

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

### 1. 지구 온난화와 CO<sub>2</sub> 농도 변화

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 1850년~2019년 동안 기온 편차 증가량은 아시아가 전 지구보다 크므로 이 기간 동안 기온의 평균 상승률은 아시아가 전 지구보다 크다.

ㄴ. (나)에서 CO<sub>2</sub> 농도의 연교차는 하와이(점선)가 남극(굵은 실선)보다 크다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 A 기간 동안 전 지구의 기온과 CO<sub>2</sub> 농도는 높아지는 경향이 뚜렷하다. 정답⑤

### 2. 플룸 구조론

[정답맞히기] ㄱ. A는 차가운 플룸으로, 판의 섭입형 경계에서 섭입한 해양판이 상부 맨틀과 하부 맨틀의 경계에 머물다가 일정량 이상이 되면 맨틀과 외핵의 경계 쪽으로 가라앉으면서 형성된다.

ㄴ. B는 뜨거운 플룸이며, 상승하는 과정에서 마그마가 생성된다. 태평양에서는 뜨거운 플룸이 상승하고 있으므로 여러 화산이 형성된다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 열점은 판이 이동하더라도 위치가 변하지 않는다.

### 3. 전파 은하

허블의 은하 분류에 따르면 이 은하는 타원 은하에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. 타원 은하는 대부분 나이가 많은 붉은색 별들로 이루어져 있다. 따라서 이 은하의 별들은 대부분 분광형이 A0인 별보다 표면 온도가 낮다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 타원 은하는 나선팔이 없다.

ㄷ. ㉠은 은하 중심부에서 바깥쪽으로 분출되는 고에너지 흐름으로, 전파 영역과 X선 영역에서 잘 관측된다. 암흑 물질은 전자기파 영역에서 직접 관측할 수 없다.

### 4. 다짐 작용

퇴적물이 쌓여 퇴적암이 되기까지의 전체 과정을 속성 작용이라고 하며, 속성 작용에는 다짐 작용과 교결 작용이 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 다짐 작용은 퇴적물이 쌓이면서 아랫부분의 퇴적물이 윗부분에 쌓인 퇴적물에 의해 치밀하게 다져지는 작용이다. 따라서 ‘다짐 작용’은 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 원형 판의 개수가 증가할수록 퇴적물에 작용하는 압력이 증가하여 단위 부피당 퇴적물 입자의 개수, 즉 퇴적물의 밀도는 증가한다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 과정 (나)에서 추출된 물의 부피가 100 mL이므로 원통 속에 남아

---

있는 물의 부피는 150 mL이다.

### 5. 생명 가능 지대

별 주변에서 생명 가능 지대는 중심별의 광도가 클수록 중심별에서 멀어지고 폭이 넓어진다.

[정답맞히기] ㄱ. 주계열성은 질량이 클수록 광도가 크다. 따라서 광도는 질량이 큰 A가 질량이 작은 B보다 크다.

ㄴ. 생명 가능 지대에 위치한 행성의 공전 궤도 반지름은 중심별의 광도가 클수록 크므로 ㉠은 ㉡보다 크다.

ㄷ. 생명 가능 지대의 폭은 중심별의 광도가 클수록 넓으므로 ㉢은 ㉣보다 크다.

정답⑤

### 6. 섭입대에서의 화성 활동

해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계 부근에서는 주로 안산암질 마그마가 분출된다.

[정답맞히기] ㄴ. C에서 형성된 현무암질 마그마가 상승하여 대륙 지각 하부에 도달하면 대륙 지각을 이루고 있는 암석이 가열되어 유문암질 마그마가 생성될 수 있다. 이때, B에서는 유문암질 마그마와 C에서 상승한 현무암질 마그마가 혼합되어 안산암질 마그마가 생성될 수 있다.

ㄷ. 맨틀 상부인 연약권에 물이 공급되면 용융 온도가 낮아져 마그마가 생성될 수 있다. 따라서 C에서는 맨틀 물질의 용융으로 마그마가 생성된다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. A는 마그마가 지표 부근에서 냉각되어 만들어진 화산암이 주로 분포하는 지역이다. 따라서 A에서는 주로 세립질 암석이 생성된다.

### 7. 태풍과 날씨

일반적으로 구름의 두께가 두꺼울수록 강수량이 많다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)를 보면 C 지점이 D 지점보다 강수량이 많은데 이는 C 지점이 D 지점보다 상승 기류가 더 활발하여 구름이 두껍게 형성되었기 때문이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 북상하고 있는 태풍의 이동 경로에 대해 왼쪽에 위치한 A는 안전 반원에, 오른쪽에 위치한 B는 위험 반원에 놓여있으며, 위험 반원은 태풍 내 바람 방향과 이동 방향이 대체로 일치하므로 풍속이 상대적으로 더 크다. 따라서 풍속은 A 지점이 B 지점보다 작다.

ㄷ. 북반구에 위치한 태풍 주변에서 바람은 시계 반대 방향으로 불어 들어간다. 따라서 태풍 중심부의 왼쪽(서쪽)에 위치한 C 지점에서는 북풍 계열의 바람이 분다.

### 8. 온대 저기압과 날씨

한랭 전선 후면에서는 주로 적운형 구름이 발달하며, 천둥·번개가 동반된 소나기성

강수가 내릴 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 이 기간 중 A 지역에서 번개가 발생하였으므로 A의 상공에는 한랭 전선면이 나타났다.

ㄴ.  $T_2 \sim T_3$  동안 A에는 한랭 전선이 통과하였으므로 적운형 구름이 발달하였다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 온대 저기압이 이동할 때 전선이 관측소를 통과하면 관측소의 풍향은 시계 방향으로 변한다. 따라서 전선이 통과한 A의 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.

### 9. 북대서양 해수의 성질

대양에서는 수심이 깊어질수록 대체로 수온은 낮아지는 경향을 보이고, 용존 산소량은 감소하다가 증가하는 경향을 보인다. 따라서 ㉠은 수온, ㉡은 용존 산소량이다.

[정답맞히기] ㄱ. A 해역이 B 해역보다 고위도에 위치하므로, 표층 해수의 수온은 A 해역이 B 해역보다 낮고, 표층 해수의 용존 산소량은 A 해역이 B 해역보다 많다. 따라서 (나)는 A에 해당한다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 표층에서 용존 산소량(㉡)은 A 해역이 B 해역보다 많다.

ㄷ. 수온 약층은 혼합층 아래에서 깊이에 따라 수온이 급격히 낮아지는 층으로, 표층과 심해층의 수온 차가 클수록 대체로 뚜렷하게 발달한다. 따라서 수온 약층은 상대적으로 저위도에 위치한 B 해역이 A 해역보다 뚜렷하게 나타난다.

### 10. 지질 시대의 환경과 생물

A는 원생 누대(약 25억 년 전~ 약 5.41억 년 전), B는 시생 누대(약 40억 년 전~약 25억 년 전), C는 현생 누대(약 5.41억 년 전~현재)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 시생 누대, 원생 누대, 현생 누대 중 지속 기간이 가장 긴 지질 시대는 원생 누대이다. 따라서 A는 원생 누대이다.

ㄴ. 초대륙 로디니아는 약 12억 년 전에 형성되었다가 약 8억 년 전부터 분리되기 시작하였다. 따라서 (나)는 A(원생 누대)에 나타난 대륙 분포이다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. 최초의 다세포 동물은 원생 누대(A) 말기에 출현하였다.

### 11. 우주 배경 복사

우주 배경 복사는 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때 방출되었던 복사로, 우주가 팽창하는 동안 온도가 낮아지고 파장이 길어져 현재는 약 2.7K 복사로 관측된다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 불투명한 우주의 모습으로 우주 배경 복사가 방출되기 이전 시기이고, (나)는 투명한 우주의 모습으로 우주 배경 복사가 방출된 이후의 시기이다. 따라서 (가) 시기 우주의 나이는 10만 년이다.

정답①

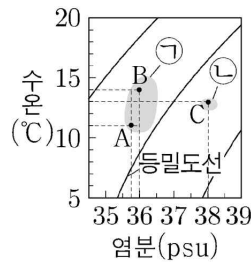
[오답피하기] ㄴ. 현재 우주 배경 복사의 온도가 약 2.7K이므로, (나) 시기에 우주 배경 복사의 온도는 2.7K보다 높다.

ㄷ. 빅뱅 후 약 3분이 지났을 때 수소 원자핵에 대한 헬륨 원자핵의 질량비가 약 3:1 이 되었다. 따라서 수소 원자핵에 대한 헬륨 원자핵의 질량비는 (가) 시기와 (나) 시기 모두 약 3:1로 같다.

### 12. 해수의 심층 순환

수온과 염분은 A가 각각 11°C과 35.75 psu, B가 각각 14°C과 36.0 psu, C가 각각 13°C과 38.0 psu이다.

[정답맞히기] ㄴ. A와 B의 온도 차는 3°C, A와 B의 염분 차는 0.25 psu이다. 따라서 A와 B의 수온에 의한 밀도 차는 A와 B의 염분에 의한 밀도 차보다 크다.



ㄷ. 밀도는 C가 B보다 크다. 따라서 C의 수괴가 서쪽으로 이동하여 B의 수괴와 만나면 C의 수괴는 B의 수괴 아래쪽으로 이동한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. B는 수온과 염분이 각각 14°C, 36.0 psu이므로, ㉠에 해당한다.

### 13. 별의 진화

이 원시별은 C→B→A 순으로 진화한다.

[정답맞히기] ㄱ. 원시별이 주계열성으로 진화하는 동안 중력 수축으로 반지름은 대체로 감소하고 평균 밀도는 대체로 증가한다. 따라서 평균 밀도는 C가 A보다 작다.

ㄷ. 원시별이 진화하는 동안 중력 수축 에너지에 의해 중심부의 온도는 점차 높아진다. 따라서 중심부의 온도는 B가 C보다 높다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 원시별이 중력 수축할 때 발생하는 에너지에 의해 내부 온도와 표면 온도가 높아진다. 따라서 표면 온도는 A가 B보다 높다.

### 14. 해수의 표층 순환

우리나라의 겨울철에 영향을 미치는 정체성 고기압은 시베리아 고기압으로, 우리나라에서 겨울철에는 주로 북서풍이 분다.

[정답맞히기] ㄱ. 우리나라에서 북서풍 계열의 바람이 불므로, 우리나라의 북서쪽에 고기압이 발달해 있다. 따라서 이 평년 바람 분포는 1월에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A에서는 한류(빙결라 해류)가 저위도 방향으로 흐르고, B에서는 난류(동오스트레일리아 해류)가 고위도 방향으로 흐른다.

ㄷ. 적도 부근에서 북동 무역풍은 해수를 북서쪽으로, 남동 무역풍은 해수를 남서쪽으로 이동시킨다. 따라서 C에서는 대기 대순환에 의해 표층 해수가 발산한다.

### 15. 해양판의 고지자기 분포

해양판에 기록된 고지자기 줄무늬는 해령과 거의 나란하며, 해령을 축으로 대칭 분포를 이룬다.

[정답맞히기] ㄴ. 해양판의 이동 속도와 해저 퇴적물이 쌓이는 속도가 일정하므로, 해양 지각의 연령이 많을수록 해저 퇴적물의 두께는 두껍다. 따라서 해저 퇴적물의 두께는 A가 B보다 두껍다. 정답㉔

[오답피하기] ㄱ. A와 B 사이에 고지자기 줄무늬의 대칭축이 나타나지 않으므로, A와 B 사이에 해령은 존재하지 않는다.

ㄷ. 그림에서 해양판과 대륙판 사이에 해구가 존재하는데, 만약 대륙판이 남쪽 방향으로 이동하는 경우 이동 속도가 더 빠른 해양판이 남쪽 방향으로 이동한다면 해양판과 대륙판 사이에 해구가 발달할 수 없다. 또한 대륙판이 북쪽 방향으로 이동하는 경우 이동 속도가 더 빠른 해양판이 북쪽 방향으로 이동해야지만 해양판과 대륙판 사이에 해구가 발달할 수 있다. 따라서 현재 A의 이동 방향은 북쪽이다. 이런 경우는 해령이 북쪽 방향으로 해양판의 확장 속도보다 빠른 속도로 이동할 때 나타날 수 있으며, 해령은 이미 대륙판 밑으로 섭입된 상태이다.

### 16. 별의 물리량

(다)는 태양보다 표면 온도가 높고 절대 등급이 큰 별이므로 주계열성이 아니다. 따라서 (가), (나), (다) 중에서 주계열성은 (가)와 (나)이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)는 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장이 태양보다 짧으므로 표면 온도가 태양보다 높고, 광도가 태양보다 큰 주계열성이다. 주계열성은 광도가 클수록 p-p 반응보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많다. 따라서 별의 중심핵에서의  $\frac{p-p \text{ 반응에 의한 에너지 생성량}}{\text{CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량}}$ 은 (나)가 태양보다 작다.

ㄷ. (나)는 반지름이 태양의 4배, 표면 온도가 태양의 5배이므로 광도는 태양의  $4^2 \times 5^4 = 10000$ 배이다. 따라서 절대 등급은 태양보다 10만큼 작은 -5.2이다. (다)는 절대 등급이 +9.8이므로 광도가 태양의  $\frac{1}{100}$ 배이다. 따라서 광도는 (나)가 (다)의  $10^6$ 배이다. 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례하는데, (나)와 (다)의 겉보기 밝기가 같다고 했으므로 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의  $10^3$ 배이다. 정답㉕

[오답피하기] ㄱ. (가)는 절대 등급이 태양보다 5만큼 작으므로 광도가 태양의 100배이다. 반지름은 (가)가 태양보다 2.5배 크므로 슈테판-볼츠만 법칙으로부터 표면 온도가 태양의 2배임을 알 수 있다. 한편, (가)에서 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장 (㉔)은 표면 온도에 반비례하므로 ㉔은 태양의  $\frac{1}{2}$ 배인 0.25이다.

### 17. 엘니뇨와 라니냐

A에서는 풍속 편차가 (+)이고, B에서는 풍속 편차가 (-)이다. 따라서 A는 무역풍(동풍에 해당)이 상대적으로 약해진 엘니뇨 시기에 해당하고, B는 무역풍이 상대적으로 강해진 라니냐 시기에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 라니냐 시기에 해당하므로 동태평양 적도 부근 해역에서 해수면 높이가 평년보다 낮다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 20°C 등수온선의 깊이 편차는 동태평양 적도 부근 해역에서 (+)값을 갖는다. 따라서 (나)는 동태평양 적도 부근 해역에서 따뜻한 해수층이 평년보다 두꺼워진 A(엘니뇨 시기)에 해당한다.

ㄷ. 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근의 해면 기압이 평년보다 낮고, 서태평양 적도 부근의 해면 기압이 평년보다 높다. 라니냐 시기에는 이와 반대로 나타난다. 따라서 적도 부근의 (동태평양 해면 기압-서태평양 해면 기압) 값은 엘니뇨 시기인 A가 라니냐 시기인 B보다 작다.

### 18. 우주의 구성 요소

우주가 팽창함에 따라 보통 물질과 암흑 물질의 상대적 비율은 감소하고, 암흑 에너지의 상대적 비율이 증가한다. 따라서  $T_2$  시기는  $T_1$  시기보다 과거이며, a는 암흑 에너지, b는 암흑 물질, c는 보통 물질이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)의 스펙트럼 관측 결과에서 적색 편이는 B가 A보다 크므로 빛이 출발한 시기는 B가 A보다 먼저이다. 따라서 B는  $T_2$  시기의 천체이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. A에서 관측된 적색 편이  $z = \frac{132 - 120}{120} = 0.1$ 이고,

$z = \frac{v}{c}$  ( $v$ : 후퇴 속도,  $c$ : 빛의 속도)이다. 따라서 우리은하에서 관측한 A의 후퇴 속도는 30000 km/s이다.

ㄷ. 우주를 가속 팽창시키는 요소는 암흑 에너지이므로 a이다.

### 19. 암석의 상대 연령과 절대 연령

(다)에서 X의 반감기는 1억 년이고, Y의 반감기는 0.5억 년이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서는 셰일 조각이 화강암 A에서 포획암으로 발견되므로 A가 셰일을 관입하였다.

ㄴ. (가)와 (나)의 셰일에서 모두 삼엽충 화석이 산출되므로 셰일의 형성 시기는 고생대이며, 절대 연령은 약 2억 5천 2백만 년보다 많아야 한다. 또한 (나)에서 화강암 B는 셰일보다 먼저 생성되었으므로 절대 연령이 2억 5천 2백만 년보다 많다. 따라서 B에는 방사성 원소 X가 12.5%가 존재해야 절대 연령이 2억 5천 2백만 년보다 많을

수 있다.

ㄷ. 현재 A에는 Y가 25%, B에는 X가 12.5% 존재한다. X의 반감기는 1억 년이고, Y의 반감기는 0.5억 년이므로 현재의 함량으로부터 1억 년 후에는 X와 Y가 모두 6.25%가 남는다. 따라서 1억 년 후의  $\frac{A에 포함된 방사성 원소 함량}{B에 포함된 방사성 원소 함량}$ 은 1이다. 정답⑤

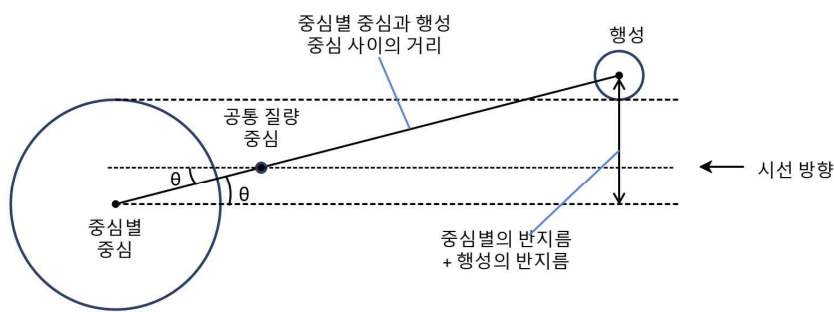
## 20. 외계 행성에 의한 중심별의 밝기 변화

[정답맞히기] ㄱ.  $t_1$ 일 때, 행성에 의한 중심별의 식 현상이 일어나며, 이때 가려지는 면적은 행성의 단면적에 비례한다. 행성의 반지름이 중심별의  $\frac{1}{20}$ 배이므로 중심별의 상대적 밝기는  $\frac{1}{400}$ 배만큼 감소하여 원래 광도의 99.75%이다.

ㄴ.  $t_1$ 과  $t_3$ 일 때 행성의 중심과 중심별의 중심이 관측자의 시선과 동일한 방향에 위치하므로  $t_2$ 일 때 중심별은 관측자에게 접근하는 시선 속도의 크기가 최대로 나타나고,  $t_3$ 일 때 중심별의 시선 속도는 0이 된다. 따라서  $t_2 \rightarrow t_3$  동안 중심별의 스펙트럼에서 청색 편이가 점점 감소하여 흡수선의 파장은 점차 길어진다.

ㄷ.  $t_1 \rightarrow A$  동안 중심별이 공통 질량 중심을 회전한 각을  $\theta$ , 중심별의 공전 속도를  $v$ 라고 하면 A일 때 중심별의 시선 속도의 크기는  $v \times \sin\theta$ 이다.  $t_2$ 일 때 중심별의 시선 속도의 크기는 최대이며, 이때 시선 속도의 크기는 공전 속도의 크기와 같다. 따라서  $\frac{A일 때 시선 속도}{t_2일 때 시선 속도} = \frac{v \times \sin\theta}{v} = \sin\theta$ 이고, 아래 그림과 같이

$\sin\theta = \frac{\text{중심별 반지름} + \text{행성 반지름}}{\text{중심별 중심과 행성 중심 사이의 거리}}$ 이므로  $\sin\theta = \frac{1+1/20}{4.2} = \frac{1}{4}$ 이다. 정답⑤



A일 때 중심별과 행성의 상대적 위치