

과학탐구

지구과학 I

정답과 해설

I 고체 지구

1. 지권의 변동

01 판 구조론의 정립 과정

개념 확인 문제

본책 9쪽, 11쪽

- 1 판게아 2 (1) ○ (2) × (3) × 3 (1) 분리되고 (2) 제시하지 못하였다 4 해구 > 심해 평원 > 대륙붕 5 (1) '멀어질수록 → 가까울수록' 또는 '적어진다 → 많아진다' (2) '해령에 가까울수록 → 해령에서 멀어질수록' 또는 '두꺼워진다 → 얇아진다' (3) 얇아진다 → 깊어진다 6 (나) → (가) 7 B 8 ㉠ 암석권, ㉡ 연약권 9 대륙 이동설 → 맨틀 대류설 → 해양저 확장설

1 베게너는 고생대 말~중생대 초에 모든 대륙들이 모여 판게아라는 초대륙을 이루었으며, 약 2억 년 전부터 분리되어 현재와 같은 대륙 분포를 이루었다는 대륙 이동설을 주장하였다.

2 (1) 하나였던 대륙이 분리되어 이동하였다면, 현재 대륙의 해안선이 잘 들어맞을 것이다. 베게너는 서로 떨어져 있는 남아메리카 대륙의 동해안과 아프리카 대륙의 서해안의 해안선이 잘 들어맞는 것을 대륙 이동설의 증거로 제시하였다.

(2) 히말라야산맥은 현재에도 빙하가 분포할 수 있으므로 현재 히말라야산맥의 빙하 분포는 대륙 이동의 증거가 아니다.

(3) 베게너는 대륙 이동의 원동력을 제대로 설명하지 못하였다. 맨틀에서 일어나는 열대류로 대륙이 이동한다고 설명한 사람은 흠스이다.

3 (1) 맨틀 대류설에서 맨틀 대류가 상승하는 곳에서는 대륙이 분리되고 새로운 지각이 생성된다.

(2) 흠스는 대륙을 이동시키는 원동력으로 맨틀 대류를 제안하였지만, 그 증거를 제시하지는 못하였다.

4 수심이 깊어질수록 음파 왕복 시간이 길다. 평균 수심은 해구가 가장 깊고, 심해 평원, 대륙붕 순서로 깊다.

6 지구 자기 줄무늬는 해저가 확장되면서 나타나므로 줄무늬 개수가 많은 (가)가 더 나중 시기이다.

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

9 대륙 이동설이 등장하고 대륙 이동의 원동력을 설명하기 위해 맨틀 대류설이 등장하였으나 주목을 받지 못하였다. 1960년대 해양저 확장설이 제시되고 증거들이 발견되면서 판 구조론이 정립되었다.

수능 자료 마스터

본책 12쪽

자료 ㉠ 1 ⑤

자료 ㉡ 2 ①

1 ㄱ. 해령에서는 현무암질 마그마가 분출하여 현무암질로 이루어진 해양 지각이 생성된다.

ㄴ. 아이슬란드는 발산형 경계인 대서양 중앙 해령에서 분출한 마그마에 의해 생성되었다.

ㄷ. 해령에서 분출된 마그마가 식어서 굳어져 암석이 생성될 때 암석에는 그 당시의 지구 자기장 방향이 기록된다.

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

ㄴ. A와 C는 해령을 중심으로 서로 반대 방향으로 이동하므로 서로 다른 판에 위치한다.

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

수능 2점 다지기

본책 13쪽~15쪽

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

1 대륙 이동설의 증거

| 선택지 분석 |

- ㉠ 멀리 떨어져 있는 양쪽 대륙에서 발견된 고생대 말 습곡 산맥의 분포에 연속성이 있다.
- ㉡ 여러 대륙에 나타나는 빙하 퇴적층의 분포에 연속성이 있다.
- ㉢ 멀리 떨어져 있는 양쪽 대륙에서 메소사우루스의 화석이 발견된다.
- ㉣ 대서양 중앙 해령을 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭적으로 나타난다. - 해양저 확장설의 증거
- ㉤ 남아메리카 대륙의 동부 해안선과 아프리카 대륙의 서부 해안선의 형태가 유사하다.

①, ②, ③, ⑤ 베게너는 멀리 떨어져 있는 두 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 것은 대륙이 이동한 증거라고 제시하였다.

ㄴ. 해령을 중심으로 고지자기 줄무늬가 대칭으로 분포하는 것은 베게너 이후에 고지자기의 연구 결과 해양저 확장설의 증거로 제시된 내용이다.

2 대륙 이동설의 증거-과거 빙하의 흔적

| 선택지 분석 |

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

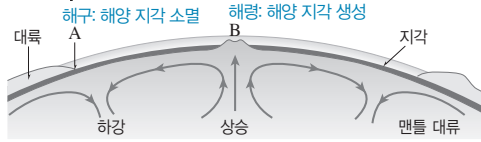
㉠. 베게너의 주장대로 현재 대륙들을 고생대 말에 형성된 초대륙으로 모으면 빙하 퇴적층이 분포하는 곳이 모아진다. 이는 빙하 퇴적층은 판게아 형성 시기에 생성되었음을 의미한다.

㉡. 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

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

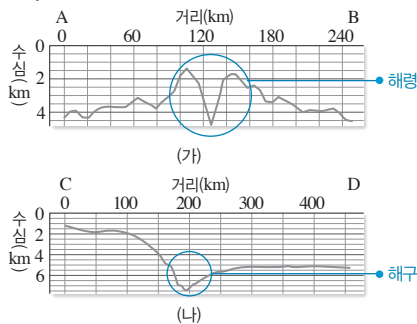
- ☒ ㉠ A에서는 대륙이 소멸된다. 해양 지각이
- ☒ ㉡ B에서는 해양 지각이 생성된다.
- ☒ ㉢ 맨틀 대류의 증거를 제시하여 대륙 이동의 원동력 문제를 해결하는 데 기여하였다.

㉡. B에서는 맨틀 물질이 상승하면서 해양 지각이 생성된다.

바로알기 ㉠. 맨틀 물질이 하강하는 A에서는 해양 지각이 소멸된다. ㉢. 홈스는 맨틀 대류로 대륙 이동의 원동력을 설명하였지만, 직접적인 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.

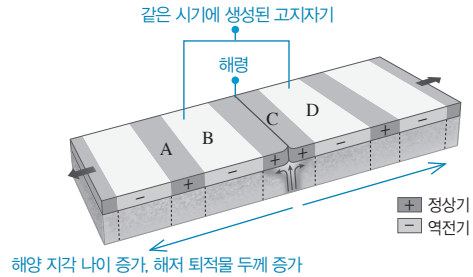
㉠. 구간 A-B 중앙에는 해령이 발달되어 있고 가운데 V자 형태의 깊은 협곡인 열곡이 형성되어 있다.

㉡. 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 해양저 확장설의 증거-고지자기 줄무늬의 대칭적 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

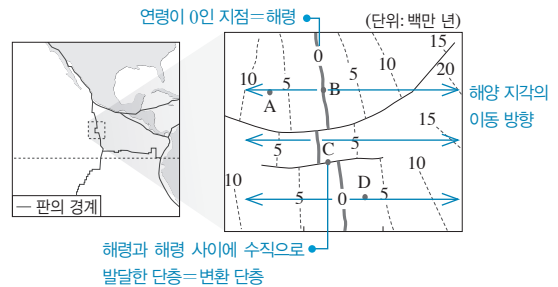
㉠. 해령에서 해양 지각이 생성되어 확장되기 때문에 고지자기 줄무늬는 해령을 중심으로 대칭적으로 나타난다.

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

바로알기 ㉢. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 많아지므로 해령에서 가장 멀리 떨어져 있고 해령과의 사이에 줄무늬 수가 가장 많은 A 지점의 나이가 가장 많다.

6 해양저 확장설의 증거-해양 지각의 나이 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ A의 해양 지각은 B 방향으로 이동한다. B의 반대 방향으로
- ☒ ㉡ B에서는 열곡이 발달한다.
- ☒ ㉢ C에서는 해양 지각이 생성된다. 생성되지 않는다
- ☒ ㉣ A~D 중 퇴적물의 두께가 가장 두꺼운 지점은 A이다.

㉡. B 지점에는 해령에서 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 확장되면서 열곡이 발달한다.

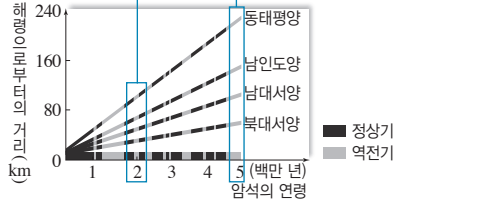
㉢. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 연령이 많아지고, 퇴적물의 두께가 두꺼워진다. 따라서 A~D 중 해양 지각의 연령이 가장 많은 A 지점이 퇴적물의 두께가 가장 두껍다.

바로알기 ㉠. B 지점은 해양 지각의 연령이 0이므로 해령에 해당하고 A 지점의 해양 지각은 해령에서 생성되어 현재의 위치로 이동하였다. 따라서 A의 해양 지각은 B의 반대 방향으로 이동한다. ㉣. C는 해령과 해령 사이의 변환 단층에 해당한다. 따라서 해양 지각이 생성되지 않는다.

7 암석의 연령 분포와 고지자기 줄무늬 분포

| 자료 분석 |

같은 시간에 고지자기
줄무늬가 같다.



| 선택지 분석 |

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

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

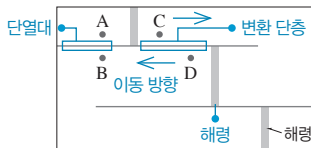
ㄷ. 해양 지각이 생성될 때 암석 속에 기록된 자화 방향은 일정하게 유지되므로 해양 지각의 나이가 같으면 고지자기 역전 여부는 같다.

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, 일정한 주기가 나타나지는 않는다.

8 해양저 확장설의 증거-변환 단층

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ A와 B의 지각은 같은 시기에 생성되었다. **다른**
- ☒ 퇴적물의 두께는 B가 D보다 두껍다.
- ☒ C와 D의 이동 방향은 같다. **반대이다**

ㄴ. 해령에서 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 확장되므로 지각 위에 쌓인 퇴적물의 두께는 해령에서 멀어질수록 두꺼워진다. 따라서 퇴적물의 두께는 해령에서 더 멀리 떨어진 B가 D보다 두껍다.

바로알기 ㄱ. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 많으므로 해령에서 멀리 떨어진 B의 지각이 A의 지각보다 먼저 생성되었다.

ㄷ. 판의 이동 방향은 해령을 중심으로 양쪽으로 멀어지는 방향이므로 C와 D의 이동 방향은 반대이다.

9 해양저 확장설의 증거-변환 단층

| 선택지 분석 |

- ☒ 굵은 실선(—)으로 표시된 단층선은 변환 단층을 나타낸다.
- ☒ 얇은 실선(—)으로 표시된 단층선은 형성 당시의 판의 이동 방향과 나란하다.
- ☒ A와 B 지역에서는 모두 새로운 해양 지각이 생성되고 있다. **B 지역에서는**

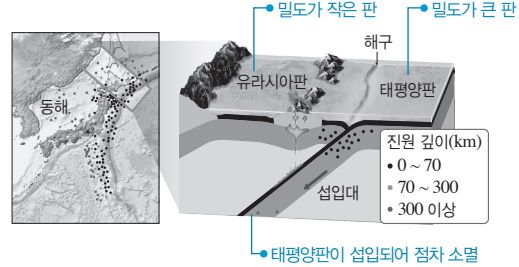
ㄱ. 굵은 실선으로 표시된 지진이 자주 발생하는 단층선은 해령과 해령 사이의 변환 단층을 나타낸다.

ㄴ. 얇은 실선으로 표시된 지진이 거의 발생하지 않는 단층선은 해령을 중심으로 양쪽으로 형성되는 판의 이동 방향과 나란하다.

바로알기 ㄷ. B 지역은 대서양 중앙 해령으로, B 지역에서는 새로운 해양 지각이 생성되지만 A 지역은 해령에서 벗어나 있으므로 A 지역에서 새로운 해양 지각이 생성되지 않는다.

10 해양저 확장설의 증거-섭입대에서 진원 깊이 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 해구에서 대륙 쪽으로 갈수록 진원 깊이가 깊다.
- ☒ 유라시아판이 섭입되어 점차 소멸한다. **태평양판**
- ☒ 섭입대에서 진원 깊이 분포는 해양저 확장설의 증거가 된다.

ㄱ. 섭입대(베니오프대)를 따라 지진이 발생하므로 해구에서 대륙(유라시아판) 쪽으로 갈수록 진원 깊이가 깊다.

ㄷ. 섭입대에서 판이 소멸되면서 진원의 깊이가 깊어지므로 진원 깊이 분포는 해양저 확장설의 증거가 된다.

바로알기 ㄴ. 상대적으로 밀도가 큰 태평양판이 유라시아판 아래로 섭입되어 점차 소멸한다.

11 판 구조론의 정립 과정

| 선택지 분석 |

- ☒ 해양저 확장설은 A에 해당한다.
- ☒ 판 구조론에 의하면 지구의 부피는 계속 커진다. **변하지 않는다**
- ☒ 대륙 이동설로 남아메리카와 아프리카 대륙의 마주보는 해안선의 유사성을 설명할 수 있다.

ㄱ. 헤스와 디츠는 베게너의 대륙 이동설과 홈스의 맨틀 대류설을 발전시켜 해양저 확장설을 확립하였다.

ㄷ. 대륙 이동설에 따르면 남아메리카와 아프리카 대륙은 과거에 한 덩어리로 붙어 있었다가 분리되어 이동하였으므로 두 대륙의 마주보는 해안선의 유사성을 설명할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 판 구조론에 따르면 맨틀 대류의 상승과 하강에 의해 판이 생성되고 소멸되므로 지구 전체의 부피는 변하지 않는다.

12 판의 구조

| 선택지 분석 |

- ☒ A는 판에 해당한다.
- ☒ 판의 평균 두께는 해양보다 대륙에서 두껍다.
- ☒ B는 A보다 밀도가 작기 때문에 물질의 대류가 일어난다. **유동성이 있기**

ㄱ. A는 단단한 암석으로 이루어진 암석권으로, 판에 해당한다.
 ㄴ. 대륙 지각이 해양 지각보다 두꺼우므로 판의 평균 두께는 해양보다 대륙에서 두껍다.

바로알기 ㄷ. 연약권인 B는 부분적으로 융용되어 있어 유동성이 있으므로 물질의 대류가 일어난다.

수능 3점 공부하기

본책 16쪽~17쪽

1 ③ 2 ① 3 ③ 4 ④ 5 ② 6 ②
 7 ② 8 ③

1 대륙 이동설의 증거

| 선택지 분석 |

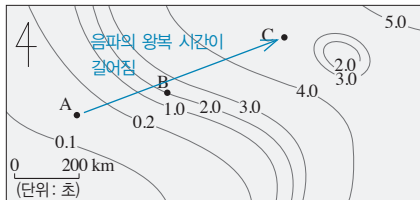
- ㉠ A, B 지역의 지질학적 특성은 비슷할 것이다.
- ㉡ 대서양은 파충류 변성 이전에 형성되었다. 이후에
- ㉢ 중생대 초기에 남아메리카와 아프리카 대륙은 붙어 있었을 것이다.

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

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 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 $\frac{1}{2} \times 2 \text{ s} \times 1500 \text{ m/s} = 1500 \text{ m}$ 이다.

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

3 해양저 확장설의 증거-고지자기 줄무늬 분포

| 선택지 분석 |

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

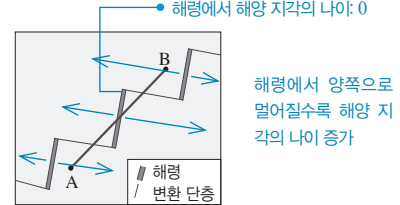
ㄱ. 고지자기 줄무늬는 해령을 중심으로 대칭적으로 분포한다. A는 B보다 해령으로부터의 거리가 멀기 때문에 A는 B보다 먼저 생성되었다.

ㄴ. 해령에서 해양 지각이 생성되어 확장하면서 암석이 해령의 양쪽으로 이동한다. 따라서 B는 A와 반대 방향으로 이동한다.

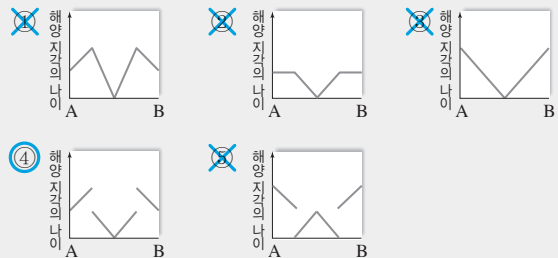
바로알기 ㄷ. 지구 자기가 변하여도 암석에 기록된 자화 방향은 일정하다. 따라서 C 지점 암석의 자화 방향은 역전되지 않았다.

4 해양저 확장설의 증거-암석의 연령 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

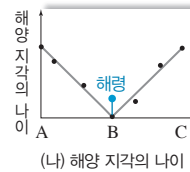
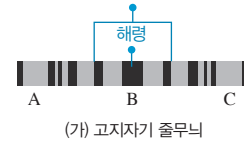


해양 지각의 나이는 해령에서 멀어질수록 많아진다. A에서 B로 가면서 해령으로부터의 거리는 증가 → 감소 → 증가 → 감소한다. 또한 변환 단층을 경계로 해령으로부터의 거리가 불연속적으로 변한다. 따라서 A-B 구간의 해양 지각의 나이를 가장 적절하게 나타낸 그래프는 ④이다.

5 암석의 연령 분포와 고지자기 줄무늬 분포

| 자료 분석 |

해령을 중심으로 양쪽의 줄무늬가 대칭을 이룬다.



해령에서 양쪽으로 멀어질수록 해양 지각의 나이 증가

| 선택지 분석 |

- ㉠ A의 해양판은 C 쪽으로 이동한다. C의 반대쪽
- ㉡ 지질 시대 동안 B에서 생성된 암석의 잔류 자기는 항상 현재와 같았다. 현재와 같은 때와 반대인 때가 반복되었다
- ㉢ 고지자기 줄무늬가 대칭성을 보이는 것은 해양저가 확장되었기 때문이다.

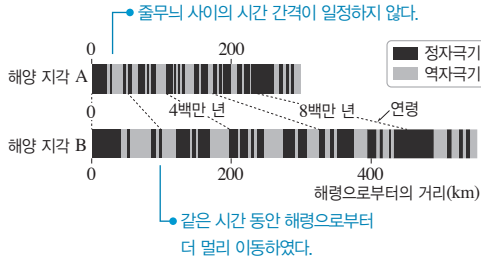
ㄷ. B를 경계로 양쪽의 고지자기 줄무늬가 대칭성을 보이는데, 이는 B에서 생성된 해양 지각이 A와 C로 각각 이동하여 해양저가 확장되었기 때문이다.

바로알기 ㄱ. B에서 A와 C 쪽으로 갈수록 해양 지각의 연령이 많아지므로 B에는 해령이 분포한다. 따라서 A의 해양판은 C의 반대쪽으로 이동한다.

ㄴ. B에서 생성되는 해양 지각은 그 당시의 지구 자기 방향으로
자화되고 A와 C 쪽으로 멀어진다. 따라서 지질 시대 동안 B의
지구 자기는 정자극과 역자극이 반복되었다.

6 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**

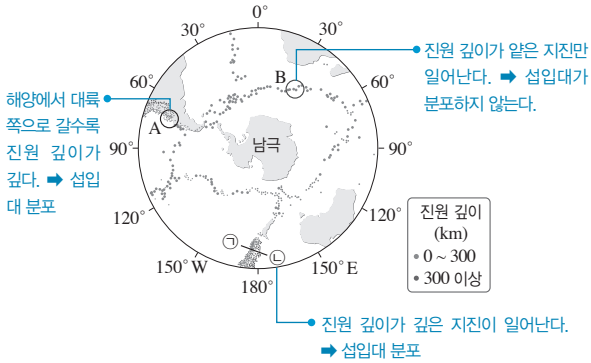
ㄴ. 같은 시기이면 고지자기의 역전 양상은 같으므로 8백만 년 전
부터 현재까지 지구 자기 역전 양상은 A와 B에서 같다.

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

ㄷ. 해령으로부터 같은 시간 동안 해양 지각이 이동한 거리는 B
가 A보다 멀다. 따라서 해양 지각의 이동 속도는 B가 A보다 빠
르다.

7 해양저 확장설의 증거-섭입대에서 진원 깊이 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ A에는 **변환** 단층이 분포한다. **해구가**
- ☒ B에는 새로운 해양 지각이 생성된다.
- ☒ ㉠-㉡에서 판의 경계는 진원의 깊이가 **얕은** 쪽에 가깝다. **깊은**

ㄴ. B는 해양의 한 가운데에 위치한 발산형 경계로, 새로운 해양
지각이 생성된다.

바로알기 ㄱ. A는 해양판과 대륙판이 만나는 수렴형 경계로, 해구
가 발달하므로 해령과 해령 사이에서 발달하는 변환 단층은 나타
나지 않는다. 변환 단층은 보존형 경계에 분포한다.

ㄷ. ㉠-㉡은 판이 섭입하는 경계로, ㉠-㉡에서 판의 경계는
진원 깊이가 얇은 곳(천발 지진이 일어나는 곳)에 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 주장하
였다. (가) 이후 맨틀 대류설에서

ㄱ. 해령 부근에서 나타나는 고지자기 줄무늬의 대칭성은 해양저
확장설인 (다)의 증거가 될 수 있다.

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

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

02 대륙 분포의 변화

개념 확인 문제

본책 19쪽, 21쪽

- 1 (1) 크다 (2) 변하지 않는다 (3) 위도 2 (1) × (2) ○ 3 이동
- 4 (1) 처음부터 북반구에 위치하였다. → 남반구에서 북반구로 이동
하였다. (2) 동서 방향 → 남북 방향 (3) 태평양판 → 유라시아판
- 5 (1) (가) 수렴형 경계 (나) 보존형 경계 (다) 발산형 경계 (2) (가),
(다) (3) (다) 6 ㉠ 로디니아, ㉡ 판게아 7 (가) → (다) → (나)
- 8 (다) → (나) → (가)

1 (1) 북극의 크기는 자기 적도에서 0°이고, 자극에서 90°이므
로 자기 적도에서 멀수록 크다.

(2) 고지자기는 생성 이후 지구 자기장이 변해도 변하지 않으므로
과거 대륙 이동 해석에 이용된다.

(3) 북극은 위도에 따라 달라지므로 암석에 기록된 고지자기의 북
극을 측정하면 암석 생성 당시의 위도를 알 수 있다.

2 (1) 지질 시대에도 자북극은 한 개였다.

3 지질 시대 동안 자북극은 하나였으므로 자북극의 겹보기 이
동 경로가 어긋나는 까닭은 대륙이 이동했기 때문이라고 추정할
수 있다.

4 (1) 인도 대륙은 처음에 남반구에 위치하였다가 지질 시대 동
안 북반구로 이동하였다.

(2) 북극은 위도에 따라 달라지므로 고지자기의 북극 변화를 조사
하면 주로 대륙의 남북 방향의 이동 경로를 추정할 수 있다.

(3) 인도 대륙이 북상하면서 유라시아판과 충돌하여 히말라야산맥이 형성되었다.

5 (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 형성된다.

6 고생대 판게아 이전에도 여러 번의 초대륙이 있었고, 약 12억 년 전에는 로디니아라는 초대륙이 존재하였다.

7 (가) 약 2억 년 전(중생대 초)에 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.

8 (다)는 고생대 말에 초대륙이 형성된 모습이다. → (나)는 중생대에 대륙들이 분리되어 이동하는 모습이다. → (가)는 현재와 비슷한 수륙 분포이다.

수능 자료 마스터

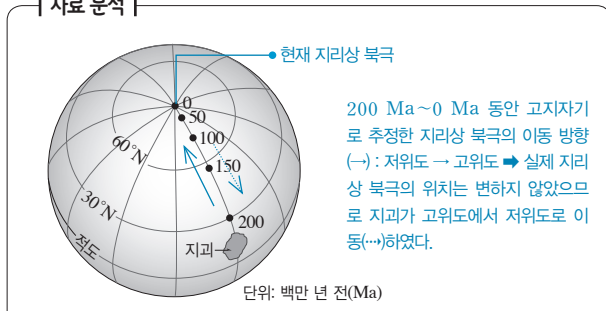
본책 23쪽~24쪽

자료 A 1 ②

자료 B 2 ④

1

자료 분석



ㄴ. 150 Ma~100 Ma 동안 이 지극은 고지자기극과 더 멀어졌으므로 북반구 고위도에서 저위도로 이동하였다. 북극은 고위도로 갈수록 커지므로 이 기간 동안 북극은 감소하였다.

바로알기 ㄱ. 200 Ma에 고지자기극의 위치와 지극의 위치가 위도 상 약 15° 차이가 나므로 200 Ma에 이 지극은 북위 약 75°에 위치하였다. 따라서 북반구에 위치하였다.

ㄷ. 200 Ma~0 Ma 동안 50 Ma 간격으로 고지자기극이 이동한 거리가 짧아졌으므로 지극의 이동 속도는 점점 느려졌다.

2 ㄴ. B와 C 사이에는 진앙이 분포하고, 수심이 매우 깊은 해구가 분포하므로 B와 C 사이에는 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~B 사이의 판은 A → B 방향으로 이동하며 해령은 A의 서쪽에 있다. 지각의 나이는 해령에서 멀어질수록 많아지므로 B가 A보다 많다.

수능 2점 다지기

본책 25쪽~27쪽

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

1 지구 자기장

| 선택지 분석 |

- ☒ A 지점은 자기 적도에 위치한다.
- ☒ C 지점은 B 지점보다 북각이 크다.
- ☒ D 지점은 지리상 북극에 위치한다. 자북극

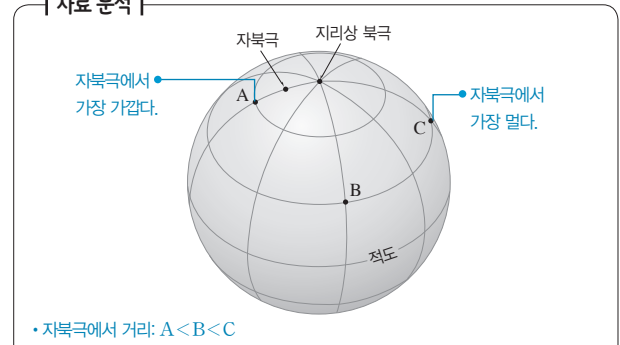
ㄱ. A 지점은 자침이 수평이므로 북각이 0°인 자기 적도이다.

ㄴ. 북각은 자기 적도에서 자북극으로 갈수록 크다. C 지점은 B 지점보다 자북극에 가까우므로 북각이 크다.

바로알기 ㄷ. D 지점은 자침이 수평면과 수직을 이루고 있으므로 북각이 90°인 자북극에 위치하고 있다.

2 북각

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ① A > B > C
- ☒ ② A > B = C
- ☒ ③ B > C > A
- ☒ ④ B = C > A
- ☒ ⑤ C > B > A

북각은 자북극에 가까울수록 커지므로 B보다 A에서 크고, C보다 B에서 크다.

3 복각

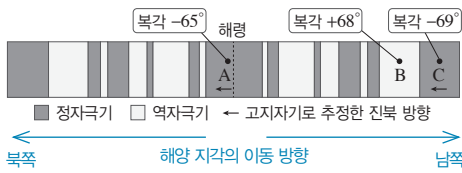
| 선택지 분석 |

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

- ㄱ. 고위도로 갈수록 자북극에 가까워지면서 복각은 커진다.
 ㄴ. 서울이 부산보다 복각이 크므로 자북극에 가깝다.
 ㄷ. 부산은 복각이 약 +50°이므로 자침의 N극은 지표면 쪽으로 약 50° 기울어진다.

4 고지자기 이용

| 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 복각의 크기가 커진다. A의 복각은 -65°, C의 복각은 -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 복각이 +68°이므로 해령이 남반구에 있었다.

5 지자기 북극의 이동 경로

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 A와 B 대륙은 과거에 붙어 있었다.
- ✕ (가)에서 A와 B 대륙 사이에 습곡 산맥이 형성된다. 열곡이나 해령
- ✕ (나)에서 5억 년 전 지자기 북극은 두 개였다. 한 개

- ㄱ. 같은 시기에 하나의 대륙에서 형성된 잔류 자기의 방향은 그 시기의 지자기극으로 향한다. 따라서 (가)에서 떨어져 있는 두 점을 합쳐보면 과거에 A와 B 대륙이 붙어 있었음을 알 수 있다.
 바로알기 ㄴ. (가)는 과거에 하나였던 대륙이 떨어져서 서로 떨어진 경우이므로 A와 B 대륙 사이에는 열곡이나 해령이 형성된다.
 ㄷ. 지자기 북극은 하나이므로 (나)에서 5억 년 전에 2개로 나타나는 지자기 북극도 대륙을 이동시켜 하나로 합쳐서 보아야 한다.

6 고지자기로 추정된 대륙의 이동

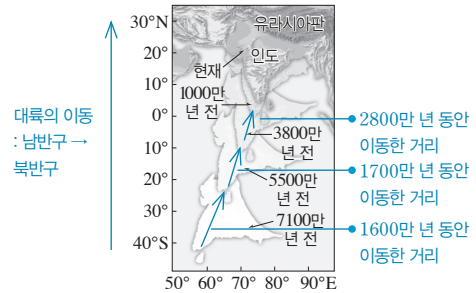
| 선택지 분석 |

- ㉠ 팔레오기, 네오기에 북반구에 위치하였다.
- ㉡ 백악기 동안 고위도 방향으로 이동하였다.
- ㉢ 쥐라기 이후 시계 방향으로 회전하였다.

- ㄱ. 팔레오기, 네오기는 진북 방향과 고지자기로 추정된 진북 방향이 같은 정자극기이고 복각이 +50°이므로 지괴는 북반구에 위치하였다.
 ㄴ. 백악기 동안 복각이 증가하였으므로 지괴는 고위도 방향으로 이동하였다.
 ㄷ. 쥐라기 이후 고지자기로 추정된 진북 방향이 시계 반대 방향으로 회전하였으므로 지괴는 시계 방향으로 회전하였다.

7 고지자기로 추정된 인도 대륙의 이동

| 자료 분석 |



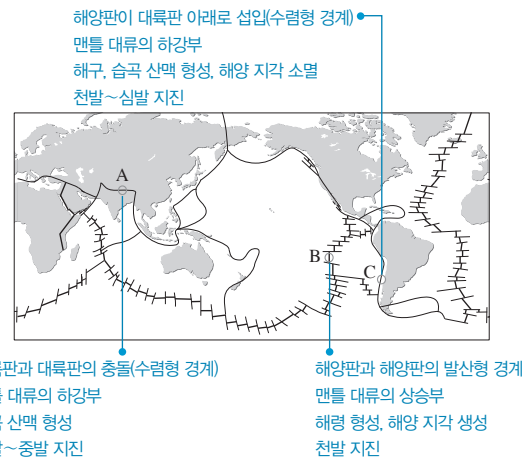
| 선택지 분석 |

- ✕ 인도 대륙의 이동 속도는 점차 빨라졌다. 느려졌다
- ㉡ 판게아가 분리되는 과정에서 형성되었다.
- ✕ 이 기간 동안 인도 대륙의 잔류 자기의 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.

8 판 경계와 지각 변동

| 자료 분석 |



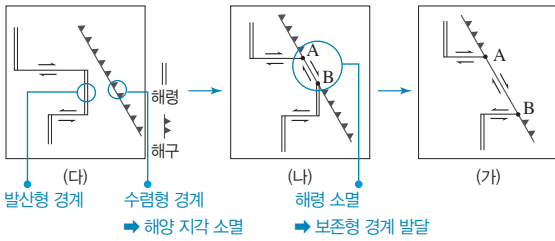
| 선택지 분석 |

- ㉠ 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 판게아 이전에 형성된 초대륙인 로디니아이고, (나)는 고생대 말에 형성된 판게아이다.

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.

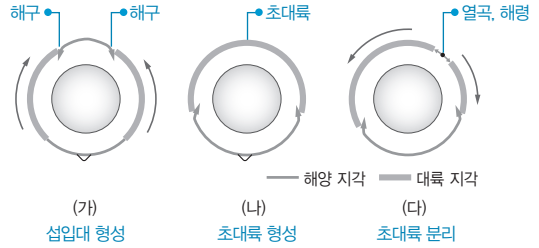
ㄱ. 고생대 말에 판게아가 형성되었고 중생대 초 이후로 분리되어 이동하였으므로 (가)가 (나)보다 이전의 대륙 분포이다.

ㄴ. (나) 이후에 북아메리카와 유럽 대륙이 갈라지고 남아메리카와 아프리카 대륙이 멀어지면서 대서양의 면적은 더 넓어졌다.

바로알기 ㄷ. (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.

ㄱ. (가)~(나) 과정에서 대륙과 대륙이 충돌하면서 한 덩어리로 되어 초대륙이 형성되었다.

ㄴ. (나)는 대륙이 한 덩어리로 붙어 있으므로 초대륙이 형성되었다.

ㄷ. (다)에서는 대륙이 갈라지고 해저가 확장되는 과정에서 해령이 형성될 수 있다.

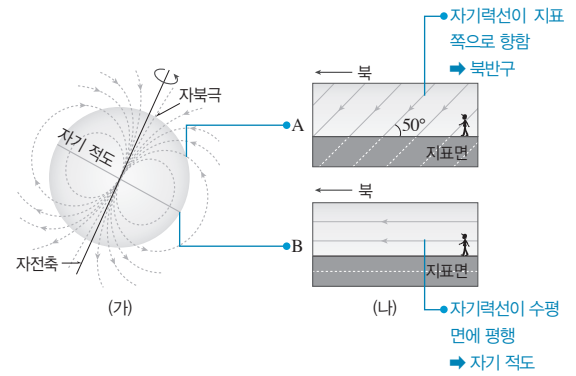
수능 3점 공부하기

본책 28쪽~29쪽

- 1 ③ 2 ① 3 ① 4 ③ 5 ③ 6 ②
 7 ④ 8 ⑤

1 지구 자기장

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- B는 자기 적도에 위치한다.
 ○ B에서 A로 가면 북각은 커진다.
 ✗ A는 남반구에 위치한다. 북반구

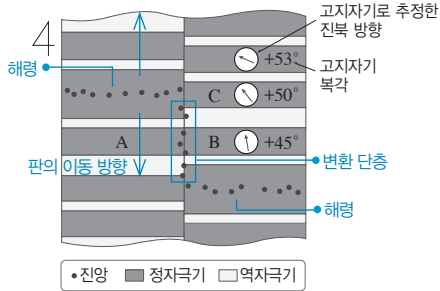
ㄱ. B는 자기력선이 지표면과 나란하여 북각이 0°이므로 자기 적도에 위치한다.

ㄴ. B에서 A로 가면 자기력선이 수평면에 대해 기울어지고 그에 따라 북각은 커진다.

바로알기 ㄷ. A는 자기력선이 지표 쪽으로 기울어져 있고 북각이 (+)이므로 북반구에 위치한다.

2 고지자기 이용

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A와 B는 같은 시기에 생성되었다.
- ㉡ A의 복각은 약 $+50^\circ$ 이다. $+45^\circ$
- ㉢ 해령은 C 시기 이후에 고위도로 이동하였다. 저위도

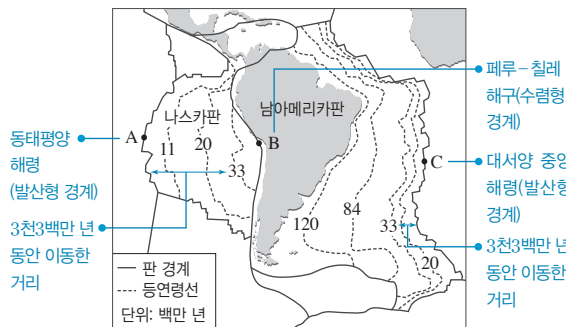
㉠. 진앙 분포가 고지자기 줄무늬에 나타난 부분에 해령이 위치하고, 해령과 해령 사이에서 진앙 분포가 해령에 수직인 부분에 변환 단층이 위치한다. 따라서 A와 B는 해령을 축으로 자기 역전 횟수가 같고 같은 정자극기를 나타내므로 같은 시기에 생성되었다.

㉡. A는 B와 같은 시기에 형성되었으므로 복각은 B와 같은 약 $+45^\circ$ 이다.

㉢. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 많아지므로 C가 B보다 먼저 생성되었다. 해령은 C 시기 이후에 B 시기로 오면서 복각이 $+50^\circ$ 에서 $+45^\circ$ 로 감소하였으므로 저위도로 이동하였다.

3 판 경계의 지각 변동

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 판의 이동 속도는 나스카판이 남아메리카판보다 빨랐다.
- ㉡ A와 C 지역에서는 주로 심발 지진이 발생한다. 천발 지진
- ㉢ B 지역은 맨틀 대류의 상승부에 해당한다. 하강부

㉠. 태평양과 대서양에서 각각 해령으로부터 나이가 3천3백만 년인 해양 지각까지의 거리를 비교해 보면, 태평양이 대서양보다 멀다. 이는 C보다 A의 해령에서 생성된 해양 지각이 더 빨리 이동하였다는 증거이므로 판의 이동 속도는 나스카판이 남아메리카판보다 빨랐다.

㉡. A와 C 지역은 발산형 경계인 해령에 위치하므로 주로 천발 지진이 발생한다.

㉢. B 지역은 판이 섭입되는 수렴형 경계로, 맨틀 대류의 하강부에 해당한다.

4 판 경계의 지각 변동

| 선택지 분석 |

- ㉠ 지각의 두께가 가장 얇은 곳은 A이다.
- ㉡ 천발 지진은 B와 C에서 모두 발생한다.
- ㉢ D는 북아메리카판에 위치한다. 태평양판

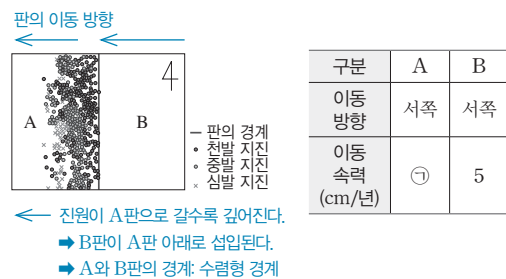
㉠. A는 해양에 위치하고, B~D는 대륙에 위치한다. 해양 지각이 대륙 지각보다 얇으므로 지각의 두께가 가장 얇은 곳은 A이다.

㉡. B는 해구 부근에서 대륙판 쪽에 위치하여 천발~심발 지진이 발생하고, C는 변환 단층대에 위치하여 천발 지진이 발생한다. 따라서 두 지역 모두 천발 지진이 발생한다.

㉢. D는 판 경계인 변환 단층을 기준으로 태평양 쪽에 있으므로 태평양판에 위치하고 있다.

5 수렴형 경계의 지각 변동과 진원 깊이

| 자료 분석 |



| 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.

㉢. 해양판이 다른 해양판 아래로 섭입하는 수렴형 경계에서는 습곡 산맥이 발달하지 못하고, 해구와 호상 열도가 발달한다.

6 발산형 경계, 수렴형 경계의 지각 변동

| 선택지 분석 |

- ㉠ 해양 지각의 나이는 A 지역이 B 지역보다 많다. 적다
- ㉡ 화산 활동은 C 지역이 B 지역보다 활발하다.
- ㉢ 판의 경계 ①을 따라 수렴형 경계가 발달한다. 발산형

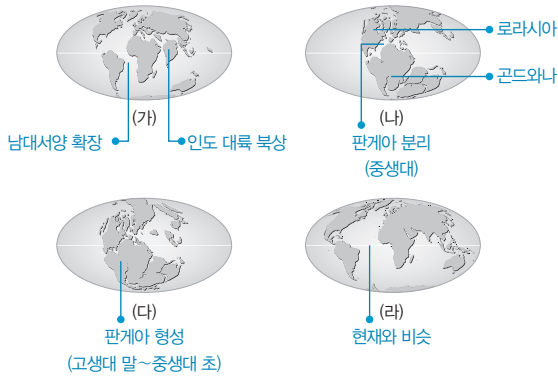
A 부근의 판 경계는 천발 지진만 일어나므로 발산형 경계이고, B와 C 부근의 판 경계는 천발 지진에서 심발 지진까지 일어나므로 수렴형 경계이다.

㉡. 수렴형 경계에서 판이 섭입할 때, 화산 활동은 대륙판(상대적으로 밀도가 작은 판) 쪽에서 활발하므로 C 지역이 B 지역보다 활발하다.

바로알기 ㄱ. 해양 지각은 발산형 경계에서 생성되어 수렴형 경계 쪽으로 이동하므로 해양 지각의 나이는 발산형 경계 부근인 A 지역이 수렴형 경계 부근인 B 지역보다 적다.
 ㄴ. ㉠에서는 천발 지진만 발생하므로 발산형 경계가 발달한다.

7 지질 시대 대륙 분포의 변화

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✕ 대륙의 분포는 (가) → (다) → (나) → (라) 순서로 변화했다.
 (다) → (나) → (가) → (라)
 ㉠ (나)에서 로라시아 대륙이 곤드와나 대륙에서 분리되었다.
 ㉡ (다)가 형성될 때 애팔래치아산맥이 형성되었다.

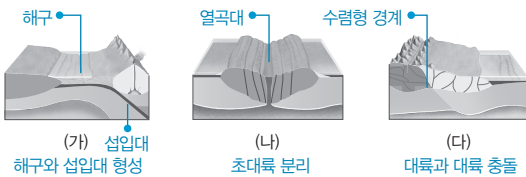
ㄴ. 판게아가 형성될 때 테티스해를 사이에 두고 북반구에는 로라시아 대륙이, 남반구에는 곤드와나 대륙이 분포하였다. 이후 (나)에서 판게아가 분리되면서 로라시아 대륙이 곤드와나 대륙에서 분리되었다.

ㄴ. (다)에서 판게아가 형성되면서 판의 충돌로 애팔래치아산맥과 같은 습곡 산맥이 형성되었다.

바로알기 ㄱ. 판게아가 분리되어 현재에 이르기까지 대륙의 분포는 (다) → (나) → (가) → (라) 순서로 변화했다.

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.

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

03 마그마 활동과 화성암

개념 확인 문제

본책 31쪽, 33쪽, 35쪽

- 1 연약권 2 ㉠ 밀어내는, ㉡ 잡아당기는 3 (1) 차가운 플룸
 (2) 열점 4 A: 차가운 플룸, B: 뜨거운 플룸 5 (1) 하와이섬
 (2) 북서쪽 6 플룸 구조론 7 (1) 적다 (2) 높다 (3) 작다
 8 온도 상승, 압력 감소, 물의 공급 9 (1) 현무암질 마그마
 (2) 유문암질 마그마 (3) 현무암질 마그마 10 현무암질 마그마
 11 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × 12 ㉠ 화강, ㉡ 유문
 13 A: 유문암, B: 반력암 14 (1) 크다 (2) 많다

1 연약권은 고체이지만, 유동성이 있으므로 상부와 하부의 온도 차이에 의해 대류가 일어난다.

2 해령에서는 판을 밀어내는 힘이 작용하고, 해구에서는 섭입되는 판이 기존의 판을 잡아당기는 힘이 작용한다.

3 (1) 상부 맨틀의 최하단인 지하 약 670 km 부근까지 섭입된 판은 더 이상 지하 내부로 들어가지 못하고 쌓이면서 냉각과 압축이 진행되고, 밀도가 커지면 외핵 쪽으로 가라앉아 차가운 플룸을 형성한다.

(2) 뜨거운 플룸이 상승하여 지표면과 만나는 지점 아래에 마그마가 생성되는 곳을 열점이라고 하고, 열점은 판 경계와 관계없이 분포한다.

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

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

(2) 태평양판은 나이가 적은 화산섬 위치에서 나이가 많은 화산섬 방향(북서쪽)으로 이동한다.

6 일반적으로 판이 생성되어 해구에서 소멸되기 전까지는 상부 맨틀의 대류를 포함한 판 구조론으로 설명한다. 판이 섭입된 이후 지구 내부에서의 변화는 플룸 구조론으로 설명한다.

7 현무암질 마그마는 유문암질 마그마에 비해 SiO₂ 함량이 적고, 온도가 높으며, 점성이 작다.

8 A 지점에서 온도가 상승하거나 압력이 감소하여 맨틀의 용융 곡선과 만나거나, 물의 공급으로 맨틀의 용융점이 낮아져서 용융 곡선이 지하의 온도 곡선과 만나면 마그마가 생성된다.

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

11 (1) 화성암은 SiO₂ 함량에 따라 염기성암, 중성암, 산성암으로 구분한다.

- (2) 화산암과 심성암은 마그마의 냉각 속도가 다르기 때문에 광물 결정의 크기가 다르다.
- (3) 반력암은 염기성암이고 심성암이므로 SiO_2 함량이 52 % 이하이고, 조립질 조직이 나타난다. SiO_2 함량이 63 % 이상인 암석은 산성암이고, 세립질 조직이 나타나는 암석은 화산암이다.
- (4) 화강암은 산성암으로, 염기성암인 현무암보다 밝은색을 띠고 밀도가 작다.
- (5) 우리나라의 화성암은 화산암과 심성암이 모두 분포하며, 그중 중생대 화강암이 대부분을 차지한다.

12 유문암질 마그마는 SiO_2 함량이 63 % 이상으로, 식어서 굳으면 산성암이 된다. 산성암 중 심성암에는 화강암이 있고, 화산암에는 유문암이 있다.

- 14** (가) 설악산 울산바위는 중생대 화강암으로 이루어져 있고, (나) 한탄강 일대는 신생대 현무암으로 이루어져 있다.
- (1) 심성암인 화강암은 화산암인 현무암보다 마그마의 냉각 속도가 느리므로 (가)는 (나)보다 광물 결정의 크기가 크다.
- (2) (가)는 중생대, (나)는 신생대에 생성되었으므로 암석의 연령은 (가)가 (나)보다 많다.

수능 자료 마스터

본책 36쪽~37쪽

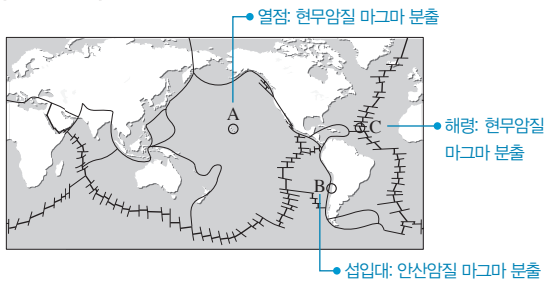
자료 **A** 1 ⑤

자료 **B** 2 ②

자료 **C** 3 ④

1

| 자료 분석 |



- ㄱ. A의 하와이 열도에서는 지하 깊은 곳의 열점에서 맨틀 물질이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.
- ㄴ. B의 안데스산맥 지하에 존재하는 섭입대에서는 물이 공급되어 맨틀의 용융점이 낮아져서 마그마가 생성된다.
- ㄷ. C의 대서양 중앙 해령 하부에서는 맨틀 물질이 상승하는 과정에서 압력의 감소에 의해 마그마가 생성된다.

2 ㄴ. 화강암은 반력암보다 무색 광물(석영, 정장석, 사장석)의 비율이 높으므로 밝은색을 띤다.

- 바로알기** ㄱ. 안산암은 화산암이고 섬록암은 심성암이므로 안산암이 섬록암보다 마그마의 냉각 속도가 빨라 광물 결정의 크기가 작다. 따라서 안산암은 섬록암보다 세립질이다.
- ㄷ. 석영의 부피비는 중성암인 섬록암보다 산성암인 화강암에서 더 크다.

3 ㄱ. 김홍도의 그림에서 기둥 모양으로 그려진 바위나 정철의 관동별곡에서 표현한 '기둥'과 '육면'은 육각기둥 모양의 주상 절리를 나타낸 것이다.

ㄴ. 주상 절리는 용암이 지표로 분출하여 급격히 냉각되는 과정에서 만들어진 지질 구조이다.

바로알기 ㄷ. 현무암은 화산암이고 염기성암이므로 이 작품에서 돌기둥은 세립질 광물로 구성된 어두운색의 암석으로 이루어져 있다.

수능 2점 다지기

본책 38쪽~40쪽

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

1 맨틀 대류와 판의 이동

| 선택지 분석 |

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

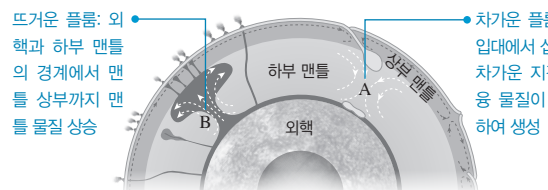
ㄱ. A는 맨틀의 대류에 의해 판이 끌려가는 힘이다.

ㄷ. C는 차갑고 밀도가 커서 무거운 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 |

- ✗ 온도: $A > B$ $A < B$
- ㄴ 밀도: $A > B$
- ✗ 지진파 속도: $A < B$ $A > B$

ㄴ. 밀도는 뜨거운 플룸이 차가운 플룸보다 작다.

바로알기 ㄱ. A는 차가운 해양 지각이 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 플룸보다 온도가 낮아서 밀도가 큰 차가운 플룸을 통과할 때 지진파의 속도가 더 빠르다.

3 차가운 플룸의 형성

| 선택지 분석 |

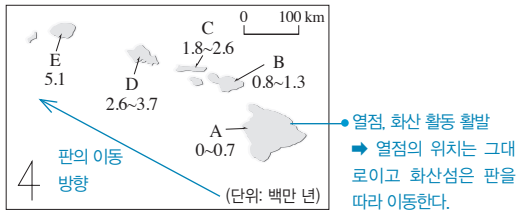
- ☒ ㉠ 섭입대 하부에서 형성된다.
- ☒ ㉡ 주로 대륙판이 냉각, 압축되어 형성된다. **해양판**
- ☒ ㉢ 침강한 물질은 맨틀과 외핵의 경계면까지 도달한다.

㉠, ㉡. 섭입대 하부에서 냉각, 압축된 판 덩어리가 침강하여 맨틀과 외핵의 경계면까지 도달하면서 차가운 플룸을 형성한다.

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

4 열점

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ 열점 위에 위치한 섬은 A이다.
- ☒ ㉡ 섬이 형성되는 동안 판은 남동 방향으로 이동하였다. **북서**
- ☒ ㉢ 앞으로 화산 활동은 A의 남동쪽에서 더 활발하게 일어날 것이다.

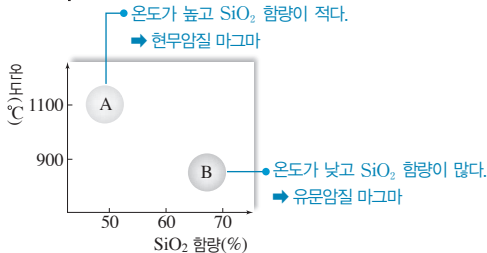
㉠. 열점 위에 위치한 섬은 나이가 0으로, 현재 화산 활동이 일어나고 있는 A이다.

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

바로알기 ㉢. 남동쪽으로 오면서 섬의 나이가 적어지므로 섬이 형성되는 동안 판은 북서 방향으로 이동하였다.

5 마그마의 종류

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

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

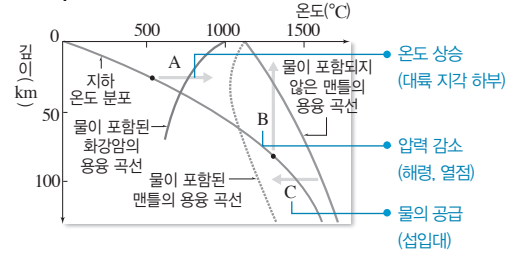
㉠. A는 현무암질 마그마로, 유문암질 마그마인 B보다 휘발 성분이 적어 조용히 분출한다.

바로알기 ㉡. A는 B보다 SiO₂의 함량이 적고 온도가 높으므로 점성이 작다.

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

6 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 현무암질 마그마가 생성된다.

㉢. 섭입대에서 현무암질 마그마는 해양 지각의 함수 광물에서 물이 맨틀에 공급되면서 맨틀의 용융점이 내려가 부분 용융되어 생성된다.

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

7 마그마의 생성 장소

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ A에서는 압력 증가로 인해 마그마가 생성된다. **감소**
- ☒ ㉡ B에서는 화강암질 마그마가 생성된다. **현무암질**
- ☒ ㉢ C에서는 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

㉢. C는 호상 열도로, C에서는 현무암질 마그마와 유문암질 마그마의 혼합 등에 의해 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

바로알기 ㉠. A는 해령으로, A에서는 맨틀 물질의 상승에 따른 압력 감소로 마그마가 생성된다.

㉡. B는 섭입대로, B에서는 섭입하는 판에 의해 온도와 압력이 높아져 맨틀에 물이 공급되어 맨틀의 용융점이 내려가 부분 용융되므로 현무암질 마그마가 생성된다.

8 마그마의 생성 조건과 생성 장소

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ 20 km 깊이에서 암석의 용융 온도는 물을 포함하지 않은 현무암이 물을 포함한 화강암보다 높다.
- ☒ ㉡ X에서는 A → B와 같은 과정으로 마그마가 생성된다. **A에서 깊이가 알아지면서 압력이 감소하는 과정**
- ☒ ㉢ Y에서는 화강암질 마그마가 생성된다. **현무암질**

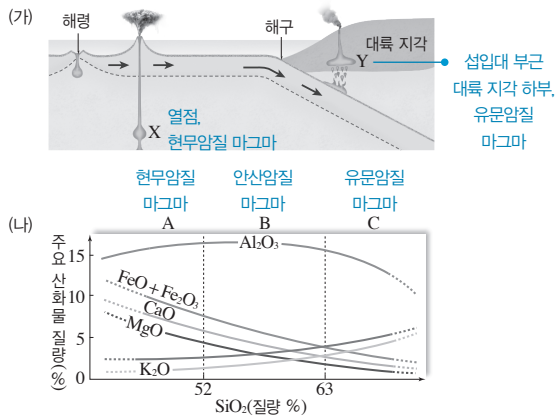
㉠. (가)에서 20 km 깊이에서 암석의 용융 온도는 물을 포함하지 않은 현무암이 1000 °C 보다 높고, 물을 포함한 화강암은 1000 °C 보다 낮다.

바로알기 ㉡. 해령 하부인 X에서 마그마는 맨틀 대류의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승하여 압력 감소로 부분 용융되어 생성된다.

㉢. 열점인 Y에서는 뜨거운 플룸의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승하여 압력 감소로 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

9 마그마의 생성 장소와 성질

| 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 생성되므로 Y보다 현무암질 마그마(A)가 생성되는 X의 마그마에서 Fe, Mg의 비율이 높다.

바로알기 ㄱ. X에서는 현무암질 마그마가 생성되고, Y에서는 유문암질 마그마가 생성된다. 마그마의 생성 온도는 현무암질 마그마가 유문암질 마그마보다 높으므로 (가)에서 마그마의 생성 온도는 X보다 Y가 더 낮다.

10 화성암의 분류

| 자료 분석 |

조직	SiO ₂ 적음 ← 52 % — 63 % → 많음		
화산암 세립질	현무암	안산암	유문암
↓	회록암	섬록 반암	석영 반암
심성암 조립질	반려암	섬록암	화강암

유색 광물이 많다. 어두운색을 띠고 밀도가 크다. 염기성암이다.

광물 입자가 크다(조립질). 지하 깊은 곳에서 형성되었다. 마그마의 냉각 속도가 느리다.

| 선택지 분석 |

- ✗ 현무암 ✗ 화강암 ✗ 유문암
- ④ 반려암 ✗ 섬록암

SiO₂ 함량이 52 % 이하인 염기성암이고, 지하 깊은 곳에서 마그마가 천천히 냉각되어 광물 입자가 큰(조립질) 암석은 반려암이다.

11 화강암과 현무암의 특징

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- (가)는 마그마가 천천히 냉각되어 생성되었다.
- (나) 암석의 밀도는 (가)보다 (나)가 크다.
- ✗ (가)와 (나)는 구성 광물의 종류가 거의 같다. **다르다**

(가)는 화강암이고, (나)는 현무암이다.

ㄱ. (가) 화강암은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 생성되므로 구성 광물 결정이 크다.

ㄴ. 현무암은 고철질암으로, 고온의 마그마에서 정출되는 감람석, 휘석 등이 포함되어 있어 무거운 Fe, Mg의 비율이 높으므로 (나) 현무암이 (가) 화강암보다 밀도가 크다.

바로알기 ㄷ. (가)는 산성암이고 (나)는 염기성암이므로 (가)에는 무색 광물이 많고, (나)에는 유색 광물이 많다.

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 굳어 생성된 심성암이고, (다)의 현무암은 마그마가 지표 부근에서 급격하게 굳어 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 형성된 화성암이고, (나)는 암석이 열이나 압력을 받아 성질이 변하여 형성된 변성암이다.

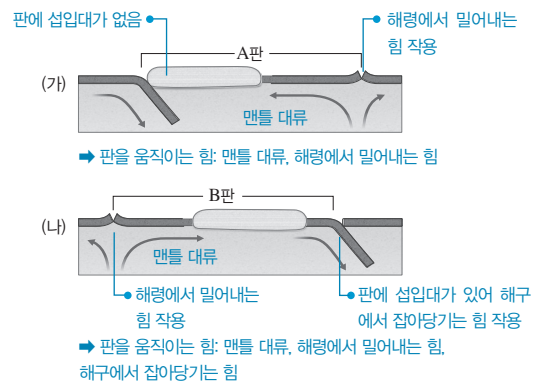
수능 3점 공부하기

본책 41쪽~43쪽

- 1 ③ 2 ④ 3 ③ 4 ⑤ 5 ④ 6 ③
- 7 ⑤ 8 ② 9 ② 10 ③ 11 ① 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**. **노리다**
- ㉢ 판의 이동 속도는 판이 섭입되는 판 경계의 유무에 따라 달라진다.

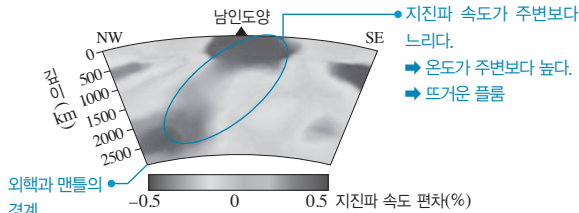
㉠. A판은 섭입되지 않으므로 해구에서 잡아당기는 힘이 작용하지 않아 맨틀 대류와 해령에서 밀어내는 힘에 의해 이동한다. B판은 해구에서 섭입하므로 맨틀 대류와 해령에서 밀어내는 힘 외에도 해구에서 잡아당기는 힘이 작용한다.

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

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

2 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.

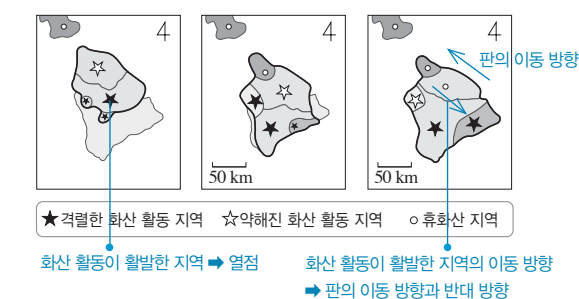
㉠. 해령 부근은 주변보다 온도가 높으므로 지진파 속도가 느리다.

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

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

3 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**

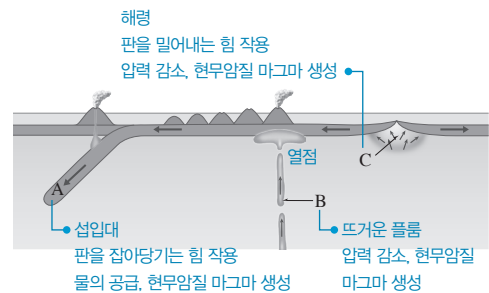
㉠. 하와이섬은 현재 섬 아래에 위치한 열점에서 분출하는 마그마에 의해 형성된 화산섬이다. 하와이섬이 형성된 과정을 순서대로 보면 처음에는 북서쪽에서 격렬한 화산 활동이 일어났지만, 그 지역이 대체로 점차 남동쪽으로 이동하고 있으며 그에 따라 섬도 남동쪽으로 확장되고 있다.

㉡. 격렬한 화산이 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 때문에 나타나는 현상이다.

바로알기 ㉢. 앞으로 화산 활동에 의해 새로운 화산섬은 하와이섬의 남동쪽에 형성될 것이다.

4 판의 경계와 플룸 구조론

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A에서는 판을 잡아당기는 힘이 작용한다.
- ㉡ B는 뜨거운 플룸에 해당한다.
- ㉢ C에서는 현무암질 마그마가 분출한다.

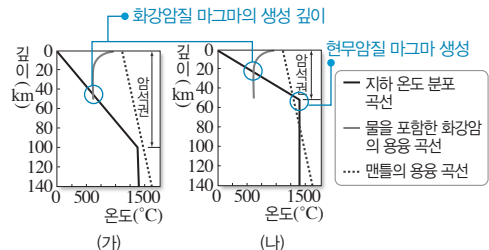
㉠. A는 섭입대이므로 무거운 해양판이 중력에 의해 침강하면서 판을 해구 쪽으로 잡아당기는 힘이 작용한다.

㉡. B는 열점을 형성하는 플룸이므로 뜨거운 플룸에 해당한다.

㉢. C는 해령으로, 맨틀 대류의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승한다. 이때 압력 감소로 맨틀 물질이 부분 용융되면서 현무암질 마그마가 생성되어 분출한다.

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.

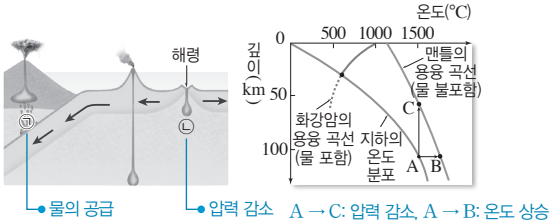
㉠. 지하 온도 분포 곡선과 암석의 용융 곡선이 만나는 곳에서 마그마가 생성되므로 (나)에서 화강암질 마그마가 생성되는 깊이는 더 얇아진다.

ㄷ. 지하 60 km 깊이에서 지하 온도가 맨틀의 용융점보다 높아 지므로 맨틀이 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

바로알기 ㄱ. (나)는 (가)보다 같은 깊이의 암석권에서 온도가 더 높으므로 깊이에 따른 온도 증가율이 더 크다. 암석권의 두께가 얇아지면 지하 온도 증가율은 커진다.

6 마그마의 생성 위치와 생성 조건

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ ㉠에서는 열과 물의 작용으로 마그마가 생성된다.
- ㉡ ㉡에서는 A → B의 과정으로 마그마가 생성된다. A → C
- ㉢ 현무암질 마그마는 화강암질 마그마보다 온도가 높다.

ㄱ. 섭입대인 ㉠에서는 열과 압력에 의해 맨틀에 물이 공급되어 마그마가 생성된다.

ㄷ. 화강암질 마그마는 용융점이 낮은 화강암이 용융되어 형성되고, 현무암질 마그마는 고온의 맨틀 물질이 용융되어 형성되므로 현무암질 마그마가 상대적으로 온도가 더 높다.

바로알기 ㄴ. 해령인 ㉡에서는 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소하는 A → C의 과정으로 마그마가 생성된다.

7 마그마의 생성 장소

| 선택지 분석 |

- ㉠ A에서 물의 공급으로 암석의 용융점이 낮아진다.
- ㉡ A, B, C에서는 현무암질 마그마가 생성된다.
- ㉢ C에서는 맨틀 물질이 상승하면서 마그마가 생성된다.

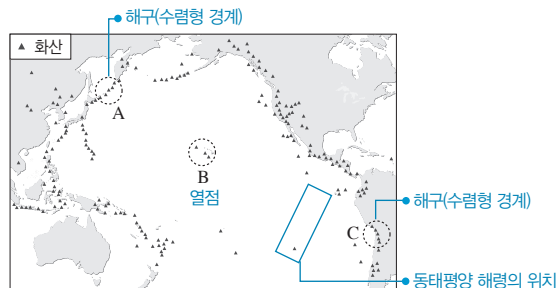
ㄱ. 섭입대인 A에서는 해양 지각과 퇴적물에서 공급되는 물에 의해 암석의 용융점이 낮아진다.

ㄴ. 섭입대(A), 열점(B), 해령(C)에서는 모두 맨틀 물질의 부분 용융이 일어나 현무암질 마그마가 생성된다.

ㄷ. 해령인 C에서는 맨틀 대류의 상승류를 따라 맨틀 물질이 상승하면서 압력 감소로 맨틀의 부분 용융이 발생하고, 그로 인해 현무암질 마그마가 생성된다.

8 변동대에서 생성된 마그마의 특징

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ B의 화산은 판의 발산형 경계에 위치한다. 열점
- ㉡ 화산에서 분출된 용암의 SiO₂ 평균 함량은 B가 C보다 낮다.
- ㉢ 해구에서 섭입하는 판의 지각 나이는 A가 C보다 적다. 많다

ㄴ. B에는 판 내부의 열점에서 현무암질 용암이 분출하여 생긴 화산섬이 분포하고, C에는 판의 섭입대에서 안산암질 용암이 분출하여 생긴 화산이 분포한다. 현무암질 용암의 SiO₂ 함량은 52% 이하이고, 안산암질 용암의 SiO₂ 함량은 52% ~ 63%이므로 용암의 SiO₂ 평균 함량은 B가 C보다 낮다.

바로알기 ㄱ. B(하와이 열도)는 태평양판의 내부에 있으므로 판의 발산형 경계에 위치하지 않는다. B는 열점에서 생성된 마그마가 분출하여 형성된 화산섬이다.

ㄷ. A와 C에서는 동태평양 해령에서 생성된 해양 지각이 서로 멀어져 각각 섭입대를 형성한다. 해령으로부터 거리가 멀수록 해양 지각의 나이가 많고, A가 C보다 해령에서 멀리 떨어져 있으므로 지각의 나이가 많다.

9 마그마의 종류

| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 유문암질 마그마이다. 현무암질
- ㉡ CaO의 질량비는 A가 B보다 크다.
- ㉢ 유색 광물은 A보다 B에서 많이 정출된다. 적게

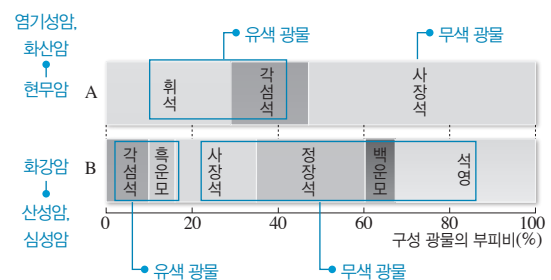
ㄴ. 그림에서 CaO의 질량비는 A가 B보다 크다.

바로알기 ㄱ. 현무암질 마그마는 유문암질 마그마에 비해 상대적으로 SiO₂의 함량이 적다. 따라서 A가 현무암질 마그마이고, B가 유문암질 마그마이다.

ㄷ. 유색 광물은 유문암질 마그마인 B보다 현무암질 마그마인 A에서 더 많이 정출된다.

10 화성암의 분류

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 염기성암, B는 산성암이다.
- ㉡ 유색 광물의 부피비는 A가 B보다 높다.
- ㉢ 구성 광물 결정의 크기는 A가 B보다 크다. 작다

A는 현무암, B는 화강암이다.

ㄱ, ㄴ. 유색 광물에는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모 등이 있고, 무색 광물에는 사장석, 석영, 정장석, 백운모 등이 있다. 유색 광물의 부피비는 A가 B보다 높으므로 A는 염기성암, B는 산성암이다.

바로알기 ㄷ. 현무암(A)은 화산암이고 화강암(B)은 심성암이므로 구성 광물 결정의 크기는 A가 B보다 작다.

11 화산암의 분류

자료 분석

조직	유색 광물 함량	색 밀도 SiO ₂ 함량		
		적다	→	많다
화산암 세립질	A	유문암	안산암	B
심성암 조립질	C	화강암	섬록암	D
		산성암	중성암	염기성암

선택지 분석

- ㉠ A는 B보다 SiO₂의 함량이 많다.
 ✕ A는 C보다 마그마가 천천히 냉각되었다. **빠르게**
 ✕ C는 D보다 평균 밀도가 크다. **작다**

ㄱ. A는 유색 광물 함량이 적은 산성암이므로 염기성암인 B보다 SiO₂의 함량이 많다.

바로알기 ㄴ. 세립질인 A는 구성 광물의 결정이 작고, 조립질인 C는 구성 광물의 결정이 크므로 A가 C보다 빠르게 냉각되었다.

ㄷ. 산성암인 C는 염기성암인 D보다 밀도가 작은 광물의 비율이 높으므로 평균 밀도가 작다.

12 한반도의 화산암 지형

자료 분석

지하 깊은 곳에서 생성된 후
용기



표면이 양파 겹질처럼 층상으로 벗겨진 판상 절리가 발견되고, 정상부는 돛모양이다.

화강암 (가) • 마그마의 점성이 높다.

마그마가 지표 부근에서
급격히 냉각



수직으로 발달한 주상 절리가 관찰되며, 주변에는 완만한 경사의 용암 대지가 분포한다.

현무암 (나) • 마그마의 점성이 낮다.

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.

2. 지구의 역사

04 퇴적구조와 지질구조

78년 확인 문제

본책 45쪽, 47쪽

- 1 (1) × (2) × (3) ○ 2 (1) 건열 (2) 건조한 환경 (3) 역전되었다.
 3 (1) 육상 (2) 해양 (3) 연안 4 (1) 다짐 → 교결 (2) 얕은 → 깊은, 깊은 → 얕은 (3) 사층리 → 점이 층리 (4) 응회암 → 역암
 5 (1) 배사 (2) 정단층 (3) 절리 (4) 판상 절리 (5) 부정합 (6) 포획암
 6 침식 7 부정합면 8 습곡, 역단층

1 (1) 퇴적물이 다짐 작용을 받으면 입자들이 다져지면서 공극의 부피가 감소하고 퇴적물의 밀도가 증가한다.
 (2) 물속에 녹아 있는 성분이 증발에 의해 침전되면 화학적 퇴적암이 형성된다.

2 (1), (2) 건열은 건조한 환경에서 퇴적물의 표면이 갈라져 형성된 퇴적 구조이다.

(3) 건열의 뾰족한 쪽이 지표 쪽(위쪽)을 향하고, 갈라진 쪽이 아래를 향하고 있으므로 지층은 역전되었다.

- 3 (1) 육상 환경에는 호수, 빙하, 범람원 등이 있다.
 (2) 해양 환경에는 대륙붕, 대륙 사면, 심해저 등이 있다.
 (3) 연안 환경에는 삼각주, 사주, 석호 등이 있다.

- 5 (1) 향사는 습곡에서 지층이 아래로 오목한 부분이다.
 (2) 역단층은 지층에 횡압력이 작용하여 형성된다.
 (3) 단층은 암석에 형성된 틈을 따라 암석의 이동이 있다.
 (4) 주상 절리는 마그마가 지표 부근에서 급격히 식을 때 형성되기 쉽다.
 (5) 두 지층이 시간적으로 연속적인 관계일 때 정합이라고 한다.
 (6) 관입암은 관입한 마그마가 굳어서 형성된 암석이다.

6 부정합은 퇴적이 오랫동안 중단되어 시간적으로 불연속적인 상하 두 지층 사이의 관계로, 퇴적 → 용기 → 침식 → 침강 → 퇴적 과정을 거치면서 형성된다.

7 부정합의 형성 과정에 침식 작용이 있으므로 부정합면을 경계로 상하 지층 사이에 연령이나 산출되는 화석의 종류가 급격하게 변한다.

8 습곡과 역단층은 횡압력이 작용하여 형성되고, 정단층은 장력이 작용하여 형성된다.

수능 자료 마스터

본책 48쪽~49쪽

자료 A 1 ⑤

자료 B 2 ①

- 1 (가)는 연흔, (나)는 사층리, (다)는 건열이다.
 ㄱ. (가)는 퇴적층 속에 물결 모양의 자국이 남아 있는 구조로, 연흔이다.
 ㄴ. (나)는 층리가 기울어진 구조로, 사층리이다. 사층리는 기울어진 경사를 통해 퇴적물이 공급된 방향을 알 수 있다.
 ㄷ. (가)~(다)의 퇴적 구조들은 퇴적 당시의 환경뿐만 아니라 지층의 상하 관계를 밝히는 데에도 사용된다. (가)~(다)는 모두 그림의 위쪽이 지층의 상부이다.

2 ㄱ. A는 습곡으로, 지하 깊은 곳의 고온, 고압 환경에서 변형되는 지층에 해당한다.

- 바로알기** ㄴ. B는 횡압력이 작용한 상태에서 지층이 끊어지면서 어긋난 경우이므로 역단층의 모양과 유사하게 변형된다.
 ㄷ. 습곡(A)과 역단층(B)은 주로 횡압력이 작용하는 수렴 경계에서 나타나는 변형에 해당한다.

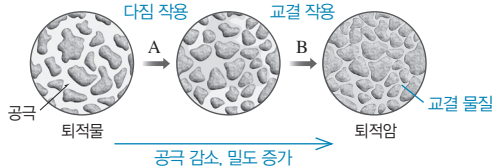
수능 2점 다지기

본책 50쪽~53쪽

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

1 퇴적암의 형성 과정

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㄱ. A 과정에서 퇴적물의 밀도는 증가한다.
 ㄴ. B 과정은 석회 물질이나 규질 성분이 침전되면서 일어난다.
 ㄷ. A와 B 과정은 주로 지하 깊은 곳에서 일어난다. **지표 부근**

ㄱ. A는 다짐 작용으로, 퇴적물의 무게에 의해 아래에 있는 퇴적물이 눌리면서 퇴적물 입자의 간격이 좁아져 퇴적물의 밀도는 증가한다.

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

- 바로알기** ㄷ. A와 B 과정은 퇴적 과정에서 일어나는 속성 작용으로, 주로 지표 부근의 물속에서 일어난다.

2 퇴적암의 분류

| 선택지 분석 |

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

ㄱ. A는쇄설성 퇴적암인 응회암이다. 응회암은 화산 활동의 분출물인 화산재가 퇴적되어 형성된다.

ㄷ. 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 퇴적 구조-점이 층리, 사층리, 건열

| 선택지 분석 |

- ㄱ. (가)는 점이 층리이다.
 ㄴ. (나)에서는 퇴적물의 공급 방향을 알 수 있다.
 ㄷ. (다)에서는 역전된 지층이 발견된다. **발견되지 않는다**

ㄱ. (가)는 위로 갈수록 입자의 크기가 점점 작아지는 퇴적 구조로, 점이 층리에 해당한다.

ㄴ. (나)는 사층리로, 지층이 경사진 방향으로 퇴적물의 공급 방향을 알 수 있다. (나)에서는 (→) 방향으로 흐르는 물 또는 바람에 의해 퇴적물이 공급되었다.

- 바로알기** ㄷ. (다)는 건열로, 켜기 모양의 넓은 틈이 위쪽에 있고 뾰족한 부분이 아래쪽에 있으므로 지층이 역전되지 않았다.

4 퇴적 구조-건열, 사층리

| 선택지 분석 |

- ㄱ. 역암층을 이루는 자갈은 둥글고 크기가 같다. **다르다**
 ㄴ. 사암층에서는 퇴적 당시의 퇴적물 이동 방향을 알 수 있다.
 ㄷ. 세일층이 형성되는 동안에 수면 밖으로 노출된 시기가 있었다.

ㄴ. 사암층에서는 층리가 경사져 있는 사층리가 나타난다. 사층리는 물이 흐르거나 바람이 부는 방향 쪽으로 퇴적물이 이동하여 형성되므로 사층리를 통해 퇴적 당시의 퇴적물 이동 방향을 알 수 있다.

ㄷ. 세일층에서는 건조한 환경에서 대기 중에 노출되었을 때 퇴적물의 표면이 갈라져 형성되는 건열이 나타난다. 따라서 세일층이 형성되는 과정에서 수면 밖으로 노출된 시기가 있었다.

- 바로알기** ㄱ. 이 지역의 역암층은 모양이 둥글고 크기가 다양한 자갈이 섞여 있다.

5 퇴적 구조-건열, 연흔, 사층리

| 선택지 분석 |

- ㄱ. (가)는 형성 당시에 건조한 시기가 있었다.
 ㄴ. (나)는 얇은 물 밑이나 바람의 영향을 받는 환경에서 형성되었다.
 ㄷ. (다)는 지층의 단면에서 관찰된다.

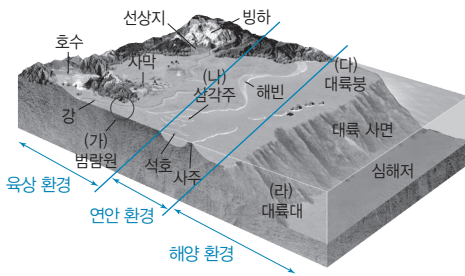
ㄱ. 건열은 건조한 환경에서 퇴적층의 표면이 갈라져 생긴 퇴적 구조이므로 (가)가 형성될 당시에 건조한 시기가 있었다.

ㄴ. 연흔은 잔물결이나 파도 등에 의해 퇴적물의 표면에 생긴 물결 모양의 퇴적 구조이다. 따라서 (나)는 수심이 얇은 물 밑이나 바람의 영향을 받는 환경에서 형성되었다.

ㄷ. 사층리는 흐르는 물이나 바람에 의해 지층이 경사진 상태로 퇴적된 구조이므로 (다)는 지층의 단면에서 관찰된다.

6 퇴적 환경

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ (가)와 (나)는 육상 환경이다. (가)
- ☒ (다)의 얇은 물 밑에서 사층리가 잘 형성된다. 연흔이
- ☒ (라)에서 잘 형성되는 퇴적 구조는 퇴적물 입자의 크기가 위로 갈수록 작아진다.

ㄷ. (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

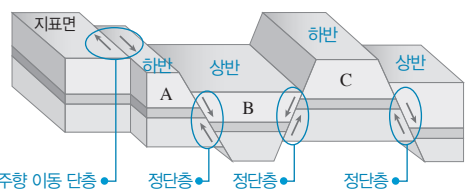
ㄱ. 쇄설성 퇴적암인 응회암이 분포하는 (가)에는 줄무늬가 보이므로 층리가 발달해 있다.

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 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.

9 지질 구조-습곡, 역단층

| 선택지 분석 |

- ☒ (가)에는 횡압력이 작용하였다.
- ☒ (나)에서는 상반이 위로 이동하였다.
- ☒ (가)와 (나)는 모두 층리가 발달한 암석에서 잘 관찰된다.

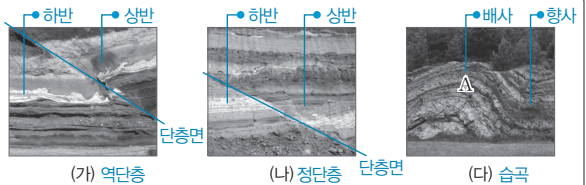
ㄱ. (가)는 지층에 횡압력이 작용하여 휘어진 습곡이다.

ㄴ. (나)는 지층에 횡압력이 작용하여 단층면을 기준으로 하반보다 상반이 위로 이동한 역단층이다.

ㄷ. (가)의 습곡과 (나)의 단층은 모두 층리가 발달한 암석, 즉 퇴적암에서 잘 관찰된다.

10 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 상반이 하반보다 상대적으로 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 상반이 하반보다 상대적으로 위로 이동한 역단층이다. 역단층은 횡압력을 받아 형성된다.

ㄷ. (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.

11 부정합의 형성 과정

| 선택지 분석 |

- ☒ ① (가)와 (나) 사이에 지층의 융기가 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 융기가 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.

12 지질 구조-단층, 습곡, 부정합

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 단층 구조가 발달되어 있다.
- ㉡ (나)는 횡압력에 의해 형성되었다.
- ㉢ (다)는 퇴적이 중단된 시기가 있었다.

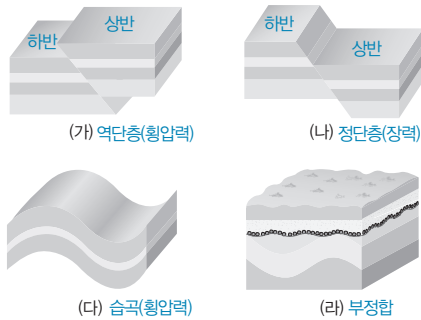
㉠. (가)는 지층에 힘(장력)이 작용하여 단층면을 경계로 양쪽 지층이 이동(상대적으로 상반이 아래로 이동)하였으므로 단층 구조(정단층)가 발달되어 있다.

㉡. (나)는 양쪽에서 미는 횡압력에 의해 지층이 휘어진 습곡 구조가 형성되었다.

㉢. (다)는 부정합으로, 부정합면을 경계로 하부 지층은 경사져 있지만, 상부 지층은 수평으로 퇴적되었다. 이는 '퇴적 → 융기 → 침식 → 침강 → 새로운 지층의 퇴적' 과정이 일어났기 때문이다. 따라서 (다)는 부정합면을 경계로 하부와 상부 지층 사이에 퇴적이 중단된 시기가 있었다.

13 변동대에서 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 침강하여 형성된다.

㉢. (라)는 부정합으로, 지층이 융기한 후 침식을 받고 침강하여 형성된다.

바로알기 ㉠. 열곡대는 장력이 작용하는 발산형 경계에서 잘 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.

14 절리의 종류

| 선택지 분석 |

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

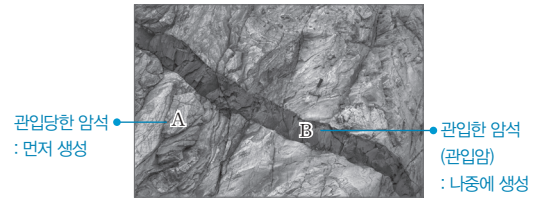
㉠. (가)는 기둥 모양으로 발달한 주상 절리이다.

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

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

15 관입과 관입암

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 관입암은 A이다. B
- ㉡ A는 B보다 먼저 형성되었다.
- ㉢ B는 퇴적암이다. **화성암**

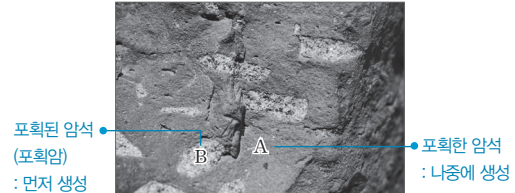
㉡. B가 A를 관입하였으므로 A는 B보다 먼저 형성되었다.

바로알기 ㉠. 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 공부하기

본책 54쪽~55쪽

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

1 퇴적암의 분류

| 선택지 분석 |

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

- ㄱ. A는 자갈 등이 퇴적되어 이루어진 역암으로, 자갈은 직경 2 mm 이상인 퇴적물 입자이다.
- ㄴ. 구조토는 유기적 퇴적암에, 암염은 화학적 퇴적암에 속하므로 '화학적 퇴적암인가?'는 두 암석을 구분하는 기준이 될 수 있다.
- ㄷ. B는 구조토로, 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**

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

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

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

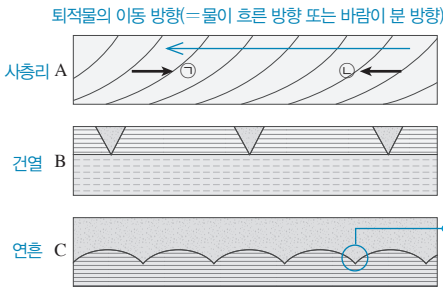
ㄱ. (가)~(다)는 모두 자갈, 모래, 점토 등이 퇴적되어 생성된 쇄설성 퇴적암에 해당한다.

ㄴ. (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.

바로알기 ㄷ. 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 |



| 선택지 분석 |

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

- ㄴ. B는 건열로, 건조 기후에서 형성되었다.
- ㄷ. C는 연흔으로, 물결의 뾰족한 부분이 아래를 향하고 있으므로 지층이 퇴적된 후에 역전되었다.
- 바로알기** ㄱ. A가 형성될 당시 퇴적물은 층리면의 경사각이 감소하는 방향인 ㉠ 방향으로 운반되었다.

5 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.

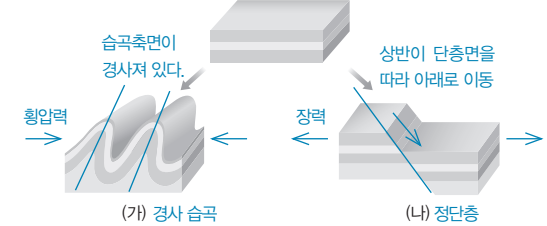
ㄱ. 역암, 셰일, 석회암은 모두 퇴적암에 속하므로 세 지역 모두 퇴적암 지역이다.

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.

6 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. **역단층**
- ㉢ 판의 발산형 경계에는 (가)보다 (나)가 잘 발달한다.

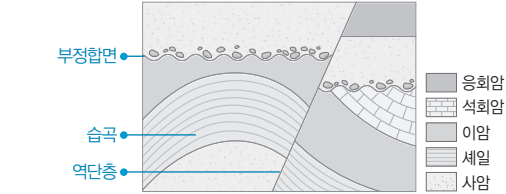
ㄷ. 장력이 작용하는 판의 발산형 경계에는 (가) 습곡보다 (나) 정단층이 잘 발달한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 습곡축면이 경사져 있는 경사 습곡, (나)는 상대적으로 상반이 단층면을 따라 아래로 이동한 정단층이다.

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

7 지질 구조-습곡, 단층, 부정합

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 습곡
- ㉡ 역단층
- ㉢ **난정합** **경사 부정합**

이 지역의 지층이 퇴적된 후 횡압력을 받아 지층이 휘어지면서 습곡이 형성되었다. 이후 지반이 융기되어 침식이 일어나고 다시 침강하여 새로운 지층이 퇴적되면서 경사 부정합이 형성되었고, 다시 횡압력을 받아 역단층이 형성되었다. 따라서 이 지역의 지층에서 관찰되는 지질 구조는 습곡, 경사 부정합, 역단층이다.

8 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.

05 지층의 나이

개념 확인 문제

본책 57쪽, 59쪽

- 1 (1) 동일 과정 (2) 수평 퇴적 (3) 먼저 (4) 동물군 천이 (5) 부정합 (6) 먼저 2 A, 동물군 천이의 법칙 3 (1) × (2) ○ (3) ×
- 4 (1) B → D → A → C (2) 관입의 법칙, 부정합의 법칙, 지층 누층의 법칙 5 (1) 절대 → 상대 (2) 변한다 → 변하지 않는다
- 6 (1) 1억 (2) 3 (3) ㉠ 3, ㉡ 3억

1 (2) 퇴적물은 일반적으로 중력에 의해 수평으로 퇴적되므로 현재 지층이 기울어져 있거나 휘어져 있으면 과거에 지각 변동을 받았다는 것을 의미한다.

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

3 (1) 지층의 대비는 서로 떨어져 있는 지층의 생성 순서를 정하는 것이다.

(3) 서로 멀리 떨어진 지층의 경우, 산출되는 표준 화석을 이용하여 지층을 대비한다.

4 (1) 'B 퇴적 → D 관입 → 부정합 → A 퇴적 → C 관입' 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 누층의 법칙이 적용되었다.

5 (1) 서로 멀리 떨어져 있는 지층을 대비하여 상대적으로 순서를 정하는 것은 상대 연령을 정하는 것이다.

(2) 방사성 동위 원소의 반감기는 온도나 압력 변화의 영향을 받지 않으므로 암석의 절대 연령을 측정하는 데 이용된다.

6 (1) 방사성 동위 원소 X의 함량이 처음 양의 $\frac{1}{2}$ (50 %)로 되는 데 걸린 시간이 1억 년이므로 반감기는 1억 년이다.

(2) 반감기가 2번 지났다면 모원소 양과 자원소 양의 비는 1 : 3이 되므로 자원소 양은 모원소 양의 3배가 된다.

(3) X의 반감기는 1억 년이고, 어떤 암석에 포함된 X의 모원소와 자원소의 함량비가 1 : 7이면 반감기가 3번 지났으므로 절대 연령은 3억 년(=1억 년×3)이다.

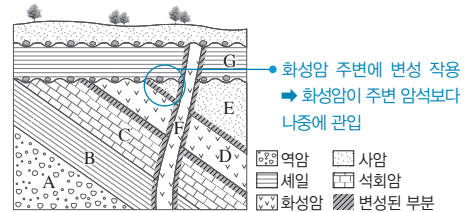
수능 자료 마스터

본책 60쪽

자료 ㉠ 1 ㉡

1

| 자료 분석 |



화성암	방사성 원소 X : 자원소	모원소 양	반감기 횟수	절대 연령
D	1 : 3	$\frac{1}{4}$	2회	2억 년
F	1 : 1	$\frac{1}{2}$	1회	1억 년

• 지층의 생성 순서: A → B → C → E → D → G → F (X의 반감기: 1억 년)
2억 년 1억 년

ㄴ. 방사성 원소 X의 반감기는 1억 년이고, 화성암 D에 포함된 X는 $\frac{1}{4}$ 로 줄어든 것으로 보아 반감기가 2번 경과했으므로 D의 절대 연령은 2억 년(=1억 년×2)이다.

㉠ **바로알기** ㄱ. 화성암 D의 관입에 의해 E의 경계부가 변성되었으므로 D는 E보다 나중엔 생성되었다.

ㄷ. G는 D(2억 년 전)와 F(1억 년 전) 사이에 퇴적되었으므로 겉씨식물이 번성한 시대인 중생대에 생성되었다.

수능 2점 다지기

본책 61쪽~63쪽

- 1 ㉠ 2 ㉠ 3 ㉢ 4 ㉢ 5 ㉤ 6 ㉠
7 ㉡ 8 ㉤ 9 ㉠ 10 ㉤ 11 ㉤ 12 ㉡

1 지사학 법칙

| 선택지 분석 |

- ☒ B가 A보다 먼저 생성되었다. - 지층 누중의 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

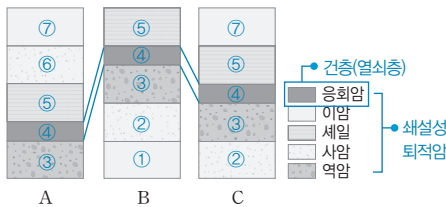
ㄴ. C와 D는 지층이 기울어져 있으므로 수평 퇴적의 법칙을 적용하여 지각 변동을 받았다고 해석할 수 있다.

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 → 석회암 → 응회암 → 이암 → 사암 → 이암

| 선택지 분석 |

- ☒ A와 C 지역의 사암층은 같은 시기에 퇴적되었다. **다름**
- ☐ 가장 오래된 암석층은 B 지역에 있다.
- ☐ 이 지역에는 화학적 퇴적암이 존재하지 않는다.

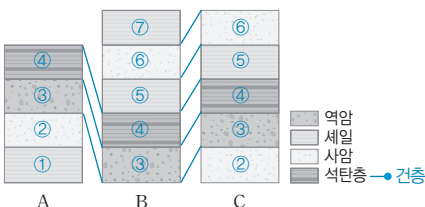
ㄴ. 동일한 시기에 분출된 화산재가 쌓여 만들어진 응회암을 건축으로 세 지역의 지층을 대비하면, 가장 오래된 암석층은 B 지역의 가장 아래에 있는 이암층이다.

ㄷ. 이 지역에 존재하는 모든 퇴적암은 쇄설성 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: 석회암 → 사암 → 석회암 → 석탄층 → 석회암 → 사암 → 석회암

| 선택지 분석 |

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

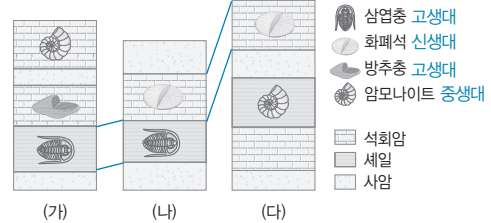
ㄱ. 지층을 대비하면 석회암 → 사암 → 석탄층 → 석회암 → 사암 → 석회암 순서로 퇴적되어 총 7개의 서로 다른 시기에 퇴적된 지층이 분포한다.

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

| 선택지 분석 |

- ☐ 가장 젊은 지층은 (나) 지역에 분포한다.
- ☒ 세 지역의 셰일층은 서로 비슷한 시기에 퇴적되었다. **다름**
- ☐ 화폐석 화석이 산출되는 석회암층의 생성 전후로 사암층이 퇴적되었다.

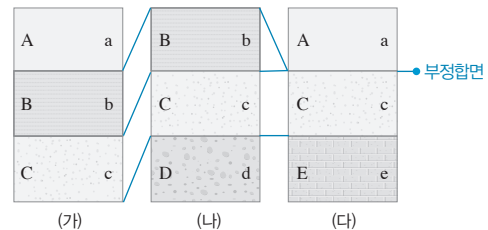
ㄱ. 가장 젊은 지층은 (나) 지역의 신생대 표준 화석인 화폐석 화석이 산출되는 지층 위에 있는 사암층이다.

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

바로알기 ㄴ. (나)와 (다) 지역의 셰일층에서는 서로 다른 시대의 표준 화석이 산출되므로 비슷한 시기에 퇴적되지 않았다.

5 화석에 의한 지층의 대비

| 자료 분석 |



• 지층의 생성 순서: E 또는 D → C → B → A

| 선택지 분석 |

- ☐ 가장 젊은 지층은 A이다.
- ☐ 화석 c는 b보다 오래된 것이다.
- ☐ (다) 지역에는 부정합이 나타난다.

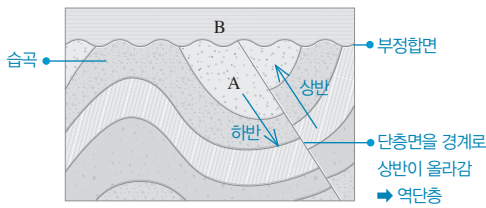
ㄱ. 지층 누중의 법칙에 따라 A가 가장 젊은 지층이다.

ㄴ. 아래에 놓인 지층이 위에 놓인 지층보다 먼저 생성된 것이다. 따라서 C층이 B층보다 먼저 생성되었고, 동물문 천이의 법칙에 따라 화석 c가 화석 b보다 오래된 것임을 알 수 있다.

ㄷ. (다) 지역에는 지층 A와 C 사이의 B층이 결층이다. 따라서 부정합이 나타난다.

6 지층의 상대 연령

| 자료 분석 |



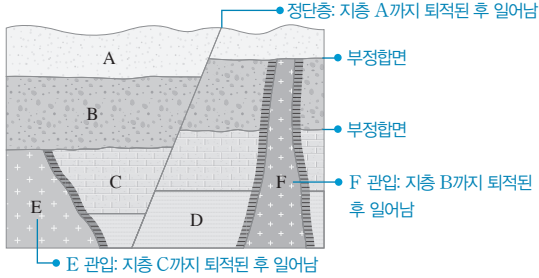
| 선택지 분석 |

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

지층 A까지 퇴적된 후 횡압력을 받아 습곡이 형성되었다. → 횡압력이 작용하여 역단층이 형성되었다. → 지층이 용기한 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(용기, 침강) → B 퇴적 → F 관입 → 부정합(용기, 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 융기와 침강이 1회 있었다. 최소 융기 3회, 침강 2회

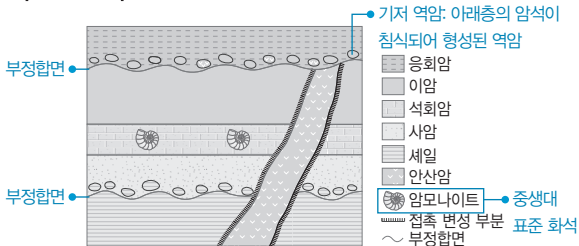
ㄴ. B는 E가 관입하고 퇴적되었으며, 그 후 F가 관입하였다.

ㄷ. A가 퇴적된 후 장력이 작용하여 정단층이 형성되었다.

ㄹ. 퇴적 기간 동안 부정합이 2번 형성되었고, 현재 지표면에 침식 작용이 일어나므로 최소 지반의 융기는 3회, 침강은 2회 있었다.

8 지층의 상대 연령

| 자료 분석 |



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

| 선택지 분석 |

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

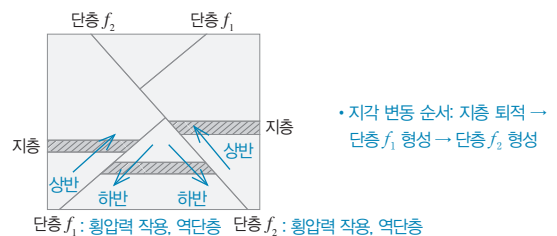
ㄴ. 안산암이 관입한 후 이 지역은 오랜 기간 동안 침식 작용을 받았으며 그 후에 응회암층이 퇴적되었다.

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

ㄹ. 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 상대 연령과 지질 구조

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 단층 f_1 은 정단층, f_2 는 역단층이다. 역단층
- ☒ 이 지역은 단층 f_1 과 f_2 가 형성될 당시에 모두 횡압력을 받았다.
- ☒ 단층 f_1 이 단층 f_2 보다 먼저 형성되었다.

ㄴ. 단층 f_1 과 단층 f_2 는 모두 역단층이므로 이 지역은 두 단층이 형성될 당시에 모두 횡압력을 받았다.

ㄷ. 단층 f_1 이 단층 f_2 에 의해 절단되었다. 따라서 단층 f_1 이 단층 f_2 보다 먼저 형성되었다.

ㄹ. 단층 f_1 과 f_2 는 단층면을 경계로 상반이 하반보다 위로 이동한 역단층이다.

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 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 해수면이 상승하는 경우에 해당한다.

ㄴ. D에서 건열이 관찰되므로 대기에 노출된 적이 있다.

ㄷ. 화강암 조각이 기저 역암으로 발견되는 것으로 보아 지층 C는 화강암 이후에 퇴적되었고, 지층 E의 조각이 화강암에 포획된 것으로 보아 지층 E는 화강암 이전에 퇴적되었다. 화강암의 절대 연령이 같으므로 C보다 E가 더 오래된 지층이다.

11 방사성 동위 원소의 붕괴 곡선

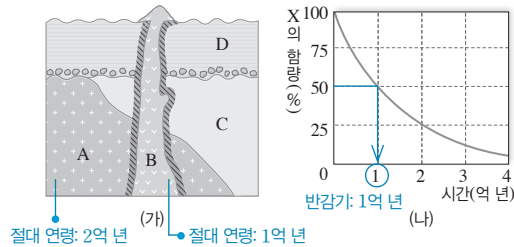
| 선택지 분석 |

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

㉠. 시간이 지날수록 방사성 동위 원소의 양은 줄어들고, 자원소의 양은 늘어나므로 A는 방사성 동위 원소이고, B는 자원소이다.
 ㉡. 반감기는 방사성 동위 원소의 양이 처음 양의 $\frac{1}{2}$ 이 되는 데 걸리는 시간이다. 따라서 이 방사성 원소의 반감기는 T 이다.
 ㉢. 방사성 동위 원소의 처음 양은 $(A+B)$ 이고, 현재 양은 A 이다. 따라서 $\frac{A}{A+B}$ 의 값이 $\frac{1}{8}$ 이 되면 반감기는 3회 경과한 것이므로 이 암석의 절대 연령은 $3T$ 이다.

12 지층의 상대 연령과 절대 연령

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 지층과 암석의 생성 순서는 $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$ 이다.
- ㉡ X의 반감기는 0.5억 년이다. 1억
- ㉢ D의 절대 연령은 1억 년과 2억 년 사이이다.

㉠. 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 1억년이다. 따라서 D의 절대 연령은 1억 년과 2억 년 사이이다.

㉡. 지층과 암석의 생성 순서는 $C \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow B$ 이다.
 ㉢. X의 반감기는 (나)에서 X의 함량이 50%가 되는 1억 년이다.

수능 3점 끝내기

본책 64쪽~65쪽

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

1 지사학 법칙

| 선택지 분석 |

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

㉠. (가)에서 화성암이 침식되었고 기저 역암이 분포하므로 부정합이 형성되어 있다. 따라서 화성암이 생성된 후 융기, 침강 작용이 일어났다. $\Rightarrow B \rightarrow$ 화성암 $\rightarrow A$

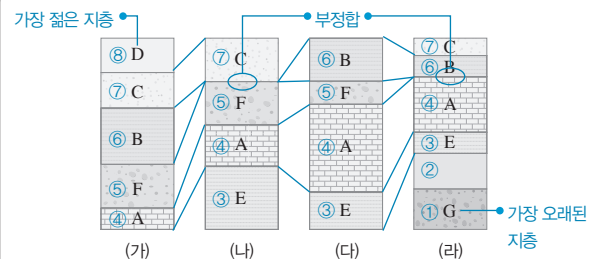
(나)에서는 'D \rightarrow C \rightarrow 화성암' 순으로 형성되었다.

㉡. 두 지역의 화성암의 생성 시기가 같고, 지층 A는 화성암보다 나중에 퇴적되었고, 지층 C는 화성암보다 먼저 퇴적되었으므로 가장 나중에 퇴적된 지층은 A이다.

㉢. (가) 지역은 부정합이 화성암보다 나중에 형성되었고, (나) 지역은 부정합이 화성암보다 먼저 형성되었다. 따라서 융기하여 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.

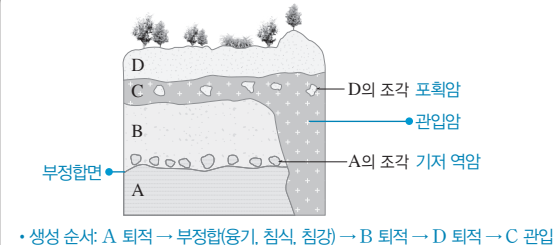
㉠. 표준 화석을 이용하여 이 지역의 지층을 대비해 보면, 나이가 가장 젊은 지층은 (가) 지역의 가장 상부 지층으로, 화석 D가 산출된다.

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

㉢. (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 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 과거에 침식 작용을 받았다.
- ㉡ 지층의 생성 순서는 A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow 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.

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

바로알기 ㄷ. 화성암 C에 D의 암석 조각이 포획되었으므로 화성암 C는 지층 D를 관입하였다.

4 방사성 원소의 붕괴 곡선

| 선택지 분석 |

㉠ 암석이 생성되어 14억 년이 지나면 ㉠의 양은 처음의 $\frac{1}{4}$ 로 줄어든다.

✕ ㉡은 유기물의 절대 연령을 측정하는 데 이용하는 ^{14}C 이다. ^{14}C 가 아니다

✕ ㉢의 반감기는 ㉡의 2배이다. $\frac{1}{2}$ 배

ㄱ. ㉠의 반감기는 7억 년이고, 암석이 생성된 후 14억 년(=반감기 2회)이 지나면 ㉠의 양은 처음의 $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$ 로 줄어든다.

바로알기 ㄴ. ㉡의 반감기는 14억 년이고, 유기물의 절대 연령을 측정하는 데 이용되는 ^{14}C 의 반감기는 약 5700년이다.

ㄷ. ㉠의 반감기는 7억 년이고, ㉡의 반감기는 14억 년이므로 ㉠의 반감기는 ㉡의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

5 지층의 상대 연령과 절대 연령

| 선택지 분석 |

✕ A에서는 B가 포획암으로 나타날 수 있다. 없다

✕ E에서는 화폐석이 발견될 수 있다. 없다

✕ 경사 부정합이 있다. 없다

㉣ 단층 f-f'은 중생대에 형성되었다.

✕ 지층과 암석의 생성 순서는 C → D → A → B → E이다. C → D → A → E → B

X의 반감기는 1억 년이고, 화성암 A는 X의 함량이 25% ($=\frac{1}{4}$)로, 반감기가 2회 지났으므로 화성암 A의 절대 연령은 2억 년이다. 화성암 B는 X의 함량이 50% ($=\frac{1}{2}$)로, 반감기가 1회 지났으므로 화성암 B의 절대 연령은 1억 년이다.

㉣ 단층 f-f'은 2억 년 전에서 1억 년 전 사이에 형성되었는데, 이 기간은 중생대에 해당한다.

바로알기 ㉠ 먼저 생성된 A에서 나중에 생성된 B가 포획암으로 나타날 수 없다.

㉡ E는 A와 B 사이에 퇴적된 중생대층으로, 신생대 표준 화석인 화폐석이 발견될 수 없다.

㉢ 경사 부정합은 부정합 아래 지층이 경사져 있는 것으로, 이 지역의 지질 단면도에서는 관찰되지 않는다.

㉤ 지층과 암석의 생성 순서는 C → D → A → E → B이다.

6 지층의 상대 연령과 절대 연령

| 선택지 분석 |

㉠ P에는 셰일이 포획암으로 발견될 수 있다.

㉡ 이 지역은 최소 3회 이상 융기한 적이 있다.

㉢ Q가 관입한 시기는 1억4천만 년 전이다.

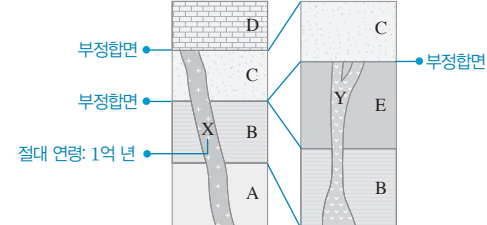
ㄱ. P는 셰일층을 관입하였으므로 셰일이 포획암으로 발견될 수 있다.

ㄴ. 이 지역은 2번의 부정합이 형성되었고 최종적으로 사암층이 퇴적되고 융기하였으므로 최소 3회 이상 융기한 적이 있다.

ㄷ. Q에는 반감기가 7천만 년인 방사성 동위 원소 X의 양이 처음 양의 25%가 남아 있으므로 반감기가 2회 경과하였다. 따라서 Q가 관입한 시기는 1억4천만 년 전이다.

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

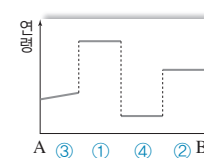
ㄴ. 관입암 Y는 지층 C보다 먼저 형성되었고, 관입암 X는 지층 C보다 나중에 형성되었으므로 Y가 X보다 오래되었다. 따라서 Y의 절대 연령은 1억 년보다 많다.

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.

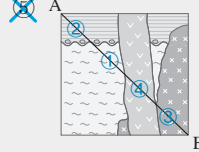
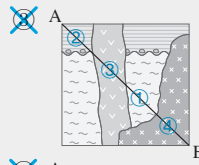
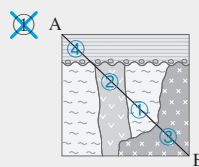
8 지층의 상대 연령

| 자료 분석 |



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

| 선택지 분석 |



셰일
안산암
섬록암
편마암

㉣ 지질 단면도에서 지층과 암석의 생성 순서는 편마암 → 섬록암 → 셰일 → 안산암이다.

06 지질시대 환경과 생물

개념 확인 문제

본책 67쪽, 69쪽

- 1 (1) 표준 화석: B, 시상 화석: A (2) B (3) ○ (4) × 2 (1) ○ (2) ×
3 A → D → C → B 4 (1) 낮다 (2) 넓다
5 중생대 6 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × 7 (1) 고생대
(2) 중생대 (3) 신생대 (4) 중생대 (5) 고생대 8 무척추동물 →
어류 → 양서류 → 파충류 → 포유류

1 (1) 생존 기간이 길고 분포 면적이 좁은 A는 시상 화석으로 적합하고, 생존 기간이 짧고 분포 면적이 넓은 B는 표준 화석으로 적합하다.
(2) 지층 대비와 지질 시대 구분에 유용한 화석은 표준 화석이다.

2 (2) 지질 시대는 누대 → 대 → 기 단위로 세분한다.
(3) 현생 누대는 크게 고생대, 중생대, 신생대로 구분한다.
(4) 현생 누대는 화석이 많이 발견되며, 화석이 거의 발견되지 않는 지질 시대는 시생 누대와 원생 누대(선캄브리아 시대)이다.

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

4 (1) 기온이 높을수록 수온이 높고 ^{18}O 를 포함한 물의 증발이 잘 일어나므로 해수 속 산소 안정 동위 원소비($\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$)는 낮아진다.
(2) 기온이 높고 강수량이 많을수록 나무의 성장률이 좋아서 나이테 폭이 넓다.

5 고생대는 말기에 큰 빙하기가 있었고, 신생대는 제4기에 여러 번의 빙하기가 있었다.

6 (1) 시생 누대에 남세균이 출현하여 광합성을 하면서 산소를 공급하여 해양과 대기에 산소가 축적되기 시작하였다.
(2) 삼엽충은 캄브리아기에 출현하여 페름기에 멸종하였다.
(3) 암모나이트는 중생대에 번성하였던 생물로, 중생대에는 겉씨 식물이 번성하였다. 속씨식물이 번성한 시대는 신생대이다.
(4) 석탄기에 무성한 숲을 이루었던 양치식물이 땅속에 매몰되어 여러 지역에서 석탄층을 형성하였다.
(5) 신생대 제4기에 매머드를 비롯한 대형 포유류가 넓은 지역에 분포하였다.

7 (1) 고생대에 자외선으로부터 생물을 보호할 수 있을 정도로 오존층이 형성되어 육상에 생물이 처음 출현하였다.
(2) 공룡과 겉씨식물은 중생대에 번성하였다.
(3) 신생대 제4기에 4회의 빙하기와 3회의 간빙기가 있었다.
(4) 중생대에 판게아가 분리되면서 대서양, 인도양이 형성되었다.
(5) 고생대 말기에 가장 큰 규모로 생물의 멸종이 일어났다.

8 무척추동물이 출현한 이후 고생대 대본기에 양서류가 출현하였으며, 석탄기에 원시 파충류가 출현하였다. 중생대 트라이아스기에 원시 포유류가 출현하였다.

수능 자료 마스터

본책 70쪽~71쪽

자료 A 1 ①

자료 B 2 ①

자료 C 3 ①

1 ㄱ. (나)의 E층에서 산출되는 완족류 화석은 고생대의 표준 화석인 삼엽충 화석과 같은 지층에서 산출되므로 고생대의 화석이다. 따라서 (나)의 E층에 대비되는 (가)의 A층과 B층은 고생대 지층이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 F층에서 중생대 표준 화석인 암모나이트 화석이 산출되므로 F층은 중생대 지층이다.

ㄷ. (가)에서 공룡 발자국 화석이 산출되는 C층은 육지에서 퇴적된 육성층이다.

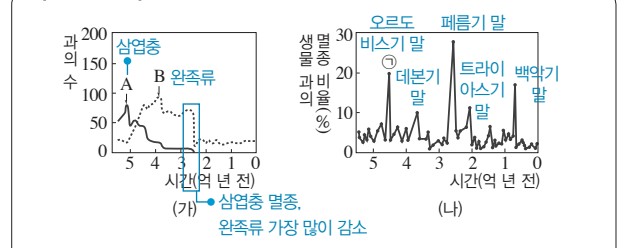
2 ㄱ. (가)는 모든 대륙이 하나로 붙어 있었던 판게아이다. 판게아는 고생대 말~중생대 초에 형성되었고 이후에 분리되어 이동하였다. (나)는 중생대, (다)는 신생대의 수륙 분포이다.

바로알기 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.

3

자료 분석



ㄱ. 삼엽충은 고생대에 살았던 생물이고, 완족류는 지금도 생존하고 있는 생물이다. 따라서 고생대 말에 멸종한 A가 삼엽충이고, B가 완족류이다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 ㉠ 시기는 오르도비스기 말에 해당한다. 갑주어는 데본기에 번성하였고, 데본기 말 무렵에 멸종하였다.

ㄷ. B의 과의 수는 고생대 말인 약 2,522억 년 전에 가장 많이 감소하였고, 공룡은 중생대 말인 약 0.66억 년 전에 멸종하였다.

수능 2점 다지기

본책 72쪽~75쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 1 ① | 2 ② | 3 ③ | 4 ⑤ | 5 ③ | 6 ② |
| 7 ① | 8 ③ | 9 ⑤ | 10 ③ | 11 ② | 12 ③ |
| 13 ③ | 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, 개체 수가 많아야 유리하므로 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 화석의 이용-지층의 대비

| 선택지 분석 |

- ㉠ 가장 나중에 형성된 지층은 (가)의 셰일층이다.
- ㉡ (나)에는 고생대 퇴적층이 있다. 없다
- ㉢ (가)와 (나)의 석회암층은 해성층이다.

㉠. 화폐석 화석이 산출되는 석회암층의 시대가 서로 같으므로 그 위에 형성된 (가)의 셰일층이 가장 나중에 형성된 지층이다.

㉢. (가)와 (나)의 석회암층에서 해양 생물인 화폐석과 암모나이트의 화석이 산출되므로 이 지층은 바다에서 형성된 해성층이다.

바로알기 ㉡. (나)에서 가장 아래 지층은 중생대 표준 화석인 암모나이트를 포함하는 중생대층이므로 (나)에는 고생대 퇴적층이 없다.

4 지질 시대의 구분

| 자료 분석 |

지층	화석	A	B	C	D
(마)					
(라)					
(다)					
(나)					
(가)					

← 1종 멸종
 ← 2종 멸종, 1종 출현
 ← 1종 출현
 생물계의 변화가 가장 큰 경계

| 선택지 분석 |

- ㉠ 분포 지역이 넓다면, 표준 화석으로 가장 적합한 화석은 C이다.
- ㉡ 이 지역 부근에서 화석 A만 산출되는 지층은 (마) 지층과 대비된다.
- ㉢ 지질 시대를 두 시기로 구분하는 경계로 가장 적합한 것은 (다)와 (라)의 경계이다.

㉠. 표준 화석의 조건은 생존 기간이 짧고, 지리적으로 널리 분포해야 하므로 화석 C가 표준 화석으로 가장 적합하다.

㉡. (마) 지층에서는 화석 A만 산출되므로 이 지역 부근에서 화석 A만 산출되는 지층은 (마) 지층과 대비된다.

㉢. 지층 (다)와 (라)를 경계로 생물의 급격한 변화가 있었다.

5 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 $24시간 \div 46억$ 년 ≈ 31 분에 해당한다.

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

바로알기 ㉢. 육상 생물이 처음 출현한 시기는 고생대이므로 21시 이후이다.

6 고기후 연구 방법

| 선택지 분석 |

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

㉢. 산호 화석이 산출되는 지역은 과거에 따뜻한 바다 환경이었다.

바로알기 ㉠. 기온이 높고 강수량이 많을수록 나무의 성장 속도가 빨라 나이테 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($\frac{^{18}O}{^{16}O}$)가 높고, 이러한 수증기가 눈으로 내려 빙하를 이루기 때문에 기온이 높을수록 빙하 속 산소 안정 동위 원소비는 높다. 따라서 빙하 속 산소 안정 동위 원소비는 빙하가 간빙기보다 낮다.

7 고기후 연구 방법

| 선택지 분석 |

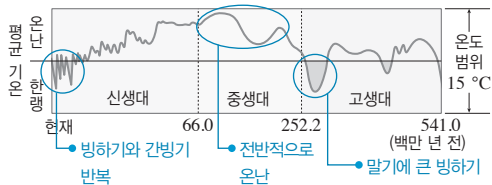
- ㉠ ㉠은 빙하가 형성되는 과정에서 포함된다.
- ㉡ 해수에서 증발하는 수증기의 ㉡은 A 시기가 B 시기보다 높다. 낮다
- ㉢ 대륙 빙하의 면적은 A 시기가 B 시기보다 좁다. 넓다

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 ㄴ. 기온이 높을수록 해수에서 증발하는 수증기의 산소 동위 원소비가 높고, 이 수증기의 일부가 눈으로 내려 빙하를 형성하므로 빙하의 산소 동위 원소비도 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.

8 지질 시대의 기후

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

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

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

ㄷ. 고생대의 말기에 평균 기온이 매우 낮은 시기가 있었다.

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

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 시대 환경과 생물

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ A의 지질 시대 초기에 판게아가 분리되었다. B
- ☒ ㉡ B의 지질 시대에는 공룡이 번성하였다.
- ☒ ㉢ C의 지질 시대에는 포유류가 번성하였다.
- ☒ ㉣ A, B, C는 모두 육지에서 형성되었다. 바다

ㄴ. B에서 암모나이트 화석이 발견되므로 중생대 지층이다. 중생대에는 공룡이 번성하였다.

ㄷ. C에서 화폐석 화석이 발견되므로 신생대의 지층이다. 신생대에는 포유류가 번성하였다.

바로알기 ㄱ. A에서 삼엽충 화석이 발견되므로 고생대 지층이다. 판게아는 중생대 초기에 분리되기 시작하였다.

ㄴ. 삼엽충, 암모나이트, 화폐석은 모두 바다에서 살았던 생물이므로 A, B, C는 모두 바다에서 형성되었다.

11 지질 시대 환경과 생물-신생대

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ 어류의 출현 고생대
- ☒ ㉡ 포유류의 번성 신생대
- ☒ ㉢ 시조새의 출현 중생대
- ☒ ㉣ 겉씨식물의 번성 중생대
- ☒ ㉤ 최초의 육상 식물 출현 고생대

㉡ 그림은 매머드가 번성한 신생대이다. 신생대에 매머드와 같은 포유류가 번성하였고, 속씨식물이 번성하였다.

바로알기 ㉠, ㉤ 어류의 출현과 최초의 육상 식물 출현은 고생대에 일어났던 일이다.

㉢, ㉣ 시조새의 출현과 겉씨식물의 번성은 중생대에 일어났던 일이다.

12 지질 시대 환경과 생물-중생대

| 선택지 분석 |

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

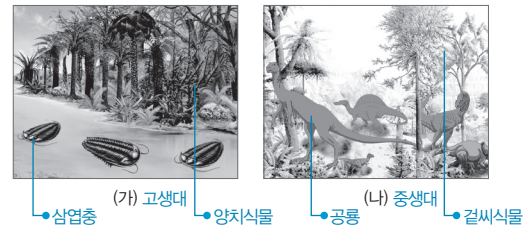
ㄱ. (가)는 공룡 화석, (나)는 암모나이트 화석이다. (가)와 (나)는 중생대 지층에서만 산출되므로 중생대의 표준 화석이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 모두 중생대 말에 멸종되었다.

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

13 지질 시대 환경과 생물-고생대, 중생대

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

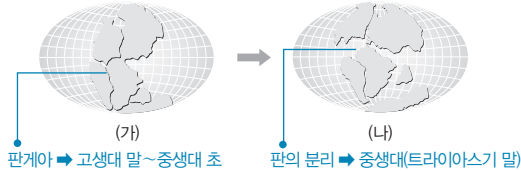
- ☒ ㉠ (가) 시대에 육상 생물이 처음으로 출현하였다.
- ☒ ㉡ (나) 시대는 전반적으로 온난한 기후가 지속되었다.
- ☒ ㉢ (가)보다 (나)의 시대가 더 오래 지속되었다. 짧게

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

ㄴ. (나)는 중생대로, 빙하기가 없이 전반적으로 온난한 기후였다.
바로알기 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.

14 지질 시대 수록 분포 변화

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

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

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

ㄴ. 판게아가 분리되어 이동하면서 대서양과 인도양이 형성되기 시작하였다.

바로알기 ㄷ. 화폐석과 매머드는 신생대에 번성하였다.

15 지질 시대 환경과 생물

| 선택지 분석 |

- ☒ ㄱ. 최초의 육상 식물은 A 시기에 출현하였다.
- ☒ ㄴ. 히말라야산맥은 B 시기에 형성되었다. **C**
- ☒ ㄷ. 암모나이트는 C 시기의 표준 화석이다. **B**

시간 범위와 동물계의 변화로 보아 해양 무척추동물, 어류, 양서류가 번성한 A 시기는 고생대, 파충류가 번성한 B 시기는 중생대, 포유류가 번성한 C 시기는 신생대에 해당한다.

ㄱ. 최초의 육상 식물은 고생대인 A 시기에 출현하였다.

바로알기 ㄴ. 히말라야산맥이 형성된 시기는 신생대로, C 시기에 해당한다.

ㄷ. 암모나이트는 중생대인 B 시기의 표준 화석이다.

16 지질 시대 생물의 대멸종

| 선택지 분석 |

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

지질 시대 동안에 대멸종의 시기가 있었지만, 생물 과의 수는 대체로 증가해왔으며, 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, 화폐석이 번성하였다.

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

수능 3점 공부하기

본책 76쪽~77쪽

- 1 ③ 2 ⑤ 3 ③ 4 ④ 5 ② 6 ③
- 7 ② 8 ⑤

1 표준 화석과 시상 화석

| 선택지 분석 |

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

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

ㄴ. 공룡은 육상 생물이므로 C는 육지에서 퇴적되었다.

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

2 표준 화석의 이용-지층의 대비

| 선택지 분석 |

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

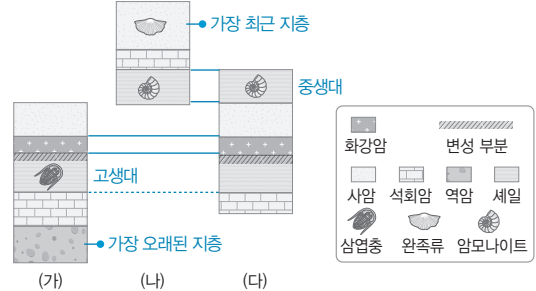
ㄱ. A와 C의 삼엽충은 고생대에 번성했던 생물이다. 따라서 A와 C는 고생대에 퇴적되었다.

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 |

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

ㄱ. 지층을 대비해보면 가장 먼저 퇴적된 지층은 (가)의 역암이다.

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

바로알기 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 |

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

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

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

바로알기 ㉢. 기온이 높아 증발이 활발하면 대기 중 수증기의 $\frac{18}{16}O$ 값이 크다. 따라서 기온이 높을 때보다 낮을 때 수증기가 응결한 구름 속의 $\frac{18}{16}O$ 값이 더 작다.

5 지질 시대 환경과 생물

| 선택지 분석 |

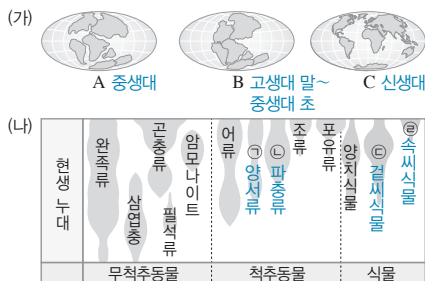
- ✕ (가)가 변성한 시대에 속씨식물이 변성하였다. **양치식물**
- ㉠ (가)와 (나)가 발견되는 지층은 모두 바다에서 퇴적되었다.
- ✕ (가)보다 (나)의 생물종이 지구상에 더 오랜 기간 동안 분포하였다. **(나)보다 (가)의**

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

바로알기 ㉢. (가)는 삼엽충으로, 고생대에 번성하는 생물이다. 고생대에 양치식물이 번성하였고, 속씨식물은 신생대에 번성하였다. ㉡. (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 → A**이다. **B → A → C**
- ㉠ 매머드가 번성한 시기의 수륙 분포는 C이다.
- ㉡ ㉠은 양서류이고, ㉡은 파충류이다.
- ✕ ㉢은 속씨식물이고, ㉣은 겉씨식물이다. **겉씨 속씨**

㉠. 매머드는 신생대에 번성하였으므로 신생대의 수륙 분포는 C이다.

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

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

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

7 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.

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

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

㉠. 히말라야산맥은 신생대에 인도 대륙이 유라시아판과 충돌하여 형성되었으므로 고생대 기간인 B 동안에 형성되지 않았다.

8 지질 시대 생물의 대멸종

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✕ 육상 식물이 처음 출현한 시기는 A이다. **B**
- ✕ 방추충은 C 시대의 표준 화석이다. **B**
- ㉠ A → B → C → D로 가면서 지질 시대의 길이가 짧아진다.
- ㉡ 해양 생물과의 수 변화를 기준으로 지질 시대를 구분할 수 있다.

㉠. A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이고, 선캄브리아 시대에서 신생대로 갈수록 지질 시대의 길이가 짧아진다.

㉡. 해양 생물과의 수 변화가 급격하게 변하는 시기와 지질 시대를 구분하는 시기가 일치한다. 지질 시대는 생물계가 급변하는 시기를 기준으로 구분한다.

바로알기 ㉢. 육상 식물이 처음 출현한 지질 시대는 고생대인 B이다. ㉠. 방추충은 고생대인 B 시대의 표준 화석이다.

I

대기와 해양

1. 대기와 해양의 변화

07 기압과 날씨 변화

개념 확인 문제

본책 81쪽, 83쪽

- 1 A: 고기압, 하강 기류, B: 저기압, 상승 기류 2 (1) 높다
(2) 시베리아 (3) 적운형 3 (1) ○ (2) × (3) ○ 4 (1) '밝은
→ 어두운' 또는 '얇은 → 두꺼운' (2) '낮은 → 높은' 또는 '밝게 →
어둡게' (3) '가시 → 적외' 또는 '가능하다 → 불가능하다'
5 (1) 빠르다 (2) ㉠ 하강, ㉡ 상승 (3) 층운 6 (1) ○ (2) ○
(3) × 7 (1) ○ (2) × (3) × (4) × 8 서쪽

1 A 지역은 중심부에서 공기가 발산하고 있으므로 중심부의 기압이 주위보다 높은 고기압이고, B 지역은 중심부로 공기가 수렴하고 있으므로 중심부의 기압이 주위보다 낮은 저기압이다. 고기압 중심에서는 지상에서 공기가 발산하면서 하강 기류가 나타나고, 저기압 중심에서는 수렴하는 공기가 상승하여 상승 기류가 나타난다.

2 (1) 해양에서 형성된 기단은 공기 중에 수증기가 많아 습도가 높다.
(2) 우리나라 겨울철에 영향을 주는 시베리아 기단은 고위도 대륙에서 발생하여 한랭 건조하다.
(3) 한랭한 기단이 따뜻한 바다 위를 통과할 때 기층의 아래쪽부터 가열되어 기층이 불안정해지므로 적운형 구름이 잘 형성된다.

3 (2) 북태평양 고기압은 정체성 고기압이다.
(3) 우리나라 봄과 가을에는 우리나라 부근에 동서 방향으로 고기압과 저기압이 분포하며, 이동성 고기압과 저기압이 교대로 통과하므로 맑은 날과 흐린 날이 반복되어 날씨가 자주 변한다.

4 (1) 가시 영상에서 두꺼운 구름일수록 햇빛을 강하게 반사하므로 밝게 나타난다.
(2) 적외 영상에서 고도가 낮은 구름일수록 온도가 높으므로 어둡게 보이고, 고도가 높은 구름일수록 온도가 낮으므로 밝게 보인다.
(3) 가시 영상은 반사된 햇빛을 이용하므로 낮에만 관측이 가능하다. 적외 영상은 낮과 밤에 관계없이 24시간 관측이 가능하다.

5 (1) 한랭 전선은 밀도가 큰 찬 공기가 밀도가 작은 따뜻한 공기를 밀어 올리면서 이동하여 온난 전선보다 이동 속도가 빠르다.
(2) 한랭 전선의 앞쪽에는 따뜻한 공기가 분포하고, 뒤쪽에는 찬 공기가 분포하므로 한랭 전선이 통과하면 기온은 하강하고 기압은 상승한다.
(3) 온난 전선은 전선면의 기울기가 완만하여 공기가 상승하면서 층운형 구름이 형성된다.

6 (1) 온대 저기압은 성질이 서로 다른 두 기단이 만나 형성되므로 전선이 발달한다.
(2) 우리나라는 편서풍대에 속하므로 우리나라 부근의 온대 저기압은 편서풍에 의해 서에서 동으로 이동한다.
(3) 온대 저기압은 남서쪽에 한랭 전선, 남동쪽에 온난 전선을 동반하고, 서에서 동으로 이동하므로 온대 저기압이 통과할 때 온난 전선이 먼저 통과하고 한랭 전선이 나중에 통과한다.

7 (1) A 지역은 한랭 전선 뒤쪽으로, 한랭 전선은 전선면의 기울기가 급하여 적운형 구름이 발달한다.
(2) B 지역은 한랭 전선과 온난 전선 사이로, 대체로 날씨가 맑다. 지속적으로 비가 내리는 지역은 층운형 구름이 형성되는 C 지역이다.
(3) C 지역은 온난 전선 앞쪽으로, 남동풍이 분다. B 지역에는 남서풍, A 지역에는 북서풍이 분다.
(4) D 지역은 온대 저기압의 중심으로, 바람이 시계 반대 방향으로 불어 들어온다. 북반구 지상의 고기압 중심에서 바람이 시계 방향으로 불어나간다.

8 우리나라는 편서풍의 영향으로 기압 배치가 서에서 동으로 이동한다. 따라서 서쪽의 날씨가 앞으로 다가올 날씨이므로 앞으로의 날씨를 예측하려면 서쪽의 날씨를 관측해야 한다.

수능 자료 마스터

본책 84쪽

자료 ㉠ 1 ㉡

1 ㉡. (나) → (가) 기간 동안 P 지점에 한랭 전선이 통과하였으므로 한랭 전선이 통과한 직후에 소나기가 내렸다.

바로알기 ㉠. 우리나라 부근에서 온대 저기압은 편서풍의 영향으로 서에서 동으로 이동한다. (가)는 (나)보다 온대 저기압 중심이 동쪽에 위치하므로 12시간 후의 일기도이다.

㉡. 풍향계는 화살표가 가리키는 방향이 풍향이므로 (다)는 북서풍이 부는 경우이다. (가)에서 P 지점은 한랭 전선 뒤쪽에 위치하므로 북서풍이 불고, (나)에서 P 지점은 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치하므로 남서풍이 분다. 따라서 (다)의 풍향은 (가)일 때이다.

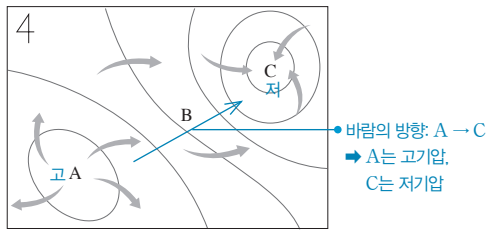
수능 2점 다지기

본책 85쪽~87쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ㉠ | 2 ㉢ | 3 ㉡ | 4 ㉢ | 5 ㉤ | 6 ㉣ |
| 7 ㉤ | 8 ㉤ | 9 ㉡ | 10 ㉤ | 11 ㉢ | 12 ㉠ |

1 고기압과 저기압

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

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

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

바로알기 ㉡. C 지역은 저기압이 분포하므로 상승 기류가 발달한다.
㉢. 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 시기에 우리나라에 이동성 고기압이 자주 통과한다. **B**
- ㉤ A와 D는 육지에서 형성된 기단이다. **A는**

㉢ C는 고위도에 위치하는 오호츠크해에서 발생한 기단으로, 차가운 바다에서 형성된다.

바로알기 ㉠ 겨울철에 영향을 주는 A는 시베리아 기단, 봄철과 가을철에 영향을 주는 B는 양쯔강 기단, 초여름에 영향을 주는 C는 오호츠크해 기단, 여름철에 영향을 주는 D는 북태평양 기단이다.
㉡ B는 중국 대륙의 양쯔강 유역에서 발달한 온대 대륙성 기단이므로 온난 건조한 특성을 나타낸다.
㉣ D는 북태평양 기단으로, 정체성 고기압이다.
㉤ 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**

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

바로알기 ㉠. 전선은 기단의 성질이 변하여 형성되지 않으며, 성질이 다른 두 기단이 만났을 때 형성된다.
㉢. 북태평양 기단이 북상하면 기층이 안정해지고 층운형 구름이 나 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.

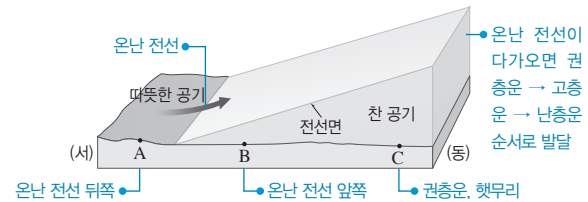
㉢. B 지역의 구름은 가시 영상과 적외 영상에서 모두 밝게 나타나므로 두껍고 고도가 높은 구름인 적란운에 가깝다.

바로알기 ㉠. 가시 영상은 햇빛을 이용하므로 밤에 촬영할 수 없다. 따라서 두 영상은 낮에 촬영한 것이다.

㉡. 가시 영상에서는 구름이 두꺼울수록 밝게 보이고, 적외 영상에서는 구름의 고도가 높을수록 밝게 보인다. A 지역의 구름은 가시 영상에서는 어둡게 보이고, 적외 영상에서는 밝게 보인다.

5 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.

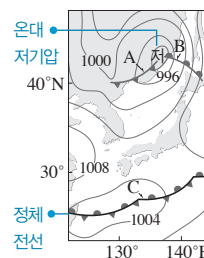
㉠. A 지점은 온난 전선 뒤쪽으로, 대체로 날씨가 맑고 따뜻한 공기의 영향으로 기온이 가장 높다.

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

㉢. 전선이 동쪽으로 이동하면 C 지점은 앞으로 난층운이 다가올 것이므로 비가 내릴 것이다. A 지점은 이미 온난 전선이 통과하였다.

6 온대 저기압과 전선

| 자료 분석 |



	특징
㉠	찬 공기와 따뜻한 공기의 세력이 비슷하여 거의 이동하지 않고 한 지역에서 머무를 때 형성된다. 전선을 따라 상공에서 긴 구름 띠가 장시간 형성된다. 정체 전선(C)
㉡	찬 공기가 따뜻한 공기 밑으로 밀고 들어가 따뜻한 공기를 들어 올리면서 형성된다. 전선은 빠르게 이동하며 전선면을 따라 적운형 구름이 형성된다. 한랭 전선(A)
㉢	따뜻한 공기가 찬 공기를 타고 올라가면서 형성된다. 전선은 천천히 이동하며 전선면을 따라 층운형 구름이 형성된다. 온난 전선(B)

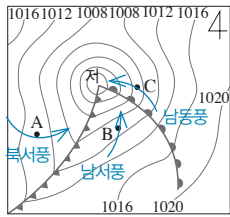
| 선택지 분석 |

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ㉠ | ㉡ | ㉢ |
| <input checked="" type="checkbox"/> A | <input checked="" type="checkbox"/> B | <input checked="" type="checkbox"/> C |
| <input checked="" type="checkbox"/> B | <input checked="" type="checkbox"/> A | <input checked="" type="checkbox"/> C |
| <input checked="" type="checkbox"/> B | <input checked="" type="checkbox"/> C | <input checked="" type="checkbox"/> A |
| <input checked="" type="checkbox"/> C | <input checked="" type="checkbox"/> A | <input checked="" type="checkbox"/> B |
| <input checked="" type="checkbox"/> C | <input checked="" type="checkbox"/> B | <input checked="" type="checkbox"/> A |

- A: 온대 저기압의 남서쪽에 형성된 한랭 전선이다.
 B: 온대 저기압의 남동쪽에 형성된 온난 전선이다.
 C: 북쪽의 찬 공기와 남쪽의 따뜻한 공기의 세력이 비슷하여 형성된 정체 전선이다.
 ㉠: 세력이 비슷한 공기가 만나 형성된 전선 → 정체 전선(C)
 ㉡: 찬 공기가 따뜻한 공기를 밀어 올리면서 형성된 전선 → 한랭 전선(A)
 ㉢: 따뜻한 공기가 찬 공기를 타고 올라가면서 형성된 전선 → 온난 전선(B)

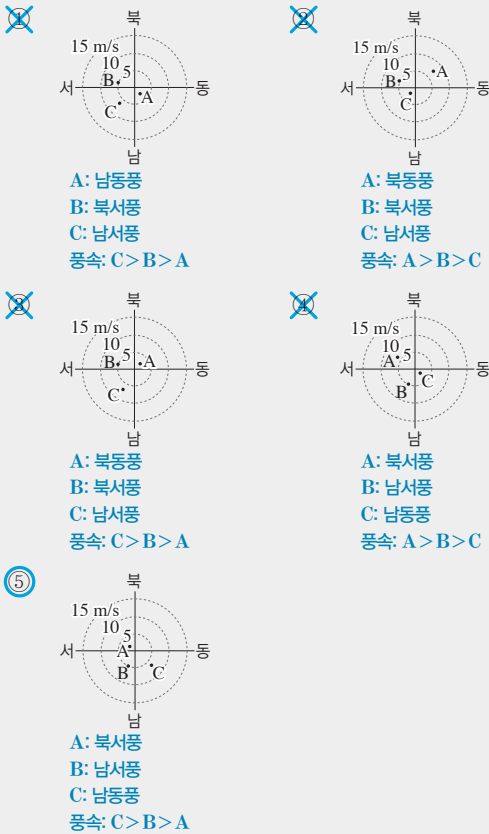
7 온대 저기압 주변의 바람

| 자료 분석 |



• 등압선 간격: $A > B > C$
 → 풍속: $C > B > A$

| 선택지 분석 |



풍속은 등압선 간격이 좁을수록 빠르므로 $C > B > A$ 이다.

8 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.

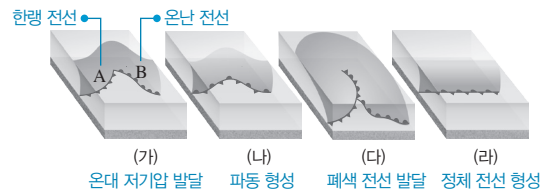
㉠: 온대 저기압의 중심 기압은 (가)보다 (나)에서 더 낮고, 등압선의 간격도 (가)보다 (나)에서 더 좁다. 따라서 저기압의 세력은 (가)가 (나)보다 약하다.

㉡: 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.

바로알기 ㉢: (가)에서 A는 온난 전선과 한랭 전선 사이로, 날씨가 비교적 맑지만 (나)에서 A는 한랭 전선 뒤쪽에 위치하므로 적운형 구름이 형성되어 소나기성 비가 내린다.

9 온대 저기압의 발달 과정

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ❌ 온대 저기압의 일생은 (나) → (다) → (가) → (라) 순서이다.
 (라) → (나) → (가) → (다)
 ㉡: 전선 A는 전선 B보다 이동 속도가 빠르다.
 ❌ 전선 A보다 전선 B 부근에서 형성된 구름의 두께가 더 두껍다.
얇다

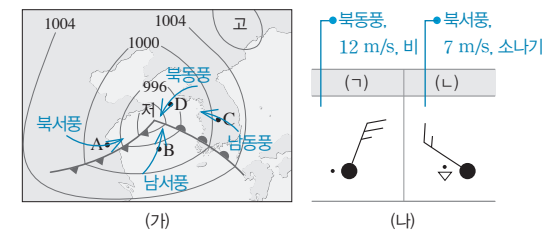
㉢: 한랭 전선(A)은 온난 전선(B)보다 이동 속도가 빠르므로 한랭 전선이 앞서가던 온난 전선과 겹쳐져 폐색 전선이 형성된다.

바로알기 ㉠: 온대 저기압은 '정체 전선 형성 → 파동 형성 → 온대 저기압 발달(온난 전선과 한랭 전선 형성) → 폐색 전선 형성'의 단계를 거치며 생성되어 소멸한다.

㉡: 한랭 전선인 A에는 적운형 구름이 형성되고, 온난 전선인 B에는 층운형 구름이 형성되므로 형성된 구름의 두께는 전선 B보다 전선 A 부근에서 더 두껍다.

10 온대 저기압의 날씨와 일기 기호

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

	(가)	(나)	(가)	(나)
❌	A	C	❌	B
❌	B	D	❌	C
⑤	D	A		B

(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.

11 일기도 해석

| 선택지 분석 |

- ㉠ A 부근의 지표에서는 바람이 시계 반대 방향으로 회전하며 중심부로 수렴한다.
- ㉡ A~C 중 날씨가 맑을 가능성이 큰 지점은 B이다.
- ㉢ C에 발달한 저기압의 에너지원은 수증기의 숨은열이다.
기층의 위치 에너지 감소로 발생한 운동 에너지

A는 저기압, B는 고기압, C는 온대 저기압 중심이다.

㉠. A는 주변보다 기압이 낮은 저기압 중심이므로 바람이 시계 반대 방향으로 회전하며 중심부로 수렴한다.

㉡. B는 고기압 중심이므로 날씨가 맑고, A와 C는 저기압 중심이므로 흐리거나 비가 내린다.

바로알기 ㉢. C에 발달한 저기압은 온대 저기압으로, 온대 저기압의 에너지원은 기층의 위치 에너지 감소로 발생한 운동 에너지이다.

12 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

㉠. 우리나라 부근에서 온대 저기압은 편서풍의 영향으로 서에서 동으로 이동하므로 온대 저기압 중심이 상대적으로 서쪽에 위치한 (가)가 (나)보다 먼저 작성된 일기도이다.

바로알기 ㉡. 한랭 전선 뒤쪽에 위치할 때 소나기성 비가 내리므로 A~E 중에서 소나기성 비가 내린 지점은 C이다. D 지점은 온난 전선 앞쪽에 위치하므로 지속적인 비가 내린다.

㉢. (가) → (나) 기간 동안 저기압 중심의 기압이 더 낮아졌으므로 저기압의 세력은 강화되었다.

수능 3점 끝내기

본책 88쪽~89쪽

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

1 기단의 변질

| 선택지 분석 |

- ㉠ 기단 내에서 대류가 활발해진다.
- ㉡ 층운형 구름이 형성된다. 적운형
- ㉢ 강한 강수 현상이 나타난다.

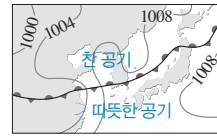
㉠. 고위도 대륙에서 발원한 기단이 해양을 지나 저위도로 이동하는 동안 수증기와 열을 공급받으므로 기단 하층부의 온도가 상승하면서 기단 내에서 대류가 활발해진다.

㉢. 적운형 구름이 발달하므로 폭설과 같은 강한 강수 현상이 나타난다.

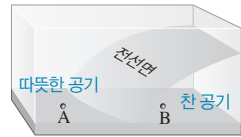
바로알기 ㉡. 대류가 활발해지면서 기층이 불안정해지고 그에 따라 강한 상승 기류가 발달하여 적운형 구름이 형성된다.

2 전선의 특징

| 자료 분석 |



(가)



(나)

- 장마 전선에서 전선면은 전선의 북쪽에 발달한다. → A 지역은 장마 전선의 남쪽에, B 지역은 장마 전선의 북쪽에 위치한다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ A 지역보다 B 지역에 강수량이 많다.
- ㉡ B 지역에 영향을 주는 기단의 세력이 더 커지면 전선은 북상한다. 남하한다
- ㉢ 강수를 형성하는 수증기는 주로 전선의 남쪽에 위치한 기단에서 공급된다.

㉠. 구름은 전선면 위에서 발달하므로 A 지역보다 구름이 분포하는 B 지역에 강수량이 많다.

㉡. 강수를 형성하는 수증기는 남쪽에 있는 해양성 열대 기단으로, 고온 다습한 북태평양 기단에서 주로 공급된다.

바로알기 ㉢. B 지역은 전선의 북쪽에 위치하고 있으므로 B 지역에 영향을 주는 기단의 세력이 커지면 장마 전선은 남하한다.

3 온난 전선과 한랭 전선

| 선택지 분석 |

- ㉠ A~C 중 온도가 가장 높은 지역은 B이다.
- ㉡ (가)의 전선이 다가올 때 햇무리가 나타난다. (나)
- ㉢ 전선의 이동 속도는 (가)가 (나)보다 느리다. 빠르다

(가)는 한랭 전선, (나)는 온난 전선이다.

㉠. 한랭 전선은 찬 공기가 따뜻한 공기를 밀어 올리면서 형성되므로 (가)의 A는 찬 공기, B는 따뜻한 공기이다. 온난 전선은 따뜻한 공기가 찬 공기를 타고 오르면서 형성되므로 (나)의 C는 찬 공기이다. 따라서 A~C 지역 중 온도는 B가 가장 높다.

바로알기 ㉡. 햇무리는 권층운에서 주로 나타나므로 (나) 온난 전선이 다가올 때 햇무리가 관측된다.

㉢. 한랭 전선은 온난 전선보다 이동 속도가 빠르므로 전선의 이동 속도는 (가)가 (나)보다 빠르다.

4 온대 저기압 주변의 날씨

| 선택지 분석 |

- ㉠ 강한 비가 내릴 가능성은 A 지점이 가장 크다.
- ㉡ C 지점은 B 지점보다 기압이 높다.
- ㉢ B 지점은 앞으로 전선이 통과하면 기온이 낮아질 것이다.
- ㉣ 온대 저기압이 다가올수록 C 지점에서 구름의 높이는 점점 낮아진다.
- ㉤ 앞으로 C 지점에서 풍향은 시계 반대 방향으로 변할 것이다. 시계

㉠. 한랭 전선의 뒤쪽에 위치한 A 지점에서 소나기와 같은 강한 강수 현상이 나타난다.

㉡. C 지점은 B 지점보다 저기압 중심에서 멀리 떨어져 있으므로 기압이 높다.

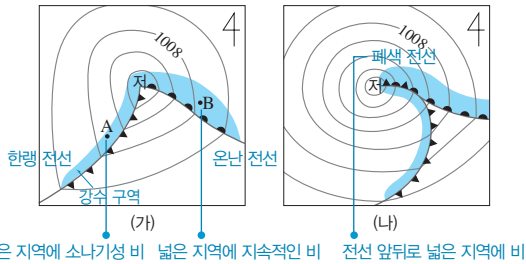
③ A 지점과 C 지점은 찬 공기의 영향을 받고, B 지점은 따뜻한 공기의 영향을 받으므로 B 지점은 앞으로 한랭 전선이 통과하면서 기온이 낮아질 것이다.

④ 온난 전선 부근에서는 전선면을 따라 층운형 구름이 발달한다. 온대 저기압이 다가올수록 C 지점에서 권운 → 권층운 → 난층운 순으로 구름이 다가와 구름의 높이는 점점 낮아진다.

바로알기 ⑤ 온대 저기압이 통과하면서 C 지점의 풍향은 남동풍 → 남서풍 → 북서풍으로 시계 방향으로 변할 것이다.

5 온대 저기압의 일생

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)가 통과하기 전의 모습이다.
- ㉡ (가)에서 뇌우가 발생할 가능성은 B 지점보다 A 지점이 크다.
- ㉢ (나)에서 정체 전선이 형성되면서 넓은 지역에 비가 내린다.

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

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

바로알기 ㉢. (나)는 한랭 전선과 온난 전선이 겹쳐지면서 폐색 전선이 형성되므로 전선 앞뒤로 전선면이 형성되어 넓은 지역에 비가 내린다.

6 일기도 해석

| 선택지 분석 |

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

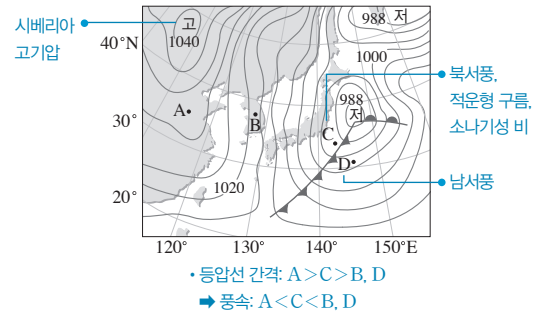
㉡. ㉢ 시기에 한랭 전선이 통과한 후이므로 지표면의 기온이 낮아지고, 기압이 높아졌다. 따라서 관측소의 지상 평균 기압은 ㉢ 시기가 ㉠ 시기보다 높다.

㉣. A 지역의 기단은 고위도 대륙에서 형성되었으므로 한랭 건조하다. ㉢ 시기에 기온이 낮아진 까닭은 한랭한 기단인 A 지역 기단의 영향을 받기 때문이다.

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

7 일기도 해석

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A~D 중 풍속은 A에서 가장 작다.
- ㉡ 우리나라 여름철에 잘 나타나는 일기도이다. 겨울철
- ㉣ D 지점은 앞으로 전선이 통과한 후 북서풍이 불 것이다.

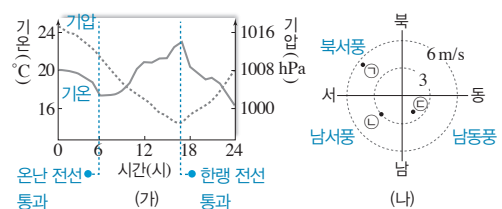
㉠. 등압선의 간격이 좁을수록 풍속이 크므로 A~D 중 등압선 간격이 가장 넓은 A에서 풍속이 가장 작다.

㉡. 현재 D 지점에서는 남서풍이 불고 있지만, 시간이 지나 한랭 전선 뒤쪽에 위치하면 풍향은 북서풍으로 바뀔 것이다.

바로알기 ㉣. 우리나라를 중심으로 서쪽에 규모가 큰 시베리아 고기압이 있고 동쪽에 저기압이 있는 일기도는 우리나라 겨울철에 잘 나타난다.

8 온대 저기압에서 전선 통과에 따른 기온, 기압, 풍향 변화

| 자료 분석 |



- 온난 전선이 먼저 통과하고 한랭 전선이 나중에 통과한다.
- (나)에서 ㉠은 북서풍, ㉡은 남서풍, ㉢은 남동풍으로, 남동풍 → 남서풍 → 북서풍 (시계 방향으로) 풍향이 변했다. → 이 온대 저기압의 중심은 관측소의 북쪽을 통과하였다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 12시에 관측한 바람은 ㉠이다. ㉡
- ㉡ 온난 전선은 17시경에 통과하였다. 6시경
- ㉣ 이 온대 저기압의 중심은 관측소의 북쪽을 통과하였다.

㉣. (나)에서 ㉠은 북서풍, ㉡은 남서풍, ㉢은 남동풍이다. 풍향은 남동풍(㉢) → 남서풍(㉡) → 북서풍(㉠)으로 시계 방향으로 변하였으므로 온대 저기압의 중심은 관측소의 북쪽을 통과하였다.

바로알기 ㉠. 온대 저기압이 통과할 때 온난 전선과 한랭 전선이 차례대로 지나면서 풍향이 남동풍 → 남서풍 → 북서풍으로 바뀌므로 6시에는 남동풍(㉢), 12시에는 남서풍(㉡), 18시에는 북서풍(㉠)이 불었다.

㉡. 온난 전선이 통과하면 풍향은 남동풍에서 남서풍으로 바뀌고 기온은 상승하므로 온난 전선은 6시경에 통과하였다. 17시경에는 기온이 하강하고 풍향이 남서풍에서 북서풍으로 바뀌므로 한랭 전선이 통과하였다.

08 태풍과 우리나라의 주요 악기상

개념 확인 문제

본책 91쪽, 93쪽

- 1 태풍 2 (1) 숨은열 (2) 낮아 (3) 하강 (4) 빨라 3 (1) B
(2) B (3) C 4 높아 5 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ○
(6) ○ 6 나, 다 7 폭설 8 ㉠ 봄철, ㉡ 증가

1 태풍은 열대 저기압 중 중심 부근의 최대 풍속이 17 m/s 이상인 것으로, 서로 다른 기단이 만나서 형성되는 것이 아니고 기단 내에서 소용돌이가 발생하여 형성되므로 전선을 동반하지 않는다.

2 (1) 열대 해상에서 증발한 수증기가 응결하여 방출되는 숨은 열에 의해 상승 기류가 강화되어 적란운이 발달하고 풍속이 강해지면서 태풍으로 성장한다.

(2) 태풍은 열대 저기압으로, 중심으로 갈수록 기압이 낮아진다.

(3) 태풍은 전체적으로는 강한 상승 기류가 발달하지만, 강한 회전에 의해 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 나타난다.

(4) 태풍이 전향점을 지나면 편서풍대에서 이동하여 태풍의 진행 방향과 편서풍의 방향이 같아지므로 이동 속도가 빨라진다.

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) 바람은 태풍의 눈(B)에서 가장 약하고, 태풍의 눈벽에서 가장 강하다.

(3) 태풍 진행 경로의 오른쪽 부분(C)이 위험 반원에 속한다. 태풍 진행 경로의 왼쪽 부분(A)은 안전 반원에 속한다.

4 태풍이 육지에 상륙하면 수증기 공급이 감소하고 육지와의 마찰로 세력이 약해져 중심 기압이 높아진다.

5 (1) 뇌우나 국지성 호우는 대기가 불안정하여 강한 상승 기류가 형성될 때 적란운이 발생하여 나타난다.

(2) 뇌우는 성숙 단계에서 상승 기류와 하강 기류가 공존하면서 강한 소나기가 내리거나 돌풍이 발생할 수 있다.

(3) 뇌우는 소멸 단계에서 하강 기류가 우세하게 나타난다.

(4) 우박은 적란운의 영향을 받는 지역에서 국지적으로 나타나므로 피해 면적은 넓지 않다.

(5) 국지성 호우는 짧은 시간 동안 좁은 지역에 많은 비가 내리는 현상이다.

(6) 태풍은 강한 열대성 저기압으로, 강한 상승 기류가 발생하여 적란운이 두껍게 발생한다. 따라서 뇌우를 포함하여 국지성 호우, 강풍 등을 동반한다.

6 뇌우는 강한 상승 기류에 의해 적란운이 발달할 때 발생한다.

ㄱ. 고기압 중심에서 공기가 하강하면 구름이 소멸되기 쉽다.

ㄴ, ㄷ. 한랭 전선을 따라 공기가 상승할 때, 여름철 지표면이 국지적으로 가열될 때, 강한 저기압이 발달할 때, 적란운이 발달하여 뇌우가 발생할 수 있다.

7 시베리아 고기압이 남쪽으로 확장되면, 찬 공기가 상대적으로 따뜻한 황해를 통과하면서 열과 수증기를 공급받아 기층이 불안정해지고 적운형 구름이 형성되어 서해안에 폭설이 발생할 수 있다.

8 황사는 우리나라 봄철인 3월~5월에 많이 발생하며, 편서풍을 타고 서에서 동으로 이동하므로 우리나라의 서쪽에 위치한 중국이나 몽골의 사막이 확대되면 우리나라의 황사 발생 횟수는 증가할 것이다.

수능 자료 마스터

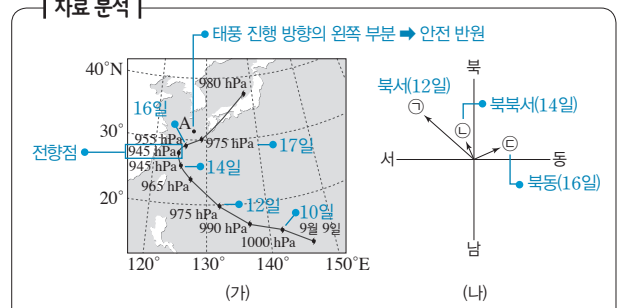
본책 94쪽~95쪽

자료 ㉠ 1 ㉡

자료 ㉢ 2 ㉣

1

자료 분석



ㄱ. 태풍은 중심 기압이 낮을수록 세력이 강하다. 태풍의 중심 기압은 10일에 1000 hPa, 16일에 955 hPa이므로 태풍의 세력은 10일이 16일보다 약하였다.

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

ㄷ. 16일과 17일 사이에 A 지점은 태풍 진행 방향의 왼쪽 부분에 위치하므로 안전 반원에 해당하고, 안전 반원에서 풍향은 시계 반대 방향으로 변한다.

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

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

수능 2점 다지기

본책 96쪽~98쪽

- 1 ㉢ 2 ㉠ 3 ㉣ 4 ㉣ 5 ㉣ 6 ㉠
7 ㉠ 8 ㉢ 9 ㉣ 10 ㉢ 11 ㉣ 12 ㉡

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

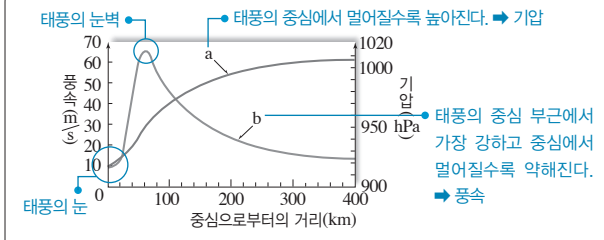
ㄱ. 태풍은 수온이 높고 지구 자전 효과에 의한 전향력이 작용하는 위도 5°~25° 사이의 열대 해상에서 발생한다.

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

바로알기 Ⓓ. 적도 부근의 해역은 수온은 높지만, 소용돌이를 만드는데 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

ㄱ. 태풍의 중심으로 갈수록 기압은 낮아지므로 a는 기압 변화를 나타낸 것이다. 풍속은 태풍의 중심 부근에서 가장 강하므로 b는 풍속 변화를 나타낸 것이다.

바로알기 Ⓓ. 풍속인 b의 변화를 보면 태풍의 중심 부근에서 풍속이 가장 강하고, 태풍의 눈에서는 풍속이 약하다.

ㄴ. 태풍이 육지에 상륙하면 세력이 약해지므로 b의 최댓값은 더 작아진다.

3 일기도에서의 태풍

| 선택지 분석 |

- ☒ Ⓐ 한대 전선대에서 발생하는 온대 저기압이다. 열대 해상에서 발생하는 열대 저기압(태풍)
- ☒ Ⓑ 중심부에 약한 하강 기류가 나타난다.
- ☒ Ⓒ 육지에 상륙하면 세력이 약해질 것이다.

A는 등압선이 원형이고 조밀하며, 전선을 동반하지 않으므로 열대 저기압(태풍)이다.

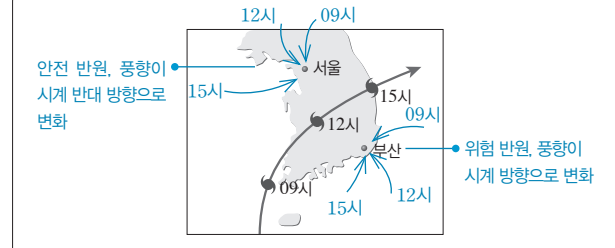
ㄴ. A는 태풍으로, 중심부인 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 나타나 날씨가 맑고 바람이 약하다.

ㄴ. 태풍이 육지에 상륙하면 수증기의 공급이 급격히 감소하고, 지표면과의 마찰로 세력이 약해질 것이다.

바로알기 ㄱ. 열대 저기압(태풍)은 위도 5°~25° 사이의 열대 해상에서 발생한다. 온대 저기압은 온대 지방이나 한대 전선대에서 발생하며, 등압선이 타원형이고 한랭 전선과 온난 전선을 동반한다.

4 태풍의 이동 경로, 안전 반원과 위험 반원

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ Ⓐ 우리나라를 통과하는 태풍의 이동 방향은 무역풍의 영향을 받는다. 편서풍
- ☒ Ⓑ 태풍 통과 시 최대 풍속은 서울이 부산보다 약하다.
- ☒ Ⓒ 서울의 풍향은 시계 방향으로 바뀐다. 시계 반대
- ☒ Ⓓ 태풍 중심에 위치한 지점은 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.

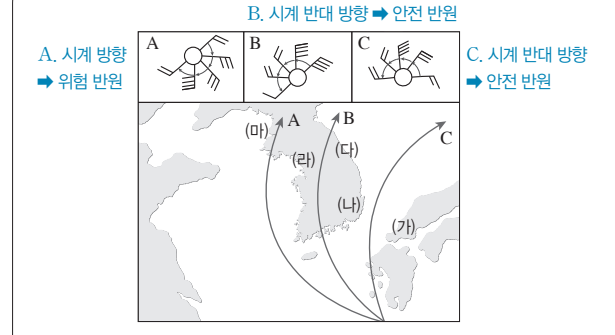
ㄴ. 태풍 중심에는 약한 하강 기류가 나타나므로 바람이 약하고 날씨가 맑다.

바로알기 ㄱ. 우리나라는 편서풍의 영향을 받으므로 태풍은 편서풍의 영향을 받아 북동쪽으로 이동한다.

ㄴ. 서울은 태풍 진행 방향의 왼쪽 부분에 해당하므로 풍향은 시계 반대 방향으로 바뀐다.

5 태풍의 이동에 따른 풍속과 풍향 변화

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

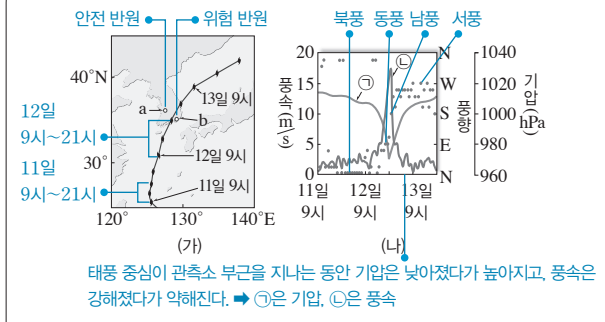
- ☒ Ⓐ (가)
- ☒ Ⓑ (나)
- ☒ Ⓒ (다)
- ☒ Ⓓ (라)
- ☒ Ⓔ (마)

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

구분	A	B	C
(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 이동에 따른 기압, 풍속, 풍향 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.

바로알기 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 ㉠은 관측된 기압을 나타낸 자료이다. 따라서 12일 9시에 측정된 기압보다 12일 21시에 측정된 기압이 더 낮다.

7 태풍의 이동에 따른 기압, 풍속, 풍향 변화

| 선택지 분석 |

- ㉠ 4시~6시에 상승 기류가 우세하였다.
- ㉡ 풍속이 최대일 때 기압이 가장 높았다. 낮았다
- ㉢ 태풍 진행 경로의 오른쪽에 위치하였다. 왼쪽

ㄱ. 관측 기압이 가장 낮았던 4시~6시에 관측 지점이 태풍의 중심에서 가장 가까웠다. 이때 태풍의 영향으로 상승 기류도 우세하였을 것이다. 만약 태풍의 눈이 4시~6시에 관측 지점을 통과하였다면 그 시간에 풍속이 매우 약했을 것이다. 하지만 풍속이 매우 강했기 때문에 태풍의 눈은 이 지점을 통과하지 않았다.

바로알기 ㄴ. 태풍이 통과하면 풍속이 강해졌다 약해지므로 (나)에서 아래쪽 그래프가 풍속, 위쪽 그래프가 풍향이다. (가)와 (나)를 비교하면, 풍속이 최대인 4시~6시에 기압이 가장 낮았다.

ㄷ. 태풍이 관측 지점을 지나는 동안 풍향은 시계 반대 방향(북동풍 → 북풍 → 북서풍 → 서풍)으로 변했으므로 관측 지점은 태풍 진행 경로의 왼쪽(안전 반원)에 위치하였다.

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. 11일경 전향점을 통과한 후 태풍은 12일 0시에 편서풍의 영향을 받아서 북동쪽으로 이동하였고 이동 속도도 빨라졌다.

ㄷ. 10일 이후 태풍이 이동하면서 해양 열용량이 감소하므로 해수면에서 태풍으로 공급되는 에너지량은 적어졌다.

바로알기 ㄴ. 11일 0시부터 13일 0시까지 제주도는 태풍 진로의 오른쪽 부분(안전 반원)에 위치하였으므로 풍향이 시계 방향으로 변한다.

9 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.

학생 A

학생 B

학생 C

A. 열대 저기압의 강한 상승 기류는 적란운을 형성하므로 뇌우의 발생 조건에 해당한다.

B. 우박은 적란운 내에서 빙정이 상승과 하강을 반복하면서 성장하여 형성되므로 뇌우는 우박을 동반할 수 있다.

C. 우리나라 월별 평균 우박 일수를 보면 겨울철이 여름철보다 많다. 이는 여름철에는 지표 부근의 기온이 높아 우박이 떨어질 때 쉽게 녹기 때문이다.

10 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)는 국지성 호우로, 많은 비가 내리므로 토양이 물로 포화되면 산사태가 발생할 가능성이 커진다.

ㄷ. (나) 폭설이 예상될 때 단시간에 많은 눈이 쌓이므로 눈의 무게 등에 의한 피해를 받지 않도록 신속한 제설 작업이 필요하다.

바로알기 ㄴ. (가) 국지성 호우는 반경 10 km~20 km의 좁은 지역에 내린다.

11 강풍

| 선택지 분석 |

- ㉠ 강풍에 의한 피해 모습이다.
- ㉡ 이 기상 현상에 의한 피해를 방지하기 위해서는 지붕이나 간판을 단단히 고정시켜야 한다.
- ㉢ 태풍이 접근할 때 나타날 수 있는 기상 재해이다.

ㄱ, ㄴ. 강풍이 불면 지붕이나 간판이 떨어져 날아다니면서 다른 피해를 줄 수 있으므로 단단히 고정시켜야 한다.

ㄷ. 강풍은 강한 비바람을 동반하는 태풍이 접근할 때 나타날 수 있는 기상 재해이다.

12 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

ㄴ. 황사는 사막이나 황토 지대의 모래 먼지(지권)가 대기 중으로 상승하여 편서풍(기권)에 의해 이동하는 현상이므로 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

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

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

수능 3점 끝내기

본책 99쪽~101쪽

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

1 태풍의 구조와 이동에 따른 기상 요소 변화

| 선택지 분석 |

- ✕ 풍향이 시계 반대 방향으로 변하였다. **시계 방향**
- 이 관측소는 태풍의 위험 반원에 속해 있었다.
- 22일 4시경에 관측소는 태풍의 눈의 영향권 안에 있었다.

ㄴ. 태풍이 통과하는 동안 풍향이 시계 방향으로 변했으므로 관측소는 태풍 진행 방향의 오른쪽에 위치하여 태풍의 위험 반원에 속해 있었다.

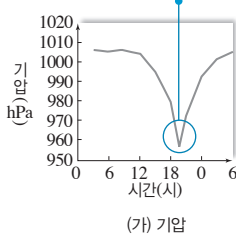
ㄷ. 22일 4시경에 기압이 가장 낮았고 풍속이 급격히 감소하였으므로 이때 관측소는 태풍의 눈의 영향권 안에 있었다.

바로알기 ㄱ. 태풍이 통과하는 동안 풍향이 북동풍(NE) → 동풍(E) → 남동풍(SE)으로 변했으므로 시계 방향으로 변하였다.

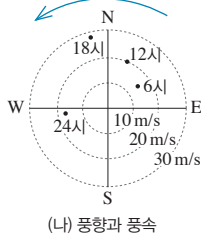
2 태풍의 이동에 따른 기압, 풍향, 풍속 변화

| 자료 분석 |

기압이 가장 낮다. → 태풍의 중심 부근 풍향 변화: 시계 반대 방향



(가) 기압



(나) 풍향과 풍속

| 선택지 분석 |

- 18시~21시에 태풍은 관측소 가장 가까이 접근하였다.
- 태풍의 중심이 통과한 후 서풍 계열의 바람이 불었다.
- ✕ 태풍은 관측소의 서쪽으로 북상하면서 이동하였다. **동쪽**

ㄱ. 태풍의 중심에 가까워수록 기압은 낮아진다. 18시~21시에 기압이 가장 낮았으므로 태풍은 관측소 가장 가까이 접근하였다.

ㄴ. (나)에서 태풍의 중심이 통과한 18시~21시 사이에 서풍 계열의 바람이 불었다.

바로알기 ㄷ. 태풍이 통과할 때 풍향은 시계 반대 방향(북동풍 → 북서풍 → 서풍)으로 변하였으므로 관측소는 태풍의 이동 경로에 대해 왼쪽 부분에 위치하였다. 따라서 관측소는 태풍의 서쪽에 있었고 태풍은 관측소의 동쪽으로 북상하면서 이동하였다.

3 태풍의 이동 경로에 따른 기압, 풍향 변화

| 선택지 분석 |

- ✕ 이 태풍은 편서풍대에서 발생하였다. **무역풍대**
- 태풍은 A 해역으로 접근하면서 세력이 강해졌다.
- (가)에서 태풍의 실제 이동 경로는 a이다.

ㄴ. 태풍의 세력은 중심 기압이 낮을수록 강하다. 태풍이 A 해역으로 접근하면서 중심 기압이 낮아졌으므로 세력이 강해졌다.

ㄷ. 태풍이 P 부근을 통과하는 동안 P에서 관측된 풍향은 (나)에서 시계 방향(북동풍 → 동풍 → 남동풍 → 남서풍 → 서풍)으로 변하였다. 따라서 P는 태풍의 위험 반원(태풍 진행 방향의 오른쪽 부분)에 속하였고, 태풍의 실제 이동 경로는 a이다.

바로알기 ㄱ. 태풍은 위도 20°N 부근에서 발생하였으므로 무역풍대에서 발생하였다.

4 태풍의 이동 경로에 따른 풍향, 풍속 변화

| 선택지 분석 |

- ✕ T₁과 T₃일 때의 두 풍향이 이루는 각은 180°이다. **180°보다 작다**
- 관측 지점은 태풍 진행 경로의 왼쪽에 위치한다.
- T₃ 이후의 태풍 중심 기압은 높아졌다.

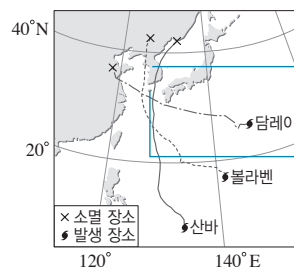
ㄴ. 태풍이 T₁ → T₂ → T₃로 이동하는 동안 풍향은 시계 반대 방향(북동풍 → 북북서풍 → 북서풍)으로 변하였으므로 관측 지점은 태풍 진행 경로의 왼쪽(태풍의 안전 반원)에 위치한다.

ㄷ. T₃ 이후 태풍이 진행하면서 소멸하였으므로 태풍 중심 기압은 높아졌다.

바로알기 ㄱ. T₁일 때의 풍향은 북동풍이고, T₃일 때의 풍향은 북서풍이므로 두 풍향이 이루는 각은 180°보다 작다.

5 태풍의 이동과 소멸

| 자료 분석 |



- 서울: 담레이와 볼라벤의 진행 방향의 오른쪽(위험 반원), 산바의 진행 방향의 왼쪽(안전 반원)
- 제주도: 담레이와 볼라벤의 진행 방향의 오른쪽(위험 반원), 산바의 진행 방향의 왼쪽(안전 반원)

| 선택지 분석 |

- 볼라벤이 서해를 통과하는 동안 서울의 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.
- ✕ 산바는 남해안에 상륙한 이후 중심 기압이 급격히 **낮아졌다**. **높아졌다**
- ✕ 제주도는 세 태풍 모두에 대해 위험 반원에 있었다. **담레이, 볼라벤**

ㄱ. 북반구에서 태풍(열대 저기압) 주변에서는 바람이 중심부로 불어 들어온다. 볼라벤이 서울에 접근할 때는 북동풍, 서울 근처를 통과할 때는 동풍, 서울을 지나 북상할 때는 남동풍이 불었으므로 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.

바로알기 ㄴ. 태풍이 육지에 상륙하면 수증기의 공급이 급격히 감소하고 지표면과의 마찰로 인해 태풍의 세력이 약해진다. 태풍의 세력은 중심 기압이 낮아수록 강해지므로 산바는 남해안에 상륙한 이후 중심 기압이 급격히 높아지다가 소멸하였다.

ㄷ. 태풍 진행 방향의 오른쪽 부분은 위험 반원, 왼쪽 부분은 안전 반원이므로 제주도는 볼라벤과 담레이가 지나갈 때는 위험 반원, 산바가 지나갈 때는 안전 반원에 있었다.

6 태풍의 이동에 따른 기압, 풍속 변화

| 선택지 분석 |

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

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

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

바로알기 ㄷ. 수온이 더 높은 바다를 지나갔다면 태풍의 세력은 더 강해져야 하는데, 6일~8일 동안 중심 기압이 높아지면서 태풍의 세력은 약해졌으므로 수온이 높은 바다를 지나가지 않았다.

7 태풍의 이동에 따른 관측소의 풍향, 태풍의 기압, 풍속 변화

| 선택지 분석 |

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

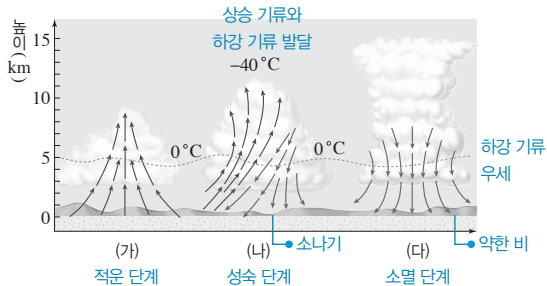
ㄷ. 태풍이 통과하면서 P에서 풍향이 시계 방향(남동풍 → 남풍 → 남서풍)으로 변화하였으므로 P는 태풍 통과 시 태풍 진행 경로의 오른쪽에 위치하였으며 위험 반원에 속하였다. 따라서 태풍의 중심은 P의 북쪽을 통과하였다.

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

ㄴ. 전향점 통과 후에 C 지점과 P 부근에서 중심 기압이 높아지고, 중심 최대 풍속은 작아지면서 태풍의 세력은 약해졌다.

8 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.

바로알기 ㄱ. 뇌우는 수 분~수 시간 동안 지속되는 현상이므로 (가) 단계에서 (다) 단계까지의 시간은 1일 이내로 짧다.

ㄷ. (다) 단계에서는 약한 강수 현상이 나타나다 멈춘다.

9 태풍과 뇌우

| 선택지 분석 |

- ☒ (가)에서 A는 B보다 기압이 높다. 낮다
- ☒ (가)와 (나)에서 모두 강수 현상이 나타난다.
- ☒ (가)와 (나)에서 모두 적란운이 발달한다.
- ☒ (나)는 (가)에 동반되어 나타날 수 있다.

ㄴ, ㄷ. (가)와 (나)에서는 모두 강한 상승 기류에 의해 적란운이 발달하므로 강수 현상이 나타난다.

ㄹ. (나) 뇌우는 여름철 강한 햇빛으로 인해 국지적으로 가열된 공기가 빠르게 상승할 때, 온대 저기압이나 태풍에 의해 강한 상승 기류가 발달할 때, 한랭 전선에서 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 빠르게 상승할 때 발생하므로 (가)에 동반되어 나타날 수 있다.

바로알기 ㄱ. (가) 태풍에서 A는 B보다 태풍의 중심에 더 가깝기 때문에 B보다 기압이 낮다.

10 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. 작다

ㄱ. 우박은 뇌우의 발달 단계 중 상승 기류와 하강 기류가 공존하는 성숙 단계에서 잘 만들어진다.

바로알기 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.

11 폭설

| 선택지 분석 |

- ☒ 시베리아 고기압이 남쪽으로 확장되었다.
- ☒ 기단이 황해를 지나면서 불안정해졌다.
- ☒ 우리나라에는 남동풍이 우세하게 불었다. 북서풍

ㄱ. 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.

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

바로알기 ㄷ. 우리나라의 북서쪽에 위치한 시베리아 고기압이 확장되면서 나타나는 현상이므로 우리나라에는 북서풍이 우세하게 불었다.

12 황사의 이동

| 선택지 분석 |

✕ (가)에서 황사의 발원지는 B 지역보다 A 지역일 가능성이 크다.

㉠ 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 상승하여 편서풍을 타고 우리나라로 이동하던 모래 먼지가 하강 기류의 영향을 받아 이 지역으로 유입되었을 것이다.

㉣ 사막의 면적이 줄어들면 황사 발생 가능 지역의 면적이 줄고, 황사의 발생량도 줄기 때문에 황사의 발생 횟수가 감소한다.

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

2 염분은 해수의 양(=물의 양+염류의 양)에 대한 해수에 포함된 염류의 양의 비율이다.

㉠. 빙하가 녹으면 염류가 적은 물이 주변 해수에 유입되므로 해수의 표층 염분이 낮아진다.

㉡. 강수량이 증가하면 담수의 양이 증가하므로 해수의 표층 염분이 낮아진다.

㉢. 증발량이 증가하면 염류의 양에 비해 물의 양이 감소하므로 해수의 표층 염분이 높아진다.

㉣. 해수의 결빙이 일어나면 물이 얼어 염류의 양에 비해 물의 양이 감소하므로 염분이 높아진다.

3 적도 부근은 저압대가 발달하는 곳으로, 상승 기류에 의해 구름이 잘 형성되므로 강수량이 많다. 따라서 강수량이 증발량보다 많아 표층 염분이 낮게 나타난다.

4 (가)는 표층에서 농도가 높고 수심 약 1000 m까지 수심이 깊어질수록 농도가 감소하므로 산소이다.

(나)는 표층에서 농도가 가장 낮고 수심이 깊어질수록 농도가 증가하므로 이산화 탄소이다.

5 (1) 해수 10 kg에 340 g의 염류가 녹아 있다면, 해수 1 kg에는 34 g의 염류가 녹아 있다. 염분은 해수 1 kg 속에 녹아 있는 염류의 총량하므로 이 해수의 염분은 34 psu이다.

(2) 우리나라는 겨울철보다 여름철에 강수량이 많아서 표층 염분이 낮다.

(3) 위도 30° 부근 해역은 고압대가 위치하므로 증발량이 강수량보다 많아서 표층 염분이 높다.

(4) 고위도의 찬 해수에는 산소가 풍부하게 녹아 있으므로 고위도의 해수가 침강하면 심해에 산소가 공급된다.

6 (1) 태양 복사 에너지의 흡수량이 많을수록 표층 수온이 높다. (2) 위도에 따라 단위 면적당 태양 복사 에너지의 입사량이 달라지므로 표층 수온의 등온선은 대체로 위도에 나란하다.

(4) 혼합층은 바람의 혼합 작용에 의해 해수가 섞여 깊이에 따른 수온이 일정한 층이다. 바람이 강할수록 혼합 작용이 잘 일어나므로 혼합층의 두께가 두꺼워진다.

(6) 심해층은 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없으므로 표층 수온이 높을수록 심해층과 수온 차이가 커서 수온 약층이 뚜렷하게 발달한다.

(7) 심해층은 태양 복사 에너지가 거의 도달하지 않으므로 계절이나 위도에 관계없이 수온이 거의 일정하다.

7 (1) 해수의 밀도는 수온에 반비례하고, 염분에 비례한다.

(2) 해수의 밀도는 수온에 반비례하며, 수온 약층에서는 깊이가 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지므로 밀도가 급격히 증가한다.

(3) 수온, 염분도는 해수의 수온, 밀도, 염분을 나타낸 그래프로, 두 가지 물리량을 알면 나머지 한 가지 물리량을 알 수 있다. 따라서 수온과 염분을 알면 밀도를 구할 수 있다.

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

09 해수의 성질

개념 확인 문제

본책 103쪽, 105쪽

1 (1) 1 (2) 염분비 일정 (3) ㉠ 많, ㉡ 적 2 ㉢, ㉣

3 ㉠ 저압대, ㉡ 적어, ㉢ 낮다 4 (가) 산소 (나) 이산화 탄소

5 (1) ㉠ (2) × (3) × (4) ㉠ 6 (1) 태양 복사 (2) 위도 (3) 높다

(4) 두꺼워 (5) 크 (6) 높음 (7) 심해층 7 (1) × (2) × (3) ㉠

8 $B > C > A$

1 (1) 염분은 해수 1 kg 속에 포함되어 있는 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것이다. 염분이 35 psu인 해수 1 kg은 물 965 g과 염류 35 g으로 이루어져 있다.

(2) 장소나 계절에 따라 염분은 다르지만 해수에 포함된 염류들 사이의 상대적인 비율은 항상 일정하다는 법칙을 염분비 일정 법칙이라고 한다.

(3) 해수의 표층 염분은 증발량이 많을수록, 강수량이 적을수록 높다.

자료 A 1 ⑤

자료 B 2 ①

자료 C 3 ③

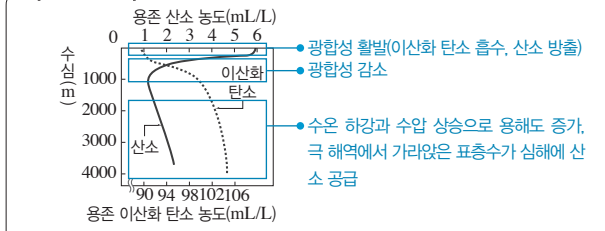
1 나. 표층 염분은 (증발량-강수량) 값이 큰 해역에서 높게 나타나므로 적도보다 중위도 해역에서 높을 것이다.

다. (증발량-강수량) 값이 큰 위도대는 기후가 건조하므로 육지에 사막이 잘 발달한다.

바로알기 나. 적도 지역은 (증발량-강수량) 값이 (-)이므로 강수량이 증발량보다 많다.

2

| 자료 분석 |



나. 용존 산소의 농도는 광합성이 활발히 일어나는 해수의 표층 부근에서 가장 높다.

바로알기 나. 1000 m 이상의 깊이에서 용존 산소 농도가 증가하는 까닭은 극 해역에서 침강한 표층수가 산소를 공급하기 때문이다.

다. 표층 해수에서 용존 이산화 탄소 농도가 낮은 까닭은 생물의 활발한 광합성 작용에 이산화 탄소가 이용되기 때문이다.

3 나. (나)에서 A와 B는 수온을 다르게 하고 염분은 서로 같도록 변인을 조작하였다. 따라서 (나)는 해수의 밀도에 수온이 미치는 영향을 알아보기 위한 실험이다.

다. B와 C는 수온이 같고 염분이 다르다. (다)에서 B가 C 아래로 이동한 것은 B의 밀도가 C보다 크다는 의미이고, 이는 B의 염분이 C보다 높기 때문임을 추정할 수 있다.

바로알기 나. 염분이 같을 때 수온이 낮을수록 밀도가 크다. 따라서 수온이 더 낮은 B가 A 아래로 이동하므로 ㉠은 B, ㉡은 A이다.

수능 2점 다지기

본책 108쪽~110쪽

- 1 ③ 2 ③ 3 ⑤ 4 ⑤ 5 ④ 6 ③
7 ③ 8 ② 9 ① 10 ③ 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.

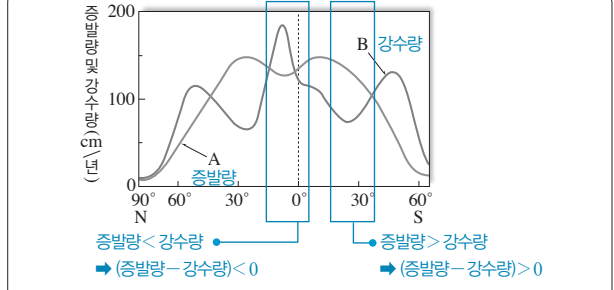
다. 해수 중에 녹아 있던 각 염류의 양은 변하지 않고 물의 양만 변하였으므로 각 염류 사이의 비는 변하지 않고 가열 전과 같다.

바로알기 나. 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.

나. 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.

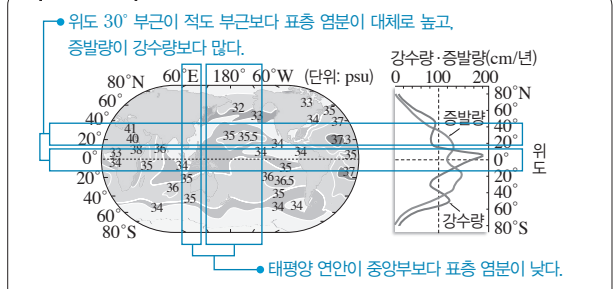
나. B는 저압대인 적도와 위도 60° 부근에서 값이 크므로 강수량이고, A는 고압대인 위도 30° 부근에서 값이 크므로 증발량이다.

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

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

3 전 세계 해양의 표층 염분 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 표층 염분은 적도 부근 해역에서 가장 높다. 중위도
☒ 태평양에서 표층 염분은 육지에 가까울수록 높다. 낮다
☒ 위도 30° 부근은 강수량이 증발량보다 많다. 적다
☒ 적도 부근은 고기압이 잘 발달한다. 저기압
☒ (증발량-강수량) 값이 큰 위도대의 해역은 표층 염분이 높다.

⑤ 표층 염분은 증발량이 많을수록, 강수량이 적을수록 높으므로 (증발량-강수량) 값이 큰 해역일수록 표층 염분이 높다.

바로알기 ① 표층 염분은 증발량이 강수량보다 많은 중위도에서 가장 높다.

② 태평양에서 표층 염분은 중앙부가 높으며, 육지에 가까울수록 강물이 유입되어 표층 염분이 낮아진다.

- ③ 위도 30° 부근은 고기압이 잘 발달하여 증발량이 강수량보다 많다.
- ④ 적도 부근은 저기압이 잘 발달하여 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.

ㄱ. A의 염분은 32.8 psu~33.2 psu 사이지만, 같은 위도의 태평양 중앙부의 염분은 약 34 psu이다. 한류는 난류보다 염분이 낮고, A는 한류인 캘리포니아 해류가 고위도에서 저위도로 흐르므로 같은 위도의 다른 해역보다 염분이 낮다.

ㄴ. 표층 염분은 (증발량-강수량) 값에 비례한다. B는 C보다 염분이 낮으므로 (증발량-강수량) 값이 작다.

ㄷ. 해수에서는 시간과 장소에 따라 증발량 및 강수량이 달라져 염분이 달라진다. 하지만 염류 사이의 성분 비율이 항상 일정하게 유지되는데, 이를 염분비 일정 법칙이라고 한다.

5 해수의 용존 기체

| 선택지 분석 |

- ㉠ A의 농도는 표층에서 가장 낮다. **높다**
- ㉡ B는 이산화 탄소이다.
- ㉢ 심해층의 A는 극지방의 표층 해수로부터 공급된다.

전체적으로 B의 농도가 A의 농도보다 매우 높다. 또한, A의 농도는 표층에서 높고 수심 약 1000 m까지 감소하며, B의 농도는 표층에서 낮고 수심이 깊어질수록 증가하므로 A는 산소, B는 이산화 탄소이다.

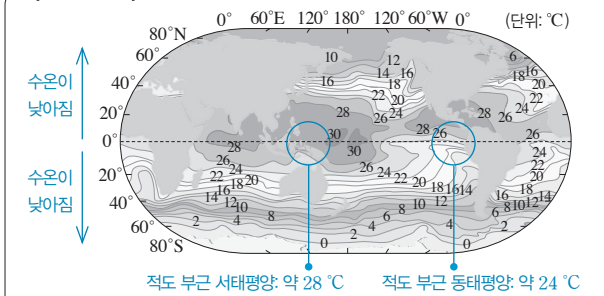
ㄴ. B는 해양 생물의 광합성이 일어나는 표층에서 농도가 낮고, 수심이 깊어짐에 따라 농도가 증가하므로 이산화 탄소이다.

ㄷ. 수심 약 1000 m 이상의 심층에서 A는 수심이 깊어짐에 따라 농도가 증가하는데, 이는 산소를 소비하는 생물의 수가 감소하고, 산소를 풍부하게 포함한 극지방의 표층 해수가 공급되기 때문이다.

바로알기 ㄱ. A(산소)의 농도는 해양 생물의 광합성이 일어나고, 대기로부터 산소가 유입될 수 있는 표층에서 가장 높다.

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 **높다. 낮다**

ㄱ. 태양 복사 에너지의 흡수량이 적도에서 고위도로 갈수록 감소하므로 표층 수온은 적도 부근에서 가장 높고 고위도로 갈수록 낮아진다.

ㄴ. 위도에 따라 태양 복사 에너지의 흡수량이 달라지므로 등온선이 위도와 대체로 나란하며 북반구보다 대륙이 적은 남반구에서 더 나란한 분포를 보인다.

바로알기 ㄷ. 적도 부근의 표층 수온은 동태평양이 서태평양보다 낮게 나타나는데 이는 동태평양에서 용승의 영향을 받기 때문이다.

7 우리나라 주변 해수의 표층 수온 분포

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 겨울철에 해당한다.
- ㉡ 연평균 수온은 남해가 가장 높다.
- ㉢ 수온의 연교차는 황해가 동해보다 **작다. 크다**

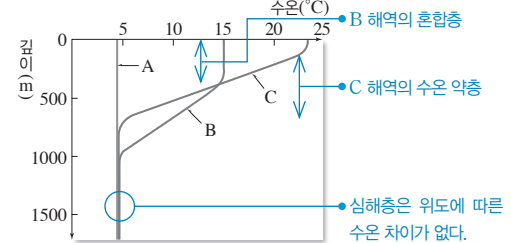
ㄱ. 표층 수온이 평균적으로 낮게 나타나는 (가)는 태양 복사 에너지를 적게 받는 겨울철에 해당한다.

ㄴ. 연평균 수온은 연중 난류가 흐르는 남해가 가장 높다.

바로알기 ㄷ. 수온의 연교차는 대륙의 영향을 많이 받는 황해가 동해보다 크다.

8 위도별 연직 수온 분포

| 자료 분석 |



- A: 층상 구조가 나타나지 않는다. → 고위도
- B: 혼합층이 가장 두껍고, 층상 구조가 뚜렷하다. → 중위도
- C: 표층 수온이 가장 높고, 수온 약층이 뚜렷하다. → 저위도

| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 저위도에 해당하는 수온 분포이다. **고위도**
- ㉡ 수온 약층은 **저위도보다 고위도 해역에서** 뚜렷하게 발달한다. **고위도보다 저위도 해역**
- ㉢ 심해층은 위도에 따른 수온 변화가 거의 없다.

ㄷ. 심해층은 태양 에너지가 거의 도달하지 못하므로 위도에 따른 수온 변화가 거의 없다.

바로알기 ㄱ. 고위도로 갈수록 표층 수온이 낮아지므로 표층의 수온이 가장 낮은 A는 고위도, B는 중위도, 수온이 가장 높은 C는 저위도의 수온 연직 분포이다.

ㄴ. 수온 약층은 표층 수온이 낮은 고위도보다 표층 수온이 높은 저위도 해역에서 표층과 심층의 수온 차가 크므로 뚜렷하게 발달한다.

9 동해의 층상 구조

| 선택지 분석 |

- ㉠ 바람의 세기는 A가 B보다 강하다.
- ㉡ 혼합층 두께는 B가 C보다 두껍다. **옳다**
- ㉢ A의 혼합층 두께는 겨울이 여름보다 **얕다**. **옳다**

혼합층의 두께는 $A > C > B$ 순이다.

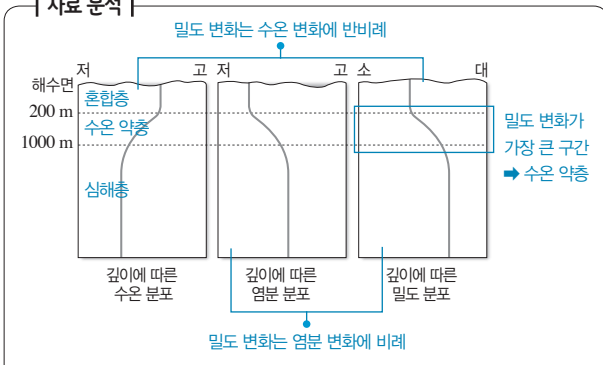
㉠. 혼합층의 두께는 A가 B보다 두껍고, 바람이 강할수록 혼합층이 두꺼워지므로 바람의 세기는 A가 B보다 강하다.

㉡. 그림에서 혼합층 두께는 C가 B보다 두껍다.

㉢. 우리나라는 겨울이 여름보다 평균 풍속이 강하므로 A의 혼합층 두께는 겨울이 여름보다 두껍다.

10 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.

11 위도에 따른 해수의 성질-수온, 염분, 밀도

| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 고위도 해역보다 저위도 해역이 **낮다**. **옳다**
- ㉡ B는 (증발량-강수량) 값이 클수록 **작다**. **옳다**
- ㉢ C는 표층 해수의 밀도이다.

㉢. C는 수온과 반비례하므로 밀도이다.

㉠. A는 적도(위도 0°)에서 가장 높고 고위도로 갈수록 낮아지므로 수온이다. 저위도에서 고위도로 갈수록 흡수하는 태양 복사 에너지가 적어지기 때문에 수온은 저위도에서 고위도로 갈수록 낮아진다.

㉡. B는 위도 30° 부근에서 가장 높으므로 염분이다. 표층 염분은 증발량이나 결빙량이 많을수록 높고, 강수량, 해빙량, 하천수의 유입량이 적을수록 높다. 따라서 B는 (증발량-강수량) 값이 클수록 크다.

12 해수의 성질-수온, 염분, 밀도, 용존 산소량

| 선택지 분석 |

- ㉠ 밀도는 A가 가장 낮다.
- ㉡ 염분이 높은 수괴일수록 용존 산소량이 많다. **A~C 수괴의 염분과 용존 산소량은 관계없다**
- ㉢ B는 A와 C가 혼합되어 **형성되었다**. **형성되지 않았다**

㉠. 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 A~C 중 수온이 가장 높고 염분이 가장 낮은 A의 밀도가 가장 낮다.

㉡. 염분은 $A > C > B$ 순으로 높은데, 용존 산소량은 $B > A > C$ 순으로 높으므로 염분과 용존 산소량은 관계가 없다.

㉢. A와 C를 혼합한 해수의 염분은 A와 C 사이의 값이어야 하는데 B의 염분은 A, C보다 높으므로 B는 A와 C의 혼합으로 형성된 수괴가 아니다.

수능 3점 굳히기

본책 111쪽~113쪽

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

1 염분비 일정 법칙

| 선택지 분석 |

- ㉠ 세 해역 해수의 염분은 모두 **같다**. **옳다**
- ㉡ 세 해역 해수에 녹아 있는 염류들의 성분비는 일정하다.
- ㉢ 해수 1 kg을 증발시키면 C 해역 해수에서 가장 많은 양의 염류를 얻을 수 있다.

㉠. 세 해역의 염분은 다르지만 염분비 일정 법칙에 따라 해수에 녹아 있는 염류들의 성분비는 일정하다.

㉡. 해수 1 kg을 증발시키면 염분이 가장 높은 C 해역 해수에서 가장 많은 양의 염류를 얻을 수 있다.

㉢. 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° 부근 지역보다 적도 지역에서 **클** 것이다. **옳다**
- ㉢ 해수 중에 녹아 있는 염류 중 NaCl의 비율은 **중위도 해역에서 가장 높다**. **해역에 관계없이 일정하다**

㉠. 북반구 중위도 해역의 표층 염분은 태평양에서 33 psu~35.5 psu, 대서양에서 36 psu~37 psu로 나타난다.

㉡. (증발량-강수량) 값이 클수록 표층 염분이 높으므로 적도보다 염분이 높은 위도 30° 부근 지역에서 (증발량-강수량) 값이 클 것이다.

㉢. 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. **적다**
- ㉢ 수심 약 1000 m에서 깊어질수록 (가)가 증가하는 까닭은 생물의 광합성 때문이다. **극 해역의 산소가 풍부한 해수가 가라앉기**

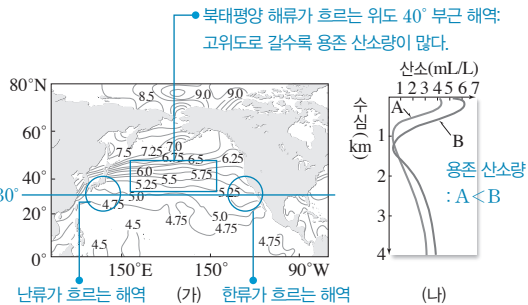
ㄱ. 표층에서 수심이 깊어질수록 농도가 감소하는 (가)는 용존 산소량이고, 증가하는 (나)는 용존 이산화 탄소량이다.

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 북태평양 해역의 용존 산소량

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉡ 위도 30° 부근에서는 한류보다 난류가 흐르는 해역에 용존 산소량이 많다. **적다**
- ㉢ 수심 약 1 km에서 용존 산소량이 적은 까닭은 수온이 높기 때문이다. **생물의 호흡에 이용되기**
- ㉣ (나)의 B는 A보다 고위도에 위치한다.

ㄷ. (가)에서 북태평양 해류가 흐르는 위도 40° 부근 해역에서 고위도로 갈수록 표층 해수의 용존 산소량이 증가하므로 (나)에서 표층 용존 산소량이 많은 B가 A보다 고위도에 위치한다.

바로알기 ㄱ. 수온이 낮을수록 기체의 용해도가 증가하기 때문에 난류가 흐르는 서태평양보다 한류가 흐르는 동태평양에 용존 산소량이 많다.

ㄴ. 수심 약 1 km에서 용존 산소량이 적은 까닭은 광합성은 거의 일어나지 않으면서 생물의 호흡 작용이나 유기물의 분해에 산소가 이용되기 때문이다.

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.

ㄱ. 위도별로 입사하는 태양 복사 에너지량이 달라지므로 대륙의 영향이 적은 대양의 중심부에서 등온선은 위도와 대체로 나란하다.

ㄷ. A 해역에는 저위도에서 고위도로 난류가 흐르고, B 해역에는 고위도에서 저위도로 한류가 흐른다. 따라서 고온 고염분의 난류가 흐르는 A 해역이 B 해역보다 표층 염분이 높다.

바로알기 ㄴ. A와 B 해역은 위도가 같으므로 해수면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 거의 같다.

6 북태평양 해역의 표층 수온

| 선택지 분석 |

- ㉠ 표층 수온은 A에서 가장 높다.
- ㉡ B는 D보다 표층 수온이 높다.
- ㉣ 해수면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 C에서 가장 적다.

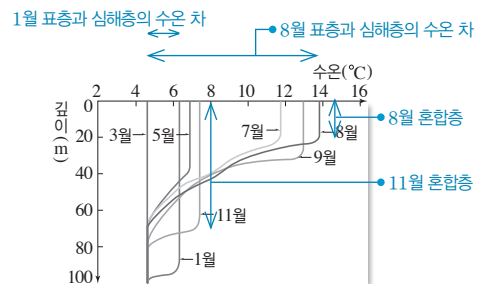
ㄱ. 저위도일수록 표층 수온이 높으므로 A~D 중 가장 저위도에 위치한 A에서 표층 수온이 가장 높다.

ㄴ. B와 D는 같은 위도에 위치하지만 난류가 흐르는 B가 한류가 흐르는 D보다 표층 수온이 높다.

ㄷ. 해수면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 가장 고위도에 위치한 C에서 가장 적다.

7 중위도 해역의 계절별 연직 수온 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 수온 약층은 여름철이 겨울철보다 뚜렷하게 나타난다.
- ㉡ 8월~11월 동안 바람의 세기는 약해졌다. **강해졌다**
- ㉢ 표층과 심해층의 수온 차는 3월에 가장 크다. **적다**

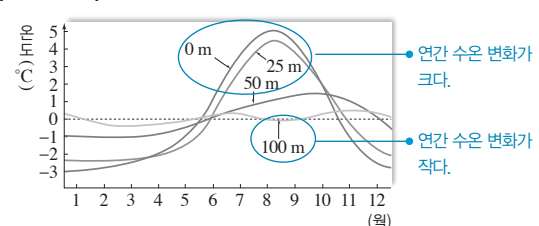
ㄱ. 여름철이 겨울철보다 표층 수온이 높고, 심해층의 수온은 비슷하므로 깊이에 따른 수온 변화가 커서 수온 약층이 뚜렷하다.

바로알기 ㄴ. 8월~11월 동안 혼합층의 두께가 두꺼워졌으므로 바람의 세기가 강해졌다.

ㄷ. 3월에는 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없으므로 표층과 심해층의 수온 차이가 가장 작고, 8월에 표층과 심해층의 수온 차이가 가장 크다.

8 계절별 연직 수온 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

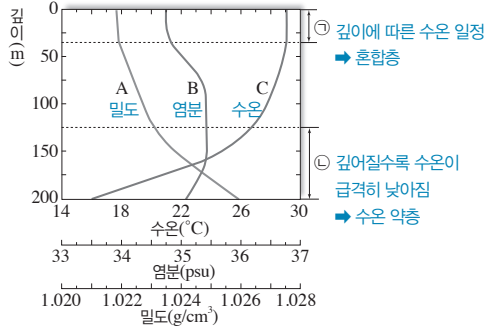
- ㉠ 이 해역은 북반구에 위치하고 있다.
- ㉡ 수온 변화에 따른 해수 밀도의 연 변화는 수심이 깊어질수록 크다. **작다**
- ㉢ 8월에는 해수의 연직 혼합이 전 수심에 걸쳐 **활발하게** 일어난다. **활발하게 일어나지 않는다**

ㄱ. 8월의 수온이 대체로 높고, 2월의 수온이 대체로 낮은 분포를 보이므로 8월이 여름이고 2월이 겨울인 북반구에 위치한 해역이다. 남반구는 8월에 겨울, 2월에 여름이다.

바로알기 ㄴ. 해수의 밀도는 수온에 반비례한다. 수심이 깊어질수록 수온의 연 변화 폭이 작아지므로 밀도의 연 변화도 작아진다.
ㄷ. 100 m 깊이에서는 수온이 거의 일정하고, 8월에는 표층 수온이 높아 심해층과 표층의 수온 차가 크므로 수온 약층이 뚜렷하게 발달하여 해수의 연직 혼합이 활발하게 일어나기 어렵다.

9 깊이에 따른 해수의 성질

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 **염분**이다. **밀도**
- ㉡ 해수 표면의 바람이 강해지면 ㉠층의 두께가 증가한다.
- ㉢ ㉠층에서 깊이에 따른 밀도 변화는 수온 변화보다 **염분 변화에 더 큰 영향을 받는다.**

ㄴ. ㉠은 혼합층으로, 바람의 혼합 작용으로 수온이 일정한 층이다. 따라서 바람이 강해지면 혼합층의 두께는 증가한다.

바로알기 ㄱ. C는 수심이 깊어질수록 감소하므로 수온이다. A는 수온과 반비례하는 경향이 있으므로 밀도이다. 따라서 B는 염분이다.
ㄷ. ㉠층에서는 깊어질수록 밀도(A)가 증가하고 염분(B)과 수온(C)이 감소한다. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 증가하므로 이 층에서 밀도 변화는 염분 변화보다 수온 변화의 영향이 더 크다.

10 동해의 해수의 성질과 층상 구조

| 선택지 분석 |

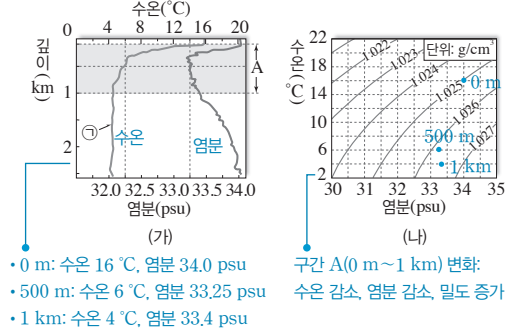
- ㉠ 표층 해수의 밀도는 8월보다 2월에 크다.
- ㉡ 수온 약층은 2월보다 8월에 더 뚜렷하게 발달한다.
- ㉢ 계절에 따른 염분 차이는 수심 0 m보다 300 m에서 작다.

ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크므로 표층 해수의 밀도는 8월보다 수온이 낮고 염분이 높은 2월에 크다.
ㄴ. 수심 300 m에서 수온은 거의 같지만, 표층 수온은 8월에 2월보다 높으므로 수온 약층은 2월보다 8월에 뚜렷하게 발달한다.

ㄷ. 2월과 8월의 염분 차이가 수심 0 m에서는 크지만, 수심 300 m에서는 차이가 거의 없다. 따라서 계절에 따른 염분 차이는 수심 0 m보다 300 m에서 작다.

11 해수의 성질과 수온 염분도

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

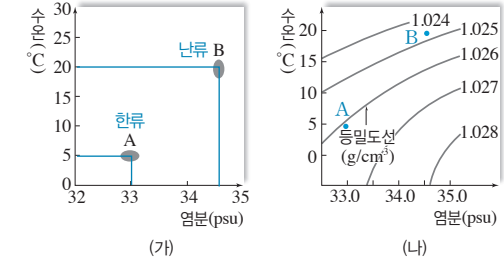
- ㉠은 **염분**을 나타낸다. **수온**
- ㉡ 깊이 500 m의 해수 밀도는 1.026 g/cm³보다 크다.
- ㉢ 구간 A에서 해수의 밀도 변화는 수온보다 **염분에 더 영향을 받는다.**

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.

바로알기 ㄱ. ㉠은 표층에서 가장 높고 깊이에 따라 그 값이 감소하다가 심해에서는 거의 일정해지므로 수온에 해당한다.
ㄷ. 구간 A에서 수온과 염분이 대체로 감소하였는데 밀도는 증가하였다. 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 커지므로 이 구간의 밀도 증가는 염분보다 수온에 더 영향을 받는다.

12 해수의 성질과 수온 염분도

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A의 밀도는 약 1.026 g/cm³이다.
- ㉡ A와 B가 만나면 A가 B 아래로 가라앉는다.
- ㉢ A 해역은 **난류**의 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 해수가 만나면 밀도가 큰 A가 B 아래로 가라앉는다.

바로알기 ㄷ. A 해역은 B 해역보다 수온과 염분이 낮으므로 한류의 영향을 받는다.

2. 대기와 해양의 상호 작용

10 해수의 순환

10년 확인 문제

본책 115쪽, 117쪽

- 1 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉠ 2 (1) T (2) T (3) W (4) N (5) N (6) W
3 (1) ㉠ (2) × (3) ㉠ (4) ㉠ 4 ㉠ 쿠로시오 해류, ㉠ 연해주 한류
5 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) × (4) × (5) × (6) ㉠ 6 (1) 남극 저층수
(2) 북대서양 심층수 (3) 남극 중층수 7 ㉠ 북대서양 심층수,
㉠ 남극 저층수

1 (1) 해들리 순환은 적도~위도 30° 사이에서 일어나는 순환으로, 지표면 부근에서는 무역풍이 분다.

(2) 페렐 순환은 위도 30°~60° 사이에서 일어나는 순환으로, 지표면 부근에서는 편서풍이 분다.

(3) 극순환은 위도 60°~극 사이에서 일어나는 순환으로, 지표면 부근에서는 극동풍이 분다.

2 (1), (2) 북적도 해류는 북반구에서, 남적도 해류는 남반구에서 무역풍에 의해 발생하여 동에서 서로 흐른다.

(3), (6) 북태평양 해류는 북반구 태평양에서, 남극 순환 해류는 남반구에서 편서풍에 의해 발생하여 서에서 동으로 흐른다.

(4), (5) 멕시코만류는 북대서양에서, 쿠로시오 해류는 북태평양에서 서쪽 연안을 따라 북상하는 난류이다.

3 (1) 대기 대순환의 바람은 적도를 경계로 대칭적으로 나타나므로 바람에 의해 형성되는 해수의 표층 순환도 적도를 경계로 북반구와 남반구가 거의 대칭성을 보인다.

(2) 아열대 순환은 무역풍과 편서풍에 의해 형성되는 순환으로, 가장 크고 뚜렷하게 나타난다.

(3) 아열대 순환은 북반구에서는 시계 방향으로 나타나고, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 나타난다.

(4) 난류는 주변의 해수보다 수온이 높으므로 난류가 흐르는 해역은 주변 해역보다 기온이 높다.

4 동한 난류와 황해 난류는 동중국해에서 쿠로시오 해류의 일부가 갈라져 동해와 황해로 유입된 것이다. 북한 한류는 호호츠크 해에서 남하하는 연해주 한류의 일부가 동해안을 따라 남하하는 해류이다.

5 (1) 수온이 낮아지거나 염분이 높아지면 밀도가 증가하여 해수가 침강하면서 심층 순환이 일어난다.

(2) 북반구에서는 그린란드 인근 해역에 침강 해역이 있고, 남반구에서는 남극 대륙 주변의 웨델해에 침강 해역이 있다.

(3) 심층 순환은 표층 순환에 비해 매우 느린 순환이다.

(4) 심층 순환은 매우 느리게 이동하므로 유속계로 해류의 유속을 관측하기 어려워 수괴를 분석하여 간접적으로 알아낸다.

(5) 심층 순환이 약해지면 이와 연결된 표층 순환도 약해진다.

(6) 표층 순환은 혼합층 내에서 일어나지만 심층 순환은 그 아래의 전 수심에서 일어나므로 순환의 두께가 두껍다.

6 (1) 남극 저층수는 웨델해에서 침강하여 위도 30°N 부근까지 흐르며, 북대서양 심층수보다 밀도가 커서 대서양의 해저면을 따라 이동한다.

(2) 북대서양 심층수는 그린란드 부근 해역에서 침강하여 위도 60°S 부근까지 흐르며, 남극 저층수 위에 위치한다.

(3) 남극 중층수는 위도 50°S~60°S 해역에서 형성되며, 대서양의 심층 순환 중 밀도가 가장 작으므로 북대서양 심층수 위에서 흐른다.

7 북대서양 심층수가 남극 대륙 주변으로 이동하면 남극 저층수와 섞이고, 인도양과 대서양으로 이동한 후 천천히 상승하여 해양의 표층을 따라 다시 북대서양으로 이동하는 전 지구적인 순환이 나타난다.

수능 자료 마스터

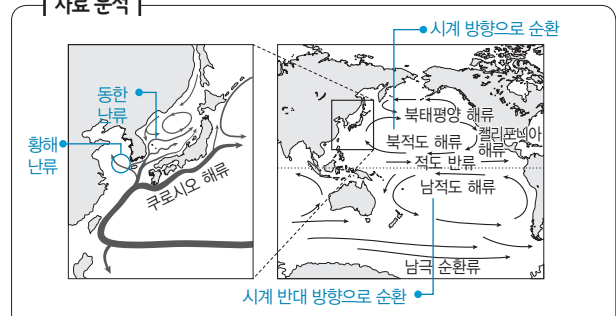
본책 118쪽~119쪽

자료 A 1 ④

자료 B 2 ③

1

자료 분석



① 아열대 순환은 북반구에서 시계 방향, 남반구에서 시계 반대 방향으로 일어나므로 북반구와 남반구가 대칭적이다.

② 우리나라 해역의 난류인 황해 난류와 동한 난류는 쿠로시오 해류에서 유입된 것이다.

③ 동해에는 동한 난류와 북한 한류가 만나 조정 수역이 형성된다.

⑤ 캘리포니아 해류는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.

▶ **바로알기** ④ 남극 순환류(남극 순환 해류)는 남반구의 편서풍에 의해 형성되어 서에서 동으로 흐르는 해류이다.

2 ㄱ. 소금물은 순수한 물보다 염분이 높으므로 밀도가 크다. A와 B의 소금물은 수돗물보다 온도가 낮고 염분이 높으므로 밀도가 커서 수조의 바닥으로 가라앉는다.

ㄴ. 수온이 낮을수록 밀도가 크므로 4°C와 15°C의 두 소금물이 만나면 4°C의 소금물이 아래로 이동한다. 따라서 A에 넣은 소금물의 온도는 4°C이고, B에 넣은 소금물의 온도는 15°C이다.

▶ **바로알기** ㄷ. 남극 저층수는 북대서양 심층수보다 밀도가 크므로 대서양의 해저면을 따라 이동한다. A가 B보다 밀도가 크므로 B에서 나온 소금물은 북대서양 심층수에 해당한다.

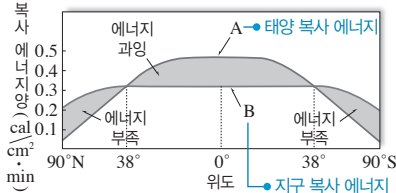
수능 2점 다지기

본책 120쪽~122쪽

- 1 ③ 2 ③ 3 ② 4 ① 5 ① 6 ①
7 ⑤ 8 ② 9 ② 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 38°에서는 저위도나 고위도로의 에너지 이동이 일어나지 않는다. **활발하다**
 ㉡ 대기나 해수의 순환이 없다면 적도 지역은 실제보다 연평균 기온이 높을 것이다.

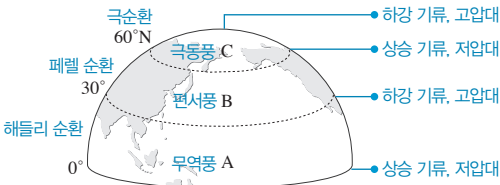
ㄱ. A는 저위도에서 B보다 많고, 고위도로 갈수록 감소하므로 위도에 따른 태양 복사 에너지 흡수량이다. 지구가 구형이기 때문에 위도에 따라 태양 복사 에너지의 입사각이 달라져 태양 복사 에너지 흡수량이 다르다.

ㄴ. 대기와 해수의 순환이 없다면 저위도는 과잉된 에너지에 의해 실제보다 연평균 기온이 더 높아지고, 고위도는 부족한 에너지에 의해 실제보다 연평균 기온이 더 낮아질 것이다.

바로알기 ㄴ. 위도 38°를 경계로 저위도는 에너지가 남고, 고위도는 에너지가 부족한데, 저위도의 남는 에너지는 위도 38°를 거쳐 고위도로 이동하므로 위도 38°에서는 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 기류가 우세하게 나타난다. **상승 기류**

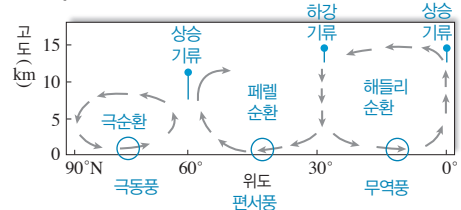
ㄱ. A는 0°와 위도 30° 사이의 순환이므로 해들리 순환이고, C는 위도 60°와 극 사이의 순환이므로 극순환이다.

ㄴ. B의 지표면에서는 남에서 북으로 흐르는 공기가 전향력의 영향을 받아 남서에서 북동 방향으로 휘어져 부는 편서풍이 형성된다.

바로알기 ㄴ. 극에서 하강한 공기는 저위도로 이동하고, 위도 30° 부근에서 하강한 공기는 고위도로 이동하여 위도 60° 부근에서 만나 상승하므로, B와 C 사이에서는 저압대가 형성되어 상승 기류가 우세하게 나타난다.

3 대기 대순환

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✕ 위도 0°와 30°N 사이의 지표 부근에서는 서풍 계열의 바람이 우세하다. **동풍**
 ㉡ 위도 30°N 해역에서는 증발량이 강수량보다 많을 것이다.
 ✕ 지구가 자전하지 않는다면 0°와 90°N 사이에 두 개의 순환 세포가 형성될 것이다. **하나의**

ㄴ. 위도 30°N 해역에서는 하강 기류가 발달하므로 고압대가 형성되어 증발량이 강수량보다 많다.

바로알기 ㄱ. 위도 0°와 30°N 사이의 지표 부근에서는 적도에서 상승한 공기가 30°N에서 하강하여 지표를 따라 저위도로 이동하는데 이때 이동하는 공기는 전향력을 받아 북동에서 남서 방향으로 휘어져 무역풍이 불게 된다. 따라서 동풍 계열의 바람이 분다.
 ㄴ. 지구가 자전하기 때문에 3개의 순환 세포가 형성된다. 만약, 지구가 자전하지 않는다면 적도에서 가열된 공기가 상승하고 극에서 냉각된 공기가 하강하여 하나의 순환을 형성할 것이다.

4 표층 순환과 표층 수온 분포

| 선택지 분석 |

- ㉠ 염분은 A가 B보다 높다.
 ✕ 용존 산소량은 A가 가장 많다. **D**
 ✕ C의 수온이 D보다 높은 것은 적도 반류 때문이다. **동오스트레일리아 해류**

ㄱ. A에는 난류가 흐르고, B에는 한류가 흐른다. 난류는 한류보다 염분이 높으므로 염분은 A가 B보다 높다.

바로알기 ㄴ. 용존 산소량은 수온이 낮을수록 많다. A와 C에는 난류가 흐르고 B와 D에는 한류가 흐르며, 수온은 D에서 가장 낮으므로 용존 산소량은 D에서 가장 많다.

ㄴ. C와 D의 위도는 비슷하지만 C는 난류인 동오스트레일리아 해류의 영향을 받고, D는 한류인 페루 해류의 영향을 받으므로 C의 수온이 D보다 높다.

5 북태평양의 표층 순환

| 선택지 분석 |

- ㉠ 조정 수역은 A가 B보다 잘 형성된다.
 ✕ 용존 산소량은 C가 D보다 많다. **적다**
 ✕ E에 흐르는 해류는 편서풍에 의해 형성된다. **무역풍**

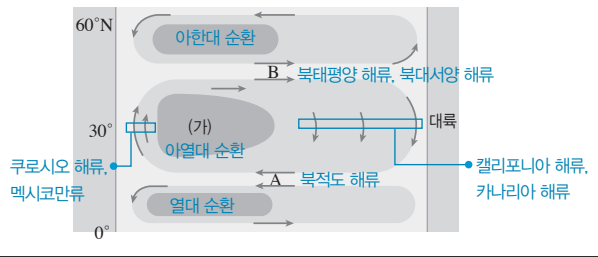
ㄱ. 조정 수역은 난류와 한류가 만나는 A에서 잘 형성된다.

바로알기 ㄴ. 기체의 용해도는 수온에 반비례하므로 용존 산소량은 한류가 흐르는 D가 난류가 흐르는 C보다 많다.

ㄴ. E에 흐르는 해류는 위도 0°~30°N 사이에서 부는 무역풍에 의해 형성되어 동에서 서로 흐르는 북적도 해류이다.

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**

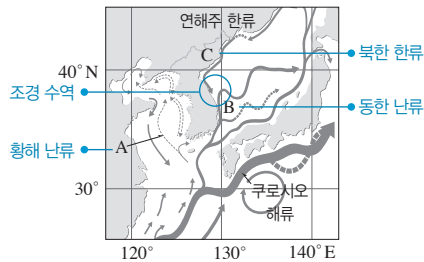
ㄱ. 북반구에서 북동 무역풍에 의해 동에서 서로 흐르는 해류는 북적도 해류이다.

바로알기 ㄴ. B는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐르는 해류로, 태평양에서는 북태평양 해류, 대서양에서는 북대서양 해류가 있다.

ㄷ. (가)는 아열대 순환이며, 북반구에서 아열대 순환은 시계 방향, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 일어난다.

7 우리나라 주변 해류

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A와 B의 근원이 되는 해류는 같다.
- ㉡ B는 C보다 수온과 염분이 높다.
- ㉢ 동해에는 조정 수역이 형성된다.

ㄱ. A(황해 난류)와 B(동한 난류)는 쿠로시오 해류의 일부가 동중국해에서 갈라져 우리나라로 유입된 것이다.

ㄴ. 난류는 한류보다 수온과 염분이 높다. B(동한 난류)는 난류이고, C(북한 한류)는 한류이므로 수온과 염분은 B가 C보다 높다.

ㄷ. 조정 수역은 한류와 난류가 만나는 곳으로, 동해에는 동한 난류(B)와 북한 한류(C)가 만나 조정 수역을 이룬다.

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 **활발해**질 것이다. **약해**질

ㄴ. 소금물의 염분이 높을수록 밀도가 크므로 B의 소금물 농도를 20 %로 높이면 P에 도달하는 시간은 짧아질 것이다.

바로알기 ㄱ. 소금물의 온도가 낮을수록 밀도가 크므로 밀도는 B가 A보다 크다. 따라서 P에 도달하는 시간은 밀도가 큰 B가 A보다 짧다.

ㄷ. 침강 해역에서 해빙이 일어나면 해수의 염분이 낮아지므로 밀도가 작아져 해수의 침강이 약화될 것이다. 반면에 결빙이 일어나면 해수의 염분이 높아지므로 밀도가 커져 해수의 침강이 활발해질 것이다.

9 대서양의 심층 순환

| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 적도에서 침강하여 고위도로 흐른다. **고위도** **저위도**
- ㉡ 해수의 밀도는 B가 C보다 **크다**. **작다**
- ㉢ 남극 대륙 주변에서 해수의 침강이 활발할수록 C의 흐름이 강해진다.

ㄷ. C는 남극 대륙 주변의 해역에서 침강하여 형성된 남극 저층수로, 이 해역에서 해수의 침강이 활발할수록 C의 흐름이 강해진다.

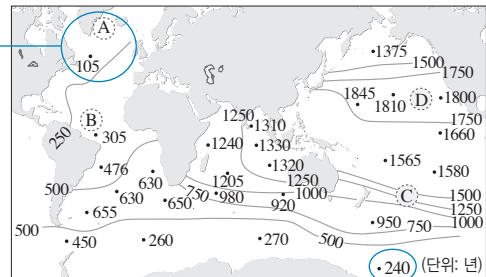
바로알기 ㄱ. 적도에서는 수온이 높아 해수의 침강이 일어나지 않는다. A는 50°S~60°S 부근의 고위도에서 침강하여 북쪽으로 흐르는 남극 중층수이다.

ㄴ. 해수의 밀도가 클수록 아래에 위치하므로 밀도는 C(남극 저층수) > B(북대서양 심층수) > A(남극 중층수) 순으로 크다.

10 해수의 연령 분포

| 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 해역에서 해수의 흐름이 빠르다. 따라서 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 북대서양의 심층 순환과 빙하기

| 선택지 분석 |

- ✗ 북대서양 해수의 밀도가 증가하였다. 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 해수 밀도는 감소한다.

수능 3점 공부하기

본책 123쪽~125쪽

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

1 위도별 복사 에너지 분포

| 선택지 분석 |

- ✗ 흡수하는 태양 복사 에너지와 방출하는 지구 복사 에너지 양의 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.

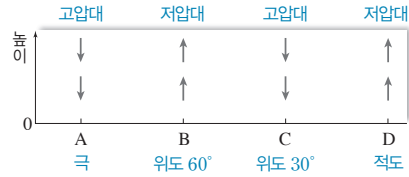
ㄷ. 저위도와 고위도의 에너지 불균형은 대기와 해수의 순환을 일으켜 에너지 불균형을 완화시키는 역할을 한다.

바로알기 ㄱ. 위도 0°는 에너지 과잉 지역이므로 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 에너지양의 차이는 위도 0°가 38°S보다 크다.

2 대기 대순환

| 자료 분석 |

냉각이 일어나는 곳은 하강 기류가, 가열이 일어나는 곳은 상승 기류가 형성된다.



| 선택지 분석 |

- ✗ A에서 D로 갈수록 위도가 높아진다. 낮아진다
- B와 C 사이의 지표 부근에서는 서풍 계열의 바람이 분다.
- 북태평양 고기압은 C 부근에서 형성된다.

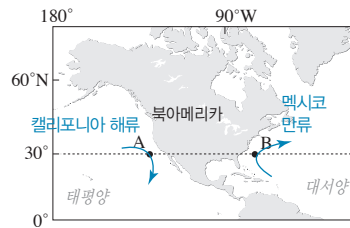
ㄴ. B는 상승 기류가 나타나므로 위도 60°의 한대 전선대이고, C는 하강 기류가 나타나므로 위도 30°의 중위도 고압대이다. B와 C 사이의 지표 부근에서는 서풍 계열의 바람이 분다.

ㄷ. C는 하강 기류가 나타나므로 중위도 고압대이다. 북태평양 고기압은 중위도 고압대에서 형성된다.

바로알기 ㄱ. A에서 하강 기류, D에서 상승 기류가 나타나므로 A에서는 공기가 냉각되고 D에서는 공기가 가열된다. 따라서 A는 극, D는 적도 지역이며, A에서 D로 갈수록 위도가 낮아진다.

3 표층 해류

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✗ 표층 수온은 A가 B보다 높다. 낮다
- ✗ B 해역의 표층 해류는 동에서 서로 이동한다. 남에서 북으로
- 고위도로 수송되는 열에너지의 양은 B가 A보다 많다.

ㄷ. 난류는 고위도로 흐르고, 한류는 저위도로 흐르므로 고위도로 수송되는 열에너지의 양은 난류인 B가 한류인 A보다 많다.

바로알기 ㄱ. A와 B는 동일한 위도에 있지만, A 해역에는 한류인 캘리포니아 해류가 흐르고, B 해역에는 난류인 멕시코만류가 흐르므로 표층 수온은 B가 A보다 높다.

ㄴ. B 해역의 멕시코만류는 북대서양의 서쪽 연안을 따라 북상하는 해류이다.

4 북대서양의 표층 순환

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ A를 향해할 때는 무역풍을 이용하였다. **편서풍**
- ☒ B를 통과할 때는 동쪽에서 서쪽으로 향해하였다.
- ☒ C에 흐르는 해류는 난류이다. **한류**

ㄴ. B는 위도 15°~30°N 사이에 위치하므로 무역풍이 불고, 북적도 해류가 흐르는 곳이다. 무역풍과 북적도 해류의 방향은 모두 동쪽에서 서쪽이므로 B를 통과할 때는 동쪽에서 서쪽으로 향해하였다.

바로알기 ㄱ. A는 위도 약 35°N 해역에 위치하므로 편서풍의 영향을 받는다. 따라서 A를 향해할 때는 편서풍을 이용하여 서쪽에서 동쪽으로 향해하였다.

ㄷ. 북대서양의 아열대 순환에서 동쪽 해역인 C에는 고위도에서 저위도로 한류인 카나리아 해류가 흐른다.

5 북태평양의 표층 해류

| 선택지 분석 |

- ☒ 조경 수역은 A보다 B에서 잘 형성된다. **B보다 A에서**
- ☒ 표층 해수의 용존 산소량은 C보다 D에서 많다.
- ☒ D의 표층 해류는 저위도에서 고위도로 흐른다. **고위도에서 저위도로**

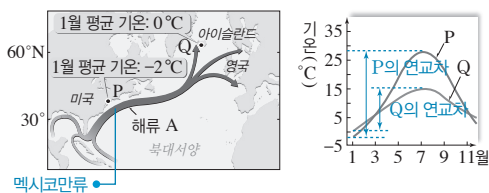
ㄴ. 수온이 낮을수록 용존 산소량이 많다. 수온은 D가 C보다 낮으므로 표층 해수의 용존 산소량은 C보다 D에서 많다.

바로알기 ㄱ. 조경 수역은 난류와 한류가 만나 형성되므로 조경 수역이 형성된 해역은 등수온선의 간격이 조밀하게 나타난다. B보다 A에서 등수온선의 간격이 조밀한 것은 A에서 난류와 한류가 만나기 때문이다.

ㄷ. C는 D보다 표층 수온이 높는데, 이는 C에는 난류가 흐르고 D에는 한류가 흐르기 때문이다. 따라서 D의 표층 해류는 고위도에서 저위도로 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.

바로알기 ㄷ. 해류 A는 대서양의 서쪽 연안을 따라 북상하는 멕시코만류이다.

7 우리나라 주변의 해류

| 선택지 분석 |

- ☒ A와 B의 근원은 쿠로시오 해류이다.
- ☒ B와 C에 의해 조경 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 곳에는 조경 수역이 형성된다.

ㄷ. 동해에서 유속 분포를 보면 수온이 높은 남쪽이 수온이 낮은 북쪽보다 유속이 빠르므로 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**

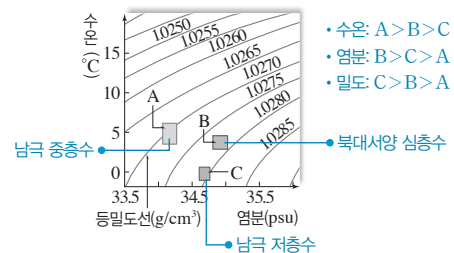
ㄱ. A는 북태평양의 서쪽 연안을 따라 북상하는 쿠로시오 해류로, 북태평양 아열대 순환의 일부이다. 북태평양 아열대 순환은 북적도 해류 → 쿠로시오 해류 → 북태평양 해류 → 캘리포니아 해류로 이어진다.

ㄴ. B는 동한 난류로, 주변 해수보다 수온이 높아 겨울에 주변 대기로 열을 공급한다.

바로알기 ㄷ. 수온이 낮을수록 용존 산소량이 많으므로 수온이 낮은 C(북한 한류)가 수온이 높은 B(동한 난류)보다 용존 산소량이 많다.

9 북대서양의 심층 순환

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ A는 남극 중층수이다.
- ☒ C는 웨일해에서 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 웨일해에서 결빙에 의한 밀도 증가로 침강하여 형성된다.

바로알기 ㄷ. 남극 저층수는 북대서양 심층수보다 염분이 낮지만, 수온이 낮아 평균 밀도가 크다.

10 심층 순환의 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**

㉠. 실험 II는 실험 I보다 소금물의 농도가 낮으므로 밀도가 작기 때문에 소금물이 느리게 이동한다. 따라서 P점에 소금물이 도달하는 시간 ㉠은 8보다 크다.

㉡. 소금물은 수조에서 침강한 후 바닥을 따라 이동하므로 극지방의 침강하는 표층 해수에 해당한다.

바로알기 ㉢. 결빙이 일어나면 해수의 염분은 높아지고, 해빙이 일어나면 해수의 염분은 낮아진다. 실험 II에서 소금물의 농도를 낮춘 것은 해빙에 해당한다.

11 해수의 순환

| 선택지 분석 |

- ㉠ A 해역에서 침강이 **강해졌다**. **약해졌다**
- ㉡ B에서 A로의 열 수송이 약해졌다.
- ㉢ A와 B 사이의 기온 차가 **감소하였다**. **증가**

㉠. A 해역에서 해수의 침강이 약해지면 심층 순환이 약화되면서 표층 순환도 약해진다. 따라서 B에서 A로의 열 수송이 약해졌다.

바로알기 ㉡. 북대서양의 기온이 낮아진 것은 A 해역에서의 침강이 약해져 고위도로의 열 수송이 약해졌기 때문이다.

㉢. A 해역은 기온이 약 6°C 낮아지고, B 해역은 기온이 약 1°C 높아졌다. 즉, A와 B 사이의 기온 차는 약 7°C 증가하였다.

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.

㉠. B 시기에 빙하기가 생긴 것은 A 시기에 심층 순환이 약해지면서 표층 순환도 약해져 고위도로의 열 수송이 약화되어 기온이 낮아졌기 때문이다.

바로알기 ㉡. A 시기에는 B 시기보다 기온이 높았으므로 해수의 수온도 높아져 해수의 밀도가 작아졌다. 따라서 해수의 평균 밀도는 B 시기가 A 시기보다 컸다.

㉢. A 시기에는 기후가 온난하여 해수 밀도가 작아졌으므로 해수의 심층 순환이 약해졌다.

11 대기와 해양의 상호 작용

개념 확인 문제

본책 127쪽, 129쪽

- 1 ㉠ 45°, ㉡ 직각 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 (1) 침강 (2) 용승 (3) 용승 4 ㉠ 북쪽, ㉡ 남쪽, ㉢ 용승 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × 6 ㉠ 고기압, ㉡ 저기압, ㉢ 저기압, ㉣ 고기압 7 A: 라니냐, B: 엘니뇨

1 북반구의 해수면에서 바람이 한 방향으로 계속 불면 표면 해수는 전향력의 영향을 받아 풍향의 오른쪽 45°로 이동하고, 수심이 깊어짐에 따라 계속 오른쪽으로 편향되어 평균적인 해수의 이동 방향은 풍향의 오른쪽 직각(90°) 방향이 된다.

2 (1) 표층의 해수가 이동하면서 심층의 찬 해수가 솟아올라 그 자리를 채워주는 현상을 용승이라고 한다.

(2), (3) 대륙의 연안 지역에서 바람이 지속적으로 불 때 표층 해수가 먼 바다 쪽으로 이동하면 이를 채우기 위해 연안 용승이 일어난다. 반면에 표층 해수가 연안 쪽으로 이동하면 쌓인 해수가 가라앉아 연안 침강이 일어난다.

3 (1) 북반구 대륙 서안에서 남풍(↓)이 지속적으로 불면 표층 해수는 풍향의 오른쪽인 동쪽(→)으로 이동하여 연안 쪽에 쌓이므로 연안에서 침강이 일어난다.

(2) 북반구 대륙 서안에서 북풍(↑)이 지속적으로 불면 표층 해수는 풍향의 오른쪽인 서쪽(←)으로 이동하여 먼 바다로 이동하므로 연안에서 용승이 일어난다.

(3) 남반구에서 남풍(↑)이 불면 표층 해수는 풍향의 왼쪽인 서쪽(←)으로 이동하여 연안에서 용승이 일어난다.

4 적도 해역에서 북반구에서는 북동 무역풍에 의해 표층 해수가 오른쪽 직각 방향인 북쪽으로 이동하고, 남반구에서는 남동 무역풍에 의해 표층 해수가 왼쪽 직각 방향인 남쪽으로 이동한다. 따라서 적도 해역에서는 각각 북쪽과 남쪽으로 이동한 표층 해수를 채우기 위해 용승이 일어난다.

5 (1) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하여 동태평양의 표층 수온이 상승한다.

(2) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해지고, 라니냐 시기에는 무역풍이 강해진다.

(3) 라니냐 시기에는 무역풍이 강해지므로 동태평양에서 서태평양으로 이동하는 표층 해수가 증가한다.

(4) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해지므로 동태평양의 용승이 약해지고, 라니냐 시기에는 무역풍이 강해지므로 동태평양의 용승이 강해진다.

(5) 동태평양에서 용승이 약해지는 엘니뇨 시기에는 수온 약층의 깊이가 깊어지고, 용승이 강해지는 라니냐 시기에는 수온 약층의 깊이가 얕아진다.

6 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하므로 서태평양에 고기압, 동태평양에 저기압이 발달한다. 라니냐 시기에는 무역풍이 강해져 서태평양으로 따뜻한 해수가 이동하므로 서태평양에 저기압, 동태평양에 고기압이 발달한다.

7 남방 진동 지수는 태평양 적도 부근 동쪽에 위치한 타히티의 해면 기압에서 서쪽에 위치한 다윈의 해면 기압을 뺀 값이다. 엘니뇨 시기에는 타히티의 기압이 낮아지므로 남방 진동 지수가 (-)이고, 라니냐 시기에는 타히티의 기압이 높아지므로 남방 진동 지수가 (+)이다. 따라서 A는 라니냐 시기, B는 엘니뇨 시기이다.

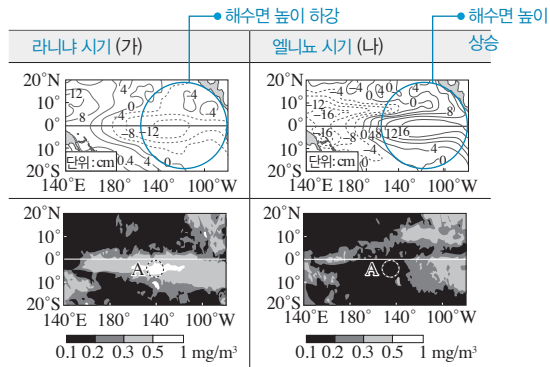
수능 자료 마스터

본책 130쪽

자료 1 ①

1

자료 분석



(가)는 동태평양의 해수면 높이가 평년보다 낮고, (나)는 동태평양의 해수면 높이가 평년보다 높다.

ㄱ. (가)는 동태평양의 해수면 높이가 평년보다 낮아진 것으로 보아 무역풍이 강해져 서태평양으로 표층 해수의 이동이 많아진 라니냐 시기이다. (나)는 동태평양의 해수면 높이가 평년보다 높아진 것으로 보아 무역풍이 약해져 서태평양으로 표층 해수의 이동이 줄어든 엘니뇨 시기이다. 따라서 무역풍의 세기는 (가)가 (나)보다 강하다.

ㄴ. 동태평양에서 용승은 (가) 시기에 강하고, (나) 시기에 약하므로 동태평양의 따뜻한 해수층의 두께는 (나)가 (가)보다 두껍다.

ㄷ. A 해역에서 엽록소 a의 농도는 (가)가 (나)보다 높으므로 엘니뇨 시기보다 라니냐 시기에 더 높다.

수능 2점 다지기

본책 131쪽~133쪽

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

1 표층 해수의 이동

선택지 분석

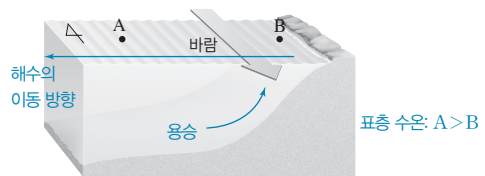
- ㉠ 북반구의 해양이다.
㉡ A와 B의 방향 차이는 지구의 자전 때문에 생긴다.
㉢ 깊이 h 까지의 해수는 평균적으로 C의 방향으로 흐른다.

ㄱ. 표층 해수가 풍향의 오른쪽으로 이동하므로 북반구의 해양이다.
ㄴ. 표면 해수인 A는 풍향의 오른쪽 45°로 이동하고, 그 아래층의 해수인 B는 A보다 오른쪽으로 더 편향되어 이동하는데, 이는 북반구에서 지구 자전에 의한 전향력이 오른쪽으로 작용하기 때문이다.

ㄷ. 깊이 h 까지의 해수는 평균적으로 풍향의 오른쪽 직각 방향인 C의 방향으로 흐른다.

2 연안 용승과 연안 침강

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 연안 침강이 일어난다. 연안 용승
㉡ 표층 수온은 A보다 B에서 낮다.
✕ 대기의 상승 운동은 A보다 B에서 활발하다.
B보다 A에서

ㄴ. 연안을 따라 심층의 찬 해수가 표층으로 올라오므로 연안보다 먼 바다 쪽의 표층 수온이 높다. 따라서 표층 수온은 A보다 B에서 낮다.

ㄱ. 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 표층 해수가 이동하므로 이 해역에서는 표층 해수가 먼 바다 쪽으로 이동하고, 이를 채우기 위해 연안 용승이 일어난다.

ㄷ. 연안 용승에 의해 A에서 B로 갈수록 해수면 온도가 낮아지므로 A보다 B의 공기가 더 냉각된다. 따라서 대기의 상승 운동은 B보다 A에서 활발하다.

3 고기압과 저기압에 의한 용승과 침강

선택지 분석

- ✕ A는 고기압, B는 저기압이다.
㉡ A에서는 용승, B에서는 침강이 일어난다.
㉢ B에서는 평상시보다 수온 약층의 깊이가 깊어진다.

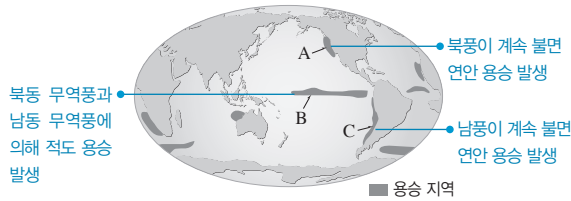
ㄴ. A에서는 중심에서 주변부로 표층 해수가 이동하므로 용승이 일어나고, B에서는 주변부에서 중심으로 표층 해수가 이동하므로 침강이 일어난다.

ㄷ. B에서는 표층 해수의 침강이 일어나므로 수온 약층은 아래로 내려가 깊이가 깊어진다.

ㄱ. 북반구에서 표층 해수는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 흐른다. 따라서 A는 시계 반대 방향의 바람이 불므로 저기압이고, B는 시계 방향의 바람이 불므로 고기압이다.

4 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.

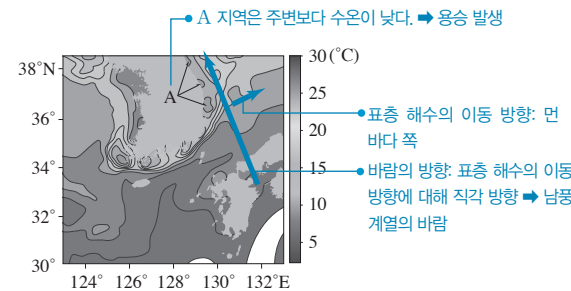
㉠. A는 북반구에 있으므로 북풍 계열의 바람에 의해 표층 해수가 먼 바다로 이동하여 용승이 일어난다.

㉡. 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.

5 용승의 영향

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 북서풍이 우세하게 분다. 남풍 계열의 바람
- ㉡ 해수면 부근에 안개가 자주 발생하였을 것이다.
- ㉢ 주변의 해수보다 해수의 용존 산소량이 높았을 것이다.

㉠. A 해역의 표층 수온은 주변보다 낮으므로 해수면 위의 대기가 냉각되어 안개가 자주 발생한다.

㉡. 연안 용승이 일어나면서 용존 산소가 풍부한 심층의 해수가 올라오므로 주변 해수보다 해수의 용존 산소량이 높아진다.

㉢. A 해역은 주변 해역에 비해 수온이 낮으므로 이 해역에서는 연안 용승이 일어나 표층 해수는 먼 바다 쪽으로 이동하였다. 표층 해수는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 이동하므로 이 해역에는 남풍 계열의 바람이 우세하였음을 알 수 있다.

6 엘니뇨와 라니냐 시기의 표층 수온 분포

| 선택지 분석 |

- ㉠ 무역풍의 세기
- ㉡ 남적도 해류의 세기
- ㉢ 동태평양에서의 용승

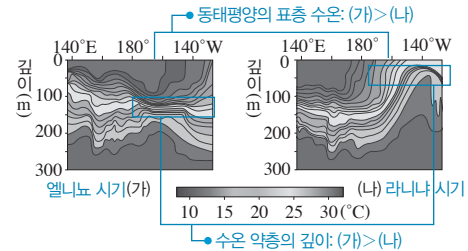
㉠. (가) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약하여 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하고, (나) 라니냐 시기에는 무역풍이 강하여 서태평양으로 따뜻한 해수가 이동한다.

㉡. 남적도 해류는 남동 무역풍에 의해 발생하여 동 → 서로 이동하므로 (나) 라니냐 시기에 더 강하게 나타난다.

㉢. (나) 라니냐 시기에는 엘니뇨 시기보다 무역풍이 강하므로 동태평양의 연안에서 용승이 더 활발하게 일어난다.

7 엘니뇨와 라니냐 시기의 수온의 연직 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.

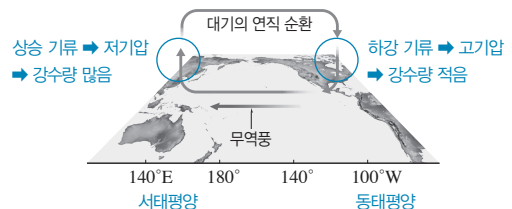
㉠. 동서 방향의 해수면 온도를 비교해 보면, 동태평양의 해수면 온도가 (가)가 (나)보다 높으므로 (가)는 엘니뇨 시기, (나)는 라니냐 시기이다.

㉡. 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.

8 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. 워커 순환이 일어날 때 서태평양에는 상승 기류가 발달하여 저기압이 형성되고, 동태평양에는 하강 기류가 발달하여 고기압이 형성된다.

ㄴ. 무역풍이 강해지면 워커 순환이 더 강해지므로 서태평양에서는 강한 저기압, 동태평양에서는 강한 고기압이 형성된다.

9 엘니뇨 남방 진동

| 자료 분석 |

	구분	수온 변화	기압 변화
엘니뇨	동태평양	(㉠ 상승)	하강
	서태평양	하강	상승
라니냐	동태평양	하강	(㉡ 상승)
	서태평양	(㉢ 상승)	하강

| 선택지 분석 |

㉠	㉡	㉢
① 상승	상승	상승
② 상승	상승	하강
③ 상승	하강	상승
④ 하강	상승	상승
⑤ 하강	하강	하강

㉠ 엘니뇨 시기에 동태평양에서는 용승이 약해져 표층 수온이 상승한다.

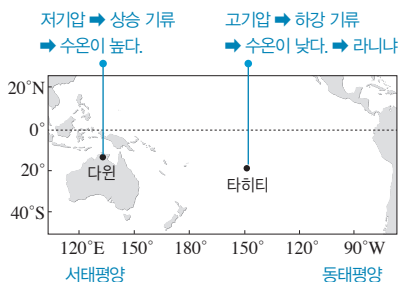
㉡ 라니냐 시기에 동태평양에서는 용승이 강해져 표층 수온이 하강하고, 해면 기압은 상승한다.

㉢ 라니냐 시기에 강한 무역풍에 의해 따뜻한 해수가 서쪽으로 이동하므로 서태평양의 표층 수온은 상승한다.

10 남방 진동 지수

| 자료 분석 |

• 남방 진동 지수가 (+)일 때 해면 기압: 타히티 > 다윈



| 선택지 분석 |

- ~~ㄱ~~ 무역풍이 약하다. 강하다
- ㄴ 서태평양에서 상승 기류가 강하다.
- ~~ㄷ~~ 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 강해진다.

ㄷ. 라니냐 시기에 서태평양의 따뜻한 해수층이 두꺼워지므로 동서 방향의 해수면 높이 차이가 커진다.

11 엘니뇨와 라니냐

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가) 시기에 A 해역의 강수량 편차는 (+) 값이다.
- ~~㉡~~ (나) 시기에 동태평양 적도 부근 해수면 높이 편차는 (-) 값이다.
- ~~㉢~~ 동태평양 적도 부근 해역의 용승은 (나) 시기가 (가) 시기보다 강하다. 약하다

동태평양의 표층 수온을 보면 (가)는 평년보다 낮으므로 라니냐 시기, (나)는 평년보다 높으므로 엘니뇨 시기이다.

ㄱ. (가) 시기에 A 해역에서는 상승 기류가 평년보다 강하게 형성되므로 저기압이 발달하여 강수량 편차는 (+) 값이다.

바로알기 ㄴ. (나) 시기에는 서태평양의 따뜻한 해수가 동태평양 쪽으로 이동하므로 동태평양 적도 부근 해수면은 평년보다 높아져 높이 편차는 (+) 값이다.

ㄷ. 동태평양 적도 부근 해역의 용승은 무역풍이 강해지는 (가) 시기가 (나) 시기보다 강하다.

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. A 지역은 서태평양에 위치하므로 라니냐 시기에 평상시보다 강한 저기압이 발달하여 홍수 피해가 생긴다.

ㄴ. 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.

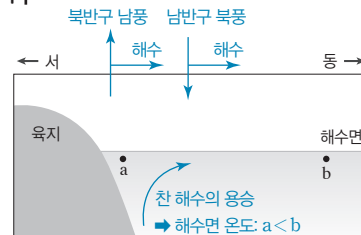
수능 3점 공부하기

본책 134쪽~135쪽

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

1 연안 용승과 연안 침강

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 북반구 대륙이라면 남풍에 의해 용승이 일어난다.
- ~~㉡~~ 남반구 대륙이라면 북풍에 의해 침강이 일어난다. 용승
- ~~㉢~~ 용승이 일어날 때 a 지점은 b 지점보다 수온이 높다. 낮다

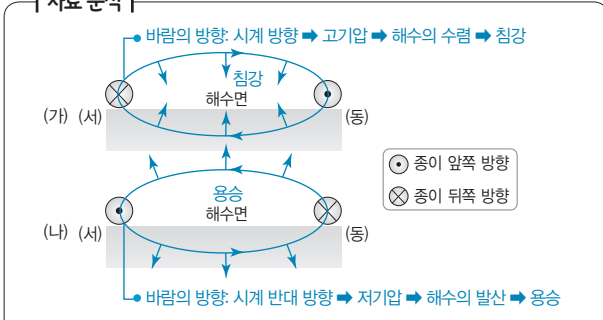
ㄱ. 북반구에서 표층 해수의 평균적인 이동 방향은 풍향의 오른쪽 직각이므로 남풍이 불면 대륙 동쪽 연안의 해수가 먼 바다로 이동하여 심층의 해수가 용승한다.

바로알기 ㄴ. 남반구에서 표층 해수의 평균적인 이동 방향은 풍향의 왼쪽 직각이므로 북풍이 불면 대륙 동쪽 연안의 해수가 먼 바다로 이동하여 심층의 해수가 용승한다.

ㄷ. 용승이 일어나면 심층의 찬 해수가 표층으로 이동하므로 a 지 점은 b 지점보다 수온이 낮다.

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 표층 해수가 기압 중심에서 멀어지면서 용승이 일어나므로 기압 중심으로 갈수록 해수면 온도가 낮아진다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 표층 해수는 풍향의 오른쪽 직각 방향으로 이동하므로 기압 중심으로 이동한다.

ㄴ. (가)에서는 기압 중심으로 표층 해수가 모여들어 침강하고, (나)에서는 기압 중심에서 주변부로 표층 해수가 이동하여 용승이 일어난다.

3 용승과 침강의 영향

| 선택지 분석 |

- ☐ 북풍 계열의 바람이 지속적으로 불었다.
- ☐ 먼 바다보다 해수면 높이가 낮았다.
- ☒ 먼 바다로부터 연안 쪽으로 영양 염류가 공급되었다. 심층에서 표층으로

ㄱ. 북반구에서 표층 해수의 평균적인 이동 방향은 풍향의 오른쪽 직각(90°) 방향이므로 (가) 해역에서 용승을 일으킨 바람은 북풍 계열이다.

ㄴ. A 해역의 표층 수온이 낮은 것은 연안 용승이 일어났기 때문이다. 용승은 먼 바다로 이동한 표층 해수를 채우기 위해 심층의 찬 해수가 표층으로 이동하는 것이므로 용승이 일어나는 해역의 해수면 높이는 먼 바다보다 낮았다.

바로알기 ㄷ. 심층에서 용승하는 찬 해수에는 영양 염류가 풍부하므로 A 해역에서 플랑크톤 농도가 높아졌다.

4 엘니뇨와 라니냐 시기의 해수면 온도 편차

| 선택지 분석 |

- ☐ 동태평양의 용승은 B보다 A 시기에 강하였다.
- ☒ A 시기에 동태평양의 해면 기압은 평상시보다 낮았다. 높았다
- ☐ 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 시기가 강했다.

ㄷ. A 시기는 무역풍이 강하여 동태평양에서 용승이 활발하고 동서 방향의 해수면 기울기가 평상시보다 컸으나, B 시기는 서태평양의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동하여 동서 방향의 해수면 기울기가 평상시보다 작았다.

바로알기 ㄴ. A 시기에 동태평양의 해수면 온도가 평상시보다 낮았으므로 해면 기압은 평상시보다 높았다.

5 엘니뇨와 라니냐

| 선택지 분석 |

- ☒ 태평양 적도 부근 해역에서 구름량은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 많다. 적다
- ☐ A 해역의 수온은 (가)가 (나)보다 높다.
- ☒ 남적도 해류는 (가)가 (나)보다 강하다. 약하다

태평양 적도 부근 해역에는 동풍 계열의 무역풍이 불며, 무역풍의 풍속은 (나)가 (가)보다 강하다. 따라서 (가)는 엘니뇨 시기, (나)는 라니냐 시기이다.

ㄴ. A 해역의 수온은 용승이 강한 라니냐 시기에 낮고, 용승이 약한 엘니뇨 시기에 높으므로 (가)가 (나)보다 높다.

바로알기 ㄱ. 태평양 적도 부근 해역의 구름량은 (가)가 (나)보다 많으므로 엘니뇨 시기가 라니냐 시기보다 많다.

ㄷ. 남적도 해류는 무역풍에 의해 형성되므로 무역풍이 강한 (나)가 (가)보다 강하다.

6 엘니뇨와 라니냐 시기의 강수량 편차

| 선택지 분석 |

- ☒ 강수량 편차가 +0.5 mm/일 이상인 해역은 주로 동태평양 적도 부근에 위치한다. 서태평양
- ☐ 서태평양 적도 해역과 동태평양 적도 해역 사이의 해수면 높이 차이가 크다.
- ☐ 남적도 해류가 강하다.

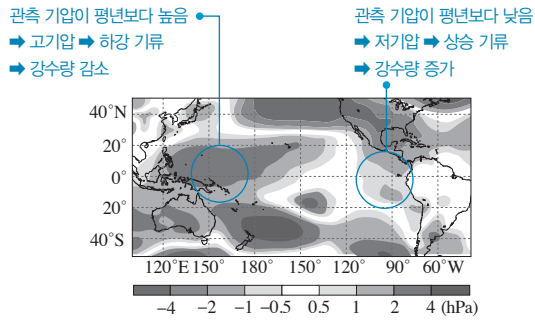
ㄴ. 동태평양 적도 부근 해역의 강수량이 평소보다 감소했으므로 라니냐 시기이다. 이 시기에 서태평양 적도 해역과 동태평양 적도 해역 사이의 해수면 높이 차는 평상시보다 크다.

ㄷ. 라니냐 시기에는 무역풍이 평소보다 강하여 동에서 서로 흐르는 남적도 해류도 강하다.

바로알기 ㄱ. 강수량 편차가 +0.5 mm/일 이상인 해역은 인도네시아와 오스트레일리아를 포함한 서태평양 적도 부근에 주로 위치한다.

7 엘니뇨와 라니냐 시기의 해면 기압 편차

자료 분석



선택지 분석

㉠ 엘니뇨 시기이다.

㉡ 동태평양에서 기압의 피해가 증가하였다. **홍수**

㉢ 서태평양에서 상승 기류가 평상시보다 강하였다. **하강 기류**

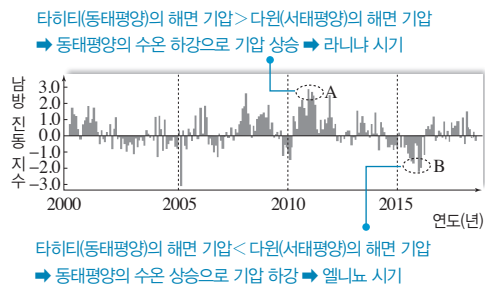
ㄱ. 서태평양에서 기압이 상승하였고, 동태평양에서 기압이 하강하였으므로 동태평양의 해수면 온도가 상승한 엘니뇨 시기에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 동태평양에는 저기압이 형성되므로 홍수의 피해가 증가한다.

ㄷ. 서태평양에서는 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하면서 기압이 높아졌으므로 하강 기류가 발달한다.

8 엘니뇨 남방 진동

자료 분석



선택지 분석

㉡ 동태평양에서 용승이 활발하다. **약해진다**

㉢ 서태평양에서 강수량이 증가한다. **감소한다**

㉠ 서태평양과 동태평양의 해수면 높이 차이가 작다.

A는 무역풍이 강해지면서 따뜻한 표층 수온이 서태평양으로 이동하여 타히티의 해면 기압이 높아진 시기이므로 라니냐 시기이다. B는 무역풍이 약해지면서 서태평양의 따뜻한 표층 수온이 동쪽으로 이동하여 타히티의 해면 기압이 낮아진 시기이므로 엘니뇨 시기이다.

ㄷ. 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 동태평양에서 서태평양으로 흐르는 해수의 이동이 약해지고 동태평양의 용승이 약해지므로 서태평양과 동태평양의 해수면 높이 차이가 작아진다.

바로알기 ㄱ. 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 동태평양에서 용승이 약해진다.

ㄴ. 엘니뇨 시기에 서태평양에서는 표층 수온이 낮아지면서 하강 기류가 형성되므로 강수량이 감소한다.

12 지구 기후 변화

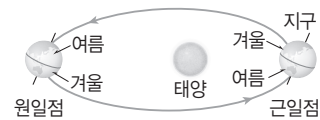
개념 확인 문제

본책 137쪽, 139쪽

- 1 (1) 세차 운동 (2) 지구 공전 궤도 이심률 변화 (3) 지구 자전축의 기울기 변화 2 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ 3 (1) A (2) B (3) A 4 (1) 상승 (2) 하강 (3) 하강 5 ㉠ 가시광선, ㉡ 적외선, ㉢ 지구 6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ 7 ㉠, ㉢
8 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

- 1 (1) 지구는 세차 운동에 의해 약 26000년을 주기로 자전축의 경사 방향이 변한다.
(2) 지구는 공전 궤도 이심률이 약 10만 년을 주기로 변하여 태양과 근일점, 태양과 원일점 사이의 거리가 변한다.
(3) 지구는 자전축의 기울기가 약 41000년을 주기로 변하여 태양의 남중 고도가 변한다.

- 2 (1) 현재 지구가 근일점에 있을 때 북반구보다 남반구에서 태양의 남중 고도가 높으므로 북반구는 겨울이고, 남반구는 여름이다. 지구가 원일점에 있을 때 북반구는 여름이다.



- (2) 지구 자전축 기울기(경사각)의 변화로 북반구나 남반구가 받는 태양 복사 에너지량은 변하지만 계절이 현재와 정반대로 되지는 않는다. 지구 자전축의 기울기 방향(경사 방향)이 반대로 변할 때 계절이 현재와 정반대로 된다.
(3) 지구 공전 궤도 이심률이 증가하면 태양과 근일점 사이의 거리는 가까워지고, 태양과 원일점 사이의 거리는 멀어진다.
(4) 태양 표면의 흑점 수가 증가하는 시기에는 태양 활동이 활발하여 태양이 방출하는 에너지량이 증가한다.

- 3 (1) 태양으로부터의 거리가 가장 먼 위치(원일점)는 A이다.
(2) B에서 태양의 남중 고도는 북반구가 남반구보다 높으므로 북반구는 여름이고, 남반구는 겨울이다.
(3) A에서 태양의 남중 고도는 남반구가 북반구보다 높다.

- 4 (1) 빙하 면적이 감소하면 지표면 반사율이 감소하여 지표면의 태양 복사 에너지 흡수량이 증가하므로 기온이 상승한다.
(2) 화산 분출로 다량의 화산재가 대기로 방출되면 대기의 투과율이 감소하므로 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량이 감소하여 기온이 하강한다.
(3) 산림 훼손 등으로 대규모 농경지를 만들어 지표면 반사율이 증가하면 기온이 하강한다.

- 5 태양은 지구보다 표면 온도가 높으므로 태양 복사 에너지는 주로 파장이 짧은 가시광선이고, 지구 복사 에너지는 주로 파장이 긴 적외선이다. 지구 대기의 온실 기체는 적외선을 잘 흡수한다.

- 6** (1) 지구는 태양 복사 에너지의 흡수량과 지구 복사 에너지의 방출량이 같아 복사 평형을 이룬다.
 (2) 지구의 반사율은 대기와 지표면 반사를 합하여 30 %이다.
 (3) 지표면은 흡수한 에너지의 일부를 대류와 전도, 물의 증발(숨은열)로 방출하지만, 대부분의 에너지는 복사로 방출한다.
 (4) 대기는 흡수한 에너지의 일부를 지표로 재복사하여 지표의 온도를 높이는데, 이를 온실 효과라고 한다.

- 7** ①, ② 지구 온난화가 일어나면, 빙하의 융해와 해수의 부피 팽창으로 해수면이 상승한다.
 ③ 수온 상승으로 증발량이 증가하므로 강수량도 증가한다.
 ④ 대서양의 고위도에서 수온이 상승하면서 해수 밀도가 감소하여 심층 순환이 약해진다.
 ⑤ 따뜻한 기후 지역이 고위도로 확대되어 열대성 질병이 북상한다.

- 8** (1) 기온 상승으로 열대야 일수가 증가한다.
 (2) 강수량은 증가하지만, 강수 일수는 감소하여 호우 일수가 증가한다.
 (3) 여름 길이는 길어지고, 겨울 길이는 짧아진다.
 (4) 한반도의 기온 상승률은 전 지구의 기온 상승률보다 높으므로 한반도는 지구 온난화의 영향을 크게 받고 있다.

수능 자료 마스터

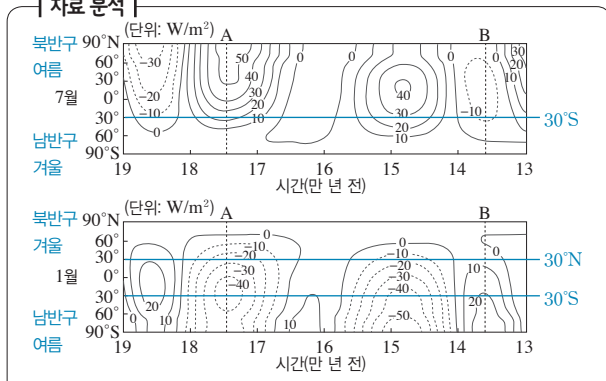
본책 140쪽~141쪽

자료 A 1 ①

자료 B 2 ③

1

자료 분석



ㄱ. 태양 복사 에너지량의 편차는 (과거 추정값-현재 평균값)을 나타낸 것이다. 7월의 30°S에 도달하는 태양 복사 에너지량은 A 시기에 약 20 단위이므로 A 시기가 현재보다 많다.

바로알기 ㄴ. 1월의 30°N에 도달하는 태양 복사 에너지량은 A 시기에 현재보다 적고, B 시기에 현재보다 많으므로 A 시기가 B 시기보다 적다.

ㄷ. A 시기에 30°S에 도달하는 태양 복사 에너지량은 1월(여름)에는 현재보다 적었고, 7월(겨울)에는 현재보다 많았다. B 시기에 30°S에 도달하는 태양 복사 에너지량은 1월(여름)에는 현재보다 많았고, 7월(겨울)에는 현재보다 적었다. 따라서 30°S에서 기온의 연교차는 B 시기가 A 시기보다 크다.

구분	계절	A 시기	B 시기
30°S	7월(겨울)	(+): 기온 높음	(-): 기온 낮음
	1월(여름)	(-): 기온 낮음	(+): 기온 높음
	연교차	작다	크다

2 ㄷ. 지표에 흡수되는 복사 에너지 중 가시광선 영역의 태양 복사 에너지는 45이고, 적외선 영역의 대기 재복사 에너지는 88이므로 가시광선 영역보다 적외선 영역이 더 많다.

바로알기 ㄱ. A는 지표가 방출하는 열에너지로, 복사를 제외한 대류와 전도, 물의 증발(숨은열)의 형태로 열을 방출한다.

ㄴ. 지구 대기가 방출하는 에너지량은 우주 공간으로 66, 지표면으로 88이므로 총 154를 방출한다.

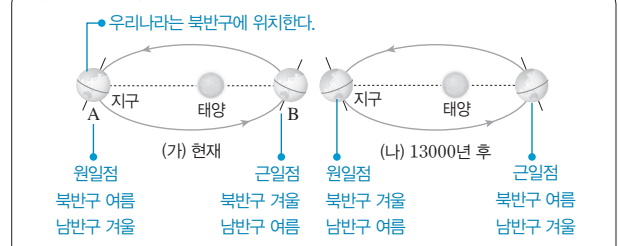
수능 2점 다지기

본책 142쪽~144쪽

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

1 세차 운동

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ (가)일 때 A에서는 여름, B에서는 겨울이다.
 ㄴ (가) → (나)로 변하면 여름의 기온이 높아진다.
 ㄷ (가) → (나)로 변하면 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 때 원일점에서 여름이지만, (나)일 때 근일점에서 여름이므로 (가) → (나)로 변하면 여름의 기온이 높아진다.

ㄷ. (가) → (나)로 변하면 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 변하면 우리나라에서 하룻날 태양의 남중 고도는 증가한다. 감소한다
 ㄷ (가) → (나)로 변하면 남반구에서 기온의 연교차는 작아진다.

ㄷ. 자전축 기울기가 감소하면 북반구와 남반구 모두 여름 기온은 낮아지고, 겨울 기온은 높아져 기온의 연교차가 작아진다.

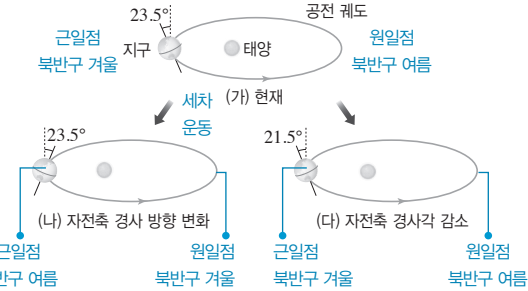
바로알기 ㄱ. (가)의 지구 위치는 북반구가 남반구보다 태양의 남중 고도가 높으므로 태양과의 거리와 관계없이 북반구는 여름, 남반구는 겨울이다.

ㄴ. (가) → (나)로 변하면 자전축 기울기가 감소하므로 북반구에 있는 우리나라에서 하짓날 태양의 남중 고도는 감소한다.

3 세차 운동, 지구 자전축의 기울기 변화

| 자료 분석 |

우리나라는 북반구에 위치한다.



| 선택지 분석 |

- ☒ (가)의 경우 지구가 근일점에 가까울수록 기온이 높다. 낮다
- ☒ 기온의 연교차는 (나)의 경우가 (가)보다 크다.
- ☒ 하짓날 낮의 길이는 (다)의 경우가 가장 길다. 짧다

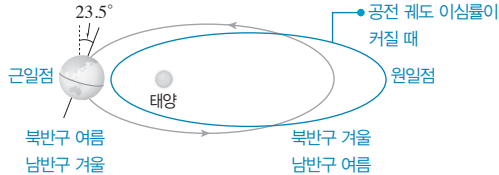
ㄴ. (가) → (나)로 변하면 여름에는 태양에 가까워지므로 (가)보다 기온이 높고, 겨울에는 태양에서 멀어지므로 (가)보다 기온이 낮다. 따라서 기온의 연교차는 (나)가 (가)보다 크다.

바로알기 ㄱ. (가)에서는 근일점에서 우리나라가 겨울이므로 지구가 근일점에 가까울수록 기온이 낮다.

ㄷ. 자전축 기울기가 감소하면 하짓날 태양의 남중 고도가 낮아져 낮의 길이가 짧아지므로 하짓날 낮의 길이는 (다)가 가장 짧다.

4 지구 공전 궤도 이심률 변화

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 북반구는 근일점에서 여름이다.
- ☒ 남반구 기온의 연교차는 감소한다.
- ☒ 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 공전 궤도 이심률이 증가하여 태양과 근일점 사이의 거리가 가까워지면 겨울 기온이 상승한다. 또한 원일점에서 여름이므로 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

| 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 A 시기에 태양 활동이 약했다.

바로알기 ㄴ. ㄷ. A 시기에는 태양 활동이 약해지면서 태양에서 방출되는 복사 에너지량이 감소하여 지구 기온이 하강하고, 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 온도 변화를 일으킨 주된 요인은 이산화 탄소의 방출이다. 화산재

ㄱ. ㄴ. 화산 폭발이 일어나면 다량의 화산재가 대기로 방출된다. 화산재는 태양 빛을 산란시켜 대기의 투과율을 감소시키므로 지구의 기온을 일시적으로 낮추는 역할을 한다.

바로알기 ㄷ. 대기로 방출된 이산화 탄소는 지구의 기온을 높이는 역할을 하므로 피나투보 화산 폭발 후의 온도 변화 경향과 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.

바로알기 ㄱ. 빙하는 태양 빛을 잘 반사시키므로 반사율이 높다. 따라서 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 인위적 요인

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠은 자연적 요인에 비해 천천히 일어난다. 빨리
- ☒ 질소는 ㉡에 해당한다. 해당하지 않는다
- ☒ ㉢ 대기 중의 ㉡은 지구 기온을 하강시킨다.

ㄷ. 대기 중의 에어로졸은 태양 빛을 산란시켜 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량을 감소시키므로 지구의 기온을 하강시킨다.

바로알기 ㄱ. 자연적 요인은 주기가 길고 변화도 천천히 일어나지만, 인간 활동에 의한 기후 변화는 속도도 빠르고 전 지구적으로 일어난다.

ㄴ. 질소는 적외선을 흡수하지 않으므로 온실 기체가 아니다.

9 지구의 열수지

| 선택지 분석 |

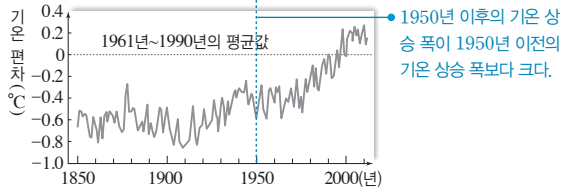
- ㉠ A < B이다.
- ㉡ (A+B)는 지표가 방출하는 복사 에너지 양과 같다. **보다 많다**
- ㉢ 가시광선 영역 에너지의 양은 ㉠이 ㉡보다 **작다**. **크다**

㉠. A는 $100 - 30 - 25 = 45$ 이고, B는 대기 흡수량($25 + 29 + 100$) - 대기의 우주 공간 방출량(66) = 88 이다.

바로알기 ㉡. 지표가 흡수하는 에너지 양(A+B)은 지표가 대류·전도·승은열로 방출하는 에너지량과 복사로 방출하는 에너지량을 더한 값과 같으므로, 지표가 방출하는 복사 에너지양보다 많다.
㉢. ㉠은 태양 복사 에너지의 지표 흡수량이므로 대부분 가시광선 영역 에너지의 양이고, ㉡은 대기가 방출하는 복사 에너지 중 지표 흡수량(88)이므로 대부분 적외선 영역 에너지의 양이므로 가시광선 영역 에너지의 비율은 ㉠이 ㉡보다 **크다**.

10 지구 온난화

| 자료 분석 |



• 기온: 1900년 < 2000년 → 극지방의 빙하 면적 1900년 > 2000년

| 선택지 분석 |

- ㉠ 평균 기온 상승률은 1950년 이전보다 이후에 **크다**.
- ㉡ 극지방의 지표면 반사율은 1900년보다 2000년이 **클** 것이다. **작을**
- ㉢ 이 기간 동안 지표면이 방출하는 복사 에너지량은 **일정하다**. **증가한다**

㉠. 1950년을 경계로 그래프의 기울기가 커지므로 1950년 이후의 평균 기온 상승률이 이전보다 **크다**.

바로알기 ㉡. 빙하 면적이 감소하면 지표면 반사율이 작아진다. 2000년에는 1900년보다 기온이 상승하여 빙하 면적이 감소하므로 극지방의 지표면 반사율이 작을 것이다.

㉢. 이 기간 동안 기온 상승으로 지표의 온도가 상승하므로 지표면이 방출하는 복사 에너지량은 대체로 **증가한다**.

11 한반도의 기후 변화

| 선택지 분석 |

- ㉠ 전 지구보다 온난화의 영향을 크게 받는다.
- ㉡ 집중 호우의 발생 빈도가 증가하였을 것이다.
- ㉢ 아열대 기후대가 점차 **남하**하였을 것이다. **북상**

㉠. 우리나라의 평균 기온 상승률은 전 지구의 평균 기온 상승률보다 **크므로** 온난화의 영향을 크게 받는다.

㉡. 연평균 강수량은 증가하였지만 강수 일수가 감소하였으므로 집중 호우의 발생 빈도가 증가하였을 것이다.

바로알기 ㉢. 지구 온난화의 영향으로 우리나라의 평균 기온이 상승하므로 아열대 기후대가 점차 **북상**하였을 것이다.

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.

㉡. (나) 방법으로 식물성 플랑크톤의 광합성량을 늘리면 해수 중의 이산화 탄소가 감소하므로 기권에서 수권으로 이동하는 이산화 탄소의 양을 증가시킬 수 있다.

㉢. (다)는 이산화 탄소 배출 지점이 뚜렷하고 지속적으로 이산화 탄소를 배출하는 산업 시설에 설치하는 것이 효율적이다.

바로알기 ㉠. (가)의 대기 중 에어로졸은 태양 복사 에너지를 산란시키므로 대기의 투과율을 낮추어 지표에서 흡수되는 태양 복사 에너지량을 줄인다.

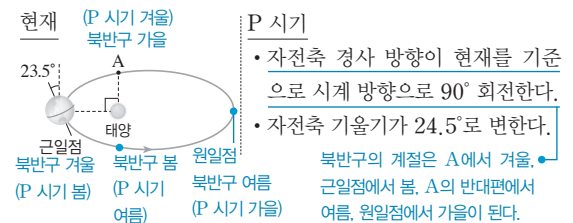
수능 3점 공부하기

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**.

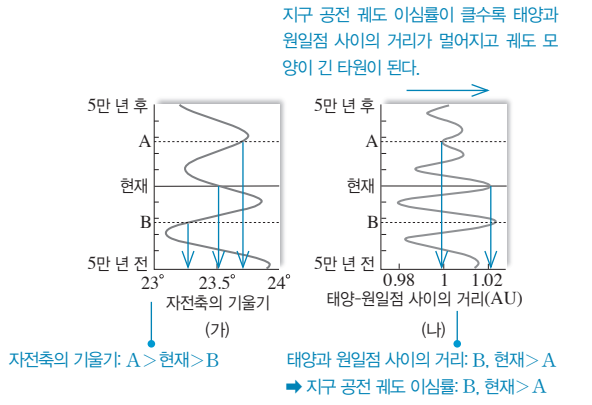
㉠. 자전축 경사 방향이 시계 방향으로 90° 회전하면 우리나라는 A에서 겨울이 되므로 근일점에서는 봄이다.

㉡. 원일점에서 우리나라의 계절은 현재 여름이지만, P 시기에는 가을이므로 현재보다 기온이 **낮아진다**.

㉢. 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**

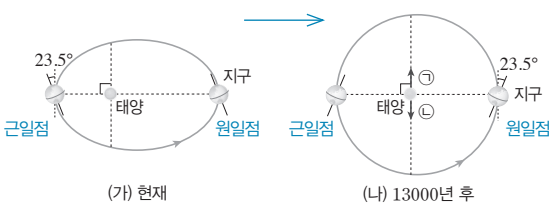
㉠. A 시기에 태양과 원일점 사이의 거리가 현재보다 가까우므로 공전 궤도 이심률은 현재보다 작아 원에 가까워진다.
㉡. 북반구는 원일점에서 여름이다. A 시기에 현재보다 태양과 원일점 사이의 거리가 가까워지고, 자전축 기울기가 커지면 여름의 기온이 높아진다.

바로알기 ㉢. B 시기에는 태양과 원일점 사이의 거리가 현재와 비슷하고, 자전축 기울기가 현재보다 작으므로 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	겨울	겨울
남반구	여름	겨울	겨울	봄	여름

| 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**

㉠. (가)는 원일점에서 북반구 여름이고, (나)는 근일점에서 북반구 여름이므로 북반구 위도 30°에서 하짓날 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량은 (가)가 (나)보다 작다.

바로알기 ㉡. 남반구에서 (가)는 근일점에서 여름이고, (나)는 원일점에서 여름이므로 (가)는 (나)보다 여름 기온이 높다. 또한 (가)는 원일점에서 겨울이고 (나)는 근일점에서 겨울이므로 (가)는 (나)보다 겨울 기온이 낮다. 따라서 남반구 위도 30°에서 기온의 연교차는 (가)가 (나)보다 크다.

㉢. (나)에서 지구가 원일점에 있을 때 북반구가 겨울이므로 지구가 ㉠ 방향에 있을 때 북반구가 봄이다.

4 기후 변화의 지구 내적 요인 - 대기 투과율 변화

| 선택지 분석 |

- ㉠ 지표에 도달한 태양 복사 에너지량은 B의 분출 시기에 가장 많았다. **적었다**
- ㉡ A~C 분출 시기 직후에 지구의 기온이 모두 낮아졌다.
- ㉢ 화산 폭발로 방출된 화산재는 태양 빛을 차단하였다.

㉡. A~C 분출 시기 직후에 대기의 투과율이 모두 낮아졌으므로 지구의 기온이 모두 낮아졌다.

㉢. 대기의 투과율이 낮아진 까닭은 화산 폭발에 의해 대기로 방출된 화산재가 태양 빛을 차단하였기 때문이다.

바로알기 ㉠. 대기 투과율이 낮을수록 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량이 적어지므로 B의 분출 시기에 지표에 도달하는 태양 복사 에너지량이 가장 적었다.

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.

㉡. 동서 방향으로 흐르는 해류는 대륙에 막히면 남북 방향으로 이동하여 난류나 한류가 된다. 초대륙이 여러 대륙으로 분리되면 난류와 한류의 흐름이 복잡해진다.

㉢. 해령이 형성되면서 화산 활동이 일어나며, 화산 분출 때 방출되는 화산 기체 중에서 이산화 탄소 등은 온실 기체이므로 기후 변화를 일으킨다.

바로알기 ㉠. (가) 판게아 중앙부에서는 건조한 대륙성 기후가 발달하지만, (나) 대륙이 분리된 후에는 대륙성 기후가 감소하고 해양성 기후가 증가한다.

6 지구의 열수지

| 선택지 분석 |

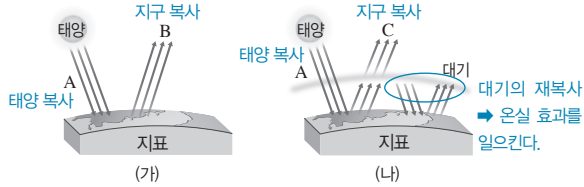
- ㉠ A+E=D+F+G이다.
- ㉡ D는 지표에서 우주로 직접 방출되는 에너지 양이다.
- ㉢ 적외선 영역에서 대기가 흡수하는 에너지 양은 방출하는 에너지 양과 같다. **양보다 적다**

㉠. ㉡. 지표가 방출하는 복사 에너지 E 중 일부는 대기에 흡수(C)되고, 나머지는 우주로 직접 방출(D)된다. 따라서 E=C+D이다. 대기가 흡수하는 에너지의 총량은 A+C이고, 대기가 방출하는 에너지의 총량은 F+G이므로 A+C=F+G이고, C=E-D를 대입하면, A+E=D+F+G이다.

바로알기 ㉔. 대기는 주로 적외선 영역의 에너지를 흡수하지만, 태양 자외선 영역의 에너지도 흡수하며, 흡수한 양만큼 적외선 영역의 에너지를 방출한다. 따라서 적외선 영역에서 대기가 흡수하는 에너지량은 방출하는 에너지량보다 적다.

7 온실 효과

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 복사 에너지 파장은 주로 A가 B보다 길다. **틀리다**
- ☒ B는 C보다 복사 에너지량이 적다. **틀리다**
- ☒ 지표의 온도는 (가)보다 (나)의 경우가 높다.

㉔. (나)는 대기가 지표로 재복사하는 에너지량에 의해 지표가 흡수하는 에너지량이 (가)보다 많으므로 지표의 온도가 더 높다.

바로알기 ㉕. A는 태양 복사이므로 주로 파장이 짧은 가시광선이 고, B는 지구 복사이므로 주로 파장이 긴 적외선이다.

㉖. (가)와 (나)는 모두 복사 평형을 이루므로 복사 에너지량은 $A=B=C$ 이다.

8 지구 온난화와 기후 모형

| 선택지 분석 |

- ☒ A~C의 경향성 차이는 1960년 이전보다 이후가 크다.
- ☒ C에는 지구 기온을 하강시키는 요인이 포함되어 있다.
- ☒ 관측 기온과 경향성이 가장 잘 맞는 모형은 A이다.

㉕. 1960년 이전에는 인간 활동의 영향이 크지 않았으므로 세 기후 모형의 경향성 차이가 크지 않다.

㉖. 자연적 요인만 고려했을 때(C)는 기온 변화가 거의 없고, 온실 기체 증가만 고려했을 때(B)보다 자연적 요인과 온실 기체 변화를 모두 고려했을 때(A) 기온 상승률이 더 낮게 나타나므로 C에는 기온을 하강시키는 요인(화산재 방출, 지표면 반사율 증가 등)이 포함되어 있다.

㉗. 관측 기온과 경향성이 가장 잘 맞는 모형은 자연적 요인과 인위적 요인을 모두 고려한 A이다.

9 지구 온난화의 원인과 영향

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉕ (가)로 인해 해수의 이산화 탄소 용해도는 감소한다.
- ☒ ㉖ (나)로 인해 극지방의 지표면 반사율은 감소한다.
- ☒ ㉗ ㉕에 의한 복사 에너지의 흡수율은 적외선 영역이 가시광선 영역보다 높다.

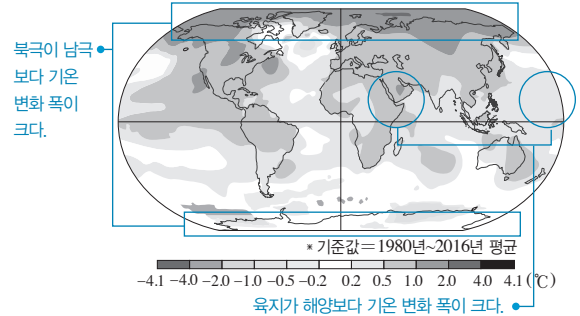
㉕. 이산화 탄소의 용해도는 해수의 온도에 반비례한다.

㉖. 빙하는 물, 토양, 숲 등에 비해 태양 빛의 반사율이 높다. 따라서 빙하 면적이 감소하면 극지방의 지표면 반사율은 감소한다.

㉗. 대기 중 온실 기체는 가시광선 영역보다 주로 적외선 영역의 복사 에너지를 흡수한다.

10 지구 온난화의 영향

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 육지보다 해양에서 온도가 더 크게 상승하였다. **틀리다**
- ☒ 지구 온난화의 영향은 북반구가 남반구보다 크게 받았다.
- ☒ 지표면 반사율의 변화는 남극 주변이 북극 주변보다 더 클 것이다. **틀리다**

㉕. 북반구가 남반구보다 온도 상승이 더 크므로 지구 온난화의 영향은 북반구가 남반구보다 더 크게 받았다.

바로알기 ㉖. 육지는 해양보다 열용량이 작아서 온도가 크게 상승한다.

㉗. 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. **틀리다**
- ☒ 집중 호우에 의한 피해가 증가하였을 것이다.
- ☒ 한류성 어종의 서식지가 남하하였을 것이다. **틀리다**

㉕. 호우 일수가 증가하였으므로 집중 호우 피해가 증가하였다.

바로알기 ㉖. 북태평양 기단은 우리나라에 무더위를 가져오는 기단이므로 한반도의 기온 상승에 이 기단의 영향이 점차 증가하였다.

㉗. 연평균 기온 상승으로 우리나라 부근의 수온이 상승하여 한류성 어종의 서식지가 북상하였다.

12 지구 온난화의 원인, 영향, 대책

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉕ 지구의 평균 기온은 1950년 이전보다 이후에 더 크게 상승하였을 것이다.
- ☒ 이러한 추세가 지속된다면 지구 전체의 강수량은 감소할 것이다. **틀리다**
- ☒ 지구 온난화의 억제 방안은 자연 환경의 이용 활동보다 산업 생산 활동을 조절하는 것이 효율적이다.

㉕. 1950년 이후 이산화 탄소 배출량이 급격하게 증가했으므로 지구의 평균 기온은 1950년 이후에 더 크게 상승하였을 것이다.

㉖. 1950년 이후 산림 및 기타 토지 이용에 의한 이산화 탄소 배출보다 화석 연료, 시멘트, 플레어링에 의한 이산화 탄소 배출이 더 크게 증가했으므로 산업 생산 활동을 조절하는 것이 지구 온난화의 억제에 효율적이다.

바로알기 ㉗. 이산화 탄소의 배출량이 계속 증가하면 해수 온도 상승으로 증발량이 증가하여 지구 전체의 강수량도 증가할 것이다.

1. 별과 외계 행성계

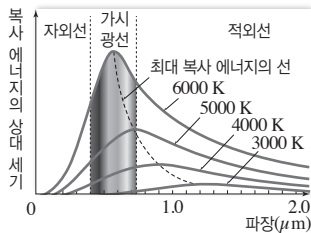
13 별의 특성과 H-R도

개념 확인 문제

본책 151쪽, 153쪽

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) × 2 $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$
 3 (1) 표면 온도 (2) 큰 (3) 16 4 λ, μ, ν 5 (가) 초거성
 (나) 거성 (다) 주계열성 (라) 백색 왜성 6 (1) ○ (2) ○ (3) ○
 (4) × (5) ○ (6) × 7 (1) 초거성 (2) V (3) ㉠ 크, ㉡ 크

1 (1) 흑체가 최대 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례한다(빈의 변위 법칙). 즉, 별은 흑체에 가까우므로 별의 표면 온도가 높을수록 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧다.



- (2) 별은 표면 온도가 높을수록 파란색을 띤다.
 (3) 표면 온도가 낮을수록 색지수가 크다.
 (4) 표면 온도가 높은 V 필터에서 밝게 관측되므로, B 등급이 V 등급보다 작아 색지수(B-V)가 (-)로 나타난다.
 (5) 고온·저밀도의 기체가 방출하는 빛을 관측하면, 방출 스펙트럼이 나타난다. 고온의 광원 앞에 저온·저밀도의 기체가 있을 때 흡수 스펙트럼이 나타난다.
 (6) 별의 분광형은 표면 온도가 높은 것부터 낮은 순으로 O-B-A-F-G-K-M의 7가지 유형으로 분류한 것이다. 따라서 O형인 별은 표면 온도가 가장 높다.
 (7) 태양의 스펙트럼에서는 이온화된 칼슘(Ca II) 흡수선이 가장 강하게 나타난다. 수소(H) 흡수선이 가장 강하게 나타나는 분광형은 A형이다.

2 슈테판·볼츠만 법칙은 흑체가 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지양(E)은 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다는 내용이다. $\Rightarrow E = \sigma T^4$ (σ : 슈테판·볼츠만 상수)
 광도(L)는 별의 표면에서 단위 시간 동안 방출하는 총 에너지양이므로, 별의 표면적($4\pi R^2$) × 별이 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지양($E = \sigma T^4$)으로 구한다. $\Rightarrow L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$

3 (1) 슈테판·볼츠만 법칙을 이용한 별의 광도식 $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 별의 광도(L)와 표면 온도(T)를 알면 별의 반지름(R)을 구할 수 있다.

(2) 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 두 별의 표면 온도가 같을 경우에는 반지름이 큰 별의 광도가 더 크다.

(3) 별의 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 두 별의 반지름이 같을 경우에는 한 별의 표면 온도가 다른 한 별의 표면 온도보다 2배 크면 광도는 $2^4 = 16$ 배 차이가 난다.

4 H-R도에서 가로축에 해당하는 물리량은 분광형, 색지수, 표면 온도이고, 세로축에 해당하는 물리량은 광도, 절대 등급이다.

5 (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.

6 (1) 별의 표면 온도는 H-R도에서 왼쪽으로 갈수록 높아지고, 오른쪽으로 갈수록 낮아진다.

(2) H-R도에서 왼쪽 위부터 오른쪽 아래로 이어지는 대각선 영역에 분포하는 별은 주계열성이고, 별의 약 90%가 주계열성에 속한다.

(3) 주계열성의 질량-광도 관계에 따르면, 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다.

(4) 광도가 같을 때, 거성은 주계열성에 비해 크기가 크고, 표면 온도가 낮다.

(5) 초거성은 거성에 비해 크기가 매우 크므로, 광도가 더 크다.

(6) 백색 왜성은 거성에 비해 평균 밀도가 크다.

7 (1) 광도 계급이 I인 별은 초거성이다.

(2) 주계열성의 광도 계급은 V이다. 태양은 주계열성이므로, 광도 계급이 V이다.

(3) 광도 계급은 숫자가 작을수록 광도가 크므로 광도 계급이 II인 별은 III인 별보다 광도가 크다. 두 별의 분광형이 같다면, 표면 온도가 같으므로 광도가 큰 별의 반지름이 더 크다. 따라서 광도 계급이 II인 별이 III인 별보다 반지름이 크다.

여기서 잠깐!

본책 154쪽

Q1 100배

Q2 100 pc

Q1 5등급 차이가 나므로 약 100배 밝기 차이가 난다.

Q2 별의 등급과 거리의 관계는 $m - M = 5 \log r - 5$ 이므로 $6 - 1 = 5 \log r - 5$ 이다. 따라서 별까지 거리(r)는 100 pc이다.

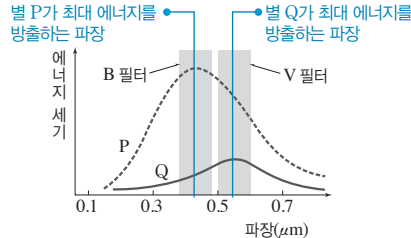
자료 ① 1 ④

자료 ② B 2 ⑤

자료 ③ C 3 ②

1

자료 분석



- 별 P: V 필터보다 B 필터를 통과한 빛이 더 밝다. $\Rightarrow B-V < 0 \Rightarrow$ 고온의 별
- 별 Q: B 필터보다 V 필터를 통과한 빛이 더 밝다. $\Rightarrow B-V > 0 \Rightarrow$ 저온의 별

ㄱ. 최대 에너지를 방출하는 파장은 별 P는 $0.5 \mu\text{m}$ 보다 짧고, 별 Q는 $0.5 \mu\text{m}$ 보다 길다. 따라서 최대 에너지를 방출하는 파장은 별 P가 Q보다 짧다.

ㄴ. 빈의 변위 법칙에 따르면 별의 표면 온도는 최대 에너지를 방출하는 파장에 반비례하므로, 별의 표면 온도는 파장이 짧은 별 P가 파장이 긴 Q보다 높다.

바로알기 ㄷ. 색지수($B-V$)는 표면 온도가 높을수록 작으므로 표면 온도가 높은 별 P가 Q보다 작다.

2

자료 분석

별	절대 등급	표면 온도
A	5	30000 K
B	5	15000 K
C	-6	6000 K
D	-5	3000 K

- A는 B와 광도가 같고, 표면 온도가 B보다 2배 높다.
- A는 D보다 절대 등급이 10 등급 크고(광도가 D의 $\frac{1}{10000}$)이고, 표면 온도는 10배 높다.

① 최대 에너지를 방출하는 파장이 가장 긴 별은 표면 온도가 가장 낮은 D이다.

② 슈테판·볼츠만 법칙에 따르면, 표면에서 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지량은 $E = \sigma T^4$ 이므로 표면 온도(T)가 가장 높은 A가 가장 많다.

③ 광도가 가장 큰 별은 절대 등급이 가장 작은 C이다.

④ A와 B는 절대 등급이 같으므로 광도가 같으며, 표면 온도는 A가 B의 2배이다. $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 광도(L)가 같을 때에는 별의 반지름(R)이 표면 온도(T)의 제곱에 반비례하므로 별의 크기는 B가 A보다 4배 크다.

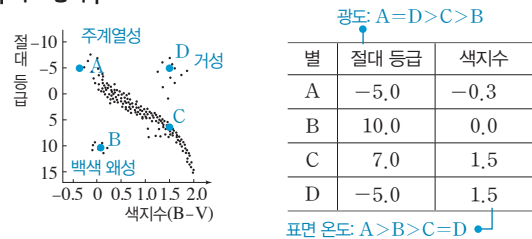
바로알기 ⑤ D는 A보다 절대 등급이 10등급 작으므로 D의 광도는 A보다 약 10000배 크다. $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서

$$\frac{L_D}{L_A} = 10000 = \frac{4\pi R_D^2 \cdot \sigma (3000 \text{ K})^4}{4\pi R_A^2 \cdot \sigma (30000 \text{ K})^4} = \left(\frac{R_D}{R_A}\right)^2 \cdot \frac{1}{10^4}$$

$\left(\frac{R_D}{R_A}\right)^2 = 10^8$ 이므로 $\frac{R_D}{R_A} = 10^4$ 이다. 따라서 별의 크기는 D가 A보다 약 10000배 크다.

3

자료 분석



① H-R도에 별 A~D의 위치를 나타내면, A와 C는 주계열성, B는 백색 왜성, D는 거성이다.

③ C와 D는 색지수가 같으므로, 표면 온도가 같다.

④ 광도는 별의 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 D는 A보다 표면 온도가 낮아도 불구하고 A와 광도가 같은 것은 A보다 반지름이 크기 때문이다.

⑤ D는 C와 표면 온도가 같아도 불구하고 C보다 광도가 큰 것은 C보다 반지름이 크기 때문이다.

바로알기 ② 절대 등급이 10등급이고 색지수가 0인 B는 백색 왜성이다. 별의 크기를 비교하면, 거성 > 주계열성 > 백색 왜성이다. 백색 왜성의 반지름은 지구와 비슷한 정도로 작다.

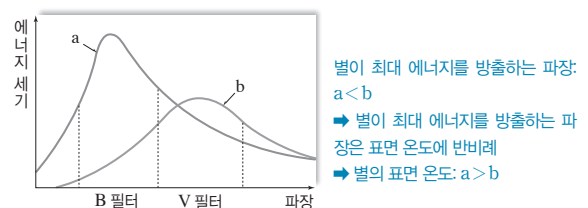
수능 2점 다지기

본책 157쪽~159쪽

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

1 별의 색과 표면 온도

자료 분석



선택지 분석

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ㄱ. 표면 온도 | ㄴ. 절대 등급 | ㄷ. 색지수 |
| ㄴ. 반지름 | ㄹ. 질량 | ㅁ. 수명 |

ㄱ. 빈의 변위 법칙 $\lambda_{\text{max}} = \frac{a}{T}$ (a : 빈의 상수)에 따르면, 흑체가 최대 에너지를 방출하는 파장(λ_{max})은 표면 온도(T)에 반비례한다. 별은 흑체에 가깝게 복사하므로 별의 표면 온도는 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧은 a가 b보다 높다.

ㄴ. 표면 온도가 높은 주계열성일수록 별의 반지름이 크다. 따라서 표면 온도가 높은 a가 b보다 반지름이 크다.

ㄷ. 질량이 큰 주계열성일수록 표면 온도가 높으므로 표면 온도가 높은 a가 b보다 질량이 크다.

바로알기 ㄴ. 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.

ㄷ. 색지수는 표면 온도가 높을수록 작으므로 표면 온도가 높은 a가 b보다 색지수가 작다.

[다른 풀이] 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.

ㄴ. 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.

☐ (다) (가)와 (나)에 있는 기체의 원소가 같다면, 흡수선이나 방출선이 같은 파장에서 나타난다.

(가)에서는 방출 스펙트럼, (나)에서는 흡수 스펙트럼이 나타난다.

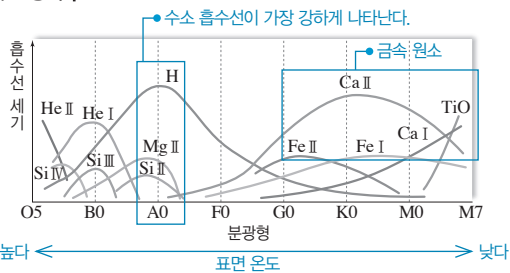
ㄴ. 별빛의 스펙트럼은 (나)와 같이 흡수 스펙트럼으로 나타나며, 흡수선의 종류와 세기를 별의 분광형을 분류하는 데 이용한다.

ㄷ. 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 분광형에 따른 흡수선의 종류와 세기

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

☐ 수소 원자의 흡수선의 세기는 A형 별에서 가장 강하게 나타난다.

☐ 표면 온도가 약 4000 K인 별에서는 칼슘 이온의 흡수선이 가장 강하게 나타난다.

☒ 표면 온도가 높은 별에서 금속 원소의 흡수선이 강하게 나타난다. **낮은**

흡수 스펙트럼에서 흡수선의 종류와 세기는 별의 표면 온도에 따라 달라진다.

ㄱ. 그림에서 수소(H) 원자의 흡수선의 세기는 A형에서 가장 강하게 나타난다.

ㄴ. 표면 온도가 약 4000 K인 별은 분광형이 K형(표면 온도: 3500~5000 K)이므로, 칼슘 이온(Ca II)의 흡수선이 가장 강하게 나타난다. 수소 원자(H)의 흡수선은 약하게 나타나며, 철(Fe), 칼슘(Ca) 등의 금속 원소의 흡수선이 비교적 강하게 나타난다.

바로알기 ㄷ. 철(Fe), 칼슘(Ca) 등의 금속 원소는 표면 온도가 낮은 별(분광형이 G, K, M형인 별)에서 주로 관찰된다.

4 별의 광도, 반지름, 표면 온도의 관계

| 선택지 분석 |

☐ 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지량은 (가)가 (나)보다 많다.

☒ (가)의 광도는 $4\pi R^2 \cdot \sigma(2T)^2$ 이다. $4\pi R^2 \cdot \sigma(2T)^4$

☒ (가)와 (나)의 광도는 같다. **다르다**

(가)의 표면 온도는 (나)보다 2배 높고, (나)의 반지름은 (가)보다 2배 크다.

ㄱ. 슈테판·볼츠만 법칙에 따르면, 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지량(E)은 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다($E = \sigma T^4$, σ : 슈테판·볼츠만 상수). (가)의 표면 온도는 (나)보다 2배 높으므로 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 에너지량은 (나)보다 16배 많다.

바로알기 ㄴ. ㄷ. 슈테판·볼츠만 법칙을 이용하여 광도를 구하는 식은 $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 이므로 (가)의 광도는 $4\pi R^2 \cdot \sigma(2T)^4$ 이고, (나)의 광도는 $4\pi(2R)^2 \cdot \sigma T^4$ 이다. 따라서 광도는 (가)가 (나)보다 4배 크다.

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, 반지름은 2배 크므로 A의 광도는 B보다 $2^2=4$ 배 크다.

ㄷ. A와 B의 겉보기 밝기는 같은데도 불구하고 광도는 A가 B보다 크다. 따라서 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. 별까지 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.

㉤ 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.

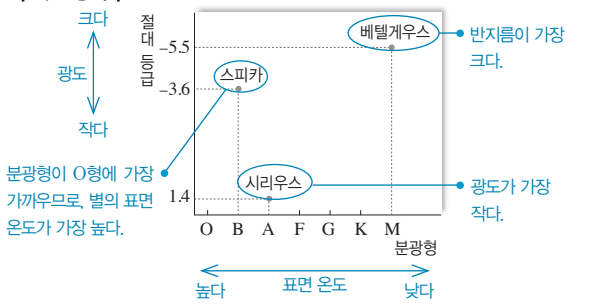
바로알기 ㉠ B는 절대 등급이 가장 작아서 광도가 가장 크지만, 겉보기 밝기는 가장 어두우므로 별까지의 거리가 가장 멀다.

[다른 풀이] B는 (겉보기 등급 - 절대 등급)의 값이 가장 크므로 별까지의 거리가 가장 멀다.

- ㉡ 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 A이다.
- ㉢ 표면 온도가 높을수록 색지수가 작다. 따라서 표면 온도가 가장 낮은 별은 색지수가 가장 큰 B이다.
- ㉣ 광도가 클수록 절대 등급이 작다. 따라서 광도는 B가 C보다 크다.

7 별의 물리량(광도, 반지름, 분광형, 표면 온도)

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ 광도가 가장 큰 별은 시리우스이다. 작은
- ☒ ㉡ 반지름이 가장 큰 별은 베텔게우스이다.
- ☒ ㉢ 표면 온도가 가장 높은 별은 스피카이다.

㉡ H-R도에서 오른쪽 위에 위치한 별일수록 반지름이 큰 별이므로, 베텔게우스의 반지름이 가장 크다.

[다른 풀이] 별의 반지름은 $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서

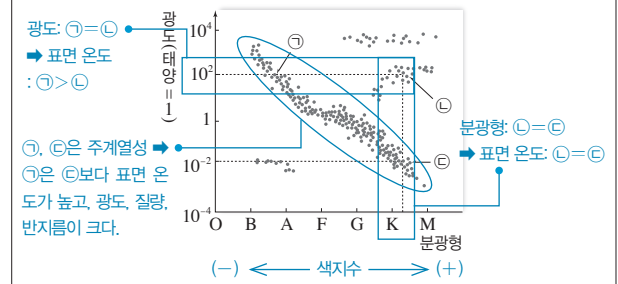
$R = \sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$ 이다. 따라서 분광형이 M형이어서 표면 온도(T)가 가장 낮고, 절대 등급이 가장 작아 광도(L)가 가장 큰 베텔게우스가 반지름(R)이 가장 크다.

㉢ 분광형이 O형인 별의 표면 온도가 가장 높고, 분광형이 M형 쪽으로 갈수록 별의 표면 온도가 낮아진다. 따라서 표면 온도가 가장 높은 별은 스피카이다.

바로알기 ㉠ H-R도의 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.

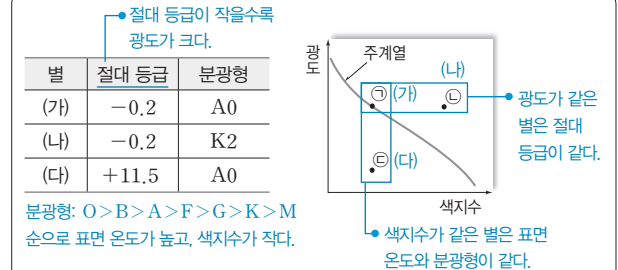
㉡. $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 $R = \sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$ 이므로, 별의 반지름(R)은 광도(L)의 제곱근에 비례하고, 표면 온도(T)의 제곱에 반비례한다. ㉠과 ㉡은 분광형이 같으므로 표면 온도가 같고, 광도는 ㉠이 ㉡보다 10000배 크므로 반지름은 ㉠이 ㉡보다 100배 크다.

㉢. 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 ㉠. 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 절대 등급, 분광형, H-R도

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ (가)는 ㉡에 해당한다.
- ☒ ㉢ (나)는 밀도가 가장 크다. (다)
- ☒ ㉣ (다)는 거성이다. 백색 왜성

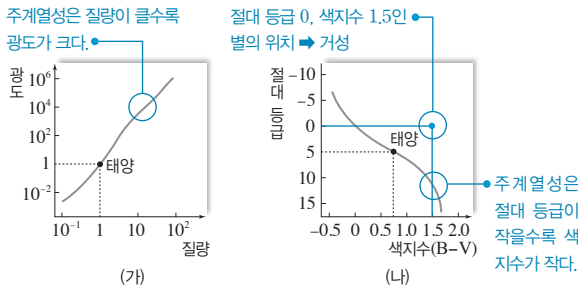
ㄱ. H-R도에서 색지수가 작을수록 분광형은 O형에 가깝고, 색지수가 클수록 분광형은 M형에 가깝다. 또한, 절대 등급이 작을수록 광도가 크다. 따라서 표와 H-R도를 비교해 보면 (가)는 ①, (나)는 ②, (다)는 ③에 해당한다.

바로알기 ㄴ. H-R도에서 주계열의 왼쪽 아래에는 밀도가 큰 백색 왜성이 위치하므로 밀도가 가장 큰 별은 (다)이다.

ㄷ. H-R도에서 주계열의 오른쪽 위에는 거성과 초거성이 위치하므로 (나)는 거성 또는 초거성이고, 주계열의 왼쪽 아래에는 백색 왜성이 위치하므로 (다)는 백색 왜성이다.

10 주계열성의 질량-광도 관계와 H-R도

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 질량이 큰 주계열성일수록 실제 밝기가 밝다.
- ㉡ 질량이 큰 주계열성일수록 표면 온도가 높다.
- ㉢ 절대 등급이 0등급이고, 색지수가 1.5인 별은 주계열성에 속한다.

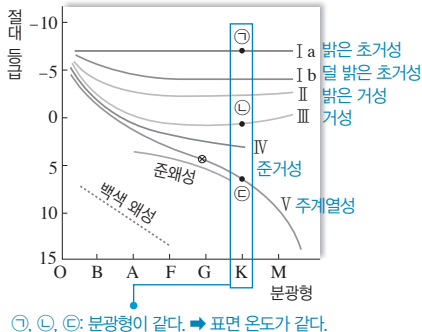
ㄱ. (가)에서 질량이 클수록 광도가 크므로 질량이 큰 주계열성일수록 실제 밝기가 밝다.

ㄴ. (가)에서 질량이 큰 주계열성일수록 광도가 크고, 광도가 클수록 절대 등급이 작다. (나)에서 주계열성은 절대 등급이 작을수록 색지수가 작으므로, 표면 온도가 높다.

바로알기 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.
- ㉡ 표면 온도는 ①이 ③보다 높다.
- ㉢ 반지름은 ①이 가장 크다.

ㄷ. 표면 온도가 같을 때, 별의 크기가 클수록 광도가 크다. 따라서 광도 계급이 가장 작은 ①이 별의 반지름이 가장 크다.

바로알기 ㄱ. 별 ①~③은 분광형이 K형으로 같고, 광도 계급은 숫자가 작을수록 밝은 별이므로 광도는 ①이 가장 크고, ③이 가장 작다.

다른 풀이 ①은 절대 등급이 가장 작으므로 광도가 가장 크다.

ㄴ. 별 ①~③은 분광형이 K형으로 같으므로, 표면 온도가 모두 같다.

12 M-K 분류법

자료 분석

별	분광 분류
(가)	B2Ⅶ → 주계열성
(나)	G9Ⅲ → 거성
	분광형 → 표면 온도: B형 > G형

선택지 분석

- ㉠ (가)는 (나)보다 표면 온도가 높다.
- ㉡ (가)는 B형 별 중에서 주계열성에 해당한다.
- ㉢ (나)는 G형 별 중에서 표면 온도가 가장 높다.

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 Ⅶ이므로, B형 별 중에서 주계열성에 해당한다. (나)는 광도 계급이 Ⅲ이므로, G형 별 중에서 거성에 해당한다.

바로알기 ㄷ. 각 분광형은 고온의 0에서 저온의 9까지 10단계로 세분화한다. (나)의 분광형은 G9이므로, G형 별 중에서 표면 온도가 가장 낮다.

수능 3점 공부하기

본책 160쪽~161쪽

- 1 ③ 2 ② 3 ⑤ 4 ④ 5 ④ 6 ③
- 7 ② 8 ③

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.

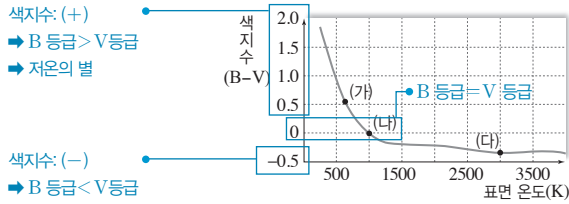
ㄱ. (가)에서 a는 B 필터 영역의 면적이 V 필터 영역의 면적보다 크므로 B 필터 영역에서의 밝기가 V 필터 영역에서의 밝기보다 밝다. 따라서 B 등급이 V 등급보다 작으므로 색지수(B-V)는 0보다 작다.

ㄴ. (가)에서 a는 b보다 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧으므로 표면 온도가 더 높다. 따라서 (나)에서 a의 위치는 P이고, b의 위치는 Q이다.

바로알기 ㄷ. 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. 어둡게
- ☒ (나)는 B 등급과 V 등급이 같다.
- ☒ (다)는 (가)보다 붉은색으로 보인다. 파란색

ㄴ. (나)는 색지수(B-V)가 0이므로, B 등급과 V 등급이 같다.

바로알기 ㄱ. (가)는 색지수가 (+)이므로 파란색 영역의 밝기인 B 등급이 노란색 영역의 밝기인 V 등급보다 크다. 따라서 노란색 영역보다 파란색 영역에서 어둡게 보인다.

ㄷ. 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(H)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 광도와 반지름, 표면 온도의 관계

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ 색지수는 A가 B보다 작다.
- ☒ ㉢ A와 C의 분광형은 서로 같다.
- ☒ ㉤ B의 광도가 가장 크다. C
- ☒ ㉥ C의 절대 등급은 -0.2 등급이다.

㉠. 별의 색지수는 표면 온도가 높을수록 작다. 따라서 A의 색지수가 B의 색지수보다 작다.

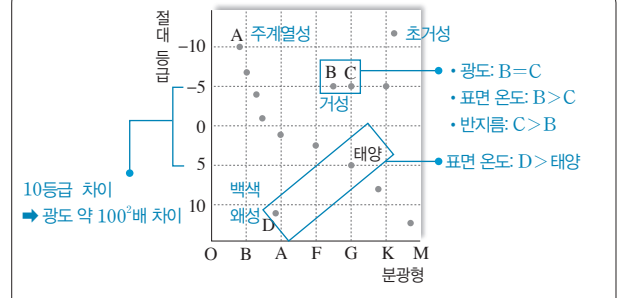
㉢. 분광형은 별의 표면 온도에 따라 별을 분류한 것이다. 따라서 표면 온도가 같은 A와 C의 분광형은 서로 같다.

ㄷ. 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 ㄷ. 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 약 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 약 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 약 100^2 배 크다.

㉢ 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.

㉤ H-R도에서 왼쪽으로 갈수록 표면 온도가 높으므로 D는 태양보다 표면 온도가 높다.

6 별의 표면 온도, 절대 등급

| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ A는 거성이다.
- ☒ ㉢ B는 C보다 실제로 약 100배 밝다.
- ☒ A~D 중 반지름이 가장 큰 별은 D이다. 작은

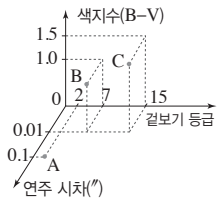
㉠. A는 거성, B와 C는 주계열성, D는 백색 왜성이다.

ㄴ. 별 B와 C는 절대 등급이 5등급 차이가 나므로 별 B가 C보다 실제로 약 100배 밝다.

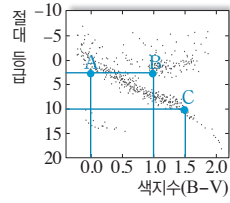
바로알기 ㄷ. D는 표면 온도가 가장 높음에도 불구하고 광도가 가장 작은 것은 반지름이 매우 작기 때문이다.

7 별의 물리량과 H-R도

| 자료 분석 |



(가)



(나)

별	겉보기 등급	색지수 (B-V)	연주 시차	별까지 거리(r)	절대 등급 (m-M=5logr-5)
A	2	0	0.1"	$\frac{1}{0.1''}=10 \text{ pc}$	2
B	7	1.0	0.01"	$\frac{1}{0.01''}=100 \text{ pc}$	2
C	15	1.5	0.01"		10

| 선택지 분석 |

- ✗ 반지름은 A가 B보다 크다. 작다
- ✗ B와 C는 절대 등급이 같다. 다르다
- C는 주계열성이다. A, C: 주계열성, B: 거성

ㄷ. C는 색지수가 1.5, 절대 등급이 10등급인 별이며, 이를 (나)의 H-R도에 표시하면 주계열성임을 알 수 있다

바로알기 ㄱ. 반지름을 비교하려면 광도와 표면 온도를 알아야 한다.

• 광도: 절대 등급으로 비교할 수 있으며, 절대 등급은 별까지의 거리와 겉보기 등급으로 구할 수 있다.

별까지의 거리(r)는 $\frac{1}{\text{연주 시차}(\text{''})}$ 로 구하고, 절대 등급은 '겉보기 등급(m)-절대 등급(M)=5logr-5'로 구할 수 있다. A는 연주 시차가 0.1'', 겉보기 등급이 2등급이므로, 별까지 거리는 10 pc이고, 절대 등급은 2등급이다. B는 연주 시차가 0.01'', 겉보기 등급이 7등급이므로 별까지 거리는 100 pc, 절대 등급은 2등급이다. 따라서 A와 B는 절대 등급이 같으므로 광도는 같다.

• 표면 온도: A가 B보다 색지수가 더 작으므로 표면 온도는 더 높다.

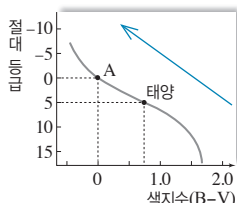
• 반지름: 별의 광도는 표면 온도의 4제곱에 비례하고, 반지름의 제곱에 비례한다. A는 B와 광도가 같지만, 표면 온도가 높으므로 A는 B보다 반지름이 작다.

ㄴ. C는 연주 시차가 0.01''이고 겉보기 등급이 15등급이므로 절대 등급은 10등급이다. B의 절대 등급은 2등급이므로 절대 등급은 B가 C보다 작다.

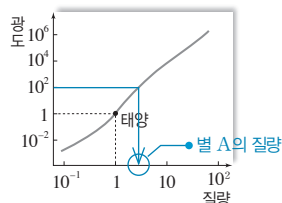
8 별의 물리량과 H-R도

| 자료 분석 |

H-R도에서 주계열성은 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도가 크며, 반지름과 질량이 크다.



(가)



(나)

| 선택지 분석 |

- 색지수가 작을수록 별의 질량은 크다.
- 별의 질량이 클수록 반지름은 크다.
- ✗ 별 A의 질량은 태양의 10배이다. 10배보다 작다

ㄱ. (가)에서 색지수가 작을수록 H-R도의 왼쪽 위에 분포하므로, 광도가 크다. (나)에서 광도가 클수록 질량이 크다. 따라서 주계열성은 색지수가 작을수록 질량이 크다.

ㄴ. 주계열성의 밀도는 비슷하므로, 질량이 클수록 부피도 커진다. 즉, 주계열성의 질량이 클수록 별의 반지름이 크다.

바로알기 ㄷ. (가)에서 별 A는 태양보다 절대 등급이 5등급 작으므로, 광도는 약 100배 밝다. (나)에서 태양보다 광도가 100배인 경우, 질량은 태양의 10배가 되지 못한다.

14 별의 진화와 에너지원

개념 확인 문제

본책 163쪽, 165쪽

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × 2 (1) ㉠ 중력, ㉡ 일정
 (2) ㉢ 적색 거성, ㉣ 백색 왜성 3 (1) ㉠ 높아지고, ㉡ 무거운
 (2) 무거운 4 (1) 중력 수축 (2) 수소 (3) 탄소·질소·산소 순환
 반응(CNO 순환 반응) 5 ㉠ 수소, ㉡ 헬륨, ㉢ 에너지
 6 질량 7 (1) × (2) × (3) ○

1 (1) 성간 물질의 밀도가 높고 온도가 낮은 영역에서 별이 탄생한다.

(2) 원시별의 에너지원은 중력 수축 에너지이다.

(3) 원시별이 중력 수축하면 위치 에너지가 감소하면서 에너지가 발생하여 온도가 높아진다.

(4) 수소 핵융합 반응이 일어나려면 별의 온도가 약 1000만 K 이상이 되어야 한다.

(5) 질량이 큰 별일수록 중심부에서 수소 핵융합 반응이 빨리 일어나 수소가 빨리 소진되므로, 주계열성에 머무르는 시간이 짧다.

2 (1) 주계열성은 내부 기체 압력 차이로 발생한 힘과 중력이 평형을 이루는 정역학 평형 상태에 있으므로 크기가 일정하게 유지된다.

(2) 질량이 태양 정도인 별은 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운, 백색 왜성으로 진화한다.

3 (1) 별은 질량이 클수록 중력이 크게 작용하므로 중심 온도가 높아진다. 별의 중심부 온도가 높을수록 더 무거운 원소를 생성하는 핵융합 반응이 일어날 수 있으므로, 별의 질량이 클수록 더 무거운 원소를 생성한다.

(2) 철은 안정한 원소이므로 별 내부의 핵융합 반응으로는 철까지만 생성되며, 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

- 4 (1) 원시별의 에너지원은 중력 수축 에너지이다.
 (2) 주계열성의 중심부에서는 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵을 만드는 수소 핵융합 반응에 의해 에너지가 생성된다.
 (3) 중심부 온도가 약 1800만 K보다 높은 별에서는 탄소·질소·산소 순환 반응(CNO 순환 반응)에 의해, 약 1800만 K보다 낮은 별에서는 양성자·양성자 반응(P-P 반응)에 의해 수소 핵융합 반응이 일어난다.

5 수소 핵융합 반응이 일어날 때 4개의 수소 원자핵 질량이 1개의 헬륨 원자핵 질량보다 조금 크다. 이 줄어든 질량이 질량·에너지 등가 원리에 의해 에너지로 전환된다.

6 별의 질량에 따라 에너지 전달 방식이 다르고, 일어나는 핵융합 반응이 다르므로 내부 구조가 달라진다.

- 7 (1) 별의 중심부와 표면의 온도 차이가 매우 큰 것은 질량이 태양의 약 2배 이상인 주계열성이다.
 (2) 질량이 태양의 약 2배 이상인 주계열성의 중심핵에서는 주로 대류로 에너지가 전달된다.
 (3) 질량이 태양보다 매우 큰 별은 지속적인 핵융합 반응을 거쳐 최종적으로 철로 된 중심핵이 만들어진다. 질량이 태양 정도인 별은 최종적으로 탄소와 산소로 된 중심핵이 만들어진다.

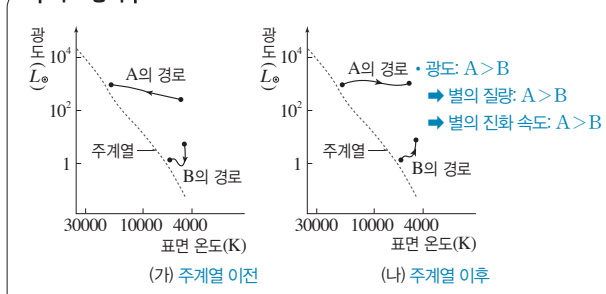
수능 자료 마스터

본책 166쪽~167쪽

자료 A 1 ② 자료 B 2 ④ 자료 C 3 ④ 자료 D 4 ②

1

자료 분석



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.

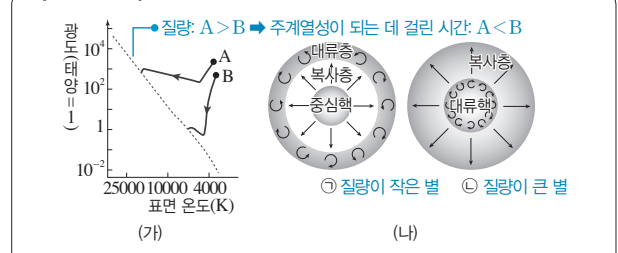
2 질량이 태양과 비슷한 별은 주계열성 이후 적색 거성을 거쳐 행성상 성운으로 별의 바깥층을 우주 공간으로 방출하고, 탄소와 산소로 이루어진 핵을 가진 백색 왜성이 최종적으로 남는다.

- 3 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. 별 내부의 핵융합 반응으로 철까지만 생성될 수 있으며, 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

바로알기 ㄱ. (가)는 최종 단계가 중성자별이므로 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 과정이고, (나)는 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정이다. 별의 질량이 클수록 진화가 빠르게 진행되어 수명이 짧아지므로 주계열성에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 짧다.

4

자료 분석



주계열일 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. 핵에서 CNO 순환 반응은 질량이 큰 주계열성에서 우세하다.

㉠이 ㉡보다 질량이 큰 별이므로 CNO 순환 반응은 ㉠이 ㉡보다 우세하다.

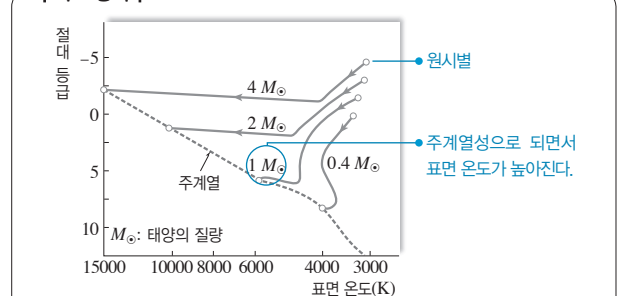
수능 2점 다지기

본책 168쪽~170쪽

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

1 질량에 따른 원시별의 진화 경로

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 질량이 큰 원시별일수록 광도가 큰 주계열성이 된다.
 ✕ 질량이 1 M_☉인 원시별이 주계열에 도달하는 동안 표면 온도는 낮아진다. 높아진다
 ㉡ 원시별이 주계열에 도달하는 과정에서 중력 수축이 일어난다.

ㄱ. 원시별의 질량이 클수록 주계열에 도달했을 때 절대 등급이 더 작으므로, 광도가 큰 주계열성이 된다.

ㄴ. 원시별이 주계열에 도달하는 과정에서 중력 수축에 의해 내부 온도가 상승한다.

바로알기 ㄴ. 질량이 1 M_{\odot} 인 원시별이 주계열에 도달하는 동안 H-R도의 왼쪽으로 이동하므로, 표면 온도는 점차 높아진다.

2 별의 진화 과정

| 선택지 분석 |

☒ (가) 단계에서는 A~C 모두 중심부에서 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 수소 핵융합 반응

☒ A는 C보다 수명이 짧다. 길다

☒ 적색 거성은 백색 왜성보다 밀도가 작다.

ㄴ. 적색 거성은 주계열성이 팽창하여 형성되므로 밀도가 작고, 백색 왜성은 적색 거성의 중심부가 수축하여 형성되므로 밀도가 크다. 따라서 적색 거성은 백색 왜성보다 밀도가 작다.

바로알기 ㄱ. 주계열성은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다. 중심부의 헬륨 핵융합 반응은 거성 또는 초거성 단계에서 일어난다.

ㄴ. 별들은 일생의 대부분을 주계열성 단계에서 보내는데, 이 단계에 머무르는 기간은 별의 질량이 클수록 짧다. 별의 질량은 $A < B < C$ 이므로, 수명은 A가 가장 길다.

3 별의 진화 과정

| 선택지 분석 |

☒ 이 별의 질량은 태양의 10배 이상이다. 태양 정도

☒ A는 주계열성이다.

☒ 별의 나이가 약 50억 년일 때 중심핵에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 수소

ㄴ. 질량과 관계없이 별의 일생 중 가장 긴 시기를 보내는 단계는 주계열성(A)이다.

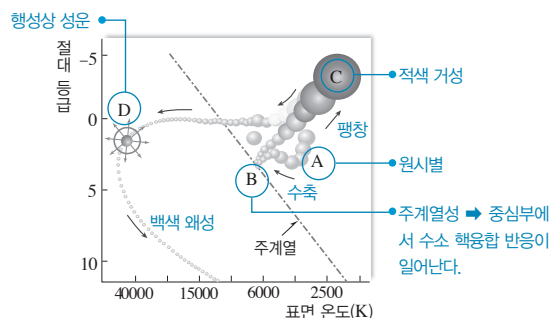
[다른 풀이] 적색 거성이 되기 전(A)에는 주계열성이다.

바로알기 ㄱ. 별의 진화 단계에서 적색 거성과 행성상 성운을 거친 후에 백색 왜성으로 최후를 맞는 별들은 태양 정도의 질량을 가진 별이다.

ㄴ. 별의 나이가 약 50억 년일 때는 주계열성 단계이며, 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

4 H-R도상에서 태양의 진화 과정

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

☒ A → B 과정에서는 중력 수축에 의해 중심부 온도가 높아진다.

☒ B에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

☒ B → C 과정에서 중심부는 수축하고, 바깥층은 팽창한다.

☒ 태양의 일생 중 가장 오랫동안 머무르는 단계는 C이다. B

☒ 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.

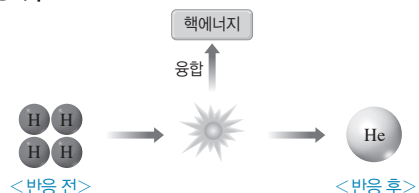
ㄴ. 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 생성될 수 있는 가장 무거운 원소는 철이며, 철보다 무거운 원소는 (나) 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

ㄴ. (가)는 질량이 태양 정도인 별, (나)는 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 단계이므로, 두 천체를 이루었던 별의 질량은 (나)가 (가)보다 크다.

바로알기 ㄱ. 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 25배 이상인 별이 진화하는 과정에서 (나) 초신성 폭발 후 별의 중심핵이 계속 수축하여 블랙홀이 된다.

6 수소 핵융합 반응의 원리

| 자료 분석 |



• 줄어든 질량(Δm) = 수소 원자핵 4개의 질량 - 헬륨 원자핵 1개의 질량
• 줄어든 질량(Δm)이 질량·에너지 등가 원리($E = \Delta mc^2$)에 의해 에너지로 전환된다.

| 선택지 분석 |

- ㄱ. 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개를 생성한다.
- ✗ 핵융합 반응에서 융합에 의해 **증가한** 질량이 에너지로 변환한다. **감소**
- ✗ 태양보다 질량이 약 2배 이상 큰 별은 양성자·양성자 반응이 탄소·질소·산소 순환 반응보다 우세하게 일어난다.

태양과 질량이 비슷한 별

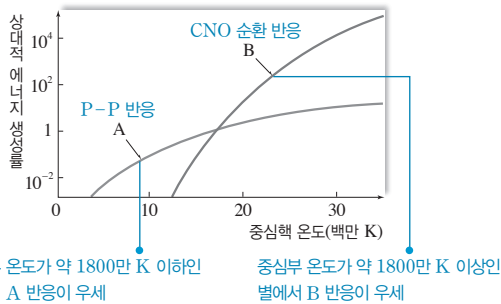
ㄱ. 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개를 생성하는 반응이다.

바로알기 ㄴ. 헬륨 원자핵 1개의 질량은 수소 원자핵 4개의 질량을 합한 것보다 작다. 따라서 핵융합 반응 과정에서 질량이 줄어드는데, 이 줄어든 질량이 에너지로 전환된다.

ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별은 양성자·양성자 반응(P-P 반응)이 우세하게 일어나고, 태양보다 질량이 약 2배 이상 큰 별은 탄소·질소·산소 순환 반응(CNO 순환 반응)이 우세하게 일어난다.

7 수소 핵융합 반응의 종류

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✗ A는 CNO 순환 반응이다. 양성자·양성자 반응(P-P 반응)
- ✗ 태양의 내부에서는 B가 더 우세하게 일어난다. A
- ㉔ A, B 모두 핵융합 반응의 결과로 헬륨이 만들어진다.

ㄷ. CNO 순환 반응과 양성자·양성자 반응(P-P 반응)은 모두 수소 핵융합 반응으로, 반응 결과 헬륨이 만들어진다.

바로알기 ㄱ. 중심핵의 온도가 낮을 때 우세한 수소 핵융합 반응은 양성자·양성자 반응(P-P 반응)이고, 중심핵의 온도가 높을 때 우세한 수소 핵융합 반응은 CNO 순환 반응이다. 중심핵 온도가 약 1800만 K 이하에서는 A가 우세하고, 약 1800만 K 이상에서는 B가 우세하므로 A는 양성자·양성자 반응(P-P 반응)이다. ㄴ. 별의 질량이 태양과 비슷하거나 태양보다 작은 별은 양성자·양성자 반응(P-P 반응)이 우세하며, 질량이 태양의 약 2배보다 큰 별에서는 CNO 순환 반응이 우세하게 나타난다.

8 별의 진화 과정

| 선택지 분석 |

- ㄱ. (가)의 에너지원은 중력 수축 에너지이다.
- ✗ (나)의 중심에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 수소
- ✗ (다)의 내부에서는 핵융합 반응에 의해 철이 생성된다. 탄소
- ㉔ (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.

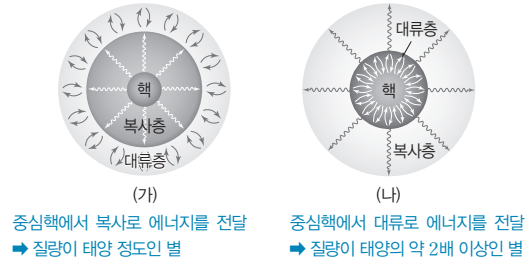
ㄴ. (라) 백색 왜성은 적색 거성의 중심부가 수축되어 만들어진 별로, 밀도가 매우 크다.

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 매우 큰 별의 진화 과정 중에서 생성된다.

9 질량에 따른 주계열성의 내부 구조

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✗ 질량은 (가)가 (나)보다 크다. 작다
- ✗ 광도는 (가)가 (나)보다 크다. 작다
- ✗ 중심부의 온도는 (가)가 (나)보다 높다. 낮다
- ✗ CNO 순환 반응은 (가)가 (나)보다 우세하다. P-P 반응
- ㉔ 주계열에 머무는 시간은 (가)가 (나)보다 길다.

㉔ 주계열성은 질량이 클수록 핵융합 반응이 활발하여 중심부의 수소가 빨리 소진되므로, 주계열에 머무는 시간이 짧아진다. 따라서 주계열에 머무는 시간은 (가)가 (나)보다 길다.

바로알기 ① 질량이 태양과 비슷한 주계열성은 중심부에 복사로 에너지가 전달되는 복사층이 있고, 질량이 태양의 약 2배 이상인 주계열성은 중심부의 온도가 매우 높아 대류가 일어나는 대류핵이 있다. 따라서 (나)가 (가)보다 질량이 크다.

② 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크므로, 광도는 (나)가 (가)보다 크다.

③ 별의 질량이 클수록 중심부의 온도가 높으므로 중심부의 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

④ (가) 질량이 태양과 비슷한 별은 중심부의 온도가 낮아 양성자·양성자 반응(P-P 반응)이 주로 일어나고, (나) 질량이 태양의 약 2배 이상인 별은 중심부의 온도가 높아 CNO 순환 반응이 주로 일어난다.

10 별의 내부 구조

| 선택지 분석 |

- ✗ 광도가 주기적으로 변한다. 증가한다
- ㉔ 주계열성과 적색 거성 사이의 단계에 해당한다.
- ㉔ 별의 표면 온도는 하강하고, 중심핵의 온도는 상승한다.

주계열성은 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨을 생성하는 단계이며, 중심핵에서 더 이상 수소 핵융합 반응이 일어나지 않으면 주계열성 단계를 벗어난다.

나. 별의 중심에서 수소가 고갈되어 헬륨 핵이 수축하고 있으므로 주계열성 단계를 벗어났으며, 수소각에서 수소 핵융합 반응이 일어나 별의 바깥층이 팽창하고 있으므로 적색 거성으로 진화하는 단계이다.

ㄷ. 별의 바깥층이 팽창하므로 표면 온도는 하강하고, 헬륨 중심핵은 수축하여 중력 수축 에너지에 의해 온도가 상승한다.

바로알기 7. 주계열성을 벗어나 적색 거성으로 진화할 때 별 바깥층의 팽창으로 반지름은 커지고, 표면 온도는 낮아진다. 이때, 표면 온도의 하강 효과보다 반지름이 커지는 효과가 더 커서 광도가 증가한다. 광도가 주기적으로 변하는 별은 적색 거성 이후의 불안정한 단계(맥동 변광성)에 해당한다.

11 별의 마지막 단계에서의 내부 구조

| 선택지 분석 |

- ☐ Ⓐ 질량 ☒ Ⓛ 중심부의 온도
- ☐ Ⓑ 진화 속도

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.

7. 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.

나. 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 |

- ☒ 이 별은 질량이 태양보다 매우 크다.
☒ 이 별은 초신성 폭발 후 행성상 성운을 만들 것이다.
 중성자별이나 블랙홀
☒ 규소 핵융합 반응은 탄소 핵융합 반응보다 더 높은 온도에서 일어난다.

7. 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.

㉔. 규소는 탄소보다 원자 번호가 커서 무거운 원소이므로, 규소 핵융합 반응은 탄소 핵융합 반응에 비해 더 높은 온도에서 일어날 것이다.

바로알기 ㉔. 별의 중심핵에서 철이 생성된 별은 질량이 태양보다 매우 큰 별이며, 이러한 별은 초신성 폭발 후 남은 중성핵의 질량에 따라 블랙홀이나 중성자별이 된다. 행성상 성운은 질량이 태양과 비슷한 별들의 진화 마지막 단계에서 나타난다.

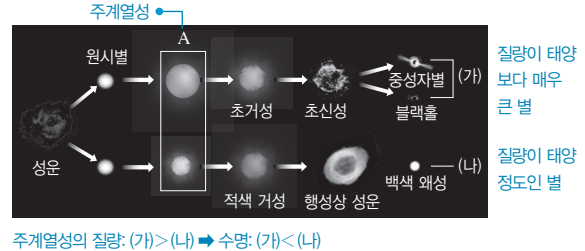
수능 3점 굳히기

본책 171쪽~173쪽

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

1 별의 진화 과정

4. 자료 분석



주계열성의 질량: (가) > (나) ➡ 수명: (가) < (나)

| 선택지 분석 |

- ☒ A 단계에서 중심핵에서는 철이 생성된다. 헬륨
☒ 별의 진화 과정이 (가)와 (나)로 다른 것은 별의 질량 때문이다.
☒ A 단계에서 보내는 시간은 (가)보다 (나)에서 더 길다.

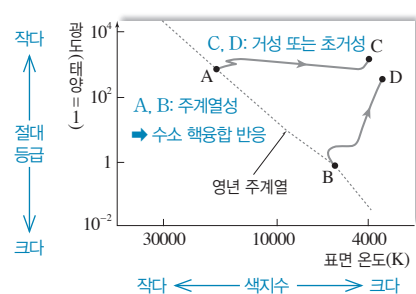
나. 별의 질량에 따라 핵융합 반응으로 소모하는 에너지의 비율이 달라지고, 광도도 달라진다. 이로 인해 별의 질량에 따라 (가)와 (나)로 별의 진화 과정이 달라진다.

다. A는 원시별과 적색 거성(또는 초거성) 사이의 단계이므로, 주계열성이다. 주계열성에 머무르는 기간은 질량이 작을수록 길고, 별의 질량은 (나)가 (가)보다 작기 때문에 A 단계에서 보내는 시간은 (나)가 (가)보다 길다.

바로알기 ㄱ. A는 주계열성 단계로, 중심핵에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 철이 생성되는 규소 핵융합 반응은 질량이 태양보다 매우 큰 별이 초거성 단계가 되었을 때 중심핵에서 일어난다.

2 별의 진화 경로

자료 분석



| 선택지 분석 |

- ☒ 색지수는 A가 C보다 크다. **작다**
☒ 질량은 B가 A보다 크다. **작다**
☒ 절대 등급은 D가 B보다 크다. **작다**
☒ 주계열에 머무는 기간은 B가 A보다 길다.
☒ B의 중심핵에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. **수소**

④ 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.

- ② 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다. B가 A보다 광도가 작으므로 질량이 작다.
- ③ 광도가 클수록 절대 등급이 작다. D가 B보다 광도가 크므로 절대 등급이 작다.
- ⑤ B는 주계열성이므로 중심핵에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 중심핵에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나는 별은 거성이거나 초거성인 C와 D이다.

3 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.

ㄴ. 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.

ㄷ. 질량이 태양 질량 정도인 별의 최종 진화 단계(A)는 백색 왜성이다.

바로알기 ㄱ. 질량이 큰 별일수록 수소 핵융합 반응이 빨리 일어나므로, 수명이 짧다. 따라서 주계열성 단계에 머무는 시간은 질량이 작은 (가)가 (나)보다 길다.

4 행성상 성운과 백색 왜성

| 선택지 분석 |

- ☒ 성운은 **초신성 폭발의 잔해**이다. **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.

ㄴ. 표에서 별 S의 질량이 태양의 0.6배이고, 중심핵의 주요 구성 성분이 탄소와 산소인 것으로 보아 별 S는 백색 왜성이거나 백색 왜성이 되어가는 별이다. 백색 왜성은 질량이 태양과 유사하지만, 크기가 매우 작아 밀도가 크다.

바로알기 ㄱ. 고리 성운이 초신성 폭발의 잔해일 경우, 성운 중심부의 별은 중성자별이거나 블랙홀이어야 한다. S의 중심핵 물질은 탄소와 산소이므로, 이 성운은 초신성 폭발의 잔해가 아니다.

ㄷ. 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.

5 시간에 따른 별의 내부 구성 원소의 비율 변화

| 선택지 분석 |

- ☒ (가)~(다)는 주계열성 단계이다.
- ☒ (나)~(다) 시기에는 별의 표면 온도가 낮아지고, 반지름이 **증가한다**. **표면 온도와 반지름이 일정하다**
- ☒ (다) 이후 중심핵에서는 내부의 압력보다 중력이 더 커진다.

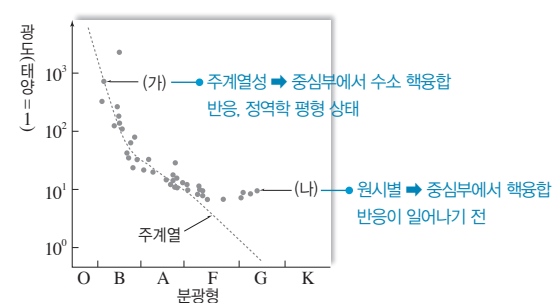
ㄱ. (가)는 원시별에서 주계열성이 되었을 때이고, (다)는 (나)를 거치면서 중심핵에서 수소가 고갈되는 때이다. 따라서 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 (가)~(다)의 시기는 주계열성 단계이다.

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.

6 원시별과 주계열성

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ (가)의 중심에서는 CNO 순환 반응이 나타난다.
- ☒ (나)는 정역학적 평형 상태에 있다. **(가)**
- ☒ 중심부의 온도는 (가)보다 (나)가 **높다**. **낮다**

ㄱ. 별의 질량이 태양과 비슷한 경우는 P-P 반응(양성자-양성자 반응)이 우세하며, 별의 질량이 태양의 약 2배 이상인 경우는 CNO 순환 반응(탄소-질소-산소 순환 반응)이 우세하다. 따라서 태양의 분광형은 G형이고 광도는 1이므로, (가)는 태양보다 질량이 매우 크기 때문에 CNO 순환 반응이 우세하다.

바로알기 ㄴ. (나)는 주계열 이전 단계의 원시별로, 중력 수축이 일어나며 정역학 평형 상태가 아니다.

ㄷ. (가)는 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 주계열성이고, (나)는 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나기 전의 원시별이다. 따라서 중심부의 온도는 (가)가 (나)보다 높다.

7 H-R도와 별의 종류

| 선택지 분석 |

- ☒ A의 중심핵은 **철(Fe)**로 이루어져 있다. **탄소, 산소**
- ☒ B의 중심핵에서는 P-P 반응이 일어나고 있다.
- ☒ 색지수는 C가 가장 **작다**. **크다**
- ☒ 밀도는 B보다 A가 **작다**. **크다**
- ☒ 겉보기 등급은 **C보다 B가 작다**. **비교할 수 없다**

별 A는 백색 왜성, B는 주계열성, C는 적색 거성이다.

② B는 태양(약 5800 K, 4.8등급)과 표면 온도, 절대 등급이 비슷하므로 질량이 태양 정도인 주계열성이다. 따라서 이 주계열성의 중심핵에서는 수소 핵융합 반응이 주로 P-P 반응으로 일어날 것이다.

바로알기 ① A는 백색 왜성으로, 중심핵은 탄소(C)와 산소(O)로 이루어져 있다. 중심핵이 철(Fe)로 이루어진 별은 백색 왜성으로 진화하지 않고, 최종 단계에서 중성자별이나 블랙홀이 된다.

③ 색지수는 표면 온도가 낮을수록 크다. C는 A~C 중 표면 온도가 가장 낮으므로, 색지수가 가장 크다.

④ H-R도에서 밀도는 왼쪽 아래로 갈수록 크고, 오른쪽 위로 갈수록 작다. 따라서 밀도는 백색 왜성 A가 가장 크고, 적색 거성 C가 가장 작다.

⑤ 절대 등급은 제시되어 있지만 별까지 거리를 알 수 없으므로, 겉보기 등급을 비교할 수 없다.

8 별의 진화 단계별 내부 구조

| 선택지 분석 |

㉠ (가) → (나)의 순서로 진화한다.

㉡ (가)는 (나)보다 표면 온도가 낮고, 광도가 크다.

㉢ (가)와 (나)는 모두 별의 내부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

(가)는 중심에서 수소 핵융합 반응이 일어나며, 복사 형태로 에너지를 전달하고 있으므로 질량이 태양과 비슷한 주계열성이다. (나)는 수소각 연소로 인해 별이 팽창하고 있으므로, 주계열성에서 적색 거성으로 진화하고 있는 별의 내부 구조이다.

㉠. 헬륨 핵 수축은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 끝난 후 일어나므로, (가)에서 (나)로 진화한다.

㉡. (가) 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다. (나)의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나지 않지만, 수소 각에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

바로알기 ㉢. 주계열성에서 적색 거성으로 진화하면 H-R도에서 오른쪽 위로 이동한다. 이 과정에서 별의 크기는 증가하고, 표면 온도는 낮아지며, 광도는 커진다. 따라서 (나)는 (가)보다 크기가 크고, 표면 온도가 낮으며, 광도가 크다.

9 주계열성의 내부 구조

| 선택지 분석 |

㉠ 주계열에 머무는 시간은 B가 A보다 길다.

㉡ (나)는 A의 내부 구조를 나타낸 것이다. B

㉢ B의 중심핵에서는 양성자-양성자 반응(P-P 반응)이 우세하게 일어난다.

㉠. H-R도에서 A는 B보다 왼쪽 위에 있으므로, 질량이 크다. 질량이 큰 주계열성일수록 중심핵에서 에너지의 생성이 활발하다. 따라서 주계열에 머무는 시간은 B가 A보다 길다.

㉡. B는 질량이 태양 정도인 주계열성이므로, 중심핵에서 양성자-양성자 반응(P-P 반응)이 우세하게 일어난다.

바로알기 ㉢. (나)는 질량이 태양과 비슷한 주계열성의 내부 구조이므로, B의 내부 구조를 나타낸 것이다.

10 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

A는 거성 또는 초거성, B와 C는 주계열성이다.

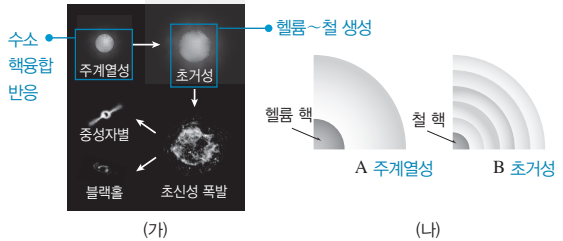
㉠. 별 A는 C보다 절대 등급이 작으므로, 광도가 크다. A는 C와 표면 온도가 같은데도 광도가 크므로 C보다 반지름이 크다.

㉡. 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다. 따라서 별 B는 C보다 질량이 큰 주계열성이므로, 수명이 짧다.

바로알기 ㉢. (나)와 같은 내부 변화는 주계열성에서 거성(초거성)으로 진화할 때 나타나므로, 별 B에서 A로 변해갈 때의 모습이다.

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_☉의 별은 진화 과정에서 (나)와 같은 내부 구조가 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 문제

본책 175쪽, 177쪽

- 1 (1) 외계 행성 (2) 도플러 효과 (3) 청색 편이 (4) 식 현상 (5) 미세 중력 렌즈 현상 2 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 3 생명 가능 지대
4 (1) 지구 (2) 멀어진다 (3) 넓어진다 5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ 6 ㉠ 전파 망원경, ㉡ 외계 지적 생명체

1 (1) 태양이 아닌 다른 별 주위를 공전하고 있는 행성을 외계 행성이라고 한다.

(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 중력 때문에 뒤에서 오는 별빛이 휘어져 관찰되는 현상을 미세 중력 렌즈 현상이라고 한다. 이때, 뒤에서 오는 별빛이 밝게 관측된다.

2 (1) 도플러 효과를 이용하여 외계 행성을 탐사하려면 중심별에서 나오는 빛의 파장 변화를 관측해야 한다.

(2) 별이 관측자로부터 멀어지면 별빛의 파장이 길어져 스펙트럼에서 적색 편이가 나타나고, 관측자에게 가까워지면 별빛의 파장이 짧아져 스펙트럼에서 청색 편이가 나타난다.

(3) 외계 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 수직을 이루면 식 현상이 일어나지 않으므로 식 현상을 이용한 외계 행성의 탐사 방법을 이용할 수 없다.

(4) 미세 중력 렌즈 현상을 이용하여 외계 행성을 발견하려면 별빛의 밝기 변화를 관측해야 한다.

3 중심별 주위에서 온도가 적당하여 물이 액체 상태로 존재할 수 있는 거리의 영역을 생명 가능 지대라고 한다.

4 (1) 태양계에서 생명 가능 지대에 속해 있는 행성은 지구가 유일하다.

(2), (3) 중심별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 거리는 중심별에서 멀어지고, 폭은 넓어진다. 따라서 주계열성은 질량이 클수록 광도가 커져 생명 가능 지대의 거리가 중심별에서 멀어지고, 생명 가능 지대의 폭이 넓어진다.

5 (1) 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 행성이 중심별에서 적당한 거리에 있어야 한다.

(2) 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 행성이 생명 가능 지대에 속해 액체 상태의 물이 존재해야 한다.

(3) 행성이 형성된 후 생명체가 탄생하고 진화하기까지 충분한 시간이 필요하므로 중심별의 진화 속도가 느리고, 수명이 충분히 길어야 한다.

(4) 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 온실 효과를 일으켜 행성의 온도를 알맞게 유지하고, 생명체에 해로운 우주에서 오는 자외선을 차단하는 적절한 두께의 대기가 있어야 한다.

(5) 행성에 생명체가 존재하기 위해서는 우주에서 오는 유해한 우주선으로부터 생명체를 보호하는 자기장이 형성되어 있어야 한다.

6 세티(SETI) 프로젝트는 전파 망원경을 이용하여 외계 지적 생명체가 보내는 인공적인 전파를 찾는 활동이다.

수능 자료 마스터

본책 178쪽~179쪽

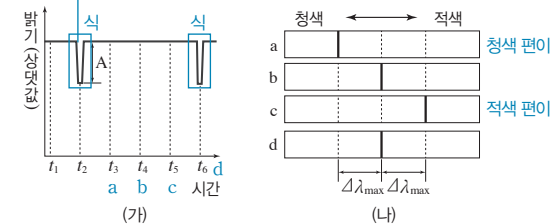
자료 ㉠ 1 ㉡

자료 ㉢ 2 ㉣

1

자료 분석

● 식 현상이 일어날 때 행성이 지구에서 가장 가깝고, 시선 방향에 수직으로 움직여 시선 속도가 0이므로 편이가 나타나지 않는다.



ㄱ. t_2 일 때 식 현상이 일어났으므로 t_3 일 때 행성은 지구로부터 멀어지고 있고, 중심별은 지구와 가까워지고 있다. 따라서 t_3 일 때 관측한 스펙트럼은 청색 편이가 나타나는 a이다.

ㄴ. 행성의 반지름이 클수록 중심별을 가리는 면적이 커지기 때문에 중심별의 밝기 감소량 A가 커진다.

ㄷ. 행성의 질량이 클수록 중심별과 행성의 공통 질량 중심의 위치가 별에서 멀어진다. 이로 인해 중심별이 공통 질량 중심을 회전하는 속도가 커져 스펙트럼의 최대 편이량 $\Delta\lambda_{\max}$ 이 커진다.

2 ㄱ. 중심별로부터 단위 시간당 단위 면적에서 받는 복사 에너지(S)는 $B=C<A$ 이다.

바로알기 ㄴ. 중심별이 같을 때 행성이 중심별로부터 단위 시간당 단위 면적에서 받는 복사 에너지(S)는 중심별에 가까울수록 크다. 따라서 행성이 받는 S가 크면 행성의 공전 궤도 반지름이 작다.
ㄷ. C는 B보다 중심별의 표면 온도가 낮아도 불구하고 S는 B와 같으므로 B보다 중심별에 더 가까이 위치한다. 따라서 행성의 공전 궤도 반지름은 C가 B보다 작다.

수능 2점 다지기

본책 180쪽~182쪽

- 1 ㉡ 2 ㉠ 3 ㉡ 4 ㉢ 5 ㉣ 6 ㉤
7 ㉢ 8 ㉠ 9 ㉣ 10 ㉠ 11 ㉠ 12 ㉢

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 $\frac{T_3 \sim T_4}{T_4 \sim T_5}$ 에 해당한다.

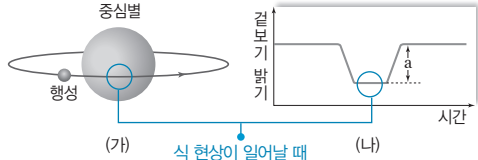
ㄴ. 행성의 질량이 클수록 중심별이 공통 질량 중심에 대해 회전하는 속도가 커지므로 시선 속도의 변화량이 커져 (나)에서 a가 커진다.

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 **최대**이다. **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) 방법 **두 방법 모두** 이용할 수 있다.

(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.

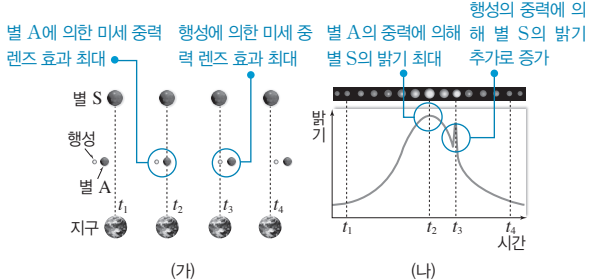
ㄱ. (가)에서 중심별이 시선 방향에서 관측자에게 다가오고 있으므로, 별빛의 파장이 짧아져 스펙트럼에서 흡수선이 파장이 짧은 쪽으로 치우치는 청색 편이가 나타난다. 반면에, 중심별이 시선 방향에서 관측자로부터 멀어지면 별빛의 파장이 길어져 스펙트럼에서 흡수선이 파장이 긴 쪽으로 치우치는 적색 편이가 나타난다.

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. (가)와 (나) 모두 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향에 거의 나란해야 외계 행성 탐사에 이용하기 쉽다.

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.

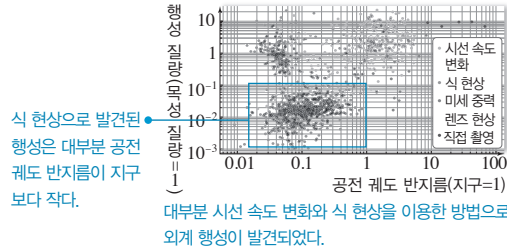
㉠. (가)와 같이 별 주위를 공전하는 행성이 중심별 앞쪽을 지날 때 별의 일부가 가려진다. 이때, 행성의 반지름이 클수록 별의 밝기 변화가 크므로 외계 행성의 존재를 확인하기 쉽다.

㉡. 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.

㉢. (다)에서 미세 중력 렌즈 현상을 이용하는 방법은 행성을 거느린 별의 중력에 의해 뒤쪽 별의 밝기가 불규칙하게 변하는 것을 통해 행성의 존재를 탐사하므로 뒤쪽 별의 밝기 변화를 관측한다.

7 발견된 외계 행성의 특징

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 식 현상으로 발견된 행성은 대부분 공전 궤도 반지름이 지구보다 작다.
- ㉡ 시선 속도 변화로 발견된 행성 중 질량이 목성보다 큰 행성은 공전 궤도 반지름이 지구보다 큰 것이 많다.
- ㉢ 현재까지는 네 가지 방법 중 배경별의 밝기 변화를 관측하여 발견된 행성이 가장 많다. **적다**

㉠. 식 현상을 이용하여 발견된 행성은 대부분 공전 궤도 반지름이 1 AU 미만이므로 지구보다 공전 궤도 반지름이 작다.

㉡. 시선 속도 변화는 도플러 효과를 이용하는 방법이다. 이 방법을 이용하여 발견된 행성들 중 질량이 목성보다 큰 행성은 공전 궤도 반지름이 1 AU보다 작은 경우보다 큰 경우가 많다.

㉢. 배경별의 밝기 변화를 관측하여 발견된 행성은 미세 중력 렌즈 현상을 이용하여 발견된 행성이며, 이 방법으로 발견된 행성 수는 시선 속도 변화나 식 현상을 이용하여 발견된 행성 수보다 훨씬 적다.

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**

㉠. 외계 행성이 많이 발견되는 중심별의 질량은 대부분 태양 질량의 0.8배~1.4배이므로 태양과 질량이 비슷하다.

㉡. 그림에서 중심별의 질량이 태양보다 매우 큰 경우, 주변에서 발견된 행성의 수가 감소한다. 중심별의 질량이 너무 크면 주변에 행성이 존재하더라도 행성의 존재를 확인하기 어렵다.

㉢. 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 주계열성의 질량에 따른 생명 가능 지대의 거리와 폭

| 선택지 분석 |

- ㉠ 질량은 태양이 B의 중심별보다 크다.
- ㉡ 생명 가능 지대의 폭은 태양이 B의 중심별보다 넓다.
- ㉢ 물이 액체 상태로 존재할 가능성은 A가 B보다 **높다**. **낮다**

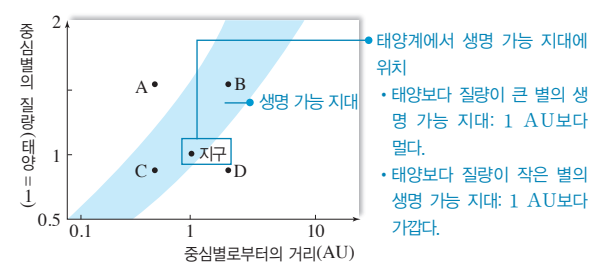
㉠. 태양과 B의 중심별은 모두 주계열성이므로 질량이 클수록 광도가 크고, 표면 온도가 높으며, 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어진다. 태양으로부터 생명 가능 지대까지의 거리는 약 1 AU이므로, B의 중심별로부터 생명 가능 지대까지의 거리보다 더 멀다. 따라서 질량은 태양이 B의 중심별보다 크다.

㉡. 생명 가능 지대의 폭은 별의 광도가 클수록 넓고, 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다. 질량은 태양이 B의 중심별보다 크기 때문에 광도가 커서 생명 가능 지대의 폭은 태양이 B의 중심별보다 넓다.

㉢. 생명 가능 지대에 위치한 행성에서는 물이 액체 상태로 존재할 가능성이 높다. A는 생명 가능 지대보다 중심별에 가까이 위치하고, B는 생명 가능 지대에 위치하므로 물이 액체 상태로 존재할 가능성은 B가 A보다 높다.

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**

㉠. 생명체가 존재할 가능성은 A보다 생명 가능 지대에 위치한 C가 크다. A는 C보다 주계열성인 중심별의 질량이 커서 광도가 크므로, 표면 온도가 높아서 생명체가 존재할 가능성이 크다.

㉡. 액체 상태의 물이 존재할 가능성은 D보다 생명 가능 지대에 있는 C가 크다. D는 온도가 낮아서 물이 얼어 있을 것이다. ㉢. 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

㉠. $t_0 \sim t_1$ 동안 중심별로부터 생명 가능 지대까지의 거리가 멀어지고 폭이 넓어졌으므로, 별의 광도는 증가하였다.

바로알기 ㉡. t_0 일 때 행성 C는 생명 가능 지대의 바깥쪽에 위치하므로, 물은 대부분 고체 상태로 존재할 것이다.

㉢. 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.

㉠. O형에서 M형으로 갈수록 별의 질량이 작아지므로, 별의 수명이 길어진다.

㉡. O형에서 M형으로 갈수록 광도가 작아지므로, 생명체가 존재할 수 있는 생명 가능 지대가 중심별에 가까워진다.

바로알기 ㉢. O형 별은 수명이 짧기 때문에 생명체가 탄생하고 진화할 시간이 충분하지 않으므로 행성에 지적 생명체가 존재할 가능성이 작다.

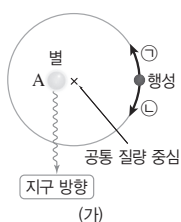
수능 3점 끝내기

본책 183쪽~185쪽

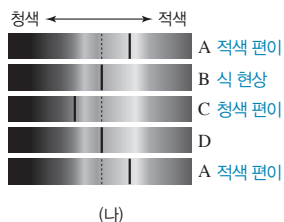
- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ④ | 2 ⑤ | 3 ⑤ | 4 ③ | 5 ② | 6 ① |
| 7 ⑤ | 8 ⑤ | 9 ⑤ | 10 ③ | 11 ⑤ | 12 ④ |

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.

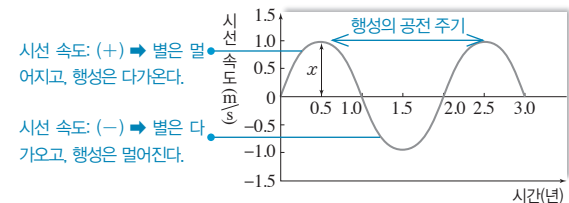
㉡. 행성이 ㉡ 방향으로 90° 공전하면 B일 때 식 현상이 나타나므로 중심별의 밝기가 가장 어두워진다.

㉢. 중심별의 질량이 더 컸다면 공통 질량 중심의 위치는 중심별에 더 가까워지고, 중심별의 회전 속도는 더 줄어든다. 따라서 도플러 효과에 의한 스펙트럼의 편이량은 감소한다.

바로알기 ㉠. (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, x는 더 커질 것이다.

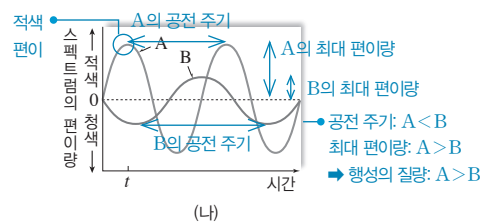
㉠. 별과 행성은 공통 질량 중심을 같은 주기로 회전하므로, 별의 시선 속도 변화 주기가 곧 행성의 공전 주기가 된다. 따라서 행성의 공전 주기는 2년이다.

㉡. 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.

㉢. 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 |

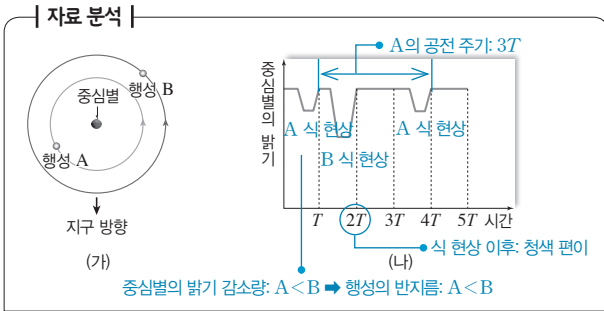
- ㉠ t 일 때, A의 행성은 지구에 가까워지고 있다.
- ㉡ A의 행성이 B의 행성보다 공전 주기가 짧다.
- ㉢ A의 행성이 B의 행성보다 질량이 크다.

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.

ㄷ. 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 현상을 이용한 외계 행성 탐사



| 선택지 분석 |

- ㉠ A의 공전 주기는 $3T$ 이다.
- ㉡ A는 B보다 반지름이 크다. **작다**
- ㉢ $2T$ 일 때, 중심별의 스펙트럼을 관측하면 청색 편이가 나타난다.

ㄱ. 식 현상의 주기는 행성의 공전 주기와 같다. (나)에서 중심별의 밝기 감소가 작게 나타나는 주기는 $3T$ 이고, 밝기 감소가 크게 나타나는 주기는 $3T$ 보다 길다. 따라서 중심별에서 가까운 A의 공전 주기는 $3T$ 이다.

ㄷ. $2T$ 일 때 행성 A는 식 현상 이후이므로 지구로부터 멀어지고 있고, 행성 B도 식 현상 이후이므로 지구로부터 멀어지고 있다. 행성 A와 B가 모두 멀어지므로, 중심별은 지구로 접근하고 있다. 따라서 중심별의 별빛 스펙트럼에서 청색 편이가 나타난다.

바로알기 ㄴ. 행성의 반지름이 클수록 중심별을 가리는 면적이 넓어지기 때문에 중심별의 밝기 감소량이 크다. (나)에서 행성 A에 의한 밝기 감소량이 B에 의한 밝기 감소량보다 작으므로 행성의 반지름은 A가 B보다 작다.

5 중심별의 시선 속도 변화와 겉보기 밝기 변화

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 T_1 일 때 (나)에서 겉보기 밝기는 최소이다. **최대**
- ㉡ (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.

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. 따라서 (가)에서 T_4 일 때는 (나)에서 t_5 이고, T_1 일 때는 t_2 이므로 겉보기 밝기는 최대이다.

ㄷ. (나)에서 t_4 일 때는 식 현상이 일어나기 직전이므로, 행성은 지구에 가까워지고 있다.

6 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.

7 식 현상과 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 A는 행성의 공전 주기이다.
- ㉡ (가)에서 행성의 반지름이 클수록 B는 커진다.
- ㉢ (가)는 반지름이 큰 행성을 탐사하는 데 유리한 방법이다.
- ㉣ (나)에서 시선 방향에 대해 배경별과 일직선을 이루는 시기는 별이 행성보다 빨랐다.
- ㉤ (가)와 (나) 모두 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 수직을 이룰 때는 탐사할 수 없다. **(가)는**

(가)는 식 현상을, (나)는 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법이다.

㉠ (가)에서 A는 행성에 의한 식 현상이 반복되는 주기이므로, 행성의 공전 주기와 같다.

㉡ (가)에서 B는 행성에 의해 가려진 별의 면적이 클수록 크다. 따라서 행성의 반지름이 클수록 B는 커진다.

㉢ (가)에서 행성의 반지름이 클수록 식 현상이 일어날 때 별의 밝기가 크게 감소하여 행성 탐사할 때 유리하다.

㉣ (나)에서 행성을 동반한 앞쪽 별에 의한 미세 중력 렌즈 현상을 분석해 보면, 별에 의한 미세 중력 렌즈 현상이 행성에 의한 미세 중력 렌즈 현상보다 먼저 나타났으므로, 시선 방향에 대해 배경별과 일직선이 되는 시기는 행성보다 별이 더 빨랐다.

바로알기 ㉤ (가)에서 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향에 수직일 때는 행성에 의한 중심별의 식 현상이 일어나지 않기 때문에 외계 행성을 탐사할 수 없다. 하지만 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 수직을 이루어도 미세 중력 렌즈 현상은 나타나므로, (나)를 이용하여 외계 행성을 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 AU($=2.0-1.2$)이므로, A의 생명 가능 지대의 폭은 0.8 AU보다 클 것이다.

ㄷ. 주계열성의 질량이 작을수록 별의 진화 속도가 느리기 때문에 생명 가능 지대의 변화도 느리다. 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 AU보다 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.

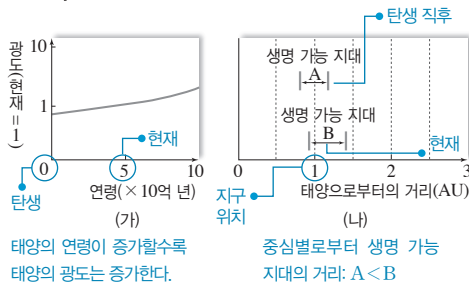
ㄴ. A의 중심별은 태양보다 광도가 작은 별이다. 따라서 중심별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 거리는 멀어지므로 생명 가능 지대에 위치한 A의 공전 궤도 반지름은 지구의 공전 궤도 반지름(1 AU)보다 작다.

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, B가 0.75이다.

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 AU인 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 별의 진화와 생명 가능 지대의 위치 변화

| 선택지 분석 |

- ☐ Ⓐ 별의 질량은 태양보다 크다.
- ☐ Ⓑ 현재의 외계 행성에는 액체 상태의 물이 존재할 수 있다.
- ☐ Ⓒ 20억 년 후에 별의 광도는 현재보다 크다.

ㄱ. 현재 이 별 주위의 생명 가능 지대가 1 AU와 2 AU 사이에 있으므로 태양 주위의 생명 가능 지대인 1 AU보다 멀다. 또, 주계열성인 별은 질량이 클수록 광도가 크며, 별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 거리는 중심별에서 멀어진다. 따라서 이 별의 광도는 태양의 광도보다 크므로 이 별의 질량은 태양보다 크다.

ㄴ. 현재의 외계 행성은 생명 가능 지대에 속해 있으므로, 액체 상태의 물이 존재할 수 있다.

ㄷ. 20억 년 후에는 생명 가능 지대가 현재보다 더 바깥쪽으로 이동해 있으므로, 별의 광도가 현재보다 커질 것이다.

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 앞으로 중심별이 주계열성인 (나)가 (다)보다 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 AU이므로 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 문제

본책 187쪽

- 1 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 2 (1) × (2) ○ (3) × 3 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉠

1 (1) 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7까지 세분할 수 있다. E0은 E7보다 구형에 가깝다.

- (2) 나선 은하는 은하핵과 원반, 나선팔이 존재한다.
(3) 불규칙 은하는 일정한 모양을 갖추고 있지 않다.

2 (1) 타원 은하는 편평도에 따라 E0부터 E7까지 분류한다.
(2) 막대 나선 은하는 은하핵을 가로지르는 막대 모양의 구조가 있고, 정상 나선 은하는 막대 모양의 구조가 없다.
(3) 허블은 일정한 모양이나 규칙적인 구조가 없는 은하는 불규칙 은하로 분류하였다.

3 (1) 전파 은하: 중심에 핵이 있고 양쪽에 로브가 있으며, 로브와 핵은 제트로 연결되어 있다.
(2) 퀘이사: 관측 사진에서는 별처럼 보이기 때문에 준성전파원이라고도 한다. 보통 은하보다 훨씬 많은 에너지를 방출하고, 매우 멀리 있으며, 초기 우주에 형성된 천체이다. 후퇴 속도가 크기 때문에 매우 큰 적색 편이가 나타난다.
(3) 세이퍼트 은하: 보통의 은하에 비하여 아주 밝은 핵과 넓은 방출선을 보인다.

수능 자료 마스터

본책 188쪽

자료 ㉠ 1 ⑤

자료 ㉡ 2 ③

1 A는 타원 은하이고, B는 불규칙 은하이다.
㉠. 성간 물질은 별의 평균 연령이 높은 타원 은하(A)보다 불규칙 은하(B)에 더 많이 분포한다.

㉡. 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.

바로알기 ㉢. 타원 은하는 E0는 구형에 가깝고, E7으로 갈수록 편평도가 커져 납작한 타원 모양이다. A는 편평도가 크므로 E0에 해당하지 않는다.
㉣. 은하의 형태는 은하의 진화와 관련이 없다.

2 ㉠. (가)는 수소 방출선의 적색 편이량이 매우 크게 나타나므로 우주 탄생 초기에 생성된 퀘이사이다.
㉡. (가)와 (나)는 모두 적색 편이가 나타나므로 우리은하로부터 멀어지고 있다.

바로알기 ㉣. 허블 법칙에서 적색 편이량이 클수록 후퇴 속도가 크고, 우리은하로부터의 거리가 멀다. 따라서 우리은하로부터의 거리는 (나)보다 (가)가 멀다.

수능 2점 다지기

본책 189쪽~191쪽

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

1 은하의 분류

| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 불규칙 은하이다.
㉡ 우리은하는 B에 해당한다. D
㉢ D는 편평도에 따라 세분화된다.
나선팔이 감긴 정도와 은하핵의 상대적인 크기

㉣. A는 모양이 규칙적이지 않으므로 불규칙 은하이다.

바로알기 ㉤. B는 모양이 규칙적이지만 나선팔이 없으므로 타원 은하이다. 우리은하는 막대 나선 은하이므로 D에 해당한다.

㉥. D는 모양이 규칙적이고 나선팔이 있으며 중심부에 막대 구조가 있으므로 막대 나선 은하이다. 편평도에 따라 세분화되는 은하는 타원 은하(B)이다.

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 ㄷ. 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 |

- ① 우리은하는 (다)에 속한다.
- ② (가)는 규칙적인 모양을 갖지 않는다.
- ❌ (나)는 은하의 진화 정도에 따라 세분화된다.
은하 중심핵의 상대적 크기와 은하의 나선팔이 감긴 정도
- ④ (나)와 (다)는 막대 구조의 유무에 따라 구분된다.
- ⑤ (라)는 편평도에 따라 세분화된다.

(가)는 불규칙 은하, (나)는 정상 나선 은하, (다)는 막대 나선 은하, (라)는 타원 은하이다.

- ① 우리은하는 (다)와 같은 막대 나선 은하에 속한다.
- ② (가)는 규칙적인 모양을 갖지 않는 불규칙 은하이다.
- ④ (나)는 막대 구조가 없는 정상 나선 은하이고, (다)는 은하 중심부에 막대 구조가 나타나는 막대 나선 은하이다.
- ⑤ (라)의 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7까지로 세분화된다.

바로알기 ③ (나)와 (다)의 나선 은하는 은하 중심핵의 상대적 크기와 은하의 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. 진화하지 않는다
- ㉠ 나선팔의 유무에 따라 (가)와 (다)를 (나)와 구분할 수 있다.

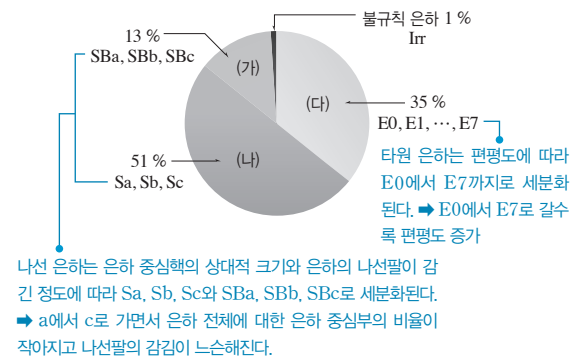
(가)는 타원 은하, (나)는 정상 나선 은하, (다)는 불규칙 은하이다.
ㄷ. 나선팔 구조를 가지는 은하는 (나) 정상 나선 은하이다.

바로알기 ㄱ. (다)는 비대칭적이고 규칙적인 모양을 보이지 않는 불규칙 은하이다.

ㄴ. 허블은 새로 태어난 은하는 타원 은하에서 출발해 나이를 먹어감에 따라 나선 은하로 바뀌며 불규칙 은하로 일생을 마감한다고 제안했었다. 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

(가)는 막대 나선 은하, (나)는 정상 나선 은하, (다)는 타원 은하이다.

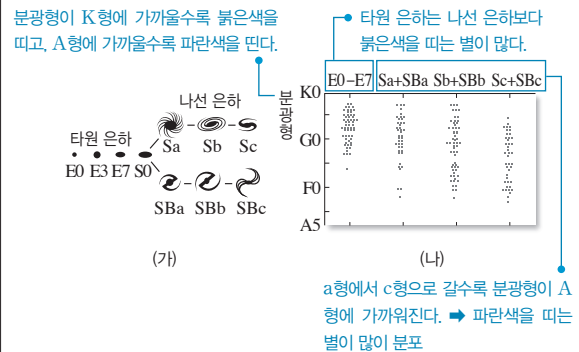
ㄱ. 우리은하는 막대 모양의 구조와 나선팔을 가지고 있는 막대 나선 은하이다.

ㄴ. Sa는 나선팔이 은하핵에 가깝게 감겨 있고, Sc는 나선팔이 은하핵에서 떨어져 있다.

바로알기 ㄷ. 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7까지로 구분하는데, 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

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ❌ 타원 은하에는 나선 은하보다 파란색을 띠는 별들이 많다.
- ❌ 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 붉은색을 띠는 별들이 많다.
- ㉠ 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 은하 전체에 대한 은하핵의 비율이 작다.

ㄷ. 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 ㄱ. 그림 (나)에서 분광형이 K형에 가까울수록 붉은색을 띠고 A형에 가까울수록 파란색을 띤다. 따라서 타원 은하는 K형에 가까우므로 나선 은하보다 붉은색을 띠는 별들이 많다.

ㄴ. 그림 (나)에서 나선 은하의 분광형 분포를 보면 a형에서 c형으로 갈수록 분광형이 A형에 가까워진다. 따라서 나선 은하는 a형 → b형 → c형으로 갈수록 파란색을 띠는 별들이 많이 분포한다.

8 특이 은하

| 자료 분석 |

A	전파 은하	㉠	은하지만 너무 멀리 있어 하나의 별처럼 보인다.
B	퀘이사	㉡	스펙트럼 상에 넓은 방출선이 나타난다.
C	세이퍼트은하	㉢	제트로 연결된 로브가 핵의 양쪽에 대칭으로 나타난다.

(가) (나)

세이퍼트은하에서 넓은 방출선을 보이는 것은 은하 내의 가스운이 매우 빠른 속도로 움직이고 있기 때문이다.

| 선택지 분석 |

	A	B	C
㉠	㉠	㉡	㉢
㉡	㉠	㉢	㉡
㉢	㉡	㉠	㉢
㉣	㉢	㉡	㉠
㉤	㉢	㉠	㉡

A: 전파 은하는 보통의 은하보다 수백 배 강한 전파를 방출하는 은하로, 관측하는 방향에 따라 핵이 뚜렷한 전파원으로 보이거나 제트로 연결된 로브가 핵의 양쪽에 대칭으로 나타나는 모습으로 관측된다. ➡ ㉢

B: 퀘이사는 적색 편이가 매우 크게 나타나는 천체인데, 이는 지구로부터 매우 멀리 떨어져 있기 때문이다. ➡ ㉠

C: 세이퍼트은하는 형태상으로 볼 때 나선 은하에 속하는데, 보통 은하에 비해 아주 밝은 중심핵을 가지고 있고 빠른 회전으로 인해 생기는 넓은 방출선이 나타난다. ➡ ㉡

9 전파 은하의 구조

| 선택지 분석 |

- ① 이 은하는 전파 은하이다.
- ② 전파 로브는 전파 방출이 두드러진 영역이다.
- ③ 전파 로브와 제트 영역에서는 X선을 방출한다.
- ④ 제트 영역에서는 물질이 분출되고 있을 것으로 추정하고 있다.
- ❌ ⑤ 두 개의 전파 로브 사이의 거리는 보통 우리은하의 크기에 해당한다. **은하 크기의 수 배~수백 배 정도**

① 은하들 중에서 특히 강한 전파를 방출하는 은하들을 전파 은하라고 한다.

② 전파 은하는 중심핵, 로브, 제트로 이루어져 있다. 로브의 크기는 보통 눈에 보이는 은하의 수 배 정도이며, 로브 사이의 간격은 은하 크기의 수백 배에 이르는 것도 있다.

③, ④ 로브와 제트는 강한 X선을 방출하며, 제트 영역에서는 물질이 분출되고 있을 것으로 추정된다.

바로알기 ⑤ 두 개의 전파 로브 사이의 거리는 보통 은하 크기의 수 배~수백 배 정도이다.

10 전파 은하

| 선택지 분석 |

- ㉠ 이 은하는 강한 전파를 방출한다.
- ㉡ 중심핵에서는 물질이 분출되고 있다.
- ❌ ㉢ 이 은하를 모양에 따라 분류하면 **나선 은하**에 해당한다. **타원 은하**

ㄱ. (나)에서 강한 전파가 방출되고 있음을 관찰할 수 있다.

ㄴ. (나)의 중심핵에서 물질이 분출되고 있음을 관찰할 수 있다.

바로알기 ㄷ. (가)에서 이 은하는 나선팔이 없고 원에 가까운 타원 은하에 해당하는 것을 알 수 있다.

11 퀘이사

| 선택지 분석 |

- ❌ ㉠ 청색 편이가 매우 크게 나타난다. **적색 편이**
- ㉡ 비교적 우주 탄생 초기에 형성되었다.
- ㉢ 보통의 타원 은하나 나선 은하에 비해 에너지 방출량이 매우 많다.

그림은 평범한 별처럼 보이지만 수많은 별들을 포함하는 퀘이사의 모습이다.

ㄴ. 퀘이사는 빅뱅 이후 비교적 우주 탄생 초기에 생성된 것으로, 가장 멀리 있는 퀘이사의 경우 빅뱅 이후 약 8억 년이 되었을 때 형성된 것으로 밝혀졌다.

ㄷ. 퀘이사는 보통의 타원 은하나 나선 은하에 비해 전 파장 영역에 걸쳐 방출되는 에너지양이 매우 많다. 퀘이사는 일반 은하의 수백 배 정도의 에너지를 방출한다.

바로알기 ㄱ. 퀘이사의 가장 큰 특징은 적색 편이가 매우 크게 나타난다는 점이다. 이는 우리은하로부터 매우 먼 거리에 있음을 의미한다.

12 세이퍼트은하와 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.** **거대한 분자 구름이**

ㄱ. 허블의 은하 분류에 의하면 (가)는 나선팔을 가지고 있으므로 나선 은하에 해당한다.

ㄴ. (나)는 은하핵에서 강한 전파를 방출하는 전파 은하로, 전체적인 모양은 타원체로서 타원 은하로 분류된다. (가)와 (나)는 특이한 유형의 스펙트럼을 나타내거나 특정 파장의 전자기파를 방출하기 때문에 허블의 기준으로 분류되지 않는 특이 은하로 분류된다. 특이 은하는 일반 은하에 비해 중심부에서 강한 전파나 X선 등 막대한 양의 에너지를 방출하는 특징이 있다.

바로알기 ㄷ. (다) 충돌 은하에서는 거대한 분자 구름이 충돌하면서 많은 별이 한꺼번에 탄생하기도 하며, 별 사이의 충돌은 거의 일어나지 않는다.

- 1 ③ 2 ① 3 ② 4 ② 5 ③ 6 ③
7 ④ 8 ③

1 허블의 은하 분류

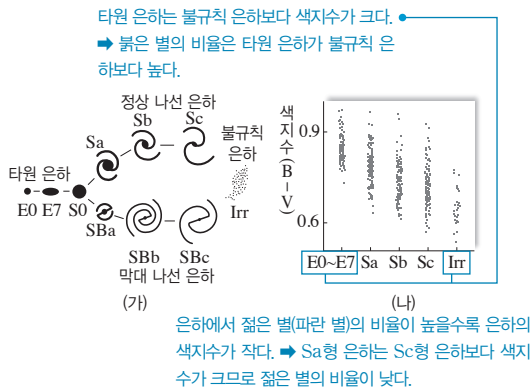
| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 불규칙 은하이다.
 ✕ B의 경우 별의 평균 색지수는 은하 중심부보다 나선팔에서 크다. **작다**
 ㉡ 보통 물질 중 성간 물질이 차지하는 질량의 비율은 B가 C보다 크다.

㉠. A는 불규칙 은하, B는 나선 은하, C는 타원 은하이다.
 ㉡. 타원 은하는 성간 물질이 거의 없는 반면, 나선 은하의 나선팔에는 성간 물질이 많이 분포하고 있다. 따라서 보통 물질 중 성간 물질이 차지하는 질량의 비율은 B가 C보다 크다.
바로알기 ㉢. 나선 은하의 경우 은하 중심부에는 나이가 많은 붉은 별이 많고, 나선팔에는 젊고 파란 별이 주로 분포한다. 붉은색 별은 파란색 별보다 색지수가 크기 때문에 별의 평균 색지수는 나선팔보다 은하 중심부에서 크다.

2 은하의 분류와 특징

| 자료 분석 |



| 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.
 ㉠. 타원 은하는 불규칙 은하보다 색지수가 크므로, 붉은 별의 비율은 타원 은하가 불규칙 은하보다 높다.
바로알기 ㉢. 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.
 ㉡. 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.

3 파장에 따른 안드로메다은하의 관측

| 선택지 분석 |

- ✕ 안드로메다은하는 타원 은하에 속한다. **정상 나선 은하**
 ✕ 성간 물질이 거의 존재하지 않는다. **존재한다**
 ㉡ 높은 온도의 별을 관측하기에 가장 적합한 영상은 (가)이다.

㉡. 안드로메다은하는 정상 나선 은하에 속하며 나선팔에 많은 성간 물질이 존재한다. 고온의 천체일수록 짧은 파장으로 많은 에너지를 방출하므로, 자외선 영상으로부터 고온의 천체들이 분포하고 있는 영역을 알 수 있다.
바로알기 ㉠. 안드로메다은하는 정상 나선 은하에 속한다.
 ㉢. 성간 물질은 원반 상에 많이 분포한다.

4 형태에 따른 은하의 특징

| 선택지 분석 |

- ✕ 거대한 규모의 은하는 주로 불규칙한 모양을 띠고 있다. **타원 모양**
 ㉡ 나선 은하에서 젊은 별은 주로 나선팔에 분포한다.
 ✕ 타원 은하는 성간 물질이 다른 은하에 비해 많다. **적다**

㉢. 나선 은하에서 젊은 별은 주로 나선팔에 분포하고, 늙은 별은 중심부와 헤일로에 많다.
바로알기 ㉠. 거대한 규모의 은하는 주로 타원 은하이다.
 ㉡. 타원 은하는 성간 물질이 다른 은하에 비해 적기 때문에 새로 생성되는 젊은 별이 거의 없다.

5 특이 은하

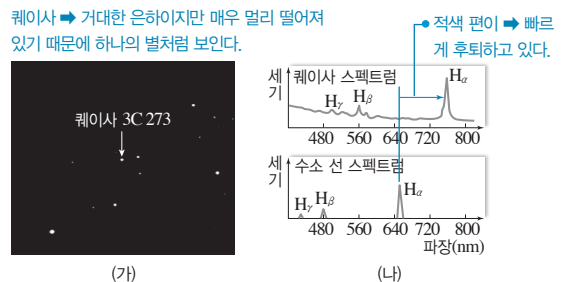
| 선택지 분석 |

- ㉠ (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 세이퍼트은하이고, (나)는 퀘이사이다.
 ㉠. 다른 보통의 은하와는 달리 세이퍼트은하의 스펙트럼에 나타나는 넓은 방출선은 은하의 빠른 회전에 의한 것으로 해석된다.
 ㉡. 우리은하로부터 매우 먼 거리에 떨어져 있는 퀘이사는 빅뱅 후 비교적 이른 시기에 형성된 것으로 추정되는 천체이다.
바로알기 ㉢. (나)는 퀘이사로, 적색 편이가 매우 큰 퀘이사는 우리 은하로부터 매우 먼 거리에 떨어져 있다.

6 퀘이사

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㄱ. (가)에서 퀘이사 3C 273은 별처럼 보인다.
- ㄴ. (나)의 퀘이사 스펙트럼에는 수소 방출선이 적색 이동되어 있다.
- ㄷ. 퀘이사는 우리은하 안에 있는 천체이다. **밖**

ㄱ. (가)에서 퀘이사와 주변에 있는 별들을 비교해 보면 퀘이사는 별처럼 보인다.

ㄴ. (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.

바로알기 ㄷ. 퀘이사는 거대한 은하이지만 매우 멀리 있기 때문에 하나의 별처럼 보이는 천체이다. 따라서 퀘이사는 우리은하 밖에 있는 천체이다.

7 퀘이사

| 자료 분석 |

3C 279까지의 거리가 53억 광년 → 현재 이 퀘이사가 관측되고 있으므로 이 퀘이사는 적어도 53억 년 전 이전에 생성되었다.



거리(억 광년)	53
적색 편이량 ($z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$)	0.53
겉보기 등급	17.8

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \text{에서 } 0.53 = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \text{이다.}$$

| 선택지 분석 |

- ㄱ. 항성이다. **은하**
- ㄴ. 도플러 효과가 없을 때 400 nm에서 나타나던 흡수선이 3C 279 스펙트럼에서는 약 612 nm에서 나타날 것이다.
- ㄷ. 현재로부터 적어도 53억 년 전 이전에 생성되었다.

ㄴ. 표에서 퀘이사 3C 279의 적색 편이량은 0.53이다. 도플러 효과가 없을 때 나타나는 흡수선의 파장을 λ_0 , 적색 편이된 파장을 λ 라고 하면, $0.53 = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - 400}{400}$ 이다. 따라서 $\lambda = 0.53 \times 400 + 400 = 612$ 이므로 3C 279 스펙트럼에서는 이 흡수선이 약 612 nm에서 나타날 것이다.

ㄷ. 지구로부터 3C 279까지의 거리가 53억 광년이므로 3C 279로부터 빛이 출발하여 지구까지 도달하는 데에는 53억 년이 걸린다. 현재 이 퀘이사가 관측되고 있으므로 이 퀘이사는 적어도 현재로부터 53억 년 전 이전에 생성되었어야 한다.

바로알기 ㄱ. 퀘이사는 별(항성)처럼 보이지만 그 정체는 매우 강력한 에너지를 방출하는 은하의 핵이다. 퀘이사에서 강한 에너지가 방출되고 있는데도 퀘이사가 점상으로 보이는 것은 대부분 퀘이사가 수십억 광년의 매우 먼 거리에 위치하기 때문이다.

8 전파 은하

| 선택지 분석 |

- ㄱ. (가)에서 중심부에 거대 블랙홀이 있음을 추정할 수 있다.
- ㄴ. (나)에서 거대한 로브가 양쪽에 대칭으로 존재하고 있음을 확인할 수 있다.
- ㄷ. (다)에서 제트가 가장 뚜렷하게 관측된다. **(가)와 (나)**

ㄱ. (가)의 X선 영상에서 강력한 제트가 중심핵에서 분출되고 있음을 확인할 수 있는데, 이를 통해 전파 은하의 중심부에는 거대 블랙홀이 있을 것으로 추정하고 있다.

ㄴ. (나)의 전파 영상에서는 대칭으로 존재하는 두 개의 전파 로브가 보인다.

바로알기 ㄷ. (다)의 가시광선 영상에서는 제트와 로브가 관측되지 않는다. 제트는 (가)와 (나)에서 관측된다.

17 빅뱅 우주론

개념 확인 문제

본책 195쪽, 197쪽, 199쪽

- 1 (1) 비례 (2) 팽창 (3) 빠르게 (4) 우주 2 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 3 ㉠ 일정, ㉡ 감소 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ×
5 우주 배경 복사, 수소와 헬륨의 질량비 6 우주의 지평선 문제, 우주의 편평성 문제, 자기 홀극 문제 7 (1) 가속 팽창 우주론 (2) 급팽창 이론(인플레이션 이론) (3) 표준 우주 모형 8 (1) × (2) ○ 9 (1) 암흑 물질 (2) 닫힌 우주 (3) 암흑 에너지

- 1 (1) 허블 법칙에 의하면 외부 은하의 후퇴 속도는 그 은하까지의 거리에 비례한다.
(2) 허블 법칙에 의하면 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 크다. 이는 우주가 팽창하고 있음을 의미한다.
(3) 허블 상수는 우주가 얼마나 빠르게 팽창하는지를 나타내는 상수이므로, 허블 상수가 클수록 우주가 빠르게 팽창한다.
(4) 허블 상수의 역수로 우주의 나이를 구할 수 있다.

- 2 (1) 멀리 있는 은하일수록 적색 편이가 크게 나타난다.
(2) 은하 사이의 거리가 멀어지는 것은 우주가 팽창하고 있기 때문이다.
(3) 우주의 팽창으로 인해 은하 사이의 거리가 멀어지므로 어느 은하에서 보아도 은하 사이의 거리는 서로 멀어진다. 따라서 우주 팽창의 중심은 정할 수 없다.
(4) 우주의 나이는 허블 상수의 역수에 해당하므로, 허블 상수 값이 클수록 우주의 나이는 적게 계산된다.

- 3 빅뱅 우주론은 우주의 모든 물질과 에너지가 온도와 밀도가 매우 높은 한 점에 모여 있다가 빅뱅(대폭발)을 일으켜 팽창하면서 냉각되어 현재와 같은 우주가 되었다는 이론이다. 빅뱅 우주론에 의하면 우주가 탄생한 후 시간이 지나면서 우주의 질량은 일정하고, 평균 밀도와 온도는 감소하였다.

4 우주 배경 복사는 빅뱅 이후 우주의 온도가 약 3000 K일 때 물질로부터 빠져나와 우주 전체에 균일하게 퍼져 있는 빛으로, 이 빛은 우주 팽창에 의해 파장이 길어져 현재 약 2.7 K의 우주 배경 복사로 관측된다. 빅뱅 우주론에서 예측한 파장과 거의 일치하는 우주 배경 복사가 관측되었으므로 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론의 증거가 된다. 우주 배경 복사를 최초로 관측한 사람은 펜지 어스와 윌슨이다.

5 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 관측적인 증거에는 우주 배경 복사, 수소와 헬륨의 질량비가 있다.

6 기존의 빅뱅 우주론이 설명하지 못하는 몇 가지 문제점은 우주의 지평선 문제, 우주의 편평성 문제, 자기 홀극 문제이다.

7 (1) 가속 팽창 우주론은 현재 우주의 팽창 속도가 증가하고 있다는 이론이다.

(2) 급팽창 이론은 빅뱅 직후 매우 짧은 시간 동안 우주가 급격히 팽창했다는 이론이다.

(3) 급팽창 우주론을 포함한 빅뱅 우주론에 암흑 물질과 암흑 에너지의 개념을 포함한 우주 모형을 표준 우주 모형이라고 한다.

8 (1) 급팽창 이론에 따르면 우주 공간 내에서 어떤 물체가 광속보다 빠르게 운동하는 것은 불가능하지만, 공간 자체의 팽창 속도는 광속을 넘을 수 있다.

(2) Ia형 초신성의 관측으로 우주가 현재 가속 팽창하고 있다는 것을 알게 되었다.

9 (1) 물질의 중력으로 인해 빛의 경로가 휘는 중력 렌즈 효과를 이용하여 그 존재를 확인할 수 있는 것은 암흑 물질이다.

(2) 우주의 밀도가 임계 밀도보다 크면 우주는 팽창 속도가 점점 감소하다가 다시 수축하는 닫힌 우주가 된다.

(3) 우주를 구성하는 요소들은 암흑 에너지가 약 68.3 %로 가장 많은 양을 차지한다.

수능 자료 마스터

본책 200쪽~201쪽

자료 A 1 ④

자료 B 2 ⑤

자료 C 3 ④

1 나. B의 후퇴 속도가 1400 km/s이므로 B에서 관측한 우리 은하의 후퇴 속도도 1400 km/s이다.

다. A와 B는 우리은하를 중심으로 서로 90° 떨어져 있으므로 우리은하와 직각 삼각형을 이룬다. 허블 법칙에 따라 후퇴 속도는 은하까지의 거리에 비례하고, 두 은하 사이의 거리가 $10\sqrt{5}$ Mpc 이므로 우리은하와 B 사이의 거리는 20 Mpc이고, B에서 측정되는 허블 상수의 값은 70 km/s/Mpc(=1400 km/s ÷ 20 Mpc)이다.

바로알기 나. A에서 관측한 B의 후퇴 속도는 허블 법칙으로부터 $700\sqrt{5}$ km/s(=70 km/s/Mpc × $10\sqrt{5}$ Mpc)이다.

2 가. 최근 관측 자료에 따르면 현재 우주는 암흑 에너지에 의한 척력으로 가속 팽창하고 있다.

나. 우주의 나이가 33억 년일 때 은하 A를 출발한 빛이 우주 나이 138억 년(현재)일 때 우리은하에 도달하였으므로 현재 지구에서 관측된 A는 105억 년 전의 모습이다.

다. 우주 배경 복사가 최초로 퍼져 나갔을 때 우주의 온도는 약 3000 K이었으나 우주의 팽창으로 인해 온도가 낮아져 현재 관측되는 우주 배경 복사의 온도는 약 2.7 K이다. 따라서 우주의 나이가 59억 년일 때 우주 배경 복사의 온도는 2.7 K보다 높았다.

3 나. $z=1.2$ 인 Ia형 초신성의 거리 지수는 A가 B보다 크다. 거리 지수가 클수록 거리가 더 먼 것이므로 $z=1.2$ 인 Ia형 초신성의 거리 예측값은 A가 B보다 크다.

다. 관측값과 오차 범위는 모델 B보다 암흑 에너지까지 고려한 모델 A와 근접한 값을 나타내므로 관측 자료에 나타난 우주의 팽창을 설명하기 위해서는 암흑 에너지도 고려해야 한다. 암흑 에너지가 척력으로 작용해 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하는 것으로 보고 있다.

바로알기 가. Ia형 초신성은 일정한 질량에서 폭발하므로 절대 등급이 일정하다.

수능 2점 다지기

본책 202쪽~204쪽

1 ①

2 ⑤

3 ②

4 ③

5 ②

6 ①

7 ⑤

8 ③

9 ②

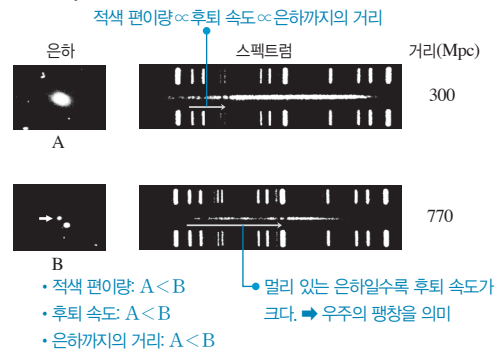
10 ④

11 ①

12 ⑤

1 외부 은하의 적색 편이

자료 분석



선택지 분석

㉠ A, B 모두 적색 편이가 나타난다.

㉡ A는 B보다 빠른 속도로 멀어진다. **노린**

㉢ 이로부터 우주의 크기는 일정하게 유지됨을 알 수 있다. **우주는 팽창하고 있음을**

A보다 B는 우리은하로부터의 거리가 멀고 스펙트럼에 나타나는 적색 편이량이 크다.

가. 그림에서 A, B 모두 후퇴하고 있으므로 적색 편이가 나타난다.

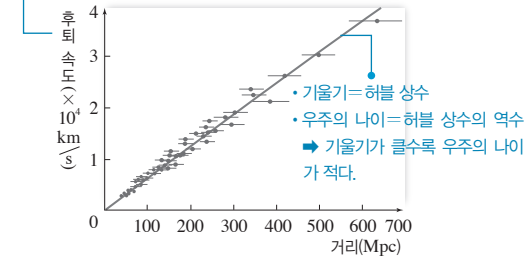
바로알기 나. A는 300 Mpc, B는 770 Mpc 거리에 있다. 허블 법칙에 따르면 거리가 멀수록 후퇴 속도가 빠르므로 A는 B보다 느린 속도로 멀어진다.

ㄷ. 외부 은하의 스펙트럼 분석을 통해 우주는 팽창하고 있음을 알 수 있다.

2 허블 법칙

| 자료 분석 |

후퇴 속도 ∝ 은하까지의 거리 ∝ 적색 편이량 → 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.(적색 편이가 크게 나타난다.)



| 선택지 분석 |

- ① 기울기는 허블 상수에 해당한다.
- ② 기울기가 클수록 우주의 나이는 적어진다.
- ③ 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 크다.
- ④ 후퇴 속도가 큰 은하일수록 적색 편이가 크다.
- ❌ 이 자료에 의하면 우리은하를 중심으로 우주가 팽창하고 있다.
우주 팽창의 중심은 없다

① 허블 법칙은 $v = H \cdot r$ (v : 후퇴 속도, H : 허블 상수, r : 은하까지의 거리)이므로, 그래프에서 기울기는 $\frac{v}{r} = H$ (허블 상수)에 해당한다.

② 우주의 나이는 허블 상수의 역수 $\left(\frac{1}{H}\right)$ 로 나타낼 수 있으므로 기울기, 즉 허블 상수(H)가 클수록 우주의 나이는 적어진다.

③ 그림을 해석하면 거리와 후퇴 속도가 비례한다. 즉, 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 크다.

④ 후퇴 속도가 큰 은하들은 스펙트럼 관측에서 큰 적색 편이를 보인다.

바로알기 ⑤ 허블 법칙에 의하면 멀리 있는 은하일수록 더 큰 후퇴 속도를 가진다. 이는 우주가 팽창하기 때문이다. 또한, 어떤 은하를 기준으로 하더라도 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 후퇴한다는 허블 법칙이 성립하는데, 이는 우주에 팽창의 중심이 없다는 것을 의미한다.

3 허블 법칙

| 선택지 분석 |

- ❌ 겉보기 밝기는 A가 B보다 약 3배 밝다. 9배
- ㄴ B에서 관측하면 A와 C는 모두 후퇴한다.
- ❌ 20억 년 전 우리은하에서 본 C의 후퇴 속도는 현재와 동일하다. 현재보다 느렸다

ㄴ. 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 ㄱ. A, B, C는 절대 등급이 같으므로 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다. 즉, A는 B보다 겉보기 밝기가 약 9배 밝다.

ㄷ. 우주의 팽창에 의해 20억 년 전에는 우리은하와 C 사이의 거리가 현재보다 가까웠다. 따라서 20억 년 전 우리은하에서 본 C의 후퇴 속도는 현재보다 느렸다.

4 우주 팽창의 원리 모형실험

| 선택지 분석 |

- ㄱ 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도는 감소한다.
- ㄴ A로부터 멀어지는 속도는 B보다 C가 더 빠르다.
- ❌ 우주의 팽창으로 인해 현재 은하 내 별과 별 사이의 거리가 멀어진다.
은하와 은하

ㄱ. 빅뱅 우주론에서 우주가 팽창하게 되면 질량은 변함없이 부피가 증가하므로 밀도가 감소하게 된다.

ㄴ. 동일한 시간 동안에 A로부터 B보다 더 멀리 있는 C가 더 먼 거리를 이동하면서 후퇴했으므로, A로부터 멀어지는 속도는 B보다 C가 더 빠르다. 실제로 빅뱅 우주론에서도 멀리 있는 은하의 후퇴 속도가 더 빠르다.

바로알기 ㄷ. 현재 일어나고 있는 우주의 팽창으로 인해 은하 내의 별과 별 사이의 거리가 점점 멀어진다고 생각하기가 쉽다. 그러나 우주 팽창의 단위는 별과 행성이 아니라 은하이다. 즉, 은하 내의 별들은 상호 인력에 의해 속박되어 있기 때문에 우주 팽창으로 별들 사이의 간격이 넓어져 은하가 커지는 것은 아니다.

5 우주의 팽창과 은하의 거리

| 선택지 분석 |

- ❌ 우리은하가 우주의 중심이다. 중심은 없다
- ㄴ 우리은하에서 측정한 적색 편이 값은 B가 가장 작다.
- ❌ A에서 측정한 후퇴 속도는 우리은하가 C의 2배이다.
C가 우리은하의

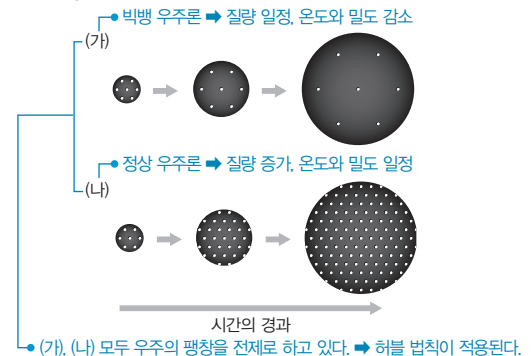
ㄴ. 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 크므로 적색 편이가 크게 관측된다. A~C 중에서 은하 B의 거리가 우리은하로부터 가장 가까우므로 우리은하에서 측정한 적색 편이 값이 가장 작다.

바로알기 ㄱ. 팽창하는 우주의 중심은 따로 존재하지 않으며, 어느 지점에서 관측하더라도 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 크게 관측된다.

ㄷ. 은하 A로부터의 거리는 우리은하가 50 Mpc, 은하 C는 100 Mpc이다. 즉, A로부터의 거리는 C가 우리은하의 2배이므로, A에서 측정한 후퇴 속도도 C가 우리은하의 2배이다.

6 빅뱅 우주론과 정상 우주론

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☐ (가)에서는 우주의 밀도가 점점 감소한다.
- ☒ (나)에서는 우주의 질량이 변하지 않는다. **증가한다**
- ☐ 허블 법칙은 (가)와 (나) 모형에 모두 적용된다.
- ☒ (나)에서는 시간이 지남에 따라 은하들 사이의 간격이 일정하므로 적색 편이가 나타나지 않는다. **나타난다**

ㄱ. (가)는 빅뱅 우주론의 모형으로, 우주가 팽창함에 따라 물질이 추가적으로 만들어지지 않으므로 우주의 밀도는 점점 감소한다.

ㄴ. 허블 법칙은 멀리 떨어져 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어진다는 것으로, 이것은 우주가 팽창한다는 증거가 된다. (가)와 (나)는 모두 우주가 팽창하고 있다는 사실을 기본 전제로 하고 있으므로 허블 법칙은 (가)와 (나) 모형에 모두 적용될 수 있다.

바로알기 ㄴ. (나)는 정상 우주론의 모형으로, 우주가 팽창하면서 새로운 물질이 만들어지므로 우주 전체의 질량은 증가한다.

ㄷ. 은하들의 적색 편이는 실제로 관측된 것이므로 빅뱅 우주론이나 정상 우주론 모두 이를 인정하고 있다. 정상 우주론에서는 시간이 지남에 따라 은하들 사이의 간격이 일정한데, 이는 우주가 팽창하면서 과거의 은하들은 멀어지고 그 사이에 새로운 은하가 생긴 것이다. 따라서 과거의 은하들은 서로 멀어지고 있기 때문에 적색 편이를 관측할 수 있다.

7 빅뱅 우주론의 증거 - 우주 배경 복사

| 선택지 분석 |

- ☐ 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
- ☒ 우주 배경 복사가 방출되었던 시기에 우주의 온도는 2.7 K 이었다. **현재**
- ☐ 복사 강도가 최대인 파장은 우주 탄생 초기보다 현재가 길다.

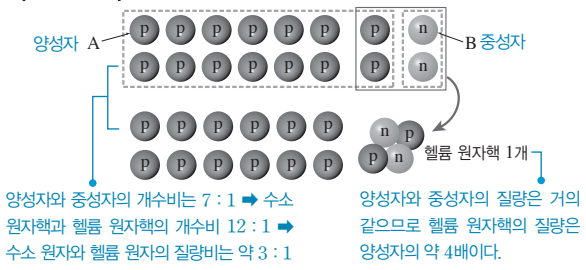
ㄱ. 빅뱅 우주론에서는 초고온의 원시 우주에서 빛과 물질이 분리되어 우주가 투명해졌을 때 발생한 복사가 우주의 팽창과 함께 식어 우주 전체에 고르게 퍼져 있을 것이라고 주장했으며, 펜지어스와 윌슨이 처음으로 우주 배경 복사를 발견함으로써 이를 입증하였다. 따라서 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

ㄴ. 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 3000 K으로, 현재보다 훨씬 뜨거웠다. 이후 우주가 팽창함에 따라 온도가 점차 낮아져서 현재는 2.7 K 흑체가 내는 복사 에너지 분포와 비슷해졌다.

8 빅뱅 우주론의 증거 - 수소와 헬륨의 질량비

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☐ A는 양성자, B는 중성자이다.
- ☐ 헬륨 원자핵의 질량은 양성자의 약 4배이다.
- ☒ 빅뱅 우주론에 의하면 우주에 수소 원자와 헬륨 원자는 약 7 : 1의 질량비로 분포해야 한다. **3 : 1**

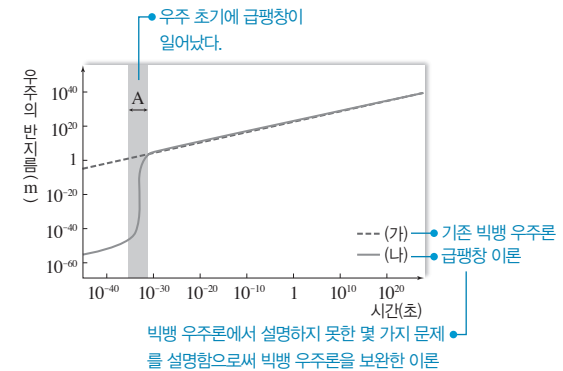
ㄱ. 빅뱅으로부터 약 3분이 지난 후, 중성자가 양성자로 변하는 현상이 반대 현상보다 많이 일어나서 양성자의 개수가 중성자의 개수보다 많아진다. 따라서 개수가 많은 A는 양성자, B는 중성자이다.

ㄴ. 양성자와 중성자의 질량은 거의 같고, 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있다. 따라서 헬륨 원자핵의 질량은 양성자의 약 4배이다.

바로알기 ㄴ. 양성자는 수소 원자핵이므로, 수소 원자들의 질량은 $12(=1 \times 12\text{개})$ 이고, 헬륨 원자의 질량은 $4(=4 \times 1\text{개})$ 이다. 따라서 수소 원자와 헬륨 원자는 약 $12 : 4 = 3 : 1$ 의 질량비로 분포해야 한다.

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 **증가**한다. **감소**
- ☐ 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.

ㄴ. 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.

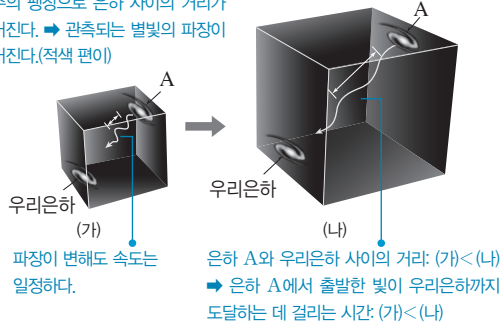
바로알기 ㄱ. (가)는 빅뱅 우주론이고, (나)는 급팽창 이론이다. 따라서 (나) 이론은 (가) 이론의 문제점인 우주의 지평선 문제를 설명할 수 있다. 급팽창 이론에 따르면 급팽창 이전의 우주의 크기는 우주의 지평선보다 작아 정보의 교환이 가능하여 우주 배경 복사가 균일할 수 있었다.

ㄴ. 급팽창 이론에서는 A 시기에 급격한 팽창이 일어나므로 우주의 밀도는 급격히 감소한다.

10 우주의 팽창

자료 분석

우주의 팽창으로 은하 사이의 거리가 멀어진다. → 관측되는 별빛의 파장이 길어진다.(적색 편이)



선택지 분석

- ㉠ 우주의 팽창으로 인해 은하 A에서 출발한 빛의 파장이 길어진다.
- ㉡ 은하 A에서 출발한 빛이 우리은하까지 도달하는 데 걸리는 시간은 (가)와 (나)가 같다. (가)보다 (나)가 길다
- ㉢ 더 먼 거리에 있는 은하를 관측하면 더 오래 전의 우주의 모습을 알 수 있다.

우주 공간 내에서 은하의 이동으로 적색 편이가 나타나는 것이 아니고 우주의 팽창으로 인해 은하 사이의 거리가 멀어지기 때문에 은하의 적색 편이가 나타난다.

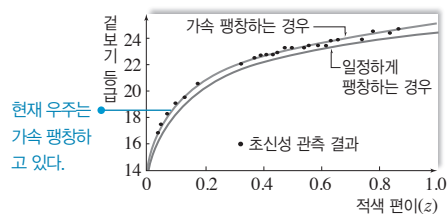
㉠. 우주의 팽창과 함께 각 은하 사이의 거리가 멀어지기 때문에 관측되는 별빛의 파장이 길어지고 한 은하에서 다른 은하를 관측할 때 적색 편이가 나타난다.

㉡. 거리가 더 먼 은하일수록 우리은하까지 빛이 도달하는 데 더 많은 시간이 걸린다. 이는 우리은하에서 거리가 다른 두 은하를 동시에 관측했을 때 거리가 가까운 은하보다 거리가 더 먼 은하로부터 오는 빛이 더 먼저 출발했다는 의미가 된다. 따라서 거리가 더 먼 은하를 관측할수록 더 오래 전 우주의 모습을 알 수 있게 된다.

㉢. 은하에서 방출한 빛의 속도는 일정하므로 두 은하 사이의 거리가 먼 (나)의 경우가 가까운 (가)의 경우보다 은하 A에서 출발한 빛이 우리은하까지 도달하는 데 걸리는 시간이 길다.

11 Ia형 초신성과 가속 팽창 우주

자료 분석



절대 등급이 일정한 Ia형 초신성은 감속 팽창하는 우주보다 가속 팽창하는 우주에서 더 멀리 위치한다. → 더 어렵게 관측되므로 겉보기 등급이 크게 나타난다.

선택지 분석

- ㉠ 먼 거리의 Ia형 초신성일수록 빠른 속도로 멀어진다.
- ㉡ 먼 거리의 Ia형 초신성은 일정하게 팽창하는 경우에서 예상했던 밝기보다 밝게 관측된다. 어렵게
- ㉢ 현재 우주는 감속 팽창하고 있다. 가속

절대 등급이 일정한 Ia형 초신성의 겉보기 등급을 측정하면 별까지의 실제 거리를 알 수 있다.

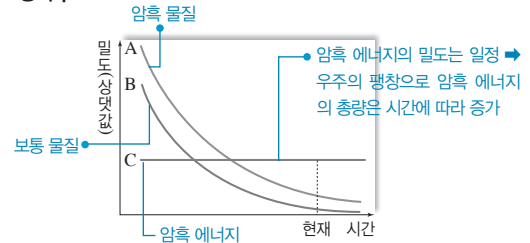
㉠. Ia형 초신성의 겉보기 등급이 클수록, 즉 어두울수록 적색 편이가 크고 후퇴 속도가 빠르다. 따라서 Ia형 초신성들은 먼 거리에 있어 어두울수록 빨리 멀어진다.

㉡. Ia형 초신성을 관측하여 얻어진 겉보기 등급이 일정하게 팽창하는 경우에서 계산된 겉보기 등급보다 더 크다. 즉, 더 어렵게 관측된다.

㉢. 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

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 암흑 물질이다.
- ㉡ 우주에 존재하는 암흑 에너지의 총량은 시간에 따라 증가한다.
- ㉢ 보통 물질이 차지하는 비율은 시간에 따라 감소한다.

현재 우주의 구성은 암흑 에너지가 가장 많고, 그 다음으로 암흑 물질, 보통 물질 순으로 많다.

㉠. A는 현재 두 번째로 많으므로 암흑 물질이다.

㉡. 우주가 팽창하고 있는데 암흑 에너지인 C의 밀도는 일정하므로 암흑 에너지의 총량은 시간에 따라 증가한다.

㉢. 그림에서 보통 물질인 B가 차지하는 비율은 시간에 따라 감소하고 있다.

수능 3점 골라보기

본책 205쪽~207쪽

1 ②	2 ①	3 ①	4 ④	5 ④	6 ③
7 ③	8 ④	9 ③	10 ②	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)으로 구할 수 있다. c 는 3×10^5 km/s, $\Delta\lambda$ 는 200 Å, λ_0 는 4000 Å이므로 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 $H = \frac{15000 \text{ km/s}}{300 \text{ Mpc}} = 50 \text{ km/s/Mpc}$ 이다.

2 허블 법칙

| 선택지 분석 |

- ㉠ 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.
- ㉡ A에서 B를 관측하면 청색 편이가 나타난다. **적색 편이**
- ㉢ 겉보기 등급은 A가 B보다 크다. **A가 B보다 작다**

허블 법칙은 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다는 법칙이다. 광도가 같으면 절대 등급이 같고, 절대 등급이 같은 별은 가까이 있을수록 겉보기 등급이 작다.

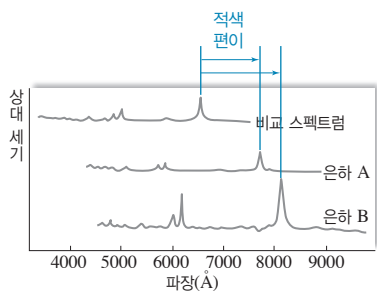
ㄱ. 허블 법칙에서 거리와 후퇴 속도가 비례하므로 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.

바로알기 ㄴ. 우주는 팽창하므로 어떤 은하에서 관측하더라도 상호 간의 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 적색 편이량과 후퇴 속도

| 자료 분석 |



- 적색 편이량: 은하 A < 은하 B
- 적색 편이량 ∝ 후퇴 속도 → 후퇴 속도: 은하 A < 은하 B

| 선택지 분석 |

- ㉠ 모두 적색 편이가 나타난다.
- ㉡ 후퇴 속도는 은하 A가 은하 B보다 크다. **작다**
- ㉢ 은하 A에서 관측하면 방출선의 파장 변화량은 우리은하가 은하 B보다 작을 것이다. **클**

은하 A, B 모두 스펙트럼에서 적색 편이가 나타나므로 우리은하로부터 멀어지고 있다.

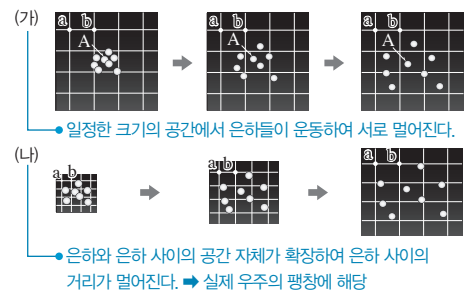
ㄱ. 은하 A, B의 방출선 파장이 비교 스펙트럼에 비해 길어졌으므로 적색 편이가 나타났다.

바로알기 ㄴ. 은하 B의 적색 편이가 은하 A보다 크므로 은하 B가 은하 A보다 더 빠르게 멀어지고 있다. 따라서 은하 B의 후퇴 속도가 은하 A보다 크다.

ㄷ. 우리은하에서 관측할 때 은하 B가 은하 A보다 빨리 멀어지고 있고 우리은하에 대한 은하 A의 상대 속도가 은하 A에 대한 은하 B의 상대 속도보다 크므로, 은하 A에서 우리은하와 은하 B를 관측하면 우리은하와 은하 B는 서로 반대 방향으로 멀어지고, 우리은하가 은하 B보다 더 빨리 멀어지는 것으로 관측된다. 따라서 은하 A에서 관측하면 방출선의 파장 변화량(적색 편이량)은 우리은하가 은하 B보다 클 것이다.

4 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.

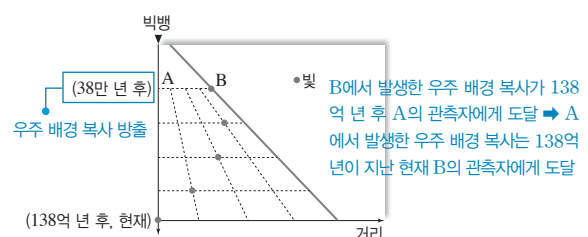
ㄴ. (가)와 달리 (나)는 공간 상의 기준이 되는 a점과 b점 사이의 거리도 멀어지고 있다. (나)에서 은하가 서로 멀어지는 것은 은하와 은하 사이의 공간 자체가 확장하고 있기 때문이다.

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 멀어져 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.

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.

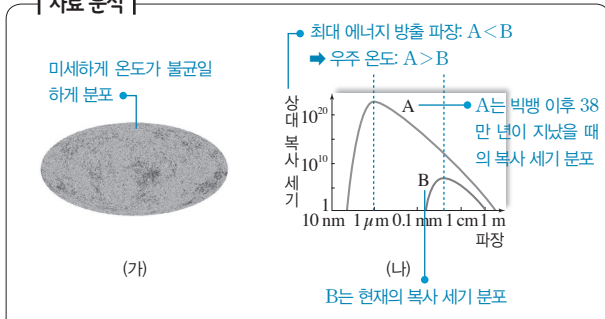
㉠. 우주의 팽창에 의해 공간 자체가 늘어나기 때문에 그 속에 있는 빛의 파장도 길어진다.

㉡. 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 ㉢. 공간이 늘어나더라도 그 공간을 지나가는 빛의 속도는 300000 km/s로 항상 일정하다.

6 우주 배경 복사의 분포

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ (가)에서 미세한 온도 편차가 나타나는 것은 지구 대기의 영향이다. **우주 배경 복사가 방출될 당시 물질의 밀도 차이**
- ☒ ㉡ (나)의 A보다 B에서 우주의 온도가 높다. **낮다**
- ☒ ㉢ (나)에서 현재의 복사 세기는 B이다.

㉡. 우주 배경 복사는 우주 온도가 약 3000 K일 때 방출되었던 복사가 우주가 팽창하는 동안 파장이 길어져 현재는 약 2.7 K 복사로 관측되는 것이다. (나)에서 우주 배경 복사의 최대 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})이 짧은 A는 빅뱅 이후 38만 년이 지났을 때의 복사 세기 분포이고, 최대 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})이 긴 B는 현재의 복사 세기 분포이다.

바로알기 ㉠. 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에서 대체로 균일하게 관측되지만, 우주 배경 복사의 분포를 보면 온도 분포가 균일하지 않고 10만 분의 1 정도의 미세한 차이가 있다. 이는 우주 배경 복사가 방출될 당시 물질의 밀도 차이 때문에 발생한다.

㉢. (나)의 A에서 우주의 온도는 약 3000 K이고, B에서 우주의 온도는 약 2.7 K이다.

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.

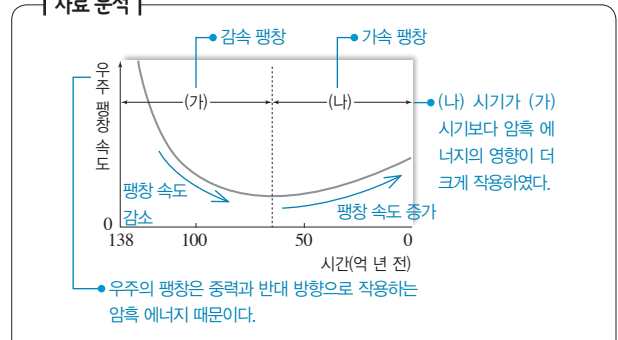
급팽창(인플레이션) 이론은 빅뱅 우주론의 지평선 문제, 편평성 문제 등을 해결해 주었다.

㉠, ㉢. 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 ㉡. 급팽창 이전에는 우주의 크기가 작아 정보를 교환할 수 있었다.

8 가속 팽창 우주론

| 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ☒ ㉠ (가) 시기에 우주는 수축하였다. **팽창**
- ☒ ㉡ (나) 시기에 우주는 가속 팽창하였다.
- ☒ ㉢ 암흑 에너지의 영향은 (가)보다 (나) 기간에 컸다.

우주의 팽창 속도는 시기에 따라 달랐으며, 빅뱅 직후에 가장 크고 그 이후 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보인다.

㉡. (나) 시기에 우주의 팽창 속도는 점점 증가하고 있으므로 우주는 가속 팽창하고 있다.

㉢. 우주의 팽창은 중력과 반대 방향으로 작용하는 암흑 에너지 때문이다. 따라서 우주의 팽창 속도가 증가하는 (나) 기간이 우주의 팽창 속도가 감소하는 (가) 기간보다 암흑 에너지의 영향이 더 크게 작용한다.

바로알기 ㉠. (가) 시기에 우주의 팽창 속도가 감소하고 있으나 우주는 여전히 팽창하고 있다.

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.

㉠. 우리은하의 질량 분포 곡선을 살펴보면 태양계 안쪽보다 바깥쪽으로 갈수록 관측값과 계산값의 차이가 증가한다.

㉡. 관측값과 계산값이 차이가 나는 주요 원인은 중심에서 멀어질수록 암흑 물질이 많이 존재하기 때문이다.

바로알기 ㉢. 은하 중심부 이외의 바깥에 관측되지 않는 암흑 물질에 의한 인력이 작용하여 우리은하의 회전 속도는 은하 중심으로부터의 거리가 멀어지더라도 감소하지 않을 것이다.

Memo*



A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.

Memo*



A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.