

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

1. 플룸 구조론

[정답맞히기] ㄱ. A는 섭입형 경계에서 섭입한 판이 쌓여 일정량 이상이 되면 맨틀과 외핵의 경계로 가라앉으면서 생성되는 차가운 플룸이다.

ㄴ. B는 맨틀 물질이 상승하면서 생성된 뜨거운 플룸이며, 뜨거운 플룸이 상승하여 생성된 태평양의 열점에서는 지표로 마그마가 분출하여 화산섬을 형성한다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 뜨거운 플룸은 맨틀과 외핵의 경계에서 뜨거운 맨틀 물질이 상승하면서 생성된다.

2. 섭입대에서 마그마 생성

[정답맞히기] ㄴ. A에서는 현무암질 마그마의 열에 의해 대륙 지각이 부분 용융되어 유문암질 마그마가 생성될 수 있다.

ㄷ. B는 섭입하는 판에서 공급된 물에 의해 용융점이 낮아져 현무암질 마그마가 생성되며, 생성된 마그마는 주변 맨틀 물질보다 밀도가 낮아 위쪽으로 상승한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A에서는 유문암질 마그마가 생성되고 B에서는 현무암질 마그마가 생성되므로, 생성된 마그마의 SiO_2 함량(%)은 A가 B보다 높다.

3. 표층 수온과 표층 염분의 변화

[정답맞히기] ㄴ. A에서 수온의 연교차는 20°C 보다 크고, B에서 수온의 연교차는 20°C 보다 작다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 해수 1kg 속에 녹아 있는 염류의 총량을 g 수로 나타낸 값을 염분이라고 한다. A에서 측정한 염분은 4월이 11월보다 낮다.

ㄷ. 수온-염분도에서 해수의 밀도는 오른쪽 아래로 갈수록 증가한다. A와 B에서 모두 표층 해수의 밀도는 1월이 7월보다 크고, 1월과 7월의 밀도 차는 A가 B보다 크다.

4. 위성 영상 해석

[정답맞히기] ㄴ. 가시 영상에서는 반사도가 클수록 밝게 나타나므로 구름이 반사하는 태양 복사 에너지의 세기에 따라 가시 영상에 나타난 밝기가 달라진다.

ㄷ. 적외 영상은 물체가 온도에 따라 방출하는 적외선 에너지량의 차이를 이용하는 것으로, 온도가 높을수록 어둡게 나타난다. 적외 영상에서 A가 B보다 어둡게 보이므로 구름 최상부의 온도는 A가 B보다 높다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 가시 영상은 구름과 지표면에서 반사된 태양 빛의 반사 강도를 나타내는 것으로, 야간에는 이용할 수 없다. 따라서 22시에는 관측이 불가능하다.

5. 북태평양 아열대 순환

무역풍대의 해류와 편서풍대의 해류로 이루어진 순환을 아열대 순환이라고 한다. 북태평양 아열대 순환은 북적도 해류, 쿠로시오 해류, 북태평양 해류, 캘리포니아 해류로 이루어져 있으며, 시계 방향으로 순환한다.

[정답맞히기] ㄱ. A에는 저위도에서 고위도로 쿠로시오 해류가 흐른다.

ㄴ. B에 흐르는 해류는 북동 무역풍에 의해 형성된 북적도 해류이다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. C에는 캘리포니아 해류가 흐른다. 캘리포니아 해류는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.

6. 태풍

태풍의 영향을 받는 동안 기압은 대체로 낮아졌다가 높아지며, 풍속은 빨라졌다가 느려진다.

[정답맞히기] ㄴ. P에서의 풍속은 t_2 에서 t_3 로 갈수록 대체로 빨라진다. 따라서 P에서의 풍속은 t_2 가 t_3 보다 느리다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 태풍의 영향을 받는 동안 태풍의 중심과 가까울수록 기압이 낮아진다. $t_1 \rightarrow t_2$ 동안 기압이 점차 낮아지고 있으므로 태풍의 중심과 P 사이의 거리는 t_1 이 t_2 보다 멀다.

ㄷ. $t_1 \rightarrow t_4$ 동안 풍향은 대체로 남동풍→남풍→남서풍→서풍으로 변하므로 풍향이 시계 방향으로 변한다. 따라서 이 기간 동안 P는 위험 반원에 위치한다.

7. 지질 단면 분석

A는 기저 역암, B는 건열, C는 포획암이다.

[정답맞히기] ㄱ. 관입 과정에서 포획암 C가 생성되었다. 관입 이후에 단층과 부정합이 형성되었고, 이 과정에서 기저 역암 A가 생성되었으므로, A는 C보다 나중에 생성되었다.

ㄴ. B는 건열이며, 지층의 역전 여부를 판단하는 데 활용된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 단층 $f-f'$ 을 기준으로 오른쪽의 상반이 왼쪽의 하반에 대해 아래로 이동하였다.

8. 생명 가능 지대

생명 가능 지대가 중심별로부터의 거리가 대략 0.1AU인 곳에 위치하므로, 태양계의 생명 가능 지대보다 중심별로부터의 거리가 가깝다.

[정답맞히기] ㄱ. 생명 가능 지대까지의 거리가 1AU보다 가까우므로, 중심별 S의 광도는 태양보다 작다. 따라서 절대 등급은 S가 태양보다 크다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 생명 가능 지대까지의 거리는 S가 태양보다 가깝다. 따라서 생명 가능 지대의 폭은 S가 태양보다 좁다.

ㄷ. ㉠은 생명 가능 지대보다 안쪽에 위치하며, 지구는 생명 가능 지대에 위치한다.

따라서 중심별로부터 단위 면적당 단위 시간 동안 받는 복사 에너지량은 ㉠이 지구보다 많다.

9. 고지자기 줄무늬

A와 B에서 해령으로부터의 거리가 같은 지점의 연령은 A가 B보다 많다. 따라서 해양 지각의 확장 속도는 A가 속한 판이 B가 속한 판보다 느리다.

[정답맞히기] ㄱ. 고지자기 줄무늬 분포에서 해양 지각의 연령이 0인 지점의 고지자기 줄무늬가 검은색으로 나타나 있으므로 검은색이 정자극기, 흰색이 역자극기에 해당한다. A에서 ㉠ 구간의 고지자기 줄무늬가 흰색이므로, 이 해양 지각은 역자극기에 형성되었다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. B에서 ㉠ 구간은 ㉡ 구간보다 해령에 가깝다. 따라서 평균 수심은 ㉠ 구간이 ㉡ 구간보다 얕다.

ㄷ. 해양 지각의 확장 속도는 A가 속한 판이 B가 속한 판보다 느리므로, ㉡ 기간 동안 기록된 해양 지각의 고지자기 줄무늬 폭은 A가 B보다 좁다.

10. 지질 시대의 환경과 생물

B는 고생대와 중생대의 경계에 해당하며, C는 중생대와 신생대의 경계에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. A와 B 사이는 고생대에 해당하므로 A와 B 사이에 생성된 지층에서 완족류 화석이 발견된다.

ㄷ. 대서양은 중생대 초에 판게아가 분리되면서 형성되기 시작하였으므로, 중생대에 해당하는 B와 C 사이에 대서양이 형성되기 시작하였다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 해양 생물은 육상 생물보다 먼저 출현하였으므로, 그림에서 먼저 출현한 ㉠은 해양 생물 과의 수이다.

11. 세차 운동과 지구 기후 변화

P는 근일점 부근에 위치한 지점이며, ㉡인 시기는 지구 자전축의 경사 방향이 현재와 반대이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠인 시기에 지구가 원일점에서 근일점으로 공전하는 과정에서 30°N 이 겨울일 때가 있으며, 근일점에서 원일점으로 공전하는 과정에서 30°N 이 여름일 때가 있다. 따라서 ㉠인 시기에 지구가 P에 위치하면 30°N 의 계절은 봄이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 현재와 ㉡인 시기는 P에 위치할 때 지구와 태양 사이의 거리가 같으므로 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양도 같다.

ㄷ. 현재 지구가 근일점 부근인 P에 위치할 때 30°S 의 계절은 여름이며, ㉡인 시기는 원일점 부근에서 30°S 의 계절이 여름이다. 따라서 30°S 에서 기온의 연교차는 현재가 ㉡인 시기보다 크다.

12. 엘니뇨와 라니냐

중양 태평양 적도 부근 해역에서 남적도 해류의 서쪽으로 향하는 방향의 유속이 빠른 (나)가 라니냐 시기이며, (가)는 엘니뇨 시기이다.

[정답맞히기] ㄴ. 엘니뇨 시기에 서태평양의 해면 기압은 평상시보다 높아지고 동태평양의 해면 기압은 평상시보다 낮아진다. 따라서 $\frac{\text{서태평양 해면 기압}}{\text{동태평양 해면 기압}}$ 은 엘니뇨 시기인 (가)가 더 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (서태평양 해수면 높이-동태평양 해수면 높이)값은 엘니뇨 시기인 (가)가 더 작다.

ㄷ. 엘니뇨 시기인 (가)일 때 동태평양 적도 부근 해역에서 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 더 깊다.

13. 별의 에너지원과 진화

주계열 단계인 별의 중심핵에서는 헬륨이 차지하는 질량비가 증가하며, 헬륨 핵융합 반응이 일어나면 중심핵에서 헬륨이 차지하는 질량비가 감소한다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 중심핵에서 헬륨이 차지하는 질량비가 100%보다 작으므로 주계열 단계이며, B는 적색 거성 단계이다. 주계열 단계일 때는 적색 거성 단계일 때보다 표면 온도는 높고 중심핵 온도는 낮으므로 $\frac{\text{표면 온도}}{\text{중심핵 온도}}$ 는 A가 B보다 크다.

ㄴ. B일 때 중심핵에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나지 않으며, 중심핵 바깥의 수소 껍질에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 B일 때 별 전체에서 수소 핵융합에 의한 에너지 생성량은 헬륨 핵융합에 의한 에너지 생성량보다 많다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. A일 때 중심핵에는 약간의 수소와 탄소가 존재한다. C일 때는 중심핵에 수소가 거의 존재하지 않으며, 헬륨이 차지하는 질량비가 많이 감소한 것으로 보아 헬륨 핵융합 반응으로 인해 탄소가 생성되고 있다. 따라서 $\frac{\text{수소가 차지하는 질량}}{\text{탄소가 차지하는 질량}}$ 은 A가 C보다 크다.

14. 별의 물리량

복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 별의 표면 온도에 반비례하며, 별의 광도는 표면 온도의 네제곱과 반지름의 제곱을 곱한 값에 비례한다.

[정답맞히기] ㄴ. 태양은 p-p 반응이 CNO 순환 반응보다 우세하며, (가)는 반지름이 태양의 10배인 주계열성이므로 중심부 온도가 태양보다 높아 CNO 순환 반응이 p-p 반응보다 우세하다. 따라서 중심핵에서의 $\frac{\text{p-p 반응에 의한 에너지 생성량}}{\text{CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량}}$ 은 (가)가 태양보다 작다.

ㄷ. (가)와 (나)는 반지름이 같으며, (가)의 표면 온도는 태양보다 높고 (나)의 표면 온

도는 태양과 같으므로 광도는 (나)가 (가)보다 작다. (다)의 표면 온도는 (나)의 $\frac{1}{1.2}$ 배이며 반지름은 1.2배이므로 광도는 (다)가 (나)의 $\frac{1}{1.2^2}$ 배이다. 따라서 광도는 (다)가 가장 작다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)의 표면 온도는 태양보다 높으므로 복사 에너지를 최대 방출하는 파장은 태양보다 짧다. 따라서 ㉠은 1보다 작다.

15. 허블 법칙

은하까지의 거리가 멀수록 적색 편이량이 크다.

[정답맞히기] ㄱ. 후퇴 속도=(허블 상수×은하까지의 거리)이다. A까지의 거리는 12Mpc, 허블 상수는 70km/s/Mpc이므로, A의 후퇴 속도는 840km/s이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 후퇴 속도=(빛의 속도×적색 편이량)이므로 B의 후퇴 속도는 1680km/s이다. A의 후퇴 속도가 840km/s이므로 우리은하로부터의 거리는 B가 A의 2배이다. 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 은하 B에 포함된 Ia형 초신성의 겉보기 밝기 최대값인 ㉠은 A의 $\frac{1}{4}$ 이다.

ㄷ. 우리은하로부터 B까지의 거리가 24Mpc이므로 B와 C 사이의 거리는 21Mpc이다. 따라서 B에서 관측한 C의 후퇴 속도=70km/s/Mpc×21Mpc=1470km/s이다. 후퇴 속도=(빛의 속도×적색 편이량)이므로 1470km/s=(3×10^5 km/s×적색 편이량)이다. 따라서 적색 편이량은 4.9×10^{-3} 이므로 5.0×10^{-3} 보다 작다.

16. 은하의 종류와 별의 생성

은하에서 새로운 별이 계속 생성된다면 시간이 흐를수록 생성된 별의 누적 질량(세로 축 물리량)이 증가하고, 은하에서 새로운 별이 거의 생성되지 않을 경우에는 시간이 흘러도 별의 누적 질량은 거의 일정한 값을 갖는다. A에서는 110억 년 전 이후부터 현재까지 새로운 별이 계속 생성되고 있지만, B에서는 110억 년 전 이후부터 현재까지 새로운 별이 거의 생성되지 않는다. 따라서 A는 나선 은하, B는 타원 은하이다.

[정답맞히기] ㄱ. 그래프에서 별의 누적 질량이 가장 작은 아래쪽 시작점이 120억 년 전, 가장 위쪽 끝점이 현재에 해당한다. 따라서 120억 년 전부터 110억 년 전까지 생성된 별의 누적 질량은 A가 B보다 작다.

ㄴ. B에서는 110억 년 전 이후부터 현재까지 새로 탄생한 별이 거의 없으므로 은하에 존재하는 주계열성은 거의 대부분 나이가 많고 광도가 작은 붉은색 별이다. 한편, A에서는 110억 년 전 이후부터 현재까지 새로운 별이 계속 탄생했으므로 B에 비해 주계열성의 나이가 적고 평균 광도가 크다.

ㄷ. 현재 은하 질량에 대한 성간 물질 질량비는 새로운 별이 상대적으로 많이 탄생하는 A가 B보다 크다. 정답⑤

17. 고지자기 복각과 화산섬의 이동

판이 이동하더라도 열점 P의 위치는 변하지 않으므로 화산섬 A, B, C는 모두 위도 30°N에 위치한 P에서 형성되었다. 화산섬의 연령이 50Ma인 A에서 구한 고지자기극의 위치가 75°N이므로 A는 현재 15°N에 위치한다. 또한 화산섬의 연령이 75Ma인 B는 현재 적도에, 화산섬의 연령이 100Ma인 C는 현재 약 7.5°S에 위치한다.

[정답맞히기] ㄴ. 고지자기극의 위치 변화는 100Ma~75Ma가 75Ma~50Ma보다 작으므로 판의 이동 속도는 100Ma~75Ma가 75Ma~50Ma보다 느리다.

ㄷ. 화산섬의 연령이 100Ma인 C에서 구한 고지자기극의 위치가 약 52.5°N이므로 C의 현재 위치는 P보다 37.5° 남쪽에 위치한 약 7.5°S에 위치한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 화산섬 A와 B는 모두 위도 30°N에 위치한 P에서 형성되었으므로 고지자기 복각의 절댓값은 같다.

18. 우주 구성 요소의 비율

시간이 흐를수록 우주가 팽창하므로 암흑 에너지의 상대적 비율이 증가하고, 암흑 물질과 보통 물질의 상대적 비율이 감소한다.

[정답맞히기] ㄱ. 시간의 진행 방향이 $T_1 \rightarrow T_2$ 인 경우, A는 증가하고 B와 C는 감소하므로 우주 팽창에 따른 우주 구성 요소의 비율 변화에 부합한다. 하지만, $T_2 \rightarrow T_1$ 인 경우 암흑 물질과 보통 물질 중 하나가 증가하므로 모순이다. 따라서 시간의 진행 방향은 $T_1 \rightarrow T_2$ 이며, T_1 이 T_2 보다 과거의 시기이다.

ㄴ. $T_1 \rightarrow T_2$ 로 갈수록 상대적 비율이 증가하는 A가 암흑 에너지이다. 표준 우주 모형에서 암흑 에너지는 척력으로 작용해 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 표준 우주 모형에 따르면 물질의 영향이 우세한 먼 과거에는 우주가 감속 팽창했고, 우주가 크기가 계속 커져 암흑 에너지에 의한 영향이 물질의 영향보다 우세해지면서 가속 팽창하기 시작하였다. 표에서 T_1 일 때 우주 팽창 속도가 현재 우주보다 크므로 T_1 은 가속 팽창이 시작되기 이전 시점이다. 따라서 T_1 ~현재 사이의 기간 중 우주 팽창 속도는 T_1 일 때 가장 컸다.

19. 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사

[정답맞히기] ㄴ. 1t일 때 행성이 시선 방향으로 접근하므로 중심별의 시선 속도는 (+)값을 갖는다. 10t일 때 행성 중심과 중심별 중심이 시선 방향에 나란하게 위치하여 중심별의 시선 속도는 0이다. 따라서 중심별의 시선 속도는 1t가 10t보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 행성에 의한 식 현상이 4t에서 시작되어 5t일 때 별의 밝기가 최소가 되고, 15t까지 최소 밝기가 유지된다. 따라서 행성은 4t~5t 동안 행성의 지름에 해당하는 거리만큼 이동하고, 4t~15t 동안 중심별의 지름에 해당하는 거리만큼 이동

한다. 따라서 중심별의 지름은 행성의 11배에 해당하며, 행성이 가릴 수 있는 최대 면적은 중심별 단면적의 $(\frac{1}{11})^2 \approx 0.008$ 배이다. 따라서 중심별의 최소 밝기 ㉠은 약 0.992이다.

㉡. 시간 $1t$ 와 $19t$ 일 때 중심별의 시선 속도 절댓값은 같지만 $1t$ 일 때는 시선 속도가 (+)값을, $19t$ 일 때는 시선 속도가 (-)값을 갖는다. 따라서 기준 파장이 같은 중심별의 흡수선에 대해 관측 파장은 적색 편이가 나타나는 $1t$ 가 청색 편이가 나타나는 $19t$ 보다 길다.

20. 지층의 상대 연령과 절대 연령

제시된 자료에서 $\frac{X\text{의 자원소 함량}}{X\text{의 처음 함량}} = 0.5$ 일 때, $\frac{Y\text{의 자원소 함량}}{Y\text{의 처음 함량}} = 0.25$ 이다. 즉, 같은 시간이 지났을 때, X는 50%가 남고 Y는 75%가 남는다.

[정답맞히기] ㄱ. 방사성 원소가 100%→75%로 감소하는데 걸리는 시간은 75%→50%로 감소하는데 걸리는 시간보다 짧다. 따라서 방사성 원소가 100%→50%로 감소하는데 걸리는 시간(반감기)은 100%→75%로 감소하는데 걸리는 시간의 2배보다 길다. 자료에서 Y가 100%→75% 되는데 걸리는 시간은 X가 100%→50% 되는데 걸리는 시간과 같으므로 반감기는 Y가 X의 2배보다 길다.

㉡. 현재로부터 X의 반감기가 1회 지나면, X는 현재 양의 50%만 남고, Y는 현재 양의 75%가 남는다. P에 포함된 방사성 원소는 Y이고, 현재 50%가 남아 있으므로 X의 반감기가 지나면 현재의 75%인 37.5%가 남는다. 따라서 P에 포함된 $\frac{Y\text{의 자원소 함량}}{Y\text{의 처음 함량}}$ 은 0.625이다. 정답㉠

[오답피하기] ㄴ. 현재 P에 포함된 방사성 원소가 처음 양의 50%이므로 절대 연령은 방사성 원소의 반감기와 같고, Q에 포함된 방사성 원소가 처음 양의 12.5%이므로 절대 연령은 방사성 원소의 반감기의 3배와 같다. X의 반감기를 T_X , Y의 반감기를 T_Y 라고 하고 P에 X가 포함되어 있다고 가정하면, P의 절대 연령은 T_X 이고, Q의 절대 연령은 $3T_Y$ 이다. 이 값을 ‘절대 연령은 P가 Q의 2/3배보다 크다’라는 조건에 대입하면 $T_X > 2T_Y$ 가 되며, 이 결과는 ‘반감기는 Y가 X의 2배보다 길다’라는 사실에 위배된다. 따라서 P에 포함된 방사성 원소는 Y이다.