

2023학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 지구과학II 정답 및 해설

*최근 수정일 : 22.11.23(수)

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

1. 광물 자원과 광상

광물 자원이 지각 내에 채굴이 가능할 정도로 놓집되어 있는 장소를 광상이라 하고, 형성 과정에 따라 화성 광상, 퇴적 광상, 변성 광상으로 분류된다.

[정답맞히기] A. 암염과 흑연은 비금속 광물 자원, 니켈은 금속 광물 자원이므로 X는 니켈이다.

- B. 흑연은 열과 압력에 의한 광역 변성 작용이 일어날 때 형성된 광상에서 산출된다.
C. 퇴적 광상 중 침전 광상은 해수가 증발하면서 해수에 남아 있는 물질이 침전되어 형성된 광상으로 암염 등이 산출된다.

정답⑤

2. 천해파

해수면에서 물 입자가 타원 운동을 하고 있으므로 이 해파는 천해파이다.

[정답맞히기] ㄱ. 해수면에서 물 입자의 타원 운동이 시계 방향으로 나타나고 있다. 즉, 타원 궤도의 위쪽에서 서에서 동으로 움직이고 있으므로 해파의 진행 방향은 서→동이다.

ㄷ. 천해파의 경우 물 입자의 타원 궤도는 해저면의 영향을 받아 수심이 깊어질수록 타원의 모양이 납작해진다. 즉, 타원 궤도의 짧은 반지름이 작아진다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 천해파의 속도는 수심의 제곱근에 비례한다. 파속이 파장의 제곱근에 비례하는 해파는 심해파이다.

3. 정역학 평형

정역학 평형 상태에서는 해수에 작용하는 연직 수압 경도력과 중력이 평형을 이루어 $\Delta P = -\rho g \Delta z$ (ΔP : 수압 차, ρ : 밀도, Δz : 해수 기둥 높이 차)의 관계를 만족한다.

[정답맞히기] ② 어느 해역에 저기압이 통과하면 해수면에 작용하는 기압이 낮아지므로 해수면은 상승한다. 기압이 10 hPa 낮아지면 해수면은 $\Delta z = \frac{\Delta P}{\rho g}$ 만큼 상승하고, Δz 는 다음과 같다.

$$\Delta z = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{1000 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2} = \frac{1000 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 / \text{m}^2}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2} = 0.1 \text{ m}$$

이 해역에 고기압이 통과하면 해수면은 하강한다.

정답②

4. 진앙과 진원의 결정

진원은 지진이 발생한 위치이고, 진앙은 진원의 연직 방향에 위치한 지표상의 지점이다.

[정답맞히기] ㄱ. PS시, P파의 속도, S파의 속도를 이용하여 관측소에서 진원까지의 거리를 구할 수 있다. 세 관측소에서 진원 거리를 반지름으로 하는 원을 그리고 각 원의 교점을 연결하면 세 개의 현이 교차하는 한 점이 나타나는데, 이 점이 진앙이다. 탐구 결과에서 X가 진앙에 해당한다.

ㄴ. 진원 거리는 PS시에 비례한다. PS시는 관측소 A에서 가장 짧으므로 관측소 A에 해당하는 원은 Ⅱ이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 진앙이 진원과 일치하는 경우는 진원 거리를 이용하여 그린 원 위에 진앙이 위치한다. 탐구 결과에서 진앙 X가 원 위에 위치하지 않으므로 이 지진은 진원과 진앙이 일치하지 않는다.

5. 한반도의 화성암

A는 중생대 쥐라기에 생성된 대보 화강암, B는 중생대 백악기에 생성된 불국사 화강암이고, C는 신생대 제4기의 화산 활동으로 생성된 현무암이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 중생대 쥐라기의 대보 조산 운동으로 생성되었으므로 쥐라기 이전에 퇴적된 조선 누층군을 변형시켰다.

ㄴ. C는 신생대 제4기에 생성되었으므로 A보다 나중에 생성되었다.

ㄷ. A는 대보 화강암, B는 불국사 화강암이다.

정답⑤

6. 여러 규모의 순환

지구 자전에 의한 전향력의 영향으로 3개의 순환 세포가 형성되는데, 적도와 위도 30° 사이에서 형성되는 순환이 해들리 순환이다.

[정답맞히기] ㄱ. 열대 수렴대가 적도보다 약간 북반구에 치우쳐 나타나므로 이 계절은 북반구 여름철이다.

ㄴ. 해들리 순환은 적도에서 상승하여 고위도 방향으로 이동한 후 위도 30° 부근에서 하강하여 다시 적도로 돌아온다. 그로 인해 30° 부근의 지면에는 중위도 고압대가 생성된다. $20^{\circ}\text{S} \sim 30^{\circ}\text{S}$ 부근의 고압대는 중위도 고압대이며 해들리 순환으로 생성된다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 대기의 순환은 시간 규모와 공간 규모에 따라 미규모, 중간 규모, 종관 규모, 지구 규모로 구분한다. 고기압, 저기압, 태풍은 종관 규모에 해당하는 대기 순환이며, 지속 시간 규모는 수일 ~ 1주일 정도이다.

7. 등압선이 직선일 때의 지상풍

지표면의 마찰력이 작용하는 높이 1km 이하의 대기 경계층에서 부는 바람을 지상풍이라고 한다.

[정답맞히기] ㄱ. 지점 A에서는 북풍 계열의 지상풍이 불고 있으므로 기압은 서쪽이 동쪽보다 높다. 만일 동쪽이 서쪽보다 기압이 높으면 지점 A에서는 남풍 계열의 지상 풍이 불게 된다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 지상풍은 기압 경도력이 전향력과 마찰력의 합력과 평형을 이루며 부는 바람이다. 지상풍과 등압선이 이루는 각은 60° 이므로 마찰력은 전향력의 루트 3 배이다.

ㄷ. 지상풍과 등압선이 이루는 각은 60° 이므로 기압 경도력과 평형을 이루는 힘의 크기는 전향력의 2배이다. $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta L} = 2 \cdot 2v\Omega \sin\phi$ 에서 $\frac{1}{1.0} \cdot \frac{2 \cdot 400}{2d} = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10$ 이므로 $d = 2 \cdot 10^5 (m) = 200(km)$ 이다.

8. 천체의 거리 측정 방법

(가)는 주계열 맞추기, (나)는 연주 시차, (다)는 변광성의 주기-광도 관계를 이용하여 천체까지의 거리를 측정하는 방법이다.

[정답맞히기] ㄱ. 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하면 성단을 구성하는 별들의 절대 등급을 알 수 있고, 이로부터 구한 거리 지수($m-M$)는 성단의 모든 별에서 같으므로 이로부터 성단까지의 거리를 구할 수 있다.

ㄴ. 지구가 공전하기 때문에 6개월 간격으로 천체를 관측하면 시차가 나타나고 이 값의 $\frac{1}{2}$ 이 연주 시차이다. 연주 시차는 지구 공전의 증거이다.

ㄷ. 측정할 수 있는 최대 거리는 (나)의 연주 시차를 이용할 때가 가장 작다.

정답⑤

9. 케플러 법칙

공전 궤도 긴반지름 a , 공전 궤도 이심률을 e 라고 하면, 타원의 중심에서 초점까지의 거리는 ae 이다.

[정답맞히기] ㄴ. $ae=5$ 이므로 공전 궤도 이심률 $e=0.5$ 이다.

ㄷ. 공전 속도를 v , 중심으로부터의 거리를 r 이라고 할 때, 케플러 회전에서 $v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$ 이므로 공전 속도는 B가 C의 $\sqrt{2}$ 배이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 케플러 제3법칙에 따르면 행성의 공전 주기 P 와 공전 궤도 긴반지름 a 사이에는 $\frac{a^3}{P^2} = k$ (일정)의 관계가 성립한다. A와 B는 공전 궤도 긴반지름이 10AU로 같으므로 공전 주기도 같다.

10. 지질도와 지질 구조 해석

지질도로부터 지질 단면도를 작성하면 지층의 생성 순서를 알아낼 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 경사 방향은 어떤 지층 경계선상에서 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 화살표의 방향이다. 따라서 A층의 경사 방향은 남서쪽이다.

ㄴ. 지질 단면도를 그려보면 C층은 B층보다 아래쪽에 있으므로 먼저 생성되었다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 이 지역에서는 역단층이 나타난다.

11. 규산염 광물과 쪼개짐

규산염 광물은 SiO_4 사면체가 산소 원자를 공유하면서 연결되어 다양한 결합 구조를 형성하는데, 광물에 물리적인 힘을 가했을 때 결합력이 가장 약한 면을 따라 특정한 방향으로 갈라지는 쪼개짐이 나타날 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. C는 $\frac{\text{O원자수}}{\text{Si원자수}}$ 가 4이므로 독립형 구조를 가지는 감람석이다. 감람석은 쪼개짐이 없고 깨짐이 나타난다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 감람석, 석영, 정장석 중 감람석과 석영은 쪼개짐이 없고 정장석은 2방향의 쪼개짐이 있다. 따라서 A는 석영, B는 정장석, C는 감람석이다. 석영은 무색 광물이다.

ㄷ. 이웃한 SiO_4 사면체끼리 공유하는 산소 수는 $\frac{\text{O원자수}}{\text{Si원자수}}$ 가 작을수록 많다. 따라서 공유하는 산소 수는 석영(A)>정장석(B)>감람석(C)이므로 C가 B보다 적다.

12. 편광 현미경을 이용한 광물 관찰

편광 현미경에서 상부 편광판을 뺀 상태를 개방 니콜, 상부 편광판을 넣은 상태를 직교 니콜이라고 한다. (가)는 개방 니콜, (나)는 직교 니콜 상태이다.

[정답맞히기] ㄱ. 다색성은 개방 니콜 상태에서 관찰할 수 있으므로 (가)에 해당한다.

ㄴ. (나)에서는 간섭색이 관찰되므로 직교 니콜 상태로 관찰하는 것이다.

ㄷ. 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 관찰하면 복굴절된 빛의 간섭에 의해 생기는 간섭색을 볼 수 있다. 따라서 A는 광학적 이방체이다.

정답⑤

13. 지형류 평형

지형류는 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루며 흐르는 해류이다. 수평 방향의 수온 차에 의해 밀도 차가 생기며 이로 인해 해수면의 경사가 생겨 지형류가 형성된다.

[정답맞히기] ㄴ. 상층부의 수온 수평 분포를 보면 A는 $9 \sim 10^{\circ}\text{C}$, B는 $7 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 이다. 해수면 높이는 수온이 높은 A가 수온이 낮은 B보다 높다.

ㄷ. 해수에 작용하는 전향력의 크기는 동일한 위도에서 지형류의 유속과 비례한다. 또한 지형류의 유속은 해수면의 경사가 클수록 크다. 즉, 해수에 작용하는 전향력의 크기는 해수면의 경사에 비례하고, 수온 수평 분포에서 등온선의 간격이 좁은 A가 B보다 크다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 밀도가 작은 쪽은 해수면 높이가 높아지고 밀도가 큰 쪽은 해수면 높이가 낮아지는데, 해수면 아래쪽에서는 수압 차가 생기게 되어 수압 경도력이 발생

한다. A에서는 해수면 높이가 높은 **서쪽**에서 해수면 높이가 낮은 **동쪽**으로 수압 경도력이 작용하므로 ⓪ 방향으로 지형류가 형성된다.

14. 우리은하의 회전 곡선

우리은하와 외부 은하의 회전 속도 곡선을 분석하면 우리은하와 외부 은하는 은하 외곽에서 케플러 회전을 하고 있지 않다. 이로부터 은하 질량이 은하 중심에만 집중되어 있지 않고 은하 외곽에도 상당히 분포하고 있음을 알 수 있다.

[정답맞히기] Ⓞ. 우리은하가 빛을 내는 천체로만 이루어져 있다면 우리은하는 태양 궤도(약 8.5kpc) 바깥쪽에서 케플러 회전을 할 것이다. 그러나 우리은하의 회전 속도가 은하 외곽에서 감소하지 않고 거의 일정하게 유지되는 것으로 보아 우리은하 외곽에 전자기파로 관측되지 않는 암흑 물질이 상당히 존재하고 있음을 알 수 있다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 케플러 회전은 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 감소하는 것이다.
⑦ 구간에서 세페이드 변광성의 회전 속도 분포는 중심에서 멀어져도 거의 일정하므로 케플러 회전을 따르지 않는다.

ㄴ. 은하 중심으로부터 거리 r 에 있는 천체가 v 의 속도로 회전하는 경우 천체의 궤도 안쪽에 있는 물질의 질량(M)은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad (G: \text{만유인력 상수}, m: \text{천체의 질량}) \quad \therefore M = \frac{rv^2}{G}$$

a(1kpc)에서 회전 속도는 약 220 km/s, b(3kpc)에서 회전 속도는 약 200 km/s이므로 $\frac{M_b}{3M_a} = \frac{3 \cdot 200^2}{3 \cdot 1 \cdot 220^2} = (\frac{10}{11})^2$ 이다. 따라서 M_b 는 $3M_a$ 보다 작다.

15. 푸

우리나라의 높새바람은 대표적인 푸 현상의 예이다. 산을 넘는 동안 구름이 생성되어 비가 내리면 산을 넘은 공기는 산을 넘기 전보다 기온은 상승하고 이슬점은 하강한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 (나)보다 상승 응결 고도가 낮다. 산을 넘기 전 지상에서 기온과 이슬점의 차가 작을수록 상승 응결 고도가 낮으므로 (가)는 (나)보다 산을 넘기 전 지상에서 기온과 이슬점의 차가 작다. 그런데 $T_A=T_B$ 이므로 t_A 는 t_B 보다 높다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. H가 커져도 (가)와 (나)에서 추가로 상승하는 동안 기온은 모두 습윤 단열 감률에 따라 낮아지고 추가로 하강하는 동안 기온은 모두 건조 단열 감률에 따라 높아지므로 $|T'_A - T'_B|$ 은 일정하다.

ㄷ. A가 상승 응결 고도(h_A)까지 올라가는 동안 (기온-이슬점)의 감률은 $8^\circ\text{C}/\text{km}$ 이다. 그런데, 상승 응결 고도(h_A)에서 산의 정상(H)까지 올라가는 동안은 기온과 이슬점이 같으므로 (기온-이슬점)의 감률은 $0^\circ\text{C}/\text{km}$ 이다. 따라서 A가 산의 정상(H)까지 올라가

는 동안 (기온-이슬점)의 감률은 $8^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 보다 작다.

16. 천구 좌표계

춘분날 태양의 적경은 0^{h} , 적위는 0° 이고, 천체의 남중 고도는 (90° - 관측자 위도 + 천체의 적위)와 같다.

[정답맞히기] ㄱ. 춘분날 04시에 방위각이 180° 인 남점의 적경은 16^{h} , 방위각이 90° 인 동점의 적경은 22^{h} 이다. A와 B의 방위각은 90° 와 180° 사이에서 A가 B보다 작으므로 적경은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 천구의 적도는 동점과 서점을 지나야 하므로 실선은 황도, 점선은 천구의 적도에 해당한다. 춘분날 태양의 적위는 0° 이고, 이날 B가 천구의 적도보다 아래에 있는 것으로 보아 B의 적위는 0° 보다 작다. 따라서 이날 남중 고도는 태양이 B보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 목성의 공전 궤도면은 황도면과 거의 나란하므로 A, B, C 중 목성에 해당하는 것은 C이다. ㉠ 시기(춘분날 04시)로부터 1년째 되는 날 같은 시각에 별 A는 거의 같은 위치에서 관측되지만, 목성은 지구와의 회합 주기가 1년보다 조금 더 길기 때문에 방위각이 160° 인 위치까지 이르지 못하고 그보다 동쪽에서 관측된다. 따라서 A와 C의 방위각 차이는 ㉠ 시기보다 작다.

17. 행성의 운동과 회합 주기

태양계에서 행성의 공전 주기 제곱은 공전 궤도 반지름의 세제곱과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 30일 동안 공전한 각도가 30° 이므로 360° 공전하는 데는 360일이 걸린다. 즉, A의 공전 주기는 360일이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A의 공전 주기가 360일, B의 공전 주기가 180일이므로 A에서 관측한 B의 회합 주기 S는 360일이다. B의 공전 주기는 180일, C의 공전 주기는 90일이므로 B에서 관측한 C의 회합 주기는 180일이고, S의 $1/2$ 이다.

ㄷ. A, B, C의 공전 궤도 반지름을 각각 r_A , r_B , r_C 라고 할 때, $\sin\theta_B = \frac{r_B}{r_A}$,

$\sin\theta_C = \frac{r_C}{r_A}$ 이므로 $\frac{\sin\theta_B}{\sin\theta_C} = \frac{r_B}{r_C}$ 이다. 태양계에서 행성의 공전 주기를 P, 공전 궤도 반지름을 r이라고 할 때 $P^2 = r^3$ 이고, B의 공전 주기는 C의 공전 주기의 2배이므로 $\frac{r_B}{r_C} = \sqrt[3]{4}$ 이다. 따라서 $\frac{\sin\theta_B}{\sin\theta_C}$ 는 2보다 작다.

18. 지구 자기장

진북 방향과 지구 자기장의 수평 성분 방향이 이루는 각을 편각, 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각을 복각이라고 한다. 서편각은 (-)로, 동편각은 (+)로 표시한다. 복각은 자기 적도에서 0° , 자북극에서 $+90^{\circ}$, 자남극에서 -90° 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향과 진북 방향이 이루는 각은 편각에 해당한다. 편각은 A 지점에서 -15° , B 지점에서 0° 이므로, 편각의 크기는 A 지

점이 B 지점보다 크다.

- ㄷ. $\frac{\text{수평 자기력}}{\text{전 자기력}} = \cos(\text{복각})$ 이므로 복각이 클수록 $\frac{\text{수평 자기력}}{\text{전 자기력}}$ 은 작다. 복각은 A 지점에서 $+40^\circ$, B 지점에서 0° 이므로 $\frac{\text{수평 자기력}}{\text{전 자기력}}$ 은 B 지점이 A 지점보다 크다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 복각은 자기 적도 부근에서 대체로 위도와 나란한 경향을 보인다. 따라서 복각 분포는 (나)이다.

19. 지균풍

상층 대기에서 기압 경도력과 전향력이 평형이 이루며 부는 바람을 지균풍이라고 한다. 북반구에서 지균풍의 방향은 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 분다.

[정답맞히기] ㄴ. A에서 지표와 600 hPa 등압면 사이의 공기 기둥에 의한 압력은 400 hPa이므로 단위 면적당 공기 기둥의 질량은 다음과 같다.

$$\frac{400\text{hPa}}{10\text{m/s}^2} = \frac{400 \times 100\text{kg} \times \text{m/s}^2/\text{m}^2}{10\text{m/s}^2} = 4000\text{kg/m}^2 \quad \text{정답②}$$

[오답피하기] ㄱ. ⑦ 시기에 A 부근은 가열되고, C 부근은 냉각되었으므로 A 위의 공기 기둥은 팽창하고 C 위의 공기 기둥은 압축되어 600 hPa 등압면은 A 상공에서 C 상공 쪽으로 기울어진다. 따라서 B의 상공에서 기압 경도력은 남쪽에서 북쪽으로 향하고 600 hPa 등압면상에서 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향인 동쪽으로 지균풍이 분다. 즉 서풍 계열의 바람이 분다.

- ㄷ. B의 상공 600 hPa 등압면상에서 지균풍의 풍속 v 는 다음과 같다.

$$v = g \times \frac{\Delta z}{\Delta x} \times \frac{1}{2\Omega \sin\phi} \quad (g : \text{중력 가속도}, \frac{\Delta z}{\Delta x} : 600 \text{hPa 등압면의 기울기})$$

Δx 는 2000 km이고, Δz 는 (A 위의 공기 기둥 높이 - C 위의 공기 기둥 높이)와 같다.

지표와 600 hPa 등압면 사이의 공기 기둥 높이는 A에서 4000 m이고, C에서 $\frac{4000}{1.1}$ m이므로 Δz 는 $\frac{400}{1.1}$ m이다. 따라서 v 는 $\frac{20}{1.1}$ m/s로 20 m/s보다 작다.

20. 성간 소광과 색초과

성간 물질에 의한 빛의 흡수와 산란으로 별이 원래보다 어둡게 관측되는 현상을 성간 소광이라고 한다. 성간 소광은 파장이 짧은 빛에서 더 잘 일어나므로 별은 실제보다 불게 보이고, 관측된 색지수가 고유 색지수보다 커진다.

[정답맞히기] ㄱ. 이 초거성의 고유 색지수가 0이고 관측된 색지수가 0.6이므로 색초과는 0.6이다.

ㄴ. 색초과가 0.6일 때 성간 소광량은 2등급이므로 성간 소광 효과를 보정한 겉보기 등급은 $4.8 (= 6.8 - 2)$ 등급이다. 4.8등급과 6.8등급의 밝기를 비교하면 다음과 같다.

$$6.8 - 4.8 = \frac{5}{2} \log \frac{\text{성간 소광 효과가 보정된 밝기}}{\text{관측된 밝기}}$$

따라서 $\frac{\text{성간 소광 효과가 보정된 밝기}}{\text{관측된 밝기}} = 100^{\frac{2}{5}}$ 이다.

- ㄷ. 성간 소광 효과를 보정한 겉보기 등급이 4.8등급, 절대 등급이 -5.2등급이므로 초거성까지의 실제 거리는 1000 pc이고, 2000 pc보다 가깝다. 정답⑤