

2019학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 지구과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 빅뱅 우주론

빅뱅 우주론은 우주의 모든 물질과 에너지가 아주 작고 뜨거운 한 점에 모여 있다가 대폭발을 일으켜 팽창하면서 현재와 같은 우주가 형성되었다는 이론이다.

[정답맞히기] ④ 빅뱅 우주론에서는 질량이 일정한 상태에서 우주가 팽창하므로 부피는 증가하고 온도는 하강하고 밀도는 감소하게 된다. **정답④**

[오답피하기] ⑤ 빅뱅 우주론에서 시간에 따라 질량은 일정하고 밀도는 감소한다. 또한 우주가 팽창하면서 온도는 점차 하강한다.

2. 우리나라의 지질 계통

A는 대보 화강암, B는 조선 누층군과 평안 누층군, C는 경상 누층군이다.

[정답맞히기] ㄷ. B는 고생대에 형성된 조선 누층군과 평안 누층군이고, C는 중생대에 형성된 경상 누층군이므로 B는 C보다 먼저 생성되었다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A는 한반도에서 일어났던 지각 변동 중 가장 격렬했던 대보 조산 운동으로 형성된 대보 화강암이다. 대보 조산 운동은 중생대 쥐라기 말에 일어났다.

ㄴ. C는 중생대 백악기에 퇴적된 경상 누층군이며, A는 중생대 쥐라기 말에 관입하였다. 대보 조산 운동 후에 형성된 경상 누층군은 대보 조산 운동에 의해 변성되지 않았다.

3. 수렴형 경계에서의 지각 변동

알류산 해구는 판의 수렴형 경계에 위치하며 해구와 나란하게 호상 열도가 발달하고 지진과 화산 활동 등 활발한 지각 변동이 일어난다.

[정답맞히기] ㄴ. C가 포함된 판이 A와 B가 포함된 판 아래로 섭입하면서 지진이 발생하므로 판의 경계인 알류산 해구로부터 B와 A로 갈수록 진원의 평균 깊이가 깊어진다.

ㄷ. 해구 부근에서는 지각 열류량이 낮고 호상 열도 부근에서는 지각 열류량이 높으므로 평균 지각 열류량은 A가 C보다 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 해양판이 섭입하는 지역에서는 온도와 압력이 증가함에 따라 섭입하는 해양판에서 빠져나온 물이 맨틀 속으로 들어가 맨틀을 구성하는 암석의 녹는점을 내려서 부분 용융이 일어나고 이로부터 현무암질 마그마가 생성된다.

4. 해수의 성질

해수의 성질을 결정짓는 요인에는 수온, 염분, 밀도, 용존 기체 등이 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 커진다. 따라서 수온이 가장 높고 염분이 가장 낮은 A의 밀도가 가장 낮다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 B의 염분이 가장 높지만 (나)에서 B의 용존 산소량이 가장 적다.

ㄷ. (가)에서 B는 A와 C보다 염분이 높고 (나)에서 A와 C보다 용존 산소량이 적으므로 B는 A와 C가 혼합되어 형성되지 않았다.

5. 지질도 해석과 암석의 절대 연령

지질도로부터 지질 단면도를 작성하면 지층의 생성 순서를 알아낼 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 방사성 원소 X의 반감기는 3억 년이다. D에 포함된 X의 양은 처음 양의 $\frac{1}{2}$ 이므로 D의 절대 연령은 3억 년이며 이 시기는 고생대에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. C에 포함된 X의 양은 처음 양의 $\frac{1}{4}$ 이므로 C의 절대 연령은 6억 년이다. C보다 먼저 생성된 B의 절대 연령은 6억 년 보다 많으므로 B는 선캄브리아 시대에 형성되었다. 따라서 B에서는 고생대의 표준 화석인 펠석이 산출될 수 없다.

ㄷ. C를 경계로 양쪽의 지층이 대층을 이루고, 위로 볼록한 부분이 나타나므로 배사 구조를 이룬다. A와 B는 지층 누층의 원리에 따라 $B \rightarrow A$ 의 순으로 생성되었다. A와 B는 C에 의해 접촉 변성 작용을 받았고 D는 A, B, C 모두를 관입하였으므로 관입의 원리에 따라 $B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D$ 의 순으로 생성되었다.

6. 지질 단면도 해석

포획암은 마그마가 관입하는 과정에서 기존에 있던 암석이 마그마에 포획된 암석이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 B와 C는 지층 누층의 원리에 따라 $C \rightarrow B$ 의 순으로 생성되었다. C에서는 연흔이, B에서는 점이 층리가 나타나는데, 연흔은 점이 층리보다 앞은 환경에서 생성되므로 (가)는 해수면이 상승하는 경우에 해당한다.

ㄴ. D에서는 지층이 건조 기후에 노출되는 경우에 생성되는 건열이 나타나므로 D는 대기에 노출된 적이 있다.

ㄷ. (가)는 C의 하부에 기저 역암이 존재하므로 화강암 $\rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 의 순으로 생성되었고, (나)는 화강암에 E의 포획암이 존재하므로 $E \rightarrow D \rightarrow$ 화강암의 순으로 생성되었다. 두 지역에서 화강암의 절대 연령이 같으므로 (가)와 (나)에서 지층과 암석의 생성 순서는 $E \rightarrow D \rightarrow$ 화강암 $\rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 이다. 따라서 지층 A~E 중 가장 오래된 것은 E이다. **정답⑤**

7. 중력장

A는 만유인력, B는 표준 중력이다.

[정답맞히기] ㄱ. 극에서는 만유인력과 표준 중력의 크기가 같으므로 그림의 가장 왼쪽이 극이다. 따라서 ㉠은 ㉡보다 고위도이다.

ㄴ. 지구 자전이 느려지면 자전에 의한 원심력이 작아지므로 ㉡에서 만유인력이 작용하는 방향과 표준 중력이 작용하는 방향이 이루는 각은 작아진다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 표준 중력이 지구 중심 방향으로 작용하는 곳은 극과 적도이다.

8. 별의 진화 과정

주계열 이후의 진화 과정은 별의 질량에 따라 (가)와 (나)로 달라진다.

[정답맞히기] ㄴ. 질량이 작은 주계열성에서는 p-p 연쇄 반응이, 질량이 큰 주계열성에서는 CNO 순환 반응이 우세하다. 따라서 주계열 단계의 수소 핵융합 반응 중에서 CNO 순환 반응이 차지하는 비율은 (가)가 (나)보다 크다.

ㄴ. 질량이 매우 큰 별은 헬륨 핵융합 반응 이후 탄소, 산소, 네온, 마그네슘, 규소를 거쳐 철로 이루어진 중심핵까지 형성한다. 이후 초신성 폭발 단계를 거치면서 철보다 무거운 원소가 생성된다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. (가)는 (나)보다 질량이 큰 별의 진화 경로이다. 질량이 큰 별은 수소 핵융합 반응을 통해 더 많은 에너지를 만들어내는데, 이때 소모되는 수소의 양이 많아 주계열성으로 지내는 시간이 더 짧고 수명이 더 짧다. 따라서 주계열 단계에 머무르는 기간은 (가)가 (나)보다 짧다.

9. 단열 변화

상승 응결 고도는 불포화 상태인 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되기 시작하는 고도이다.

[정답맞히기] ㄱ. A를 강제로 단열 상승시킬 때 응결 고도 $H(\text{km}) = \frac{1}{8}(T - T_d)$ 이다. 즉,

$$\frac{1}{8}(28 - 26) = 0.25(\text{km}) \text{이다.}$$

정답①

[오답피하기] ㄴ. 수증기량의 변화 없이 A가 국지적으로 가열되어 29°C가 되면 상승 응결 고도는 $\frac{1}{8}(29 - 26) = 0.375(\text{km})$ 이다. 그러나 지상에서 29°C인 공기가 건조 단열 감률에 따라 상승하다가 250m에 도달하면 주위 공기와 기온이 같아지므로 더 이상 상승하지 못하므로 응결이 일어나지 않는다.

ㄴ. A를 강제로 단열 상승시키면 250m에서의 기온은 $(28 - 2.5) = 25.5^\circ\text{C}$ 이고, 600m에서의 기온은 $(25.5 - 3.5 \times 0.5) = 23.75^\circ\text{C}$ 가 된다. 600m에서 주위 공기의 기온은 24.5°C이므로 강제로 단열 상승된 공기는 하강하게 된다.

10. 편서풍 파동

편서풍 파동에서 기압골의 동쪽 지상에서는 저기압이, 서쪽 지상에서는 고기압이 형

성된다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 500hPa 등압면 고도는 저위도로 갈수록 높아지므로 A, B, C중 B가 가장 높다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 기압골의 서쪽에 위치한 C의 지상에서는 고기압이 형성되어 있으므로 하강 기류가 우세하다.

ㄷ. 기압골의 동쪽에 위치한 A에서 공기의 발산이 강해지면 지상에서는 저기압이 더욱 강해지므로 ㉠의 중심 기압은 낮아진다.

11. 방해석의 광학적 특성

복굴절은 빛이 투명 광물을 통과할 때 진동 방향이 서로 수직인 두 개의 광선으로 나뉘어 굴절하는 현상이다.

[정답맞히기] ㄱ. 방해석을 통과한 직선이 두 개로 나뉘어 보이므로 방해석은 복굴절을 일으키는 광학적 이방체이다.

ㄴ. 복굴절은 광물을 통과한 빛이 진동 방향이 수직인 두 개의 빛으로 나뉘어 굴절하는 현상이다.

ㄷ. 평면 상에서 방해석을 회전시키면서 관찰하면 두 직선 사이의 간격이 변하면서 하나로 겹쳐 보이는 현상이 관찰된다. 방해석은 광물 내에서 방향에 따라 빛의 통과 속도가 달라져서 굴절률에 차이가 생기는 광물이다. **정답⑤**

12. 엘니뇨와 라니냐

태평양 적도 부근 해역에서 무역풍이 약해지면, 페루 연안 해역에서의 용승 현상이 약해지고 태평양 중앙부에서 페루 연안에 이르는 해역의 표층 수온이 상승한다.

[정답맞히기] ㄴ. 라니냐 시기(a)에 동태평양 적도 부근 해역(B)에서는 평상시보다 표층 수온이 낮아진다.

ㄷ. 동태평양 적도 부근 해역(B)에서 수온 약층의 깊이는 엘니뇨 시기(b)가 라니냐 시기(a)보다 깊다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 a 시기에는 무역풍이 평상시보다 강하므로 라니냐 시기이고, b 시기에는 무역풍이 평상시보다 약하므로 엘니뇨 시기이다. 라니냐 시기에는 페루 연안에서 기압이 높아지므로 (나)에서 해역 B는 동태평양 적도 부근 해역이고, 인도네시아 연안에서 기압이 낮아지므로 해역 A는 서태평양 적도 부근 해역이다. 엘니뇨 시기에는 페루 연안에서 기압이 낮아지므로 (나)에서 해역 B는 동태평양 적도 부근 해역이고, 인도네시아 연안에서 기압이 높아지므로 해역 A는 서태평양 적도 부근 해역이다.

13. H-R도

H-R도에서 가로축에는 표면 온도, 색지수, 스펙트럼형을 나타낼 수 있고, 세로축에는 절대 등급, 광도를 나타낼 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 에서 $R \propto \frac{\sqrt{L}}{T^2}$ 이다. a는 d보다 절대 등급이 15만큼 작으므로 광도가 10^6 배 크고, 표면 온도는 같다. 따라서 a는 d보다 반지름이 1000배 크다.

ㄴ. 수소 흡수선이 가장 강한 별은 분광형이 A0인 별로, 표면 온도가 10000K인 흰색의 별이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 중심 온도가 가장 높은 별은 초거성인 a이다.

14. 경도풍

등압선이 원형일 때 지표면의 마찰력이 작용하지 않는 상층에서는 등압선에 나란하게 경도풍이 분다.

[정답맞히기] ㄴ. 경도풍에서 기압 경도력과 전향력의 방향은 서로 반대이다. P에 부는 경도풍의 방향이 시계 반대 방향이므로, P에서는 전향력이 바람 방향의 왼쪽 직각으로 작용한다. 따라서 P는 남반구에 위치한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 기압 경도력은 고기압에서 저기압 쪽으로 등압선에 직각인 방향으로 작용한다. P와 Q에 작용하는 기압 경도력의 방향으로 보아 ㉠은 800hPa보다 낮고 ㉡은 800hPa보다 높다.

ㄴ. P에 작용하는 전향력의 크기는 기압 경도력과 원심력의 크기를 더한 만큼이고, Q에 작용하는 전향력의 크기는 기압 경도력에서 원심력의 크기를 뺀 만큼이다. 따라서 공기에 작용하는 전향력의 크기는 P가 Q보다 크다.

15. 허블의 은하 분류

허블은 외부 은하를 가시광선 영역에서 관측되는 형태에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하였다.

[정답맞히기] ㄴ. A는 타원 은하, B는 불규칙 은하이다. 타원 은하는 성간 물질이 거의 없는 타원형 은하이고 불규칙 은하에는 성간 물질이 많이 분포한다. 따라서 은하의 질량에 대한 성간 물질의 비는 A가 B보다 작다.

ㄴ. 타원 은하는 불규칙 은하보다 붉은 별의 비율이 크고 색지수가 크다. (나)에서 A는 B보다 ㉠이 크므로 색지수는 ㉠에 해당한다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 타원 은하는 E0에서 E7으로 갈수록 편평도가 커진다. 따라서 A는 은하의 형태가 원형인 E0에 해당하지 않는다.

ㄴ. 불규칙 은하가 시간에 흘러 타원 은하로 진화하는 것은 아니다.

16. 천해파

천해파는 수심이 파장의 $\frac{1}{20}$ 보다 얇은 해역에서 진행하는 해파이다.

[정답맞히기] ㄱ. 천해파의 속도 $v = \sqrt{gh}$ 에서 $v^2 = gh$ 이다. 따라서 그래프의 기울기는 중력 가속도(g)이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 천해파가 진행할 때 표층의 물 입자는 타원 운동을 한다.

ㄷ. 수심 10m인 해역에서 천해파의 속도는 $v = \sqrt{10g}$ 이다. 수심 100m인 해역에서 파장이 20m인 해파는 심해파이며 $v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}} = \sqrt{\frac{10g}{\pi}}$ 이다.

17. 성운

성운은 성간 기체나 성간 티끌이 다양한 형태를 이루며 밀집되어 있어서 구름처럼 보이는 것이다.

[정답맞히기] ㄷ. (나)의 발광 성운은 HII 영역의 전리된 수소가 자유 전자와 재결합하는 과정에서 빛을 방출하여 밝게 보이는 성운이다. 발광 성운 주변에는 온도가 높은 별이 가까이 있으므로 (가)의 암흑 성운보다 온도가 높다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A는 성간 티끌에 의해 성간 적색화가 나타나므로 고유의 색지수보다 색지수가 크게 관측된다.

ㄴ. 성운을 구성하는 물질의 대부분은 성간 기체이다.

18. 중성 수소 21cm 전파의 관측

중성 수소 구름에서 방출하는 21cm 전파의 도플러 이동을 관측하여 은하 회전을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. C는 태양에 접근하므로 시선 속도는 음(-)의 값이다.

ㄴ. 현재 지점에서 태양과 D의 거리는 변화가 없으므로 D의 파장은 21cm이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. $\frac{A의 파장 - B의 파장}{B의 파장 - C의 파장}$ 의 절댓값은 1이 아니다.

19. 고지자기

자성 광물의 자화 방향을 측정하면 지질 시대의 지구 자기장의 방향과 자극의 위치를 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 150Ma~100Ma 동안 지괴는 고지자기극에서 멀어졌으므로 고지자기 복각은 감소하였다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 200Ma에 지괴는 현재보다 고위도에 위치하였다.

ㄷ. 200Ma~0Ma 동안 지괴의 이동 속도는 점점 느려졌다.

20. 에크만 나선

마찰 저항 심도는 해수의 이동 방향이 표면 해수의 이동 방향과 정반대가 되는 깊이이다.

[정답맞히기] ㄱ. 수심이 깊어짐에 따라 해수의 흐름이 왼쪽으로 더 편향되므로 이 해역은 남반구에 위치한다.

ㄴ. 해수의 이동 방향과 에크만 수송의 방향이 북쪽인 깊이는 A이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 마찰 저항 심도는 남서쪽으로 흐르는 D이다.