

2019학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 지구과학II 정답 및 해설**

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

**1. 해수의 층상구조**

겨울철은 여름철보다 풍속이 강해서 혼합층의 두께가 대체로 두껍다.

[정답맞히기] ㄱ. 바람의 세기가 강할수록 혼합층의 두께가 두껍다. A가 B보다 혼합층의 두께가 두꺼우므로 바람의 세기도 강하다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 그림에서 혼합층의 두께는 B가 40~60 m, C가 60~80 m이므로, B가 C보다 얇다.

ㄷ. 혼합층의 두께는 바람이 강한 겨울이 바람이 약한 여름보다 두껍다.

**2. 방사성 원소의 반감기**

방사성 원소가 붕괴하여 처음 양의 절반으로 줄어드는데 걸리는 시간인 반감기는 온도나 압력에 관계없이 일정하다.

[정답맞히기] ㄴ. A의 반감기가 0.5억 년이므로, 반감기가 두 번 지나는데 걸리는 시간은 1억 년이다.

ㄷ. 암석에 포함된 방사성 원소의 양이 처음의  $\frac{1}{8}$ 로 감소했으므로 반감기가 세 번 지났음을 알 수 있다. B의 반감기가 1억 년이므로 이 동안 걸린 시간은 3억년이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. 반감기는 A가 0.5억 년, C가 2억 년이므로 C가 A의 4배이다.

**3. 광물의 특성**

고용체는 광물의 화학 조성이 일정한 범위 내에서 변하지만 결정 구조는 일정한 광물이며, 광학적 등방체는 광물 내에서 방향에 관계없이 빛의 통과속도가 일정한 광물로 단굴절을 일으킨다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 사장석으로 구성 원소 중 Ca와 Na의 양이 일정한 범위 내에서 변하지만 결정 구조는 변함이 없는 고용체이다.

ㄴ. B는 유색 광물이면서 광학적 등방체에 해당하는 석류석이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. C는 흑운모로 1 방향의 쪼개짐이 있다.

**4. 마그마의 생성**

해령이나 열점 하부에서는 맨틀 물질의 상승에 따른 압력 감소로 맨틀이 부분 용융되어 현무암질 마그마가 생성된다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B는 해양 지각 내에 분포하므로 분출하는 마그마의 종류는 주로 현무암질 마그마이다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. B가 A보다 해저면으로부터의 높이가 낮으므로 마그마가 생성될 수

있는 최대 깊이가 대체로 얕다.

ㄷ. B의 마그마는 맨틀 물질의 상승에 의한 압력 감소에 의해 주로 생성된다.

### 5. 우주 모형

열린 우주는 우주의 밀도가 임계 밀도보다 작고, 곡률이 0보다 작다. 닫힌 우주는 우주의 밀도가 임계 밀도보다 크고, 곡률이 0보다 크다. 평탄 우주는 우주의 밀도가 임계 밀도와 같고, 곡률이 0이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 밀도비가 1보다 작으므로 열린 우주에 해당한다.

ㄷ. B가 C보다 암흑 에너지의 영향을 많이 받으므로 팽창 속도가 빨라서 우주 배경 복사의 온도가 더 빠르게 감소한다. 정답 ③

[오답피하기] ㄴ. B는 밀도비가 1이므로 0의 곡률을 갖는다.

### 6. 편서풍 파동

편서풍 파동에서 기압골의 서쪽에서는 상층 공기의 수렴으로 하강 기류가 발달하며 지상에는 고기압이 형성된다.

[정답맞히기] ㄴ. A에서는 상층 공기의 수렴이 생기므로 A의 지상에서는 하강 기류가 나타난다.

ㄷ. 편서풍 파동은 저위도와 고위도의 기온 차와 지구 자전에 의한 전향력 때문에 발생하여 저위도의 과잉 에너지를 고위도로 수송하는 역할을 한다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 북반구에서 500 hPa 등압면은 북쪽 방향으로 기울어져 있으므로 등압면 등고선의 높이는 ㉠이 ㉡보다 낮다.

### 7. 우리 은하의 관측

(가), (나), (다)는 각각 21 cm 전파, 근적외선, 가시광선으로 관측한 영상이다.

[정답맞히기] ㄷ. 성간 소광은 성간 티끌 등에 의해 별빛이 실제보다 어둡게 보이는 현상으로 그 효과는 관측 파장 영역이 근적외선 영역(나)보다 가시광선 영역(다)인 경우에 크게 나타난다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 은하면을 따라 성운의 분포가 짙게 관측되는 것으로 보아 21 cm 전파로 관측한 것이다.

ㄴ. 중성 수소는 21 cm 전파를 방출하므로, 중성 수소의 분포는 21 cm 전파로 관측한 영상인 (가)로 알 수 있다.

### 8. 단열 변화와 구름의 생성

상승 응결 고도( $H$ )는 불포화 상태인 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되기 시작하는 고도이며,  $H(\text{km}) = \frac{1}{8}(\text{기온} - \text{이슬점})$ 으로 구해지는데, 지표면에서의 (기온 - 이슬점) 값이 클수록 높다.

[정답맞히기] ㄱ. A에서 상승 응결 고도가 2 km이므로,  $2 = \frac{1}{8}(30 - \text{이슬점})$ 에서 A의 지

표면에서의 이슬점은 14°C이다.

ㄴ. 지표면에서  $h_2$ 까지 B의 이슬점은 2°C/km로 감소하고, C의 기온은 지표면에서  $h_1$ 까지는 10 °C/km로,  $h_1$ 에서  $h_2$ 까지는 5 °C/km로 감소한다. 그림에서  $h_2 \approx 2h_1$ 이다. 지표면에서 B의 이슬점(°C)은  $30-8h_2$ , C의 기온(°C)은 30이므로,  $h_2$ 에서 B의 이슬점(°C)은  $30-8h_2-2h_2=30-10h_2$ 이고, C의 기온(°C)은  $30-10h_1-5(h_2-h_1) \approx 30-5h_2-2.5h_2=30-7.5h_2$ 이다. 그러므로  $h_2$ 에서 B의 이슬점은 C의 기온보다 낮다.

ㄷ. 구간  $h_1-h_2$ 에서 B의 기온은 건조 단열 감률로 감소하고, 이슬점은 이슬점 감률로 감소하면서 습도가 점차 증가한다. 반면에, C는 이 구간에서 기온과 이슬점이 같아서 상대 습도가 100%로 일정하다. 따라서 이 구간에서 상대 습도의 변화율은 B가 C보다 크다. 정답 ⑤

### 9. 수온과 염분의 분포

해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 커지는데, 염분보다 수온의 영향이 더 크다. A는 북대서양 심층수, B는 남극 중층수에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 북대서양 심층수는 남극 저층수보다 염분이 크지만 밀도가 작은 것으로 보아 수온이 높음을 알 수 있다. 따라서 (나)에서 이에 해당하는 A가 북대서양 심층수이다.

ㄷ. (나)의 a 구간에서 수온은 거의 일정하지만 염분의 변화가 뚜렷하게 나타나므로 밀도 변화는 수온보다 염분의 영향을 더 받는다. 정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 남극 중층수는 60°S 부근에서 하강하여 해양의 중층을 형성하는 수괴로, 남극 저층수나 대서양 심층수와는 구별되는 성질을 갖는다.

### 10. 지형류와 해수면 경사

북반구에서 지형류는 수압 경도력의 오른쪽 90° 방향으로, 남반구에서는 수압 경도력의 왼쪽 90° 방향으로 흐른다. 지형류의 속도는 위도가 낮을수록 해수면의 경사가 급할수록 빠르다.

[정답맞히기] ㄱ. 북반구인 A에서 해수면은 남쪽으로 기울어져 있으므로 수압 경도력은 남쪽으로 향하고 지형류는 서쪽으로 흐른다.

ㄷ. C에서 해수면의 높이차를  $\Delta z_1$ , 수온 약층의 높이차를  $\Delta z_2$ 라고 하면,

$$\rho_1(\Delta z_1 + \Delta z_2) = \rho_2 \Delta z_2, \quad \frac{\Delta z_1 + \Delta z_2}{\Delta z_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \text{에서 } \Delta z_2 = a \Delta z_1 \text{라고 하면}$$

$$\frac{1+a}{a} = \frac{1026}{1024} = \frac{1+512}{512}, \quad \therefore \frac{\Delta z_2}{\Delta z_1} = 512 \text{ 이다.} \quad \text{정답 ③}$$

[오답피하기] ㄴ. B와 D에서 해수면은 모두 북쪽으로 기울어져 있으나, B는 북반구에, D는 남반구에 있으므로, 지형류의 방향은 서로 반대 방향이 된다.

### 11. 중력 이상

중력은 측정 지점의 해발 고도, 지형의 기복, 지하 물질의 밀도 등에 따라 달라지는데, 중력 이상은 (실측 중력-표준 중력)이다.

[정답맞히기] 나. 단진자의 주기는 중력이 클수록 짧아진다. 그러므로 실측 중력이 가장 큰 C에서 단진자의 주기가 가장 짧다.

다. A와 B에서 지층 (나)가 두꺼운 B의 실측 중력이 작으므로 평균 밀도는 지층 (가)가 (나)보다 크다. A와 D에서 ㉠을 포함한 D의 실측 중력이 작으므로 평균 밀도는 ㉠이 지층 (나)보다 작다. 그러므로 ㉠이 지층 (가)보다 평균 밀도가 작다. 정답 ⑤

[오답피하기] 가. 동일한 위도이므로 표준 중력은 A와 B에서 같다.

## 12. 별의 진화와 내부 구조

원시별의 질량이 클수록 중력 수축이 빠르게 일어나 주계열에 빨리 도달하고, CNO 순환 반응은 질량이 큰 주계열성에서 주로 일어나는 수소 핵융합 반응이다.

[정답맞히기] 나. A가 B보다 질량이 큰 별이고, ㉡이 ㉢보다 질량이 큰 별의 내부 구조이다. 그러므로 A가 주계열 단계일 때의 내부 구조는 ㉡이다. 정답 ②

[오답피하기] 가. 주계열이 되는 데 걸리는 시간은 질량이 큰 별일수록 짧으므로, 질량이 큰 A가 B보다 그 시간이 짧다.

다. CNO 순환 반응은 질량이 큰 별일수록 우세하므로 ㉢보다 ㉡에서 그 반응이 우세하다.

## 13. 은하의 회전

회전 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 작아지는 회전을 케플러 회전이라 한다.

[정답맞히기] 가. A는 태양보다 은하 중심에 가까우므로 태양보다 은하 중심에 대한 회전 속도가 커서 청색 편이가 나타난다. 정답 ①

[오답피하기] 나. B는 태양보다 은하 중심에서 멀리 있으므로 태양보다 은하 중심에 대한 회전 속도가 작다. 그러므로 태양에 대한 B의 상대적인 운동 방향은 ㉣이다.

다. B와 C의 공간 속도는 같지만, B는 시선 속도가 0이므로 공간 속도와 접선 속도가 같고, C는 공간 속도가 시선 속도와 접선 속도로 나누어진다. 그러므로 접선 속도의 크기는 B가 C보다 크다.

## 14. 지균풍

높이 1km 이상의 상층에서 등압선이 직선으로 나란할 때 부는 바람을 지균풍이라 하며, 기압 경도력과 전향력이 평형을 이룬다.

[정답맞히기] 나. (가)와 (나)에서 두 등압선 간격과 기압차가 같으므로 기압 경도력이 같다. 지균풍에서는 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루므로, (가)와 (나)에서 전향력의 크기는 같다.

다. 30°N과 60°N에서 지균풍의 풍속을 각각  $v_{30}$ ,  $v_{60}$ 이라 하면,  $\frac{v_{30}}{v_{60}} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$  이

다. 그러므로 지균풍의 풍속은 (나)가 (가)의  $\sqrt{3}$ 배이다.

정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 전향력이 같으므로 위도가 높을수록 풍속이 작다. 그러므로 (가)와 (나) 중에서 풍속이 작은 (가)의 위도는  $60^\circ\text{N}$ 이다.

### 15. 엘니뇨와 라니냐

상대적으로 평균 수온이 높은 '○'는 서태평양, '×'는 동태평양에 해당한다. 동태평양에서 상대적으로 수온이 낮은 A는 라니냐 시기에, B는 엘니뇨 시기에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. 남적도 해류는 엘니뇨 시기보다 라니냐 시기에 강하므로, A가 B보다 강하다.

ㄷ. 서태평양에서 해면 기압은 엘니뇨 시기에 평년보다 크므로, 엘니뇨 시기인 B가 평년보다 크다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 동태평양에서 용승은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 강하므로 B가 A보다 약하다.

### 16. 지각 평형

지각 평형설은 밀도가 작은 지각이 밀도가 큰 맨틀 위에 떠서 평형을 이룬다는 이론인데, 에어리 설은 맨틀 위에 떠 있는 밀도가 서로 같은 지각에서 해발 고도가 높을수록 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 깊다.

[정답맞히기] ㄷ. B와 C의 경우, 맨틀 위에 떠 있는 밀도가 같은 지각에서 C는 B보다 지각의 해발 고도가 높고 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 깊다. 그러므로 B와 C의 평형 상태는 에어리의 지각 평형설로 설명된다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. A와 B에서  $\rho_1(h_1+h_2)=\rho_2h_2$ ,  $\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{h_2}{h_1+h_2}<1$  이므로  $\rho_1<\rho_2$ 이다. 즉,  $\rho_1$ 은  $\rho_2$ 보다 작다.

ㄴ. B와 C에서  $\rho_2h_2+\rho_3h_3=\rho_2(h_1+h_2+h_3)$ 이므로  $\frac{\rho_3}{\rho_2}$ 은  $\frac{h_1+h_3}{h_3}$ 와 같다.

### 17. 은하의 스펙트럼과 후퇴 속도

외부 은하의 후퇴 속도는  $c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$  ( $c$ : 빛의 속도,  $\lambda$ : 흡수선의 원래 파장,  $\Delta\lambda$ : 흡수선의 파장 변화량)의 관계로 구할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 비교 스펙트럼과 은하 A의 관측 스펙트럼에서, A의 후퇴 속도는  $\frac{5103-4860}{4860} \times 3 \times 10^5 = 15000(\text{km/s})$ 이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 은하 B의 후퇴 속도가  $30000 \text{ km/s}$ 이므로,  $\frac{\text{㉠}-4340}{4340} \times 3 \times 10^5 = 30000$ 에서 ㉠은 4774이다.

ㄷ. B에서 A를 관측하는 경우는 우리은하에서 은하 A를 관측하는 경우와 같다. 즉,

$$15000 = \frac{(\text{가})\text{의 파장} - 4340}{4340} \times 3 \times 10^5 \text{ 에서 } (\text{가})\text{의 파장은 } 4557 \text{ \AA} \text{ 이다.}$$

### 18. 식쌍성

쌍성 중에서 두 별의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향과 나란하여 한 별이 다른 별을 가리면서 밝기가 주기적으로 변하는 것을 식쌍성이라 한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 별 A, B의 표면 온도와 반지름을 각각  $T_A, T_B, R_A, R_B$ 라

고 하면  $R_A = 4R_B$ 이므로,  $\frac{T_B^4}{T_A^4} = \frac{R_A^2}{R_B^2}, \frac{T_B}{T_A} = \sqrt{\frac{R_A}{R_B}} = \sqrt{4} = 2$ 이다. 즉, 별의 표면 온도는

B가 A의 2배이다.

ㄴ. (나)에서 C와 D의 광도를  $L$ , 주극소와 부극소의 밝기를 각각  $P, Q$ 라 하면,  $R_C = 2$

$R_D$ 에서  $P = L, Q = L + (L - L \times \frac{1}{4}) = \frac{7L}{4}$ 이므로,  $\frac{\text{주극소의 밝기}}{\text{부극소의 밝기}} = \frac{P}{Q} = \frac{L}{\frac{7L}{4}} = \frac{4}{7}$ 이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 부극소일 때, 반지름이 작은 별의 광도는 서로 같으나 큰 별이 가려지는 면적은 (나)보다 (가)에서 적으므로 밝기는 (가)가 (나)보다 밝다. 정답 ⑤

### 19. 지질도 해석

습곡 구조에서는 지층 경계선이 습곡축을 중심으로 대체로 대칭을 이루며, 습곡축을 중심으로 경사 방향이 서로 반대이다.

[정답맞히기] ㄱ. 단층면을 따라서 상반이 하반보다 아래로 이동하였으므로 정단층이 관찰된다.

ㄴ. 주어진 지질도의 중앙부를 기준으로 서쪽 지층은 서쪽 방향으로, 동쪽 지층은 동쪽 방향으로 기울어져 있고 같은 패턴이 반복되는 배사 구조가 나타난다.

ㄷ. 배사축을 중심으로 서쪽으로 가면서 셰일1→사암1→셰일2→사암2가, 동쪽으로 가면서 셰일1→사암1→셰일2가 나타난다. 그러므로 지질 주상도를 작성하면 4개의 지층이 나타난다. 정답 ⑤

### 20. 고지자기

북각은 전자기력이 수평 방향에 대하여 기울어진 각으로, 자기 적도에서  $0^\circ$ , 자북극에서  $+90^\circ$ , 자남극에서  $-90^\circ$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 고지자기극의 위치가 시계 방향으로 변했으므로 이 지괴는 시계 반대 방향으로 회전하였다.

ㄷ. 고지자기극이 80Ma에는 적도(위도  $0^\circ$ )에, 현재는 지리상 북극(위도  $90^\circ\text{N}$ )에 있으므로 이 기간 동안 지괴는  $90^\circ$  회전하였다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 이 기간 동안 지괴와 고지자기극 사이의 거리가 일정하였으므로 고지자기 북각 또한 일정하였다.