

2024학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 지구과학II 정답 및 해설

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

1. 대기 운동의 규모

대기 운동의 규모는 수평 규모에 따라 미규모, 중간 규모, 종관 규모, 지구 규모로 구분한다. 수평 규모가 클수록 시간 규모도 크다.

[정답맞히기] ㄱ. 산곡풍은 수평 규모가 1~100 km인 중간 규모의 대기 운동이고, 해륙풍과 뇌우도 이에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A의 산곡풍은 중간 규모의 대기 운동이고, B의 편서풍, 무역풍은 지구 규모의 대기 운동이다.

ㄷ. 수평 규모는 B가 A보다 크므로 시간 규모도 B가 A보다 크다.

2. 광물 자원

광물 자원은 금속 광물 자원과 비금속 광물 자원으로 구분하고, 금속 광물 자원은 금, 구리, 철 등의 금속이 주성분인 광물로 제련 과정을 거쳐 사용한다.

[정답맞히기] ㄱ. 철, 희토류는 금속 원소이므로 금속 광물 자원으로 구분된다.

ㄴ. 석회석, 고령토는 지표의 암석이 풍화, 침식, 운반, 퇴적되는 과정에서 형성된 퇴적 광상에서 산출된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 희토류는 자연계에 매우 드물게 존재하는 금속 원소이고, 석회석은 우리나라 광물 자원 중 매장량이 가장 많은 자원이다. 따라서 매장량은 석회석이 희토류보다 훨씬 많다.

3. 구름의 발생

공기 덩어리의 기온과 이슬점이 같아질 때 수증기가 응결하여 구름이 만들어진다.

[정답맞히기] A. 지표면에서 높이 올라갈수록 기압은 낮아진다. 주변과 열 교환 없이 공기 덩어리가 상승하면 주위 기압이 낮으므로 공기 덩어리가 단열 팽창한다.

B. 공기 덩어리가 단열 팽창하면 내부 에너지가 감소하여 기온이 낮아진다.

C. 공기 덩어리가 상승하여 기온과 이슬점이 같아지면 상대 습도가 100%에 도달하여 수증기가 응결하고 구름이 만들어진다. **정답⑤**

4. 조석

조석의 한 주기 중 해수면이 가장 높을 때를 고조(만조), 가장 낮을 때를 저조(간조)라고 한다.

[정답맞히기] ㄴ. 8월 4일의 ㉠ 시기에 해수면의 높이가 낮아지고 있으므로 이 시기에 썰물이 나타난다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 8월 3일에는 고조(만조)가 두 번 나타나는데, 두 번 모두 해수면의 높이는 9 m보다 낮다.

ㄷ. 조차는 연이은 고조(만조)와 저조(간조)의 해수면의 높이 차이이다. 8월 5일에 연이은 고조(만조)와 저조(간조)의 해수면의 높이 차는 4 m 이상이다.

5. 방사성 원소의 붕괴열

지구 내부에서 방사성 원소는 주로 지각과 맨틀에 존재하고, 지각을 이루는 암석 중 방사성 원소의 함량은 화강암이 현무암보다 많다.

[정답맞히기] ㄱ. 화강암에서 우라늄의 함량은 4 mg/kg보다 많고, 현무암에서 우라늄의 함량은 1 mg/kg보다 적다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 칼륨과 우라늄에 의한 방출 열량의 합은 화강암이 현무암보다 약 4 배 이상 많다.

ㄷ. 화강암과 현무암 모두 우라늄에 의한 방출 열량이 칼륨에 의한 방출 열량보다 많다.

6. 우주의 거대 구조

은하들은 독립적으로 존재하는 것이 아니라 다양한 규모의 집단을 이루고 있으며, 작은 구조가 모여 큰 구조를 이루는 계층적 형태를 띠고 있다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉠은 은하이고, ㉡은 은하들이 집단으로 모여 있는 은하단이다. ㉢은 은하가 거의 존재하지 않는 거대 공동이다.

ㄷ. 우주 전체 공간에서 은하가 차지하는 부피는 일부분이고, 거대 공동이 대부분을 차지한다. 따라서 우주에서 차지하는 부피는 거대 공동이 은하단보다 크다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 별과 성간 물질이 모여 있는 은하이다. 별과 성간 물질은 보통 물질에 해당하므로, 보통 물질의 밀도는 은하가 우주 전체에 비해 크다. 따라서

$$\frac{\text{㉠의 보통 물질 평균 밀도}}{\text{우주 전체의 보통 물질 평균 밀도}} > 1 \text{이다.}$$

7. 해파

수심이 파장의 $\frac{1}{20}$ 배보다 얇은 곳에서 진행하는 해파를 천해파라고 한다. 중력 가속도를 g , 수심을 h 라고 할 때 천해파의 속력은 \sqrt{gh} 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 수심이 1m이고, 파장이 30m라고 했으므로 이 해파는 천해파이다. 따라서 이 해파의 속력은 $\sqrt{10 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ m}} = \sqrt{10} \text{ m/s}$ 이다.

ㄷ. 천해파는 해저의 마찰을 받으므로 표면의 물 입자는 타원 운동을 하며, 수심이 깊어질수록 타원의 모양이 더욱 납작해지고 해저면에서는 수평으로 직선 왕복 운동을 한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 표면의 물 입자가 타원 운동을 할 때, 타원의 짧은반지름은 물 입자

가 운동하는 진폭에 해당한다. 해수면의 물 입자가 운동하는 궤적의 짧은반지름이 0.1m라고 했으므로 파고는 진폭의 2배인 0.2m이다.

8. 지질도 해석

주향은 지층 경계선이 같은 고도의 등고선과 만나는 두 점을 연결한 직선의 방향이며, 경사 방향은 어떤 지층 경계선에서 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되는 방향이다.

[정답맞히기] ㄴ. 지질도에서 지층 A, B, C의 경사 방향은 모두 동쪽이다. 따라서 지층의 생성 순서는 A → B → C이다. 정답㉔

[오답피하기] ㄱ. 지층 B와 같은 고도의 등고선이 만나는 두 점을 연결한 직선의 방향은 NS이다. 따라서 B의 주향은 NS이다.

ㄷ. 단층면의 경사 방향이 동쪽이므로 단층면을 기준으로 서쪽에 있는 지괴는 하반, 동쪽에 있는 지괴는 상반이다. 이 지역의 단층은 상반이 하반에 대해 위로 올라간 구조이므로 역단층이다.

9. 복각계를 이용한 복각 측정

복각은 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각으로, 자침의 N극이 아래로 향하면 (+), 위로 향하면 (-)로 표시한다.

[정답맞히기] ㄴ. 지구 자기장의 연직 성분의 세기를 연직 자기력, 수평 성분의 세기를 수평 자기력이라고 하므로 $\frac{\text{연직 자기력}}{\text{수평 자기력}} = \tan(\text{복각})$ 이 성립한다. 복각의 크기가 $+55^\circ$ 이므로 연직 자기력은 수평 자기력보다 크다.

ㄷ. 나침반의 N극 방향은 수평 자기력의 방향과 같으므로 복각을 측정할 경우, 수평 자기력 방향의 연직 단면 상에서 측정해야 한다. 따라서 탐구 과정 (다)는 복각계 자침의 방향이 지구 자기장 방향과 일치되도록 하는 과정이다. 정답㉕

[오답피하기] ㄱ. 복각은 수평면과 지구 자기장의 방향이 이루는 각으로 자침의 N극이 수평면 아래를 향할 때 (+)로 표시한다. 그림 II에서 복각계의 자침이 수평면에 대해 55° 아래쪽을 가리키고 있으므로 복각은 $+55^\circ$ 이다.

10. 케플러 법칙

소행성은 태양을 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 공전하고 있으므로, 소행성의 궤도 운동에 케플러 법칙을 적용할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 이심률은 타원의 납작한 정도를 나타내는 값으로, 타원의 긴반지름에 대한 초점 거리의 비이다. 따라서 소행성 공전 궤도의 이심률은 $\frac{\text{초점거리}}{\text{궤도 긴반지름}} = \frac{2AU}{4AU} = 0.5$ 이다. 정답㉖

[오답피하기] ㄴ. 타원 궤도 상의 한 지점에서 두 초점까지의 거리의 합은 항상 궤도 긴반지름의 2배이다. 소행성이 B에 위치할 때, B에서 두 초점까지의 거리의 합은 B와

태양 사이의 거리의 2배이다. 따라서 B와 태양과의 거리는 궤도 긴반지름에 해당하는 4AU이다.

ㄷ. 소행성이 타원 궤도를 따라 공전하는 동안 면적 속도는 일정하다. 따라서 면적 속도는 A와 C에서 같다.

11. 규산염 광물의 결합 구조

규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소가 결합된 SiO_4 사면체를 기본 단위로 하며, SiO_4 사면체가 다른 이온과 결합되어 이루어진 광물이다. 규산염 광물은 기본 단위인 SiO_4 사면체 간의 결합 구조에 따라 다양한 광물을 형성한다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 SiO_4 사면체를 구성하는 4개의 산소 원자 중 3개가 이웃한 SiO_4 사면체와 공유 결합하여 판상 구조를 형성하고 있는 흑운모이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 결합 구조가 단사슬 구조인 휘석이며, SiO_4 사면체 사이에 1개의 산소 원자를 이웃한 SiO_4 사면체와 공유하고 있으므로 규소와 산소의 원자 수의 비는 1:3이다.

ㄷ. 이웃한 SiO_4 사면체끼리의 공유 산소 수는 망상 구조인 C가 단사슬 구조인 A보다 많다.

12. 성단의 색등급도

색지수($B-V$)가 같은 주계열성은 표면 온도가 같고, 절대 등급 및 광도가 같다고 할 수 있다. 따라서 색지수와 절대 등급이 알려진 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하면 성단을 구성하는 별들의 절대 등급(광도)을 알 수 있고, 관측된 겉보기 등급으로부터 거리 지수를 구하면 성단까지의 거리를 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 대부분의 별들이 주계열성으로 이루어져 있는 산개 성단이고, (나)는 거성 가지와 수평 가지에 별들이 많이 나타나는 구상 성단이다.

ㄴ. (가)의 색등급도에서 ㉠은 색지수($B-V$)가 0.8인 주계열성이다. (나)의 색등급도에서 ㉠은 색지수($B-V$)가 0.8인 주계열성보다 위쪽에 위치하므로 ㉠보다 광도가 더 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 주계열성은 색지수($B-V$)가 같을 경우 절대 등급이 같다고 할 수 있다. (가)와 (나)에서 색지수($B-V$)가 0.8로 같은 주계열성의 겉보기 등급을 비교하면 (가)에서 약 11, (나)에서 약 21이다. 따라서 절대 등급(광도)이 같은 주계열성의 겉보기 밝기는 (나)가 (가)보다 10000배 어둡게 보인다. 이는 성단 (나)가 (가)보다 100배 멀리 있기 때문이다.

13. 우리나라의 지질 계통

A는 고생대 초기에 형성된 조선 누층군이고, B는 고생대 후기에 형성된 평안 누층군이다. C는 중생대 후기에 형성된 경상 누층군이다.

[정답맞히기] ㄱ. 조선 누층군 A는 석회암, 사암, 셰일 등으로 이루어진 해성층이다.

ㄴ. 평안 누층군의 하부에는 해성층이, 상부에는 육성층이 존재한다. 특히 상부의 육성층에는 양질의 무연탄을 포함한 석탄층이 나타난다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. C의 경상 누층군에는 중생대 표준 화석인 공룡 뼈와 발자국 화석이 산출된다.

14. 단열선도

건조 단열 감률이 $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$, 이슬점 감률이 $2^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 일 때 공기 덩어리의 기온을 T , 이슬점을 T_d 라고 하면 상승 응결 고도 $h = 125(T - T_d)\text{m}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉠ 구간에서 기온의 역전층이 존재하므로 이 구간에서 대기 안정도는 절대 안정이다.

ㄷ. 공기 덩어리 A는 1km에서 구름이 생성되기 시작하였고, 이때 기온은 20°C 이다. 이후 습윤 단열 변화하여 주변 공기와 기온이 같아지는 고도까지 상승할 수 있다. 이 지역에서는 고도 1.5km에서 기온이 20°C 이고, A가 고도 1.5km까지 상승한다면 기온이 17.5°C 가 된다. 따라서 A는 고도 1.5km까지 상승할 수 없으므로 생성된 구름의 두께는 500m보다 얇다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 지표에서 기온이 30°C 인 A의 상승 응결 고도가 1km이므로 지표에서 A의 이슬점은 22°C 이다.

15. 편광 현미경으로 관찰한 암석의 특징

A에서는 방향성이 있는 엽리가 나타나며, B에서는 입자의 크기가 비슷한 조립질의 입상 변정질 조직이 나타난다.

[정답맞히기] ㄱ. 개방 니콜에서는 광학적 이방체인 유색 광물의 다색성이 잘 나타나며, 무색 광물의 다색성은 잘 나타나지 않는다. 직교 니콜에서는 광학적 이방체 광물의 간섭색이 유색 광물과 무색 광물에서 모두 잘 나타난다. 따라서 (가)는 개방 니콜이고, (나)는 직교 니콜이다.

ㄴ. A에서는 압력에 수직인 방향으로 광물이 배열되어 있는 엽리가 관찰된다. 따라서 A는 편마암이다.

ㄷ. B는 사암이 변성 작용을 받아 생성된 규암이다. B에서는 광물(주로 석영) 입자가 재결정 작용을 받아 만들어진 입상 변정질 조직이 관찰된다. **정답⑤**

16. 우리은하의 모습

우리은하의 은하 원반을 이루는 나선팔에는 젊은 별들과 성간 물질이 분포하고 있다. 성간 물질은 주로 성간 기체와 성간 티끌로 이루어져 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 중앙을 가로지르는 검은 부분은 성간 티끌에 의한 소광 현상 때문에 어둡게 보이는 것이다. 성간 소광은 전파 영역보다 가시광선 영역에서 잘 나타나므로 (가)는 가시광선 영상, (나)는 21 cm파 영상이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 중성 수소에서 양성자와 전자에 의한 에너지 상태가 낮아질 때 21

cm파가 방출된다. 따라서 중성 수소가 많이 분포하는 곳에서 21 cm파가 강하게 방출된다. 21 cm파 영상에서 은하 원반에 해당하는 부분이 밝게 보이는 것은 우리은하의 나선팔에 중성 수소가 풍부하게 분포하기 때문이다.

ㄷ. 성간 티끌에 의한 소광의 영향은 (가)에서가 (나)에서보다 크게 나타난다.

17. 지균풍과 경도풍

상층 대기에서 등압선이 직선으로 나란할 때는 지균풍, 등압선이 원형이나 곡선일 때는 경도풍이 분다.

[정답맞히기] ㄱ. 500 hPa 등압면이 가장 낮은 지점의 고도가 5520 m, 가장 높은 지점의 고도가 5640 m인 것으로 보아 (나)는 b를 따라 나타낸 고도 변화이다.

ㄴ. 위도선 b를 따라 갈 때 고도가 5580 m인 지점 Q의 주변에서는 500 hPa 등압면의 등고도선 높이가 북서쪽으로 갈수록 낮아진다. 500 hPa 등압면의 고도가 낮은 쪽은 저기압, 높은 쪽은 고기압에 해당하고, 기압 경도력은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용하므로 Q에서 기압 경도력의 방향은 북서쪽이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. P에는 저기압성 경도풍이, R에는 고기압성 경도풍이 불고 있으므로 바람에 작용하는 전향력의 크기는 P에서는 (기압 경도력 - 구심력)과 같고, R에서는 (기압 경도력 + 구심력)과 같다. P와 R에서 기압 경도력의 크기는 같으므로 바람에 작용하는 전향력의 크기는 P에서가 R에서보다 작다.

18. 내행성의 남중 시각 변화

내행성은 지구 공전 궤도 안쪽에서 공전하므로 이각이 일정한 각도 이상 커지지 못한다. 따라서 내행성은 태양 주위에서만 관측되며, 최대 이각 내에서 태양보다 먼저 남중 하거나 나중에 남중한다.

[정답맞히기] ㄱ. A의 남중 시각과 태양의 남중 시각 차이가 약 2시간 이내인 것으로 보아 A는 내행성이다. 내행성의 회합 주기(S)와 공전 주기(P)는 $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - 1$ (단위: 년)을 만족하므로 공전 주기(P)는 회합 주기(S)보다 짧다.

ㄴ. ㉠ 기간에 A는 태양이 남중한 후에 남중하므로 태양의 동쪽에 위치하고, 해가 진 후 서쪽 하늘에서 관측된다.

ㄷ. 내행성이 태양보다 먼저 남중하면서 남중 시각 차이가 최대일 때 서방 최대 이각을 지난다. A는 ㉡ 기간 직후에 서방 최대 이각을 지나므로 ㉡ 기간에는 내합에서 서방 최대 이각 위치로 이동하는 중이다. 따라서 ㉡ 기간에 지구와의 거리는 멀어진다.

정답⑤

19. 지형류

지형류는 해수면의 경사로 인해 발생한 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루면서 흐르는 해류이다.

[정답맞히기] ㄱ. 수압(P)은 물속의 한 점에서 받는 압력의 세기로, $P = \rho gh$ (ρ : 해수의 밀도, g : 중력 가속도, h : 해수면으로부터의 깊이)이다. 이 해역에서 해수의 밀도와 중력 가속도는 일정하므로 수압은 해수면으로부터의 깊이에 비례한다. 해수면으로부터의 깊이는 P 가 Q 의 $\frac{4}{3}$ 배이므로 수압의 크기도 P 가 Q 의 $\frac{4}{3}$ 배이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 이 해역은 지형류 평형 상태에 있으므로 Q 에서 지형류의 유속(v)은 $v = \frac{1}{2\Omega \sin\phi} \times g \times \frac{\Delta h}{\Delta x}$ ($\frac{\Delta h}{\Delta x}$: 해수면 경사) = $\frac{1}{10^{-4}/s} \times 10m/s^2 \times \frac{1m}{10^6m} = 0.1m/s$ 이다.

ㄷ. 수평 수압 경도력의 크기는 $g \times \frac{\Delta h}{\Delta x}$ 와 같다. 이 해역에서 해수면의 경사는 일정하므로 P 와 Q 에서 수평 수압 경도력의 크기는 같다. 한편, 이 해역은 정역학 평형 상태에 있으므로 연직 수압 경도력의 크기는 중력의 크기와 같다. 중력 가속도는 일정하다고 했으므로 연직 수압 경도력의 크기는 P 와 Q 에서 같다. 따라서 $\frac{\text{연직수압경도력의크기}}{\text{수평수압경도력의크기}}$ 는 P 와 Q 에서 같다.

20. 행성의 겉보기 운동

행성이 배경별에 대해 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 겉보기 운동을 순행, 동쪽에서 서쪽으로 움직이는 겉보기 운동을 역행이라고 한다. 내행성은 내합 부근을 지날 때, 외행성은 충 부근을 지날 때 역행한다.

[정답맞히기] ㄱ. 천구의 적도가 기울어진 방향으로 보아 해가 진 후 서쪽 하늘에서 A, B, C 를 관측하였고, 이 기간 동안 A 는 순행, B 는 역행하였다. 해가 진 후 서쪽 하늘에서 금성과 화성이 동시에 관측되었으므로 화성은 충 부근에 위치하지 않는다. 따라서 순행하는 A 는 화성, 역행하는 B 는 금성이다.

ㄴ. 금성(B)은 역행 중이고 해가 진 후에 관측되었으므로 동방 최대 이각에서 내합으로 이동하고 있다. 따라서 관측 기간 동안 B 의 이각은 작아지고, B 와 태양의 적경 차도 작아진다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. C 는 천구의 적도보다 위에 있으므로 적위가 (+)이다. 따라서 지평선 위로 뜰 때 북점과 동점 사이에서 뜨고, 이때 방위각은 $0^\circ \sim 90^\circ$ 사이이다.