

2021학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 지구과학II 정답 및 해설**

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

### 1. 토네이도

대기 순환의 규모는 공간 규모와 시간 규모에 따라 구분하며, 공간 규모가 클수록 시간 규모가 커서 수명이 길다.

[정답맞히기] ㄱ. 토네이도는 깔때기 모양을 하고 있는 거대한 회오리바람으로, 우리나라에서는 용오름이라고도 부른다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 토네이도는 미규모나 중간 규모의 순환으로 종관 규모의 순환인 태풍보다 시간 규모가 작다.

ㄷ. 토네이도는 지구 규모의 순환인 해들리 순환보다 공간 규모가 작다.

### 2. 우리나라의 해양 에너지 자원

조력 발전은 달과 태양의 인력에 의해 발생하는 밀물과 썰물의 에너지를 이용하며, 파력 발전은 바람에 의해 발생하는 파도의 상하좌우 운동을 이용한다.

[정답맞히기] ㄴ. 조력 발전은 밀물과 썰물의 높이 차(조차)를 이용하여 위치 에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다. 따라서 (나)를 이용한 조력 발전은 조차가 클수록 유리하다.

ㄷ. 조력 발전은 날씨나 계절에 관계없이 항상 발전할 수 있는 반면, 바람에 의해 생기는 파도의 운동 에너지를 이용하는 파력 발전은 기상 조건에 따라 발전량이 크게 달라질 수 있다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 가스 수화물은 메테인이 저온 고압 환경에서 물 분자와 결합한 고체 물질이다. 따라서 가스 수화물은 주로 저온 고압 환경에서 생성된다.

### 3. 우리나라의 지하자원

철광석은 금속 광물 자원, 고령토는 비금속 광물 자원, 무연탄은 에너지 자원이다.

[정답맞히기] ㄱ. 자원의 수요량과 생산량의 차는 철광석과 무연탄이 각각 약 7560만 톤(약 7600만 톤-약 40만 톤)과 약 880만 톤(약 1000만 톤-약 120만 톤)이다. 따라서 자원의 수요량과 생산량의 차는 철광석이 무연탄보다 크다.

ㄴ. 장석이 풍화 작용을 받아 생성되는 고령토는 퇴적 광상 중 풍화 잔류 광상에서 산출되며, 적철석 등의 물질이 침전되어 생성되는 철광석은 퇴적 광상 중 침전 광상에서 산출될 수 있다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 강원도의 자원 생산량은 금속 광물(철광석 40만 톤 이하)이 비금속 광물(고령토 40만 톤 이상)보다 적다.

#### 4. 금성의 위상 변화

내행성인 금성의 위상은 외합 부근에서 보름달 모양, 동방 최대 이각에서 상현달 모양, 서방 최대 이각에서 하현달 모양이며, 내합에서는 밝게 보이는 부분이 관측되지 않는다.

[정답맞히기] ㄱ. 태양 중심설에 따른 태양계 모형을 이용하여 지구에서 관측되는 금성의 위상 변화를 알아보는 탐구 활동에서 전구(㉠)는 발광체인 태양, 카메라(㉡)는 관측지인 지구에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 우리나라에서 태양보다 먼저 뜨는 금성은 서방 이각에 위치하므로 그믐달 모양의 위상(I 또는 V)으로 관측된다.

ㄷ. 내행성인 금성은 지구보다 공전 속도가 빠르므로 내합→I(그믐달 모양)→서방 최대 이각(하현달 모양)→외합(보름달 모양)→동방 최대 이각(상현달 모양)→III(초승달 모양)→내합의 순으로 위치 관계가 변한다. 따라서 보름달 모양에 가까운 위상의 스타이로폼 공 사진이 들어갈 수 있는 곳은 II이다.

#### 5. 경도풍

경도풍은 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 원형이거나 곡선일 때 부는 바람으로, 기압 경도력과 전향력의 차이가 구심력으로 작용한다. (가)는 중심부가 저기압, (나)는 중심부가 고기압이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서는 중심부가 저기압인 저기압성 경도풍이 분다.

ㄴ. 원운동하는 물체에 작용하는 구심력은 원의 중심 방향으로 작용하며, 고기압성 경도풍이 불고 있을 때 전향력은 고기압 중심 방향으로 작용한다. 따라서 B에서 구심력과 전향력의 방향은 같다.

ㄷ. 저기압성 경도풍이 불고 있을 때 전향력의 크기는 기압 경도력의 크기보다 작고, 고기압성 경도풍이 불고 있을 때 전향력의 크기는 기압 경도력의 크기보다 크다. 따라서 기압 경도력의 크기가 같을 때 전향력의 크기는 B에서가 A에서보다 크다.

**정답⑤**

#### 6. 중력 이상과 지하 물질의 밀도

중력 이상은 실측 중력에서 표준 중력을 뺀 값으로, 중력 이상이 (+)인 지역은 지하에 철광석과 같이 밀도가 큰 물질이 분포하고, (-)인 지역은 지하에 원유와 같이 밀도가 작은 물질이 분포한다.

[정답맞히기] ㄱ. 중력 이상은 ㉠ 지점에서 (+), ㉡ 지점에서 0이다. 따라서 중력 이상은 ㉠ 지점에서가 ㉡ 지점에서보다 크다.

ㄷ. 중력 이상=(실측 중력-표준 중력)으로 지하 물질의 밀도가 커서 실측 중력이 큰 지역에서는 중력 이상이 (+), 지하 물질의 밀도가 작아서 실측 중력이 작은 지역에서는 중력 이상이 (-)의 값을 나타낸다. 각 지역의 중력 이상을 비교하면, A와 B가 모두 있는 지역은 (+), B만 있는 지역은 0, B와 C가 모두 있는 지역은 (-)이다. 따라서

A, B, C 중 밀도가 가장 큰 암석은 A, 밀도가 가장 작은 암석은 C이다. **정답③**  
**[오답피하기]** 나. 표준 중력은 지구 타원체 내부의 밀도가 균일하다고 가정할 때 위도에 따라 달라지는 이론적인 중력값으로, 고위도로 갈수록 증가한다. 따라서 표준 중력의 크기는 상대적으로 저위도에 있는 ㉠ 지점에서보다 고위도에 있는 ㉡ 지점에서 크다.

### 7. 조석 현상

지구가 자전하는 동안 달도 지구 둘레를 약  $6.5^\circ$  공전하기 때문에 반일주조의 경우 조석 주기는 약 12시간 25분이다.

**[정답맞히기]** 가. (가)에서 X 지점은 달과 태양을 잇는 직선상에 위치하므로 달 쪽으로 기조력이 최대로 작용하여 만조이다. **정답①**

**[오답피하기]** 나. 달의 공전 주기는 약 27.3일이므로 24시간 동안에 약  $13^\circ$ 만큼 지구 주위를 공전한다. 따라서 (나)에서 X 지점은 약 50분 후에 만조가 된다.

다. (가)에서 달의 위상이 망이므로 X 지점은  $D_1$ 일에 조차가 최대인 사리(대조)이고, 7일 후에 달의 위상이 하현이므로 조차가 최소인 조금(소조)이다. 따라서 X 지점에서의 조차는 (가)에서보다 7일 후가 더 작다.

### 8. 성간 소광

성간 적색화는 성간 티끌층을 통과해 온 별빛의 경우 파장이 짧은 파란빛은 줄어들고, 파장이 긴 붉은빛은 상대적으로 많이 도달하기 때문에 별이 실제 색깔보다 붉게 보이는 현상이다. 지구에서 관측하면 A쪽 방향이 B쪽 방향보다 성간 물질이 많으므로, B를 관측할 때보다 A를 관측할 때 성간 소광 및 성간 적색화가 크게 나타난다.

**[정답맞히기]** 나. 색초과(=관측된 색지수-고유 색지수)는 실제로 측정한 별의 색지수(B-V)에서 그 별의 고유 색지수를 뺀 값이다. 성간 적색화가 일어나면 별의 색지수가 고유의 값보다 크게 관측되며, 성간 적색화가 크게 일어날수록 색초과 값이 크다. 따라서 색초과는 A가 B보다 크다. **정답②**

**[오답피하기]** 가. A와 B는 광도와 지구로부터의 거리는 같지만 성간 소광에 의해 지구에서 A가 B보다 어둡게 관측되므로, 겉보기 등급은 A가 B보다 크다.

다. A와 B는 절대 등급이 같으므로 광도가 같다.

### 9. 우리나라의 암석 분포

A는 대보 화강암, B는 불국사 화강암, C는 조선 누층군, D는 경상 누층군이다.

**[정답맞히기]** 가. D(경상 누층군)는 백악기에 퇴적된 사암, 셰일 등으로 이루어져 있으며, 백악기 후기에 B(불국사 화강암)가 D를 관입할 때 기존의 퇴적암들이 접촉 변성 작용을 받아 혼펠스가 생성되었다. **정답①**

**[오답피하기]** 나. A~D 중 가장 먼저 생성된 것은 고생대 초기에 생성된 C(조선 누층군)이다.

ㄷ. C(조선 누층군)은 해성층이며, D(경상 누층군)는 육성층이다.

### 10. 광역 변성 작용

셰일이 광역 변성 작용을 받으면 변성 정도가 증가함에 따라 점판암(슬레이트), 천매암, 편암(㉠), 편마암(㉡)이 생성된다.

[정답맞히기] ㄱ. 조산 운동이 일어나는 지역에서 넓은 범위에 걸쳐 열과 압력에 의해 일어나는 변성 작용은 광역 변성 작용이다. 따라서 이 지역은 광역 변성 작용을 받았다.

ㄴ. 셰일이 열과 압력을 받아 생성된 변성암은 변성 정도가 증가함에 따라 입자의 크기가 대체로 커진다. 따라서 입자의 크기는 변성 정도가 큰 ㉡이 변성 정도가 작은 ㉠보다 크다.

ㄷ. 광역 변성암에서는 고온 고압 상태에서 흑운모나 백운모와 같은 판상의 광물이 압력에 수직인 방향으로 나란하게 배열된 엽리(편리, 편마 구조)가 발달할 수 있다. ㉠에서는 편리, ㉡에서는 편마 구조가 나타난다. 정답⑤

### 11. 심해파와 천해파

심해파는 수심이 파장의 1/2보다 깊은 해역에서 진행되는 해파이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 해파의 파장이 150 m이고, (가)에서 파장이 150 m인 해파의 전파 속도가 약 15 m/s이므로 해파의 주기는 약 10초이다.

ㄴ. 파장이 150 m인 해파가 수심 150 m인 해역을 진행하므로, 이 해파는 심해파이다. 심해파가 진행되는 동안 해저면에서는 해파에 의한 물 입자의 움직임이 거의 없다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. 파장이 150 m인 해파가 수심 5 m인 해역으로 진행하면 천해파의 성질을 띠며, 해저면의 영향을 받아 전파 속도가 감소한다.

### 12. 세페이드 변광성의 거리 측정

[정답맞히기] ㄱ. 세페이드 변광성은 변광 주기가 길수록 광도가 크고, 절대 등급이 작다. (가)에서 변광성 B는 A보다 변광 주기가 길다. 따라서 실제 밝기는 B가 A보다 밝다.

ㄷ. B의 변광 주기는 약 30일이므로 절대 등급은 약 -5.5등급이다. B의 평균 겉보기 등급이 14.5등급이므로 거리 지수는 약  $20 = 14.5 - (-5.5)$ 이고, 거리는 약 100 kpc이다. 우리은하 원반의 지름이 30 kpc이므로 B는 우리은하 밖에 위치한다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. A의 변광 주기는 약 5.5일이므로 절대 등급은 약 -3.2등급이고, 태양보다 절대 등급이 약 8등급 작다. 절대 등급이 10등급 작을 때 광도는 10000배 크므로, A의 실제 밝기는 태양의 10000배보다 작다.

### 13. 해수에 작용하는 힘

[정답맞히기] ㄱ. 정역학 평형을 이루고 있으므로 연직 수압 경도력과 중력은 서로 반대 방향으로 작용하며 평형을 이루고 있다. 따라서 연직 수압 경도력은 A이다.

ㄴ. 수평 수압 경도력은 수압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용하므로 B(서쪽 방향)이다. 지형류는 수평 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 흐르므로 북쪽으로 흐른다.

ㄷ. 해수의 밀도가 일정하므로 해수면으로부터의 깊이가 깊어질수록 수압이 일정하게 증가한다. 따라서 등수압면의 기울기는 해수면의 기울기와 같다. 정답⑤

### 14. 진앙의 위치 결정

[정답맞히기] ㄴ. A에서 진원 거리가 240 km이고, P파가 최초로 도달하는 데 걸린 시간이 32초이므로 P파의 속도는  $7.5 \text{ km/s}$ 이다. B에서 P파가 최초로 도달하는 데 걸린 시간이 24초이므로 진원 거리는  $24\text{초} \times 7.5\text{km/s} = 180\text{km}$ 이다.

S파의 속도가  $4 \text{ km/s}$ 로 일정하므로 B에서 S파가 최초로 도달하는 데 걸린 시간은  $\frac{180\text{km}}{4\text{km/s}} = 45\text{초}$ 이다. 따라서 B에서 구한 PS시는  $45 - 24 = 21\text{초}$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 그림은 세 관측소에서 진원 거리를 반지름으로 하는 원을 그려 진앙의 위치를 찾는 방법을 나타내고 있다. 따라서 A에서 구한 진원 거리는 240 km이다.

ㄷ. 진원에서 멀어질수록 진원 거리에 대한 진앙 거리의 비가 커진다. 따라서  $\frac{\text{진앙 거리}}{\text{진원 거리}}$ 는 C보다 진원 거리가 더 먼 A에서 크다.

### 15. 천체의 위치와 좌표계

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 천구의 적도와 지평선이 수직하므로 (가) 지역은 적도에 위치한다. (나)에서 천구의 적도와 지평선이 이루는 각이  $50^\circ$ 이고, 하짓날 태양이 북동쪽에서 뜨고 있으므로 (나) 지역은  $40^\circ\text{N}$ 에 위치한다. 하짓날 낮의 길이는 적도에 위치한 (가)에서 12시간이고, 북반구 중위도에 위치한 (나)에서 12시간보다 길다.

ㄷ. 이날 적도에 위치한 (가)에서 태양의 최대 고도는  $66.5^\circ (=90^\circ - 23.5^\circ)$ 이고,  $40^\circ\text{N}$ 에 위치한 (나)에서 태양의 최대 고도는  $73.5^\circ (=90^\circ - 40^\circ + 23.5^\circ)$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 태양을 지나는 시간권과 관측 지역의 자오선 사이의 각은 (가)가 (나)보다 작으므로, 태양은 (나)보다 (가)에서 먼저 남중한다. 따라서 (가)가 (나)보다 동쪽에 위치한 지역이고, 경도는 (가)가 (나)보다 크다.

### 16. 지질도 해석

[정답맞히기] ㄷ. 습곡의 중심축에 이암이 분포하며, 이암을 중심으로 향사 구조를 이루고 있다. 따라서 지층의 생성 순서는 역암 → 셰일 → 이암이다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 셰일층에서 지층 경계선과 등고선이 만나는 두 점을 연결한 직선(주향)의 방향은 대략 남북 방향(NS)이다.

ㄴ. 지층 경계선이 이암층을 중심으로 대체로 대칭을 이루며, 이암의 서쪽에 위치한

역암과 셰일의 경사 방향은 동쪽이고, 이암의 동쪽에 위치한 역암과 셰일의 경사 방향은 서쪽이다. 따라서 이 지역에서는 향사 구조가 나타난다.

### 17. 단열 변화와 대기의 안정도

[정답맞히기] 나. ㉠은  $X_1$ 에서  $X_2$ 로 상승하는 동안 건조 단열 변화하였고, ㉡은  $X_1$ 에서  $X_2$ 로 상승하는 동안 구름이 생성되었으므로 일부 구간에서 습윤 단열 변화가 일어났다. 따라서 ( $X_1$ 에서의 기온 -  $X_2$ 에서의 기온) 값은 ㉠이 ㉡보다 크다.

다. (가)의  $A \rightarrow B$  경로에 있는 구름은 비교적 안정한 대기층에서 파동을 일으키며 수평 방향으로 이동하면서 생성된 것이다. 만약 불안정한 대기층이었다면 연직 방향으로 발달한 적란운이 생성되었을 것이다. 정답㉠

[오답피하기] 나. 공기 덩어리의 상승 응결 고도는 (기온 - 이슬점) 값이 클수록 크다. 공기 덩어리 ㉠과 ㉡이 모두  $h$ 만큼 상승할 때, ㉠에서만 구름이 생성되었다. 따라서 A에서 공기 덩어리의 (기온-이슬점) 값은 ㉠보다 ㉡이 작다.

### 18. 행성의 겉보기 운동

회합 주기는 내행성이 내합(또는 외합)에서 다음 내합(또는 외합), 외행성이 총(또는 합)에서 다음 총(또는 합)이 되는 데까지 걸리는 시간이다. 따라서 회합 주기는 행성의 시지름 변화 주기와 같다.

[정답맞히기] 나. A의 회합 주기는 약 400일, B의 회합 주기는 약 120일이다. 외행성은 회합 주기가 1년보다 짧을 수 없으므로 B는 내행성(수성)이다. 한편, A가 내행성일 경우, A는 B보다 평균 시지름이 큰 금성이다. 금성은  $\frac{\text{최대 시지름}}{\text{최소 시지름}}$ 이 수성(B)보다 커야 하는데,  $\frac{\text{최대 시지름}}{\text{최소 시지름}}$ 은 A가 B보다 작다. 따라서 A는 외행성임을 알 수 있다. 정답㉡

[오답피하기] 나. A의 시지름이 최대일 때부터 최소일 때까지의 시간 간격이 약 200일이므로 A의 회합 주기는 약 400일이다. A는 외행성이므로 회합 주기를 이용하여 공전 주기를 구하면 약 4171일이다.

다. B는 내행성이므로 내합과 외합일 때 이각이  $0^\circ$ 이다. 따라서 관측 기간 동안 B의 이각이  $0^\circ$ 인 시기는 6번이다.

### 19. 우리은하의 회전과 21 cm 수소선 관측

[정답맞히기] 나. (나)에서 ㉡의 평균 시선 속도는 0이다. 따라서 ㉡은 은하 중심으로부터의 거리가 태양과 동일한 A를 관측한 것이다.

나. 21 cm 수소선의 복사 세기는 ㉡이 ㉠보다 강하다. 따라서 중성 수소의 양은 A가 B보다 많다. 정답㉢

[오답피하기] 다. S에서 관측하면, B는 은하 중심으로부터의 거리가 S와 같으므로 시선 속도가 0이다. 따라서 21 cm 수소선의 시선 속도 분포는 ㉡처럼 나타난다.

---

## 20. 제트류

[정답맞히기] 가. (가)에서 위도  $30^\circ$  지역의 200 hPa 상공에서는 서풍이 불고 있다. 따라서 (나)에서 200 hPa 등압면의 높이는 300 hPa 등압면과 동일하게 북쪽으로 갈수록 낮아진다.

나. 공기에 작용하는 수평 기압 경도력의 크기는 풍속에 비례한다. (가)에서 위도  $30^\circ$  지역의 풍속은 200 hPa 등압면보다 300 hPa 등압면에서 크므로, (나)에서 공기에 작용하는 수평 기압 경도력의 크기도 200 hPa 등압면보다 300 hPa 등압면에서 더 크다.

다. 공기에 작용하는 수평 기압 경도력의 크기는 풍속에 비례하며 공기의 밀도가 작을수록, 등압면의 기울기가 클수록 크다. 풍속과 공기의 밀도는 200 hPa 등압면보다 300 hPa 등압면에서 크므로, 등압면의 기울기는 300 hPa 등압면이 200 hPa 등압면보다 커야 한다. 따라서 200 hPa 등압면은 300 hPa 등압면과 경사 방향은 같고 기울기는 더 완만하다. 이로 인해 (나)에서 200~300 hPa 대기층의 두께는 북쪽으로 갈수록 두꺼워진다. 정답㉔