

01. ③ 02. ⑤ 03. ① 04. ⑤ 05. ⑤ 06. ① 07. ③ 08. ③ 09. ② 10. ④
 11. ② 12. ④ 13. ① 14. ② 15. ⑤ 16. ① 17. ③ 18. ② 19. ⑤ 20. ④

1. 사층리와 연흔

(가)는 층리가 비스듬하게 기울어져 있는 사층리이고, (나)는 물결 모양의 자국이 지층에 남아 있는 연흔이다.

[정답맞히기] A. 사층리는 물이 흘러가거나 바람이 불어가는 방향의 비탈면에 퇴적물이 비스듬하게 쌓여서 형성된 퇴적 구조로, 층리가 형성될 당시 퇴적물이 공급된 방향을 추정할 수 있다.

B. (나)는 퇴적물 표면에 물결 모양의 자국이 나타나므로 지층의 층리면을 관찰한 것이다. **정답③**

[오답피하기] C. 사층리와 연흔은 입자 크기가 상대적으로 큰 자갈이 쌓이는 환경보다는 입자 크기가 상대적으로 작은 모래 등의 퇴적물이 쌓이는 환경에서 주로 형성된다.

2. 습곡, 절리, 포획

(가)는 습곡, (나)는 주상 절리, (다)는 포획암이다.

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

ㄷ. 마그마가 관입할 때 주변 암석의 일부가 떨어져 나와 마그마 속으로 유입되는 것을 포획이라 하고, 포획된 암석을 포획암이라고 한다. 이때 포획암(A)은 포획암을 감싸고 있는 암석(B)보다 먼저 생성되었다. **정답⑤**

3. 별의 분광형에 따른 스펙트럼

별의 대기에 존재하는 원소들은 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼의 특정한 영역에서 흡수선을 형성하므로, 흡수 스펙트럼선의 종류와 세기는 별의 표면 온도에 따라 달라진다.

[정답맞히기] ㄱ. 그림을 보면 분광형이 A형인 흰색 별에서는 H I 흡수선이 Ca II 흡수선보다 강하게 나타난다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. H I 흡수선은 분광형이 A0형인 별에서 가장 강하게 나타나며, 이보다 표면 온도가 높아질수록 점점 약해진다. 따라서 주계열에서 B0형보다 표면 온도가 높은 별일수록 H I 흡수선의 세기가 약해진다.

ㄷ. 태양과 광도가 같고 반지름이 작은 별은 분광형이 G2형인 태양보다 표면 온도가 높다. 한편 Ca II 흡수선은 분광형이 K0형인 별에서 가장 강하게 나타나며, 이보

다 표면 온도가 높아질수록 점점 약해진다. 따라서 태양과 광도가 같고 반지름이 작은 별의 Ca II 흡수선은 G2형 별보다 약하게 나타난다.

4. 해수의 염분과 심층 순환

표층 해수의 온도가 낮아지거나 염분이 높아지면 해수의 밀도가 커져 심해로 가라앉아 심층 순환이 형성된다.

[정답맞히기] ㄱ. 해수에 담수가 유입되면 표층 염분이 낮아진다. 따라서 담수의 유입에 의한 염분 변화를 알아보기 위한 과정은 A에 해당한다.

ㄴ. A 과정에서 소금물은 염분이 낮아지며, B 과정과 C 과정에서 소금물은 염분이 높아진다. 따라서 실험 결과에서 34.5보다 큰 값은 ㉠과 ㉡이다.

ㄷ. 남극 대륙 주변의 웨델해에서 기온이 낮아지면 표층 해수 일부가 얼게 되는데 얼음이 형성되는 과정에서 염분이 높아지며, 수온이 낮은 물은 밀도가 커져 남극 저층수를 형성한다. 따라서 남극 저층수가 형성되는 과정은 C에 해당한다.

정답 ㉡

5. 우리나라 주변의 표층 해류

북태평양 아열대 순환은 북적도 해류, 쿠로시오 해류, 북태평양 해류, 캘리포니아 해류로 이루어져 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 동한 난류는 우리나라 동해안을 따라 북상하는 해류이다. 그림을 보면 동한 난류의 평균 속력은 (나)보다 (가)가 빠르다.

ㄷ. 해역 C에 흐르는 해류는 쿠로시오 해류로, 북태평양 아열대 순환의 일부이다.

정답 ㉡

[오답피하기] ㄱ. 그림을 보면 (가)와 (나)의 평균 속력 차는 해역 A보다 B에서 작다.

6. 마그마 생성 장소

일반적으로 지구 내부의 온도는 암석의 용융 온도에 도달하지 못하므로 대부분의 지구 내부에서는 마그마가 생성될 수 없다. 하지만 지구 내부에서 환경 변화가 일어나면 암석이 녹아서 마그마가 생성될 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 ㉠은 물이 포함된 화강암의 용융 곡선, ㉡은 물이 포함된 맨틀의 용융 곡선, ㉢은 물이 포함되지 않은 맨틀의 용융 곡선이다. 따라서 물이 포함된 암석의 용융 곡선은 ㉠과 ㉡이다.

정답 ㉠

[오답피하기] ㄴ. B는 베니오프대가 발달하는 수렴형 경계로, 이 지역에서는 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

ㄷ. A에서 분출되는 마그마는 열점에서 생성된 마그마로, 이 마그마는 주로 맨틀 물질이 상승하여 압력이 감소($b \rightarrow b'$)하면 맨틀 물질이 부분 용융되어 생성된다.

7. 음향 측심법과 해저 지형

해수면에서 발사한 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 걸리는 시간은 수심에 비례한다.

[정답맞히기] ㄱ. 수심은 음파가 해저면에 반사되어 되돌아오는 데 걸리는 시간이 긴 P_6 이 P_4 보다 깊다.

ㄴ. P_3 - P_5 구간에는 수심이 얇은 해령(P_4 부근)이 분포하며, 해령은 판의 발산형 경계에 발달하는 해저 지형이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이는 증가한다. 따라서 해양 지각의 나이는 해령에 가까운 P_4 가 P_2 보다 적다.

8. 외계 행성 탐사

[정답맞히기] ㄱ. 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 나란한 경우, 중심별의 주위를 공전하는 행성이 중심별의 앞면을 지날 때 중심별의 일부가 가려지는 식 현상에 의해 중심별의 밝기가 주기적으로 변한다. 따라서 행성의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 나란한 경우 식 현상을 이용하여 행성의 존재를 확인할 수 있다.

ㄷ. 행성이 원 궤도를 따라 공전할 때 행성과 중심별의 공전 속도는 각각 일정하며, 중심별의 어느 흡수선의 파장 변화 크기(\propto 중심별의 시선 속도)는 행성의 시선 방향의 속도에 비례한다. 또한 행성이 A를 지날 때 행성의 시선 방향의 속도는 행성의 공전 속도와 같고, A'를 지날 때 행성의 시선 방향의 속도는 행성의 공전 속도의 $1/2(=\sin 30^\circ)$ 배이다. 따라서 중심별의 어느 흡수선의 파장 변화 크기는 행성이 A를 지날 때가 A'를 지날 때의 2배이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 행성과 중심별은 공통 질량 중심을 중심으로 같은 방향으로 공전한다. 따라서 행성이 A를 지날 때 중심별은 관측자의 시선 방향으로 멀어지는 것처럼 관측되므로, 적색 편이가 나타난다.

9. 세이퍼트은하, 퀘이사, 전파 은하

[정답맞히기] ㄴ. (나)의 퀘이사는 중심부(은하핵)의 밝기는 매우 밝지만, 매우 멀리 있어서 하나의 별처럼 보이므로 (중심부의 밝기/전체의 밝기)는 (가)와 (다)에 비해 (나)의 은하가 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 은하 중심부 별들의 회전축이 관측자의 시선 방향과 거의 일치하지만, (다)는 은하 중심부 별들의 회전축이 관측자의 시선 방향과 일치하지 않는다.

ㄷ. (다)의 전파 은하에서는 중심부를 기준으로 강력한 물질(이온화된 기체)의 흐름인 제트가 대칭적으로 관측되는데, 이는 은하 중심부에서 일어나는 폭발적인 에너지 생성과 관련이 있다.

10. 해수의 심층 순환

해양에서 밀도가 큰 해수가 형성되어 침강하는 해역은 남극 대륙 주변의 웨델해 (㉠)와 북대서양의 그린란드 주변 해역(㉡)이며, ㉠과 ㉡에서 침강하는 수괴는 각각 남극 저층수와 북대서양 심층수를 이룬다. 또한 해수의 밀도는 남극 저층수가 북대서양 심층수보다 크다.

[정답맞히기] ㄴ. 용존 산소가 풍부한 A와 B는 모두 침강하여 심층 해수에 산소를 공급한다.

ㄷ. 심층 순환은 매우 느려서 수온과 염분 및 밀도를 조사하여 간접적으로 흐름을 알아낼 수 있다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. ㉠에서 형성되는 수괴는 침강하여 남극 저층수가 되므로 (나)에서 A보다 밀도가 큰 B에 해당한다.

11. 플룸 구조론

뜨거운 플룸은 맨틀에서 주위보다 온도가 높은 곳으로 밀도가 작은 맨틀 물질이 상승하는 곳이고, 차가운 플룸은 맨틀에서 주위보다 온도가 낮은 곳으로 밀도가 큰 물질이 하강하는 곳이다.

[정답맞히기] ㄷ. 차가운 플룸이 맨틀과 외핵의 경계 쪽으로 하강하면 그 영향으로 맨틀과 외핵의 경계부에서 대규모의 뜨거운 플룸이 상승한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. A는 열점으로, 하부에서 뜨거운 플룸이 상승한다.

ㄴ. 뜨거운 플룸이 상승하여 마그마가 생성되는 곳을 열점이라고 하며, 맨틀이 대류하여 판이 이동해도 열점의 위치는 변하지 않는다.

12. H-R도와 별의 물리적 성질

A와 B는 초거성, C는 주계열성, D는 백색 왜성이다.

[정답맞히기] ㄴ. B, C, D 중에서 B는 표면 온도가 가장 낮고 광도가 가장 크므로 반지름이 가장 크다. 또한 D는 표면 온도가 C와 비슷하지만 광도가 작으므로 반지름이 C보다 작다. 따라서 반지름은 $B > C > D$ 이다.

ㄷ. 태양과 C는 모두 주계열성으로, 주계열성은 H-R도의 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고 광도가 크며 반지름과 질량이 크다. 또한 질량이 클수록 주계열 단계에 머무르는 시간과 수명이 짧다. 따라서 태양보다 질량이 큰 C는 태양보다 나이가 적다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. A와 B는 초거성이다.

13. 지구 자전축의 경사각 변화에 의한 기후 변화

지구 자전축의 경사각이 변하면 각 위도에서 받는 일사량이 변하므로 기후 변화가 생긴다.

[정답맞히기] ㄱ. 지구 자전축의 경사각이 현재보다 커지면 북반구와 남반구 모두 기온의 연교차가 커진다. 따라서 30°S에서 기온의 연교차는 지구 자전축의 경사각이 작은 현재가 ㉠ 시기보다 작다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 겨울철에 30°N에서 태양의 남중 고도는 지구 자전축의 경사각이 작을수록 높아진다. 따라서 태양의 남중 고도는 현재가 ㉠ 시기보다 낮다.

ㄷ. 지구 자전축 경사각이 변해도 1년 동안 지구에 입사하는 태양 복사 에너지양은 변하지 않는다. 따라서 연간 지구에 입사하는 평균 태양 복사 에너지양은 ㉠ 시기와 ㉡ 시기가 같다.

14. 지질 단면 해석과 암석의 절대 연령

시간이 지날수록 암석 속에 포함되어 있는 방사성 원소의 양은 감소하고, 자원소의 양은 증가한다.

[정답맞히기] ㄴ. 암석의 절대 연령이 많을수록 $\frac{Y\text{의 함량}}{X\text{의 함량}}$ 은 커진다. 따라서

$\frac{Y\text{의 함량}}{X\text{의 함량}}$ 은 절대 연령이 많은 A가 B보다 크다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. D가 퇴적된 후 절대 연령이 약 1억 년인 C가 관입하였다. 따라서 D는 1억 년 전 이전에 생성되었으므로 화폐석이 변성하던 시대에 생성된 것이 아니다.

ㄷ. 이 지역은 과거에 D 퇴적→A 관입→C 관입→(부정합)→E 퇴적→F 퇴적→B 관입의 순으로 지질학적 사건이 일어났다. 따라서 암석의 생성 순서는 D→A→C→E→F→B 순이다.

15. 온대 저기압과 날씨

온대 저기압이 통과할 때 저기압 중심이 관측 지역의 북쪽으로 통과하는 경우 풍향은 시계 방향으로 변하고, 관측 지역의 남쪽으로 통과하는 경우 풍향은 시계 반대 방향으로 변한다.

[정답맞히기] ㄱ. A 지점은 온대 저기압 중심이 북쪽으로 통과하였으므로 풍향이 시계 방향으로 바뀌었다.

ㄴ. A 지점의 기온은 한랭 전선이 통과하기 전에 20°C, 통과한 후에 11°C이다. 따라서 한랭 전선이 통과한 후에 A에서의 기온은 9°C 하강하였다.

ㄷ. 온난 전선과 한랭 전선 모두 차가운 공기가 따뜻한 공기 아래쪽에 위치한다. 따라서 온난 전선면과 한랭 전선면은 각각 전선으로부터 지표상의 공기가 더 차가운 쪽에 위치한다. **정답 ⑤**

16. 우주 팽창 속도 변화

A는 보통 물질, B는 암흑 물질, C는 암흑 에너지로, 보통 물질과 암흑 물질은 우주가 팽창하는 것을 방해하는 요소로 작용하는 반면, 암흑 에너지는 우주가 팽창하는

것을 도와주는 요소로 작용한다.

[정답맞히기] ㄱ. 우주가 팽창하는 동안 물질(보통 물질+암흑 물질)의 밀도는 감소하지만 암흑 에너지의 밀도는 상대적으로 거의 일정하다. 따라서 우주가 팽창하는 동안 암흑 에너지(C)가 차지하는 비율은 증가한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 우주 팽창 속도가 감소하다가 증가했던 시기로, 이 시기에 우주 팽창 속도는 가장 작았다. 하지만 팽창 속도가 0보다 컸으므로, ㉠ 시기에 우주는 팽창하였다.

ㄷ. 우주는 ㉠ 시기 이전에는 감속 팽창하였고, 그 이후에는 가속 팽창하였다. 따라서 우주 팽창에 미치는 B(암흑 물질)의 영향은 우주 팽창 속도가 증가하고 있던 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 작다.

17. 급팽창 우주론과 정상 우주론

A는 급팽창 우주론, B는 정상 우주론이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 우주론은 급팽창 우주론(A)으로, 우주 생성 초기(㉠ 시기)에 우주가 급팽창하였기 때문에 우주 배경 복사가 우주의 양쪽 반대편 지평선에서 거의 같게 관측된다고 주장하여 우주의 지평선 문제를 설명하였다.

ㄴ. 급팽창 우주론(A)에서는 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 거의 3:1로 관측되는 현상을 설명할 수 있다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 급팽창 우주론에서 우주의 밀도는 감소하지만, 정상 우주론에서 우주의 밀도는 변하지 않는다. 따라서 우주의 밀도 변화는 A가 B보다 크다.

18. 태풍의 이동 경로

그림에서 태풍 중심의 북동쪽에 위험 반원이, 남서쪽에 안전 반원이 위치한다.

[정답맞히기] ㄴ. 북반구에서는 시계 반대 방향으로 지속적으로 부는 저기압성 바람에 의해 표층 해수의 발산이 일어나 수온 약층의 차가운 물이 용승한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 태풍 중심의 북동쪽에 위험 반원이, 남서쪽에 안전 반원이 위치하므로 태풍은 북서 방향으로 이동하고 있다.

ㄷ. 태풍의 중심부에서 상승한 상층 공기는 전향력의 영향으로 시계 방향으로 불어나간다.

19. 수소 핵융합 반응

(가)는 CNO 순환 반응, (나)는 P-P 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. CNO 순환 반응은 P-P 반응보다 중심부 온도가 높은 주계열성에서 주로 일어나는 수소 핵융합 반응이다.

ㄴ. CNO 순환 반응은 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 바뀌면서 에너지를 생성하는 과정에서 탄소, 질소, 산소가 촉매 역할을 한다.

ㄷ. 주계열성 중심부에서 4개의 수소 원자핵이 융합하여 만들어진 헬륨 원자핵 1개

의 질량은 4개의 수소 원자핵 질량에 비해 약 0.7% 작으므로, 수소 핵융합 과정에서 질량 결손이 발생한다. 따라서 (가)와 (나)에 의해 별의 질량은 감소한다.

정답⑤

20. 엘니뇨와 라니냐

(가)는 태평양 중앙부에서 페루 연안에 이르는 해역에 적운형 구름이 발달해 있는 엘니뇨 시기이다.

[정답맞히기] ㄴ. 평상시 무역풍으로 인해 열대 서태평양은 공기가 따뜻한 해수로부터 열과 수증기를 공급받아 상승하여 강수대가 형성되고, 상대적으로 온도가 낮은 열대 동태평양은 공기가 하강한다. 이로 인해 열대 태평양 지역에서는 동서 방향의 거대한 순환이 형성되는데, 이를 워커 순환이라고 한다. 워커 순환은 열대 동태평양의 표층 수온이 평년보다 높아지는 엘니뇨 시기에 약화된다.

ㄷ. 엘니뇨 시기에 열대 동태평양은 기압이 낮아져 평상시보다 강수량이 많아지고, 열대 서태평양은 기압이 높아져 평상시보다 강수량이 적은 건조한 날씨가 나타난다. 따라서 A는 엘니뇨 시기에 해면 기압이 평년보다 높으므로 서태평양에 해당한다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 그림에서 적외선 방출 복사 에너지의 편차가 음(-)의 값인 지역(중앙 태평양 및 동태평양)은 구름 상층부의 온도가 낮아 높이가 높으므로 적운형 구름이 발달해 있다고 해석할 수 있다. 따라서 (가) 시기에 동태평양에서는 두꺼운 적운형 구름의 발생이 증가한다.