 약 30°C이고, Q는 약 15°C이므로 기온의 연교차는 P가 Q보다 크다.

ㄴ. 해류 A는 난류이므로 저위도에서 고위도로 에너지를 전달한다. 따라서 해류 A는 Q에 열에너지를 전달한다.

ㄷ. 해류 A는 대서양의 서쪽 연안을 따라 북상하는 멕시코만류이다.

7 우리나라 주변의 해류

선택지 분석

- ☒ A와 B의 근원은 쿠로시오 해류이다.
- ☒ B와 C에 의해 조정 수역이 형성된다.
- ☒ 동해에서 난류는 한류보다 유속이 빠르다.

ㄱ. A는 쓰시마 난류, B는 동한 난류로, 두 해류의 근원은 쿠로시오 해류이다.

ㄴ. B는 북상하는 동한 난류이고, C는 남하하는 북한 한류이므로 두 해류가 만나는 곳에서 조정 수역이 형성된다.

ㄷ. 동해에서 수온이 높은 남쪽이 수온이 낮은 북쪽보다 유속이 빠르므로 동해에서 난류는 한류보다 유속이 빠름을 알 수 있다.

8 우리나라 주변의 해류

선택지 분석

- ☒ A는 북태평양 아열대 표층 순환의 일부이다.
- ☒ B는 겨울에 주변 대기로 열을 공급한다.
- ☒ 용존 산소량은 C가 B보다 적다. 많다

ㄱ. A는 북태평양의 서쪽 연안을 따라 북상하는 쿠로시오 해류로, 북태평양 아열대 순환의 일부이다. 북태평양 아열대 순환은 북적도 해류 → 쿠로시오 해류 → 북태평양 해류 → 캘리포니아 해류로 이어진다.

ㄴ. B는 동한 난류로, 주변 해수보다 수온이 높아 겨울에 주변 대기로 열을 공급한다.

ㄷ. 수온이 낮을수록 용존 산소량이 많으므로 C(북한 한류)가 B(동한 난류)보다 용존 산소량이 많다.

9 심층 순환의 발생 모형실험

선택지 분석

- ☒ 실험 결과에서 ㉠은 8보다 크다.
- ☒ 소금물은 극지방의 침강하는 표층 해수에 해당한다.
- ☒ 실험 II에서 소금물의 농도를 낮춘 것은 극지방 표층 해수가 결빙되는 경우에 해당한다. 해빙

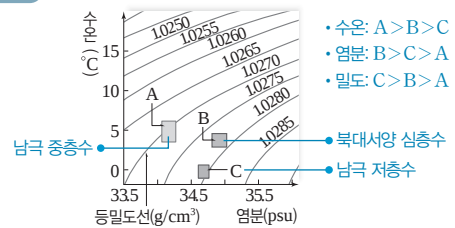
ㄱ. 실험 II는 실험 I보다 소금물의 농도가 낮으므로 밀도가 작기 때문에 소금물이 느리게 이동한다. 따라서 ㉠은 8보다 크다.

ㄴ. 소금물은 수조의 물보다 밀도가 커서 수조에서 침강한 후 바닥을 따라 이동하므로 극지방의 침강하는 표층 해수에 해당한다.

ㄷ. 결빙이 일어나면 해수의 염분은 높아지고, 해빙이 일어나면 해수의 염분은 낮아진다. 실험 II에서 소금물의 농도를 낮춘 것은 해빙에 해당한다.

10 대서양의 심층 순환과 수온 염분도

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A는 남극 중층수이다.
- ☒ C는 웨델해에서 결빙에 의해 침강하였다.
- ☒ 남극 저층수는 북대서양 심층수보다 염분이 높다. 낮다

ㄱ. 대서양의 심층 순환을 이루는 해수의 밀도는 남극 저층수 > 북대서양 심층수 > 남극 중층수이고, 수온 염분도에서 해수의 밀도는 C > B > A이므로 A는 남극 중층수, B는 북대서양 심층수, C는 남극 저층수이다.

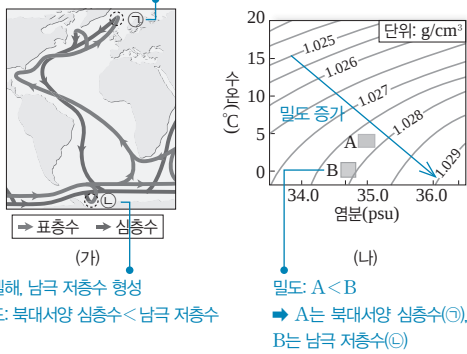
ㄴ. C(남극 저층수)는 남극 대륙 주변의 웨델해에서 결빙에 의한 밀도 증가로 침강하여 형성된다.

ㄷ. 남극 저층수(C)는 북대서양 심층수(B)보다 염분이 낮지만, 수온이 낮아서 평균 밀도가 더 크다.

11 표층 순환과 심층 순환

자료 분석

노르웨이해, 북대서양 심층수 형성



선택지 분석

- ❌ ㉠에서 형성되는 수괴는 A에 해당한다. B
- Ⓛ A와 B는 심층 해수에 산소를 공급한다.
- Ⓢ 심층 순환은 표층 순환보다 느리다.

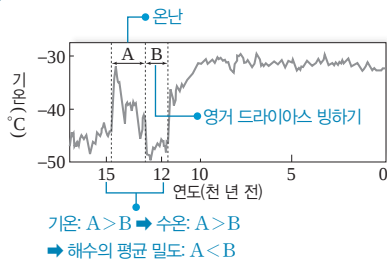
ㄴ. A(북대서양 심층수)와 B(남극 저층수)는 대기로부터 산소를 공급받아 침강하여 심층 해수에 산소를 공급한다.

ㄷ. 표층 순환은 수 년 이내의 시간 규모이지만 심층 순환은 약 1000년의 시간 규모이므로 심층 순환은 표층 순환보다 느리다.

❓ **바로알기** ㄱ. ㉠에서 침강하는 해수는 북대서양 심층수를 형성하고, ㉡에서 침강하는 해수는 남극 저층수를 형성한다. 남극 저층수는 북대서양 심층수보다 저온 저염분이고 밀도가 크므로, (나)에서 A보다 밀도가 더 큰 B에 해당한다.

12 심층 순환과 빙하기

자료 분석



선택지 분석

- ❌ 그린란드 주변 해역에서 해수의 평균 밀도는 A 시기가 B 시기보다 컸다. **작았다**
- ❌ A 시기는 온난하여 해수의 심층 순환이 **강해졌다**. **약해졌다**
- Ⓢ B 시기에 빙하기가 생긴 것은 해수의 표층 순환이 약해졌기 때문이다.

ㄷ. B 시기에 빙하기가 생긴 것은 A 시기에 심층 순환이 약해지면서 표층 순환도 약해져 고위도로의 열 수송이 약화되어 기온이 낮아졌기 때문이다.

❓ **바로알기** ㄱ. A 시기에는 B 시기보다 기온이 높았으므로 해수의 수온도 높아져 해수의 밀도가 작았다. 따라서 해수의 평균 밀도는 B 시기가 A 시기보다 컸다.

ㄴ. A 시기에는 기후가 온난하여 해수의 밀도가 작아졌으므로 해수의 심층 순환이 약해졌다.

11. 대기와의 상호 작용

개념 확인

본책 127쪽, 129쪽

- (1) 45°, 직각(90°) (2) 용승 (3) ① 연안, 침강 ② 먼 바다, 용승
(4) 북쪽, 남쪽, 용승 (5) 바깥쪽, 용승 (6) 동, 서 (7) 엘니뇨
(8) 상승, 약하게, 깊어진다 (9) 워커 순환 (10) 고, 저 (11) 저, 고
(12) B, A (13) 홍수

수능 자료

본책 130쪽

자료 ① 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ×

자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ×

자료 ① 용승과 침강

- A와 C 해역은 모두 동일 위도의 먼 바다보다 수온이 낮게 나타나므로 심층의 찬 해수가 상승하는 용승이 일어난다.
- A 해역에서 용승이 일어날 때 심층의 영양 염류가 표층에 공급되므로 먼 바다에서 대륙 쪽으로 갈수록 플랑크톤의 농도가 높다.
- C 해역에서는 표층의 해수가 먼 바다 쪽으로 이동하여 이를 채우기 위해 용승이 일어난다.
- C 해역에서 표층 해수는 먼 바다 쪽으로 이동하고, 남반구에서 표층 해수는 풍향의 왼쪽 방향으로 이동하므로 남풍 계열의 바람이 분다.
- 용승이 일어나면 수온 약층의 깊이가 얕아지고, 침강이 일어나면 수온 약층의 깊이가 깊어진다. C 해역에서는 용승이 일어나므로 B 해역에 비해 수온 약층이 나타나는 깊이가 얕다.

자료 ② 엘니뇨와 라니냐

- ㉠ 시기에 해수면 기압 차(동태평양 기압 - 서태평양 기압)가 (+) 값이므로 동태평양은 서태평양보다 기압이 높다.
- ㉠ 시기에 동태평양은 서태평양보다 기압이 높았으므로 표층 수온은 낮다.
- ㉠은 동태평양 해역의 표층 수온이 낮았으므로 라니냐 시기이고, ㉡은 엘니뇨 시기이다.
- 라니냐(㉠)는 무역풍이 강해질 때 발생하고, 엘니뇨(㉡)는 무역풍이 약해질 때 발생한다.
- (나)는 적도 부근 동태평양에서 따뜻한 해수층의 두께가 두꺼워졌으므로 평년보다 수온이 상승한 엘니뇨 시기이다.
- (나) 엘니뇨 시기에는 따뜻한 해수가 서태평양에서 동태평양으로 이동하였으므로 동태평양의 해수면 높이가 평년보다 높다.
- (나)에서 서태평양은 평년보다 따뜻한 해수층의 두께가 얇아졌으므로 표층 수온이 하강하여 강수량이 감소한다.

수능



본책 130쪽

- 1 ⑤ 2 (1) 동 → 서 (2) A < B 3 (1) 하강 (2) 강화 (3) 하강
(4) 상승 (5) 증가

1 **바로알기** ⑤ 평균적인 표층 해수의 이동 방향은 북반구에서 풍향의 오른쪽 직각 방향, 남반구에서 풍향의 왼쪽 직각 방향이다.

2 (1) 남반구에서 이 해역의 표층 해수는 남풍의 왼쪽 직각 방향으로 이동하므로 먼 바다에서 대륙 쪽인 동 → 서로 흐른다.
(2) 북반구에서 이 해역의 표층 해수는 남풍의 오른쪽 직각 방향으로 이동하므로 대륙에서 먼 바다 쪽으로 이동하고, 이를 채우기 위해 A에서 연안 용승이 일어나 표면 수온은 A가 B보다 낮다.

3 (1), (2) 라니냐 시기에는 무역풍이 강해져 B에서 A쪽으로 이동하는 따뜻한 해수가 증가하므로 B 해역의 수온이 하강하고, 용승이 평상시보다 강해진다.
(3), (4) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 A에서 B로 따뜻한 해수가 이동하므로 A의 해수면의 높이가 낮아지고, 표층 수온이 낮아져 기압은 상승한다.
(5) 엘니뇨 시기에 B 해역은 수온이 상승하여 강수량이 증가한다.

수능 2점					
본책 131쪽 ~ 133쪽					
1 ⑤	2 ⑤	3 ③	4 ②	5 ⑤	6 ④
7 ⑤	8 ③	9 ②	10 ②	11 ②	12 ③

1 표층 해수의 이동

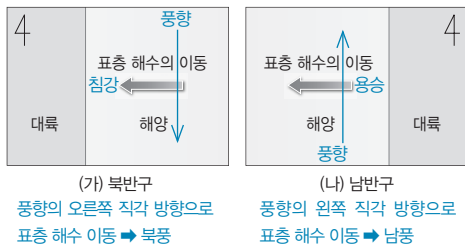
선택지 분석

- ㉠ 북반구의 해양이다.
- ㉡ A와 B의 방향 차이는 지구의 자전에 생김다.
- ㉢ 깊이 h 까지의 해수는 평균적으로 C의 방향으로 흐른다.

㉠. 표층 해수가 풍향의 오른쪽으로 이동하므로 북반구의 해양이다.
㉡. 표면에서 해수 A는 풍향의 오른쪽 45°로 이동하고, 그 아래층의 해수인 B는 A보다 오른쪽으로 더 편향되어 이동하는데, 이는 북반구에서 전향력이 오른쪽으로 작용하기 때문이다.
㉢. 북반구에서 깊이 h 까지의 해수는 평균적으로 풍향의 오른쪽 직각 방향인 C의 방향으로 흐른다.

2 연안 용승과 연안 침강

자료 분석



선택지 분석

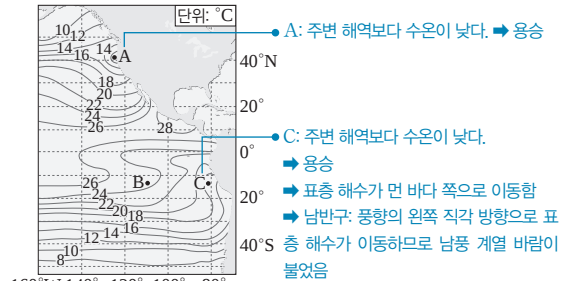
- ㉠ (가)와 (나)에서 풍향은 서로 반대이다.
- ㉡ (가)에서 수온 약층의 깊이는 평상시보다 깊어진다.
- ㉢ (나)에서 연안의 표층 수온은 평상시보다 낮아진다.

㉠. 북반구에서는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 표층 해수가 이동하므로 (가)는 북풍이 불고, 남반구에서는 풍향의 왼쪽 직각 방향으로 표층 해수가 이동하므로 (나)는 남풍이 분다.

㉡. (가)에서 표층 해수가 연안 쪽으로 이동하여 쌓이면 연안 침강이 일어나므로 수온 약층의 깊이가 깊어진다.
㉢. (나)에서 표층 해수가 먼 바다 쪽으로 이동하면 이를 채우기 위해 연안 용승이 일어나므로 연안의 표층 수온이 낮아진다.

3 연안 용승

자료 분석



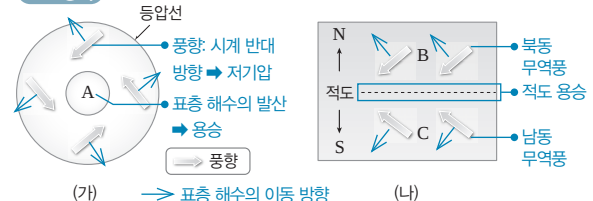
선택지 분석

- ㉠ A 해역에서는 용승이 나타난다.
- ㉡ B 해역에서 C 해역으로 갈수록 수온 약층이 나타나는 깊이는 얕아진다.
- ㉢ C 해역에서는 북풍 계열의 바람이 지속적으로 불고 있다. **남풍**

㉠. A 해역에서 주변보다 표층 수온이 낮은 까닭은 심층의 차가운 해수가 상승하는 용승이 나타나기 때문이다.
㉡. C 해역에서는 연안 용승이 일어나고, 용승이 활발하면 수온 약층이 나타나는 깊이가 얕아지므로 B 해역에서 C 해역으로 갈수록 수온 약층이 나타나는 깊이는 얕아진다.
바로알기 ㉢. 남반구에서는 풍향의 왼쪽 직각 방향으로 표층 해수의 이동이 일어난다. 용승이 일어나는 C 해역에서는 표층 해수가 먼 바다 쪽(서쪽)으로 이동하고 있으므로 남풍 계열의 바람이 지속적으로 불고 있다.

4 저기압에 의한 용승과 적도 용승

자료 분석



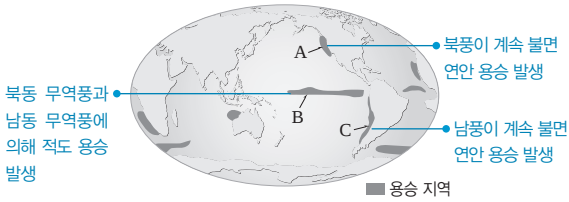
선택지 분석

- ㉠ A에서는 침강이 일어난다. **용승**
- ㉡ B와 C에서 표층 해수가 이동하는 방향은 서로 같다. **다르다**
- ㉢ B에서 C로 가면 표층 수온은 낮아지다가 높아진다.

㉡. B에서는 북쪽으로 표층 해수가 이동하고 C에서는 남쪽으로 표층 해수가 이동하여 적도에서 용승이 일어나므로 B에서 C로 가면 표층 수온은 낮아지다가 높아진다.
바로알기 ㉠. (가)는 북반구의 저기압 중심이므로 풍향의 오른쪽 방향으로 표층 해수가 이동하여 A에서 용승이 일어난다.
㉡. (나)에서 B는 북반구이므로 풍향의 오른쪽인 북쪽으로 표층 해수가 이동하고, C는 남반구이므로 풍향의 왼쪽인 남쪽으로 표층 해수가 이동한다.

5 전 세계 주요 용승 해역

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A에서는 북풍 계열의 바람이 불 때 용승이 일어난다.
- ㉡ B에서는 북동 무역풍과 남동 무역풍에 의해 용승이 일어난다.
- ㉢ 표층 해수의 플랑크톤 농도는 C가 먼 바다보다 높게 나타난다.

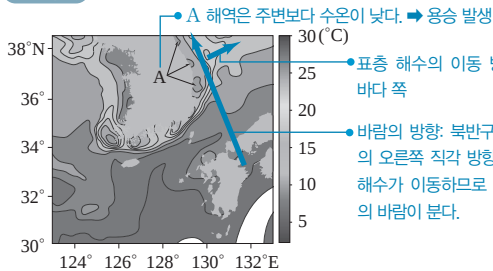
㉠. A는 북반구에 있으므로 A에서는 북풍 계열의 바람에 의해 표층 해수가 풍향의 오른쪽 직각 방향인 먼 바다로 이동하여 용승이 일어난다.

㉡. B에서는 북동 무역풍에 의해 표층 해수가 북쪽으로 이동하고, 남동 무역풍에 의해 표층 해수가 남쪽으로 이동하므로 적도 용승이 일어난다.

㉢. C에서는 연안 용승이 일어나므로 영양 염류가 풍부한 심층의 해수가 표층으로 이동하여 플랑크톤의 농도가 높아진다.

6 용승의 영향

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 북서풍이 우세하게 분다. 남풍 계열의 바람
- ㉡ 해수면 부근에 안개가 자주 발생하였을 것이다.
- ㉢ 주변 해역보다 수온 약층의 깊이가 얕았을 것이다.

㉡. A 해역의 표층 수온은 주변보다 낮으므로 해수면 위의 대기가 냉각되어 안개가 자주 발생하였을 것이다.

㉢. 연안 용승이 일어나면 심층의 찬 해수가 상승하므로 수온 약층의 깊이는 얕아진다.

㉠. A 해역은 주변 해역에 비해 수온이 낮으므로 이 해역에서는 연안 용승이 일어나 표층 해수는 먼 바다 쪽으로 이동하였다. 북반구에서 표층 해수는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 이동하므로 이 해역에는 남풍 계열의 바람이 우세하게 분다.

7 엘니뇨와 라니냐 시기의 표층 수온 분포

선택지 분석

- ㉠ 무역풍의 세기
- ㉡ 남적도 해류의 세기
- ㉢ 동태평양에서의 용승

(가)는 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 높고 (나)는 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 낮으므로 (가)는 엘니뇨 시기이고, (나)는 라니냐 시기이다.

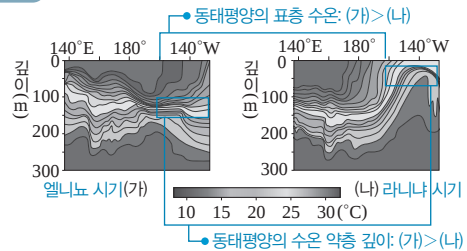
㉠. (가) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약하여 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하고, (나) 라니냐 시기에는 무역풍이 강하여 서태평양으로 따뜻한 해수가 강하게 이동한다.

㉡. 남적도 해류는 남동 무역풍에 의해 발생하여 동에서 서로 이동하므로 (나) 라니냐 시기에 더 강하게 나타난다.

㉢. (나) 라니냐 시기에는 엘니뇨 시기보다 무역풍이 강하므로 동태평양의 연안에서 용승이 더 활발하게 일어난다.

8 엘니뇨와 라니냐 시기의 연직 수온 분포

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 엘니뇨 시기이다.
- ㉡ 동태평양의 수온 약층 깊이는 (가)보다 (나)에서 깊다. **알다**
- ㉢ 동태평양에서 플랑크톤의 농도는 (가)보다 (나)에서 높을 것이다.

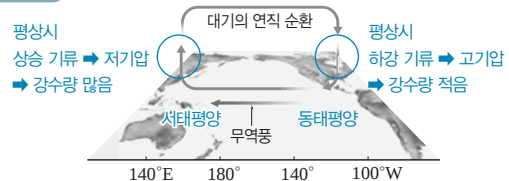
㉠. 동태평양의 해수면 온도가 (가)가 (나)보다 높으므로 (가)는 엘니뇨 시기, (나)는 라니냐 시기이다.

㉢. 라니냐 시기인 (나)에서는 동태평양에서 용승이 활발하게 일어나 영양 염류가 풍부한 심층의 해수가 표층으로 올라오므로 플랑크톤의 농도가 (가)보다 높다.

㉡. 연직 수온 분포에서 등온선 간격이 조밀하게 나타나는 구간이 수온 약층이므로 동태평양의 수온 약층 깊이는 (가)보다 (나)에서 얕다.

9 평상시, 엘니뇨 시기, 라니냐 시기의 워커 순환

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 서태평양에 고기압, 동태평양에 저기압이 형성된다. **저기압** **고기압**
- ㉡ 무역풍이 강해지면 워커 순환의 상승 영역은 동쪽으로 이동한다. **약해지면**
- ㉢ 무역풍이 약해지면 서태평양에서는 가뭄 피해가 생길 수 있다.

㉢. 평상시보다 무역풍이 약해지면 워커 순환의 상승 영역은 동쪽으로 이동하고 서태평양에서는 하강 기류가 형성되어 강수량이 감소하므로 가뭄 피해가 생길 수 있다.

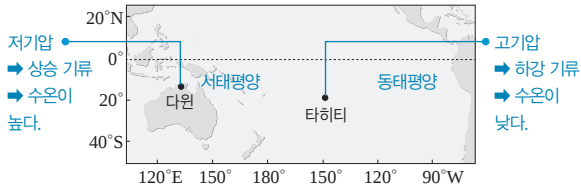
바로알기 ㄱ. 평상시 서태평양에는 상승 기류 발달로 저기압이 형성되고, 동태평양에는 하강 기류 발달로 고기압이 형성된다.

ㄴ. 무역풍이 강해지면 워커 순환이 더 강해지므로 서태평양에서는 강한 저기압, 동태평양에서는 강한 고기압이 형성된다. 무역풍이 약해지면 워커 순환의 상승 영역이 동쪽으로 이동하여 동태평양에 저기압이 형성된다.

10 남방 진동 지수

자료 분석

• 남방 진동 지수가 큰 (+)일 때 해면 기압: 타히티 > 다윈 → 라니냐 시기



선택지 분석

- ☒ 무역풍이 약하다. 강하다
- ☒ 서태평양에서 상승 기류가 강하다.
- ☒ 적도 부근 동서 방향의 해수면 높이 차이가 작다. 크다

남방 진동 지수가 평상시보다 큰 (+) 값이면, 타히티의 해면 기압이 평상시보다 높아진 시기로, 동태평양의 해수면 온도가 낮아진 라니냐 시기에 해당한다.

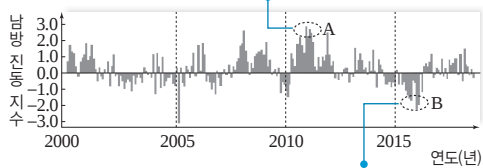
ㄴ. 라니냐 시기에 서태평양에서는 해면 기압이 낮아지므로 상승 기류가 강해진다.

바로알기 ㄱ. 라니냐 시기에 무역풍은 평상시보다 강하다.
ㄷ. 라니냐 시기에는 무역풍이 강하여 서태평양의 따뜻한 해수층이 두꺼워지므로 동서 방향의 해수면 높이 차이가 커진다.

11 엘니뇨 남방 진동

자료 분석

타히티(동태평양)의 해면 기압 > 다윈(서태평양)의 해면 기압
→ 동태평양의 수온 하강으로 기압 상승 → 라니냐 시기



타히티(동태평양)의 해면 기압 < 다윈(서태평양)의 해면 기압
→ 동태평양의 수온 상승으로 기압 하강 → 엘니뇨 시기

선택지 분석

- ☒ 동태평양에서 용승이 활발하다. 약해진다
- ☒ 서태평양에서 강수량이 증가한다. 감소한다
- ☒ 서태평양과 동태평양의 해수면 높이 차이가 작다.

A는 평상시보다 무역풍이 강해지면서 따뜻한 표층 해수가 서태평양으로 이동하여 타히티의 해면 기압이 높아진 시기이므로 라니냐 시기이다. B는 평상시보다 무역풍이 약해지면서 서태평양의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동하여 타히티의 해면 기압이 낮아진 시기이므로 엘니뇨 시기이다.

ㄷ. B 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 동태평양에서 서태평양으로 흐르는 해수의 이동이 약해지고, 동태평양의 용승이 약해지므로 서태평양과 동태평양의 해수면 높이 차이가 작아진다.

바로알기 ㄱ. B 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 동태평양에서 용승이 약해진다.

ㄴ. B 엘니뇨 시기에 서태평양에서는 표층 수온이 낮아지면서 하강 기류가 형성되므로 강수량이 감소한다.

12 라니냐의 영향

선택지 분석

- ☒ A 지역에서는 홍수 피해가 생긴다.
- ☒ B 지역은 평상시보다 서늘한 기후가 된다.
- ☒ 라니냐는 적도 부근 지역의 기후에만 영향을 미친다.
전 지구적인 기후에

ㄱ. 라니냐 시기에 A 지역은 평상시보다 강한 저기압이 발달하여 홍수 피해가 생긴다.

ㄴ. 라니냐 시기에 B 지역은 강화된 용승의 영향으로 한랭 건조해지므로 서늘한 기후가 된다.

바로알기 ㄷ. 엘니뇨나 라니냐는 적도 부근에서 일어나는 대기와 해양의 상호 작용이지만 그 영향은 전 지구적으로 나타난다.

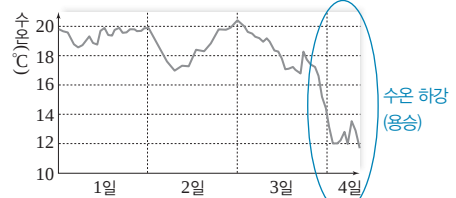
수능 3점

본책 134쪽 ~ 135쪽

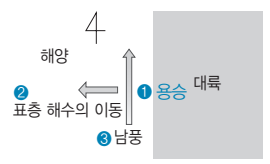
- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 ⑤ | 2 ② | 3 ③ | 4 ③ | 5 ⑤ | 6 ④ |
| 7 ① | 8 ② | | | | |

1 남반구의 연안 용승

자료 분석



- ① 연안에서 용승이 일어나기 위해서는 표층의 해수가 먼 바다 쪽으로 이동해야 한다.
- ② 남반구에서는 풍향의 왼쪽 직각 방향으로 표층의 해수가 이동한다.
- ③ 서쪽 연안에서 표층 해수가 먼 바다 쪽으로 이동하려면 남풍이 불어야 한다.



▲ 남반구 대륙의 서쪽 연안에서 용승

선택지 분석

- ☒ 연안 용승이 일어났다.
- ☒ 남풍 계열의 바람이 우세하게 불었다.
- ☒ 연안에서 먼 바다로 갈수록 해수면 높이가 높아졌다.

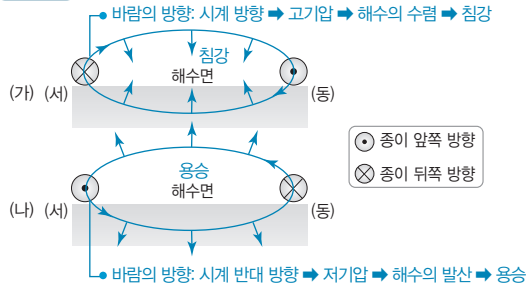
ㄱ. 4일에는 표층 수온이 크게 낮아졌으므로 심층의 찬 해수가 솟아오르는 용승이 일어났다.

ㄴ. 남반구에서는 바람이 지속적으로 불 때 표층 해수의 이동 방향이 풍향에 대해 왼쪽 직각 방향이므로, 대륙의 서쪽 연안에서는 남풍이 불 때 표층 해수가 먼 바다로 이동하여 용승이 일어난다.

ㄷ. 연안 용승이 일어나면 심층의 찬 해수가 솟아오르면서 표층의 따뜻한 해수는 먼 바다로 이동하므로 연안에서는 해수면 높이가 낮고 먼 바다로 갈수록 해수면 높이가 높아진다.

2 고기압과 저기압에 의한 용승과 침강

자료 분석



선택지 분석

- ⊗ (가)에서 표층 해수는 기압 중심에서 멀어지는 방향으로 이동한다.
기압 중심
- ⊗ (가)에서는 용승, (나)에서는 침강이 일어난다.
침강 용승
- (나)에서 해수면 온도는 기압 중심이 주변보다 낮다.

(가)는 바람이 시계 방향으로 불고 있으므로 고기압이고, (나)는 바람이 시계 반대 방향으로 불고 있으므로 저기압이다.

ㄷ. (나)에서는 용승이 일어나므로 기압 중심으로 갈수록 해수면 온도가 낮아진다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 표층 해수는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 이동하므로 기압의 중심 방향으로 이동한다.

ㄴ. (가)에서는 기압 중심으로 표층 해수가 모여들어 침강하고, (나)에서는 기압 주변부로 표층 해수가 발산하여 용승이 일어난다.

3 용승과 침강의 영향

선택지 분석

- ㄱ. 먼 바다보다 해수면 높이가 낮았다.
- ㄴ. 북풍 계열의 바람이 지속적으로 불었다.
- ⊗ ㄷ. 먼 바다로부터 연안 쪽으로 영양 염류가 공급되었다.
심층에서 표층으로

ㄱ. A 해역의 표층 수온이 낮은 것은 연안 용승이 일어났기 때문이다. 용승은 먼 바다로 이동한 표층 해수를 채우기 위해 심층의 찬 해수가 표층으로 이동하므로 용승이 일어나는 해역의 해수면 높이는 먼 바다보다 낮았다.

ㄴ. 북반구에서 표층 해수의 이동 방향은 풍향의 오른쪽 직각 방향이므로 A 해역에서 용승을 일으킨 바람은 북풍 계열이다.

바로알기 ㄷ. 심층에서 용승하는 찬 해수에는 영양 염류가 풍부하므로 (나)와 같이 A 해역에서 플랑크톤 농도가 높아졌다.

4 엘니뇨와 라니냐 시기의 해수면 온도 편차

선택지 분석

- ㄱ. 동태평양의 용승은 B보다 A 시기에 강하였다.
- ⊗ ㄴ. A 시기에 동태평양의 해면 기압은 평상시보다 낮았다. 높았다
- ㄷ. 관측 해역에서 동서 방향의 해수면 기울기는 B보다 A 시기에 컸다.

A는 동태평양의 해수면 온도가 낮으므로 라니냐 시기이고, B는 동태평양의 해수면 온도가 높으므로 엘니뇨 시기이다.

ㄱ. A 시기는 B 시기보다 동태평양의 해수면 온도가 낮았으므로 동태평양의 용승은 A 시기에 강했다.

ㄷ. A 시기는 무역풍이 강하여 동서 방향의 해수면 기울기가 평상시보다 컸으나, B 시기는 무역풍이 약하여 동서 방향의 해수면 기울기가 평상시보다 작았다.

바로알기 ㄴ. A 시기에 동태평양의 해수면 온도가 평상시보다 낮았으므로 해면 기압은 평상시보다 높았다.

5 엘니뇨와 라니냐 시기의 위커 순환

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 서태평양 적도 부근 무역풍의 세기는 (가)가 (나)보다 강하다.
- ㄴ. 동태평양 적도 부근 해역의 용승은 (가)가 (나)보다 강하다.
- ㄷ. (B 지점 해면 기압 - A 지점 해면 기압)의 값은 (가)가 (나)보다 크다.

(가)는 무역풍이 평상시보다 강해지면서 서쪽으로 이동하는 따뜻한 해수가 증가하여 서태평양에 상승 기류, 동태평양에 하강 기류가 형성되므로 라니냐 시기이고, (나)는 무역풍이 평상시보다 약해지면서 서쪽의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하여 상승 기류가 형성되는 해역이 동쪽으로 이동한 모습이므로 엘니뇨 시기이다.

ㄱ. 동에서 서로 부는 무역풍의 세기는 (가)가 (나)보다 강하다.

ㄴ. 라니냐 시기에 동태평양에서는 평상시보다 용승이 강해져 하강 기류가 강해지므로 용승은 (가)가 (나)보다 강하다.

ㄷ. (가) 라니냐 시기에는 A 해역에 강한 상승 기류가 형성되어 평상시보다 해면 기압이 낮아지므로 (B 지점 해면 기압 - A 지점 해면 기압) 값이 증가한다. 그러나 (나) 엘니뇨 시기에는 A 해역에 하강 기류가 형성되면서 평상시보다 해면 기압이 높아지고, B 해역에 상승 기류가 형성되면서 평상시보다 해면 기압이 낮아지므로 (B 지점 해면 기압 - A 지점 해면 기압) 값은 감소한다.

6 엘니뇨와 라니냐

선택지 분석

- ⊗ ㄴ. (나)는 A에 해당한다. B
- ㄴ. B일 때는 서태평양 적도 부근 해역이 평년보다 건조하다.
- ㄷ. 적도 부근에서 서태평양 해면 기압은 A가 B보다 작다.
동태평양 해면 기압

엘니뇨 시기에는 서태평양에서 해면 기압이 높아져 구름량이 감소하므로 표층에 도달하는 태양 복사 에너지 편차가 증가하여 B에 해당하고, 라니냐 시기에는 서태평양에서 해면 기압이 낮아져 구름량이 증가하므로 표층에 도달하는 태양 복사 에너지 편차가 감소하여 A에 해당한다.

ㄴ. B는 엘니뇨 시기이므로 위커 순환이 약해지면서 서태평양에서는 해면 기압이 높아지고, 평년보다 건조해진다.

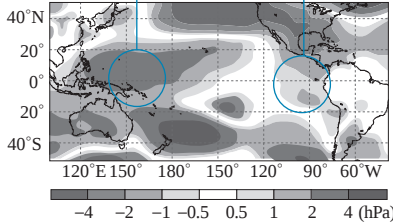
ㄷ. 엘니뇨 시기의 해면 기압은 동태평양에서 낮아지고 서태평양에서 높아지며, 라니냐 시기의 해면 기압은 동태평양에서 높아지고 서태평양에서 낮아진다. 따라서 서태평양 해면 기압은 엘니뇨 시기(B)보다 라니냐 시기(A)에 더 작다.

바로알기 ㄱ. (나)는 동태평양에서 20℃ 등수온선 깊이가 깊어졌으므로 따뜻한 해수층이 두꺼워졌다. 따라서 엘니뇨 시기(B)에 해당한다.

7 엘니뇨와 라니냐 시기의 해면 기압 편차

자료 분석

- 관측 기압이 평년보다 높다. → 고기압 → 하강 기류 → 강수량 감소
- 관측 기압이 평년보다 낮다. → 저기압 → 상승 기류 → 강수량 증가



선택지 분석

- ㉠. 엘니뇨 시기이다.
- ㉡. 동태평양에서 가뭄의 피해가 증가하였다. **홍수**
- ㉢. 서태평양에서 상승 기류가 평상시보다 강하였다. **하강 기류**

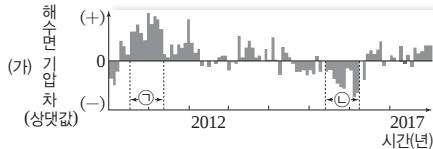
ㄱ. 동태평양에서 기압이 낮아졌으므로 동태평양의 해수면 온도가 상승한 엘니뇨 시기이다.

바로알기 ㄴ. 동태평양에는 저기압이 형성되므로 강수량이 증가하여 홍수의 피해가 증가한다.

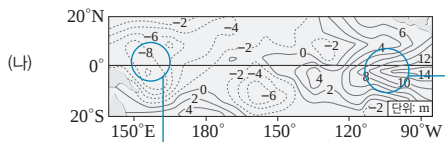
ㄷ. 서태평양에서는 기압이 높아졌으므로 하강 기류가 발달한다.

8 엘니뇨와 라니냐 시기의 해수면 기압 편차와 따뜻한 해수층의 두께 편차

자료 분석



㉠ 시기	㉡ 시기
동태평양 기압 - 서태평양 기압 > 0 → 기압: 서태평양 < 동태평양 → 라니냐 시기	동태평양 기압 - 서태평양 기압 < 0 → 기압: 서태평양 > 동태평양 → 엘니뇨 시기



서태평양	동태평양
따뜻한 해수층의 두께가 얇아졌다.	따뜻한 해수층의 두께가 두꺼워졌다.
→ 무역풍에 의해 동에서 서로 이동하는 따뜻한 해수의 흐름이 약해졌다.	
→ 무역풍이 약해졌다. → 엘니뇨 시기(㉡ 시기)	

선택지 분석

- ㉡. (나)는 ㉠에 해당한다. ㉠
- ㉢. 서태평양 적도 해역과 동태평양 적도 해역 사이의 해수면 높이 차는 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㉣. 동태평양 적도 부근 해역에서 구름량은 ㉠이 ㉡보다 **적다**.

엘니뇨 시기에는 평상시보다 서태평양 기압이 상승하고, 동태평양 기압이 하강하므로 (동태평양 기압 - 서태평양 기압) 값은 감소한다. 라니냐 시기에는 평상시보다 서태평양 기압이 하강하고, 동태평양 기압이 상승하므로 (동태평양 기압 - 서태평양 기압) 값은 증가한다. 따라서 ㉠은 라니냐 시기, ㉡은 엘니뇨 시기이다.

ㄴ. 엘니뇨 시기에는 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하므로 동서 방향의 해수면 높이 차가 작아지고, 라니냐 시기에는 서태평양 쪽으로 이동하는 따뜻한 해수가 증가하므로 동서 방향의 해수면 높이 차가 커진다. ㉠은 라니냐 시기, ㉡은 엘니뇨 시기이므로 해수면 높이 차는 ㉠이 ㉡보다 크다.

바로알기 ㄱ. (나)는 동태평양의 따뜻한 해수층의 두께가 두꺼워졌으므로 동태평양의 표층 수온이 평상시보다 상승하였다. 따라서 엘니뇨 시기인 ㉡에 해당한다.

ㄷ. 동태평양 적도 해역에서는 라니냐 시기에 표층 수온이 낮아지고, 엘니뇨 시기에 표층 수온이 높아진다. 따라서 엘니뇨 시기에 상승 기류가 발달하여 구름이 잘 발생하므로 구름량은 엘니뇨 시기인 ㉡이 ㉠보다 많다.

12 지구 기후 변화

개념 확인

본책 137쪽, 139쪽

- (1) 세차 운동 (2) 기울기(경사각) (3) 이심률 (4) ① 겨울 ② 반대가 된다 ③ 높아진다 ④ 가까워진다 ⑤ 상승 (5) 감소, 상승 (6) 감소, 하강 (7) 증가, 하강 (8) 가시광선, 적외선 (9) 30 (10) 지구 복사 (11) 상승 (12) ① 증가, 상승 ② 증가 (13) ① 크다 ② 증가, 길어 ③ 증가, 감소

수능 자료

본책 140쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 × 6 × 7 ○
- 자료 ② 1 × 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ×
- 자료 ③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ×
- 자료 ④ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ×

자료 ① 기후 변화의 요인

2 지구 공전 궤도 이심률 변화로 인해 기온 변화가 나타나지만, 계절이 정반대로 나타나지는 않는다. 계절이 현재와 반대로 나타나는 변화는 세차 운동에 의해 일어난다.

3 지질 시대 동안 대륙의 이동에 의해 수륙 분포가 계속 변화했지만 주기가 일정하지는 않았다.

5 이산화 탄소는 온실 기체이므로 대기 중 이산화 탄소 농도가 증가하면 대기가 지표 복사 에너지를 흡수하는 비율이 높아진다.

6 대기 중의 이산화 탄소는 오존층을 파괴하지는 않는다.

7 식물성 플랑크톤의 광합성 과정에 이산화 탄소가 이용되므로 해수 중에 식물성 플랑크톤의 양을 늘리는 것은 대기 중 이산화 탄소 농도를 감소시키는 데 도움이 된다.

자료② 기후 변화의 지구 외적 요인

- 1 우리나라(북반구)는 현재 원일점보다 근일점에서 태양의 남중 고도가 낮으므로 근일점에서 겨울, 원일점에서 여름이다.
- 2 13000년 후 우리나라는 원일점보다 근일점에서 태양의 남중 고도가 높으므로 근일점에서 여름, 원일점에서 겨울이다.
- 3 우리나라는 현재 근일점에서 겨울, 원일점에서 여름이고, 13000년 후에는 근일점에서 여름, 원일점에서 겨울이다. 따라서 현재보다 겨울의 기온은 낮아지고 여름의 기온은 높아지므로 기온의 연교차가 커진다.
- 4 13000년 후 남반구는 근일점보다 원일점에서 태양의 남중 고도가 높으므로 원일점에서 계절은 여름이다.
- 5 13000년 후 북반구 계절은 지구가 원일점에 있을 때 겨울, 근일점에 있을 때 여름이므로 공전 방향을 고려하면 ㉠ 방향에 있을 때 봄, ㉡ 방향에 있을 때 가을이다.
- 6 13000년 후 남반구 계절은 지구가 원일점에 있을 때 여름, 근일점에 있을 때 겨울이므로 공전 방향을 고려하면 ㉠ 방향에 있을 때 가을, ㉡ 방향에 있을 때 봄이다.
- 7 타원은 이심률이 클수록 찌그러진 모양이다. (나)는 (가)보다 공전 궤도 모양이 원에 가까우므로 이심률이 작다.

자료③ 지구의 열수지

- 1 지구로 들어오는 태양 복사 에너지 100 중 A+B가 지표와 대기에 반사되는 양이고, C+D는 지표와 대기에서 우주로 방출되는 지구 복사 에너지의 양이다.
- 2 $\frac{E+H-C}{D}=1$ 에서 $E+H=C+D$ 이다. E+H는 태양 복사 에너지 중 지구가 흡수한 에너지의 양이고, C+D는 지구에서 우주로 방출된 지구 복사 에너지의 양이다. 지구는 (E+H)와 (C+D)가 같아 복사 평형을 이루므로 $\frac{E+H-C}{D}=1$ 이 성립한다.
- 3 대기가 흡수하는 에너지의 양은 태양 복사(E)+대류, 전도, 습윤열(F)+지표 방출(G)이다.
- 4 지구 복사 에너지는 대부분 적외선 영역에 해당한다.
- 5 C는 대기에 흡수되지 않고 지표에서 우주로 직접 방출되는 지구 복사 에너지이다. ㉠과 ㉡은 온실 기체에 대부분 흡수되지만 ㉢은 흡수도가 낮으므로 C는 ㉢으로 방출되는 에너지양이다.
- 6 대규모 산불이 진행되면 다량의 이산화 탄소가 발생한다. 이산화 탄소는 지구 복사 에너지 흡수도가 높으므로 대규모 산불은 대기의 지구 복사 에너지 흡수도를 증가시킨다.
- 7 CO_2 , H_2O , O_3 는 지구 복사 에너지의 흡수도가 높은 온실 기체이므로 대기 중의 CO_2 , H_2O , O_3 농도가 증가하면 대기가 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 재복사하는 J가 증가한다.

자료④ 지구 온난화

- 2 ㉡ 시기는 ㉢ 시기보다 CO_2 평균 농도가 낮고, 전 지구의 기온도 낮으므로 지구 온난화의 영향이 ㉢ 시기보다 작다.
- 3 빙하는 태양 빛의 반사율이 크다. 전 지구의 평균 기온이 상승하면 북극해의 얼음 면적이 감소하므로 ㉡ 시기는 ㉢ 시기보다 반사율이 크다.

- 4 전 지구의 평균 기온은 ㉡ 시기가 ㉢ 시기보다 낮았다. 기온이 상승하면 해수의 열팽창 및 빙하의 해빙으로 해수면이 높아지므로 해수면 평균 높이는 ㉡ 시기가 ㉢ 시기보다 낮다.
- 5 ㉠ 시기에 우리나라의 평균 기온은 상승하였으므로 동해 표층의 20°C 수온선은 북쪽으로 이동하였다.
- 6 ㉡ 시기에 우리나라의 평균 기온은 상승하였으므로 아열대 기후대는 북쪽으로 이동하였다.

수능 1점

본책 141쪽

- 1 ㄱ, ㄴ, ㄷ 2 (1) A (2) A (3) 상승 3 ㉠ 높아진다, ㉡ 낮아진다 4 ㉡ 5 ㉡ 6 (1) A: 30, B: 23, C: 58 (2) 152 (3) 94 7 ㄷ, ㄹ 8 ㄷ

- 1 **바로알기** ㄷ, ㄹ. 지구 자전축의 기울기 변화, 지구 공전 궤도 이심률 변화는 지구 외적 요인에 해당한다.
- 2 (1) 현재 북반구는 B보다 A에서 태양의 남중 고도가 높으므로 A에서 여름, B에서 겨울이다.



- (2) 13000년 후에 자전축 경사 방향은 현재의 정반대가 되므로 남반구에서 태양의 남중 고도가 가장 높은 지구의 위치는 A이고, 이 위치에서 남반구가 여름이 된다.
- (3) 북반구 여름은 현재는 A 위치이지만, 13000년 후에는 B 위치이다. 따라서 여름일 때 태양과의 거리가 현재보다 가까워지므로 13000년 후의 여름 기온은 현재보다 상승한다.
- 3 θ 값이 커지면 북반구와 남반구 모두 여름에는 태양의 남중 고도가 높아지고, 겨울에는 태양의 남중 고도가 낮아진다.
- 4 ㉠ 지구 공전 궤도 이심률이 증가하면 더 납작한 타원 모양이 되므로 원일점의 거리는 증가하고 근일점의 거리는 감소한다. ㉡ 현재 북반구는 원일점에서 여름이고, 원일점의 거리가 증가하면 여름 기온은 현재보다 하강한다.
- 5 **바로알기** ㉡ 대기 중의 에어로졸은 햇빛을 차단하므로 지구 기온을 하강시킨다.
- 6 (1) A: 태양으로부터 입사한 에너지(100) 중 대기와 지표에서 반사된 양이므로 $25+5=30$ 이다.
B: 지표면이 태양과 대기로부터 흡수한 에너지($50+94=144$)에서 지표면 복사와 대류와 전도($114+7=121$)를 제외한 양이므로 $144-121=23$ 이다.
C: 우주로 방출되는 지구 복사 에너지 중 지표면 복사(12)를 제외한 양이므로 $70-12=58$ 이다.
(2) 대기는 태양 복사(20), 물의 증발(B=23), 대류와 전도(7), 지표면 복사(102)를 흡수하므로 총 흡수량은 152이다.
(3) 대기가 흡수한 에너지 중 지표로 재복사한 94는 온실 효과를 일으켜 지표의 온도를 높인다.

7. ㄷ. 온실 기체의 농도가 증가하여 지구 기온이 상승하였다.
 ㄹ. 지구 온난화로 극지방과 고산 지대의 빙하가 감소하였다.
바로알기 ㄱ. 이 기간 동안 지구의 기온은 상승하였으며 최근으로 올수록 기온 상승이 더 가파르게 나타난다.
 ㄴ. 수온이 상승하면서 연중발량이 증가하고, 이에 따라 연강수량도 증가하였다.

8. ㄷ. 지구 온난화에 의한 수온 상승으로 해수의 부피가 증가하므로 한반도 주변 해양의 해수면이 상승한다.

바로알기 ㄱ. 아열대 기후대가 북상한다.
 ㄴ. 겨울이 짧아지면서 봄꽃의 개화 시기가 점차 빨라진다.

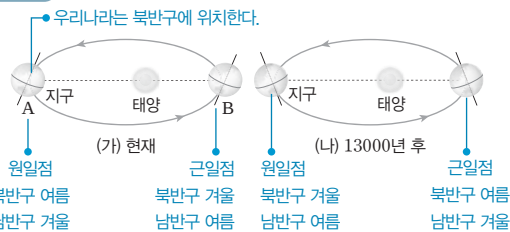
수능 2점

본책 142쪽 ~ 144쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ⑤ | 2 ② | 3 ① | 4 ③ | 5 ① | 6 ③ |
| 7 ② | 8 ③ | 9 ① | 10 ④ | 11 ② | 12 ④ |

1 세차 운동

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. (가)일 때 A에서는 여름, B에서는 겨울이다.
 ㄴ. (가) → (나)로 변화하면 여름의 기온이 높아진다.
 ㄷ. (가) → (나)로 변화하면 기온의 연교차가 커진다.

ㄱ. (가)에서 A는 남반구보다 북반구에서 태양의 남중 고도가 높고, B는 북반구보다 남반구에서 태양의 남중 고도가 높으므로 우리나라는 A에서 여름, B에서 겨울이다.

ㄴ. 우리나라는 (가)일 때는 원일점에서, (나)일 때는 근일점에서 여름이므로 (가) → (나)로 변화하면 여름의 기온이 높아진다.

ㄷ. (가) → (나)로 변화하면 우리나라는 여름의 기온이 높아지고, 겨울의 기온이 낮아지므로 기온의 연교차가 커진다.

2 지구 자전축의 기울기 변화

선택지 분석

- ㄱ. (가)의 지구 위치가 원일점이면 북반구는 겨울이다. 여름
 ㄴ. (가) → (나)로 변화하면 우리나라에서 하짓날 태양의 남중 고도는 증가한다. 감소한다
 ㄷ. (가) → (나)로 변화하면 남반구에서 기온의 연교차는 작아진다.

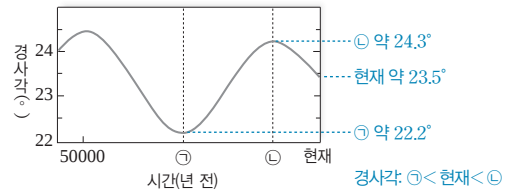
ㄷ. 자전축 기울기가 감소하면 북반구와 남반구 모두 여름 기온은 낮아지고 겨울 기온은 높아져 기온의 연교차가 작아진다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 북반구는 남반구보다 태양의 남중 고도가 높으므로 태양과의 거리와 관계없이 여름이고, 남반구는 겨울이다.
 ㄴ. (가) → (나)로 변화하면 자전축 기울기가 감소하므로 북반구에 있는 우리나라에서 하짓날(여름) 태양의 남중 고도는 감소한다.

3 지구 자전축의 기울기(경사각) 변화

자료 분석

북반구와 남반구 모두 자전축의 경사각이 작아지면 기온의 연교차가 작아진다.



선택지 분석

- ㄱ. 30°S에서 기온의 연교차는 현재가 ㉠ 시기보다 작다.
 ㄴ. 30°N에서 겨울철 태양의 남중 고도는 현재가 ㉠ 시기보다 높다. 낮다
 ㄷ. 1년 동안 지구에 입사하는 평균 태양 복사 에너지량은 ㉠ 시기가 ㉠ 시기보다 많다. 같다

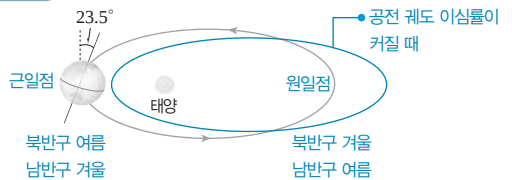
ㄱ. 현재는 ㉠ 시기보다 자전축 경사각이 작다. 남반구는 원일점에서 겨울, 근일점에서 여름이다. 자전축 경사각이 작아지면 남반구의 겨울은 남중 고도가 높아져 기온이 상승하고, 여름은 남중 고도가 낮아져 기온이 하강하므로 기온의 연교차가 작아진다. 따라서 30°S에서 기온의 연교차는 현재가 ㉠ 시기보다 작다.

바로알기 ㄴ. 현재는 ㉠ 시기보다 자전축 경사각이 크다. 북반구는 원일점에서 여름, 근일점에서 겨울이다. 자전축 경사각이 커지면 여름철 태양의 남중 고도가 높아지고 겨울철 태양의 남중 고도가 낮아진다. 따라서 30°N에서 겨울철 태양의 남중 고도는 현재가 ㉠ 시기보다 낮다.

ㄷ. 태양과 지구 사이의 평균 거리가 변하지 않으면, 지구가 1년 동안 받는 평균 태양 복사 에너지량은 변하지 않으므로 ㉠과 ㉡ 시기가 같다.

4 지구 공전 궤도 이심률 변화

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 북반구는 근일점에서 여름이다.
 ㄴ. 남반구 기온의 연교차는 감소한다.
 ㄷ. 북반구에서 일 년 중 태양의 남중 고도 최댓값이 증가한다. 일정하다

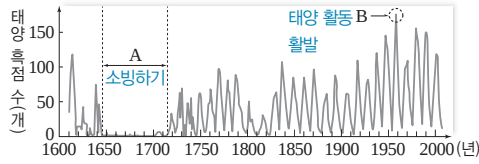
ㄱ. 지구 공전 궤도 이심률의 변화로 계절이 정반대로 바뀌지 않으므로 공전 궤도 이심률이 증가한 시기에도 북반구는 근일점에서 여름이다.

ㄴ. 남반구는 근일점에서 겨울이므로 지구 공전 궤도 이심률이 증가하여 태양과 근일점 사이의 거리가 가까워지면 겨울 기온이 상승한다. 또한, 원일점에서 여름이므로 지구 공전 궤도 이심률이 증가하여 태양과 원일점 사이의 거리가 멀어지면 여름 기온이 하강한다. 따라서 남반구 기온의 연교차는 감소한다.

바로알기 ㄷ. 지구 자전축의 기울기가 변하지 않으므로 일 년 중 태양의 남중 고도 최댓값은 일정하다.

5 태양 활동의 변화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 태양 활동이 약했다.
- ㉡ 태양에서 방출되는 복사 에너지량이 많았다. 적었다
- ㉢ 지구 기온이 상승하여 빙하 면적이 감소하였다. 하강 증가

ㄱ. 태양 흑점 수가 많은 시기에 태양 활동이 활발하므로 B보다 흑점 수가 적은 A 시기에 태양 활동이 약했다.

ㄴ, ㄷ. A 시기에는 태양 활동이 약해지면서 태양에서 방출되는 복사 에너지량이 감소하여 지구 기온이 하강하였고, 빙하 면적이 증가하였다.

6 기후 변화의 지구 내적 요인 - 대기 투과율 변화

선택지 분석

- ㉠ 화산 폭발은 일시적으로 지구의 기온을 낮춘다.
- ㉡ 화산 폭발로 태양 복사 에너지의 대기 투과율이 감소하였다.
- ㉢ 화산 폭발에 의해 기온 변화를 일으킨 주된 요인은 이산화탄소의 방출이다. 화산재

ㄱ, ㄴ. 화산 폭발이 일어나면 다량의 화산재가 대기로 방출된다. 화산재는 태양 빛을 산란시켜 대기의 투과율을 감소시키므로 지구의 기온을 일시적으로 낮춘다.

ㄷ. 이산화 탄소는 지구의 기온을 높이는 역할을 하므로 피나투보 화산 폭발 후의 기온 변화 경향과는 일치하지 않는다.

7 기후 변화의 지구 내적 요인

선택지 분석

- ㉠ (가)는 극지방의 지표면 반사율을 증가시키는 요인이다. 감소
- ㉡ (나)에 의한 해류 분포 변화로 기후가 변한다.
- ㉢ (다)는 기온을 상승시키는 요인이다. 하강

ㄴ. 판게아가 분리되어 여러 대륙으로 나뉘면 난류와 한류의 분포가 다양해지므로 기후가 변한다.

ㄱ. 빙하는 태양 빛을 잘 반사시키므로 빙하 면적이 감소하면 극지방의 지표면 반사율은 감소한다.

ㄷ. 밀림 지역이 농경지로 변하여 지표면 반사율이 증가하면 지표에서 흡수되는 태양 복사 에너지량이 감소하여 기온이 낮아진다.

8 기후 변화의 요인

선택지 분석

- ㉠ 지구 자전축의 세차 운동은 ㉡에 영향을 준다.
- ㉡ 인위적 요인에는 지구 기온을 상승시키는 요인이 있다.
- ㉢ 미래의 기후 변화를 예측하기 위해 인위적 요인만을 고려해야 한다. 자연적 요인과 인위적 요인을 모두

ㄱ. 자연적 요인에는 지구 외적 요인(천문학적 요인)과 지구 내적 요인이 있으며, 세차 운동은 지구 외적 요인에 해당하므로 ㉡에 영향을 준다.

ㄴ. 자연적 요인만을 고려할 때의 기온은 실제 기온보다 낮은 경향을 보이므로 인위적 요인에는 지구 기온을 상승시키는 요인(예 대기 중의 이산화 탄소 농도 증가 등)이 있다.

ㄷ. 자연적 요인과 인위적 요인을 모두 고려한 모델 ㉠가 자연적 요인만 고려한 모델 ㉡보다 실제 기온 변화에 잘 맞으므로 미래의 기후 변화를 예측하기 위해서는 자연적 요인과 인위적 요인을 모두 고려해야 한다.

9 지구의 열수지

선택지 분석

- ㉠ $A < B$ 이다.
- ㉡ $(A+B)$ 는 지표가 방출하는 복사 에너지량과 같다. 보다 많다
- ㉢ 가시광선 영역 에너지의 양은 ㉠이 ㉡보다 작다. 크다
적외선 영역 에너지의 양

ㄱ. A 는 $100 - 30 - 25 = 45$ 이고, B 는 대기 흡수량($25 + 29 + 100$) - 대기의 우주 공간 방출량(66) = 88 이다.

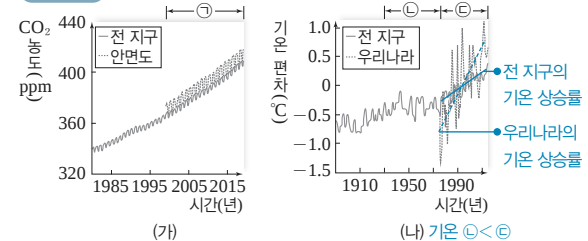
ㄴ. 지표가 흡수하는 에너지량($A+B$)은 지표가 대류·전도·습윤열로 방출하는 에너지량과 지표가 방출하는 복사 에너지량을 더한 값과 같으므로, $(A+B)$ 는 지표가 방출하는 복사 에너지량보다 많다. $\Rightarrow 45 + 88 = 29 + \text{지표 방출}$, 지표 방출 = 104

ㄷ. ㉠은 태양 복사 에너지의 지표 흡수량이므로 대부분 가시광선 영역 에너지의 양이고, ㉡은 대기가 방출하는 복사 에너지 중 지표 흡수량이므로 대부분 적외선 영역 에너지의 양이므로

가시광선 영역 에너지의 양은 ㉠이 ㉡보다 크다.
적외선 영역 에너지의 양

10 지구 온난화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ ㉠ 시기 동안 CO_2 평균 농도는 안면도가 전 지구보다 낮다. 높다
- ㉡ ㉡ 시기 동안 기온 상승률은 전 지구가 우리나라보다 작다.
- ㉢ 전 지구 해수면의 평균 높이는 ㉡ 시기가 ㉢ 시기보다 낮다.

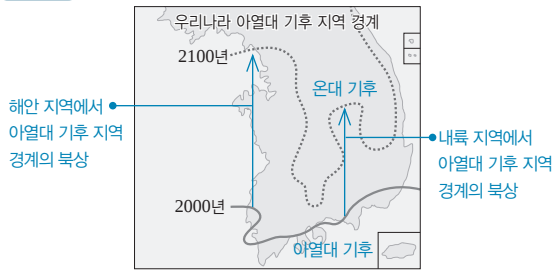
ㄴ. (나)에서 기온 상승률은 그래프의 기울기에 해당하므로 ㉡ 시기 동안 기온 상승률은 전 지구가 우리나라보다 작다.

ㄷ. 지구 기온이 상승하면 해수 온도가 높아지고, 극지방과 고산 지대의 빙하가 녹아 바다로 유입되어 해수면이 높아진다. ㉡ 시기가 ㉢ 시기보다 기온이 낮으므로 평균 해수면 높이가 낮다.

ㄱ. ㉠ 시기 동안 CO_2 평균 농도는 안면도가 전 지구보다 낮다.

11 한반도의 기후 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 4계절의 변화가 뚜렷해진다. **희미해진다**
- ☒ 난류성 어류의 서식지가 북상한다.
- ☒ 아열대 기후의 영향은 내륙 지역이 해안 지역보다 **크다. 작다**

ㄴ. 2000년과 비교하여 2100년에 아열대 기후 지역 경계가 북쪽으로 이동한 것은 한반도가 지구 온난화의 영향을 받기 때문이다. 이로 인해 우리나라 주변 해양의 수온이 상승하므로 난류성 어류의 서식지가 북상한다.

바로알기 ㄱ. 우리나라에 아열대 기후 지역이 확대되면 여름의 길이는 길어지고, 겨울의 길이는 짧아지므로 4계절의 변화가 점차 희미해진다.

ㄷ. 아열대 기후 지역 경계는 북쪽으로 이동하며, 2100년에는 해안 지역이 내륙 지역보다 더 북쪽으로 치우쳐 있으므로 아열대 기후의 영향은 해안 지역이 내륙 지역보다 크다.

12 지구 온난화의 대책

선택지 분석

- ☒ (가)는 태양 복사 에너지의 대기 투과율을 **높이는 방법이다. 낮추는**
- ☒ (나)는 기권에서 수권으로 이동하는 이산화 탄소의 양을 증가시킬 수 있다.
- ☒ (다)는 이산화 탄소를 지속적으로 생성하는 산업 시설에 설치하는 것이 효율적이다.

ㄴ. (나) 방법으로 식물성 플랑크톤의 광합성량을 늘리면 해수 중의 이산화 탄소가 감소하므로 기권에서 수권으로 이동하는 이산화 탄소의 양을 증가시킬 수 있다.

ㄷ. (다)는 이산화 탄소 배출 지점이 뚜렷하고 지속적으로 이산화 탄소를 배출하는 산업 시설에 설치하는 것이 효율적이다.

바로알기 ㄱ. (가)의 대기 중 에어로졸은 태양 복사 에너지를 산란시키므로 대기의 투과율을 낮추어 지표에서 흡수되는 태양 복사 에너지를 줄인다.

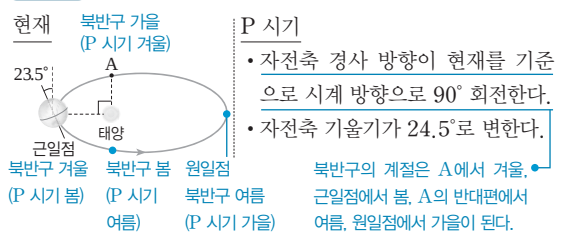
수능 **3점**

본책 145쪽 ~ 147쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ⑤ | 2 ③ | 3 ① | 4 ④ | 5 ④ | 6 ③ |
| 7 ② | 8 ⑤ | 9 ⑤ | 10 ① | 11 ② | 12 ③ |

1 세차 운동, 지구 자전축의 기울기 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 근일점에서 봄이다.
- ☒ 원일점에서 기온이 현재보다 낮다.
- ☒ 기온의 연교차가 현재보다 크다.

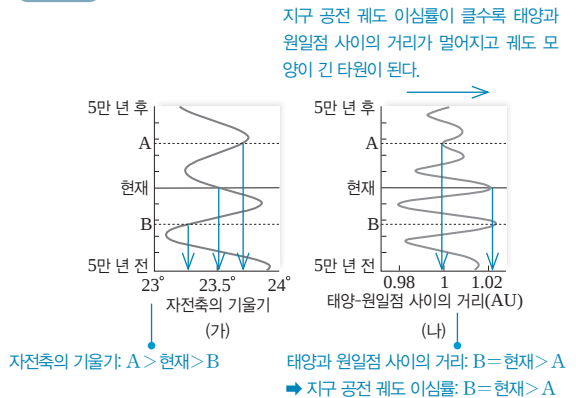
ㄱ. 자전축 경사 방향이 시계 방향으로 90° 회전하면 우리나라는 A에서 겨울이 되므로 근일점에서는 봄이다.

ㄴ. 원일점에서 우리나라의 계절은 현재 여름이지만, P 시기에는 가을이므로 현재보다 기온이 낮아진다.

ㄷ. 우리나라는 현재 지구가 근일점에 있을 때 겨울이고 P 시기에는 A 위치에서 겨울이므로 겨울에 지구와 태양 사이의 거리가 멀어지며, 기울기가 24.5°로 커져 겨울 기온은 현재보다 낮아진다. 또한, 현재 지구가 원일점에 있을 때 여름이고 P 시기에는 A의 정반대 위치에서 여름이므로 여름에 지구와 태양 사이의 거리가 가까워지며, 기울기가 24.5°로 커져 여름 기온은 현재보다 높아진다. 따라서 P 시기에는 기온의 연교차가 현재보다 커진다.

2 지구 자전축의 기울기 변화, 지구 공전 궤도 이심률 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A 시기에 지구 공전 궤도 이심률은 현재보다 작다.
- ☒ A 시기에 북반구 여름의 기온은 현재보다 높다.
- ☒ B 시기에는 현재보다 계절 변화가 **크게** 나타난다. **작게**

ㄱ. A 시기에 태양과 원일점 사이의 거리가 현재보다 가까우므로 공전 궤도 이심률은 현재보다 작아 공전 궤도가 원에 가까워진다.

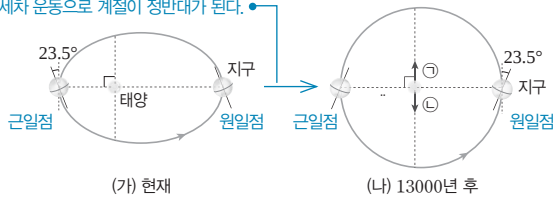
ㄴ. 현재 북반구는 원일점에서 여름이다. A 시기에 현재보다 태양과 원일점 사이의 거리가 가까워지고, 자전축 기울기가 커지므로 여름의 기온이 높아진다.

바로알기 ㄷ. B 시기에는 태양과 원일점 사이의 거리가 현재와 같고, 자전축 기울기가 현재보다 작으므로 북반구와 남반구는 모두 기온의 연교차가 감소하여 현재보다 계절 변화가 작게 나타난다.

3 세차 운동과 지구 공전 궤도 이심률 변화

자료 분석

- 이심률이 작아진다. → 태양과 원일점 사이의 거리 감소, 태양과 근일점 사이의 거리 증가
- 세차 운동으로 계절이 정반대가 된다.



구분	(가)		(나)			
	근일점	원일점	근일점	㉠	원일점	㉡
북반구	겨울	여름	여름	가을	겨울	봄
남반구	여름	겨울	겨울	봄	여름	가을

선택지 분석

- ㉠ 북반구 위도 30°에서 하짓날 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량은 (가)가 (나)보다 작다.
- ✗ 남반구 위도 30°에서 기온의 연교차는 (가)가 (나)보다 작다. **크다**
- ✗ (나)에서 북반구가 봄이 되는 지구의 위치는 ㉡ 방향이다. **㉠ 방향**

ㄱ. (가)는 원일점에서 북반구가 여름이고, (나)는 근일점에서 북반구가 여름이므로 북반구 위도 30°에서 하짓날 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량은 (가)가 (나)보다 작다.

바로알기 ㄴ. 남반구에서 (가)는 근일점에서 여름이고, (나)는 원일점에서 여름이므로 (가)는 (나)보다 여름 기온이 높다. 또한, 남반구에서 (가)는 원일점에서 겨울이고 (나)는 근일점에서 겨울이므로 (가)는 (나)보다 겨울 기온이 낮다. 따라서 기온의 연교차는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. (나)에서 지구가 원일점에 있을 때 북반구가 겨울이므로 지구의 공전 방향을 고려하면 지구가 ㉠ 방향에 있을 때 봄이 된다.

4 기후 변화의 요인

자료 분석

- (가) 1991년 피나투보 화산에서 분출한 많은 양의 화산재는 성층권까지 도달하여 지구 전체로 확산되었다.
→ 태양 빛 산란 → 대기 투과율 감소 → 기온 하강
- (나) 화석 연료의 연소와 산업화로 대기 중에 에어로졸이 증가하였다.
태양 빛 산란, 응결핵으로 작용하여 구름의 양 증가 → 대기의 반사율 증가 → 기온 하강
- (다) 흑점 수가 많을 때는 태양 활동이 활발하여 지구에 도달하는 태양 복사 에너지량이 증가한다. **기온 상승**

선택지 분석

- ✗ (가), (나), (다)는 기후 변화의 자연적 요인에 해당한다. **(가), (다)**
- ㉠ (가)와 (다)는 지구 기온 변화에 서로 반대의 영향을 미치는 요인이다.
- ㉡ (나)의 에어로졸은 대기의 반사율을 증가시킨다.

ㄴ. 성층권에 도달한 화산재는 태양 빛을 차단하므로 (가)는 지구 기온을 낮춘다. 태양 활동이 활발해지면 지구에 도달하는 태양 복사 에너지량이 증가하므로 (다)는 지구 기온을 높인다.

ㄷ. 대기 중의 에어로졸은 태양 빛을 산란시키고, 응결핵으로 작용하여 구름의 양을 증가시키므로 대기의 반사율을 증가시킨다.

바로알기 ㄱ. (나)는 인간 활동에 의해 일어나므로 인위적 요인이다.

5 기후 변화의 지구 내적 요인 - 수륙 분포의 변화

선택지 분석

- ✗ 건조한 기후 지역이 증가한다. **감소**
- ㉠ 난류와 한류의 흐름이 복잡해진다.
- ㉡ 해령이 형성되면서 방출되는 화산 기체는 기후 변화를 일으킨다.

ㄴ. 동서 방향으로 흐르는 해류가 대륙에 막히면 남북 방향으로 이동하여 난류나 한류가 된다. 초대륙이 여러 대륙으로 분리되면 난류와 한류의 흐름이 복잡해진다.

ㄷ. 해령이 형성되면서 화산 활동이 일어나며, 화산 기체 중에서 이산화 탄소 등은 온실 기체이므로 기후 변화를 일으킨다.

바로알기 ㄱ. (가)는 대륙의 내부에서 건조한 대륙성 기후가 발달하지만, (나)에서 대륙이 분리된 후에는 대륙성 기후가 감소하고 해양성 기후가 증가한다.

6 지구의 열수지

선택지 분석

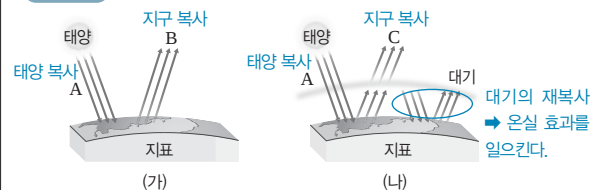
- ㉠ $A + E = D + F + G$ 이다.
- ㉡ D는 지표에서 우주로 직접 방출되는 에너지양이다.
- ✗ 적외선 영역에서 대기가 흡수하는 에너지량은 방출하는 에너지량과 같다. **양보다 적다**

ㄱ, ㄴ. 지표가 방출하는 복사 에너지(E) 중 일부는 대기에 흡수(C)되고, 나머지는 우주로 직접 방출(D)된다. 따라서 $E = C + D$ 이다. 대기가 흡수하는 에너지의 총량은 $A + C$ 이고, 대기가 방출하는 에너지의 총량은 $F + G$ 이므로 $A + C = F + G$ 이고, $C = E - D$ 를 대입하면, $A + E = D + F + G$ 이다.

바로알기 ㄷ. 대기는 주로 적외선 영역의 에너지를 흡수하지만, 태양 자외선 영역의 에너지도 흡수하며, 흡수한 양만큼 적외선 영역의 에너지로 방출한다. 따라서 적외선 영역에서 대기가 흡수하는 에너지량은 방출하는 에너지량보다 적다.

7 온실 효과

자료 분석



선택지 분석

- ✗ 복사 에너지 파장은 주로 A가 B보다 길다. **짧다**
- ✗ B는 C보다 복사 에너지의 양이 적다. **같다**
- ㉡ 지표의 온도는 (가)보다 (나)의 경우가 높다.

ㄷ. (나)는 대기가 지표로 재복사하는 에너지에 의해 지표가 흡수하는 에너지량이 (가)보다 많으므로 지표의 온도가 더 높다.

바로알기 ㄱ. A는 태양 복사이므로 주로 파장이 짧은 가시광선이고, B는 지구 복사이므로 주로 파장이 긴 적외선이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 지표에 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 같고, 모두 복사 평형을 이루므로 복사 에너지량은 $A = B = C$ 이다.

8 온실 기체와 지구 온난화

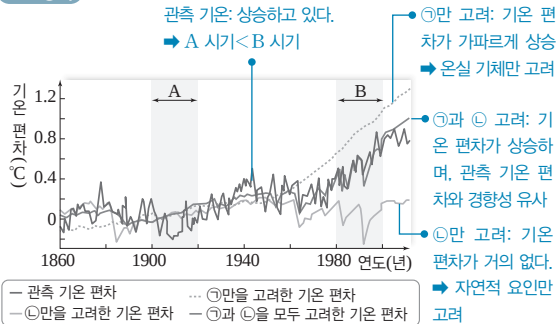
선택지 분석

- ㉠ A 시기보다 B 시기에 지구 온난화의 영향을 크게 받았다.
- ㉡ B 시기의 기체 농도 증가율은 이산화 탄소가 메테인보다 컸다.
- ㉢ B 시기의 기온 상승은 메테인보다 이산화 탄소의 영향이 컸다.

ㄱ. (나)에서 기온 편차의 변화를 보면 A 시기보다 B 시기에 기온 상승률이 컸으므로 지구 온난화의 영향은 B 시기가 더 컸다.
 ㄴ. (가)에서 기체 농도 증가율은 그래프의 기울기에 해당하므로 B 시기의 기체 농도 증가율은 이산화 탄소가 메테인보다 컸다.
 ㄷ. (가)에서 B 시기에 메테인 농도의 증가율은 감소하지만 이산화 탄소 농도는 급격히 증가하는 경향을 보이므로 (나)에서 B 시기의 기온 상승은 메테인보다 이산화 탄소의 영향이 컸다.

9 기후 모형

자료 분석



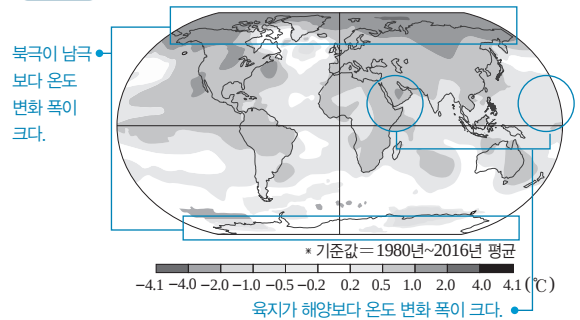
선택지 분석

- ㉠ 지구 해수면의 평균 높이는 B 시기가 A 시기보다 높다.
- ㉡ 대기권에 도달하는 태양 복사 에너지량의 변화는 ㉠에 해당한다.
- ㉢ B 시기의 관측 기온 변화 추세를 자연적 요인보다 온실 기체에 의한 영향이 더 크다.

약 150년 동안 관측한 기온이 상승하는 추세를 보이는 것은 지구 온난화 때문이다. A 시기보다 B 시기에 관측된 기온이 높은 것은 B 시기에 지구 온난화의 영향이 더 크기 때문이다.
 ㄱ. A 시기보다 B 시기에 관측된 기온이 높으므로 해수의 열팽창과 해빙 등이 일어나 지구 해수면의 평균 높이는 B 시기가 A 시기보다 높다.
 ㄴ. 1950년 이후의 기온 편차를 보면 ㉠만을 고려한 기온 편차와 관측 기온 편차는 상승하는 경향을 보이지만, ㉡만을 고려한 기온 편차는 기온 상승이 거의 나타나지 않는다. 온실 기체에 의한 온난화의 효과를 제외하면 지구의 평균 기온은 거의 일정하게 나타날 것이므로 ㉠은 온실 기체, ㉡은 자연적 요인이다. 대기권에 도달하는 태양 복사 에너지량의 변화는 자연적 요인이므로 ㉡에 해당한다.
 ㄷ. B 시기에 ㉠의 온실 기체는 지구 기온을 크게 상승시키고, ㉡의 자연적 요인은 지구 기온 상승에 거의 영향을 주지 않는다. 따라서 B 시기의 관측 기온 변화 추세(기온 상승)는 자연적 요인보다 온실 기체에 의한 영향이 더 크다.

10 지구 온난화의 영향

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 육지보다 해양에서 온도가 더 크게 상승하였다. **작게**
- ㉡ 지구 온난화의 영향은 북반구가 남반구보다 크게 받았다.
- ㉢ 지표면 반사율의 변화는 남극 주변이 북극 주변보다 더 클 것이다. **작을**

ㄴ. 북반구가 남반구보다 지구 온난화에 의한 온도 상승이 더 크다.
 바로알기 ㄱ. 육지는 해양보다 열용량이 작아서 온도가 크게 상승한다.
 ㄷ. 북극 주변의 빙하 면적이 남극 주변보다 더 크게 감소하였을 것이므로 지표면 반사율의 변화는 북극 주변이 더 클 것이다.

11 한반도의 기후 변화

선택지 분석

- ㉠ 북태평양 기단의 영향이 점차 감소하였을 것이다. **증가**
- ㉡ 집중 호우에 의한 피해가 증가하였을 것이다.
- ㉢ 한류성 어종의 서식지가 남하하였을 것이다. **북상**

ㄴ. 강수 일수는 감소하는데 호우 일수가 증가하였으므로 집중 호우에 의한 피해가 증가하였을 것이다.
 바로알기 ㄱ. 북태평양 기단은 우리나라에 무더위를 가져오는 기단이므로 한반도의 기온 상승에 이 기단의 영향이 점차 증가하였다.
 ㄷ. 연평균 기온 상승으로 우리나라 부근의 수온이 상승하여 한류성 어종의 서식지가 북상하였을 것이다.

12 지구 온난화의 원인, 영향, 대책

선택지 분석

- ㉠ 지구의 평균 기온은 1950년 이전보다 이후에 더 크게 상승하였을 것이다.
- ㉡ 이러한 추세가 지속된다면 지구 전체의 강수량은 감소할 것이다. **증가**
- ㉢ 지구 온난화의 억제 방안은 자연 환경의 이용 활동보다 산업 생산 활동을 조절하는 것이 효율적이다.

ㄱ. 1950년 이후 이산화 탄소 배출량이 급격하게 증가했으므로 지구의 평균 기온은 1950년 이후에 더 크게 상승하였을 것이다.
 ㄷ. 1950년 이후 산림 및 기타 토지 이용에 의한 이산화 탄소 배출량보다 화석 연료, 시멘트, 플레어링에 의한 이산화 탄소 배출량이 더 크게 증가했으므로 자연 환경의 이용 활동보다 산업 생산 활동을 조절하는 것이 지구 온난화의 억제에 효율적이다.
 바로알기 ㄴ. 이산화 탄소의 배출량이 계속 증가하면 해수 온도 상승으로 증발량이 증가하여 지구 전체의 강수량도 증가할 것이다.



1. 별과 외계 행성계

13 별의 특성과 H-R도

개념 확인

본책 151쪽, 153쪽

- (1) 파란, 붉은 (2) 작아 (3) 흡수 (4) 높은, 낮은 (5) HI
 (6) 반지름, 표면 온도 (7) 표면 온도 (8) 작다 (9) ① 높
 ② M형 ③ 큰 ④ 작은 ⑤ 큰 ⑥ 큰 (10) 주계열성 (11) 높고,
 크며, 짧다 (12) 낮고, 크다 (13) 낮고, 작다 (14) 주계열성
 (15) V (16) 크고, 크다

본책 154쪽

여기서
잠깐!

Q1 100배

Q2 100 pc

Q1 5등급 차이가 나므로 100배 밝기 차이가 난다.

Q2 별의 등급과 거리의 관계는 $m - M = 5 \log r - 5$ 이므로
 $6 - 1 = 5 \log r - 5$ 이다. 따라서 별까지의 거리(r)는 100 pc이다.

수능 자료

본책 155쪽

자료① 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ○

자료② 1 × 2 × 3 ○ 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ×

자료③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ×

자료④ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 × 7 ○

자료① 별의 분광형과 흡수선의 세기

- 2 이온의 흡수선은 고온의 별에서 강하게 나타나며, 저온의 별에서는 분자나 금속의 흡수선이 강하게 나타난다.
 3 철(Fe), 칼슘(Ca) 등의 금속 원소는 표면 온도가 낮은 별에서 흡수선이 강하게 나타난다.
 4 중성 수소(HI)의 흡수선이 가장 강하게 나타나는 분광형은 A0형이다.
 5 태양의 분광형은 G형이다. 따라서 태양에서는 Ca II 흡수선이 가장 강하게 나타난다.

자료② 별의 물리량

- 1 별의 분광형은 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 종류와 세기를 기준으로 하여 고온에서 저온 순으로 O, B, A, F, G, K, M형으로 분류하므로, 표면 온도가 가장 높은 별은 (나)이다.
 2 광도가 가장 큰 별은 절대 등급이 가장 작은 (가)이다.
 3 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. (가)는 (나)보다 표면 온도는 낮는데 광도가 크므로 반지름이 크다.

5 (가)는 태양과 비교했을 때 분광형이 같으므로 표면 온도는 비슷하지만 광도가 매우 큰 것으로 보아 거성이다.

6 최대 에너지를 방출하는 파장이 가장 긴 별은 표면 온도가 가장 낮은 (다)이다.

7 슈테판·볼츠만 법칙에 따르면 단위 시간에 단위 면적당 방출하는 에너지량은 표면 온도의 4제곱에 비례하므로 표면 온도가 가장 높은 (나)가 가장 많다.

자료③ H-R도와 별의 물리량

- 1 광도는 절대 등급이 작을수록 크다. 따라서 a는 d보다 광도가 크다.
 2 a와 d는 표면 온도가 같은데 광도는 a가 d보다 크다. 따라서 a는 d보다 반지름이 크다.
 3 표면 온도가 높은 별일수록 색지수가 작다.
 4 주계열성은 H-R도의 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도가 크며, 반지름과 질량이 크다.
 5 주계열성의 질량이 클수록 수소 핵융합 반응이 빠르게 일어나 광도가 크지만, 수소를 급격히 소모해 수명은 짧다. 따라서 c는 d보다 수명이 짧다.

자료④ 별의 물리량과 H-R도

- 1 A는 D보다 광도는 크지만 표면 온도는 낮다.
 2 적색 거성의 광도는 태양 광도의 약 10배~1000배이고, 초거성의 광도는 태양 광도의 수만 배~수십만 배이다. A와 B의 광도는 태양 광도의 10^5 배 정도이므로 A와 B는 초거성이다.
 3 B는 C보다 표면 온도가 낮지만 광도가 크므로 반지름은 B가 C보다 크다.
 6 태양과 C는 모두 주계열성으로, 주계열성은 H-R도의 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도가 크며, 반지름과 질량이 크다. 또한, 질량이 클수록 주계열 단계에 머무르는 시간과 수명이 짧다.
 7 백색 왜성은 태양 정도의 질량을 가진 별의 최종 진화 단계이다.

수능 1점

본책 156쪽

- 1 색, 분광형, 색지수 2 O형, B형, A형, F형, G형, K형, M형
 3 ③ 4 절대 등급, 표면 온도 5 (1) 100 (2) 2.5배 6 1배
 7 분광형, 색지수, 표면 온도 8 (가) 초거성 (나) 거성 (다) 주계열성 (라) 백색 왜성 9 ③ 10 (1) $A < B$ (2) $B > C$

1 별의 표면 온도와 관련 있는 물리량은 색, 분광형, 색지수이다. 거리 지수는 별의 거리와 관계가 있다.

2 별의 분광형(스펙트럼형)은 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 종류와 세기를 기준으로 하여 고온에서 저온 순으로 O, B, A, F, G, K, M형으로 분류하고, 각 분광형은 고온의 O에서 저온의 M까지 세분한다.

3 별은 표면 온도에 따라 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 종류와 세기가 다르며, 이를 기준으로 별들을 분류할 수 있다.

③ 별의 스펙트럼을 분석하여 분광형을 알아내면, 분광형으로 별의 표면 온도를 추정할 수 있다.

바로알기 ① 분광형은 별의 표면 온도에 따라 달라진다.

② 태양의 분광형은 G형이므로 K형 별은 태양보다 표면 온도가 낮다.

④ O형 별은 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 붉은색을 띤다.

⑤ 별은 표면 온도에 따라 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 종류와 세기가 달라진다.

4 별의 광도(L)는 $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ (R : 반지름, T : 표면 온도)이므로 $R \propto \frac{\sqrt{L}}{T^2}$ 이다. 따라서 별의 광도(L)와 표면 온도(T)를 알면 별의 반지름(R)을 구할 수 있으며, 별의 광도는 절대 등급을 알면 구할 수 있다.

5 (1) 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다. A가 B보다 거리가 10배 더 멀리 있는데도 겉보기 등급이 같으므로(같은 밝기로 보이므로), A의 광도는 B의 100배이다.

(2) 별의 광도(L)는 $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ (R : 반지름, T : 표면 온도)이므로 $R \propto \frac{\sqrt{L}}{T^2}$ 이다. 따라서 A는 B보다 광도가 100배, 표면 온도가 2배이므로, A의 반지름은 B의 2.5배가 된다.

6 별의 광도(L)는 $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 으로 반지름(R)의 제곱과 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다. 따라서 별의 반지름은 태양의 $\frac{1}{4}$ 이고, 별의 표면 온도는 태양의 2배이므로 $\text{광도} \propto \frac{1}{4^2} \times 2^4$ 이다. 따라서 별의 광도는 태양과 동일하다.

7 H-R도에서 가로축에 해당하는 물리량은 분광형, 색지수, 표면 온도이고, 세로축에 해당하는 물리량은 광도, 절대 등급이다.

8 (가)는 H-R도에서 오른쪽 위에 분포하는 별로, 광도와 크기가 매우 큰 초거성이다.

(나)는 H-R도에서 주계열 오른쪽 위에 분포하는 별로, 광도와 크기가 주계열성에 비해 큰 거성이다.

(다)는 가장 많은 별이 분포하며, H-R도에서 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 내려가는 대각선에 분포하므로 주계열성이다.

(라)는 H-R도에서 왼쪽 아래에 분포하는 별로, 표면 온도가 높지만 광도와 크기가 매우 작은 백색 왜성이다.

9 ③ 별은 일생의 대부분을 주계열 단계에서 보내므로 관측되는 별들 중 주계열성이 가장 많다.

바로알기 ① H-R도에서 거성 (나)는 초거성 (가)보다 아래쪽에 위치하므로 광도가 작다.

② H-R도에서 왼쪽에 위치할수록 표면 온도가 높은 별이므로 백색 왜성 (라)는 거성 (나)보다 표면 온도가 높다.

④ 표면 온도가 높은 별일수록 색지수는 작다. 백색 왜성 (라)에 속한 별들은 대부분 분광형이 B형과 A형이며, 태양의 분광형은 G형이다. 따라서 표면 온도는 (라)가 태양보다 높고, 색지수는 (라)가 태양보다 작다.

⑤ 백색 왜성 (라)는 거성 (나)에 비해 평균 밀도가 크다.

10 (1) A의 분광형은 K5형이고, B의 분광형은 G2형이므로, 별의 표면 온도는 A가 B보다 낮다.

(2) B와 C는 분광형이 같아서 표면 온도가 같지만 광도 계급을 비교하면 B가 C보다 광도가 크다. 따라서 별의 반지름은 광도가 큰 B가 C보다 크다.

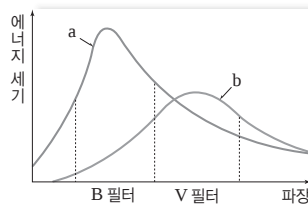
수능 **2점**

본책 157쪽 ~ 159쪽

1 ④ 2 ④ 3 ② 4 ② 5 ② 6 ⑤
7 ④ 8 ⑤ 9 ② 10 ③ 11 ② 12 ③

1 별의 색과 표면 온도

자료 분석



별이 최대 에너지를 방출하는 파장: $a < b$
 → 별이 최대 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례
 → 별의 표면 온도: $a > b$

선택지 분석

㉠ 표면 온도 ☒ 절대 등급 ☒ 색지수
 ㉡ 반지름 ☒ 질량 ☒ 수명

㉠. 빈의 변위 법칙 $\lambda_{\max} = \frac{a}{T}$ (a : 빈의 상수)에 따르면, 흑체가 최대 에너지를 방출하는 파장($\lambda_{\max}$)은 표면 온도(T)에 반비례한다. 별은 흑체에 가깝게 복사하므로 별의 표면 온도는 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧은 a가 b보다 높다.

㉡. 표면 온도가 높은 주계열성일수록 별의 반지름이 크다. 따라서 표면 온도가 높은 a가 b보다 반지름이 크다.

㉢. 질량이 큰 주계열성일수록 표면 온도가 높으므로 표면 온도가 높은 a가 b보다 질량이 크다.

바로알기 ㉣. 주계열성은 표면 온도가 높을수록 광도가 크므로 표면 온도가 높은 a가 b보다 광도가 크다. 절대 등급은 광도가 클수록 작으므로 광도가 큰 a가 b보다 절대 등급이 작다.

㉤. 색지수는 표면 온도가 높을수록 작으므로 표면 온도가 높은 a가 b보다 색지수가 작다.

[다른 해설] a는 B 필터로 관측하는 것이 V 필터로 관측하는 것보다 더 밝으므로 색지수(B-V)의 값은 (-)이다. 반면에, b는 B 필터로 관측하는 것이 V 필터로 관측하는 것보다 더 어두우므로 색지수(B-V)의 값은 (+)이다. 따라서 색지수는 b가 a보다 크다.

㉥. 표면 온도가 높은 주계열성일수록 별의 질량이 크고, 수명이 짧다. 따라서 표면 온도가 높은 a가 b보다 수명이 짧다.

2 스펙트럼의 종류

선택지 분석

☒ (가)에서는 특정 파장의 에너지가 기체에 흡수되어 스펙트럼이 불연속적으로 나타난다. **에너지를 방출하여**

㉠ (나)는 별의 분광형을 분류하는 데 이용된다.

㉡ (가)와 (나)에 있는 기체의 원소가 같다면, 흡수선이나 방출선이 같은 파장에서 나타난다.

(가)에서는 방출 스펙트럼, (나)에서는 흡수 스펙트럼이 나타난다.
 나. 별빛의 스펙트럼은 (나)와 같이 흡수 스펙트럼으로 나타나며, 흡수선의 종류와 세기를 별의 분광형을 분류하는 데 이용한다.
 다. 동일한 기체라면 이온화하는 데 동일한 파장의 에너지를 흡수하거나 방출하므로 스펙트럼에서 흡수선이나 방출선이 나타나는 파장이 같다.

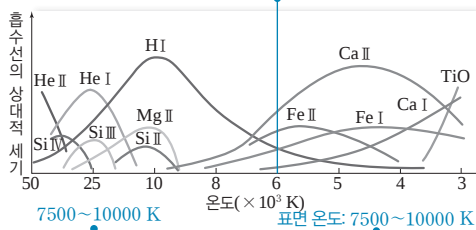
바로알기 ㄱ. (가)에서는 가열된 고온·저밀도의 기체가 특정 파장의 에너지를 방출하여 스펙트럼에서 방출선이 불연속적으로 나타난다.

3 별의 스펙트럼 관측

자료 분석

A는 C보다 표면 온도가 높지만 광도는 작다. → 반지름: $A < C$

C에서는 Ca II 흡수선이 Fe II 흡수선보다 강하다.



별	표면 온도(K)	절대 등급	특징
A	()	11.0	별의 색깔은 <u>흰색</u> 이다.
B	3500	()	반지름이 C의 100배이다.
C	6000	6.0	()

B와 C의 표면 온도가 같다면 B의 광도는 C의 10000배 → B의 절대 등급은 -4.0
 → 그러나 B의 표면 온도가 C보다 낮으므로 B의 절대 등급은 -4.0보다 크다.

선택지 분석

- ☒ 반지름은 A가 C보다 크다. **작다**
- ☒ B의 절대 등급은 -4.0보다 크다.
- ☒ 세 별 중 Fe I 흡수선은 A에서 가장 강하다. **약하다**
- ☒ 단위 시간당 방출하는 복사 에너지량은 C가 B보다 많다. **B가 C보다**
- ☒ C에서는 Fe II 흡수선이 Ca II 흡수선보다 강하게 나타난다. **Ca II 흡수선이 Fe II 흡수선보다**

② B는 반지름이 C의 100배이므로 만약 B의 표면 온도가 C와 같았다면 B의 광도는 C의 10000배이다. 광도가 10000배 큰 별은 절대 등급이 10등급 작으므로 B의 절대 등급은 -4.0이 될 것이다. 하지만 B의 표면 온도는 C보다 낮으므로 B의 광도는 C의 10000배보다는 작다. 별의 광도가 작을수록 절대 등급은 커지므로, B의 절대 등급은 -4.0보다 크다.

바로알기 ① A는 색깔이 흰색인 별이므로 표면 온도는 7500~10000 K이다. A는 C보다 표면 온도가 높지만 절대 등급이 큰 것으로 보아 광도는 작다. 별의 광도는 (표면 온도⁴ × 반지름²)에 비례하므로 반지름은 A가 C보다 작다.

③ A는 표면 온도가 7500~10000 K이다. 세 별의 표면 온도를 고려하여 그림에서 Fe I 흡수선의 상대적 세기를 비교하면 A에서 가장 약하다.

④ 별이 단위 시간당 방출하는 복사 에너지량을 광도라고 한다. 광도는 B가 C보다 크므로 단위 시간당 방출하는 복사 에너지량은 B가 C보다 많다.

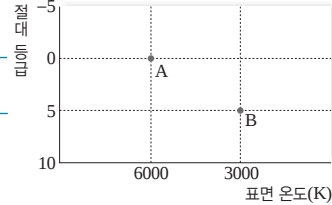
⑤ C의 표면 온도는 6000 K이므로 그림에서 흡수선의 상대적 세기를 비교하면 Ca II 흡수선이 Fe II 흡수선보다 강하게 나타난다.

4 H-R도

자료 분석

절대 등급: A가 B보다 5등급 작다.

→ 단위 시간 동안 표면에서 방출하는 에너지의 총량(=광도)은 A가 B보다 100배 많다.



최대 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례

→ 파장은 B가 A보다 2배 길다.

선택지 분석

- ☒ 최대 세기의 에너지를 방출하는 파장은 A가 B보다 2배 길다. **B가 A보다**
- ☒ 별이 단위 시간 동안 표면에서 방출하는 에너지의 총량은 A가 B보다 100배 많다.
- ☒ 별의 반지름은 A가 B보다 4배 크다. **2.5배**

나. 절대 등급은 A가 B보다 5등급이 작으므로 광도는 A가 B보다 100배 크다. 따라서 별이 단위 시간 동안 표면에서 방출하는 에너지의 총량(=광도)은 A가 B보다 100배 많다.

바로알기 ㄱ. 최대 세기의 에너지를 방출하는 파장은 별의 표면 온도에 반비례하므로 B가 A보다 2배 길다.

다. 별의 반지름을 R , 표면 온도를 T , 광도를 L 이라고 할 때, 슈테판·볼츠만 법칙을 이용하여 이들 사이의 관계를 나타내면 다음과 같다.

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \quad (\sigma: \text{슈테판} \cdot \text{볼츠만 상수})$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{4\pi\sigma}} \cdot \frac{1}{T^2} \therefore R \propto \frac{\sqrt{L}}{T^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \times \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 = 10 \times \frac{1}{4} = 2.5$$

따라서 별의 반지름은 A가 B보다 2.5배 크다는 것을 알 수 있다.

5 별의 물리량(반지름, 등급, 광도, 별까지의 거리)

자료 분석

별	A	B
반지름(태양=1)	2	1
절대 등급	(-4.0보다 작다)	-4.0
겉보기 등급	+1.0	+1.0

• 표면 온도: $A=B$

• 반지름: $A=2B$

• 광도: $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 표면 온도(T)는 같고, 반지름(R)이 A가 B의 2배이므로, 광도(L)는 A가 B의 4배이다.

선택지 분석

- ☒ 광도는 A가 B보다 2배 크다. **4배**
- ☒ A의 절대 등급은 -4.0보다 작다.
- ☒ 별까지의 거리는 A가 B보다 가깝다. **멀다**

ㄴ. A의 광도는 B보다 크며, 광도가 클수록 절대 등급이 작으므로 A의 절대 등급은 B의 절대 등급인 -4.0보다 작다.

바로알기 ㄱ. 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 A는 B와 표면 온도가 같고, A의 반지름은 B보다 2배 크므로 A의 광도는 B보다 $2^2=4$ 배 크다.

ㄷ. A와 B의 겉보기 밝기는 같은데도 불구하고 광도는 A가 B보다 크다. A의 광도가 B보다 크지만 지구에서 같은 밝기로 보이는 것은 A가 B보다 멀리 떨어져 있기 때문이다.

6 별의 물리량(등급, 색지수, 표면 온도, 광도)

자료 분석

별	겉보기 등급	절대 등급	색지수(B-V)	겉보기 등급 - 절대 등급
A	-1.5	1.4	0.00	-2.9
B	1.3	-7.2	0.09	8.5
C	1.0	-3.6	0.23	4.6

가장 밝게 보인다. 광도가 가장 크다. 표면 온도가 가장 낮다. 별까지의 거리가 가장 멀다.

선택지 분석

- ☒ 거리가 가장 먼 별은 A이다. B
- ☒ 가장 밝게 보이는 별은 B이다. A
- ☒ 표면 온도가 가장 낮은 별은 C이다. B
- ☒ 광도는 B가 C보다 작다. 크다
- ☒ 반지름은 A가 B보다 작다.

⑤ 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 절대 등급은 A가 B보다 크므로 광도는 A가 B보다 작고, 색지수는 A가 B보다 작으므로 표면 온도는 A가 B보다 높다. A가 B보다 표면 온도가 높은데도 불구하고 광도가 작은 것은 B보다 반지름이 작기 때문이다.

바로알기 ① B는 절대 등급이 가장 작아서 광도가 가장 크지만, 겉보기 밝기는 가장 어두우므로 별까지의 거리가 가장 멀다.

다른 해설 B는 (겉보기 등급 - 절대 등급)의 값이 가장 크므로 별까지의 거리가 가장 멀다.

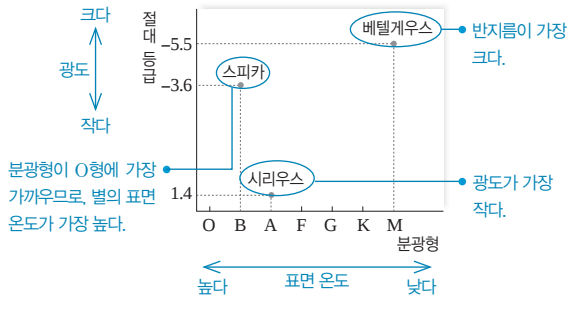
② 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 A이다.

③ 표면 온도가 높을수록 색지수가 작다. 따라서 표면 온도가 가장 낮은 별은 색지수가 가장 큰 B이다.

④ 광도가 클수록 절대 등급이 작다. 따라서 광도는 B가 C보다 크다.

7 별의 물리량(광도, 반지름, 분광형, 표면 온도)

자료 분석



분광형이 O형에 가장 가까우므로 별의 표면 온도가 가장 높다.

높다 표면 온도 낮다

선택지 분석

- ☒ 광도가 가장 큰 별은 시리우스이다. 작은
- ☒ 반지름이 가장 큰 별은 베텔게우스이다.
- ☒ 표면 온도가 가장 높은 별은 스피카이다.

ㄴ. H-R도에서 오른쪽 위에 위치한 별일수록 반지름이 큰 별이므로, 베텔게우스의 반지름이 가장 크다.

다른 해설 별의 반지름은 $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 $R=\sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$ 이다.

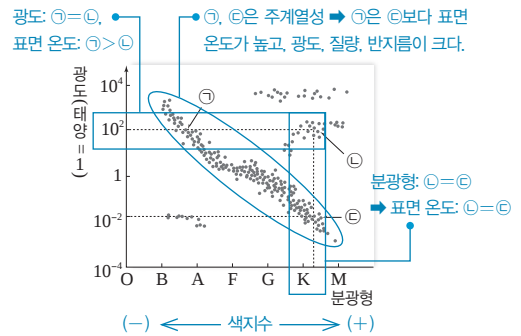
따라서 분광형이 M형이어서 표면 온도(T)가 가장 낮고, 절대 등급이 가장 작아 광도(L)가 가장 큰 베텔게우스가 반지름(R)이 가장 크다.

ㄷ. 분광형이 O형인 별의 표면 온도가 가장 높고, 분광형이 M형 쪽으로 갈수록 별의 표면 온도가 낮아진다. 따라서 표면 온도가 가장 높은 별은 스피카이다.

바로알기 ㄱ. H-R도에서 위로 갈수록 절대 등급이 작아지므로 광도가 크다. 따라서 광도가 가장 큰 별은 베텔게우스이고, 광도가 가장 작은 별은 시리우스이다.

8 H-R도

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 별의 색지수는 ㉠이 가장 크다. 작다
- ☒ 별의 반지름은 ㉡이 ㉢보다 100배 크다.
- ☒ ㉠은 ㉢보다 질량이 크다.

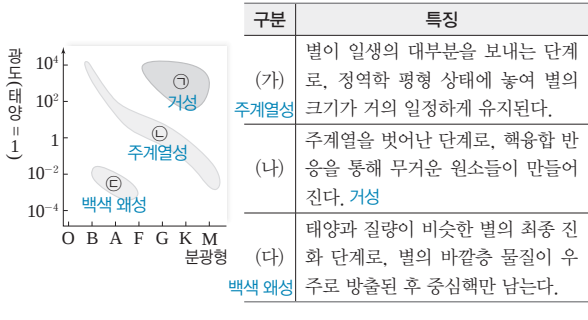
ㄴ. $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 $R=\sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$ 이므로, 별의 반지름(R)은 광도(L)의 제곱근에 비례하고, 표면 온도(T)의 제곱에 반비례한다. ㉡과 ㉢은 분광형이 같으므로 표면 온도가 같고, 광도는 ㉡이 ㉢보다 10000배 크므로 반지름은 ㉡이 ㉢보다 100배 크다.

ㄷ. 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크고, 표면 온도가 높으며, 반지름이 크다. ㉠과 ㉢은 H-R도에서 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 대각선에 분포하는 주계열성이다. 따라서 ㉠이 ㉢보다 광도가 크므로 질량이 더 크다.

바로알기 ㄱ. 별의 색지수는 표면 온도가 낮을수록 크다. 분광형에서 표면 온도는 O형으로 갈수록 높고, M형으로 갈수록 낮다. 따라서 ㉠의 표면 온도가 가장 높고, ㉡과 ㉢의 표면 온도는 같으므로 색지수는 ㉠이 가장 작고, ㉡과 ㉢은 서로 같다. $\Rightarrow$ 색지수: $㉠ < ㉡ = ㉢$

9 H-R도와 별의 진화

자료 분석



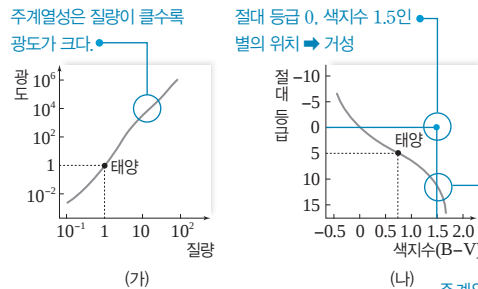
선택지 분석

(가)	(나)	(다)	(가)	(나)	(다)
☒ ①	☒ ②	☒ ③	☒ ①	☒ ②	☒ ③
☒ ②	☒ ③	☒ ①	☒ ②	☒ ③	☒ ①
☒ ③	☒ ①	☒ ②	☒ ③	☒ ①	☒ ②

H-R도의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 대각선을 따라 분포하는 별들인 ①은 주계열성, H-R도에서 주계열성의 오른쪽 위에 분포하며 표면 온도는 낮으나 반지름이 매우 커 광도가 큰 ②은 거성, H-R도에서 주계열성의 왼쪽 아래에 분포하며 표면 온도가 높지만 반지름이 매우 작아 광도가 작은 ③은 백색 왜성이다. 표에서 (가)는 주계열성, (나)는 거성, (다)는 백색 왜성의 특징을 나타내므로 H-R도에서 (가), (나), (다)에 해당하는 별의 집단은 각각 ①, ②, ③이다.

10 주계열성의 질량-광도 관계와 H-R도

자료 분석



선택지 분석

- ☒ ① 질량이 큰 주계열성일수록 실제 밝기가 밝다.
- ☒ ② 질량이 큰 주계열성일수록 표면 온도가 높다.
- ☒ 절대 등급이 0등급이고, 색지수가 1.5인 별은 주계열성에 속한다.

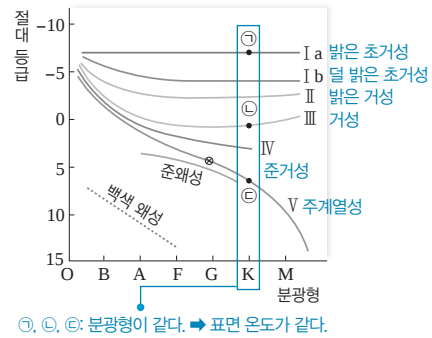
ㄱ. (가)에서 질량이 클수록 광도가 크므로 질량이 큰 주계열성일수록 실제 밝기가 밝다.

ㄴ. (가)에서 질량이 큰 주계열성일수록 광도가 크고, 광도가 클수록 절대 등급이 작다. (나)에서 주계열성은 절대 등급이 작을수록 색지수가 작으므로 표면 온도가 높다.

ㄷ. (나)에서 절대 등급이 0등급이고, 색지수가 1.5인 별은 주계열의 오른쪽 위에 분포하므로 거성에 속한다.

11 광도 계급과 H-R도

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 광도는 ③이 가장 크다. ①
- ☒ 표면 온도는 ①이 ③보다 높다. ②과 ③이 같다
- ☒ 반지름은 ①이 가장 크다.

ㄷ. 표면 온도가 같을 때, 별의 크기가 클수록 광도가 크다. 따라서 광도 계급이 가장 작은 ①이 별의 반지름이 가장 크다.

ㄴ. 별 ①, ②, ③은 분광형이 K형으로 같고, 광도 계급은 숫자가 작을수록 밝은 별이므로 광도는 ①이 가장 크고, ③이 가장 작다.

ㄹ. 별 ①은 절대 등급이 가장 작으므로 광도가 가장 크다.

ㄴ. 별 ①, ②, ③은 분광형이 같으므로, 표면 온도가 모두 같다.

12 M-K 분류법

자료 분석

별	분광 분류
(가)	B2Ⅳ → 주계열성
(나)	G9Ⅲ → 거성

분광형 → 표면 온도: B형 > G형

선택지 분석

- ☒ ① (가)는 (나)보다 표면 온도가 높다.
- ☒ ② (가)는 B형 별 중에서 주계열성에 해당한다.
- ☒ (나)는 G형 별 중에서 표면 온도가 가장 높다. 낮다

ㄱ. 별의 분광형은 O > B > A > F > G > K > M 순으로 표면 온도가 높다. (가)의 분광형은 B형, (나)의 분광형은 G형이므로 (가)의 표면 온도가 (나)보다 높다.

ㄴ. (가)는 광도 계급이 Ⅳ이므로, B형 별 중에서 주계열성에 해당한다. (나)는 광도 계급이 Ⅲ이므로, G형 별 중에서 거성에 해당한다.

ㄷ. 각 분광형은 고온의 0에서 저온의 9까지 10단계로 세분화한다. (나)의 분광형은 G9이므로, G형 별 중에서 표면 온도가 가장 낮다.

수능 3점

본책 160쪽~161쪽

- 1 ③ 2 ② 3 ⑤ 4 ④ 5 ④ 6 ③
7 ① 8 ④

1 별의 색지수와 표면 온도

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 a의 색지수(B-V)는 0보다 작다.
- ㉡ (나)에서 a의 위치는 P이다.
- ㉢ a는 b보다 수명이 길다. **짧다**

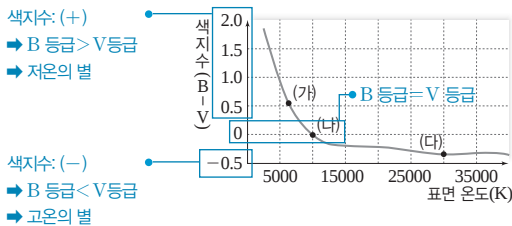
㉠. (가)에서 a는 B 필터 영역의 면적이 V 필터 영역의 면적보다 크므로 B 필터 영역에서의 밝기가 V 필터 영역에서의 밝기보다 밝다. 따라서 B 등급이 V 등급보다 작으므로 색지수(B-V)는 0보다 작다.

㉡. (가)에서 a는 b보다 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧으므로 표면 온도가 더 높다. 따라서 (나)에서 a의 위치는 P이고, b의 위치는 Q이다.

바로알기 ㉢. a는 P, b는 Q이고, 절대 등급이 작을수록 광도가 크므로 a는 b보다 광도가 크다. 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크고, 수명이 짧다. 따라서 a는 b보다 수명이 짧다.

2 별의 색지수와 표면 온도

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 노란색 영역보다 파란색 영역에서 밝게 보인다. **파란색 영역보다 노란색 영역에서**
- ㉡ (나)는 B 등급과 V 등급이 같다.
- ㉢ (다)는 (가)보다 붉은색으로 보인다. **파란색**

㉡. (나)는 색지수(B-V)가 0이므로, B 등급과 V 등급이 같다.

바로알기 ㉠. (가)는 색지수가 (+)이므로 파란색 영역의 밝기인 B 등급이 노란색 영역의 밝기인 V 등급보다 크다. 따라서 파란색 영역보다 노란색 영역에서 밝게 보인다.

㉢. 색지수는 별의 색을 양적으로 나타낸 값으로, 색지수가 작을수록 파란색으로 보인다. (다)는 색지수가 (-)이고, (가)는 색지수가 (+)이므로, (다)는 (가)보다 파란색으로 보인다.

3 분광형에 따른 흡수선의 종류와 세기

선택지 분석

- ㉠ 별의 표면 온도는 ㉠ 쪽으로 갈수록 높다.
- ㉡ 수소 흡수선은 A형에서 가장 세다.
- ㉢ 태양보다 저온인 별에서는 헬륨 흡수선이 나타나지 않는다.

㉠. 흡수선의 종류와 세기는 별의 표면 온도에 따라 다르기 때문에 이를 이용하여 분광형으로 별을 분류할 수 있는데, O형으로 갈수록 표면 온도가 높고, M형으로 갈수록 표면 온도가 낮다. 따라서 O형이 있는 ㉠ 쪽으로 갈수록 별의 표면 온도가 높다.

㉡. 중성 수소(HI)의 흡수선은 A형에서 가장 세게 나타난다.

㉢. 분광형이 G형인 태양보다 저온인 K형, M형 별에서는 헬륨 흡수선이 나타나지 않는다. 헬륨 흡수선이 나타나려면 헬륨 원자의 전자가 광자를 흡수하여 들떠야 하는데, 헬륨 원자의 전자는 헬륨 원자핵에 강하게 속박되어 있어 큰 에너지를 갖는 광자를 흡수해야 들뜰 수 있다. 큰 에너지를 갖는 광자는 표면 온도가 높은 별에서 많이 나온다. 따라서 헬륨의 흡수선은 고온의 별에서만 나타난다.

4 별의 광도, 반지름, 표면 온도의 관계

선택지 분석

- ㉠ 색지수는 A가 B보다 작다.
- ㉡ A와 C의 분광형은 서로 같다.
- ㉢ B의 광도가 가장 크다. **C**
- ㉣ C의 절대 등급은 -0.2등급이다.

㉠. 별의 색지수는 표면 온도가 높을수록 작다. 따라서 A의 색지수가 B의 색지수보다 작다.

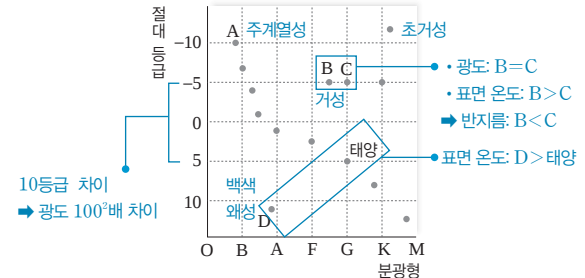
㉡. 분광형은 별의 표면 온도에 따라 별을 분류한 것이다. 따라서 표면 온도가 같은 A와 C의 분광형은 서로 같다.

㉢. C는 반지름과 표면 온도가 태양과 같은 A에 비해 표면 온도가 같고 반지름이 10배 크므로 광도는 100배 크다. C의 광도가 태양보다 100배 크므로, C의 절대 등급은 태양보다 5등급이 작은 $4.8 - 5 = -0.2$ 등급이다.

바로알기 ㉣. 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 C의 광도가 가장 크다.

5 별의 절대 등급과 분광형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 초거성이다. **주계열성**
- ㉡ B는 태양보다 광도가 100배 크다. **10000배**
- ㉢ B는 C보다 반지름이 크다. **작다**
- ㉣ C는 태양보다 반지름이 약 100배 크다.
- ㉤ D는 태양보다 표면 온도가 낮다. **높다**

㉣ C는 태양보다 절대 등급이 10등급 작으므로, 광도는 10000배 크다. 광도는 표면 온도의 4제곱에 비례하고 반지름의 제곱에 비례하는데, C는 태양과 분광형이 같아 태양과 표면 온도가 같으므로 반지름은 태양보다 약 100배 크다.

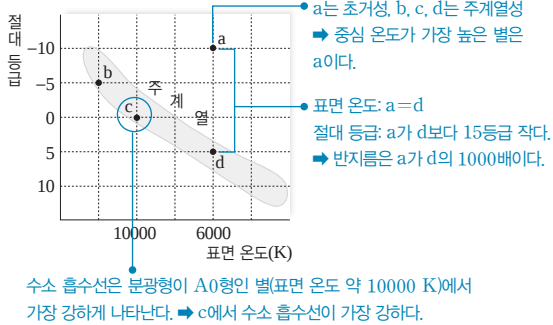
바로알기 ㉠ A는 H-R도에서 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 대각선에 위치하므로 주계열성이다.

㉡ B는 태양보다 절대 등급이 10등급 작으므로 광도가 100^2 배 크다.

- ③ 별의 반지름은 표면 온도의 제곱에 반비례하고, 광도의 제곱근에 비례한다. B는 C보다 O형에 가까워 표면 온도가 높지만, 절대 등급이 같아서 광도가 C와 같기 때문에 B의 반지름이 C보다 작다.
- ⑤ H-R도에서 왼쪽으로 갈수록 표면 온도가 높으므로 D는 태양보다 표면 온도가 높다.

6 H-R도와 별의 물리량

자료 분석



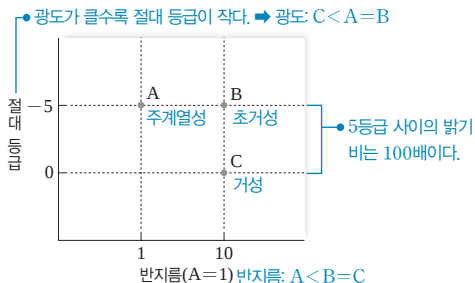
선택지 분석

- ㄱ 반지름은 a가 d의 1000배이다.
- ✗ 중심 온도가 가장 높은 별은 b이다. a
- ㄷ 수소 흡수선이 가장 강한 별은 c이다.

- ㄱ. a는 d보다 절대 등급이 15등급 작으므로 광도는 a가 d의 10^6 배이다. a와 d의 표면 온도가 같으므로 반지름²의 값은 a가 d의 10^6 배이다. 따라서 반지름은 a가 d의 1000배이다.
- ㄷ. 수소 흡수선은 분광형이 A0형인 별(표면 온도: 약 10000 K)에서 가장 강하게 나타나므로 별 c에서 수소 흡수선이 가장 강하다.
- ❌ 바로알기 ㄴ. 주계열 단계에서 초거성 단계로 진화할 때 중심부 수축이 일어나 중심부 온도가 높아진다. a는 초거성이고, b, c, d는 주계열성이므로, a~d 중 중심 온도가 가장 높은 별은 a이다.

7 별의 물리량

자료 분석



- A와 B는 광도가 같으며, 반지름은 A가 B의 $\frac{1}{10}$
- B와 C는 반지름이 같으며, 광도는 B가 C의 100배
→ 표면 온도는 B가 C보다 높다.

선택지 분석

- ㄱ 표면 온도는 A가 B의 $\sqrt{10}$ 배이다.
- ✗ 복사 에너지를 최대 방출하는 파장은 B가 C보다 길다. 짧다
- ✗ 광도 계급이 V인 것은 C이다. A

주계열성은 거성이나 초거성보다 크기가 작으므로 A는 주계열성이다. B와 C 중에서 광도가 더 큰 B가 초거성이고, C는 거성이다.

ㄱ. A와 B는 절대 등급이 같으므로 광도가 같으며, 반지름은 A가 B의 $\frac{1}{10}$ 이다.

별의 광도(L)와 표면 온도(T), 반지름(R) 사이에는

$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 의 관계가 성립하므로

$$\left(\frac{1}{10}\right)^2 \times (T_A)^4 = (1)^2 \times (T_B)^4,$$

$$(T_B)^4 = \left(\frac{1}{\sqrt{10}} \times T_A\right)^4 \text{으로부터 } T_A = \sqrt{10} T_B \text{이다.}$$

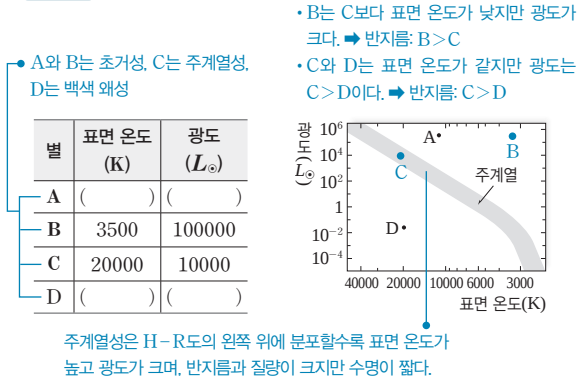
따라서 표면 온도는 A가 B의 $\sqrt{10}$ 배이다.

❌ 바로알기 ㄴ. 빈의 변위 법칙에 의하면, 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도가 높을수록 짧아진다. B와 C는 반지름이 같고, 광도는 B가 C보다 크므로 $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 의 관계식으로부터 표면 온도는 B가 C보다 높다. 따라서 복사 에너지를 최대 방출하는 파장은 B가 C보다 짧다.

ㄷ. 광도 계급이 V인 것은 주계열성이므로 A이다.

8 별의 물리량과 H-R도

자료 분석



선택지 분석

- ✗ A와 B는 적색 거성이다. 초거성
- ㄴ 반지름은 B > C > D이다.
- ㄷ C의 나이는 태양보다 적다.

ㄴ. B는 C보다 표면 온도가 낮지만 광도가 크므로 반지름은 B가 C보다 크다. C와 D는 표면 온도가 같지만 광도는 C가 D보다 크므로 반지름도 C가 D보다 크다. 따라서 반지름은 B > C > D이다.

ㄷ. 태양과 C는 모두 주계열성으로, 주계열성은 H-R도의 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도가 크며, 반지름과 질량이 크다. 또한, 질량이 클수록 주계열 단계에 머무르는 시간과 수명이 짧다. 따라서 태양보다 질량이 큰 C는 태양보다 나이가 적다.

❌ 바로알기 ㄱ. 적색 거성의 광도는 태양 광도의 약 10배~1000배이고, 초거성의 광도는 태양 광도의 수만 배~수십만 배이다. A와 B의 광도는 태양 광도의 10^5 배 정도이므로 A와 B는 초거성이다.

14. 별의 진화와 에너지원

개념 확인

본책 163쪽, 165쪽

- (1) 높고, 낮은 (2) 주계열성 (3) 짧다 (4) 수소 핵융합 (5) 중력
(6) 주계열 (7) 질량 (8) 적색 거성, 백색 왜성 (9) 초신성
(10) 무거운 (11) 중성자별, 블랙홀 (12) 중력 수축 (13) 수소
(14) 수소, 헬륨, 에너지 (15) 양성자·양성자 반응(P-P 반응)
(16) 탄소·질소·산소 순환 반응(CNO 순환 반응) (17) 중력,
정역학 평형 (18) 대류, 복사 (19) 헬륨 (20) 철

수능 자료

본책 166쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 × 6 ○
자료 ② 1 × 2 ○ 3 × 4 × 5 ○
자료 ③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ×
자료 ④ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ×

자료 ① 별의 진화

2 별의 질량이 클수록 진화 속도가 빠르므로 주계열 단계에 머무르는 기간이 짧다. (가)는 (나)보다 질량이 큰 별의 진화 과정이므로 주계열 단계에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 짧다.

4 질량이 큰 별은 성운에서 주계열성으로 진화할 때 생성되는 중력 수축 에너지의 양이 많아서 주계열 단계에서 별의 중심부 온도가 높다.

5 질량이 큰 별의 진화 과정인 (가)에서는 주계열성 단계와 초거성 단계를 거치면서 수소와 헬륨이 연소되어 탄소, 산소 등 더 무거운 원소들이 차례로 만들어진다. 또한, 초신성 폭발 과정에서는 철보다 무거운 원소들이 만들어질 수 있다.

자료 ② 주계열성의 에너지원

1 주계열성의 온도는 핵융합 반응이 일어나는 중심부에서 가장 높고, 표면으로 갈수록 점점 낮아지므로 B는 온도이고, A는 수소 함량 비율이다.

2 분광형이 G2인 주계열성은 질량이 태양과 비슷하여 태양과 동일한 내부 구조를 갖는다. 따라서 ㉠은 복사층, ㉡은 대류층에 해당한다.

3 (가)의 별은 분광형이 G2이므로 태양과 표면 온도가 유사하다.

4 주계열성은 질량이 큰 별일수록 광도가 크고, 표면 온도가 높다. 따라서 분광형이 G2인 별은 태양과 표면 온도가 유사하고, 질량과 광도 또한 비슷하다.

5 태양의 경우에는 중심부 온도가 약 1500만 K이므로 CNO 순환 반응보다 P-P 반응에 의해 생성되는 에너지의 양이 많다.

자료 ③ H-R도와 별의 내부 구조

1 색지수는 표면 온도가 높은 별일수록 작다.

2 광도는 절대 등급이 작을수록 크다. 따라서 절대 등급은 B가 C보다 작다.

4 주계열성(C)의 내부에서는 수소 핵융합 반응에 의해 바깥쪽으로 향하는 기체 압력 차로 발생한 힘과 중심 쪽으로 향하는 중력이 평형을 이루어 일정한 크기를 안정적으로 유지한다. (나)는 주계열성에서 적색 거성으로 진화할 때의 내부 구조이다.

5 (나)의 내부는 중심부는 수축하고 바깥층은 팽창하므로 정역학 평형 상태가 아니다.

자료 ④ H-R도와 별의 내부 구조

3 주계열성은 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도, 질량, 반지름이 크다.

4 H-R도에서 오른쪽 위로 갈수록 반지름이 크고, 밀도가 작다. 따라서 ㉠(백색 왜성)은 ㉡(거성)보다 밀도가 크다.

5 질량이 태양 정도인 주계열성은 수소 핵융합 반응이 일어나는 중심핵을 복사층과 대류층이 차례로 둘러싸고 있다. 질량이 태양의 약 2배보다 큰 주계열성의 경우 중심부의 온도가 매우 높기 때문에 중심부에 대류가 일어나는 대류핵이 나타나고, 바깥쪽에 복사층이 나타난다.

수능



본책 167쪽

- 1 밀도, 중심부 온도 2 ① 3 ④ 4 ② 5 ㄴ, ㄷ 6
블랙홀 > 중성자별 > 백색 왜성 7 (가) 중력 수축 에너지 (나) 수소 핵융합 반응 8 ㄴ 9 (가) < (나)

1 원시별이 중력 수축하게 되면 반지름이 줄어들면서 별의 밀도는 증가하게 된다. 또한, 중력 수축할 때 감소한 위치 에너지의 일부가 열에너지로 전환되므로 중심부의 온도가 상승하게 된다.

2 별은 생성될 당시 질량에 따라 중심부의 온도가 달라지고, 그에 따라 핵융합 반응의 정도가 달라지면서 진화 경로가 결정된다.

3 태양 정도의 질량을 가진 별들은 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운 → 백색 왜성 단계를 거치면서 진화한다.

바로알기 ④ 초신성은 태양보다 질량이 매우 큰 별이 주계열성 → 초거성 단계를 지나 폭발할 때 형성된 것이다.

4 주계열성에서 수소 핵융합 반응이 끝나면 중심핵이 헬륨 핵으로 바뀐다. 그 후 헬륨 핵의 중력 수축에 의해 발생하는 열로 헬륨 핵 주위에 분포하던 수소가 핵융합 반응을 하기 시작하여 에너지를 방출한다. 이때 발생한 에너지로 별의 바깥층이 팽창하면서 적색 거성이 된다.

5 ㄴ, ㄷ. 철은 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성되는 가장 무거운 원소이며, 주계열성의 중심에서는 수소 핵융합 반응이 일어나므로 헬륨이 생성된다.

바로알기 ㄱ. 수소는 가장 가벼운 원소로, 가장 낮은 온도에서 핵융합 반응이 일어난다.

ㄴ. 우라늄은 철보다 무거운 원소이므로 별의 내부에서 생성될 수 없으며, 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

6 블랙홀은 가장 무거운 별(태양 질량의 약 25배 이상)의 마지막 진화 단계에서 형성되며, 백색 왜성은 상대적으로 가벼운 별(태양 정도 질량)의 마지막 진화 단계에서 형성된다.

7 (가)는 원시별에서 주계열성으로 진화 중인 별이다. 원시별은 자체 중력에 의해 수축할 때 기체 입자의 위치 에너지가 감소하고, 감소한 위치 에너지만큼 내부 에너지가 증가하여 중심부의 온도가 상승한다. 따라서 원시별의 주요 에너지원은 중력 수축 에너지이다. (나)는 정역학 평형 상태를 유지하는 주계열성이다. 주계열성은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나고, 이로 인해 발생된 에너지를 방출한다. 따라서 주계열성의 주요 에너지원은 수소 핵융합 반응이다.

8 ㄱ. 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개를 생성하는 반응이다.

❷. 헬륨 원자핵 1개의 질량은 수소 원자핵 4개의 질량을 합친 것보다 작다. 따라서 핵융합 반응 후에 질량이 줄어드는데, 이 줄어든 질량이 에너지로 전환된다.

ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별들은 P-P 반응이 우세하게 일어나고, 태양보다 질량이 2배 이상 큰 별들은 CNO 순환 반응이 우세하게 일어난다.

9 (가)보다 (나)의 중심부에서 더 무거운 원소가 생성되므로 (나)는 (가)보다 질량이 큰 별의 내부 구조이다. 질량이 큰 별일수록 중심부 온도가 높으므로 더 무거운 원소를 생성하는 핵융합 반응이 일어난다.

ㄱ. 원시별의 질량이 클수록 주계열에 도달했을 때 절대 등급이 더 작으므로, 광도가 큰 주계열성이 된다.

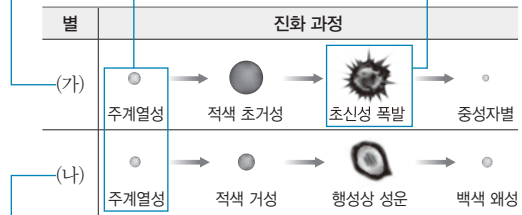
ㄷ. 원시별이 주계열에 도달하는 과정에서 중력 수축에 의해 내부 온도가 상승한다.

❷. 질량이 $1 M_{\odot}$ 인 원시별이 주계열에 도달하는 동안 H-R도의 왼쪽으로 이동하므로, 표면 온도는 점차 높아진다.

2 별의 진화

자료 분석

• (가)는 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 과정 → CNO 순환 반응이 우세
주계열성에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 짧다. 철보다 무거운 원소 생성



• 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정 → P-P 반응이 우세

선택지 분석

- ✗ 주계열 단계에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 길다. 짧다
- Ⓐ 주계열 단계의 수소 핵융합 반응 중에서 CNO 순환 반응이 차지하는 비율은 (가)가 (나)보다 크다.
- ㉠ (가)의 진화 과정에서 철보다 무거운 원소가 생성된다.

ㄴ. 질량이 큰 주계열성일수록 수소 핵융합 반응 중 P-P 반응보다 CNO 순환 반응이 우세하게 일어난다. 따라서 (가)에서는 CNO 순환 반응이, (나)에서는 P-P 반응이 우세하게 일어난다.

ㄷ. (가)의 진화 과정 중 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 원소가 생성된다.

❷. (가)는 별의 진화 과정의 마지막 단계가 중성자별이므로 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 과정이고, (나)는 별의 진화 과정의 마지막 단계가 백색 왜성이므로 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정이다. 별의 질량이 클수록 에너지의 소모가 커서 수명이 짧아지므로 주계열 단계에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 짧다.

3 별의 진화 과정

선택지 분석

- ✗ 이 별의 질량은 태양의 10배 이상이다. 태양 정도
- Ⓐ A는 주계열성이다.
- ✗ 별의 나이가 약 50억 년일 때 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 수소

ㄴ. 질량과 관계없이 별의 일생 중 가장 긴 시기를 보내는 단계는 주계열성(A)이다.

❷. 적색 거성이 되기 전(A)에는 주계열성이다.

❸. 별의 진화 단계에서 적색 거성과 행성상 성운을 거친 후에 백색 왜성으로 최후를 맞는 별들은 태양 정도의 질량을 가진 별이다.

ㄷ. 별의 나이가 약 50억 년일 때는 주계열성 단계이며, 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

수능

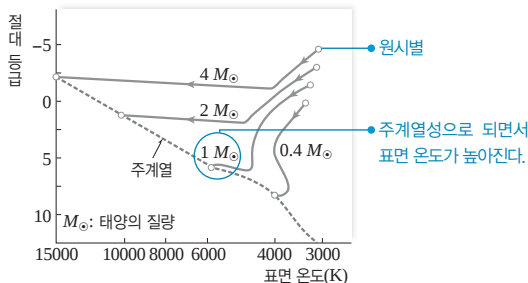
2점

본책 168쪽 ~ 170쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ③ | 2 ④ | 3 ② | 4 ④ | 5 ⑤ | 6 ⑤ |
| 7 ④ | 8 ② | 9 ② | 10 ① | 11 ⑤ | 12 ③ |

1 질량에 따른 원시별의 진화 경로

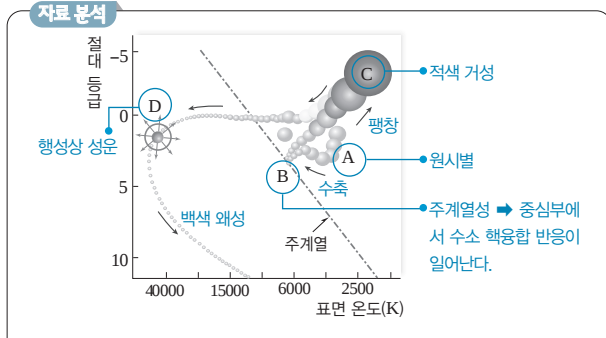
자료 분석



선택지 분석

- Ⓐ 질량이 큰 원시별일수록 광도가 큰 주계열성이 된다.
- ✗ 질량이 $1 M_{\odot}$ 인 원시별이 주계열에 도달하는 동안 표면 온도는 낮아진다. 높아진다
- ㉠ 원시별이 주계열에 도달하는 과정에서 중력 수축이 일어난다.

4 H-R도상에서 태양의 진화 과정



선택지 분석

- ① A → B 과정에서 중력 수축에 의해 중심부 온도가 높아진다.
 ② B에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.
 ③ B → C 과정에서 중심부는 수축하고, 바깥층은 팽창한다.
 ✕ 태양의 일생 중 가장 오랫동안 머무르는 단계는 C이다. B
 ⑤ D에서는 행성상 성운이 형성된다.

① A → B 과정에서 원시별(A)이 중력 수축에 의해 중심부 온도가 높아져서 약 1000만 K에 도달하면 수소 핵융합 반응이 일어나서 주계열성(B)이 된다.

② B는 주계열성이므로 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

③ B → C 과정에서는 헬륨으로 이루어진 중심부는 중력 수축하며, 이때 발생한 에너지에 의해 헬륨 핵 바깥쪽의 수소층이 가열되어 수소 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 별의 바깥층이 급격히 팽창하면서 적색 거성(C)으로 진화한다.

⑤ C → D 과정에서 별은 팽창과 수축을 반복하는 불안정한 상태가 되다가 별의 바깥층이 우주 공간으로 방출되어 행성상 성운(D)이 만들어진다.

바로알기 ④ 태양이 진화하면서 가장 오랫동안 머무르는 단계는 주계열성(B)이다.

5 행성상 성운과 초신성 진해

선택지 분석

- ✕ (가)의 중심핵은 블랙홀로 진화한다. 백색 왜성
 ㉠ (나)에서는 철보다 무거운 원소가 만들어진다.
 ㉡ (나)는 (가)보다 질량이 큰 별에서 진화하였다.

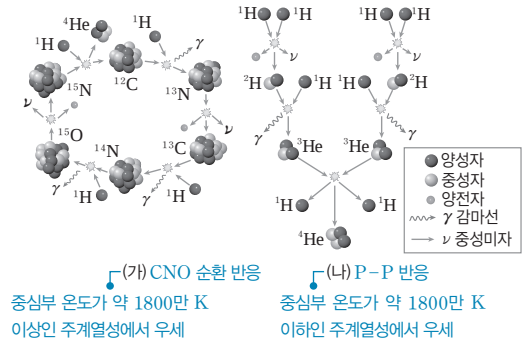
㉠. 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 생성될 수 있는 가장 무거운 원소는 철이며, 철보다 무거운 원소는 (나) 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

㉡. (가)는 질량이 태양 정도인 별, (나)는 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 단계이다.

바로알기 ㉠. 질량이 태양 정도인 별은 적색 거성 단계 이후에 별이 팽창과 수축을 반복하는 과정에서 별의 바깥층이 우주 공간으로 방출되어 (가)와 같은 행성상 성운이 만들어지며, 중심부는 더욱 수축하여 백색 왜성으로 진화한다. 태양보다 질량이 약 25배 이상인 별이 진화하는 과정에서 (나) 초신성 폭발 후 별의 중심핵이 계속 수축하여 블랙홀이 된다.

6 수소 핵융합 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 별의 내부 온도는 A가 B보다 높다.
 ㉡ (가)에서 ^{12}C 는 촉매이다.
 ㉢ (가)와 (나)에 의해 별의 질량은 감소한다.

(가)는 CNO 순환 반응, (나)는 P-P 반응이다.

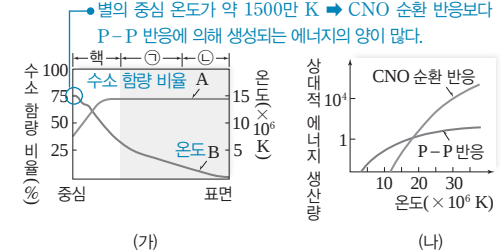
㉠. 중심부 온도가 약 1800만 K 이하인 주계열성은 양성자-양성자 반응(P-P 반응)이 우세하고, 중심부 온도가 약 1800만 K 이상인 주계열성은 탄소-질소-산소 순환 반응(CNO 순환 반응)이 우세하게 일어난다. 별 A에서는 (가)가, 별 B에서는 (나)가 우세하게 일어나므로 별의 내부 온도는 A가 B보다 높다.

㉡. CNO 순환 반응은 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 바뀌면서 에너지를 생성하는 과정에서 탄소, 질소, 산소가 촉매 역할을 한다. 따라서 (가)에서 ^{12}C 는 촉매로 작용한다.

㉢. (가)와 (나) 모두 수소 핵융합 반응이다. 수소 핵융합 반응 과정에서 반응물의 질량은 생성물의 질량보다 크고, 이 과정에서 결손된 질량이 에너지로 전환된다. 따라서 (가)와 (나)에 의해 별의 질량은 감소한다.

7 주계열성의 에너지원

자료 분석



분광형이 G2인 주계열성

→ 태양과 질량이 비슷 → ㉠은 복사층, ㉡은 대류층

선택지 분석

- ✕ A는 온도이다. 수소 함량 비율
 ㉠ (가)의 핵에서는 CNO 순환 반응보다 P-P 반응에 의해 생성되는 에너지의 양이 많다.
 ㉡ 대류층에 해당하는 것은 ㉠이다.

㉠. (가)에서 별의 중심 온도가 약 1500만 K 정도이므로 (가)의 핵에서는 CNO 순환 반응보다 P-P 반응에 의해 생성되는 에너지의 양이 많다.

ㄷ. (가)의 별은 분광형이 G2인 주계열성이므로 태양과 질량이 비슷하다. 태양 정도의 질량을 가진 주계열성은 태양과 동일한 내부 구조를 갖는다. 즉, 중심핵을 복사층과 대류층이 차례로 둘러싸고 있다. 따라서 ㉠은 복사층, ㉡은 대류층에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 별의 온도는 중심에서 가장 높고, 표면으로 갈수록 점점 낮아진다. 따라서 B가 온도이고, A는 수소 함량 비율이다.

8 별의 진화 과정

선택지 분석

- ㉠ (가)의 에너지원은 중력 수축 에너지이다.
- ❌ (나)의 중심에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. **수소**
- ❌ (다)의 내부에서는 핵융합 반응에 의해 철이 생성된다. **탄소가**
- ㉡ (라)는 크기가 작지만, 밀도는 매우 크다.

ㄱ. (가) 원시별은 중력 수축에 의해 에너지가 발생하여 중심부의 온도가 상승하며, 온도가 약 1000만 K에 이르면 수소 핵융합 반응이 일어나 주계열성이 된다.

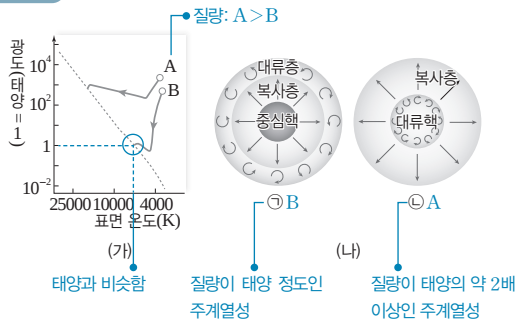
ㄴ. (라) 백색 왜성은 적색 거성의 중심부가 수축되어 만들어진 별로, 밀도가 매우 크다.

바로알기 ㄴ. (나) 주계열성에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

ㄷ. (다) 태양 정도의 질량을 가지는 별의 진화 과정 중 적색 거성의 내부에서는 탄소가 생성된다. 철은 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 과정 중에서 생성된다.

9 별의 내부 구조

자료 분석



선택지 분석

- ❌ 주계열성이 되는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 길다. **짧다**
- ㉠ A가 주계열 단계에 있을 때의 내부 구조는 ㉡이다.
- ❌ 핵에서의 CNO 순환 반응은 ㉠이 ㉡보다 우세하다. **㉡이 ㉠보다**

주계열성일 때 A는 B보다 광도가 크므로, A는 B보다 질량이 크다.

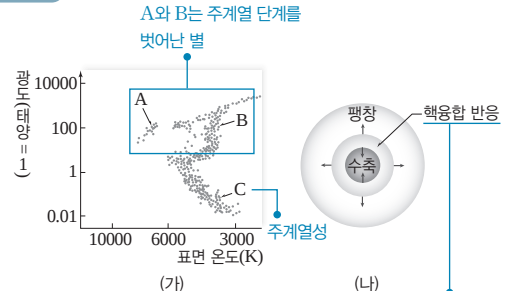
ㄴ. 질량이 큰 주계열성의 중심핵에서는 대류로 에너지를 전달하므로, A는 ㉡이다.

바로알기 ㄱ. 원시별의 질량이 클수록 중력 수축이 빨리 일어나 주계열성이 되는 데 걸리는 시간이 짧다. 따라서 질량이 더 큰 A가 B보다 주계열성이 되는 데 걸리는 시간이 짧다.

ㄷ. 핵에서의 CNO 순환 반응은 질량이 큰 주계열성에서 우세하다. ㉡이 ㉠보다 질량이 큰 별이므로 핵에서의 CNO 순환 반응은 ㉡이 ㉠보다 우세하다.

10 H-R도와 별의 내부 구조

자료 분석



- 질량이 큰 별일수록 진화 속도가 빠르다. **→ A는 B보다 질량이 크다.**
- 주계열 단계에 머무르는 기간: **A < B**
- 중심핵의 바깥층에서 수소 핵융합 반응이 일어난다. **→ 중력 < 기체 압력 차에 의한 힘**
- 팽창(주계열성 → 거성으로 진화하는 단계)

선택지 분석

- ㉠ 주계열 단계에 머무르는 기간은 A가 B보다 짧다.
- ❌ (나)의 내부는 정역학 평형 상태이다. **정역학 평형 상태가 아니다**
- ❌ (나)는 C의 내부 구조이다. **내부 구조가 아니다**

(가)에서 별 A, B, C는 동일한 성단 내에 있으므로 탄생 시기가 비슷하다. C는 주계열성이고, A와 B는 주계열 단계를 벗어난 별이다.

ㄱ. A는 B보다 질량이 큰 주계열성이 진화한 것이므로 주계열 단계에 머무르는 기간이 짧다.

바로알기 ㄴ. (나)는 중심핵의 바깥층에서 수소와 연소가 일어나 중력보다 기체 압력 차에 의한 힘이 더 커서 팽창하므로 정역학 평형 상태가 아니다.

ㄷ. C는 주계열성이고, (나)는 주계열성에서 적색 거성으로 진화하는 단계이므로 (나)는 C의 내부 구조가 아니다.

11 별의 마지막 단계에서의 내부 구조

선택지 분석

- ㉠ 질량
- ㉡ 중심부의 온도
- ㉢ 진화 속도

(가)의 중심에는 탄소(C)와 산소(O)가 분포하고, (나)의 중심에는 철(Fe)이 분포하므로 (나)가 (가)보다 무거운 원소를 생성하였다. 별의 질량이 클수록 중심부에서 무거운 원소를 생성하므로 (가)는 질량이 태양 정도인 별의 마지막 단계, (나)는 질량이 태양보다 매우 큰 별의 마지막 단계의 내부 구조이다.

ㄱ. 헬륨 핵융합 반응으로 탄소와 산소로 구성된 중심핵이 생성된 (가)보다 여러 핵융합 반응을 거쳐 철(Fe)로 이루어진 중심핵이 생성된 (나)의 질량이 더 크다.

ㄴ. 질량이 큰 별일수록 별의 중심부 온도가 높아서 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 중심부의 온도는 더 무거운 원소를 생성한 (나)가 (가)보다 높다.

ㄷ. 별의 질량이 클수록 더 많은 에너지를 빠르게 소모하므로 진화 속도가 빠르다. 따라서 별의 진화 속도는 (나)가 (가)보다 빠르다.

12 별의 내부 구조와 핵융합 반응

선택지 분석

- ☒ ㄱ. 이 별은 질량이 태양보다 매우 크다.
☒ ㄴ. 이 별은 초신성 폭발 후 행성상 성운을 만들 것이다.
중성자별이나 블랙홀
☒ ㄷ. 수소 핵융합 반응은 탄소 핵융합 반응보다 더 높은 온도에서 일어난다.

ㄱ. 태양과 질량이 비슷한 별의 내부에서는 헬륨 핵융합 반응으로 탄소, 산소까지 생성하고, 질량이 태양보다 매우 큰 별의 내부에서는 중심핵의 온도가 더 상승하여 탄소 핵융합 반응을 비롯하여 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어나 철까지 생성된다. 이 별은 중심핵에서 철이 생성되었으므로 질량이 태양보다 매우 큰 별이다.

ㄷ. 규소는 탄소보다 원자 번호가 커서 무거운 원소이므로, 수소 핵융합 반응은 탄소 핵융합 반응에 비해 더 높은 온도에서 일어날 것이다.

바로알기 ㄴ. 별의 중심핵에서 철이 생성된 별은 질량이 태양보다 매우 큰 별이며, 이러한 별은 초신성 폭발 후 남은 중심핵의 질량에 따라 블랙홀이나 중성자별이 된다. 행성상 성운은 질량이 태양과 비슷한 별들의 진화 마지막 단계에서 나타난다.

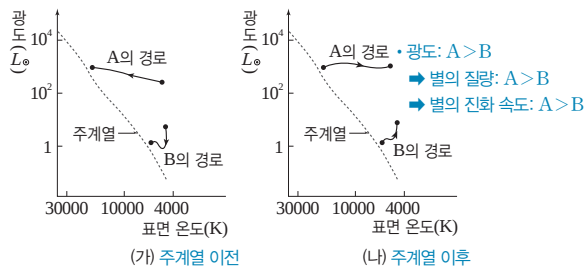
수능 3점

본책 171 쪽~173 쪽

- 1 ② 2 ④ 3 ③ 4 ① 5 ② 6 ③
 7 ③ 8 ③ 9 ④ 10 ② 11 ② 12 ③

1 H-R도와 별의 진화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ ㄱ. 주계열에 머무르는 시간은 B보다 A가 길다. 짧다
☒ ㄴ. (가)에서 A가 진화하는 동안의 주요 에너지원은 핵융합 반응이다.
중력 수축 에너지
☒ ㄷ. (나)에서 B가 진화하는 동안 중심부는 수축한다.

주계열일 때 A는 B보다 광도가 크므로, A는 B보다 질량이 큰 별이다. 별은 질량이 클수록 진화 속도가 빠르다.

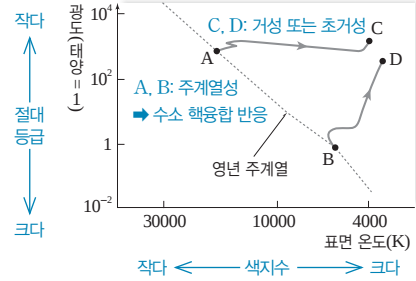
ㄷ. (나)에서 B가 진화하는 동안 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나지 않아서 헬륨으로 된 중심부에서 중력 수축이 일어난다.

바로알기 ㄱ. 질량이 클수록 별의 진화 속도가 빠르므로, 주계열에 머무르는 시간은 질량이 작은 B보다 질량이 큰 A가 짧다.

ㄴ. (가) 주계열 이전의 주요 에너지원은 중력 수축 에너지이다.

2 별의 진화 경로

자료 분석



선택지 분석

- ☒ ㄱ. 색지수는 A가 C보다 크다. 작다
☒ ㄴ. 질량은 B가 A보다 크다. 작다
☒ ㄷ. 절대 등급은 D가 B보다 크다. 작다
☒ ㄹ. 주계열에 머무는 기간은 B가 A보다 길다.
☒ ㅁ. B의 중심핵에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 수소

ㄹ. 주계열성은 질량이 클수록 수명이 짧다. B가 A보다 질량이 작으므로 주계열에 머무는 기간이 길다.

바로알기 ① 표면 온도가 높을수록 색지수가 작다. A가 C보다 표면 온도가 높으므로 색지수가 작다.

⑤ 중심핵에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나는 별은 거성이나 초거성인 C와 D이다.

3 시간에 따른 별의 내부 구성 원소의 비율 변화

선택지 분석

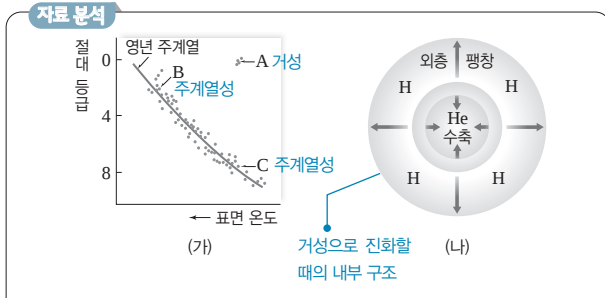
- ☒ ㄱ. (가)~(다)의 시기는 주계열성 단계이다.
☒ ㄴ. (나)~(다) 시기에는 별의 표면 온도가 낮아지고, 반지름이 증가한다. 표면 온도와 반지름이 일정하다
☒ ㄷ. (다) 이후 중심핵에서는 내부의 압력보다 중력이 더 커진다.

ㄱ. (가)는 원시별에서 주계열성이 되었을 때이고, (다)는 (나)를 거치면서 중심핵에서 수소가 고갈되는 때이다. 따라서 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 (가)~(다)의 시기는 주계열성 단계이다.

ㄷ. (다) 시기 이후에 중심핵에서 수소가 완전히 고갈되면 헬륨으로 이루어진 중심핵에서는 핵융합 반응에 의한 에너지가 생성되지 않으므로 내부의 압력이 감소한다. 따라서 내부의 압력과 중력이 이루던 평형 상태는 깨지고, 내부 압력보다 중력이 우세하여 중심핵이 수축한다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 (다)로 변화하는 기간은 중심핵에 수소가 아직 남아 있어서 수소 핵융합 반응이 진행되는 상태이므로, 주계열성 단계이다. 주계열성에서는 정역학 평형을 이루어 별의 크기가 일정하고, 표면 온도가 일정하다. 별의 표면 온도가 낮아지고, 반지름이 증가하는 것은 (다) 시기 이후에 적색 거성으로 변화하는 때이다.

8 별의 진화와 내부 구조



선택지 분석

- ㉠ 별 A는 C보다 광도와 반지름이 모두 크다.
- ㉡ 별 B는 C보다 수명이 짧다.
- ㉢ (나)와 같은 변화가 일어나고 있는 별은 C이다. B → A

㉠. 별 A는 C보다 절대 등급이 작으므로, 광도가 크다. A는 C와 표면 온도가 같은데도 광도가 크므로, A는 C보다 반지름이 크다.
 ㉡. 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다. 따라서 별 B는 C보다 질량이 큰 주계열성이므로 수명이 짧다.

바로알기 ㉢. (나)와 같은 내부 변화는 주계열성에서 거성으로 진화할 때 나타나므로, 별 B에서 A로 변해갈 때의 모습이다.

9 별의 최종 진화 단계

선택지 분석

- ㉠ 주계열성 단계에 머무는 시간은 (가)가 (나)보다 짧다. 길다
- ㉡ (다)의 중심부에서는 CNO 순환 반응이 일어난다.
- ㉢ A는 백색 왜성이다.

㉠. 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나는데, 질량이 태양과 비슷한 별에서는 P-P 반응이 우세하고, 질량이 태양보다 약 2배 이상인 별에서는 CNO 순환 반응이 우세하다. 따라서 질량이 태양 질량의 25배 이상인 (다)의 중심부에서는 CNO 순환 반응이 활발하게 일어난다.

㉢. 질량이 태양 질량 정도인 별의 최종 진화 단계(A)는 백색 왜성이다.

바로알기 ㉠. 질량이 큰 별일수록 수소 핵융합 반응이 빨리 일어나므로 수명이 짧다. 따라서 주계열성 단계에 머무는 시간은 질량이 작은 (가)가 (나)보다 길다.

10 행성상 성운과 백색 왜성

선택지 분석

- ㉠ 성운은 초신성 폭발의 잔해이다. 행성상 성운
- ㉡ 별 S의 밀도는 태양보다 클 것이다.
- ㉢ 별 S 내부에서는 현재 탄소 핵융합 반응이 활발하다. 핵융합 반응이 일어나지 않는다

성운과 그 중심부에 별이 함께 존재하는 경우, 그 성운은 행성상 성운이거나 초신성 폭발의 잔해일 가능성이 높다.

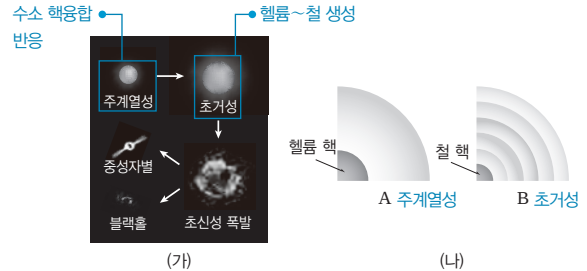
㉡. 표에서 별 S의 질량이 태양의 0.6배이고, 중심핵의 주요 구성 성분이 탄소와 산소인 것으로 보아 별 S는 백색 왜성이거나 백색 왜성이 되어 가는 별이다. 백색 왜성은 질량이 태양과 유사하지만, 크기가 매우 작아 밀도가 크다.

바로알기 ㉠. 고리 성운이 초신성 폭발의 잔해일 경우, 성운 중심부의 별은 중성자별이거나 블랙홀이어야 한다. 별 S의 중심핵 물질은 탄소와 산소이므로, 이 성운은 초신성 폭발의 잔해가 아니다.

㉢. 중심별과 그 주변을 성운이 감싸고 있는 모습은 별 진화 단계의 마지막에 해당한다. 행성상 성운 중심부의 백색 왜성은 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않고 서서히 식어간다.

11 별의 진화 과정과 내부 구조

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ B는 주계열성이다. 초거성
- ㉡ 중심부의 온도는 A가 B보다 높다. 낮다
- ㉢ 초신성이 폭발할 때, 철보다 무거운 원소가 만들어진다.

㉢. 초신성이 폭발할 때, 막대한 양의 중성자가 원자핵과 충돌하여 철보다 무거운 원소들이 만들어진다.

바로알기 ㉠. 주계열성에서는 수소 핵융합 반응을 통해 헬륨을 생성하며, 초거성에서 핵융합 반응으로 생성되는 가장 무거운 원소는 철이다. 따라서 A는 주계열성, B는 초거성이다.

㉡. 별의 중심부 온도가 높을수록 더 무거운 원소를 생성하는 핵융합 반응이 일어나므로, 중심부의 온도는 A가 B보다 낮다.

12 별의 진화 경로와 내부 구조

선택지 분석

- ㉠ 질량이 큰 별일수록 진화 속도가 빠르다.
- ㉡ 태양보다 질량이 큰 별은 광도보다는 표면 온도가 크게 변하는 진화를 한다.
- ㉢ $0.5 M_{\odot}$ 의 별은 진화 과정에서 (나)와 같은 내부 구조가 나타나지 못한다. 나타나지 못한다

㉠. (가)에서 질량이 큰 별일수록 빠른 진화 구간의 비중이 크므로, 진화 속도가 빨라 주계열성 단계에 머무는 시간이 짧다.

㉡. (가)에서 태양보다 질량이 큰 별은 거성 또는 초거성으로 진화하는 과정에서 반지름이 커지지만 표면 온도가 많이 낮아져서 광도 변화가 작다.

바로알기 ㉢. 태양보다 질량이 작은 별은 중심부의 온도가 철을 생성하는 핵융합 반응이 일어날 만큼 높아지지 않는다. 따라서 (나)와 같은 내부 구조가 나타나지 않는다.

15 외계 행성계와 외계 생명체 탐사

개념 확인

본책 175쪽, 177쪽

- (1) 청색 (2) 클, 크 (3) 없다 (4) 감소, 식 현상 (5) 뒤쪽, 앞쪽, 미세 중력 렌즈 (6) 밝기 (7) 작다 (8) 생명 가능 (9) 멀어지고, 넓어진다 (10) 멀어지고, 넓어진다 (11) 지구 (12) 물, 대기 (13) 자기장 (14) 짧 (15) 전파 망원경

수능 자료

본책 178쪽

- 자료① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 × 5 ○
 자료② 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ×
 자료③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ×
 자료④ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ×

자료① 외계 행성 탐사 방법-식 현상, 시선 속도 변화

- 1 행성의 반지름이 클수록 행성에 의해 가려지는 중심별의 면적이 크므로 밝기 변화가 크다.
- 2 행성이 A를 지날 때 중심별은 지구로부터 멀어지므로 적색 편이가 관측된다.
- 3 중심별의 겉보기 밝기가 최소인 시기는 행성에 의해 중심별이 가려질 때이다. 이때 중심별은 시선 방향에 거의 직각으로 운동하므로 스펙트럼에서 나타나는 흡수선의 파장 변화가 거의 없다.
- 4 중심별과 행성은 공통 질량 중심을 중심으로 서로 반대쪽에서 같은 방향으로 공전한다. 따라서 중심별의 공전 속도 방향은 행성이 A를 지날 때에는 시선 방향과 나란하며, 행성이 A'를 지날 때에는 시선 방향과 60°를 이룬다.
- 5 행성이 A를 지날 때 중심별은 시선 방향과 나란하게 운동하며, A'를 지날 때 중심별은 시선 방향과 60°의 각도를 이루며 운동한다. 중심별의 공전 속도를 v 라고 할 때, 행성이 A를 지날 때 중심별의 시선 속도는 공전 속도 v 와 같고, 행성이 A'를 지날 때 중심별의 시선 속도는 $v \times \cos 60^\circ = \frac{1}{2}v$ 이다. 따라서 중심별의 시선 속도는 행성이 A를 지날 때가 A'를 지날 때의 2배이다.

자료② 외계 행성 탐사 방법-시선 속도 변화, 식 현상

- 1 (가)에서 T_1 일 때는 중심별이 가장 빠르게 지구에 접근할 때이므로 청색 편이가 관측된다.
- 2 (가)에서 T_2 는 중심별이 지구에 접근하다가 후퇴하기 시작하는 시점이고, T_4 는 중심별이 지구로부터 후퇴하다가 접근하기 시작하는 시점이다. 따라서 지구로부터 중심별까지의 거리는 T_2 일 때가 T_4 일 때보다 가깝다.
- 3 (나)에서 t_2 는 중심별의 겉보기 밝기가 어두워졌다가 다시 밝아진 시기이므로 식 현상이 일어난 이후 시기에 해당한다. 따라서 t_2 일 때 외계 행성은 지구로부터 멀어지고 있다.
- 4 (나)에서 $(t_5 - t_1)$ 은 행성에 의해 식 현상이 일어났다가 다시 식 현상이 일어난 시간이므로 행성의 공전 주기에 해당한다.

5 중심별의 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사와 중심별의 겉보기 밝기 변화를 이용한 외계 행성 탐사는 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 수직일 때는 이용할 수 없다.

자료③ 외계 행성 탐사 방법-미세 중력 렌즈 현상

- 1 외계 행성계가 먼 천체 앞을 여러 번 지나가지 않는다.
- 2 미세 중력 렌즈 현상은 거리가 다른 두 개의 별이 같은 방향에 있을 경우, 뒤쪽 별의 별빛이 앞쪽 별의 중력에 의해 미세하게 굴절되어 뒤쪽 별의 밝기가 변하는 현상이다.
- 4 (나)의 ㉠ 시기에 나타나는 밝기 변화는 A 주위를 도는 행성의 중력에 의해 B의 추가적인 밝기 증가가 나타난 것이다.
- 5 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 수직일 때에도 행성에 의한 미세 중력 렌즈 현상이 나타난다.

자료④ 생명 가능 시대

- 1 태양에서 생명 가능 지대까지의 거리는 약 1 AU이고, S에서 생명 가능 지대까지의 거리는 약 1 AU보다 가깝다. 주계열성인 중심별의 질량이 클수록 생명 가능 지대는 중심별로부터 멀어지므로 S의 질량은 태양보다 작다.
- 2 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크므로, S의 광도는 태양보다 작다.
- 4 주계열성인 중심별의 질량이 클수록 생명 가능 지대의 폭은 넓어진다.
- 5 질량이 큰 별일수록 중심부의 온도가 높아 수소 핵융합 반응이 빠르게 일어나 수소를 빨리 소모하기 때문에 수명이 짧다. 따라서 별의 수명은 S가 태양보다 길다.
- 6 중심별의 질량이 작으면 연료 소모율이 작아서 중심별의 수명이 길기 때문에 행성은 오랜 시간 동안 생명 가능 지대에 머물 수 있다. S는 태양보다 질량이 작아 수명이 태양보다 길다. 따라서 a는 지구보다 생명 가능 지대에 머물 수 있는 기간이 길다.

수능 1점

본책 179쪽

- 1 (1) 외계 행성 (2) 도플러 효과 (3) 청색 편이 (4) 식 현상 (5) 미세 중력 렌즈 현상 2 ① 3 ㉠ 4 4배 5 (1) 미세 중력 렌즈 현상 (2) B 6 ⑤ 7 L, D 8 L, R, D 9 G, D

- 1 (2) 소리나 빛과 같은 파동이 관측자로부터 멀어지면 파장이 길어지고, 가까워지면 파장이 짧아지는 현상을 도플러 효과라고 한다.
 (5) 관측자의 시선 방향에 두 별이 앞뒤로 놓일 때, 앞쪽 별의 중력에 의해 뒤쪽 별의 별빛이 미세하게 휘어지면서 뒤쪽 별의 밝기가 변하는데, 이를 미세 중력 렌즈 현상이라고 한다.
- 2 ② 태양으로부터의 거리가 매우 가까운 경우 천체 망원경을 이용하여 직접 행성을 촬영할 수 있다.
 ③ 행성에 의한 중심별의 시선 속도 변화로 나타나는 별빛의 파장 변화로부터 행성의 존재 여부를 확인할 수 있다.
 ④ 행성에 의해 중심별의 밝기가 감소하는 현상을 관측하여 행성의 존재 여부를 확인할 수 있다.

⑤ 중심별과 행성의 중력에 의한 멀리 있는 배경별의 밝기 변화를 측정하면 행성의 존재 여부를 확인할 수 있다.

바로알기 ① 별의 표면 온도와 광도를 측정하면 별의 반지름을 알아낼 수는 있지만, 행성의 존재 여부를 확인할 수는 없다.

3 (나)를 보면 A에서 청색 편이가 가장 크게 나타나고 이후 파장이 길어지다가 다시 짧아지므로 중심별이 처음에 지구와 가까워졌다가 멀어진 후 다시 가까워져야 한다. 따라서 (가)에서 행성은 ㉠ 방향으로 공전해야 한다.

4 행성의 반지름이 2배가 되면 식 현상이 일어날 때 행성이 중심별을 가리는 면적은 4배가 되므로 a는 4배로 커진다.

5 (1) 미세 중력 렌즈 현상이란 두 천체가 같은 시선 방향에 있을 때 뒤쪽에 있는 천체에서 오는 빛이 앞쪽에 있는 별의 중력에 의해 미세하게 굴절되는 현상을 말한다. 앞쪽 별이 행성을 가지고 있다면 행성의 중력에 의해 추가적인 밝기 증가가 나타나 먼 천체의 밝기 변화가 불규칙해지며 이를 이용하면 외계 행성의 존재를 확인할 수 있다.

(2) 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법은 거리가 다른 두 별에서 행성이 있는 앞쪽의 별(A)이 이동할 때 뒤쪽에 있는 별(B)의 밝기가 미세하게 변하는 것을 이용한다.

6 생명 가능 지대에서 가장 중요한 요인은 액체 상태의 물이 존재할 수 있는지 여부이다. 액체 상태의 물은 다양한 물질을 녹일 수 있을 뿐만 아니라 비열이 커서 급격한 온도 변화를 막아 주므로 생명체가 탄생하고 진화하는 데 필요한 환경을 제공해 준다.

7 ㄴ, ㄷ. 주계열성의 질량이 클수록 광도가 커서 행성에 입사되는 에너지양이 증가하므로 생명 가능 지대까지의 거리가 별에서 멀어지고, 생명 가능 지대의 폭도 넓어진다.

바로알기 ㄱ. 생명 가능 지대는 별로부터 적당한 거리만큼 떨어져 있어서 액체 상태의 물이 존재할 수 있는 영역이다.

8 ㄴ. 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 행성이 생명 가능 지대에 속해 액체 상태의 물이 존재해야 한다.

ㄷ. 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 온실 효과를 일으켜 행성의 온도를 알맞게 유지하고, 우주에서 오는 생명체에 해로운 자외선을 차단하는 적절한 두께의 대기가 있어야 한다.

ㄹ. 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 우주에서 오는 유해한 우주선으로부터 생명체를 보호하는 자기장이 형성되어 있어야 한다.

바로알기 ㄱ. 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 행성이 중심별에서 적당한 거리에 있어야 한다.

ㄷ. 행성이 형성된 후 생명체가 탄생하고 진화하기까지 충분한 시간이 필요하므로 중심별의 진화 속도가 느리고, 수명이 충분히 길어야 한다.

9 ㄱ. 세티(SETI) 프로젝트는 전파를 발사할 수 있을 정도로 문명을 가진 외계의 지적 생명체를 찾는 프로젝트이다.

ㄷ. 세티(SETI) 프로젝트에서는 외계에서 오는 전파 중에서 인공적으로 만들어진 것을 찾는다.

바로알기 ㄴ. 세티(SETI) 프로젝트는 외계에서 날아오는 전파 신호를 찾는 프로젝트이므로 전파 망원경을 이용하며, 전파는 지구 대기를 잘 통과하므로 주로 지상에서 관측한다.

1 ②	2 ①	3 ②	4 ③	5 ④	6 ⑤
7 ①	8 ①	9 ⑤	10 ①	11 ①	12 ③

1 중심별의 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사

선택지 분석

- ✕ 공통 질량 중심에 대한 행성의 공전 방향은 ㉠이다. ㉡
- ㉡ 행성의 질량이 클수록 (나)에서 a가 커진다.
- ✕ 행성이 A에 위치할 때 (나)에서는 $T_3 \sim T_4$ 에 해당한다. $T_4 \sim T_5$

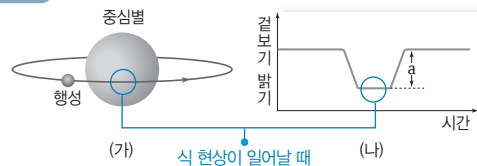
ㄴ. 행성의 질량이 클수록 중심별이 공통 질량 중심에 대해 회전하는 속도가 커지므로 시선 속도의 변화량이 커져 (나)에서 a가 커진다.

바로알기 ㄱ. 행성과 중심별은 서로의 만유인력에 의해 공통 질량 중심을 중심으로 공전한다. 따라서 두 천체의 공전 방향은 같으므로 행성의 공전 방향은 ㉡이다.

ㄷ. 행성이 A에 위치할 때 중심별은 후퇴 시선 속도가 최대인 지점을 지나 점차 감소하고 있으므로 (나)에서 $T_4 \sim T_5$ 에 해당한다.

2 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (나)는 관측자의 시선 방향이 행성의 공전 궤도면과 나란할 때 관측할 수 있는 현상이다. 식 현상
- ✕ 행성이 중심별의 앞을 지날 때 겉보기 밝기가 최대이다. 최소
- ✕ 행성의 반지름이 커지면 a는 작아진다. 커진다

ㄱ. (나)의 겉보기 밝기 변화는 중심별 주위를 도는 행성에 의해 생기는 식 현상 때문에 나타난다. 관측자의 시선 방향이 행성의 공전 궤도면과 나란할 경우에 식 현상이 일어나므로, (나)와 같은 밝기 변화가 나타난다.

바로알기 ㄴ. 행성은 중심별에 비해 어두우므로 행성이 중심별의 앞을 가리면서 식 현상이 일어날 때는 중심별의 겉보기 밝기가 최소가 된다.

ㄷ. 행성의 반지름이 커지면 중심별을 가리는 면적이 커지므로, 중심별 밝기의 변화 폭인 a가 커진다.

3 식 현상과 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사

선택지 분석

- ✕ (가)에서 외계 행성의 반지름이 작을수록 외계 행성 탐사에 유리하다. 클수록
- ㉡ (나)에서 외계 행성의 질량이 클수록 외계 행성 탐사에 유리하다.
- ✕ 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향에 나란할 때는 (가) 방법만 이용할 수 있다. 두 방법 모두

(가)는 식 현상을, (나)는 시선 속도 변화를 이용하여 외계 행성을 탐사하는 방법이다.

ㄴ. (나)에서 외계 행성의 질량이 클수록 중심별의 시선 속도 변화가 커지기 때문에 도플러 효과에 의한 별빛의 파장 변화가 커서 외계 행성 탐사에 유리하다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 외계 행성의 반지름이 작으면 별이 가려지는 면적이 줄어들기 때문에 별의 밝기 변화가 작아져 외계 행성의 존재를 확인하기 어려워진다.

ㄷ. 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향에 나란하면, 식 현상과 도플러 효과가 모두 일어날 수 있으므로 (가)와 (나) 방법을 모두 이용할 수 있다.

4 시선 속도 변화와 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사

선택지 분석

- ㉠ (가)와 같이 별과 행성이 위치하면 청색 편이가 나타난다.
- ㉡ (가)와 (나) 모두 행성의 공전 주기를 구할 수 있다.
- ㉢ (가)와 (나) 모두 행성의 공전 궤도면이 시선 방향과 수직일 때 이용할 수 있다. 없다

(가)는 시선 속도 변화를, (나)는 식 현상을 이용하여 외계 행성을 탐사하는 방법이다.

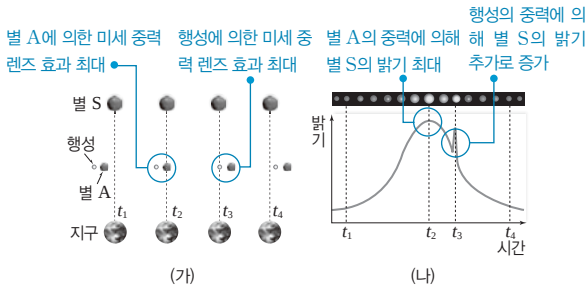
ㄱ. (가)에서 중심별이 시선 방향에서 관측자에게 다가오고 있으므로, 별빛의 파장이 짧아져 스펙트럼에서 흡수선이 파장이 짧은 쪽으로 치우치는 청색 편이가 나타난다. 반면에, 중심별이 시선 방향에서 관측자로부터 멀어지면 별빛의 파장이 길어져 스펙트럼에서 흡수선이 파장이 긴 쪽으로 치우치는 적색 편이가 나타난다.

ㄴ. (가)에서는 별빛의 파장이 변하는 주기로, (나)에서는 식 현상이 일어나는 주기(별빛의 밝기가 변하는 주기)로 외계 행성의 공전 주기를 구할 수 있다.

바로알기 ㄷ. 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향과 수직일 때는 시선 속도 변화가 나타나지 않고, 식 현상이 일어나지 않는다.

5 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 별 A의 빛에 대해 별 S의 미세 중력 렌즈 현상이 나타난 것이다. 별 S의 빛에 대해 별 A의
- ㉡ (나)에서 t_3 일 때 나타나는 추가적인 밝기 변화는 행성의 중력에 의한 것이다.
- ㉢ 별 A에 속한 행성의 질량이 더 크면 t_3 일 때 별 S의 밝기가 더 밝아질 것이다.

ㄴ. (가)에서 별 S, 행성, 지구가 일직선으로 배열되는 t_3 일 때 (나)에서 별 S의 밝기가 크게 변한다. 따라서 t_3 일 때 나타나는 별 S의 추가적인 밝기 변화는 행성의 중력에 의한 것으로 유추할 수 있다.

ㄷ. 미세 중력 렌즈 현상은 천체의 중력에 의해 나타나고, 중력은 '질량×중력 가속도'이다. 따라서 행성의 질량이 더 크면 중력이 커져 t_3 일 때 별 S의 밝기가 더 밝아질 것이다.

바로알기 ㄱ. 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사는 거리가 다른 두 개의 별이 같은 방향에 있을 경우 뒤쪽 별(별 S)의 빛이 앞쪽 별(별 A)의 중력에 의해 미세하게 굴절되어 휘어지는 현상을 이용한 것이다.

6 여러 외계 행성 탐사 방법

선택지 분석

- ㉠ (가)는 행성의 반지름이 클수록 행성을 탐사하기에 유리하다.
- ㉡ (나)는 가시광선보다 적외선 영역의 관측이 효과적이다.
- ㉢ (다)에서는 뒤쪽 별의 밝기 변화를 관측한다.

ㄱ. (가)와 같이 별 주위를 공전하는 행성이 중심별 앞쪽을 지날 때 별의 일부가 가려진다. 이때 행성의 반지름이 클수록 별의 밝기 변화가 크므로 외계 행성의 존재를 확인하기 쉽다.

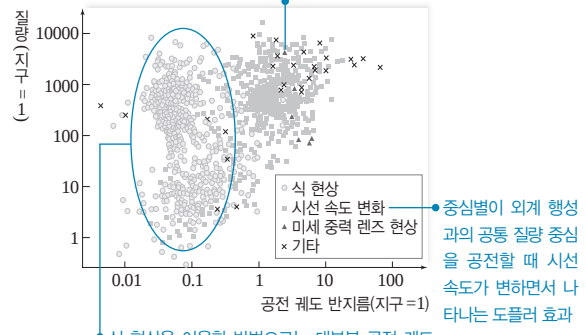
ㄴ. 별에 비해 표면 온도가 낮은 행성은 주로 적외선을 방출한다. 따라서 (나)에서 망원경과 같은 관측 도구를 이용하여 외계 행성을 직접 관측하는 경우에는 가시광선보다 적외선 영역의 전자기파를 이용하는 것이 효과적이다.

ㄷ. (다)에서 미세 중력 렌즈 현상을 이용하는 방법은 행성을 거느린 별의 중력에 의해 뒤쪽 별의 밝기가 추가적으로 변하는 것을 통해 행성의 존재를 확인할 수 있으므로 뒤쪽 별의 밝기 변화를 관측한다.

7 외계 행성계의 탐사 결과

자료 분석

미세 중력 렌즈 현상으로 발견한 행성의 수는 식 현상이나 시선 속도 변화를 이용하여 발견한 행성의 수보다 적다.



선택지 분석

- ㉠ 시선 속도 변화 방법은 도플러 효과를 이용한다.
- ㉡ 중력에 의한 빛의 굴절 현상을 이용하여 발견한 행성의 수가 가장 많다. 적다
- ㉢ 행성의 공전 궤도 반지름의 평균값은 식 현상을 이용한 방법이 시선 속도를 이용한 방법보다 크다. 적다

ㄱ. 중심별의 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사 방법은 중심별이 외계 행성과의 공통 질량 중심을 공전할 때 시선 속도가 변하면서 나타나는 도플러 효과를 이용한다.

바로알기 ㄴ. 중력에 의한 빛의 굴절 현상을 이용한 탐사 방법은 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 것으로, 미세 중력 렌즈 현상으로 발견한 행성의 수는 식 현상이나 시선 속도 변화를 이용하여 발견한 행성의 수보다 적다.

ㄷ. 식 현상을 이용한 방법으로는 대부분 공전 궤도 반지름이 지구보다 작은 행성들을 발견하였고, 시선 속도 변화를 이용한 방법으로는 공전 궤도 반지름이 지구보다 큰 행성들도 많이 발견하였다.

8 발견된 외계 행성의 특징

선택지 분석

- ㉠ 외계 행성은 대부분 태양과 비슷한 질량을 가진 별에서 발견되었다.
- ❌ 중심별의 질량이 클수록 외계 행성의 존재를 확인하기가 쉽다. 어렵다
- ❌ 발견된 외계 행성은 대부분 지구보다 질량이 작다. 크다

ㄱ. 외계 행성이 많이 발견되는 중심별의 질량은 대부분 태양 질량의 0.8배~1.4배이므로 태양과 질량이 비슷하다.

바로알기 ㄴ. 그림에서 중심별의 질량이 태양보다 매우 큰 경우, 주변에서 발견된 행성의 수가 감소한다. 중심별의 질량이 너무 크면 주변에 행성이 존재하더라도 행성의 존재를 확인하기 어렵다.

ㄷ. 외계 행성의 밀도가 거의 일정하므로 반지름이 큰 외계 행성일수록 질량이 크다고 할 수 있다. 표에서 발견된 외계 행성들은 대부분 지구보다 반지름이 크므로, 지구보다 질량이 크다고 추정할 수 있다.

9 생명 가능 지대

자료 분석

- 중심별의 광도가 클수록 중심별로부터 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어진다.
- ➡ S의 광도는 태양보다 작다.
- ➡ S의 질량은 태양보다 작다. (질량-광도 관계)

중심별로부터의 거리 (AU)



- 주계열성은 질량이 클수록 주계열에 머무는 기간(수명)이 짧아진다.
- ➡ S의 수명이 태양보다 길다.
- ➡ a는 지구보다 생명 가능 지대에 머물 수 있는 기간이 길다.

선택지 분석

- ㉠ S의 광도는 태양의 광도보다 작다.
- ㉡ a는 액체 상태의 물이 존재할 수 있다.
- ㉢ 생명 가능 지대에 머물 수 있는 기간은 지구가 a보다 짧다.

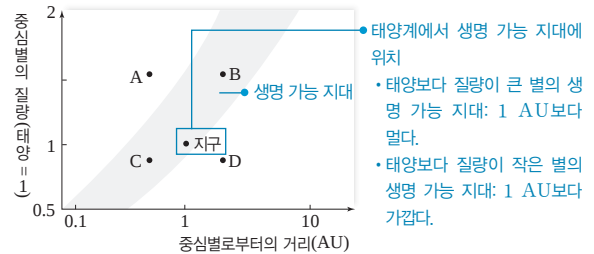
ㄱ. 태양에서 생명 가능 지대까지의 거리는 약 1 AU이고, S에서 생명 가능 지대까지의 거리는 약 1 AU보다 가깝다. 중심별의 광도가 클수록 중심별로부터 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어지므로 S의 광도는 태양의 광도보다 작다.

ㄴ. a는 생명 가능 지대에 위치하는 행성이므로 액체 상태의 물이 존재할 수 있다.

ㄷ. 주계열성은 질량이 클수록 방출하는 에너지양이 많아 연료를 빨리 소모하기 때문에 주계열에 머무는 기간과 수명이 짧아진다. S는 태양보다 광도가 작은 주계열성이므로 질량이 작아 수명이 태양보다 길다. 따라서 a는 지구보다 생명 가능 지대에 머물 수 있는 기간이 길다.

10 별의 질량에 따른 생명 가능 지대

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 생명체가 존재할 가능성은 A보다 C가 크다.
- ❌ 액체 상태의 물이 존재할 가능성은 C보다 D가 크다. D보다 C가
- ❌ B의 중심별 수명은 D의 중심별 수명보다 길다. 짧다

ㄱ. 생명체가 존재할 가능성은 A보다 생명 가능 지대에 위치한 C가 크다. A는 C보다 주계열성인 중심별의 질량이 커서 광도가 크므로, 표면 온도가 높아서 생명체가 존재할 가능성이 작다.

바로알기 ㄴ. 액체 상태의 물이 존재할 가능성은 D보다 생명 가능 지대에 있는 C가 크다. D는 온도가 낮아서 물이 얼어 있을 것이다.

ㄷ. 주계열성의 수명은 질량이 클수록 짧으므로, B의 중심별은 D의 중심별보다 수명이 짧다.

11 별의 탄생과 진화 시 생명 가능 지대의 위치 변화

선택지 분석

- ㉠ $t_0 \sim t_1$ 동안 별의 광도는 증가하였다.
- ❌ t_0 일 때, 행성 C에서 물은 대부분 기체 상태로 존재한다. 고체
- ❌ 생명체가 탄생하여 진화할 수 있는 가장 유리한 시간 조건을 가진 행성은 A이다. B

ㄱ. $t_0 \sim t_1$ 동안 중심별로부터 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어지고 폭이 넓어졌으므로, 별의 광도는 증가하였다.

바로알기 ㄴ. t_0 일 때 행성 C는 생명 가능 지대의 바깥쪽에 위치하므로, 물은 대부분 고체 상태로 존재할 것이다.

ㄷ. 행성에서 생명체가 탄생하여 진화하는 데는 매우 긴 시간이 필요하고, 행성 B가 가장 오랫동안 생명 가능 지대에 머무르고 있다. 따라서 생명체가 탄생하여 진화할 수 있는 가장 유리한 시간 조건을 가진 행성은 B이다.

12 주계열성의 물리량과 생명 가능 지대의 특징

선택지 분석

- ㉠ O형에서 M형으로 갈수록 별의 수명이 길다.
- ❌ O형 별의 행성은 지적 생명체가 존재할 가능성이 매우 크다. 작다
- ㉢ O형에서 M형으로 갈수록 생명 가능 지대가 중심별에 가까워진다.

ㄱ. O형에서 M형으로 갈수록 별의 질량이 작아지므로, 별의 수명이 길어진다.

ㄴ. O형에서 M형으로 갈수록 광도가 작아지므로, 생명체가 존재할 수 있는 생명 가능 지대가 중심별에 가까워진다.

바로알기 ㄴ. O형 별은 수명이 짧기 때문에 생명체가 탄생하고 진화할 시간이 충분하지 않으므로, 행성에 지적 생명체가 존재할 가능성이 작다.

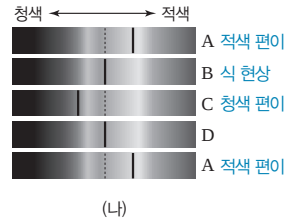
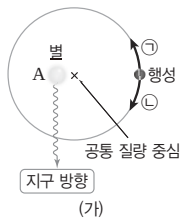
수능 3점

본책 183쪽~185쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ④ | 2 ⑤ | 3 ⑤ | 4 ④ | 5 ③ | 6 ② |
| 7 ① | 8 ⑤ | 9 ⑤ | 10 ③ | 11 ① | 12 ④ |

1 중심별의 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사

자료 분석



별이 A에 위치할 때 (나)에서 적색 편이가 나타난다. → 별이 지구에서 멀어지고, 행성은 지구 쪽으로 접근할 것이다. → 행성의 공전 방향 ㉠

별이 B로 이동하고 행성이 ㉡ 방향으로 90° 이동할 때, 식 현상이 나타난다. → 중심별의 시선 속도 변화가 없다.

선택지 분석

- ✕ 행성의 공전 방향은 ㉠이다. ㉡
- ㉠ 중심별의 겉보기 밝기는 B보다 D일 때 밝다.
- ㉡ 중심별의 질량이 더 컸다면, 스펙트럼의 편이량은 더 작았을 것이다.

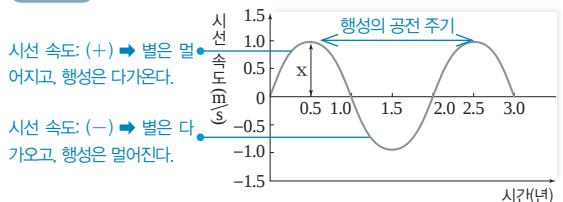
ㄴ. 행성이 ㉡ 방향으로 90° 공전하면 B일 때 식 현상이 나타나므로 중심별의 밝기가 가장 어두워진다.

ㄴ. 중심별의 질량이 더 컸다면 공통 질량 중심의 위치는 중심별에 더 가까워지고, 중심별의 회전 속도는 더 줄어든다. 따라서 도플러 효과에 의한 스펙트럼의 편이량은 감소한다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 별이 A에 위치할 때 (나)의 스펙트럼에서는 적색 편이가 나타나므로, 별은 지구에서 멀어지고 행성은 지구 쪽으로 접근할 것이다. 따라서 행성의 공전 방향은 ㉡이다.

2 중심별의 시선 속도 변화를 이용한 외계 행성 탐사

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 행성의 공전 주기는 2년이다.
- ㉡ 관측 시작 후 6개월이 되는 날 행성은 지구에 가까워지고 있다. 0.5년
- ㉢ 행성의 질량이 더 컸다면, x 는 더 커질 것이다.

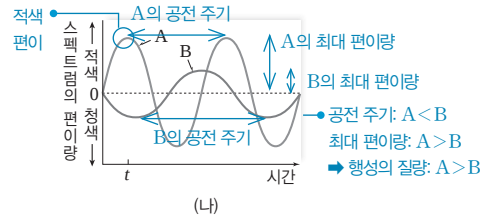
ㄱ. 별과 행성은 공통 질량 중심을 같은 주기로 회전하므로, 별의 시선 속도 변화 주기가 곧 행성의 공전 주기가 된다. 따라서 행성의 공전 주기는 2년이다.

ㄴ. 관측 시작 후 6개월(0.5년)이 되는 날은 별의 시선 속도가 (+)이므로 별은 지구에서 멀어지고 있고, 행성은 공통 질량 중심을 기준으로 별의 반대쪽에서 회전하고 있으므로 지구에 가까워진다.

ㄴ. 행성의 질량이 클수록 행성과 별의 공통 질량 중심은 별에서 멀어진다. 별이 공통 질량 중심에서 멀어질수록 별이 궤도 운동하는 반지름이 커지므로, 시선 속도 변화(x)가 크게 나타난다.

3 별빛의 도플러 효과와 외계 행성 탐사

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ t 일 때, A의 행성은 지구에 가까워지고 있다.
- ㉡ A의 행성이 B의 행성보다 공전 주기가 짧다.
- ㉢ A의 행성이 B의 행성보다 질량이 크다.

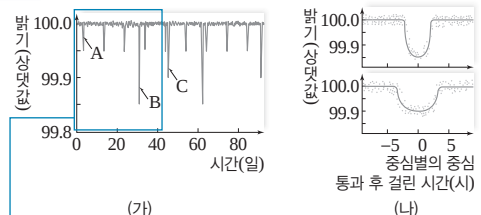
ㄱ. 시간이 t 일 때 A의 중심별은 적색 편이가 나타나므로 지구로부터 멀어지고 있고, A의 행성은 지구에 접근하고 있다.

ㄴ. 중심별의 스펙트럼 편이량의 변화가 반복되는 주기가 행성의 공전 주기에 해당한다. 따라서 A의 행성이 B의 행성보다 공전 주기가 짧다.

ㄴ. A와 B의 중심별은 질량이 같으므로 행성의 질량이 클수록 공통 질량 중심이 중심별로부터 멀어져서 스펙트럼의 최대 편이량이 커진다. 따라서 A의 행성이 B의 행성보다 질량이 크다.

4 식 현상에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화

자료 분석



- 행성의 식 현상에 의한 중심별의 밝기 감소 비율은 B가 A의 3배
- 행성의 단면적은 B가 A의 3배
- 반지름은 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배
- 행성에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화 주기 = 행성의 공전 주기
- 행성의 공전 주기: $A < B < C$
- 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간: $A < B < C$

선택지 분석

- ☒ 행성의 반지름은 B가 A의 3배이다. $\sqrt{3}$ 배
- ☐ 행성의 공전 주기는 C가 가장 길다.
- ☐ 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간은 C가 B보다 길다.

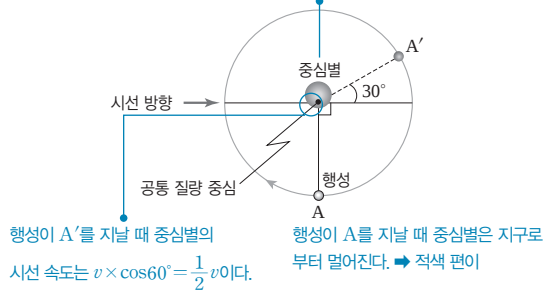
ㄴ. 각 행성에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화 주기가 각 행성의 공전 주기에 해당한다. 따라서 행성의 공전 주기는 $A < B < C$ 이다.
 ㄷ. (나)에서 중심별의 밝기가 감소한 시간 간격은 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간에 해당하며, 이 시간은 행성의 공전 주기가 길수록 길다. 행성의 공전 주기는 $A < B < C$ 이므로 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간은 C가 B보다 길다.

바로알기 ㄱ. A에 의한 중심별의 겉보기 밝기 감소는 약 0.05이고, B에 의한 중심별의 겉보기 밝기 감소는 약 0.15로 행성 A, B의 식 현상에 의한 중심별의 밝기 감소 비율은 B가 A의 3배이다. 중심별의 밝기 감소 비율은 행성의 단면적(πR^2 (R: 반지름))에 비례하므로 행성의 단면적은 B가 A의 3배이며, 반지름은 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이다.

5 외계 행성 탐사 방법

자료 분석

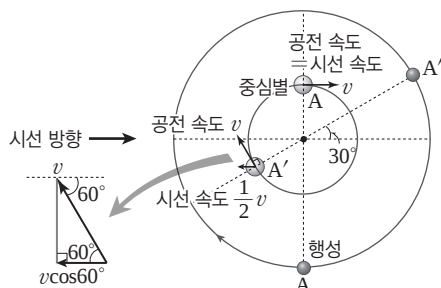
행성이 A를 지날 때 중심별의 시선 속도는 공전 속도 v 와 같다.



선택지 분석

- ☐ 식 현상을 이용하여 행성의 존재를 확인할 수 있다.
- ☒ 행성이 A를 지날 때 중심별의 **적색** 편이가 나타난다. **적색**
- ☐ 중심별의 어느 흡수선의 파장 변화 크기는 행성이 A를 지날 때가 A'를 지날 때의 2배이다.

ㄱ. 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 나란하므로 식 현상을 이용하여 행성의 존재를 확인할 수 있다.
 ㄷ. 행성이 A를 지날 때 중심별은 시선 방향과 나란하게 운동하며, 행성이 A'를 지날 때 중심별은 시선 방향과 60° 의 각도를 이루며 운동한다. 중심별의 공전 속도를 v 라고 할 때, 행성이 A를 지날 때 중심별의 시선 속도는 공전 속도 v 와 같고, 행성이 A'를 지날 때 중심별의 시선 속도는 $v \times \cos 60^\circ = \frac{1}{2}v$ 이다.



중심별의 어느 흡수선의 파장 변화 크기는 중심별의 시선 속도 크기에 비례하므로 행성이 A를 지날 때가 A'를 지날 때의 2배이다.
바로알기 ㄴ. 공통 질량 중심을 중심으로 공전하는 중심별과 행성의 공전 방향이 같으므로, 행성이 A를 지날 때 중심별은 지구로부터 멀어지고 있다. 따라서 이때 중심별의 적색 편이가 나타난다.

6 중심별의 시선 속도 변화와 겉보기 밝기 변화

선택지 분석

- ☒ (가)에서 T_1 일 때 (나)에서 겉보기 밝기는 최소이다.
- ☐ (가)에서 지구로부터 중심별까지의 거리는 T_2 일 때가 T_3 일 때보다 가깝다.
- ☒ (나)에서 t_4 일 때 외계 행성은 지구로부터 멀어지고 있다.
지구에 가까워지고

ㄴ. 중심별은 T_1 일 때 지구에 접근하다가 T_2 일 때 지구에서 가장 가깝다. T_3 일 때는 중심별이 최대 속도로 멀어질 때이므로 T_2 보다 지구에서 중심별까지의 거리가 멀다.

바로알기 ㄱ. 겉보기 밝기가 최소일 때는 식 현상이 일어날 때이다. (가)에서 식 현상은 중심별이 후퇴하다 접근하고 행성은 접근하다 후퇴하는 시점인 T_4 일 때 일어난다. T_1 일 때 중심별은 시선 속도가 최대로 접근할 때이므로 식 현상이 일어나지 않아서 겉보기 밝기가 줄어들지 않는다.
 ㄷ. (나)에서 t_4 일 때는 식 현상이 일어나기 직전이므로, 외계 행성은 지구에 가까워지고 있다.

7 미세 중력 렌즈 현상에 의한 먼 천체의 밝기 변화

선택지 분석

- ☐ 행성의 질량이 클수록 행성을 탐사하는 데 유리하다.
- ☒ ㉠ 시기에 나타난 별 A의 밝기 변화는 별 B에 의한 미세 중력 렌즈 현상 때문이다. **별 B의 행성**
- ☒ 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향에 수직인 경우에는 행성의 존재를 탐사할 수 없다. **있다**

ㄱ. 미세 중력 렌즈 현상을 이용하여 외계 행성을 탐사하는 경우에는 행성의 질량이 클수록 중력(=질량×중력 가속도)이 크게 작용하여 미세 중력 렌즈 현상이 크게 나타나므로, 외계 행성의 존재를 확인하는 데 유리하다.

바로알기 ㄴ. ㉠ 시기에 나타난 별 A의 밝기 변화는 별 B의 주위를 공전하는 행성에 의해 추가적으로 발생한 미세 중력 렌즈 현상 때문이다.

ㄷ. 미세 중력 렌즈 현상을 이용하여 외계 행성을 탐사할 경우에는 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향에 수직이어도 행성에 의한 미세 중력 렌즈 현상으로 추가적인 뒤쪽 별의 밝기 변화가 나타나므로 행성의 존재를 탐사할 수 있다.

8 생명 가능 지대의 특징

선택지 분석

- ☐ 별의 광도는 A가 B보다 크다.
- ☐ A에서 생명 가능 지대의 폭은 0.8 AU보다 크다.
- ☐ 생명 가능 지대에 머무르는 기간은 B의 행성이 C의 행성보다 길다.

생명 가능 지대에 속하는 행성의 공전 궤도 반지름이 $B < C < A$ 이므로, 주계열성의 광도와 질량은 $B < C < A$ 이다.

ㄱ. 세 행성 모두 생명 가능 지대에 위치하고, 행성의 공전 궤도 반지름이 A가 B보다 크므로, 생명 가능 지대의 거리는 A가 B보다 멀다. 별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 거리가 멀기 때문에 별의 광도는 A가 B보다 크다.

ㄴ. A의 질량이 C보다 커서 광도가 크기 때문에 생명 가능 지대의 폭이 A가 C보다 넓다. 따라서 C의 생명 가능 지대의 폭이 $0.8 \text{ AU} (= 2.0 - 1.2)$ 이므로, A의 생명 가능 지대의 폭은 0.8 AU 보다 클 것이다.

ㄷ. 주계열성의 질량이 작을수록 별의 진화 속도가 느리기 때문에 생명 가능 지대에 머무르는 기간이 길다. 따라서 B의 행성과 C의 행성 중 생명 가능 지대에 머무르는 기간이 더 긴 행성은 중심별의 질량이 작은 B의 행성이다.

9 생명 가능 지대의 특징

선택지 분석

- ☒ 단위 시간당 단위 면적에서 받는 복사 에너지량은 B가 A보다 많다. **적다**
- ☐ A의 공전 궤도 반지름은 1 AU 보다 작다.
- ☐ 생명 가능 지대의 폭은 B 행성계가 태양계보다 좁다.

행성 A, B, 지구는 모두 생명 가능 지대에 위치하고, 중심별의 광도는 태양 > B 행성의 중심별 > A 행성의 중심별이다.

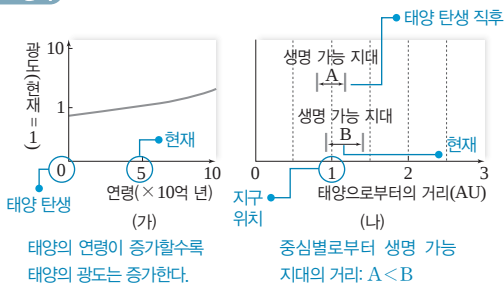
ㄴ. A의 중심별은 태양보다 광도가 작은 별이다. 따라서 중심별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 거리는 멀어지므로 생명 가능 지대에 위치한 A의 공전 궤도 반지름은 지구의 공전 궤도 반지름 (1 AU)보다 작다.

ㄷ. 중심별의 광도가 작을수록 생명 가능 지대의 폭이 좁으므로, B 행성계가 태양계보다 생명 가능 지대의 폭이 좁다.

바로알기 ㄱ. 단위 시간당 단위 면적에서 받는 복사 에너지량은 A가 1.0 이고, B가 0.75 이다.

10 태양의 연령에 따른 광도 변화와 생명 가능 지대의 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☐ 태양의 광도는 태양 탄생 직후가 현재보다 작았다.
- ☒ (나)에서 태양 탄생 직후의 생명 가능 지대는 B이다. A
- ☐ 지구는 태양 탄생 직후부터 현재까지 생명 가능 지대에 속한다.

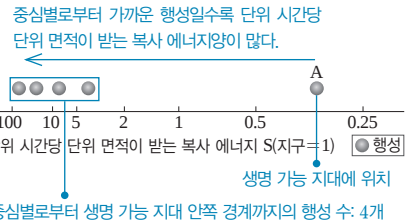
ㄱ. (가)에서 태양의 연령이 증가할수록 태양의 광도가 증가하였으므로 태양의 광도는 태양 탄생 직후가 현재(태양 탄생 약 50억 년 후)보다 작았다.

ㄷ. (나)에서 태양으로부터의 거리가 1 AU 인 곳, 즉 지구가 위치한 곳은 태양 탄생 직후부터 현재까지 생명 가능 지대에 속한다.

바로알기 ㄴ. 중심별의 광도가 증가할수록 중심별에서 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어진다. (가)에서 태양의 연령이 증가할수록 태양의 광도가 증가하였으므로 태양 탄생 직후의 생명 가능 지대는 A이고, 현재의 생명 가능 지대는 B이다.

11 생명 가능 지대

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 중심별로부터 생명 가능 지대 안쪽 경계까지의 행성 수 → 4개
- ☒ $S=1$ 인 위치에서 중심별까지의 거리
- ☒ 생명 가능 지대에 존재하는 행성의 S 값

ㄱ. 태양계는 중심별로부터 생명 가능 지대 안쪽 경계까지의 행성 수가 2개(수성, 금성)이고, 이 행성계는 중심별로부터 생명 가능 지대 안쪽 경계까지의 행성 수가 4개이므로 더 많다.

바로알기 ㄴ. $S=1$ 인 위치는 단위 시간당 단위 면적이 받는 복사 에너지가 지구와 같은 위치이다. 이 행성계의 중심별은 태양보다 질량이 작은 주계열성이므로 광도가 태양보다 작다. 따라서 $S=1$ 인 위치에서 중심별까지의 거리는 이 행성계가 태양계보다 가깝다.

ㄷ. 생명 가능 지대에 존재하는 행성은 A이다. A의 S 값은 $0.25 \sim 0.5$ 사이로 $S=1$ 인 지구보다 작다.

12 중심별의 분광형, 행성의 공전 궤도 반지름과 생명 가능 지대

선택지 분석

- ☒ (가)의 중심별은 주계열성이다. **백색 왜성**
- ☐ 생명 가능 지대의 폭은 (나)가 (다)보다 좁다.
- ☐ 앞으로 (나)는 (다)보다 생명 가능 지대에 오래 머문다.

ㄴ. 생명 가능 지대에 위치한 행성의 공전 궤도 반지름이 (다)가 (나)보다 크므로 생명 가능 지대의 폭은 (다)가 (나)보다 넓을 것이다.

ㄷ. (나)의 중심별은 분광형과 생명 가능 지대까지의 거리가 태양과 비슷하므로 주계열성이다. (다)의 중심별은 표면 온도가 태양보다 낮지만, 중심별에서 생명 가능 지대까지의 거리를 고려하면 태양보다 광도가 크므로 거성이다. 따라서 중심별이 주계열성인 (나)가 (다)보다 앞으로 생명 가능 지대에 오래 머문다.

바로알기 ㄱ. (가)의 중심별은 분광형이 A0형이므로, 분광형이 G형인 태양보다 표면 온도가 높다. 한편, 생명 가능 지대에 위치한 (가)의 행성 공전 궤도 반지름이 0.1 AU 이므로 중심별에서 생명 가능 지대까지의 거리가 매우 가깝다. 따라서 (가)의 중심별은 태양보다 표면 온도가 높지만 광도가 작으므로, 백색 왜성이다.

2. 외부 은하와 우주 팽창

16 외부 은하

개념 확인

본책 187쪽

- (1) 모양(형태) (2) 붉은색 (3) 막대 나선, 정상 나선 (4) ①-㉠, ②-㉡, ③-㉢ (5) ①-㉠, ②-㉡, ③-㉢ (6) 거의 없다

수능 자료

본책 188쪽

자료 ① 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ○ 6 ○

자료 ② 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ○

자료 ① 은하의 분류

- 2 타원 은하(A)가 시간이 흘러 불규칙 은하(B)로 진화하는 것은 아니다. 허블의 은하 분류는 별의 진화와는 관계가 없다.
- 3 우리은하는 막대 나선 은하에 해당한다.
- 5 타원 은하(A)는 성간 물질이 매우 적으므로 새로운 별의 탄생이 거의 없어 비교적 높고 붉은 별들로 이루어져 있다. 불규칙 은하(B)는 성간 물질이 많고, 이로 인해 새로운 별들의 탄생 비율이 높아 젊은 별들이 많이 분포한다.
- 6 타원 은하(A)는 불규칙 은하(B)보다 별의 평균 연령이 높고, 붉은 별의 비율이 높아 색지수가 크다. 따라서 색지수는 (나)의 ㉠에 적합한 물리량이다.

자료 ② 특이 은하

- 1 세이퍼트은하는 대부분 나선 은하의 형태로 관측되며, 전체 나선 은하 중 약 2%가 세이퍼트은하로 분류된다.
- 2 퀘이사는 수많은 별들로 이루어진 은하이지만 너무 멀리 있어 하나의 별처럼 보인다.
- 5 퀘이사는 적색 편이가 매우 크게 나타나며, 이를 통해 구한 후퇴 속도가 빛의 속도의 약 0.1배~0.82배나 된다. 적색 편이가 크다는 것은 퀘이사가 매우 먼 거리에서 빠른 속도로 멀어지고 있다는 뜻이다.
- 6 전파 은하는 보통의 은하보다 수백~수백만 배 이상의 강한 전파를 방출하는 은하로, 관측하는 방향에 따라 핵이 뚜렷한 전파 원으로 보이거나 제트(jet)로 연결된 로브(lobe)가 핵의 양쪽에 대칭으로 나타나는 모습으로 관측된다.
- 7 허블의 분류 체계로는 분류하기 어려운 전파 은하, 퀘이사, 세이퍼트은하 등을 특이 은하라고 한다.

수능 1점

본책 188쪽

- 1 (1) (가) 타원 은하 (나) 정상 나선 은하 (다) 막대 나선 은하 (라) 불규칙 은하 (2) ㉠ (가), ㉡ (라), ㉢ (다) 2 ㉤ 3 A: 퀘이사, B: 전파 은하, C: 세이퍼트은하 4 (1) 작고 → 크고 (2) 퀘이사 → 세이퍼트은하

- 1 (1) 허블은 외부 은하를 형태에 따라 타원 은하, 나선 은하(정상 나선 은하, 막대 나선 은하), 불규칙 은하로 분류하였다.
- (2) 타원 은하는 나선팔 구조가 없으며, 타원체 모양이다. 나선 은하는 은하핵과 나선팔이 있다. 불규칙 은하는 특별한 모양을 이루고 있지 않은 은하이다.

- 2 ⑤ 나선 은하는 은하 중심부를 나선팔이 감싸고 있는 은하로, 은하핵을 가로지르는 막대 모양 구조의 유무에 따라 정상 나선 은하(S)와 막대 나선 은하(SB)로 구분한다.

바로알기 ① 나선 은하는 납작한 원반 형태로 나선팔에는 성간 물질이 많아 젊고 파란색의 별들이 주로 분포하고, 은하핵에는 높고 붉은색의 별들이 주로 분포한다.

② 편평도에 따라 은하를 E0에서 E7까지 분류하는 것은 타원 은하이다.

③ 나선 은하의 나선팔에는 성간 물질이 많아 새로운 별의 탄생을 활발하다.

④ 나선 은하는 크기가 다양하며, 나선팔이 감긴 정도와 은하핵의 상대적인 크기에 따라 다양하게 세분된다.

- 3 A는 퀘이사로, 수많은 별들로 이루어진 거대한 은하이지만 매우 멀리 있어서 하나의 별처럼 보인다. B는 보통의 은하보다 수백~수백만 배 이상의 강한 전파를 방출하는 전파 은하이다. C는 세이퍼트은하로 보통 은하에 비해 아주 밝은 핵과 넓은 방출선을 보인다.

- 4 (1) 퀘이사는 거대한 은하이지만 매우 멀리 있어서 하나의 별처럼 보이는 은하로, 은하 전체의 광도에 대한 중심부의 광도가 세이퍼트은하보다 크다. 퀘이사는 우주 탄생 초기의 천체이며, 매우 큰 적색 편이가 나타난다.

(2) 세이퍼트은하는 보통의 은하들에 비하여 아주 밝은 핵과 넓은 방출선을 보인다.

수능 2점

본책 189쪽~191쪽

- 1 ⑤ 2 ③ 3 ③ 4 ③ 5 ② 6 ③
7 ② 8 ⑤ 9 ③ 10 ③ 11 ④ 12 ③

1 은하의 분류

선택지 분석

- ㉠ 은하의 질량에 대한 성간 물질의 질량비는 (가)가 (다)보다 작다.
- ㉡ 은하를 구성하는 별의 평균 표면 온도는 (나)가 (라)보다 높다.
- ㉢ A는 (라)에 해당한다.

(가)는 막대 나선 은하, (나)는 정상 나선 은하, (다)는 불규칙 은하, (라)는 타원 은하이다.

㉠. 불규칙 은하는 나선 은하에 비해 성간 물질이 많으므로 은하의 질량에 대한 성간 물질의 질량비는 (가)가 (다)보다 작다.

㉡. 나선 은하의 은하핵에는 표면 온도가 낮은 붉은색 별들이 많지만, 나선팔에는 표면 온도가 높은 파란색 별들이 많다. 타원 은하는 대부분 표면 온도가 낮은 붉은색 별들로 이루어져 있다.

㉢. A는 타원 은하이므로 (라)에 해당한다.

2 허블의 은하 분류

선택지 분석

- ㉠ A는 B보다 붉은색 별의 비율이 높다.
 ㉡ A는 C보다 나이가 많은 별들의 비율이 높다.
 ✕ B에는 은하핵이 있지만, C에는 은하핵이 없다. 있다

정상 나선 은하는 나선을 의미하는 S(Spiral)와 나선팔이 감긴 정도와 은하핵의 크기를 나타내는 a, b, c를 결합하여 Sa, Sb, Sc로 표현한다. 막대 나선 은하는 정상 나선 은하를 나타내는 기호에 막대를 의미하는 B(Bar)를 추가하여 SBa, SBb, SBc로 표현한다. 타원 은하는 타원을 의미하는 E(Ellipse)와 편평도를 의미하는 숫자 0~7을 결합하여 E0, ..., E7로 나타낸다.

㉠, ㉡, 타원 은하(A)는 나선 은하(B, C)보다 붉은색 별의 비율이 높고, 나이가 많은 별들의 비율이 높다.

바로알기 ㉢. 정상 나선 은하(B)와 막대 나선 은하(C)에는 모두 은하핵이 있다.

3 외부 은하의 특징

선택지 분석

- ㉠ (가)는 타원 은하에 해당한다.
 ㉡ (나)의 나선팔에는 중심부보다 파란색 별이 많다.
 ✕ 젊은 별들의 비율은 (가)가 (나)보다 높다. 낮다

(가)는 타원 은하, (나)는 나선 은하이다.

㉠. (가)의 은하는 완전한 공 모양은 아니지만 둥근 타원체 형태로 나타나고 있으므로 타원 은하이다.

㉡. (나)의 나선팔은 중심부보다 성간 물질이 많은 부분으로, 이곳에서 주로 파란색을 띠는 별들이 분포한다.

바로알기 ㉢. 타원 은하는 대체로 나선 은하에 비해 성간 물질의 양이 적고, 새로운 별들이 거의 생성되지 않는다. 반면, 나선 은하의 나선팔에서는 성간 물질로부터 새로운 별들이 생성된다. 따라서 젊은 별들의 비율은 (나)가 (가)보다 높다.

4 허블의 은하 분류

자료 분석

불규칙 은하 (가)		
정상 나선 은하 (나)		→ 막대 구조가 없음
막대 나선 은하 (다)		→ 중심부에 막대 구조가 나타남
타원 은하 (라)		

선택지 분석

- ㉠ 우리은하는 (다)에 속한다.
 ㉡ (가)는 규칙적인 모양을 갖지 않는다.
 ✕ (나)는 은하의 진화 정도에 따라 세분화된다.
 은하핵의 상대적 크기와 나선팔이 감긴 정도
 ㉣ (나)와 (다)는 막대 구조의 유무에 따라 구분된다.
 ㉤ (라)는 편평도에 따라 세분화된다.

- ㉠ 우리은하는 (다)와 같은 막대 나선 은하에 속한다.
 ㉡ (가)는 규칙적인 모양을 갖지 않는 불규칙 은하이다.
 ㉣ (나)는 막대 구조가 없는 정상 나선 은하이고, (다)는 은하 중심부에 막대 구조가 나타나는 막대 나선 은하이다.
 ㉤ (라)의 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7까지로 세분화된다.

바로알기 ㉢ (나)와 (다)의 나선 은하는 은하핵의 상대적 크기와 나선팔이 감긴 정도에 따라 Sa, Sb, Sc와 SBa, SBb, SBc로 세분화된다.

5 허블의 은하 분류와 외부 은하의 특징

선택지 분석

- ✕ (다)는 나선 은하이다. 불규칙 은하
 ✕ (가)는 시간이 지나면 (나)로 진화한다.
 ㉢ 나선팔의 유무에 따라 (가)와 (다)를 (나)와 구분할 수 있다.

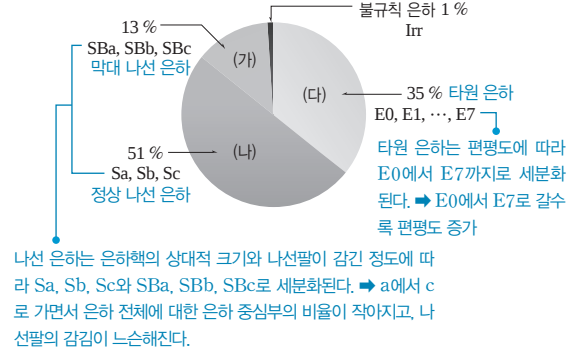
(가)는 타원 은하, (나)는 정상 나선 은하, (다)는 불규칙 은하이다.
 ㉢. 나선팔 구조를 가지는 은하는 (나) 정상 나선 은하이다.

바로알기 ㉠. (다)는 비대칭적이고, 규칙적인 모양을 보이지 않는 불규칙 은하이다.

㉡. 허블은 새로 태어난 은하는 타원 은하에서 출발해 나이를 먹어감에 따라 나선 은하로 바뀌며 불규칙 은하로 일생을 마감한다고 제안했다. 그러나 나선 은하와 불규칙 은하도 타원 은하만큼 오래된 별을 갖고 있는 경우가 있고, 타원 은하들은 별의 탄생에 필요한 먼지와 기체가 거의 없어 은하 진화의 첫 단계가 될 수 없다. 따라서 허블의 분류는 가시광선 영역에서 관측한 은하의 모양에 따른 분류일 뿐 은하의 진화 과정과 특별한 관계가 있는 것은 아니다.

6 허블의 은하 분류와 외부 은하의 특징

자료 분석



선택지 분석

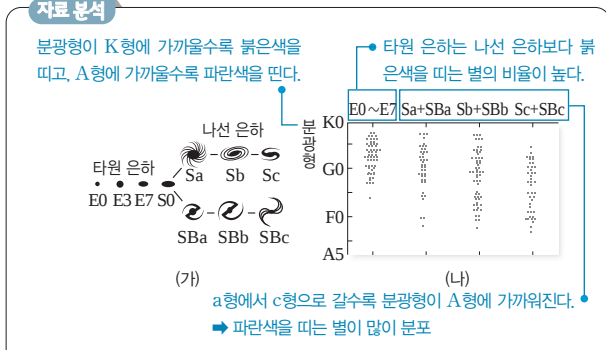
- ㉠ 우리은하는 (가)에 속한다.
 ㉡ (나)에서 Sa는 Sc보다 나선팔이 은하핵에 가깝게 감겨 있다.
 ✕ (다)에서 E0은 E7보다 편평도가 크다. 작다

㉢. 우리은하는 막대 모양의 구조와 나선팔을 가지고 있는 막대 나선 은하이다.

㉣. Sa는 나선팔이 은하핵에 가깝게 감겨 있고, Sc는 나선팔이 은하핵에서 떨어져 있다.

바로알기 ㉔. 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7까지로 세분하는데, E0에서 E7로 갈수록 편평도가 크다. 타원 은하에서 모양이 구에 가까운 것은 E0, 가장 납작한 것은 E7로, E0은 E7보다 구형에 가깝다.

7 허블의 은하 분류와 외부 은하의 특징



선택지 분석

붉은색

❌ 타원 은하에는 나선 은하보다 파란색을 띠는 별의 비율이 높다.

❌ 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 붉은색을 띠는 별들이 많다. 적다

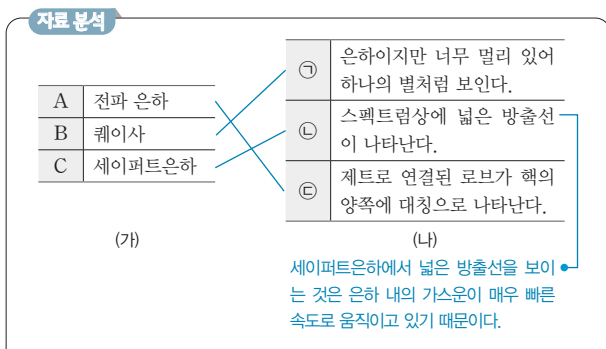
㉔. 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 은하 전체에 대한 은하핵의 비율이 작다.

㉔. 나선 은하에서 a형은 나선팔이 팽팽하게 감겨 있고 은하핵의 크기가 크며, c형은 나선팔이 느슨하게 감겨 있고 은하핵의 크기가 작다. b형은 a형과 c형의 중간 정도이다. 따라서 a형 → b형 → c형으로 갈수록 은하 전체에 대한 은하핵의 비율이 작다.

바로알기 ㉕. 그림 (나)에서 분광형이 K형에 가까울수록 붉은색을 띠고, A형에 가까울수록 파란색을 띤다. 따라서 타원 은하는 K형에 가까우므로 나선 은하보다 붉은색을 띠는 별의 비율이 높다.

㉖. 그림 (나)에서 나선 은하의 분광형 분포를 보면 a형에서 c형으로 갈수록 분광형이 A형에 가까워진다. 따라서 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 붉은색을 띠는 별들이 적게 분포한다.

8 특이 은하



선택지 분석

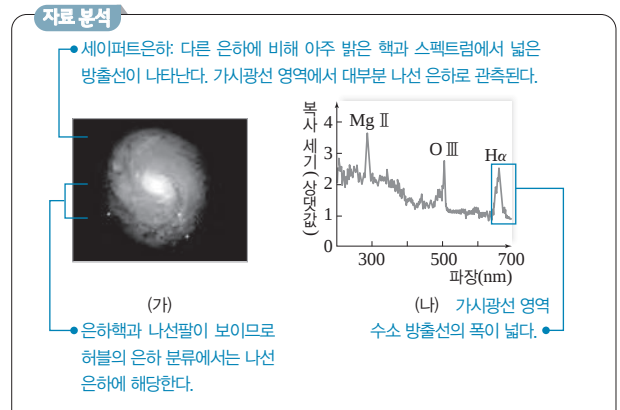
A	B	C
❌ ㉑	㉒	㉓
❌ ㉑	㉒	㉒
❌ ㉒	㉑	㉓
❌ ㉒	㉒	㉑
㉓	㉑	㉒

A: 전파 은하는 보통의 은하보다 수백~수백만 배 이상의 강한 전파를 방출하는 은하로, 관측하는 방향에 따라 핵이 뚜렷한 전파 원으로 보이거나 제트로 연결된 로브가 핵의 양쪽에 대칭으로 나타나는 모습으로 관측된다. → ㉑

B: 퀘이사는 적색 편이가 매우 크게 나타나는 천체인데, 이는 지구로부터 매우 멀리 떨어져 있기 때문이다. → ㉒

C: 세이퍼트 은하는 대부분 나선 은하의 형태로 관측되며, 보통 은하에 비해 아주 밝은 핵을 가지고 있고, 빠른 회전으로 인해 생기는 넓은 방출선이 나타난다. → ㉓

9 세이퍼트 은하



선택지 분석

㉑ (가)는 허블의 은하 분류에서 나선 은하에 해당한다.

❌ (나)는 전파 영역에서 관측된 스펙트럼이다. 가시광선

㉓ (나)에는 폭이 넓은 수소 방출선이 나타난다.

㉕. (가)에서 보면, 가시광선 영역에서 관측했을 때 나선팔이 나타나므로 허블의 은하 분류에서 나선 은하에 해당한다.

㉖. 세이퍼트 은하는 다른 은하에 비해 스펙트럼상에 폭이 넓은 방출선을 보인다. (나)에서 H α 를 보면 상대적으로 폭이 넓은 수소 방출선이 나타난다.

바로알기 ㉗. 스펙트럼 파장으로 보면 (나)는 파장이 약 300 nm ~ 700 nm의 전자기파 영역으로 나타나므로 가시광선 영역에서 관측한 것이다. 전파 영역은 스펙트럼의 파장이 수 cm ~ 수십 cm 단위로 나타난다.

10 전파 은하

선택지 분석

㉑ 이 은하는 강한 전파를 방출한다.

㉒ 중심핵에서는 물질이 분출되고 있다.

❌ 이 은하를 모양에 따라 분류하면 나선 은하에 해당한다. 타원 은하

㉕. (나)에서 강한 전파가 방출되고 있음을 관찰할 수 있다.

㉖. (나)의 중심핵에서 물질이 분출되고 있음을 관찰할 수 있다.

바로알기 ㉘. (가)에서 이 은하는 나선팔이 없고, 원에 가까운 타원 은하에 해당하는 것을 알 수 있다.

11 퀘이사

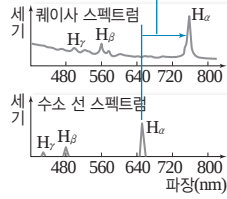
자료 분석

퀘이사는 거대한 은하이지만 매우 멀리 떨어져 있기 때문에 하나의 별처럼 보인다.



(가)

적색 편이 → 빠르게 후퇴하고 있다.



(나)

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 퀘이사 3C 273은 별처럼 보인다.
- ㉡ 퀘이사는 매우 먼 거리에 있는 천체이다.
- ㉢ (나)의 퀘이사 스펙트럼에는 수소 방출선이 적색 편이 되어 있다.
- ㉣ 퀘이사는 우리은하 밖에 있는 천체이다.

㉠. (가)에서 퀘이사와 주변에 있는 별들을 비교해 보면 퀘이사는 별처럼 보인다.

㉡. 퀘이사는 매우 먼 거리에 있는 천체로, 빠르게 후퇴하고 있으므로 적색 편이가 매우 크게 나타난다.

㉢. 퀘이사는 거대한 은하이지만 매우 멀리 있기 때문에 하나의 별처럼 보이는 천체이다. 따라서 퀘이사는 우리은하 밖에 있는 천체이다.

㉣. (나)에서 수소 선 스펙트럼의 H_α , H_β , H_γ 파장을 퀘이사 스펙트럼과 비교해 보면 퀘이사 스펙트럼의 파장이 각각 길어져 있으므로 적색 이동(적색 편이) 되어 있다.

12 세이퍼트은하, 전파 은하, 충돌 은하

선택지 분석

- ㉠ 허블의 은하 분류에 의하면 (가)는 나선 은하에 해당한다.
- ㉡ (가)와 (나)는 특이 은하에 해당한다.
- ㉢ (다)에서는 수많은 별들이 충돌하여 새로운 별이 한꺼번에 탄생한다.

㉠. 허블의 은하 분류에 의하면 (가)는 나선 은하를 가지고 있으므로 나선 은하에 해당한다.

㉡. (나)는 강한 전파를 방출하는 전파 은하이다. (가)와 (나)는 특이한 유형의 스펙트럼을 나타내거나 특정 파장의 전자기파를 방출하기 때문에 특이 은하로 분류된다. 특이 은하는 일반 은하에 비해 중심부에서 강한 전파나 X선 등 막대한 양의 에너지를 방출하는 특징이 있다.

㉢. (다) 충돌 은하에서는 거대한 분자 구름이 충돌하면서 많은 별이 한꺼번에 탄생하지만, 별들끼리 충돌하는 경우는 거의 없다.

수능

3점

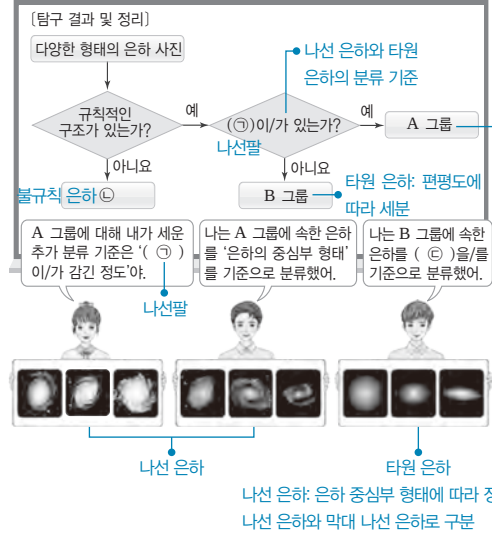
본책 192쪽~193쪽

- 1 ⑤ 2 ② 3 ① 4 ⑤ 5 ③ 6 ③
7 ② 8 ②

1 허블의 은하 분류

자료 분석

- (탐구 과정)
- (가) 다양한 형태의 은하 사진을 준비한다.
 - (나) '규칙적인 구조가 있는가?'에 따라 은하를 분류한다.
 - (다) (나)의 조건을 만족하는 은하를 '㉠'이/가 있는가?'에 따라 A와 B 그룹으로 분류한다.
 - (라) A와 B 그룹에 적용할 추가 분류 기준을 만든다.



선택지 분석

- ㉠ 나선 은하는 ㉠에 해당한다.
- ㉡ 허블의 분류 체계에 따르면 ㉡은 불규칙 은하이다.
- ㉢ '구에 가까운 정도'는 ㉢에 해당한다.

허블은 외부 은하를 가시광선 영역에서 관측되는 형태에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하였다.

㉠. 허블의 은하 분류 체계에서 규칙적인 구조를 보이는 은하는 타원 은하와 나선 은하이다. 나선 은하의 존재 유무가 타원 은하와 나선 은하를 구분하는 기준이 될 수 있으므로 나선 은하는 ㉠에 해당한다.

㉡. ㉡은 규칙적인 구조가 없는 은하이므로 허블의 은하 분류 체계에서 불규칙 은하에 해당한다.

㉢. B 그룹은 규칙적인 구조가 있고, 나선 은하가 없는 타원 은하이다. 타원 은하는 편평도에 따라 E0~E7까지 세분화하므로 '구에 가까운 정도'는 ㉢에 해당한다.

2 형태에 따른 은하의 특징

선택지 분석

- ㉠ 거대한 규모의 은하는 주로 불규칙한 모양을 띠고 있다.
- ㉡ 나선 은하에서 젊은 별은 주로 나선팔에 분포한다.
- ㉢ 타원 은하는 성간 물질이 다른 은하에 비해 많다.

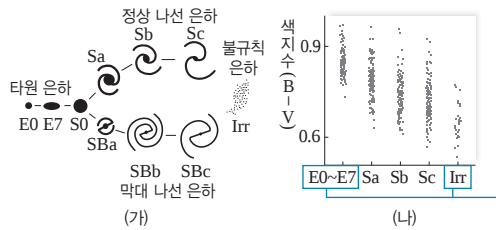
㉠. 나선 은하에서 젊은 별은 주로 나선팔에 분포하고, 늙은 별은 중심부와 헤일로에 많다.

㉡. 거대한 규모의 은하는 주로 타원 은하이다. 타원 은하는 성간 물질이 다른 은하에 비해 적기 때문에 새로 생성되는 젊은 별이 거의 없다.

3 은하의 분류와 특징

자료 분석

타원은하는 불규칙 은하보다 색지수가 크다.
→ 붉은 별의 비율은 타원 은하가 불규칙 은하보다 높다.



은하에서 젊은 별(파란 별)의 비율이 높을수록 은하의 색지수가 작다. → Sa형 은하는 Sc형 은하보다 색지수가 크므로 젊은 별의 비율이 낮다.

선택지 분석

- ㉠ 붉은 별의 비율은 타원 은하가 불규칙 은하보다 높다.
- ㉡ 젊은 별의 비율은 Sa형 은하가 Sc형 은하보다 높다. **낮다**
- ㉢ 타원 은하에서 별의 탄생은 현재가 은하 형성 초기보다 활발하다. **은하 형성 초기가 현재보다**

허블은 외부 은하를 가시광선 영역에서 관측되는 모양에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하였다.

ㄱ. 타원 은하는 불규칙 은하보다 색지수가 크므로, 붉은 별의 비율은 타원 은하가 불규칙 은하보다 높다.

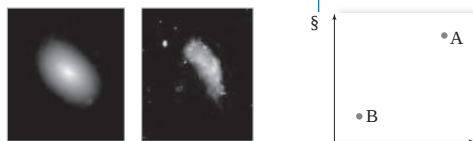
ㄴ. 은하에서 젊고 파란 별의 비율이 높을수록 은하의 색지수가 작다. (나)에서 Sa형 은하의 색지수는 Sc형 은하보다 크므로, 젊은 별의 비율은 Sa형 은하가 Sc형 은하보다 낮다.

ㄷ. 새로운 별의 탄생은 은하 형성 초기에는 비교적 활발하지만 시간이 지남에 따라 별이 탄생할 수 있는 성간 물질의 양이 줄어들어 은하 초기보다 별의 탄생을 활발하지 않다.

4 은하의 분류와 특징

자료 분석

별의 평균 연령이 높으면 표면 온도가 낮아져 붉은색을 띠는 별이 많아지므로 은하의 색지수가 커진다. → 색지수는 ㉠에 적합하다.



- 대부분의 별들이 질량이 작고, 나이가 많아 대체로 붉은색을 띤다.
- 성간 물질이 적어 새로운 별의 탄생은 거의 없다.
- 보통 규모가 작고, 성간 물질이 많으며, 젊은 별을 많이 포함하고 있다.

선택지 분석

- ㉠ 허블의 은하 분류에 의하면 A는 E0에 해당한다. **해당하지 않는다**
- ㉡ 은하는 B의 형태에서 A의 형태로 진화한다.
- ㉢ 은하의 질량에 대한 성간 물질의 비는 A가 B보다 작다.
- ㉣ 색지수는 (나)의 ㉠에 해당한다.

A는 타원 은하이고, B는 불규칙 은하이다.

ㄷ. 성간 물질은 별의 평균 연령이 높은 타원 은하(A)보다 별의 평균 연령이 낮은 불규칙 은하(B)에 더 많이 분포한다.

ㄴ. 색지수가 클수록 표면 온도가 낮은 별이다. 별의 평균 연령이 높으면 표면 온도가 낮아져 붉은색을 띠는 별이 많아지므로 은하의 색지수가 커진다. 따라서 색지수는 (나)에서 ㉠에 해당할 수 있다.

ㄱ. 타원 은하는 E0은 구에 가깝고, E7로 갈수록 편평도가 커져 납작한 타원 모양이다. A는 편평도가 크므로 E0에 해당하지 않는다.

ㄴ. 은하의 형태는 은하의 진화와 관련이 없다.

5 특이 은하

선택지 분석

- ㉠ (가)의 ㉠은 회전 속도가 빠르기 때문에 나타나는 현상이다.
- ㉡ (나)는 주로 우리은하로부터 가까운 거리에서 발견된다. **먼**
- ㉢ (나)는 비교적 우주 생성 초기에 형성되었다.

(가)는 세이퍼트 은하이고, (나)는 퀘이사이다.

ㄱ. 다른 보통의 은하와는 달리 세이퍼트 은하의 스펙트럼에 나타나는 넓은 방출선은 은하의 빠른 회전에 의한 것으로 해석된다.

ㄷ. 우리은하로부터 매우 먼 거리에 떨어져 있는 퀘이사는 빅뱅 후 비교적 이른 시기에 형성된 것으로 추정되는 천체이다.

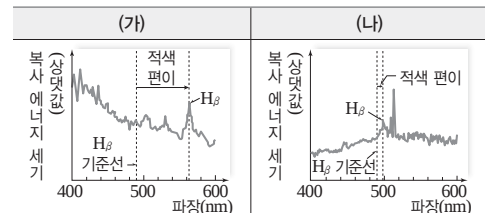
ㄴ. (나)는 퀘이사로, 적색 편이가 매우 큰 퀘이사는 우리 은하로부터 매우 먼 거리에 떨어져 있다.

6 퀘이사와 세이퍼트 은하

자료 분석

수소 방출선의 적색 편이량이 매우 크다. → 퀘이사

세이퍼트 은하



- 별처럼 점 모양으로 관측된다.
- 수소 방출선의 적색 편이량이 매우 크다.
- 은하의 형태를 알아볼 수 있다.
- 수소 방출선의 폭이 일반 은하보다 매우 넓다.

- (가)와 (나) 모두 적색 편이가 나타난다. → 우리은하로부터 멀어지고 있다.
- 적색 편이량이 클수록 후퇴 속도가 크고, 우리은하로부터의 거리가 멀다. → 우리은하로부터의 거리는 (가)가 (나)보다 멀다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 퀘이사이다.
- ㉡ (나)는 우리 은하로부터 멀어지고 있다.
- ㉢ 우리 은하로부터의 거리는 (가)보다 (나)가 **멀다. 가깝다**

ㄱ. (가)는 수소 방출선의 적색 편이량이 매우 크게 나타나므로 우주 탄생 초기에 생성된 퀘이사이다.

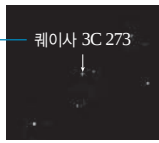
ㄴ. (가)와 (나)는 모두 적색 편이가 나타나므로 우리은하로부터 멀어지고 있다.

ㄷ. 허블 법칙에서 적색 편이량이 클수록 후퇴 속도가 크고, 우리은하로부터의 거리가 멀다. 따라서 우리은하로부터의 거리는 (가)가 (나)보다 멀다.

7 퀘이사

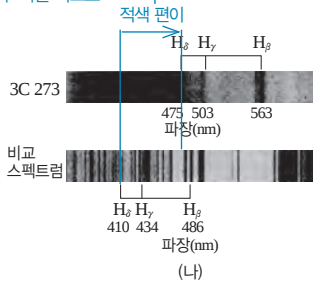
자료 분석

우리는하로부터 매우 빠른 속도로
후퇴하고 있다.



(가)

매우 멀리 있어 별처럼 보이지만 보통 은하의 수백 배 정도의 에너지를 방출하는 은하



$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{475 - 410}{410} \approx 0.16$$

선택지 분석

- ✗ (가)에서 별처럼 보이는 것은 방출하는 에너지가 적기 때문이다. 너무 멀리 있기
- ✗ 우리는하에 빠르게 접근하고 있다. 후퇴하고
- 스펙트럼의 적색 편이량은 0.1보다 크다.

ㄷ. (나)에서 H_β 가 비교 스펙트럼에서는 410 nm에서 나타나고 3C 273 스펙트럼에서는 475 nm에서 나타난다. 따라서 3C 273의 적색 편이량(z)은 $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{475 - 410}{410} \approx 0.16$ 이다.

바로알기 ㄱ. 3C 273과 같은 퀘이사에서 방출되는 에너지는 보통 은하의 수백 배나 되지만 너무 멀리 있어 하나의 별처럼 보인다.
ㄴ. 3C 273의 스펙트럼에서 적색 편이가 크게 나타나는 것으로 보아 우리는하로부터 매우 빠른 속도로 후퇴하고 있다.

8 특이 은하

자료 분석



(가) 세이퍼트 은하

보통 은하에 비해 아주 밝은 핵과 넓은 방출선을 보이는 은하로, 가시광선 영역에서 대부분 나선 은하로 관측됨



(나) 퀘이사

수많은 별들로 이루어진 은하이지만 너무 멀리 있어 하나의 별처럼 보인다. 적색 편이가 매우 크게 나타난다. 은하 전체의 광도에 대한 중심부의 광도가 세이퍼트 은하보다 크다.



제트

전파 영역에서 보면 중심 핵 양쪽에 강력한 전파를 방출하는 로브가 있고, 중심핵에서 로브로 이어지는 제트가 대칭적으로 관측됨

선택지 분석

- ✗ (가)와 (다)의 은하 중심부 별들의 회전축은 관측자의 시선 방향과 일치한다. 일치하지 않는다
- 각 은하의 중심부의 밝기는 (나)의 은하가 가장 크다.
- ✗ (다)의 제트는 은하의 중심에서 방출되는 별들의 흐름이다.

ㄴ. (나)의 퀘이는 매우 멀리 있어서 하나의 별처럼 관측되므로 중심부의 밝기는 (가)와 (다)에 비해 (나)의 은하가 크다.

바로알기 ㄱ. 전파 은하에서 제트는 블랙홀 주변에 형성된 회전하는 원반에서 수직인 방향으로 뿜어 나가므로 은하 중심부 별들의 회전축과 나란하게 뿜어 나간다. (다)에서 제트가 뿜어 나가는 방향은 시선 방향에 거의 수직하므로 (다)의 은하 중심부 별들의 회전축은 관측자의 시선 방향과 일치하지 않는다.

ㄷ. (다)의 전파 은하에서는 중심핵을 기준으로 강력한 물질(이온화된 기체)의 흐름인 제트가 대칭적으로 관측된다. 제트는 은하 중심에서 방출되는 별들의 흐름이 아니라 이온화된 기체로 이루어진 매우 높은 에너지의 빛줄기이다.

17 빅뱅 우주론

개념 확인

본책 195쪽, 197쪽, 199쪽

- (1) 적색 (2) 크게 (3) 비례 (4) 팽창 (5) 빠르게 (6) 팽창
(7) 길어 (8) 없다 (9) 작은 (10) 빅뱅 우주론 (11) ① 일정, 감소 ② 증가, 일정 (12) 된다 (13) 3000 (14) 2.7
(15) 3 : 1 (16) 지평선 (17) ①-㉠ ②-㉡ ③-㉢ (18) 가속
(19) 암흑 물질 (20) 닫힌 우주 (21) 암흑 에너지

수능 자료

본책 200쪽

- 자료 1 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 × 7 ×
자료 2 1 × 2 × 3 × 4 ○ 5 ×
자료 3 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×
자료 4 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ×

자료 1 외부 은하의 후퇴 속도와 적색 편이

1. 우리는하에서 A까지의 거리(r)가 20 Mpc이고, 허블 법칙으로부터 A의 후퇴 속도(v)는 $v = H \times r = 70 \text{ km/s/Mpc} \times 20 \text{ Mpc} = 1400 \text{ km/s}$ 이다.

3. $v = c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ (c : 빛의 속도, λ_0 : 원래의 흡수선 파장, $\Delta\lambda$: 흡수선의 파장 변화량)에서 기준 파장이 동일한 흡수선의 파장 변화량($\Delta\lambda$)은 은하의 후퇴 속도(v)에 비례한다.

4. 우리는하에서 관측한 A와 B의 후퇴 속도는 각각 1400 km/s, 2800 km/s이다. 후퇴 속도는 은하까지의 거리에 비례하므로 우리는하로부터의 거리는 B가 A의 2배(40 Mpc)이다.

5. A에서 관측한 B의 스펙트럼에서, 후퇴 속도는 $v = c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{507 - 500}{500} = 4200 \text{ km/s}$ 이다.

6. A에서 관측한 B의 후퇴 속도가 4200 km/s이므로 A와 B 사이의 거리(r)는 $r = \frac{v}{H} = \frac{4200 \text{ km/s}}{70 \text{ km/s/Mpc}} = 60 \text{ Mpc}$ 이다.

7. A와 B 사이의 거리가 우리는하에서 A까지의 거리와 B까지의 거리를 합한 값과 같으므로, 우리는하에서 관측할 때, A의 시선 방향과 B의 시선 방향은 정반대 방향이다.

자료② 우주 팽창

- 어느 단추(은하)를 기준으로 하더라도 다른 단추(은하)는 모두 기준 단추(은하)로부터 멀어지고, 먼 은하일수록 빠른 속도로 멀어진다. 이는 우주에 특별한 팽창의 중심이 없다는 것을 의미한다.
- 허블 법칙에 의하면 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어진다. 따라서 B에서 A 사이의 거리는 B에서 C 사이의 거리보다 가까우므로 B로부터 멀어지는 속도는 A가 C보다 작다.
- 대폭발 우주론에 의하면 우주가 팽창하더라도 우주의 총 질량은 일정하므로 우주의 밀도는 점점 감소한다.
- 우주가 팽창함에 따라 우주 배경 복사가 적색 편이되어 파장이 점점 길어진다.
- 풍선이 부풀면서 풍선 위에 붙은 단추 사이의 거리가 멀어지지만 단추 자체가 커지는 것은 아니다. 이로부터 우주의 팽창으로 은하 사이의 거리는 멀어지지만 은하 내의 별들 사이의 거리는 변하지 않음을 비유적으로 설명할 수 있다.

자료③ 빅뱅 우주론의 증거

- ⑦은 수소, ⑧은 헬륨이며, 헬륨은 수소 핵융합으로부터 만들어지는 원소이다.
- 우주는 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있고 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1임을 알아내었다. 이는 빅뱅 우주론에서 계산한 값과 일치하므로 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
- 빅뱅 우주론에서 우주의 온도는 시간이 지날수록 점점 감소한다. 우주의 온도가 시간에 관계없이 항상 일정한 상태를 유지한다는 우주론은 정상 우주론이다.

자료④ 우주론

- 급팽창 우주론(A)에서는 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도는 점차 감소하고, 정상 우주론(B)에서는 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도는 일정하다.
- 정상 우주론(B)에서는 우주가 팽창하면서 새로운 물질이 만들어지므로 우주 전체의 질량은 증가한다.
- 급팽창 우주론은 대폭발 우주론에서 설명할 수 없었던 몇몇 문제들을 보완하기 위해 제안된 우주론이다. (가)의 ① 시기는 급팽창 시기로, 우주 배경 복사가 우주의 양쪽 반대편 지평선에서 거의 같게 관측되는 것(=지평선 문제)은 (가)의 ① 시기에 일어난 급팽창으로 설명할 수 있다.
- 우주 배경 복사는 대폭발 우주론(빅뱅 우주론)을 지지해 주는 증거이다.



본책 201쪽

- 1 ④ 2 (1) 3×10^4 km/s (2) 약 429 Mpc 3 ① 허블 상수: $A > B$, ② 우주의 나이: $A < B$ 4 ① 5 ㄱ, ㄷ 6 우주의 지평선 문제, 우주의 편평성 문제, 자기 홀극 문제 7 (1) C (2) A (3) B 8 ④

- ④ 멀리 있는 외부 은하일수록 거리에 비례하여 적색 편이 값이 커지며, 은하의 적색 편이량을 측정하면 은하의 후퇴 속도를 알 수 있다.

▶로알기 ① 우주가 팽창할 때 팽창의 중심은 없다.

- 우주가 팽창하더라도 은하 자체는 팽창하지 않는다.
- 거리가 먼 은하일수록 적색 편이량이 크다.
- 은하의 거리가 멀어짐에 따라 후퇴 속도도 비례하여 커진다.

- (1) 외부 은하의 후퇴 속도(v)는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$v = 3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{(440 - 400) \text{ nm}}{400 \text{ nm}} = 3 \times 10^4 \text{ km/s}$$

- (2) 허블 법칙을 이용하여 외부 은하까지의 거리(r)를 구하면 다음과 같다.

$$r = \frac{\text{후퇴 속도}(v)}{\text{허블 상수}(H)} = \frac{3 \times 10^4 \text{ km/s}}{70 \text{ km/s/Mpc}} \approx 429 \text{ Mpc}$$

- 그래프에서 기울기는 거리에 따른 후퇴 속도, 즉 허블 상수에 해당한다. 그래프의 기울기가 $A > B$ 이므로 허블 상수는 $A > B$ 이다. 우주의 나이는 허블 상수의 역수에 해당하므로 $A < B$ 이다.

- ① 그림은 빅뱅(대폭발)으로 시작된 우주가 점차 팽창하고 있는 모습을 나타낸 것이다. 초기에 초고온·초고밀도 상태였던 우주는 팽창함에 따라 점차 온도와 밀도가 감소한다.

▶로알기 ② 우주의 크기는 증가하고 있다.

- 우주의 온도는 감소하고 있다.
- 우주 팽창의 중심은 알 수 없거나 존재하지 않는다.
- 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어지므로 후퇴 속도가 크다.

- ㄱ, ㄷ. 우주 배경 복사는 대폭발 이후 우주의 온도가 약 3000 K로 식었을 때 형성된 복사 에너지이며, 빅뱅 우주론의 가장 강력한 증거이다.

▶로알기 ㄴ. 우주 배경 복사는 전체적으로 거의 균일하지만 방향에 따라 $\frac{1}{10}$ 만 정도의 미세한 온도 차이가 있다. 우주 배경 복사의 미세한 온도 차이는 밀도 차이를 의미하며, 이 밀도 차이로 인해 별과 은하가 만들어질 수 있었다.

- 기존의 빅뱅 우주론이 설명하지 못했던 세 가지 문제점은 우주의 지평선 문제, 우주의 편평성 문제, 자기 홀극 문제이다.

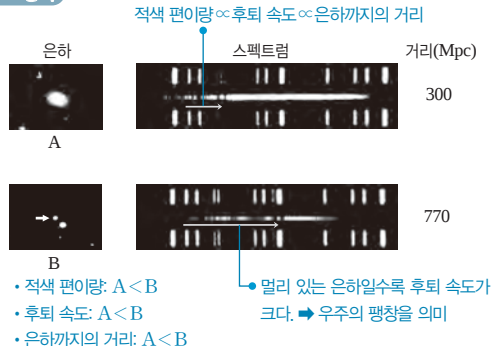
- (1) A는 암흑 에너지, B는 암흑 물질, C는 보통 물질이다. 이중 광학적으로 관측 가능한 것은 보통 물질이다.
(2) 우주를 구성하는 요소 중 중력과 반대인 척력으로 작용하면서 우주 팽창을 가속시키는 것은 암흑 에너지이다.
(3) 암흑 물질은 빛을 방출하지 않아 보이지 않지만 질량이 있으므로 중력적인 방법으로 그 존재를 추정할 수 있는 물질이다. 암흑 물질의 존재는 나선 은하의 회전 속도 곡선이나 중력 렌즈 현상 등을 통해 추정할 수 있다.

- 암흑 에너지를 고려하지 않을 때, 우주가 계속 팽창할 것인지, 팽창하다 수축할 것인지, 팽창하다 정지할 것인지를 결정짓는 가장 중요한 물리량은 우주의 밀도이다.

- 1 ① 2 ⑤ 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ④
7 ⑤ 8 ③ 9 ② 10 ② 11 ① 12 ⑤

1 외부 은하의 적색 편이

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A, B 모두 적색 편이가 나타난다.
~~㉡~~ A는 B보다 빠른 속도로 멀어진다. 느린
~~㉢~~ 이로부터 우주의 크기는 일정하게 유지됨을 알 수 있다.
우주는 팽창하고 있음을

A보다 B는 우리은하로부터의 거리가 멀고, 스펙트럼에 나타나는 적색 편이량이 크다.

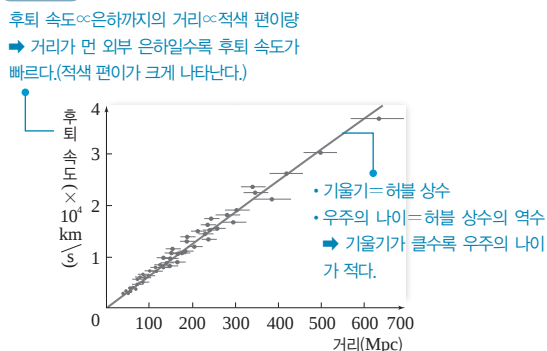
㉠. 그림에서 A, B 모두 후퇴하고 있으므로 적색 편이가 나타난다.

바로알기 ㉡. A는 300 Mpc, B는 770 Mpc 거리에 있다. 허블 법칙에 따르면 거리가 멀수록 후퇴 속도가 빠르므로 A는 B보다 느린 속도로 멀어진다.

㉢. 외부 은하의 스펙트럼 분석을 통해 우주는 팽창하고 있음을 알 수 있다.

2 허블 법칙

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 기울기는 허블 상수에 해당한다.
 ㉡ 기울기가 클수록 우주의 나이는 적어진다.
 ㉢ 멀리 있는 외부 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.
 ㉣ 후퇴 속도가 빠른 외부 은하일수록 적색 편이가 크다.
~~㉤~~ 이 자료에 의하면 우리은하를 중심으로 우주가 팽창하고 있다.
우주 팽창의 중심은 없다

㉠ 허블 법칙은 $v = H \cdot r$ (v : 후퇴 속도, H : 허블 상수, r : 은하까지의 거리)이므로, 그래프에서 기울기는 $\frac{v}{r} = H$ 에 해당한다.

㉡ 우주의 나이는 허블 상수의 역수 $\left(\frac{1}{H}\right)$ 로 나타낼 수 있으므로 그래프에서 기울기, 즉 허블 상수(H)가 클수록 우주의 나이는 적어진다.

㉢ 그림을 해석하면 거리와 후퇴 속도가 비례한다. 즉, 멀리 있는 외부 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.

㉣ 후퇴 속도가 빠른 외부 은하들은 스펙트럼 관측에서 적색 편이가 크게 나타난다.

바로알기 ㉤ 허블 법칙에 의하면 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 후퇴 속도를 가진다. 이는 우주가 팽창하기 때문이다. 또한, 어떤 은하를 기준으로 하더라도 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어진다는 허블 법칙이 성립하는데, 이는 우주에 팽창의 중심이 없다는 것을 의미한다.

3 허블 법칙

선택지 분석

- ~~㉠~~ 멀리 있는 외부 은하일수록 후퇴 속도가 느리게 나타난다.
 ㉡ B에서 관측하면 A와 C는 모두 후퇴한다. 빠르게
~~㉢~~ 20억 년 전 우리은하에서 본 C의 후퇴 속도는 현재와 동일하다. 현재보다 느렸다

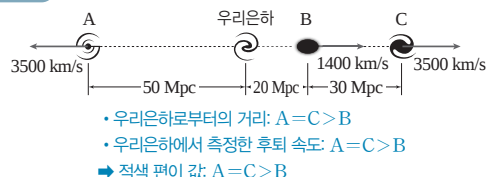
㉡. 외부 은하들의 거리가 멀어지는 것은 우주의 팽창에 의해 공간이 확장되기 때문이다. 따라서 어느 은하에서 다른 은하를 관측 하더라도 후퇴하는 것으로 관측된다. 즉, B에서 관측하면 A와 C는 모두 후퇴한다.

바로알기 ㉢. 은하까지의 거리는 $A < B < C$ 이고, 후퇴 속도는 $A < B < C$ 이다. 따라서 멀리 있는 외부 은하일수록 후퇴 속도가 빠르게 나타난다.

㉣. 우주의 팽창에 의해 20억 년 전에는 우리은하와 C 사이의 거리가 현재보다 가까웠다. 따라서 20억 년 전 우리은하에서 본 C의 후퇴 속도는 현재보다 느렸다.

4 우주의 팽창과 은하의 거리

자료 분석



선택지 분석

- ~~㉠~~ 우리은하가 우주의 중심이다. 중심은 없다
 ㉡ 우리은하에서 측정한 적색 편이 값은 B가 C보다 작다.
 ㉢ C에서 측정한 후퇴 속도는 A가 우리은하의 2배이다.
~~㉣~~ 은하까지의 거리가 멀수록 후퇴 속도가 느리다. 빠르다

ㄴ. 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 빠르므로 적색 편이 값이 크게 나타난다. 우리은하로부터의 거리는 B가 C보다 가까우므로 우리은하에서 측정한 적색 편이 값은 B가 C보다 작다.

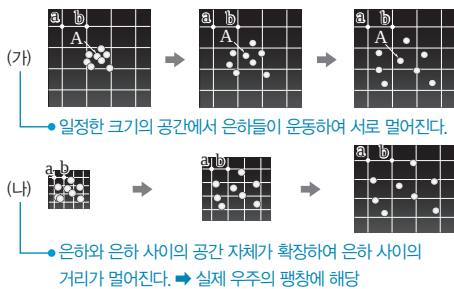
ㄷ. 은하 C로부터의 거리는 우리은하가 50 Mpc, 은하 A는 100 Mpc이다. 즉, C로부터의 거리는 A가 우리은하의 2배이므로, C에서 측정한 후퇴 속도도 A가 우리은하의 2배이다.

바로알기 ㄱ. 팽창하는 우주의 중심은 따로 존재하지 않으며, 어느 지점에서 관측하더라도 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 빠르게 관측된다.

ㄴ. 허블 법칙에 의하면 은하의 후퇴 속도는 거리에 비례한다. 따라서 은하까지의 거리가 멀수록 후퇴 속도가 빠르다.

5 우주의 팽창

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)의 은하 A에서 관측한 다른 은하의 스펙트럼에서는 청색 편이가 나타난다. 적색 편이
- ☐ (나)는 은하와 은하 사이의 공간이 확장하는 것이다.
- ☐ (가)와 (나) 중에서 실제 우주의 팽창은 (나)에 해당한다.

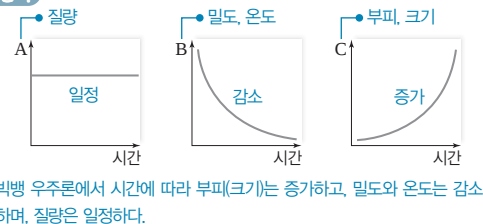
ㄴ. (가)와 달리 (나)는 공간상의 기준이 되는 a점과 b점 사이의 거리도 멀어지고 있다. (나)에서 은하가 서로 멀어지는 것은 은하와 은하 사이의 공간 자체가 확장하고 있기 때문이다.

ㄷ. 실제 우주의 팽창은 일정한 크기의 공간에서 은하들이 서로 멀어지는 것이 아니라 은하가 놓여 있는 공간 자체가 확장하는 것이므로 (가)보다 (나)가 실제 우주의 팽창에 가깝다. 이때 멀리 있는 은하일수록 더 빠르게 멀어지 간다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (나) 모두 은하 간의 거리는 서로 멀어지고 있으며, 멀리 있는 은하의 후퇴 속도가 더 빠르다. 따라서 (가)에서도 어느 한 은하, 예를 들어 은하 A에서 관측한 다른 은하의 스펙트럼에서 적색 편이가 나타난다. 단, (가)처럼 우주 공간이 일정한 크기를 유지한 상태에서 은하들의 운동이 일어날 때 어떤 한 은하를 중심으로 그 은하로부터 먼 은하일수록 더 빠르게 멀어지는 것은 확률적으로 매우 어렵다.

6 빅뱅 우주론

자료 분석



선택지 분석

A	B	C
☒ 부피	밀도	온도
☒ 부피	온도	질량
☒ 온도	질량	부피
☒ 질량	온도	부피
☒ 질량	밀도	온도

빅뱅 우주론에서 우주의 질량(A)은 시간에 관계없이 일정하다. 시간이 흐를수록 우주 공간이 팽창하므로 부피(C)는 증가하고, 밀도와 온도(B)는 감소한다.

7 빅뱅 우주론의 증거—우주 배경 복사

선택지 분석

- ☐ 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
- ☒ 우주 배경 복사가 방출되었던 시기에 우주의 온도는 약 2.7 K 이었다. 현재
- ☐ 복사 강도가 최대인 파장은 우주 탄생 초기보다 현재가 길다.

ㄱ. 빅뱅 우주론에서는 초고온의 원시 우주에서 빛과 물질이 분리되어 우주가 투명해졌을 때 발생한 복사가 우주의 팽창과 함께 식어 우주 전체에 고르게 퍼져 있을 것이라고 주장했으며, 펜지어스와 윌슨이 처음으로 우주 배경 복사를 발견함으로써 이를 입증하였다. 따라서 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

ㄷ. 우주 탄생 초기보다 현재의 우주 온도가 낮으므로 복사 강도가 최대인 파장은 우주 탄생 초기보다 현재가 길다.

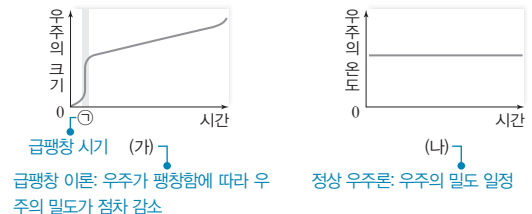
바로알기 ㄴ. 우주 배경 복사가 최초로 방출된 당시에 우주의 온도는 약 3000 K으로 현재보다 훨씬 뜨거웠다. 이후 우주가 팽창함에 따라 온도가 점차 낮아져서 현재는 약 2.7 K 흑체가 내는 복사 에너지 분포와 비슷해졌다.

8 급팽창 이론과 정상 우주론

자료 분석

(가) 급팽창 이론: 빅뱅 직후 우주가 급격히 팽창했다는 이론으로, 빅뱅 우주론에서 설명할 수 없었던 우주의 지평선 문제를 해결할 수 있었다.

(나) 정상 우주론: 우주가 팽창하여도 우주의 온도와 밀도는 변하지 않고 항상 일정한 상태를 유지한다는 이론



선택지 분석

- ☐ 우주 배경 복사가 우주의 양쪽 반대편 지평선에서 거의 같게 관측되는 것은 (가)의 ㉠ 시기에 일어난 팽창으로 설명된다.
- ☐ A는 수소와 헬륨의 질량비가 거의 3 : 1로 관측되는 결과와 부합된다.
- ☒ 우주의 밀도 변화는 B가 A보다 크다. 작다

A는 급팽창 이론, B는 정상 우주론이다.

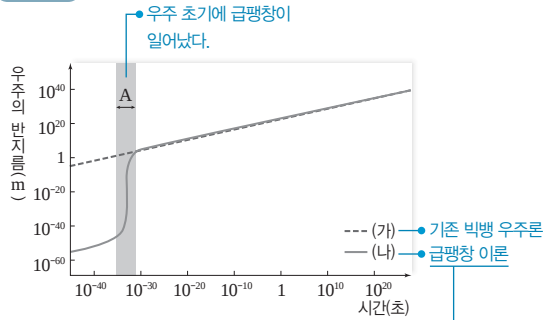
ㄱ. (가)의 ㉠ 시기는 급팽창 시기로, 우주 배경 복사가 우주의 양쪽 반대편 지평선에서 거의 같게 관측되는 것(=우주의 지평선 문제)은 (가)의 ㉠ 시기에 일어난 급팽창으로 설명된다.

ㄴ. 급팽창 이론은 기존 빅뱅 우주론에서 설명할 수 없었던 세 가지 문제점을 보완하기 위해 제안된 이론이다. 따라서 급팽창 이론 A는 빅뱅 우주론의 증거인 수소와 헬륨의 질량비가 거의 3 : 1로 관측되는 결과와 부합된다.

바로알기 ㄷ. 급팽창 이론에서는 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도가 점차 감소하지만, 정상 우주론에서 우주의 밀도는 변하지 않는다. 따라서 우주의 밀도 변화는 A가 B보다 크다.

9 급팽창 우주

자료 분석



선택지 분석

- ✕ (가) 이론은 (나) 이론의 문제점인 우주의 지평선 문제를 설명할 수 있다. (나) 이론은 (가) 이론의
- ✕ (나) 이론에서 A 시기에 우주의 밀도는 증가한다. 감소
- ㄷ 우주 배경 복사의 파장은 점점 길어진다.

급팽창 이론(인플레이션 이론)은 우주의 나이가 10^{-36} 초부터 10^{-34} 초 사이에 우주의 크기가 10^{50} 배 정도 급격히 팽창했다는 이론으로 1979년 구스가 제안하였다. 우주의 크기가 급팽창하기 전에는 우주의 지평선보다 작았고, 급팽창 이후에는 우주의 지평선보다 크다고 가정하여 빅뱅 우주론의 한계인 우주의 지평선, 우주의 편평성 문제 등을 해결하여 빅뱅 우주론을 보완하였다.

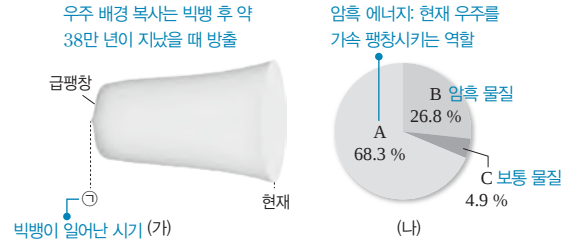
ㄷ. 우주는 계속 팽창하고 있으므로 우주의 온도는 점점 낮아지고 있다. 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 무렵 우주 배경 복사가 방출되었고, 그 이후 파장은 점점 길어진다.

바로알기 ㄱ. (가)는 빅뱅 우주론이고, (나)는 급팽창 이론이다. 따라서 (나) 이론은 (가) 이론의 문제점인 우주의 지평선 문제를 설명할 수 있다. 급팽창 이론에 따르면 급팽창 이전의 우주의 크기는 우주의 지평선보다 작아 정보의 교환이 가능하여 우주 배경 복사가 균일할 수 있었다.

ㄴ. 급팽창 이론에서는 A 시기에 급격한 팽창이 일어나므로 우주의 밀도는 급격히 감소한다.

10 우주 배경 복사와 우주를 구성하는 요소

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 우주 배경 복사는 ㉠ 시기에 방출된 빛이다. ㉠ 시기 이후에
- ㄴ 현재 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하는 것은 A이다.
- ✕ B에서 가장 큰 비율을 차지하는 것은 중성자이다. 중성자는 C에 속한다.

(나)에서 A는 암흑 에너지, B는 암흑 물질, C는 보통 물질에 해당한다.

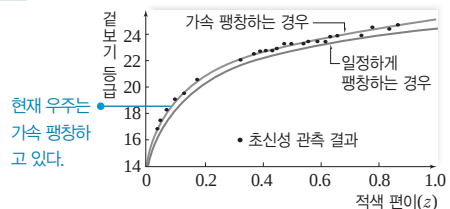
ㄴ. 척력으로 작용하여 현재 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하는 것은 암흑 에너지인 A이다.

바로알기 ㄱ. 우주 배경 복사는 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때 방출되었다. ㉠ 시기는 빅뱅이 일어난 시기이다. 따라서 우주 배경 복사는 ㉠ 시기 이후에 방출된 빛이다.

ㄷ. 보통 물질을 구성하는 원자는 원자핵과 전자로 이루어졌는데, 중성자는 양성자와 함께 원자핵을 구성하는 물질이다. 암흑 물질은 전자기파로 관측되지 않아 우리 눈에 보이지 않기 때문에 중력적인 방법으로만 존재를 추정할 수 있는 미지의 물질이다. 따라서 중성자는 암흑 물질인 B가 아니라 보통 물질인 C에 해당한다.

11 Ia형 초신성과 가속 팽창 우주

자료 분석



절대 등급이 일정한 Ia형 초신성들의 겉보기 등급이 밝기는 우주가 일정하게 팽창해 왔다고 가정했을 때의 예상값보다 더 어둡게 관측되므로 겉보기 등급이 더 크게 나타난다.

선택지 분석

- ㉠ 먼 거리의 Ia형 초신성일수록 빠른 속도로 멀어진다.
- ✕ Ia형 초신성은 일정하게 팽창하는 경우에서 예상했던 밝기보다 밝게 관측되었다. 어둡게
- ✕ 현재 우주는 감소 팽창하고 있다. 가속

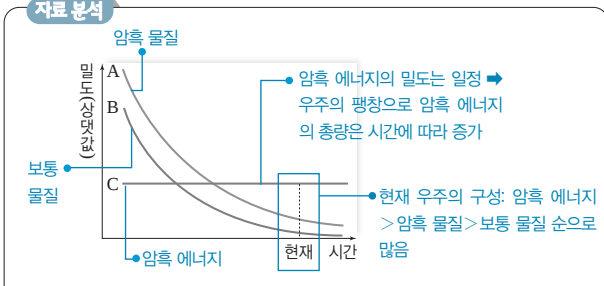
절대 등급이 일정한 Ia형 초신성의 겉보기 등급을 측정하면 별까지의 실제 거리를 알 수 있다.

ㄱ. Ia형 초신성의 겉보기 등급이 클수록, 즉 어두울수록 적색 편이가 크고 후퇴 속도가 빠르다. 따라서 Ia형 초신성들은 먼 거리에 있어 어두울수록 빨리 멀어진다.

바로알기 ㄴ. Ia형 초신성을 관측하여 얻어진 겉보기 등급은 일정하게 팽창하는 경우에서 계산된 겉보기 등급보다 더 크다. 즉, 더 어둡게 관측되었다.

ㄷ. 후퇴 속도를 이용하여 일정하게 팽창하는 우주에서 예상되는 겉보기 등급을 이론적으로 계산한 것보다 실제 관측한 Ia형 초신성의 겉보기 등급이 더 크게 측정되었다. 이는 우주가 가속 팽창하지 않는다는 가정이 실제와 맞지 않고 우주의 팽창 속도가 점점 빨라지고 있음을 의미한다. 즉, 현재 우주는 가속 팽창하고 있다.

12 암흑 물질과 암흑 에너지



선택지 분석

- ㉠ A는 암흑 물질이다.
- ㉡ 우주에 존재하는 암흑 에너지의 총량은 시간에 따라 증가한다.
- ㉢ 보통 물질이 차지하는 비율은 시간에 따라 감소한다.

ㄱ. A는 현재 두 번째로 많으므로 암흑 물질이다.
 ㄴ. 우주가 팽창하고 있는데 암흑 에너지인 C의 밀도는 일정하므로 암흑 에너지의 총량은 시간에 따라 증가한다.
 ㄷ. 그림에서 보통 물질인 B가 차지하는 비율은 시간에 따라 감소하고 있다.

수능 3점

본책 205쪽~207쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ② | 2 ① | 3 ① | 4 ④ | 5 ④ | 6 ③ |
| 7 ③ | 8 ① | 9 ③ | 10 ④ | 11 ③ | 12 ③ |

1 외부 은하의 적색 편이와 허블 법칙

선택지 분석

- ✗ 멀리 있는 외부 은하일수록 $\Delta\lambda$ 는 작아진다. 커진다
- ㉠ X의 후퇴 속도는 15000 km/s이다.
- ✗ X를 이용하여 구한 허블 상수는 75 km/s/Mpc이다. 50

ㄴ. 은하의 후퇴 속도는 $c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ (c : 빛의 속도, $\Delta\lambda$: 파장 변화량, λ_0 : 원래 파장)로 구할 수 있다. c 는 3×10^5 km/s, $\Delta\lambda$ 는 200 Å, λ_0 는 4000 Å 이므로 X의 후퇴 속도는 15000 km/s이다.

바로알기 ㄱ. 허블 법칙에 의하면 멀리 있는 외부 은하일수록 후퇴 속도가 빠르게 나타나므로 적색 편이량($\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$)이 크다. 따라서 멀리 있는 외부 은하일수록 $\Delta\lambda$ 는 커진다.

ㄷ. 허블 법칙 $v = H \cdot r$ 에서 v 는 15000 km/s, r 은 300 Mpc이므로 이를 통해 구한 허블 상수는

$$H = \frac{15000 \text{ km/s}}{300 \text{ Mpc}} = 50 \text{ km/s/Mpc이다.}$$

2 허블 법칙

선택지 분석

- ㉠ 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.
- ✗ A에서 B를 관측하면 청색 편이가 나타난다. 적색 편이
- ✗ 겉보기 등급은 A가 B보다 크다. 작다

허블 법칙은 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다는 법칙이다. 광도가 같으면 절대 등급이 같고, 절대 등급이 같은 별은 가까이 있을수록 겉보기 등급이 작다.

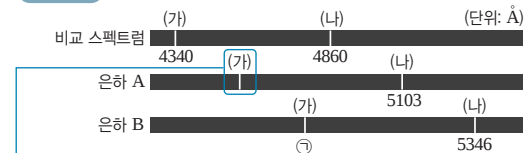
ㄱ. 허블 법칙에서 거리와 후퇴 속도가 비례하므로 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.

바로알기 ㄴ. 우주는 팽창하므로 어떤 은하에서 관측하더라도 상호간의 은하들은 서로 멀어지므로 A에서 B를 관측하면 적색 편이가 나타난다.

ㄷ. 광도가 같은 은하는 절대 등급이 같다. 절대 등급이 같은 은하는 거리가 가까이 있을수록 겉보기 등급이 작으므로 A의 겉보기 등급은 B보다 작다.

3 외부 은하의 적색 편이

자료 분석



- 은하 A의 후퇴 속도
 $\rightarrow 3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{5103 - 4860}{4860} = 15000 \text{ km/s}$
- 은하 B의 후퇴 속도
 $\rightarrow 3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{5346 - 4860}{4860} = 30000 \text{ km/s}$
- 은하 B에서 A를 관측하는 경우는 우리은하에서 은하 A를 관측하는 경우와 같다.
 $\rightarrow 15000 = 3 \times 10^5 \times \frac{(가)의 파장 - 4340}{4340}$ 에서 (가)의 파장은 4557 Å

선택지 분석

- ㉠ 은하 A의 후퇴 속도는 1.5×10^4 km/s이다.
- ✗ ㉡은 4826이다. 4774
- ✗ 은하 B에서 A를 관측한다면, 방출선 (가)의 파장은 4991 Å 4557 Å으로 관측된다.

외부 은하의 후퇴 속도는 $c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ (c : 빛의 속도, λ_0 : 원래의 흡수선 파장, $\Delta\lambda$: 흡수선의 파장 변화량)로 구할 수 있다.

ㄱ. 비교 스펙트럼과 은하 A의 관측 스펙트럼에서, 은하 A의 후퇴 속도는 $3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{5103 - 4860}{4860} = 15000 \text{ km/s}$ 이다.

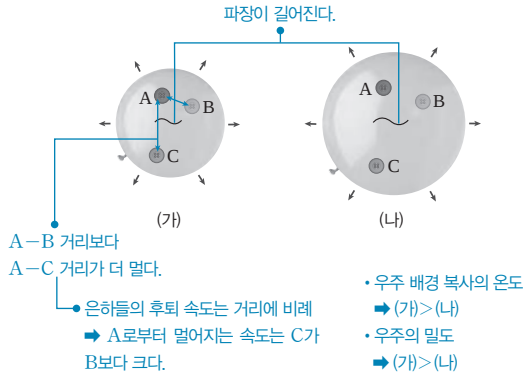
바로알기 ㄴ. 은하 A의 후퇴 속도와 같은 방법으로 구하면, 은하 B의 후퇴 속도는 $3 \times 10^5 \text{ km/s} \times \frac{5346 - 4860}{4860} = 30000 \text{ km/s}$

이고, $3 \times 10^5 \times \frac{㉠ - 4340}{4340} = 30000$ 에서 ㉠은 4774이다.

ㄷ. 은하 B에서 A를 관측하는 경우는 우리은하에서 은하 A를 관측하는 경우와 같다. 즉, $15000 = 3 \times 10^5 \times \frac{(가)의 파장 - 4340}{4340}$ 에서 방출선 (가)의 파장은 4557 Å이다.

4 우주의 팽창

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A로부터 멀어지는 속도는 B가 C보다 크다. **작다**
- ☒ 우주 배경 복사의 온도는 (가)에 해당하는 우주가 (나)보다 높다.
- ☒ 우주의 밀도는 (가)에 해당하는 우주가 (나)보다 크다.

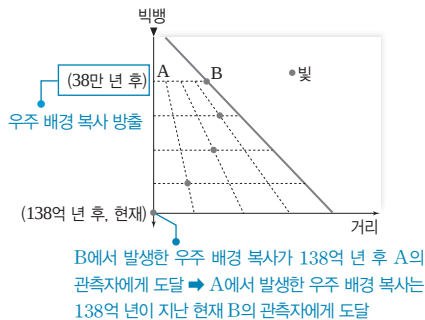
ㄴ. 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 낮아졌으므로 우주 배경 복사의 온도는 (가)에 해당하는 우주가 (나)보다 높다.

ㄷ. 우주가 팽창하면서 우주의 밀도는 작아졌으므로 우주의 밀도는 (가)에 해당하는 우주가 (나)보다 크다.

바로알기 ㄱ. 허블 법칙에 따르면 은하들의 후퇴 속도는 거리에 비례하여 커진다. 따라서 A로부터 멀어지는 속도는 B가 C보다 작다.

5 우주 배경 복사

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 공간의 팽창에 의해 빛의 파장이 길어졌다.
- ☒ 공간의 팽창에 의해 빛의 속도가 느려졌다. **일정하다**
- ☒ 빅뱅 후 38만 년에 A 지점을 출발한 우주 배경 복사는 현재 B 관측자에게 도달했을 것이다.

ㄱ. 우주의 팽창에 의해 공간 자체가 늘어나기 때문에 그 속에 있는 빛의 파장도 길어진다.

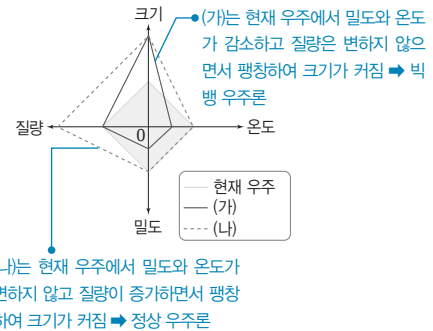
ㄷ. 주어진 그림은 B 지점에서 발생한 우주 배경 복사가 138억 년 후 A의 관측자에게 도달하는 모습을 나타낸 것이다. 이와 반대의 경우도 마찬가지로, A 지점에서 발생한 우주 배경 복사는 138억 년이 지난 현재 B의 관측자에게 도달했을 것이다.

바로알기 ㄴ. 공간이 늘어나더라도 그 공간을 지나가는 빛의 속도는 300000 km/s로 항상 일정하다.

6 빅뱅 우주론과 정상 우주론

자료 분석

(가)와 (나) 모두 우주가 팽창하고 있다는 사실을 전제로 하고 있다.
→ (가)와 (나) 모두에서 허블 법칙이 적용된다.



선택지 분석

- ☒ 우주 배경 복사는 (가)의 근거가 된다.
- ☒ (나)에서는 은하들 사이의 간격이 일정하므로 적색 편이가 나타나지 않는다. **나타난다**
- ☒ 허블 법칙은 (가)와 (나) 모두에서 적용된다.

(가)는 현재 우주와 비교하여 밀도와 온도가 감소하고 질량은 변하지 않으면서 팽창하여 크기가 커지므로 빅뱅 우주론이고, (나)는 현재 우주와 비교하여 밀도와 온도가 변하지 않고 질량이 증가하면서 팽창하여 크기가 커지므로 정상 우주론이다.

ㄱ. 우주 배경 복사는 빅뱅 약 38만 년 후 원자가 형성되면서 물질로부터 빠져나와 우주 전체에 균일하게 퍼져 있는 빛이다. 우주의 온도가 약 3000 K일 때 물질에서 빠져나와 생성되었으며, 우주의 부피가 팽창하여 온도가 낮아지면서 파장이 길어져 현재는 약 2.7 K의 온도를 나타내는 파장으로 관측된다. 빅뱅 우주론에서 예측했던 우주 배경 복사가 실제로 관측되면서 빅뱅 우주론의 결정적인 증거가 되었다.

ㄷ. 허블 법칙은 멀리 떨어져 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 후퇴한다는 것이며, 이것은 우주가 팽창한다는 증거가 된다. (가)와 (나) 모두 우주가 팽창하고 있다는 사실을 기본 전제로 하고 있으므로 허블 법칙은 (가)와 (나) 모두에서 적용된다.

바로알기 ㄴ. 은하들의 적색 편이는 실제로 관측된 것이므로 빅뱅 우주론이나 정상 우주론 모두 이를 인정하고 있다. 정상 우주론에서는 은하들 사이의 간격이 일정한데, 이는 우주가 팽창하면서 과거의 은하들은 멀어지고 그 사이에 새로운 은하가 생성되었기 때문이다. 따라서 과거의 은하들은 서로 멀어지고 있기 때문에 적색 편이를 관측할 수 있다.

7 급팽창 이론

선택지 분석

- ☒ 매우 짧은 시간 동안 우주는 급격히 팽창했다.
- ☒ 급팽창 이전에 우주는 전체적으로 정보를 교환하기 어려웠다. **교환할 수 있었다**
- ☒ 급팽창 이후 우주의 곡률은 거의 평탄해졌다.

급팽창(인플레이션) 이론은 빅뱅 우주론의 지평선 문제, 편평성 문제 등을 해결해 주었다.

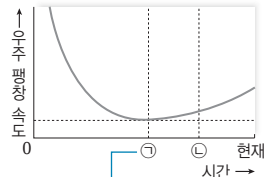
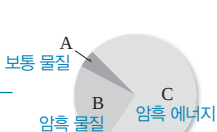
ㄱ, ㄷ. 급팽창 이론은 빅뱅 직후의 초기 우주에서 매우 짧은 시간 동안 우주의 크기가 급격히 팽창했다는 이론이다. 이 이론에서는 급팽창 이전에는 우주의 크기가 매우 작아 전체적으로 정보를 교환할 수 있었고, 급팽창 이후 관측 가능한 우주의 곡률은 거의 평탄해졌다고 주장한다.

바로알기 ㄴ. 급팽창 이전에는 우주의 크기가 작아 정보를 교환할 수 있었다.

8 암흑 물질과 암흑 에너지

자료 분석

- 현재 우주 구성 요소의 비율: 보통 물질 < 암흑 물질 < 암흑 에너지
- 우주 팽창에 미치는 암흑 물질의 영향이 클수록 우주 팽창 속도가 작다.
- 우주 팽창에 미치는 암흑 물질의 영향은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다.



암흑 에너지는 빈 공간에서 나오는 에너지이기 때문에 우주가 팽창하는 동안 암흑 에너지가 차지하는 비율은 증가한다.

㉠ 시기에 우주는 팽창 → 우주 팽창 속도는 가장 작았지만 팽창 속도가 0보다 컸으므로

선택지 분석

- 우주가 팽창하는 동안 C가 차지하는 비율은 증가한다.
- ✗ ㉠ 시기에 우주는 팽창하지 않았다. 팽창하였다
- ✗ 우주 팽창에 미치는 B의 영향은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다. 작다

현재 우주 구성 요소의 비율은 암흑 에너지가 가장 많고, 그 다음으로 암흑 물질, 보통 물질의 순이다. 따라서 A는 보통 물질, B는 암흑 물질, C는 암흑 에너지이다.

ㄱ. 우주가 팽창함에 따라 우주에 존재하는 암흑 에너지의 총량은 증가하지만, 보통 물질과 암흑 물질의 총량은 일정하다. 따라서 우주가 팽창하는 동안 암흑 에너지인 C가 차지하는 비율은 증가하고, 보통 물질인 A와 암흑 물질인 B가 차지하는 비율은 감소한다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 우주 팽창 속도가 감소하다가 증가했던 시기로, 이 시기에 우주 팽창 속도는 가장 작았다. 하지만 팽창 속도가 0보다 컸으므로, ㉠ 시기에 우주는 팽창하였다.

ㄷ. 우주 팽창에 미치는 암흑 물질의 영향이 클수록 우주 팽창 속도가 작으므로, 우주 팽창에 미치는 B의 영향은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다.

9 암흑 물질과 암흑 에너지

선택지 분석

- 계산한 질량과 관측한 질량의 차이는 은하 중심으로부터 멀어질수록 커진다.
- 암흑 물질은 주로 태양계 바깥쪽에 분포한다.
- ✗ 태양계 외곽으로 갈수록 은하의 회전 속도는 급격히 감소할 것이다. 감소하지 않을 것이다

우주는 보통 물질 약 4.9 %, 암흑 물질 약 26.8 %, 암흑 에너지 약 68.3 %로 구성되어 있다.

ㄱ. 우리은하의 질량 분포 곡선을 살펴보면 태양계 안쪽보다 바깥쪽으로 갈수록 관측값과 계산값의 차이가 증가한다. 따라서 계산한 질량과 관측한 질량의 차이는 우리은하 중심으로부터 멀어질수록 커진다.

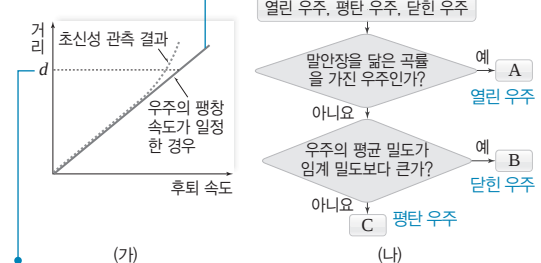
ㄴ. 관측값과 계산값이 차이가 나는 주요 원인은 중심에서 멀어질수록 암흑 물질이 많이 존재하기 때문이다.

바로알기 ㄷ. 은하 중심부 이외의 바깥에 관측되지 않는 암흑 물질에 의한 인력이 작용하여 우리은하의 회전 속도는 은하 중심으로부터의 거리가 멀어지더라도 감소하지 않을 것이다.

10 우주 모형

자료 분석

우주의 크기가 무한히 증가하므로 열린 우주에 해당한다.



거리 d인 Ia형 초신성의 후퇴 속도는 우주의 팽창 속도가 일정한 경우에 비해 느리다.
→ 거리 d인 Ia형 초신성의 적색 편이량은 우주의 팽창 속도가 일정할 때보다 작다.

선택지 분석

- ✗ 거리 d인 Ia형 초신성의 적색 편이량은 우주의 팽창 속도가 일정할 때보다 크게 관측되었다. 작게
- (가)에서 팽창 속도가 일정한 경우의 우주는 (나)의 A~C 중 A에 해당한다.
- Ia형 초신성 관측 결과에 따르면 우주의 팽창 속도는 현재가 과거보다 빠르다.

말안장을 닮은 곡률은 우주의 곡률이 0보다 작은 경우이므로 A는 열린 우주이다. B는 우주의 평균 밀도가 임계 밀도보다 큰 닫힌 우주이고, C는 우주의 평균 밀도가 임계 밀도와 같은 평탄 우주이다.

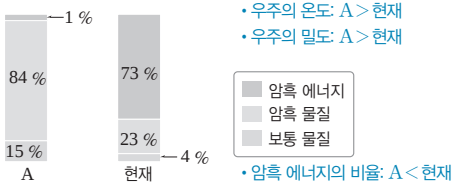
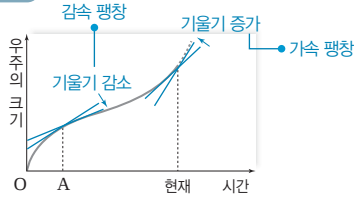
ㄴ. 평탄 우주는 우주의 팽창 속도가 점차 줄어들다가 팽창 속도가 0에 수렴하는 우주 모형이다. (가)에서 팽창 속도가 일정한 경우의 우주는 우주의 크기가 무한히 증가하므로 열린 우주(A)에 해당한다.

ㄷ. 가로축에 후퇴 속도, 세로축에 거리를 나타낸 그래프에서 기울기가 클수록 우주의 팽창 속도가 작음을 의미한다. (가)의 그림을 보면, 초신성 관측 자료가 나타나는 부분에서 기울기가 크게 나타난다. 그래프에서 초신성을 포함하는 은하들까지의 거리가 매우 먼 것으로부터 이 초신성 자료가 우주 초기의 상황을 나타내고 있는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 우주 초기는 현재보다 팽창 속도가 느렸고, 이는 우주 초기에 비해 현재 우주 팽창 속도는 더 빨라진 것으로 해석할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 외부 은하의 후퇴 속도(v)는 $c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ (c : 빛의 속도, λ_0 : 원래의 흡수선 파장, $\Delta\lambda$: 흡수선의 파장 변화량)으로, 적색 편이량($\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$)이 클수록 후퇴 속도가 빠르다. 그림 (가)에서 거리 d 인 Ia형 초신성의 후퇴 속도는 우주의 팽창 속도가 일정한 경우에 비해 느리게 관측되었다. 따라서 거리 d 인 Ia형 초신성의 적색 편이량은 우주의 팽창 속도가 일정할 때보다 작게 관측되었다.

11 우주 팽창과 암흑 물질, 암흑 에너지

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. 현재 시점에서 우주의 팽창 속도는 증가하고 있다.
- ㄴ. 암흑 에너지의 비율은 A 시점보다 현재가 크다.
- ㄷ. 우주의 평균 밀도는 A 시점보다 현재가 **작다**.

ㄱ. 우주의 팽창 속도는 시간 변화에 따른 우주의 크기 변화율을 나타내므로 제시된 그래프의 접선의 기울기에 해당한다. 현재 시점에서 그래프의 기울기가 커지고 있으므로 우주의 팽창 속도는 점점 증가하고 있다.

ㄴ. A 시점에서 암흑 에너지의 비율은 1%이지만 현재는 암흑 에너지의 비율이 73%이므로, 암흑 에너지의 비율은 A 시점보다 현재가 크다.

바로알기 ㄷ. 우주는 시간이 지남에 따라 계속 팽창했으므로 우주의 평균 밀도는 A 시점보다 현재가 작다.

선택지 분석

- ㄱ. 현재 우주는 가속 팽창하고 있다.
- ㄴ. 현재 우주의 팽창 속도는 A보다 B의 영향을 많이 받는다.
- ㄷ. 앞으로 우주 전체에서 B의 양은 일정하게 유지된다. **증가한다**

ㄱ. 절대 등급이 일정한 Ia형 초신성은 감속 팽창하는 우주보다 가속 팽창하는 우주에서 더 멀리 위치하고 있어야 하므로 더 어렵게 관측되어 겉보기 등급이 크게 나타난다. (가)에서 초신성의 관측 결과는 가속 팽창하는 우주 모형에 잘 일치하므로 현재 우주는 가속 팽창하고 있다고 할 수 있다.

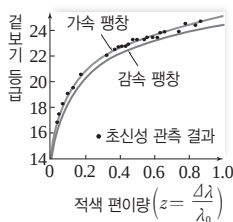
ㄴ. 우주가 팽창하면서 물질의 밀도는 감소하나, 암흑 에너지의 밀도는 일정하게 유지된다. 따라서 A는 물질이고, B는 암흑 에너지이다. 암흑 에너지는 우주에 널리 퍼져 있고 척력으로 작용해 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하며, 반대로 물질은 끌어당기는 힘으로 작용하여 팽창을 억제하는 역할을 하고 있다. 현재 우주는 가속 팽창하고 있으므로 물질보다 암흑 에너지의 영향을 많이 받고 있다.

바로알기 ㄷ. 암흑 에너지의 밀도는 시간에 따라 일정하게 유지되는데 우주는 팽창하여 부피가 계속 커지므로 우주 전체에서 암흑 에너지의 양은 계속 증가하게 된다.

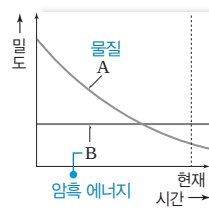
12 가속 팽창 우주론

자료 분석

절대 등급이 일정한 Ia형 초신성은 감속 팽창하는 우주보다 가속 팽창하는 우주에서 더 멀리 위치함 → 더 어렵게 관측되어 겉보기 등급이 크게 나타난다.



(가)



(나)

- 암흑 에너지의 밀도는 시간에 따라 일정
- 우주는 팽창하여 부피가 계속 증가
- 암흑 에너지의 양은 계속 증가