

2021학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 지구과학 I 정답 및 해설

*최근 수정일 : 2023.07.04.(화)

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

1. 퇴적암의 종류

퇴적암은 구성 물질 및 구성 물질의 기원, 입자의 크기, 화학 성분 등에 의해 구분할 수 있다. A는 유기적 퇴적암, B는 쇄설성 퇴적암이다.

[정답맞히기] ㄷ. 역암은 쇄설성 퇴적암 중 입자의 크기가 2 mm 이상인 자갈(㉠)의 함량이 많은 암석이다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. A의 석탄과 처트는 생물체의 유해나 골격의 일부가 쌓여서 만들어진 유기적 퇴적암이다.

ㄴ. 모래가 퇴적되어 만들어진 퇴적암(㉡)은 사암이다. 암염은 바닷물에 녹아 있던 NaCl 성분이 침전하여 만들어진 화학적 퇴적암이다.

2. 지질 시대의 생물

고생대 오르도비스기 말(B), 데본기 말, 페름기 말(C), 중생대 트라이아스기 말, 백악기 말(D)에 생물 대멸종이 있었다.

[정답맞히기] ㄷ. D 시기는 중생대 백악기 말로, 이 시기에 공룡과 암모나이트가 멸종하였다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. 육상 동물은 고생대 데본기에 최초로 출현하였다. A는 고생대 초기로 다양한 생물이 급증하였으며, 온난한 바다에서 삼엽충, 완족류 등의 해양 무척추동물이 번성하였다.

ㄴ. 그림을 보면 동물 과의 멸종 비율은 C 시기가 B 시기보다 크다. C 시기는 고생대 페름기 말로, 이 시기에 삼엽충이 멸종하였으며, 완족류 과의 수가 급격히 감소하는 등 지질 시대 중 가장 큰 멸종이 있었다.

3. H-R도와 별의 진화

㉠은 거성, ㉡은 주계열성, ㉢은 백색 왜성이다.

[정답맞히기] ② (가)는 주계열성 단계로 이 단계에 해당하는 별의 집단은 ㉡이다. (나)는 거성 단계로 이 단계에 해당하는 별의 집단은 ㉠이다. (다)는 백색 왜성 단계로 이 단계에 해당하는 별의 집단은 ㉢이다. **정답②**

4. 온대 저기압과 날씨

우리나라를 통과하는 온대 저기압은 편서풍의 영향을 받아 서쪽에서 동쪽으로 이동하며, 온대 저기압의 중심이 관측 지역의 북쪽을 통과하는 경우 풍향은 시계 방향으로

변한다.

[정답맞히기] 나. (나)에서 02시경 이후에 기온(실선)은 하강하였고, 기압(점선)은 상승하였으므로 02시경에 한랭 전선이 통과하였다. 그런데 전날 21시에 A는 한랭 전선이 통과한 후이고 B는 통과하기 전이므로, (나)는 B의 관측 자료이다. **정답②**

[오답피하기] 가. 한랭 전선 후면에 위치한 A의 상층부에는 주로 적운형 구름이 발달한다.

다. ㉠ 기간 동안 온대 저기압의 중심이 (나) 관측소의 북쪽을 통과하였으므로, (나)의 관측소에서 ㉠ 기간 동안 풍향은 시계 방향으로 바뀌었다.

5. 우리나라 주변 표층 해수의 성질

해수의 밀도는 주로 수온과 염분에 의해 결정되며 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 밀도가 크다. B와 C는 각각 북한 한류와 동한 난류의 영향을 받는다.

[정답맞히기] 가. 표층 수온은 한류의 영향을 받는 B가 난류의 영향을 받는 C보다 낮다. 따라서 ㉠과 ㉡ 중 수온이 낮은 ㉡이 B에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] 나. C는 ㉡에 해당하므로, 해수의 밀도는 A가 C보다 작다.

다. B(㉡)와 C(㉡)는 염분이 거의 같으므로, B와 C의 해수 밀도 차이는 염분보다 수온의 영향이 더 크다.

6. 방사성 동위 원소와 절대 연령

방사성 동위 원소는 불안정해서 시간이 지남에 따라 붕괴하여 다른 원소로 변한다. 이때 방사성 동위 원소를 모원소, 새로 생성된 원소를 자원소라고 한다. 방사성 동위 원소의 양이 처음 양의 $\frac{1}{2}$ 로 줄어드는 데 걸리는 시간을 반감기라고 한다.

[정답맞히기] 가. A와 B의 반감기는 각각 7억 년, 0.5억 년이다. 따라서 반감기는 A가 B의 14배이다. **정답①**

[오답피하기] 나. A의 반감기는 7억 년이므로, 7억 년 전에 생성된 화성암에 포함된 A는 한 번의 반감기를 거쳤다.

다. 암석에 포함된 $\frac{B\text{의 양}}{B\text{의 자원소 양}}$ 이 $\frac{1}{3}$ 로 되는 데 걸리는 시간은 B 반감기의 2배(1억 년)이다. 따라서 암석에 포함된 $\frac{B\text{의 양}}{B\text{의 자원소 양}}$ 이 $\frac{1}{4}$ 로 되는 데 걸리는 시간은 1억 년보다 더 길다.

7. 엘니뇨와 라니냐

엘니뇨 시기에는 워커 순환에서 대기가 상승하는 지역이 평상시보다 동쪽으로 이동하므로 (가)는 라니냐, (나)는 엘니뇨 시기이다.

[정답맞히기] 가. 서태평양 적도 부근 무역풍의 세기는 라니냐 시기인 (가)가 엘니뇨 시기인 (나)보다 강하다.

ㄴ. 평상시보다 무역풍이 강하게 부는 라니냐 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 용승이 강해지며, 평상시보다 무역풍이 약하게 부는 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 용승이 약해진다. 따라서 동태평양 적도 부근 해역의 용승은 라니냐 시기인 (가)가 엘니뇨 시기인 (나)보다 강하다.

ㄷ. 평상시에 해면 기압은 A 지점이 B 지점보다 낮다. 엘니뇨가 발생하면 A 지점의 해면 기압은 평상시보다 높아지고, B 지점의 해면 기압은 평상시보다 낮아져 (B 지점의 해면 기압-A 지점 해면 기압)의 값이 작아지며, 라니냐가 발생하면 반대 현상이 나타난다. 따라서 (B 지점 해면 기압-A 지점 해면 기압)의 값은 라니냐 시기인 (가)가 엘니뇨 시기인 (나)보다 크다.

정답⑤

8. 해양 지각의 연령 분포

해령에서 새로운 해양 지각이 생성되고 해령을 축으로 양쪽으로 확장되므로, 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 연령이 증가하고 해저 퇴적물의 두께가 증가한다.

[정답맞히기] ㄱ. 해령에서 멀어질수록 해저 퇴적물의 두께는 증가한다. 따라서 해저 퇴적물의 두께는 해령으로부터 멀리 떨어져 있는 A가 B보다 두껍다.

ㄴ. 최근 4천만 년 동안 평균 이동 거리를 보면 B가 속한 판이 C가 속한 판보다 크다. 따라서 최근 4천만 년 동안 판의 평균 이동 속력은 B가 속한 판이 C가 속한 판보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. C는 판의 내부에 위치하는 반면, D는 발산형 경계에 위치하므로, 지진 활동은 D가 C보다 활발하다. 발산형 경계인 해령(D)에서는 천발 지진이 주로 발생한다.

9. 플룸의 온도와 지진파 속도

뜨거운 플룸은 주변의 맨틀보다 상대적으로 온도가 높고 지진파의 속도가 느리며, 차가운 플룸은 주변의 맨틀보다 상대적으로 온도가 낮고 지진파의 속도가 빠르다.

[정답맞히기] ㄴ. A 지점은 섭입대(베니오프대) 상부로 해양판이 섭입하여 온도와 압력이 상승하면 해양 지각 등에 포함된 물이 빠져나오고, 이 물의 영향으로 연약권을 구성하는 광물의 용융 온도가 낮아져 주로 현무암질 마그마가 생성된다. 현무암질 마그마는 SiO_2 의 함량이 52%보다 낮다.

ㄷ. A 지점과 B 지점 사이의 지진파 속도가 빠른 영역은 섭입하는 해양판에 해당한다. 따라서 섭입하는 해양판 부근에 위치한 B 지점은 맨틀 대류의 하강부이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 섭입대(베니오프대)가 발달하는 수렴형 경계부에서 주로 안산암질 마그마가 분출하여 생성된 화산섬이다.

10. 해수의 표층 순환

태평양에서 유실된 운동화는 북태평양 해류를 따라 동쪽으로 이동하였다. A는 북태평

양 해류, B는 알래스카 해류이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 편서풍에 의해 형성된 북태평양 해류로 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.

ㄷ. 북아메리카 해안에서 발견된 운동화는 중앙 태평양에서 유실된 후, 북태평양 해류의 영향을 받아 서쪽에서 동쪽으로 이동하였다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 북태평양의 아열대 순환은 편서풍에 의해 형성된 북태평양 해류, 한류인 캘리포니아 해류, 무역풍에 의해 형성된 북적도 해류, 난류인 쿠로시오 해류로 이루어져 있으며, 시계 방향으로 순환한다. 알래스카 해류는 북태평양의 아한대 순환의 일부이다.

11. 주계열성의 에너지원과 내부 구조

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 별의 중심부 온도가 1500만 K 이하이므로 CNO 순환 반응보다 p-p 반응에 의해 생성되는 에너지의 양이 많다.

ㄷ. 분광형이 G2형인 주계열성은 질량이 태양과 비슷하여 태양과 동일한 내부 구조를 갖는다. 따라서 ㉠은 복사층, ㉡은 대류층에 해당한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 주계열성의 온도는 핵융합 반응이 일어나는 중심부에서 가장 높고, 표면으로 갈수록 점점 낮아지므로 B는 온도이고, A는 수소 함량 비율이다.

12. 허블의 은하 분류

[정답맞히기] ㄱ. 규칙적인 구조를 갖는 은하들은 크게 타원 은하와 나선 은하로 구분할 수 있다. 따라서 '나선팔(㉠)이 있는가?'는 타원 은하와 나선 은하를 구분하는 기준이 될 수 있다.

ㄴ. ㉡은 규칙적인 구조가 존재하지 않는 은하이며, 허블의 은하 분류 체계에서 불규칙 은하로 분류된다.

ㄷ. A 그룹에 속한 은하들은 나선 은하이며, B 그룹에 속한 은하들은 타원 은하이다. 타원 은하들은 '구에 가까운 정도(㉢)'에 따라서 E0~E7까지 세분할 수 있다. **정답⑤**

13. 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사

[정답맞히기] ㄴ. 행성에 의한 식 현상이 나타나는 주기는 행성의 공전 주기와 같다. 따라서 행성의 공전 주기는 C가 가장 길다.

ㄷ. (나)에서 중심별의 밝기가 감소한 시간 간격은 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간에 해당하며, 이 시간은 행성의 공전 주기가 길수록 길다. 따라서 행성이 중심별을 통과하는 데 걸리는 시간은 C가 B보다 길다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 행성 A, B의 식 현상에 의한 중심별의 밝기 감소 비율은 B가 A의 3배이다. 중심별의 밝기 감소 비율은 행성의 단면적에 비례하므로 행성의 반지름은 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이다.

14. 지구의 기후 변화

[정답맞히기] ㄱ. 지구의 평균 기온은 B 시기가 A 시기보다 높다. 따라서 지구 해수면의 평균 높이는 B 시기가 A 시기보다 높다.

ㄴ. 대기권에 도달하는 태양 복사 에너지의 변화는 지구의 기후 변화를 일으키는 자연적 요인이므로 ㉠에 해당한다.

ㄷ. B 시기의 관측 기온 변화 추세는 뚜렷하게 상승하고 있으므로 자연적 요인만 고려한 ㉠의 기온 편차보다 온실 기체만 고려한 ㉡의 기온 편차와 유사하다. 정답⑤

15. 별의 스펙트럼과 물리량

[정답맞히기] ② 별의 반지름은 B가 C의 100배이고, 표면 온도는 B가 C의 $\frac{3500}{6000}$ 배이다. 광도는 반지름의 제곱에 비례하고, 표면 온도의 4제곱에 비례한다. 따라서 광도는 B가 C의 $(100)^2 \times (\frac{3500}{6000})^4$ 배이고, 이 값은 10000배보다 작다. 한편, 광도가 10000배일 때 절대 등급은 10등급 작다. 따라서 C의 절대 등급이 6.0이므로 B의 절대 등급은 -4.0보다 크다. 정답②

[오답피하기] ① 별의 반지름은 절대 등급이 작을수록, 표면 온도가 낮을수록 크다. A는 C보다 절대 등급이 크고, 표면 온도가 높으므로 반지름이 더 작다.

③ A는 색깔이 흰색이므로 표면 온도가 약 10000 K이다. 따라서 세 별 중 Fe I 흡수선은 A에서 가장 약하다.

④ 단위 시간당 방출하는 복사 에너지양을 광도라고 한다. 광도는 C가 B보다 작다.

⑤ C의 표면 온도는 6000 K이므로 Fe II 흡수선이 Ca II 흡수선보다 약하다.

16. 대서양의 심층 순환

[정답맞히기] ㄱ. A는 남극 중층수, B는 북대서양 심층수, C는 남극 저층수에 해당한다. 따라서 침강하는 해수의 밀도는 A가 C보다 작다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 북대서양 심층수는 북반구의 그린란드 해역에서 침강하여 남쪽으로 이동한다. 심층수는 표층수에 비해 이동 속도가 매우 느리므로, 북대서양 심층수 B가 형성된 곳에서 ㉠ 지점까지 도달하는 데 걸리는 시간은 1년보다 훨씬 길다.

ㄷ. C는 남극 저층수로, 남극 대륙 주변의 웨델해에서 해수의 결빙 과정을 거쳐 형성된다.

17. 표준 우주 모형

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 A는 암흑 에너지, B는 암흑 물질, C는 보통 물질에 해당한다. 현재 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하는 것은 암흑 에너지 A이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 우주 배경 복사는 우주가 생성되고 약 38만 년이 지났을 때 형성되었다. ㉡은 빅뱅이 일어난 시점이다.

ㄷ. 암흑 물질은 전자기파와 상호 작용하지 않는 미지의 물질이다. 중성자는 보통 물질 C에 속한다.

18. 외부 은하 성간 기체 원소의 질량비와 우주론

빅뱅 우주론에 따르면 우주를 구성하는 물질(암흑 물질을 제외한 보통 물질)의 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1이 되는데, 이 예측은 관측 결과와 잘 들어맞는다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 성간 기체에서 가장 풍부한 수소이고, ㉡은 두 번째로 풍부한 헬륨이다. 헬륨은 수소 핵융합 반응으로부터 만들어진지는 원소이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 산소는 기타에 포함된 원소이다. 따라서 성간 기체에 포함된 수소의 총 질량 산소의 총 질량 은 A가 B보다 작다.

ㄷ. 정상 우주론은 우주의 밀도가 시간과 관계없이 일정하다고 보는 우주론이다. 우주에 존재하는 가벼운 원소의 비율은 빅뱅 우주론의 증거 중 하나이다.

19. 기상 영상과 일기도 해석

[정답맞히기] ㄴ. 적외 영상에서는 구름 최상부의 고도가 높을수록 적외선 방출량이 적어 밝은 흰색으로 나타난다. 따라서 (가)의 적외 영상에서 구름 최상부의 고도는 흰색으로 보이는 B가 회색으로 보이는 C보다 높다.

ㄷ. (나)의 일기도에서 풍속은 등압선의 간격이 조밀한 E가 D보다 크다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. (가)의 A 해역은 태풍의 중심 부근에 위치하므로 저기압성 바람이 분다. 저기압성 바람이 불 때 표층 해수의 발산이 일어나 용승이 나타난다.

20. 대륙 이동과 고지자기극의 겹보기 이동

[정답맞히기] ㄴ. 북아메리카에서 측정한 고지자기극의 위치는 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 지리상 북극에 가깝다. 따라서 북아메리카 대륙은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 지리상 북극에서 가깝고, 고지자기 북각도 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 지질 시대 동안 지자기극은 항상 지리상 북극에 위치하였으나 대륙의 이동으로 지질 시대 동안 고지자기극의 겹보기 위치가 다른 곳에 분포한다. 따라서 5억 년 전에도 지자기 북극은 지리상 북극 부근에 위치하였다.

ㄷ. 유럽에서 측정한 고지자기극의 위치는 ㉠ 시기부터 ㉡ 시기까지 지리상 북극에 가까워졌다. 따라서 유럽은 ㉠ 시기부터 ㉡ 시기까지 고위도 방향으로 이동하였다.