

2021학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 지구과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 조력 발전

조력 발전은 달과 태양의 인력에 의해 발생하는 밀물과 썰물의 에너지를 이용한다.

[정답맞히기] ① 조력 발전은 밀물과 썰물의 높이 차(조차)를 이용한 발전 방식으로, 조차가 큰 지역의 하구나 만을 방조제로 막아 해수를 가두고 발전기를 설치하여 외해(바다)와 내해(호수)의 수위 차를 이용하여 발전한다. 정답①

2. 조석 현상

조석의 한 주기 중 해수면이 가장 높은 때를 만조, 가장 낮은 때를 간조라고 하며, 만조 때와 간조 때 해수면의 높이 차를 조차(조석 간만의 차)라고 한다.

[정답맞히기] ㄷ. (가)와 (나) 모두 사리는 11일경에 나타나며, 이때의 조차는 (가)에서 가 (나)에서보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 관측 기간 동안 하루 중 해수면의 높이 변화(조차)가 가장 작은 시기는 5일경이다. 따라서 5일에 달의 위상은 상현이나 하현이다.

ㄴ. (나)에서는 하루에 만조와 간조가 약 두 번씩 일어난다. 한편 일주조는 하루에 만조와 간조가 약 한 번씩 일어나는 경우이다.

3. 편광 현미경 관찰과 암석의 분류

(가)는 화강암, (나)는 역암, (다)는 편암이며, 직교 니콜 상태에서 광학적 이방체 광물을 관찰하면 간섭색이 나타난다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 마그마가 냉각되는 과정에서 정출된 자형, 반자형, 타형의 다양한 광물들이 관찰되므로 화강암이고, (나)는 풍화 · 침식을 받아 생성된 둥근 입자(자갈)가 관찰되므로 역암이다. 또한 (다)는 압력을 받아 형성된 엽리(광물이 압력에 수직인 방향으로 나란하게 배열된 구조)가 관찰되므로 편암이다.

ㄴ. 직교 니콜 상태에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓았을 때 복굴절된 빛의 간섭에 의해 간섭색이 관찰된다.

ㄷ. 변성암 (다)는 퇴적암 (나)보다 고온 · 고압 환경에서 생성되었다. 정답⑤

4. 색등급도와 성단의 거리

색지수와 절대 등급이 알려진 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하면 성단을 구성하는 별들의 절대 등급을 알 수 있고, 이로부터 구한 거리 지수($m-M$)는 성단의 모든 별에서 같다고 할 수 있으므로 성단까지의 거리를 구할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 표준 주계열성의 색등급도(I)와 성단 A의 색등급도(II)를 겹친 후에

색지수를 일치시키면서 주계열이 겹치게 하면 표준 주계열성의 절대 등급과 성단의 겉보기 등급을 비교할 수 있으며, 이를 이용하여 거리 지수를 알아낼 수 있다. 따라서 색지수는 ⑦에 해당한다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. Ⅱ에서 A의 전향점의 색지수는 약 0이며, I에서 색지수 0에 해당하는 절대 등급(◎)은 약 2등급이다. 따라서 ◎은 4.7보다 작다.

ㄷ. A와 B의 전향점에서 겉보기 등급은 각각 약 7등급, 약 14등급이므로, A의 거리 지수는 약 5(=7-2), B의 거리 지수는 약 9.3(=14-4.7)이다. 따라서 성단까지의 거리는 A가 B보다 가깝다.

5. 지균풍과 경도풍

A에서는 저기압성 경도풍, B에서는 지균풍, C에서는 고기압성 경도풍이 분다. 기압 경도력은 고기압에서 저기압 쪽으로 등압선에 직각인 방향으로 작용하며, 구심력은 원형 등압선의 중심 쪽으로 작용한다.

[정답맞히기] ㄱ. A에서는 저기압성 경도풍이 분다. 따라서 A에서 기압 경도력과 구심력의 방향은 같다.

ㄴ. 기압 경도력의 크기가 같은 경우, 바람에 작용하는 전향력의 크기는 고기압성 경도풍(C)이 가장 크고 그다음 지균풍(B), 저기압성 경도풍(A) 순이다. 따라서 풍속은 C에서가 B에서보다 크다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. C는 편서풍 파동의 기압 마루에 위치하므로, C에서는 고기압성 경도풍이 분다.

6. 광물의 물리적 성질

A는 방해석, B는 각섬석, C는 석영이다.

[정답맞히기] ㄱ. A(방해석)는 탄산 이온(CO_3^{2-})을 포함하고 있는 탄산염 광물이다.

ㄴ. 규산염 광물 중에서 ($\text{O 원자 수}/\text{Si 원자 수}$)의 값이 가장 작은 광물은 석영이다. 따라서 ($\text{O 원자 수}/\text{Si 원자 수}$)의 값은 B(각섬석)가 C(석영)보다 크다.

ㄷ. C(석영)는 쪼개짐이 나타나는 A(방해석), B(각섬석)와는 달리 모든 방향으로 결합력이 거의 같기 때문에 깨짐이 나타난다. 따라서 결합 구조에서 방향에 다른 결합력의 차이가 가장 작은 것은 C(석영)이다.

정답⑤

7. 대기 대순환

지구 자전에 의한 전향력의 영향으로 3개의 대기 순환 세포가 형성되며, 제트류는 겨울철에 남하하고, 여름철에 북상한다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 적도 부근에서 뜨거워진 공기가 상승하여 고위도 방향으로 이동한 후, 위도 30° 부근에서 하강하여 다시 적도로 돌아오는 해들리 순환으로, 직접 순환에 해당한다.

ㄷ. 그림에서 제트류 및 대기 순환 세포는 전체적으로 남하하였다. 따라서 이 계절은

북반구의 겨울철이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄴ. A와 B는 각각 한대 전선 제트류와 아열대 제트류로, 두 제트류는 모두 서쪽에서 동쪽으로 파동을 형성하면서 불고 있다.

8. 우리나라의 암석 분포

A에는 대보 화강암, B에는 조선 누층군과 평안 누층군, C에는 경상 누층군이 분포한다.

[정답맞히기] ㄴ. B에 분포하는 조선 누층군과 평안 누층군 하부에는 과거에 바다에서 생성된 석회암층이 존재한다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. A에 분포하는 대보 화강암은 중생대에, B에 분포하는 조선 누층군과 평안 누층군은 고생대에 생성되었다. 따라서 A는 B보다 나중에 생성되었다.

ㄷ. C에 분포하는 경상 누층군은 중생대 지층으로, 우리나라의 중생대 지층은 모두 육지에서 생성된 육성층이다.

9. 은하의 회전 속도 곡선

가시광 영역의 별빛과 전파 영역의 수소선을 관측하여 얻은 은하의 회전 속도 분포와 은하 원반의 밝기로부터 추정한 은하의 회전 속도 분포의 차이로부터 암흑 물질의 존재를 알 수 있다. A는 은하의 실제 회전 속도 곡선에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. 은하 원반을 넓은 구형으로 감싸고 있는 희미하게 보이며 대체로 나이가 많고 붉은색을 띠는 별들과 구상 성단이 분포한다. 나선 은하에서 별들은 주로 원반에 분포하므로 헤일로 지역의 별의 총 개수는 원반에서보다 적다.

ㄷ. 가시광 영역의 별빛과 전파 영역의 수소선을 관측하여 얻은 실제 회전 속도 곡선은 원반의 밝기로부터 추정한 회전 속도 곡선과 달리 은하 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 증가하는 것으로 보아 은하 내에는 빛을 내지 않는 암흑 물질이 존재한다는 것을 알 수 있다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 은하 원반의 바깥 지역에서는 은하 중심으로부터의 거리가 멀어질수록 회전 속도가 증가하므로, 은하 원반의 바깥 지역의 물질은 케플러 회전을 한다고 할 수 없다.

10. 해파의 분류

심해파는 수심이 파장의 1/2보다 깊은 해역에서 진행하는 해파이고, 천해파는 수심이 파장의 1/20보다 얕은 해역에서 진행하는 해파이다. P와 Q는 모두 심해파에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. 심해파의 속력은 파장이 길수록 크다. 따라서 파장은 속력이 큰 P가 Q보다 길다.

ㄴ. 수심 800 m인 해역에서 P의 속력은 30 m/s보다 작다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 그림에서 Q가 수심 400 m인 해역으로 진행하더라도 심해파에 해당

하므로, 표층의 물 입자 운동은 해저면 마찰의 영향을 받지 않는다.

11. 주향과 경사 측정

[정답맞히기] ㄱ. 클리노미터에서 주향은 나침반의 자침이 가리키는 바깥쪽 눈금에 해당한다. 따라서 ④ 지점의 주향은 편각이 0° 일 때, N 40° E이다.

ㄴ. A 층이 B 층을 중심으로 양쪽에 분포하며, 경사 방향이 서로 반대로 나타난다. 따라서 이 지역에는 습곡 구조가 나타난다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. ⑤에서 주향은 N 30° W이고, 경사는 S 50° W이다. 따라서 ⑤을 기호로 나타내면 이다.

12. 지구 내부의 온도와 용융 곡선

[정답맞히기] ㄱ. A~B 구간은 지구 내부의 온도가 용융 온도보다 높다. 따라서 이 구간에서 물질은 액체 상태이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A에는 구텐베르크면, B에는 레만면이 존재한다. 불연속면을 경계로 나타나는 밀도 변화는 맨틀과 외핵의 경계인 구텐베르크면(A)에서 가장 크다.

ㄷ. P파의 최대 속도는 맨틀 최하부층에서 나타나므로 B보다 얕은 곳에서 나타난다.

13. 우리은하의 회전과 21 cm 수소선

시선 속도는 천체가 관측자의 시선 방향으로 멀어지거나 접근하는 속도를 말한다. 그림에서 A와 B의 시선 속도는 시선 방향에 해당하는 속도 성분과 태양의 회전 속도 차에 해당한다. 따라서 A와 B는 모두 태양으로부터 멀어지고 있으며, 그 크기는 A가 B보다 작다.

[정답맞히기] ㄴ. A와 B는 모두 태양(관측자)으로부터 멀어지고 있다. 따라서 관측된 21 cm 수소선의 파장은 적색 편이되므로 21 cm보다 길다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 중성 수소 구름의 시선 속도 크기는 태양에서 관측한 시선 방향으로의 속도 성분에서 태양의 회전 속도를 뺀 값에 해당한다. 따라서 태양에서 관측한 시선 속도의 크기는 A가 B보다 작다.

ㄷ. A와 B는 모두 태양(관측자)으로부터 멀어지고 있으며 후퇴 속도는 A가 B보다 작으므로, 21 cm 수소선의 파장은 A가 B보다 짧다. 따라서 ⑦은 A에서 관측한 것이며, 복사 세기는 ⑦에서 더 크므로 중성 수소의 양은 A가 B보다 많은 것을 알 수 있다.

14. 지형류

[정답맞히기] ㄱ. 수압 경도력의 크기는 해수면의 경사가 클수록 크다. 해수면의 경사는 남북 단면이 동서 단면보다 크므로 수압 경도력의 크기도 남북 성분이 동서 성분 보다 크다.

ㄷ. 이 해역에서 수압 경도력의 크기는 남북 방향의 수압 경도력과 동서 방향의 수압

경도력의 합력과 같다. 한편 해수면의 경사는 남북 단면이 동서 단면보다 $\sqrt{3}$ 배 크므로 수압 경도력의 크기도 남북 성분이 동서 성분보다 $\sqrt{3}$ 배 크다. 따라서 수압 경도력의 크기는 동서 방향으로 작용하는 수압 경도력 $\frac{gz}{\sqrt{3}L}$ 의 2배가 된다. 지형류의 속력은 $\frac{1}{2\Omega \sin 45^\circ} \times 2(\frac{gz}{\sqrt{3}L}) = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{gz}{\Omega L}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ↘ 북반구에서 지형류의 방향은 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향이다. 이 해역에서 수압 경도력의 방향은 북서쪽이므로 지형류는 북동쪽으로 흐른다.

15. 회합 주기와 케플러 법칙

[정답맞히기] ↗ 공전 궤도 이심률은 A가 B보다 크므로 공전 궤도의 전체 면적은 A가 B보다 작다. A와 B의 공전 주기가 P 로 같으므로 태양과 소행성을 잇는 선분이 1년 동안 쓸고 지나가는 면적은 $A < B$ 이다. 정답①

[오답피하기] ↘ A와 B는 이날로부터 $\frac{P}{2}$ 동안 전체 공전 궤도의 절반을 공전한다.

평균 공전 속력은 $\frac{\text{공전 한 궤도의 길이}}{\text{공전 시간}}$ 에 해당하며, 공전한 궤도의 길이는 A가 B보다 짧고, 공전 시간은 $\frac{P}{2}$ 로 같다. 따라서 평균 공전 속력은 $A < B$ 이다.

⇨ A에서 관측하면 현재 B는 충에 위치하며, $\frac{P}{2}$ 의 시간이 흐른 후에 합에 위치하고, P 의 시간이 흐른 후에 다시 충에 위치한다. 따라서 A에서 관측한 B의 회합 주기는 P 이다.

16. 지구 자기장

[정답맞히기] ↗ (가)에서 지구 자기장의 방향은 지평면의 아래를 향한다. 따라서 (가)는 북반구에 위치한다.

⇨ 복각은 지구 자기장의 방향이 수평 자기력의 방향에 대하여 기울어진 각이므로 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 정답③

[오답피하기] ⇨ 어느 지점에서 지구 자기장의 세기를 전 자기력이라 하며, 전 자기력의 수평 성분의 세기를 수평 자기력이라고 한다. 전 자기력은 자북극에 가까운 (가)에서 더 크고, 수평 자기력은 복각이 작은 (나)에서 더 크므로 $\frac{\text{수평 자기력}}{\text{전 자기력}}$ 은 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

17. 해면 기압

고도 h 에서 기온이 T 이고, 기온 감률이 γ 이므로 해면에서 기온은 $T + (h \times \gamma)$ 이다.

[정답맞히기] ↘ 기온 감률 γ 가 클수록 해면에서 기온 $T + (h \times \gamma)$ 의 값이 크고, 기온

이 높을수록 공기의 밀도 ρ 가 작다. 정역학 평형 상태에서 해면과 고도 h 지점 사이의 기압 차 $|P_0 - P| = \rho gh$ 이므로 중력 가속도 g 와 고도 h 가 일정할 경우, 기온 감률 γ 가 클수록 ρ 가 작아지므로 $|P_0 - P|$ 도 작아진다.

ㄷ. 관측소가 해면 고도 아래에 위치한다면, 관측소 기압은 해면에서의 기압 P_0 보다 크다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 기온이 높을수록 공기의 밀도 ρ 가 작아지므로 해면과 고도 h 사이의 기압 차 $|P_0 - P|$ 의 값은 작아진다.

18. 천체의 좌표계

위도 37°N 인 지역에서 적위가 (+)인 별 A와 B가 자오선을 통과할 때 고도가 각각 90° , 40° 이다. 따라서 A의 적위는 $+37^{\circ}$ 이고, B의 적위는 $+87^{\circ}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 동짓날 18시에는 춘분점이 남중하므로 A의 적경은 약 0^{h} 이다.
ㄷ. A와 B가 자오선을 통과할 때의 시각이 12시간 차이가 나므로 적경 차는 12^{h} 이다. 이날이 동짓날이므로 태양과의 적경 차는 A와 B가 모두 약 6^{h} 로 같지만, 적위는 A보다 B가 크므로 관측 가능 시간은 B가 A보다 길다. 정답⑤

[오답피하기] ㄴ. A의 적위는 $+37^{\circ}$, B의 적위는 $+87^{\circ}$ 이므로 적위는 A가 B보다 작다.

19. 단열 변화와 대기 안정도

[정답맞히기] ㄱ. 0 km 에서 기온과 이슬점이 같으므로 포화 상태이다. 따라서 0 km 에 있던 공기의 온도는 상승하는 동안 습윤 단열선을 따라 낮아진다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. h_1 구간($0\sim 1\text{ km}$)의 기층 전체가 상승한 후 h_2 구간($1\sim 2\text{ km}$)에 위치하였으므로, 고도 2 km 의 공기는 고도 1 km 의 공기가 상승한 것이다. h_1 의 고도 1 km 의 공기는 온도가 22°C 보다 높으며, h_2 의 2 km 까지 단열 상승할 때 건조 단열 변화한다. 따라서 h_2 의 고도 2 km 의 공기의 온도는 12°C 보다 높다.

ㄷ. h_1 구간의 0 km 의 공기는 고도 1 km 까지 상승하는 동안 계속 습윤 단열 변화를 하고, h_1 구간의 0.5 km 의 공기는 1.5 km 까지 상승하는 동안 건조 단열 변화를 하다가 습윤 단열 변화를 한다. h_1 구간의 1 km 의 공기는 2 km 까지 상승하는 동안 계속 건조 단열 변화를 한다. h_1 구간의 공기가 h_2 까지 상승한 후, 고도 $1\sim 1.5\text{ km}$ 기층은 상승한 후에도 고도에 따라 기온이 높아지는 역전층을 유지하지만, 고도 $1.5\sim 2\text{ km}$ 기층은 고도에 따라 기온이 점점 낮아지는 층으로 변하였다. 따라서 상승한 후, 고도 $1\sim 1.5\text{ km}$ 기층이 고도 $1.5\sim 2\text{ km}$ 기층보다 더 안정하다.

20. 행성의 운동과 위치 변화

(가)에서 A는 자정 무렵에, B는 6시 무렵에 남중하므로 두 행성 모두 외행성이다. 외행성은 공전하는 동안 남중 시각이 점점 빨라지므로 (가)가 (나)보다 나중에 관측한

것이다.

[정답맞히기] ㄴ. 외행성 B의 남중 시각은 (가)에서 6시 무렵, (나)에서 8시 무렵이다. 따라서 4월의 고도 변화 자료는 외행성 B의 남중 시각이 더 늦은 (나)이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 A는 자정 무렵에 남중하였다. 따라서 A는 외행성이다.
ㄴ. 외행성의 회합 주기는 공전 궤도 반지름이 클수록 짧으므로, 외행성의 공전 궤도 반지름이 클수록 관측 기간 동안 남중 시각이 빨라지는 정도가 더 크다. (가)와 (나)에서 남중 시각의 차는 A가 B보다 크다. 따라서 공전 궤도 반지름은 A가 B보다 크다.