

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 지구과학 I 정답 및 해설

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

1. 방사성 동위 원소와 절대 연령

방사성 동위 원소의 반감기를 이용하여 절대 연령을 구할 수 있다.

[정답맞히기] A. 모원소가 붕괴하여 처음 양의 절반으로 줄어드는 데 걸리는 시간은 반감기이다.

B. 현재 암석에는 모원소 2개와 자원소 6개가 포함되어 있으므로 이 암석에 포함된 모원소와 자원소의 비는 1:3이다.

정답④

[오답피하기] C. 현재 암석에 남아있는 모원소와 자원소의 비가 1:3이므로, 반감기가 2번 지났다. 따라서 이 암석의 절대 연령은 ‘⑦의 값×2’를 하면 구할 수 있다.

2. H-R도와 별의 종류

(가)는 광도가 가장 큰 초거성, (나)는 표면 온도는 낮지만 광도가 큰 거성, (다)는 H-R도의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 분포하는 주계열성, (라)는 표면 온도는 높지만 광도가 작은 백색 왜성에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)는 분광형이 대체로 G, K, M에 해당하며, (라)는 분광형이 대체로 B, A, F에 해당하므로 평균 표면 온도는 (나)가 (라)보다 낮다.

ㄷ. 초거성인 (가)와 거성인 (나)는 주계열성인 (다)가 진화하는 과정에서 별이 팽창한 상태이며, (라)는 별의 중심부가 수축한 상태이므로 평균 밀도는 백색 왜성인 (라)가 가장 크다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)는 초거성으로 광도가 매우 크지만, (라)는 백색 왜성으로 광도가 매우 작다. 따라서 평균 광도는 (가)가 (라)보다 크다.

3. 우리나라 주변 해수의 특징

우리나라는 여름철에 기온이 높고 강수량이 많아 표층 수온은 높으며 표층 염분은 낮다. 따라서 A는 표층 염분이며, B는 표층 수온이다.

[정답맞히기] ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크다. 4월은 10월에 비해 표층 수온은 낮고 표층 염분은 높으므로 표층 해수의 밀도가 크다.

ㄴ. 수온 약층은 혼합층 아래에 위치하므로 혼합층의 두께가 두꺼울수록 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 깊어진다. 혼합층의 두께는 1월이 7월보다 두꺼우므로 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이는 1월이 7월보다 깊다.

정답③

[오답피하기]

ㄷ. 2월은 혼합층의 두께가 약 80m이므로 표층과 깊이 50m 해수가 모두 혼합층에 포함되어 수온 차가 적지만, 8월은 혼합층의 두께가 약 10m이므로 표층과 깊이 50m 해수의 수온 차가 크다.

4. 심층 순환의 발생

수온과 염분이 일정한 물에서 수온을 변화시키면 밀도가 달라지면서 심층 순환이 일어나는 과정을 관찰할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 실험 과정에서 A와 B의 수온을 변화시켰을 때 나타나는 소금물의 이동을 관찰하고 있으므로 이 실험의 목표는 수온 변화에 따른 밀도 차에 의해 심층 순환이 발생할 수 있음을 설명하는 것이다.

- ㄴ. A에는 얼음물이 담긴 비커를 설치했으므로 A는 고위도 해역에 해당하며, B는 뜨거운 물이 담긴 비커를 설치했으므로 B는 저위도 해역에 해당한다.
- ㄷ. A에서는 냉각되어 밀도가 커진 해수가 침강하므로 수조 아래쪽의 구멍을 통해 A의 소금물이 B 쪽으로 이동한다.

정답⑤

5. 은하의 특징

(가)는 나선팔이 관찰되며 중심부에 막대 모양의 구조가 없는 정상 나선 은하, (나)는 타원 형태가 관찰되는 타원 은하이다.

[정답맞히기] ㄴ. 주계열성은 질량이 클수록 표면 온도가 높아 파란색을 띠고, 질량이 작을수록 표면 온도가 낮아 붉은색을 띤다. (가)는 (나)보다 파란색을 띠는 별의 비율이 크므로 주계열성의 평균 질량은 (가)가 (나)보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 별의 평균 나이는 타원 은하인 (나)가 더 많다.

ㄷ. 타원 은하인 (나)는 주로 표면 온도가 낮은 붉은색 별로 이루어져 있으므로, 별의 평균 표면 온도는 흰색을 띠는 분광형이 A0인 별보다 낮다.

6. 마그마의 생성 조건

㉠은 맨틀 물질의 하강부에 위치한 섭입대이고, ㉡은 맨틀 물질의 상승부에 위치한 해령이다.

[정답맞히기] ㄱ. 섭입대(㉠)에서는 섭입대에서 공급된 물에 의해 용융점이 낮아져 마그마가 생성된다.

ㄷ. 지하 온도 분포 곡선과 암석의 용융 곡선이 만나는 깊이에서 맨틀 물질이 용융되기 시작된다. ㉠의 경우 물을 포함한 암석의 용융 곡선이 지하 온도 분포 곡선과 만나는 지점의 온도가 약 1000~1100°C이고, ㉡의 경우 물을 포함하지 않은 암석의 용융 곡선과 지하 온도 분포 곡선이 만나는 지점의 온도가 약 1200°C이다. 따라서 맨틀 물질이 용융되기 시작하는 온도는 ㉠이 ㉡보다 낮다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 해령(㉡)에서는 압력 감소에 의해 맨틀 물질이 용융되어 현무암질 마그마가 형성된다.

7. 태풍의 풍속 분포

북반구에서 태풍 진행 방향의 오른쪽 지역(위험 반원)은 태풍의 이동 방향이 태풍 내

바람 방향과 같아 풍속이 상대적으로 강하고, 태풍 진행 방향의 왼쪽 지역(안전 반원)은 태풍의 이동 방향이 태풍 내 바람 방향과 반대여서 풍속이 상대적으로 약하다.

[정답맞히기] ㄱ. 태풍이 북쪽으로 이동하고 있으므로 A는 태풍 진행 방향의 왼쪽인 안전 반원에 위치한다.

ㄷ. 풍속이 강할수록 등압선의 간격이 좁게 나타난다. 풍속은 구간 C-D가 구간 D-E 보다 강하므로 지상 일기도에서 등압선의 간격은 구간 C-D가 구간 D-E보다 좁다.

정답⑤

[오답피하기] ㄴ. B는 태풍의 눈에 위치하고 있으므로 약한 하강 기류가 나타난다. C는 태풍의 눈의 바로 바깥쪽에 위치하여 강한 상승 기류가 나타난다. 따라서 해수면 부근에서 공기의 연직 운동은 B보다 C에서 활발하다.

8. 기단의 변질과 위성 영상

겨울철에 한랭 건조한 시베리아 기단이 황해상을 지나면서 열과 수증기를 공급받아 기층이 불안정해지면 우리나라의 서해안에는 폭설이 내리기도 한다.

[정답맞히기] ㄴ. 시베리아 기단이 확장하는 동안 상대적으로 따뜻한 황해상을 지나면서 기단의 하층이 가열된다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 지점 A 부근에는 등압선이 남북 방향으로 분포하고 있으며 서쪽이 동쪽보다 기압이 높다. 북반구에서 바람은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 시계 방향으로 불어 나가므로 A에서는 북풍 계열의 바람(북서풍)이 분다.

ㄷ. 적외 영상은 구름 최상부에서 방출하는 적외선 복사 에너지양의 차이를 이용하는 것으로, 온도가 낮을수록 밝게 나타난다. 따라서 구름의 최상부 높이가 높을수록 밝게 나타난다. (나)에서 영역 ⑦은 영역 ⑥보다 밝게 보이므로 적외선 복사 에너지양은 영역 ⑦이 영역 ⑥보다 적다.

9. 온대 저기압

북반구에서 온대 저기압은 대체로 찬 공기가 남하하는 남서쪽으로 한랭 전선을, 따뜻한 공기가 북상하는 남동쪽으로 온난 전선을 동반한다.

[정답맞히기] ㄴ. 기압은 온대 저기압의 중심부에 가까울수록 낮다. (가)에서 기온은 남서쪽이 높고 북동쪽으로 갈수록 낮아지므로 온난 전선이 온대 저기압의 중심으로부터 남동쪽으로 나타난다. 따라서 지점 A가 지점 B보다 온대 저기압의 중심에 가깝고 기압은 지점 A가 지점 B보다 낮다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 전선을 경계로 기온, 기압, 풍향 등이 급격하게 변한다. 따라서 (나)에서 전선은 등온선이 밀집되어 나타나는 ⑦에 나타난다.

ㄷ. 온대 저기압에 동반된 한랭 전선은 온난 전선보다 서쪽에 위치한다. 따라서 온난 전선 부근에 위치한 지점 B는 한랭 전선 부근에 위치한 지점 C보다 동쪽에 위치한다.

10. 지질 시대의 특징

40억 년 전부터 약 25억 년 전까지는 시생대에 속하고, 25억 년 전부터 약 5억 4천만 년 전까지는 원생대에 속한다. 고생대는 약 5억 4천만 년 전~약 2억 5천만 년 전이고, 중생대는 약 2억 5천만 년 전~약 6천 6백만 년 전이며, 신생대는 약 6천 6백만 년 전~현재이다. 따라서 40억 년 전부터 현재까지의 지질 시대 길이는 원생대(A) > 시생대(B) > 고생대(C) > 중생대(D) > 신생대(E)이다.

[정답맞히기] ㄴ. 최초의 척추동물이 출현한 시기는 고생대이므로 C이다.

ㄷ. 히말라야 산맥이 형성된 시기는 신생대이므로 E이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 최초의 다세포 동물이 출현한 시기는 선캄브리아 시대 말기이므로 원생대 A이다.

11. 우주 구성 요소

최근의 관측 결과에 따르면, 우주는 약 4.9%의 보통 물질, 약 26.8%의 암흑 물질, 약 68.3%의 암흑 에너지로 구성되어 있다. 따라서 A는 암흑 물질, B는 암흑 에너지, C는 보통 물질이다.

[정답맞히기] ㄱ. 우주 배경 복사의 파장은 시간이 흐를수록 점점 길어졌으므로 T 시기가 현재보다 짧다.

ㄴ. T 시기부터 현재까지 A의 비율은 감소, B의 비율은 증가하고 있으므로 $\frac{A\text{의 비율}}{B\text{의 비율}}$ 은 감소한다.

ㄷ. 항성은 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있다. 따라서 항성 질량의 대부분을 차지하는 것은 보통 물질인 C이다.

정답⑤

12. 판의 경계와 화산 분포

지역 A와 C에서는 판의 내부에서 화산 활동이 일어나고, 지역 B에서는 판의 수렴형 경계 부근에서 화산 활동이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 지역 A는 열점 활동에 의해 판의 내부에서 화산 활동이 일어나는 곳이다. 따라서 지역 A의 하부에는 외핵과 맨틀의 경계부에서 상승하는 뜨거운 플룸이 존재한다.

ㄴ. 지역 B는 섭입대에서 생성된 마그마가 분출하는 곳이다. 따라서 지점 B의 하부에는 맨틀 대류의 하강류가 존재한다.

ㄷ. 암석권의 평균 두께는 대륙판에 위치한 지역 B가 해양판에 위치한 지역 C보다 두껍다.

정답⑤

13. 질량이 다른 별의 진화

별의 질량이 클수록 수소 핵융합 반응의 효율이 높으므로 주계열 단계에 머무는 기간이 짧다. 자료에서 별의 표면 온도가 비교적 일정하게 유지되는 주계열 기간은 A가

B보다 짧다. 따라서 별의 질량은 A가 태양의 4배, B가 태양의 1배이다.

[정답맞히기] ㄴ. ⑦ 시기일 때 질량이 태양의 4배인 A는 대류핵-복사층의 구조를 갖고, 질량이 태양과 같은 B는 중심핵-복사층-대류층의 구조를 갖는다. 따라서 대류가 일어나는 영역의 평균 깊이는 A가 B보다 깊다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. B는 질량이 태양과 같은 별이므로 백색 왜성으로 진화한다.

ㄷ. ⑦ 시기일 때 질량이 태양의 4배인 A는 p-p 반응보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많고, 질량이 태양과 같은 B는 CNO 순환 반응보다 p-p 반응에 의한 에너지 생성량이 많다.

14. 별의 물리량

반지름을 R , 표면 온도를 T 라고 할 때, 별의 광도(L)는 $4\pi R^2 \sigma T^4$ (σ 는 상수)로 나타낼 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 절대 등급이 태양보다 10등급 작으므로 광도가 태양의 10000 배이고, 표면 온도는 태양의 0.5배이다. 따라서 (가)의 반지름 ⑦은 태양의 400배이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)는 절대 등급이 태양보다 5등급 크므로 광도는 태양의 0.01배이고, 반지름이 태양의 0.01배이다. 따라서 표면 온도는 태양의 $\sqrt{10}$ 배이다. 한편, 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례하고, 표면 온도는 (나)가 (다)의 $\sqrt{5}$ 배이므로 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (나)가 (다)의 $\frac{1}{\sqrt{5}} (< \frac{1}{2})$ 배이다.

ㄷ. (다)는 표면 온도가 태양의 $\sqrt{2}$ 배이고, 반지름이 태양의 2배이므로 광도가 태양의 16배이다. 따라서 절대 등급은 (다)가 태양보다 작다.

15. 엘니뇨와 라니냐

무역풍은 동풍 계열의 바람이므로 (가)에서 풍속 편차가 대체로 (+)인 A는 서풍이 평상시보다 우세하여 무역풍이 약해진 엘니뇨 시기에 해당하고, (-)인 B는 라니냐 시기에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 동태평양 적도 부근 해역의 강수량 편차는 대체로 (-)로 나타난다. 따라서 (나)는 라니냐 시기에 해당하며, B에 관측한 것이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 동태평양 적도 부근 해면 기압은 하강 기류가 우세한 라니냐 시기(B)가 엘니뇨 시기(A)보다 높다.

ㄷ. 적도 부근에서 (서태평양 표층 수온 편차-동태평양 표층 수온 편차) 값은 용승이 강한 라니냐 시기(B)가 엘니뇨 시기(A)보다 크다.

16. 기후 변화의 천문학적 요인

현재는 지구가 근일점에 위치할 때 북반구의 계절이 겨울이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦ 시기는 자전축 경사 방향이 현재와 같고 자전축 경사각은 현재보다 작다. 따라서 겨울철 평균 기온은 현재보다 높다.

ㄴ. ⑧ 시기는 자전축 경사 방향이 현재와 반대이고 자전축 경사각은 현재보다 크다. 현재는 지구가 근일점에 위치할 때 우리나라의 계절은 겨울이지만, 자전축 경사 방향이 현재와 반대가 되면 원일점에 위치할 때 겨울이며, 자전축 경사각도 더 커지므로 우리나라에서 기온의 연교차는 ⑧ 시기가 현재보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 지구가 근일점에 위치할 때 자전축 경사 방향이 현재와 같은 ⑦ 시기에 우리나라에서 계절은 겨울이지만, ⑧ 시기는 자전축 경사 방향이 반대이므로 우리나라에서 계절은 여름이다. 따라서 지구가 근일점에 위치할 때 우리나라에서 낮의 길이는 겨울철인 ⑦ 시기가 여름철인 ⑧ 시기보다 짧다.

17. 지질 단면도 분석

지층이 역전되지 않은 경우 퇴적층에서 지표에 가까울수록 지층의 연령이 적어진다.

[정답맞히기] ⑤ X에서 관입암의 경계까지는 지층의 상부로 이동하므로 연령이 적어진다. 관입은 지층 퇴적 후 습곡 작용을 받고 단층이 형성된 후에 일어났으므로 이 지역에서 연령이 가장 적고 관입암 내부에서 연령 변화는 없다. 관입암 이후 단층면 까지의 구간에서는 다시 지층의 연령이 적어지며, 단층면을 경계로 Y까지는 지층의 하부로 이동하므로 지층의 연령이 많아진다. X가 위치한 지층에서 X는 해당 지층의 중간보다 위쪽에 위치하지만, 단층면 오른쪽에서 구간 X-Y의 시작 지점은 같은 지층의 중간보다 아래쪽에서 시작되므로, 이 지점의 지층 연령은 X 지점의 지층 연령보다 많아야 한다. 정답④

18. 외계 행성계 탐사

중심별은 공통 질량 중심을 중심으로 행성과 반대쪽에서 같은 방향으로 공전한다. 중심별이 지구에 가까워지면 청색 편이가, 멀어지면 적색 편이가 나타난다.

[정답맞히기] ㄴ. 행성이 ①에 위치할 때는 중심별이 지구에 가장 가까울 때이며, 시선 속도는 0이다. 행성이 ②에 위치할 때는 중심별의 시선 속도가 최대일 때이므로 행성이 ①→②으로 공전하는 동안 중심별의 시선 속도는 커진다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. A에서 관측 파장은 기준 파장보다 길어 적색 편이가 나타난다. 따라서 이 시기에 중심별은 지구로부터 멀어지므로 행성은 지구에 가까워진다. 따라서 A는 행성이 ②에 위치할 때 관측한 결과이다.

ㄷ. A와 C는 각각 행성이 ②과 ⑦에 위치할 때이므로 모두 시선 방향에 수직인 방향에 위치하고 있다. 따라서 두 위치에서 시선 속도의 크기는 같으므로 기준 파장이 같을 때 파장 변화량은 서로 같다. 따라서 $a=c$ 이며 $b=d$ 이다. 결국 $a \times b$ 와 $c \times d$ 는 서로 같다.

19. 허블 법칙

거리는 적색 편이량에 비례하므로 B에서 A까지의 거리는 우리은하에서 A까지의 거리의 3배이다.

[정답맞히기] ㄱ. 우리은하로부터의 거리는 B가 A의 3배이므로 적색 편이량도 B가 A의 3배이다.

ㄴ. A로부터의 거리는 B가 우리은하의 3배이다. 따라서 A에서 관측한 후퇴 속도도 B가 우리은하의 3배이다. 정답③

[오답피하기]

ㄷ. B에서 A까지의 거리는 우리은하에서 A까지의 거리의 3배이므로, A와 B가 동일한 시선 방향에 위치한다면 우리은하에서 B까지의 거리는 A까지의 거리의 4배이어야 한다. 그림에서 B까지의 거리는 A까지의 거리의 3배이므로 동일한 시선 방향에 위치하지 않는다.

20. 고지자기

고정된 열점에서 생성된 화산섬은 판이 이동함에 따라 함께 이동한다. 일반적으로 해령은 판의 이동 방향에 수직한 방향으로 발달하며, 변환 단층은 판의 이동 방향과 나란한 방향으로 발달한다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B의 화산섬은 화산섬의 나이가 0인 지점의 열점에서 생성된 후 모두 북쪽으로 이동하고 있으며, 판의 이동 속도는 B가 A보다 빠르다. 따라서 X는 해령, Y는 변환 단층에 해당하며, 해령인 X도 북쪽으로 함께 이동하고 있다. 변환 단층에서 화산 활동은 거의 없으며, 해령에서는 화산 활동이 활발하므로 화산 활동은 해령인 X가 더 활발하다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠과 ㉡은 현재 위도가 10°S 로 같지만 실제로는 각각 위도 15°S , 20°S 에서 생성된 것이다. 또한 복각은 위도가 높을수록 절댓값이 커진다. 따라서 고지자기 복각의 절댓값은 상대적으로 저위도에서 생성된 ㉠이 더 작다.

ㄷ. ㉠은 위도 15°S 에서 생성되어 동일 경도선을 따라 10°S 로 이동하였으므로 ㉠에서 구한 고지자기극의 위도는 약 85°N 부근에, ㉡은 위도 20°S 에서 생성되어 동일 경도선을 따라 10°S 로 이동하였으므로 ㉠에서 구한 고지자기극의 위도는 약 80°N 부근에 위치한다. 따라서 ㉠에서 구한 고지자기극은 ㉡에서 구한 고지자기극보다 고위도에 위치한다.