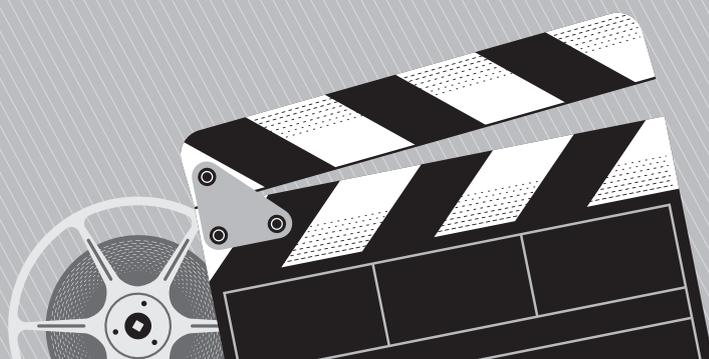




EBS 수능완성 지구과학Ⅱ

정답과 해설



I. 지구의 구조와 지각의 물질

THEME 01 지구의 구조

★ **달은 끝 문제로 유형 익히기** ★ 본문 005쪽

정답 ④

예설 | 지구 상의 물체에 작용하는 만유인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력이 중력이다. 지구 타원체 상에서 만유인력과 중력의 크기는 모두 저위도에서 고위도로 갈수록 커지며 극에서 최대이다.

정답맞히기 > 나. A 지점은 B 지점보다 저위도에 위치한다. 지구 자전에 의한 원심력의 크기는 자전축으로부터의 수직 거리에 비례하므로 A 지점이 B 지점보다 크다.

다. 단진자의 진동 주기는 저위도일수록 길어지므로 A 지점이 B 지점보다 길다.

오답짜이기 > 가. 극이 아닌 곳에서 만유인력의 크기는 중력의 크기보다 크므로 ㉠은 만유인력의 크기이다.

테마별 수능 필수유제 본문 006~007쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ① | 02 ② | 03 ② | 04 ④ | 05 ③ |
| 06 ④ | 07 ① | 08 ② | | |

01 지진파의 암영대

예설 | 진앙으로부터의 각거리가 $103^\circ \sim 142^\circ$ 인 구역에는 P파가 거의 도달하지 않는데, 이를 P파의 암영대라고 한다. S파는 액체인 외핵을 통과하지 못하므로 S파의 암영대는 P파의 암영대보다 넓은데, 그 구간은 진앙으로부터 각거리가 $103^\circ \sim 180^\circ$ 인 구역이다.

정답맞히기 > 가. 지각과 맨틀을 통과해온 지진파가 도달하는 A에는 P파와 S파가 모두 도달한다.

오답짜이기 > 나. 외핵이 액체로 되어 있어 S파는 통과하지 못하고 P파의 속도가 급격히 감소하므로 P파, S파 모두 도달하지 않는 암영대(B)가 나타난다.

다. 외핵은 액체 상태이므로 S파가 전파되지 않는다. 외핵을 통과해온 지진파가 도달하는 C에는 P파만 도달한다.

02 지진 기록과 주시 곡선

예설 | P파와 S파의 도착 시각 차이를 PS시라고 한다.

정답맞히기 > 다. 주시 곡선에서 PS시는 두 곡선 사이의 시간 차이이다. 주시 곡선에서 두 곡선의 시간 차이가 10분인 곳을 찾으면 진앙 거리가 약 6000 km임을 알 수 있다.

오답짜이기 > 가. 그림 (가)의 지진 기록에서 PS시=9시 13분-9시 3분=10분이다.

나. (나)에서 그래프의 기울기가 작을수록 지진파의 속도가 빠르므로 ㉠은 S파의 주시 곡선이다.

03 중력 이상

예설 | 중력 이상은 한 지점에서 실제로 측정된 중력값에서 표준 중력값을 뺀 것으로, 중력 이상으로 지하 물질의 밀도 분포를 알아낼 수 있다.

정답맞히기 > 나. 중력 이상은 실측 중력에서 표준 중력을 뺀 값이다. A 지점과 B 지점은 동일 위도에 위치하므로 표준 중력이 같다. 따라서 중력 이상이 작은 곳에서 실측 중력도 작다. 그러므로 A 지점이 B 지점보다 실측 중력이 작다.

오답짜이기 > 가. B 지점은 A 지점보다 중력 이상값이 크게 나타난다. 이것은 B 지점 지하에 매장된 ㉠이 철광석과 같은 밀도가 큰 물질이기 때문이다.

다. A 지점과 B 지점은 동일 위도에 위치하므로 표준 중력이 같다.

04 지구 내부의 물리적 특성

예설 | 지각과 맨틀에서 질량비가 가장 큰 원소는 산소이고, 핵에서 질량비가 가장 큰 원소는 철이다.

정답맞히기 > 나. 지구 내부로 갈수록 온도와 밀도는 모두 증가하고 있다.

다. 핵에는 철이 가장 많고, 그 밖에 니켈, 황 등으로 이루어져 있다. 지구 전체 중에서 가장 많은 질량을 차지하는 원소는 철이다.

오답짜이기 > 가. 지구 내부의 층상 구조 중에서 가장 큰 부피를 차지하는 층은 맨틀이다.

05 중력의 측정

예설 | l 은 단진자의 길이, g 는 중력 가속도라고 하였을 때 단진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다.

정답맞히기 > 가. A보다 B가 지구 중심에 가까우므로 중력 가속도가 크다.

다. 단진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이므로 단진자의 길이(l)를 더 길게 하면 단진자의 진동 주기도 길어진다.

오답짜이기 > 나. 단진자의 길이가 일정할 때 단진자의 주기는 중력 가속도의 제곱근에 반비례($T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$)하므로, 중력 가속도가 클수록 주기가 짧다. 즉, A보다 B에서 중력이 크게 작용하므로 단진자의 진동 주기는 A보다 B에서 짧다.

06 지구 자기장의 3요소

예설 | 지구의 자기력이 미치는 공간을 지구 자기장이라고 한다. 편각, 북각, 수평 자기력을 지구 자기장의 3요소라고 한다.

정답맞히기 > 가. B 지점에서는 자북극이 진북의 동쪽에 있으므로 동쪽 방향(+)의 편각이 나타나지만, A 지점에서는 진북과 자북극의 방향이 같으므로 편각은 0° 이다.

다. 자북극으로 갈수록 수평 자기력은 작아지고 연직 자기력은 커지므로, B 지점에서 A 지점으로 갈수록 수평 자기력은 작아진다.

오답짜이기 > 나. 북각은 자북극으로 갈수록 커지므로 B 지점에서 A 지점으로 갈수록 북각이 커진다.

07 지구 자기장의 일변화

예설 | 지구 자기장의 일변화는 태양의 영향으로 하루를 주기로 일어나

는 지구 자기장의 변화이다.

정답맞이기 ㄱ. 지구 자기장의 변화는 여름철이 겨울철보다 크다. 따라서 A는 여름철, B는 겨울철의 자료를 나타낸다.

오답맞이기 ㄴ. 자기 적도에서는 북각이 0°이다. 이 지역의 북각은 약 59°이므로 관측 지점은 자기 적도 부근에 위치하지 않는다.

ㄷ. 6시~8시에 편각이 동편향되고 있으므로 자침은 시계 방향으로 움직인다.

08 연직 자기력과 수평 자기력

예설 | 자북극에서는 연직 자기력이 전자기력과 같고, 자기 적도에서는 수평 자기력이 전자기력과 같다.

정답맞이기 ② B는 자기 적도에서 자북극으로 갈수록 크기가 커지고 있으므로 연직 자기력이고, C는 자기 적도에서 자북극으로 갈수록 크기가 작아지고 있으므로 수평 자기력이다. A는 수평 자기력과 연직 자기력을 벡터 합성한 전자기력이다.

오답맞이기 B는 자기 적도에서 크기가 0이고, C는 자북극에서 크기가 0이다.

테마별 수능 심화문제

본문 008~009쪽

09 ③ 10 ② 11 ② 12 ①

09 직접파와 굴절파

예설 | (나)의 주시 곡선을 분석·처리하면 모호로비치치 불연속면(모호면)의 존재와 깊이를 알아낼 수 있다.

정답맞이기 ㄱ. X는 지각만을 통과해 온 직접파, Y는 맨틀을 통과해 온 굴절파의 주시 곡선이다.

ㄴ. 진앙에 가까운 지점은 직접파가 먼저 도달하지만, 교차 거리(㉠)에서는 두 파가 동시에, 교차 거리보다 먼 곳에서는 굴절파가 먼저 도달한다. 이는 P파의 속도가 지각에서보다 맨틀에서 더 빠르기 때문이다.

오답맞이기 ㄷ. 지각의 두께를 구하는 관계식은 다음과 같다.

$$\text{지각의 두께}(d) = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \begin{pmatrix} l : \text{교차 거리} \\ V_1 : \text{지각에서의 P파 속도} \\ V_2 : \text{맨틀에서의 P파 속도} \end{pmatrix}$$

따라서 지각의 두께가 두꺼워지면 교차 거리가 길어진다.

10 지구 내부의 구성 물질

예설 | 지각은 산소와 규소가 전체 질량의 약 75%를 차지하고, 대부분 규산염 광물로 이루어져 있다.

정답맞이기 ㄴ. 지각을 구성하는 8대 원소 중 산소와 규소가 가장 많다.

오답맞이기 ㄱ. 표에서 Fe, Mg, Ca의 질량비는 대륙 지각보다 해양 지각에서 크고, Si, Na, K의 질량비는 해양 지각보다 대륙 지각에서 크다.

ㄷ. 지구 전체적으로 볼 때 핵의 대부분을 차지하는 철이 가장 많으므로, 가장 양이 많은 것은 금속 원소이다.

11 중력장

예설 | 만유인력은 지구 중심을 향하며, 지구와 물체 사이의 거리 제곱에 반비례한다. 지구 자전 때문에 생긴 원심력은 자전축에 수직이고, 지구의 바깥쪽으로 작용하며, 크기는 자전축으로부터의 수직 거리에 비례한다.

정답맞이기 ㄴ. 지구 표면 위의 물체와 지구의 중심이 당기는 만유인력의 방향은 지구 상 어디에서나 지구의 중심을 향한다.

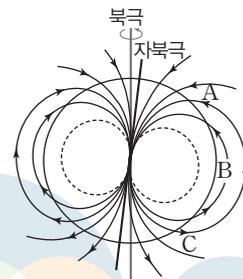
오답맞이기 ㄱ. A는 만유인력, B는 원심력이다.

ㄷ. 지구의 자전 속도가 빨라지면 적도에서의 원심력이 커지므로 적도와 극에서의 원심력 차이인 X의 크기는 커진다.

12 자기력선의 분포

예설 | 북각은 자기 적도에서 자북극으로 갈수록 커지며, 수평 자기력은 자기 적도에서 자북극으로 갈수록 작아진다.

정답맞이기 ① ㉠ A, B, C 세 지역에서의 자기력선 분포로 보아 세 지역은 아래 그림과 같이 위치한다.



따라서 자북극에 가장 가까운 지역은 A이고, 가장 먼 지역은 C이다.

㉠ 수평 자기력은 자기 적도에서 가장 크고 자북극으로 갈수록 작아진다. 따라서 수평 자기력이 가장 큰 지역은 B이다.

02

광물

※ 답은 골 문제로 유형 익히기 ※

본문 011쪽

정답 ⑤

예설 | 빛이 어떤 광물을 통과할 때 진동 방향이 서로 수직인 두 개의 광선으로 갈라져 굴절하기 때문에 글자나 선이 이중으로 보이는 현상을 복굴절이라고 한다.

정답맞이기 | 나. (가)에서 광물 아래의 점선이 두 개로 보이는 것은 빛이 광물을 통과할 때 복굴절이 일어났기 때문이다. 복굴절된 두 개의 광선은 진동 방향이 서로 수직인 편광이다.

ㄷ. (나)에서 편광판을 90° 회전시키면 편광판의 편광 방향도 90° 회전하게 된다. 이에 따라 편광판을 회전하기 전에 통과했던 광선은 이제 편광판을 통과하지 못하고, 편광판을 회전하기 전에 통과하지 못했던 광선은 이제 편광판을 통과할 수 있게 된다. 결국, 편광판을 90° 회전시켜도 광물과 편광판이 겹친 부분에는 한 개의 점선이 보인다.

오답맞이기 | 가. 점선 위에 광물을 올려놓았을 때 두 개의 점선으로 보이는 것은 복굴절이 일어났기 때문이다. 복굴절이 일어나는 광물은 광학적 이방체이다.

테마별 수능 필수문제

본문 012~013쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ② | 03 ③ | 04 ⑤ | 05 ② |
| 06 ② | 07 ② | 08 ⑤ | | |

01 라우에 점무늬

예설 | 광물에 X선을 투과시키면 규칙적으로 배열된 점무늬가 나타나는데, 이를 라우에 점무늬라고 한다.

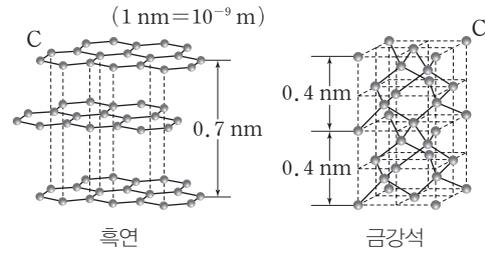
정답맞이기 | ⑤ 라우에 점무늬를 연구하면 광물 내부의 원자나 이온의 배열 상태를 알 수 있다. 광물을 구성하는 원자 등의 배열이 규칙적이면 라우에 점무늬도 규칙적으로 나타난다.

오답맞이기 | X선 회절 실험의 결과로 나타나는 라우에 점무늬로 광물의 굳기, 용융점, 구성 원소, 생성 시기를 알아낼 수는 없다.

02 동질 이상

예설 | 금강석(A)과 흑연(B)은 화학 조성은 같으나 생성 환경(온도, 압력)이 달라 결정 구조가 다른 동질 이상의 관계에 있는 광물이다.

정답맞이기 | 나. 문제의 그림은 1개의 탄소 원자가 이웃에 있는 3개의 탄소 원자와 동일한 층상에서는 강하게 결합되어 있으나 각 층들 사이는 약하게 결합되어 있어 잘 쪼개지는 성질이 있는 광물 B(흑연)의 결정 구조이다. 반면에 금강석은 1개의 탄소 원자가 이웃한 4개의 탄소 원자와 입체적으로 결합된 결정 구조를 갖는다.



오답맞이기 | 가. 금강석의 결정형은 팔면체이고, 흑연의 결정형은 판상 구조이다. 문제의 그림은 광물 B(흑연)의 결정 구조이다.

ㄷ. 금강석의 결정 구조는 팔면체이고, 흑연은 판상 구조이다.

03 광물의 분류

예설 | 규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소가 결합된 SiO₄ 사면체를 기본 단위로 하는 광물로, 주요 조암 광물은 대부분 규산염 광물이다.

정답맞이기 | ㄷ. 암염과 흑운모는 원자 배열이 규칙적인 결정질이다.

오답맞이기 | 가. 암염은 금강석과 같은 결정 구조를 하고 있는 광물이다. 화학 성분은 NaCl이며 규산염 광물이 아닌 할로젠 광물이다.

나. 흑요석은 힘을 받으면 쪼개짐질과 같이 떨어져 나가는 깨짐을 볼 수 있다. 쪼개짐은 결합력이 강한 방향에 수직하게 나타난다. 판상 구조를 보이는 흑운모는 1방향의 쪼개짐을 나타낸다. 암염 결정은 주사위 모양으로 떨어져 나가며 3방향의 쪼개짐을 보인다.

04 광물의 물리적 성질

예설 | 광물의 물리적 성질에는 색, 조흔색, 쪼개짐과 깨짐, 굳기, 광택, 비중 등이 있다.

정답맞이기 | ⑤ 방해석은 탄산염 광물이다. 탄산염 광물에 묽은 염산을 떨어뜨리면 이산화 탄소 기포가 발생한다.

오답맞이기 | ① 규소와 산소를 가지고 있는 규산염 광물은 석영과 정장석이다.

② 금강석과 흑연은 화학 조성은 같으나 물리적 성질이 다르다.

③ 모스 굳기는 수치가 클수록 단단한 광물이다. 형석은 4, 흑연은 1이므로 형석과 흑연을 서로 문지르면 흑연이 굽힌다.

④ 초벌구이 자기판인 조흔판에 광물의 모서리를 긁어 가루의 색을 보면 결정의 원자 배열에 의한 광택 효과가 사라져서 고유한 색이 나타나는데 이를 조흔색이라고 한다. 금강석과 석영은 조흔색이나 색으로 구분할 수 없다.

05 규산염 광물과 비규산염 광물

예설 | 비규산염 광물이란 규산염 광물을 제외한 원소 광물, 산화 광물, 황화 광물, 탄산염 광물 등의 광물이다.

정답맞이기 | 나. A, B, C에서 가장 풍부한 금속 산화물은 Al₂O₃이다. 규소(Si)는 금속 원소가 아니다.

오답맞이기 | 가. SiO₂ 성분의 함량으로 보아 A는 산성, B는 중성, C는 염기성이며, 모두 SiO₂ 성분의 함량이 가장 많다. 산화 광물은 자철석(Fe₃O₄), 적철석(Fe₂O₃), 강옥(Al₂O₃) 등과 같이 산소가 금속 원소와 결합된 화합물이다. 따라서 A, B, C 모두 규산염 광물의 비율이 가장 높다.

ㄷ. SiO₂ 함량이 증가하면 (Fe₂O₃+FeO), CaO, MgO의 함량은 감소하고, Na₂O, K₂O의 함량은 증가한다.

06 광물의 물리적 및 화학적 성질

예설 | A는 방해석, B는 암염, C는 석영이다.

정답맞이기 ㄴ. 탄산염 광물인 방해석은 염산과 반응하여 이산화 탄소를 방출하지만 석영은 염산과 반응하지 않는다.

오답피하기 ㄱ. 방해석과 암염은 조흔색이 모두 백색이므로 조흔색으로 두 광물을 구분할 수 없다.

ㄷ. 암염과 석영은 굳기가 다르므로 서로 긁어 구분할 수 있다.

07 광물의 광학적 성질

예설 | 유색의 광학적 이방체 광물을 개방 니콜에서 관찰하면 다색성을 볼 수 있고, 광학적 이방체 광물을 직교 니콜에서 관찰하면 간섭색과 소광 현상을 볼 수 있다.

정답맞이기 ㄷ. 소광 현상은 광학적 이방체 광물을 관찰할 때 나타난다.

오답피하기 ㄱ. 직교 니콜은 상부 니콜과 하부 니콜을 수직하게 설치한 상태이다. 직교 니콜 상태에서 재물대를 회전시키면 간섭색과 소광 현상을 관찰할 수 있다.

ㄴ. 소광 현상은 직교 니콜 상태에서 재물대를 돌리면서 광학적 이방체 광물을 관찰할 때 광물이 완전히 어두워지는 현상이다.

08 조암 광물

예설 | (가)는 독립 사면체형으로 감람석이 해당되며, (나)는 층상 구조를 갖는 흑운모, (다)는 망상 구조를 갖는 석영이다. (가), (나), (다)는 모두 규산염 광물이다.

정답맞이기 ㄴ. 공유하는 산소 수는 (가)가 0개, (나)가 3개, (다)는 4개이다. 따라서 (가) → (다)로 가면서 공유하는 산소 수가 증가한다.

ㄷ. $\frac{\text{Si 원자 개수}}{\text{O 원자 개수}}$ 의 값은 (가)가 $\frac{1}{4}$, (나)가 $\frac{2}{5}$, (다)는 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 (가) → (다)로 가면서 $\frac{\text{Si 원자 개수}}{\text{O 원자 개수}}$ 의 값이 증가한다.

오답피하기 ㄱ. 감람석과 석영은 깨짐의 성질을 가지며, 흑운모는 1방향의 쪼개짐을 갖는다.

테마별 수능 심화문제

본문 014~015쪽

09 ④

10 ⑤

11 ①

12 ③

09 광물의 화학적 성질

예설 | 광물들은 화학 조성이나 결정 구조가 다르기 때문에 독특한 화학적 성질을 가진다. 광물의 화학적 성질에는 동질 이상, 유질 동상, 고용체 등이 있다.

정답맞이기 ④ 유질 동상은 결정 구조, 굳기, 쪼개짐 등 물리적 성질과 광학적 성질은 유사하지만 광물을 이루는 화학 조성은 다르다. 방해석(CaCO_3), 능철석(FeCO_3), 마그네사이트(MgCO_3) 등은 모두 탄산기(CO_3^{2-})를 가지고 있는 탄산염 광물이며, Ca, Fe, Mg의 이온 크기가 비슷해 광물의 결정 구조가 같다.

고용체는 2개 이상의 성분이 임의의 비율로 완전히 균일하게 섞여 어느 범위 내에서 그 비율이 연속적으로 변하는 광물이다.

오답피하기 ③ 동질 이상은 화학 성분은 같으나 생성 환경이 달라서 결정 구조와 물리적 성질이 다른 광물이다.

10 동질 이상

예설 | 화학식이 Al_2SiO_5 인 남정석, 홍주석, 규선석은 동질 이상인 광물이며, 온도와 압력 조건에 따라 안정 조건이 다르다.

정답맞이기 ㄴ. 남정석은 고압 상태에서, 홍주석은 저압 상태에서, 규선석은 고온 조건에서 안정하다.

ㄷ. 세 광물 중 남정석의 밀도가 가장 크며, 남정석은 홍주석이나 규선석에 비하여 고압 상태에서 안정하다.

오답피하기 ㄱ. T는 세 광물 모두 존재할 수 있는 온도와 압력 범위가 아니다.

11 편광 현미경

예설 | A는 상부 니콜, B는 재물대, C는 하부 니콜이다.

정답맞이기 ㄱ. 상부 니콜과 하부 니콜은 통과시키는 빛의 진동 방향이 수직 상태로 설치되어 있으므로 재물대에 아무 광물도 놓지 않거나 복굴절이 일어나지 않는 광물을 관찰할 때는 깜깜해서 아무 것도 보이지 않는다.

오답피하기 ㄴ. 편광 현미경의 재물대는 360° 회전시킬 수 있으므로 광물 박편이나 암석 박편을 돌리면서 관찰할 수 있다. 상부 니콜은 회전시킬 수 없다.

ㄷ. 상부 니콜을 뺀 개방 니콜 상태로 복굴절이 일어나는 광물을 관찰하여 색과 밝기가 일정하게 변하는 다색성을 볼 수 있다. 상부 니콜과 하부 니콜을 직교시킨 직교 니콜 상태로 재물대를 돌리면 간섭색, 소광 현상이 나타난다.

12 조암 광물의 성질

예설 | 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모는 유색 광물이고, 석영은 무색 광물이다.

정답맞이기 ㄷ. 휘석과 각섬석은 두 방향의 쪼개짐이 있고, 흑운모는 한 방향의 쪼개짐이 있다. 감람석과 석영은 깨짐이 나타난다.

오답피하기 ㄱ. 광물은 용융점이 높은 광물부터 정출하며, 낮은 온도에서 굳어진 광물은 풍화에 강하다. 따라서 풍화에 가장 강한 광물은 석영이다.

ㄴ. 광물은 용융점이 높은 광물부터 정출되므로 석영은 가장 낮은 온도에서 정출된다. 가장 고온에서 정출되는 광물은 감람석이다.

03

암석

※ 답은 골 문제로 유형 익히기 ※

본문 017쪽

정답 ③

예설 | 화성암은 화학 조성(SiO_2 함량(%))에 따라 염기성암, 중성암, 산성암으로 나뉘어진다. A는 염기성암, B는 중성암, C는 산성암이다.

정답맞이기 > ㄱ. 현무암질 마그마는 감람석, 휘석, Ca 사장석 등의 광물이 정출되는 마그마이다. 이들 광물이 정출된 후 남은 마그마가 냉각됨에 따라 이후 안산암질 마그마를 거쳐 유문암질 마그마로 분화될 수 있다. 따라서 이 마그마는 현무암질 마그마이다.

ㄷ. 암석의 SiO_2 함량(%)은 $A < B < C$ 이므로 C가 가장 크다.

오답맞이기 > ㄴ. 화강암은 유문암질 마그마가 굳어 형성된 암석으로, 주요 구성 광물은 석영, 사장석, 정장석, 흑운모이다. 따라서 화강암은 C에 해당한다.

테마별 수능 필수유제

본문 018~019쪽

01 ③	02 ①	03 ①	04 ②	05 ③
06 ③	07 ④	08 ⑤		

01 현무암질 마그마의 생성

예설 | 어떤 원인에 의해 지하 내부의 온도가 올라가거나(A → B), 압력이 감소하면(A → C) 현무암의 용융 곡선과 만나게 되어 현무암질 마그마가 생성된다.

정답맞이기 > ㄷ. 열점은 맨틀에서 마그마가 생성되는 지점으로, 맨틀 물질의 상승에 따른 압력 감소에 의해 맨틀이 부분 용융되어 마그마가 생성된다. 따라서 열점에서의 마그마의 생성은 A → C의 과정에 의한 압력 감소로 이루어진다.

오답맞이기 > ㄱ. 지하의 온도 곡선을 보면 깊이가 증가할수록 곡선의 기울기가 작아지고 있으므로 지온 상승률이 작아진다.

ㄴ. 해령 하부에서는 맨틀 물질의 상승에 따른 압력 감소로 연약권의 맨틀이 부분 용융되어 마그마가 생성된다. 따라서 해령 하부에서는 A → C의 과정에 의한 압력 감소로 마그마가 생성된다.

02 화성암의 분류

예설 | 화성암은 화학 조성(SiO_2 함량)에 따라 염기성암, 중성암, 산성암으로 분류할 수 있으며, 마그마의 냉각 속도와 구성 광물의 조직에 따라 화산암, 심성암으로 분류할 수 있다.

정답맞이기 > ① 염기성암은 유색 광물의 함량이 상대적으로 많아 어두운 색을 띠고, 반대로 산성암은 무색 광물의 함량이 많아 밝은 색을 띤다. 암석의 조직은 산출 상태에 따른 마그마(용암)의 냉각 속도에 의해 결정되는데 화산암은 세립질 조직이나 유리질 조직을, 심성암은 조립질 조직을 가진다. 따라서 이 화성암은 염기성 화산암인 현무암

이다.

오답맞이기 > ③ 유문암은 밝은 색을 띠는 세립질 암석이다.

⑤ 화강암은 밝은 색을 띠는 조립질 암석이다.

03 현무암과 화강암의 박편 관찰

예설 | 화성암의 화학 조성은 SiO_2 함량에 따라서 염기성암, 중성암, 산성암으로 분류되며 조직은 세립질의 화산암과 조립질의 심성암으로 분류된다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 지표에 분출하여 빠르게 냉각되어 형성된 세립질의 현무암이다. (나)는 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 형성된 조립질의 화강암이다. 냉각 속도는 화산암인 (가)가 심성암인 (나)보다 빠르다.

오답맞이기 > ㄴ. (가)는 현무암으로 현무암질 마그마의 냉각 초기에 정출되는 광물들로 이루어져 있다. 따라서 유색 광물로는 주로 감람석과 휘석이, 무색 광물로는 Ca 사장석이 대부분을 차지하고 있다.

ㄷ. 철 산화물의 함량은 산성암인 (나)보다 염기성암인 (가)가 더 많다.

04 마그마의 결정 분화 작용

예설 | 마그마가 냉각되어 광물이 만들어질 때, 용융점이 높은 광물이 먼저 정출되고 용융점이 낮은 광물이 나중에 정출되면서 마그마의 화학 조성이 변한다.

정답맞이기 > ㄷ. 마그마의 결정 분화 작용이 진행되는 초기에는 유색 광물이 주로 정출되고, 후기로 갈수록 정출되는 무색 광물의 함량비가 높아진다.

오답맞이기 > ㄱ. 마그마의 분화가 진행될수록 밀도가 큰 광물은 먼저 정출되어 아래로 가라앉기 때문에 남아 있는 마그마에서는 이전의 마그마보다 밀도가 작은 광물이 정출된다.

ㄴ. 마그마가 냉각되면서 용융점이 높은 광물부터 순서대로 정출되므로 초기에 정출되는 광물일수록 용융점이 높고 후기에 정출되는 광물일수록 용융점이 낮다.

05 화성암의 생성 깊이와 조직

예설 | 화성암의 조직은 생성 깊이에 따른 냉각 속도의 차이에 따라 결정된다. 광물 결정의 크기는 일반적으로 마그마가 천천히 냉각될수록 커진다.

정답맞이기 > ㄷ. 화성암은 깊이에 따라 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어서 광물 결정의 크기가 큰 심성암과, 지표면 부근에서 빠르게 식어서 광물 결정의 크기가 작은 화산암으로 분류할 수 있다. 화산암은 용암류로, 심성암은 저반이나 암주로 산출된다.

오답맞이기 > ㄱ. 화성암의 색은 구성 광물의 종류에 따라 달라진다. 밝은 색을 띠고 있는 화강암이나 유문암에는 석영, 장석과 같은 밝은 색 광물이 많이 포함되어 있다. 따라서, A는 지하 깊은 곳에서 생성된 심성암의 일종이고, 이 암석을 구성하는 광물이 석영, 장석, 운모인 것으로 보아 화강암에 해당하며, B는 화산암(현무암, 안산암, 유문암)이다.

ㄴ. 석기는 미세한 입자 결정이고, 반정은 큰 결정이다.

06 변성암과 퇴적암의 생성

예설 | 변성 작용은 고온·고압 환경에서 일어나며 암석의 용융점에 도달 때까지 일어난다.

정답맞이기 ▶ **ㄷ.** (가)는 고온·고압 환경에서 광역 변성 작용을 받았으므로 (나)보다 높은 압력을 받아 생성되었다. (나)가 높은 압력을 받았다면 화석이 보존되기 어렵다.

오답피하기 ▶ **ㄱ.** (가)는 암석이 광역 변성 작용을 받아 형성된 변성암인 편마암이고, (나)는 삼엽충 화석을 포함하고 있으므로 퇴적암이다.

ㄴ. (나)는 고생대 표준 화석인 삼엽충 화석이 발견된다. 선캄브리아 시대와 고생대의 경계는 5억 4천 2백만 년 전이고, 고생대와 중생대의 경계는 2억 5천 1백만 년 전이므로 (나)는 5억 4천 2백만 년 전부터 2억 5천 1백만 년 전 사이에 생성되었다.

07 퇴적 구조

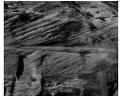
예설 | 사층리, 연흔, 건열, 점이 층리와 같은 퇴적 구조는 퇴적물이 쌓일 당시의 기후나 환경에 대한 단서를 제공해주며, 지층의 상하 판단을 하는 기준이 된다.

정답맞이기 ▶ **ㄱ.** (가)는 사층리로 사막이나 강에 잘 나타나며 퇴적물이 공급된 방향, 즉 물이 흐른 방향이나 바람의 방향을 알 수 있다.

ㄷ. (가)의 사층리는 바람이 불거나 물이 흐르는 환경에서 지층이 경사진 상태로 쌓인 구조이다. (다)는 연흔으로 얇은 물밑에서 형성되는 물결 모양의 무늬를 말한다. 그림에서 (가)와 (다)는 역전된 모습이다. (나)는 역전되지 않은 정상의 모습이다.

오답피하기 ▶ **ㄴ.** (나)는 점이 층리로 위로 갈수록 입자의 크기가 점점 작아지며, 저탁류에 의한 퇴적암에 잘 나타난다. 점이 층리는 큰 입자가 작은 입자보다 침강 속도가 빨라 위로 갈수록 입자의 크기가 작아진다.

포인트 짚어보기 🔍

퇴적 구조				
구분	점이 층리	사층리	연흔	건열
형태				
원인	침강 속도 차이	바람, 흐르는 물	흐르는 물, 파도, 바람	건조 기후에 노출
환경	유속이 감소하는 환경에서 퇴적	하천이나 사막	다양한 수중 환경, 사막	건조한 시기

08 변성 작용이 일어나는 범위

예설 | 암석이 특정한 온도와 압력 환경에 놓이게 되면 새로운 변성 광물이 만들어진다. 접촉 변성 작용은 관입한 마그마와 접촉한 부분에서 일어나는 열에 의한 변성 작용이고, 광역 변성 작용은 조산 운동과 같이 대규모의 지각 변동이 일어나는 광범위한 지역에서 높은 온도와 압력에 의해 일어나는 변성 작용이다.

정답맞이기 ▶ **ㄱ.** A는 저온·저압 환경으로 퇴적물이 속성 작용(고화 작용)을 받아 퇴적암이 만들어지는 퇴적 환경이다. 이 과정에서는 공극이 감소한다.

ㄴ. B는 압력이 낮고 온도가 높은 환경이므로 마그마의 주변부에서 접촉 변성 작용이 일어나는 환경이다. 이곳의 변성암은 재결정 작용으로 혼펠스 조직이나 입상 변정질 조직을 갖는다.

ㄷ. C는 광역 변성 작용으로 온도와 압력이 높은 환경에서 일어나며,

재결정 작용으로 엽리 구조(편리, 편마 구조)를 이룬다.

테마별 수능 심화문제

본문 020~021쪽

09 ① 10 ⑤ 11 ③ 12 ②

09 마그마의 화학 조성

예설 | A는 염기성암으로 SiO₂의 함량이 적고 FeO+Fe₂O₃와 MgO의 함량이 많으며 밀도가 크다. C는 산성암으로 SiO₂의 함량이 많고 FeO+Fe₂O₃와 MgO의 함량이 적으며 밀도가 작다.

정답맞이기 ▶ **ㄱ.** 석영은 마그마의 분화 후기에 저온의 화강암질 마그마에서 주로 정출되므로 A보다 C에서 함량비가 크다.

오답피하기 ▶ **ㄴ.** 마그마의 분화가 진행될수록 FeO+Fe₂O₃, CaO, MgO의 질량비는 작아지고, Na₂O, K₂O의 질량비는 커진다. 따라서 CaO의 질량비는 A가 가장 크다.

ㄷ. 유색 광물의 함량비는 A가 가장 크다.

10 퇴적암의 분류

예설 | 퇴적암은 생성 원인에 따라 쇄설성 퇴적암, 화학적 퇴적암, 유기적 퇴적암으로 분류한다.

정답맞이기 ▶ **ㄱ.** A는 사암으로, 모래가 퇴적되어 형성된 쇄설성 퇴적암이다.

ㄴ. B는 물에 녹아 있던 화학 물질이 물의 증발로 형성된 증발암인 암염이다.

ㄷ. C는 탄산 칼슘(CaCO₃)을 주성분으로 하는 석회암으로 유기적 퇴적암이다. 석회암은 염산과 반응하여 이산화 탄소가 발생한다.

11 화성암의 분류

예설 | 염기성암에서 산성암 쪽으로 갈수록 SiO₂의 함량비(%)가 커지고, 색이 밝아지는 경향이 있으며, 저온에서 정출되는 광물로 구성되어 있다. 심성암은 암주나 저반의 상태로 산출되어 마그마의 냉각 속도가 느리므로 조립질 조직을 보이고, 용암류가 굳어 형성된 화산암은 마그마의 냉각 속도가 빠르므로 세립질 조직을 보인다.

정답맞이기 ▶ ③ (가)에서 P는 산성 화산암인 유문암이고, Q는 염기성 심성암인 반려암이다. (나)에서 A는 SiO₂의 함량비가 작고 냉각 속도가 느리므로 반려암이고, B는 SiO₂의 함량비가 크고 냉각 속도가 빠르므로 유문암이고, C는 SiO₂의 함량비가 크고 냉각 속도가 느리므로 화강암이다.

12 접촉 변성암의 생성

예설 | 마그마가 관입하는 주변부에서는 마그마의 열에 의하여 조직이 더 치밀해지며, 더 단단한 접촉 변성암이 생성된다.

정답맞이기 ▶ **ㄴ.** B에서는 석회암이 변성 작용을 받아 대리암이 생성된다.

오답피하기 ▶ **ㄱ.** A는 사암이 접촉 변성 작용을 받아 생성된 규암이다. 조산 운동에 의한 편리와 편마 구조는 고온·고압 조건 하에서의 광역 변성 작용에 의해 나타난다.

ㄷ. 혼펠스는 셰일이 접촉 변성 작용을 받아 형성된다. C는 마그마가 굳어 생성된 화성암이다.

II. 지구의 변동과 역사

THEME



지구 내부 에너지

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 023쪽

정답 ④

예설 | 이 지역에는 해양판이 섭입하는 판의 경계부가 나타난다. A는 북아메리카 판, B는 태평양 판이다.

정답맞히기 > 나. 해령이나 호상 열도 부근에서는 지각 열류량이 많고 해구 부근에서는 지각 열류량이 적다. 따라서 평균 지각 열류량은 쿠릴 열도(호상 열도)가 판의 경계(해구)보다 많다.

다. 쿠릴 열도는 판의 섭입에 의해 생성된 마그마가 분출하여 형성된 화산섬으로 이루어져 있으며 안산암이 많이 분포한다. 해령은 주로 현무암으로 이루어져 있다.

오답짜이기 > 가. 그림에 나타나는 판의 경계는 수렴형 경계로, 밀도가 큰 태평양 판이 밀도가 작은 북아메리카 판 아래로 섭입하면서 해구와 호상 열도가 발달해 있다. 따라서 판의 경계 부근에서 A 판(북아메리카 판)은 B 판(태평양 판)보다 평균 밀도가 작다.

테마별 수능 필수유제

본문 024~025쪽

01 ③ 02 ④ 03 ① 04 ② 05 ③
06 ④ 07 ① 08 ①

01 해령으로부터의 거리에 따른 지각 열류량

예설 | 해령 부근에서는 지각 열류량이 많고, 해구 부근에서는 지각 열류량이 적다.

정답맞히기 > 다. 판이 섭입하는 지역에서 섭입하는 해양판의 영향으로 마그마가 생성되며 이 마그마가 상승하여 지각 열류량이 많다. 따라서 호상 열도의 지각 열류량은 마그마의 상승과 관련이 있다.

오답짜이기 > 가. 해령은 맨틀 물질이 상승하는 지역으로 지각 열류량이 많고, 해구는 맨틀 물질이 하강하는 지역으로 지각 열류량이 적다.

나. 해양 지각의 연령이 많을수록 해양 지각에 포함된 방사성 동위 원소의 양은 줄어든다. 따라서 해양 지각에 포함된 방사성 동위 원소의 양은 해령보다 해구에 적다.

02 방사성 원소의 함량

예설 | 방사성 원소의 붕괴열은 지구 내부 에너지의 주요 근원으로 암석의 종류에 따라 다르다.

정답맞히기 > 나. 방사성 원소의 발열량은 화강암이 $940(\times 10^{-12} \text{ W/kg})$ 으로 가장 많다.

다. 해양 지각은 주로 현무암질 암석, 대륙 지각은 주로 화강암질 암석으로 이루어져 있다. 화강암이 현무암보다 방사성 원소의 함량이

많으므로, 방사성 원소는 해양 지각보다 대륙 지각에 많이 포함되어 있다.

오답짜이기 > 가. 화강암, 현무암, 감람암 모두 방사성 원소 중 K가 가장 많다.

03 지하 온도 분포

예설 | 해구는 같은 깊이의 주변에 비해 지온이 낮게 나타나며, 지온 분포를 통해 섭입대의 위치를 알아낼 수 있다.

정답맞히기 > 가. B 부근에 해구가 위치하므로 해구까지의 거리는 B에서 가장 가깝다. C가 속한 판이 A가 속한 판 아래로 섭입하면서 B 부근에 해구가 형성되므로 C가 해령에 가장 가깝다.

오답짜이기 > 나. 주변에 비해 온도가 가장 낮은 B 부근에서 지각 열류량이 가장 적다.

다. 진원은 베니오프대를 따라 주로 분포하므로, 베니오프대의 지표상의 지점인 A 부근이 반대편인 C 부근보다 진앙의 수가 많다. 마그마는 베니오프대 부근의 맨틀이 용융되어 생성되므로 베니오프대의 지표상의 지점인 A 부근이 C 부근보다 화산 활동이 더 활발하다.

04 에어리셀

예설 | 지각의 밀도가 어디에서나 같다면 높은 산맥 아래에서는 모호면의 깊이가 깊고 평지의 아래에서는 모호면의 깊이가 얕을 것이다.

포인트 짚어보기

에어리셀

- 지각을 이루는 물질의 밀도는 어디에서나 같으므로 높은 산맥 지역에서는 지각이 맨틀 속으로 깊이 들어가 평형을 이루고 있다.
- 높은 산맥 지역은 모호면의 깊이가 깊고, 평야 지역에서는 그 깊이가 얕다.



정답맞히기 > 다. 실제 지구에서는 대륙에서 모호면의 깊이가 깊고 해양에서 얕다. 따라서 이 그림에서는 대륙과 해양에서 모호면의 깊이 차이를 설명할 수 있다.

오답짜이기 > 가. 그림은 같은 밀도의 지각에서 높이에 따른 모호면의 깊이 차이를 알 수 있는 에어리의 지각 평형설에 해당한다.

나. 실제 지구에서는 대륙 지각의 평균 밀도가 해양 지각보다 작다. 이 그림에서는 나무토막의 밀도가 같다고 하였으므로 대륙 지각과 해양 지각의 밀도 차이를 설명할 수 없다.

05 지각 평형설

예설 | 침식이 일어나는 지역의 지각은 융기하고, 퇴적이 일어나는 지역의 지각은 침강한다.

정답맞히기 > 다. 아래에 있는 맨틀이 위에 있는 지각보다 밀도가 크다.

오답짜이기 > 가. A에서는 퇴적이 일어나고 있으므로 지각이 침강하여 모호면의 깊이가 깊어진다.

ㄴ. B에서는 침식이 일어나고 있으므로 지각이 융기하여 평균 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 얕아진다.

06 조륙 운동에 의한 융기

예설 | 지층을 덮고 있던 빙하가 해빙되면 지각이 융기한다.

정답맞이기 ④ 조륙 운동의 원인은 지각 평형설로 설명된다. 즉, 침식이나 퇴적에 의해 지각의 평형이 깨지면, 다시 평형을 이루기 위해 지각은 융기하거나 침강한다. 빙하가 녹은 만큼 지표가 융기하였는데, 줄어든 빙하에 의한 압력과 늘어난 맨틀에 의한 압력이 같아야 한다. $P = \rho gh$ (P : 압력, ρ : 밀도, g : 중력 가속도, h : 두께)에서, $3.3 \times g \times 250 = 0.9 \times g \times x$ 이므로 x (빙하의 두께)는 약 917 m이다.

07 판의 경계와 지각 열류량

예설 | 해령이나 호상 열도와 같이 깊이에 따른 지온 상승률이 높은 지역에서는 지각 열류량도 많다.

정답맞이기 ㄱ. A는 판의 경계 중 지각 열류량이 많은 것으로 보아 판의 발산 경계에 해당하며 이곳은 대서양 중앙 해령에 위치한다.

오답맞이기 ㄴ. 맨틀 대류의 상승부에는 판의 발산 경계가 위치하는데, B는 아프리카 대륙의 남서 해역에 있어 판의 경계와 관련이 없다.

ㄷ. C는 아프리카 대륙의 중앙부로 지각 열류량이 적고 안정한 지괴인 순상지이다. 순상지에서는 지각 변동이 거의 발생하지 않는다.

08 변동대의 지각 열류량

예설 | 지각 열류량은 해령과 같이 맨틀 대류가 상승하여 새로운 지각이 생성되는 곳과 마그마가 상승하는 화산대는 많은 반면, 맨틀 대류가 하강하여 지각이 소멸되는 해구나 지질학적으로 매우 안정한 순상지에서는 적다.

정답맞이기 ㄱ. 깊이에 따른 지온 증가율은 A가 약 100 °C/km이고, B는 약 10 °C/km이므로 A가 B보다 크다.

오답맞이기 ㄴ. 두 지역에서 암석의 열전도도가 같으므로 지온 증가율이 큰 A가 B보다 지각 열류량도 많다.

ㄷ. 화산 활동이 활발한 지역은 지열로 인해 지온 증가율이 크다. 따라서 화산 지역의 지온 분포는 A에 가깝다.

테마별 수능 심화문제

본문 026~027쪽

09 ④

10 ②

11 ⑤

12 ③

09 전 세계의 지각 열류량 분포

예설 | 지각 열류량은 맨틀 대류가 상승하는 지역에서는 대체로 많고 하강하는 지역에서는 대체로 적다.

정답맞이기 ㄱ. A는 맨틀 대류가 상승하는 해령이고, B는 맨틀 대류가 하강하는 해구 부근이다. 해령인 A보다 해구 부근인 B에서 평균 수심이 더 깊다.

ㄴ. C는 지각 열류량이 많은 판의 경계로 해령을 나타낸다. 해령에서는 맨틀 대류가 상승한다.

오답맞이기 ㄷ. 대서양 중앙 해령(C)보다 동태평양 해령(A)에서 지각 열류량이 많으므로 지구 내부 에너지의 방출이 활발하다.

10 해양 지각과 지각 열류량

예설 | 해령에서는 새로운 해양 지각이 생성되므로 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 연령은 증가한다. 해양 지각의 연령이 증가할수록 지각 열류량은 감소한다.

정답맞이기 ㄷ. A에서 B까지의 거리는 2000 km이고 A에서 해양 지각의 나이는 0, B에서 해양 지각의 나이는 40×10^6 년이다. 따라서 A에서 B까지 해양판의 평균 이동 속도는 5 cm/년이다.

오답맞이기 ㄱ. 해령인 A에서 B로 갈수록 해령에서 멀어지므로 해양 지각의 연령이 증가하며 지각 열류량은 줄어든다.

ㄴ. 해령 부근에 있는 A의 해양 지각은 시간에 따른 지각 열류량이 급격하게 감소하고, B의 해양 지각은 시간에 따른 지각 열류량이 완만하게 감소한다. 따라서 시간에 따른 지각 열류량의 감소율은 A보다 B 부근에서 작다.

11 지각 평형설

예설 | 지각 평형설은 밀도가 작은 지각이 밀도가 큰 맨틀 위에 떠서 평형을 이룬다는 이론이다. 넓은 지역에 걸쳐서 지각이 서서히 융기하거나 침강하는 운동을 조륙 운동이라고 한다. 조륙 운동은 지각 평형을 지속적으로 유지하기 위한 지구의 운동이다.

정답맞이기 ⑤ $P = \rho gh$ (P : 압력, ρ : 밀도, g : 중력 가속도, h : 두께)의 관계가 성립하므로 보상면에서의 압력은 $3\rho + 0.7 \times 3 = 1.0 \times 4$ 이다. 따라서 위쪽 나무토막의 밀도는 $\frac{19}{30}(\text{g/cm}^3)$ 이다.

12 조산 운동의 과정

예설 | 대규모 습곡 산맥이 형성되는 과정은 퇴적 단계 → 습곡 및 마그마의 관입과 변성 작용 단계 → 습곡 산맥 형성 단계 등을 거친다.

정답맞이기 ③ ① 변성암은 접촉 변성 작용과 광역 변성 작용에 의해 생성되는데, (나) 단계에서는 판의 수렴에 따른 횡압력과 베니오프대 부근의 맨틀에서 생성된 마그마에 의한 열 등에 의해 여러 종류의 변성암이 생성될 수 있다.

④ (다) 단계에서는 맨틀 대류가 약해지면서 횡압력에 의해 대규모 습곡 산맥이 형성되고 지각이 융기하여 세 단계 중 산맥의 해발 고도가 가장 높아지는 단계이다.

05

지각 변동

※ 답은 골 문제로 유형 익히기 ※

본문 029쪽

정답 ③

정답맞이기 > ㄱ. 판의 경계 부근에 나타난 고지자기 분포가 X에 대해 대칭을 이루므로 이 곳에 발산형 경계가 있다.

ㄴ. 판의 경계가 40°S에 위치하므로 A의 해양 지각은 자기 적도보다 남쪽에서 생성되었다. 따라서 북각은 (-)의 값을 가진다.

오답짜이기 > ㄷ. X는 고지자기 대칭축으로 해령에 해당되고, 지각의 나이는 해령에서 멀수록 많다. 따라서 해령으로부터 거리가 가까운 A 지점이 B 지점보다 나이가 적다.

테마별 수능 필수유제

본문 030~031쪽

- 01 ⑤
- 02 ②
- 03 ④
- 04 ②
- 05 ③
- 06 ④
- 07 ②
- 08 ③

01 판의 수렴형 경계

예설 | 밀도가 서로 다른 두 판이 만나면 밀도가 큰 판이 섭입하면서 지진과 화산 활동이 나타난다.

정답맞이기 > ㄱ. 지하 온도 분포로 보아 X 지점이 속한 판이 Y 지점이 속한 판 아래로 섭입하고 있다. 밀도가 서로 다른 두 판이 만나 섭입형 경계를 이루는 경우는 대륙판-해양판이 만나는 경우와 해양판-해양판이 만나는 경우가 있다. 두 경우 모두 밀도가 더 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 또는 대륙판 아래로 섭입하므로 X 지점이 속한 판은 해양판이다.

ㄴ. X 지점이 속한 판이 Y 지점이 속한 판 아래로 섭입하면서 두 판의 경계에는 해구가 발달한다.

ㄷ. Y 지점의 지하에서 마그마가 생성되고 지표로 분출하면서 지각 열류량이 급격하게 증가한다.

02 지각 열류량과 판의 경계

예설 | 지각 열류량은 지구 내부에서 지표로 방출되는 열량으로, 순상지보다 화산대에서 많고, 해구보다 해령에서 많다.

정답맞이기 > ㄴ. 해양에서 지각 열류량이 많은 곳에 해령이 위치한다. 지각 열류량은 B에서 가장 많고 A에서 가장 적으며 B를 축으로 대칭적인 분포를 보이므로 B 부근에 해령이 위치함을 알 수 있다. 따라서 해령에서 먼 A가 해령에서 가까운 B보다 나이가 많다.

오답짜이기 > ㄱ. B는 해령 부근이므로 판이 양쪽으로 벌어지면서 지각 변동이 활발하게 일어나는 곳이다.

ㄷ. 지각 열류량이 많은 B 부근에 해령이 지나가고 있으므로 A와 C는 서로 다른 판에 속한다.

03 판의 경계의 분류

예설 | 해양에서 발산형 경계와 수렴형 경계에서는 지진과 화산 활동이 모두 활발하고, 보존형 경계에서는 지진은 활발하나 화산 활동은 일어나지 않는다.

정답맞이기 > ㄴ. A는 보존형 경계, B는 수렴형 경계, C는 발산형 경계에 해당된다. 해양의 수렴형 경계에서는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하면서 해구와 나란하게 호상 열도가 발달한다.

ㄷ. 발산형 경계(C)에서는 새로운 판이 생성되어 양쪽으로 갈라지고 있으므로 인접한 두 판의 밀도 차이는 발산형 경계(C)보다 수렴형 경계(B)에서 더 크다.

오답짜이기 > ㄱ. 보존형 경계에서는 수평 방향의 어긋나는 힘이 작용하여 변환 단층이 발달한다.

04 수렴형 경계의 특징

예설 | 대륙판과 해양판이 충돌하는 경우 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하면서 지진과 화산 활동이 일어난다.

정답맞이기 > ㄴ. 해양판이 대륙판과 충돌하면서 횡압력이 작용하여 대륙판 가장자리에 (나)와 같은 습곡 산맥이 발달하고, 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 해양판의 가장자리와 나란하게 해구(A)가 발달한다.

오답짜이기 > ㄱ. 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입한다.

ㄷ. 대륙판 가장자리에 발달한 습곡 산맥에서는 주로 안산암질 마그마가 분출한다.

05 보존형 경계의 특징

예설 | 해령이 서로 어긋나면서 해령과 해령 사이에 보존형 경계인 변환 단층이 발달한다.

정답맞이기 > ㄱ. 해양판과 해양판의 경계에는 발산형 경계인 해령과 보존형 경계인 변환 단층이 발달한다. A는 변환 단층, C는 해령의 정상부인 열곡이다.

ㄷ. 해령은 새로운 판이 생성되어 양쪽으로 갈라지는 곳이므로 해양 지각의 나이는 해령에서 멀수록 많아진다. 따라서 해양 지각의 나이는 C 지점보다 B 지점에서 많다.

오답짜이기 > ㄴ. A는 변환 단층으로 수평 방향의 어긋나는 힘이 작용하고 있다.

06 주요 판의 경계

예설 | A는 동아프리카 열곡대, B는 히말라야 산맥, C는 알류산 해구이다.

정답맞이기 > ㄱ. 발산형 경계인 A에서는 주로 천발 지진이 발생하고, 수렴형 경계인 C에서는 베니오프대를 따라 천발 지진부터 심발 지진까지 발생한다. 따라서 진원의 평균 깊이는 A보다 C에서 깊다.

ㄴ. (나)는 상반이 내려가는 정단층으로 장력이 작용할 때 발달한다. A는 발산형 경계로 판이 양쪽으로 갈라지면서 장력이 작용하여 (나)와 같은 정단층이 발달한다.

오답짜이기 > ㄷ. B는 대륙판과 대륙판이 충돌하여 발달한 습곡 산맥이다. 이곳에서 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

07 열도의 형성과 판의 이동

예설 | (가)는 알류산 열도이고, (나)는 하와이 열도이다.

정답맞이기 > 나. (가)에서는 태평양 판이 북아메리카 판 아래로 섭입하면서 베니오프대를 따라 천발 지진부터 심발 지진까지 발생하고, (나)에서는 태평양 판 아래에 위치한 열점에서 마그마가 분출하면서 천발 지진이 발생한다.

오답피하기 > 가. (가)는 태평양 판이 북아메리카 판 아래로 섭입하면서 만들어진 호상 열도이지만, (나)는 태평양 판 아래의 열점에 의해 만들어진 열도이다.

다. (가)에서는 주로 안산암질 용암이, (나)에서는 현무암질 용암이 분출한다.

08 고지자기 줄무늬

예설 | 지질 시대 동안 고지자기 역전 현상이 반복되었는데, 고지자기 줄무늬는 해령과 거의 나란하며, 해령을 축으로 대칭을 이룬다.

정답맞이기 > 가. 고지자기 줄무늬로 보아 B에 발산형 경계인 해령이 위치한다. 따라서 A에서 B로 갈수록 해양 지각의 나이가 적고 해서 퇴적물의 두께가 얇다.

나. 해령이 위치하는 B를 중심으로 해양 지각이 양쪽으로 발산한다. 따라서 A-B 사이의 지각은 북서쪽으로, B-C 사이의 지각은 남동쪽으로 이동한다.

오답피하기 > 다. 고지자기 줄무늬가 B를 축으로 대칭을 이루고 있으므로 B에 해령이 위치하고 현재 해양 지각이 만들어지고 있음을 알 수 있다. 따라서 B는 정자극기에 생성되었다.

테마별 수능 심화문제

본문 032~033쪽

09 ⑤

10 ④

11 ⑤

12 ③

09 심해 퇴적물의 고지자기 변화

예설 | 퇴적물 속의 자성 광물은 퇴적 당시의 지자기 방향에 따라 자화된 채로 퇴적되어 과거의 지자기 방향을 알 수 있는 단서를 제공한다.

정답맞이기 > 가. 250만 년 전에 퇴적된 해저 퇴적물의 깊이를 비교하면 A가 가장 깊고 C가 가장 얇다. 따라서 퇴적물의 평균 퇴적 속도는 A에서 가장 빠르고 C에서 가장 느리다.

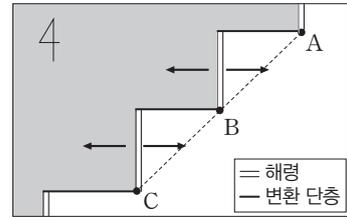
나. 같은 시기에 퇴적된 물질의 잔류 자기 방향은 어느 지역에서나 같다. 약 150만 년 전은 역자극기에 해당하므로 퇴적물의 자화 방향은 A, B, C 모두 현재와 반대이다.

다. 해저면으로부터 7m 깊이에서 A와 C에는 정자극기, B에는 역자극기의 퇴적물이 있다. 따라서 퇴적물의 퇴적 당시 지자기 북극 부호가 현재와 같은 곳은 A와 C이다.

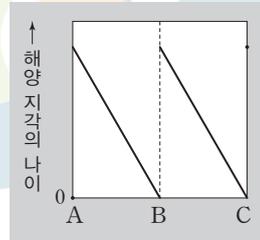
10 해양 지각의 나이

예설 | 해양 지각의 나이는 해령에서 멀수록 많아진다.

정답맞이기 > ④ 동-서 방향으로 이동하는 두 해양판이 같은 속력으로 일정하게 이동할 때 두 판의 경계에서 천발 지진만 발생하는 경우 두 판의 경계는 그림과 같다.



따라서 A-B 구간에서 A에서 B로 갈수록 해령으로부터의 거리가 짧아지므로 해양 지각의 나이는 적어져 0에 도달한다. B-C 구간에서 해양 지각의 나이 변화는 A-B 구간에서와 같다. 즉, A-B-C 구간에서 해양 지각의 나이는 다음과 같다.



11 수렴형 경계와 지진

예설 | 판의 경계 부근에서 천발 지진부터 심발 지진까지 모두 발생하는 경우는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이다.

정답맞이기 > 가. 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하는 수렴형 경계에서는 판의 경계를 따라 해구가 발달한다.

나. 진원의 깊이로 보아 (나)는 (가) 아래로 섭입하고, (다)는 (가) 아래로 섭입하고, (나)는 (다) 아래로 섭입하고 있다. 따라서 판의 밀도는 (나) > (다) > (가) 순이다.

다. 천발 지진~심발 지진 사이의 수평 거리는 B-B' 구간이 A-A' 구간보다 짧으므로 섭입하는 판의 경사각은 A-A'보다 B-B'에서 더 크다.

12 해령과 고지자기 분포

예설 | 해양 지각의 고지자기 줄무늬는 해령과 나란하고 해령을 축으로 대칭을 이룬다.

정답맞이기 > 가. 현재는 정자극기이고 지자기 방향은 북쪽을 향한다. A는 역자극기에 해당하므로 A의 해양 지각 생성 당시 지자기 방향은 현재와 반대였다. 따라서 A의 고지자기 방향은 남쪽을 가리킨다.

나. A의 고지자기 방향이 남쪽을 가리키므로 고지자기 편각은 0°보다 180°에 가깝다. B는 정자극기에 해당하므로 고지자기 방향이 북쪽을 가리키고 고지자기 편각은 180°보다 0°에 가깝다. 따라서 고지자기 편각은 A가 B보다 크다.

오답피하기 > 다. 현재 북쪽은 지면에서 오른쪽 방향이고 해령이 북반구에 위치하므로 적도는 C보다 A에 가깝다. 따라서 A는 C보다 저위도에 위치한다.

06

지구의 역사

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 035쪽

정답 ①

정답맞이기 > ㄱ. A와 B의 지층에서 산출되는 화석들은 모두 바다 생물 화석들이다.

오답짜이기 > ㄴ. 화성암이 A와 B의 경계에서 끊어지는 것으로 보아 A와 B 사이에 부정합면이 존재한다. 따라서 A와 B 사이에 큰 시간적 간격이 존재하므로 둘 사이는 부정합 관계이다.

ㄷ. 화성암의 관입이 A에 의해 끊어져 있으므로 화성암은 A보다 먼저 생성되었다.

테마별 수능 필수유제

본문 036~037쪽

- 01 ③
- 02 ②
- 03 ⑤
- 04 ④
- 05 ③
- 06 ③
- 07 ②
- 08 ③

01 표준 화석

예설 | (가)의 삼엽충은 고생대, (나)의 화폐석은 신생대, (다)의 암모나이트는 중생대의 표준 화석이다.

정답맞이기 > ㄱ. 삼엽충, 화폐석, 암모나이트는 모두 해양 생물들이다. ㄴ. 가장 먼저 출현한 것은 고생대의 삼엽충이고, 가장 나중에 출현한 것은 신생대의 화폐석이다.

오답짜이기 > ㄷ. 판게아가 분리되기 시작한 것은 중생대 트라이아스기이다.

02 지질 시대 생물의 변천

예설 | 선캄브리아 시대에 남조류가 출현하였고, 고생대, 중생대, 신생대를 거치며 다양한 생물이 출현하였다.

정답맞이기 > ㄴ. 선캄브리아 시대에 해양 생물의 광합성으로 대기 중 산소의 양이 증가하고 오존층이 형성된 이후에 육상 식물이 출현하였다.

오답짜이기 > ㄱ. 남조류는 선캄브리아 시대 시생대에 출현하였고, 육상 식물은 고생대 실루리아기, 겉씨식물은 고생대 페름기에 출현하였다. ㄷ. 신생대에 유라시아 대륙과 인도 대륙이 충돌하여 히말라야 산맥이 형성되었다.

03 경사 부정합

예설 | 부정합면 아래에 있는 지층의 모습에 따라 평행 부정합, 경사 부정합, 난정합으로 구분한다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 수평층, B는 경사층인 것으로 보아 A와 B 사이에 경사 부정합면이 있다. ㄴ. 지층 누층의 원리에 따라 아래 지층이 위 지층보다 먼저 생성되었으므로 A가 B보다 나중에 퇴적되었다.

ㄷ. B가 퇴적된 후 용기와 침식이 있었고 A가 퇴적된 후 용기하여 현재 침식이 진행 중이다.

04 화성암의 관입과 분출

예설 | 마그마가 지층을 관입할 때와 지표로 분출할 때 마그마의 열에 의한 변성대와 부정합면 위 기저 역암의 근원암이 달라진다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)에서 변성대가 셰일과 사암 모두에서 나타나는 것으로 보아 (가)의 화성암은 관입암이다.

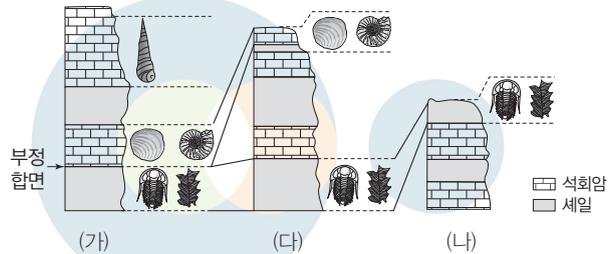
ㄷ. (가)에서 지층의 생성 순서는 셰일 → 사암 → 화성암이고, (나)에서는 셰일 → 화성암 → 사암이다.

오답짜이기 > ㄴ. A는 셰일이 풍화·침식되면서 생긴 조각이 사암에 포함된 것이고, B는 화성암이 풍화·침식되면서 생긴 조각이 사암에 포함된 것이다.

05 화석에 의한 지층의 대비

예설 | 같은 표준 화석이 산출되는 지층은 같은 지질 시대에 생성된 지층이라고 할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 각 지층 속에 포함된 표준 화석을 이용해 지층을 대비해 보면 다음과 같다.



(가)의 최상층인 석회암층이 가장 젊은 층이다. ㄴ. (나)에서 가장 최근에 생성된 최상층은 고생대 지층이고, 그 하부는 고생대 이전의 지층이다.

오답짜이기 > ㄷ. (가)에서 셰일층과 석회암층 사이에 부정합면이 나타나고, (다) 지층의 하부 셰일층과 상부 석회암층은 (가)의 하부에 있는 셰일층과 석회암층에 각각 대비되므로 전체 지층이 퇴적되는 데 걸린 시간은 (가)가 (다)보다 길다.

06 지층과 암석의 절대 연령

예설 | 방사성 동위 원소의 반감기를 이용해 암석의 절대 연령을 구한다.

정답맞이기 > ㄱ. 화성암 A가 셰일을 관입한 후 화성암 B가 화성암 A를 관입하였으므로 셰일 → 화성암 A → 화성암 B의 순으로 생성되었다. 지층의 역전은 없었으므로 사암은 셰일보다 나중에 생성되었다. 따라서 가장 오래된 지층은 셰일이다.

ㄷ. 가장 젊은 지층인 사암은 퇴적된 후 지표에 노출되어 침식 작용을 받았다.

오답짜이기 > ㄴ. 화성암 A와 B에 남아 있는 방사성 원소의 양이 각각 $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ 즉 $\left(\frac{1}{2}\right)^3$, $\left(\frac{1}{2}\right)^2$ 이므로 화성암 A의 나이 : 화성암 B의 나이는 3 : 2이다.

07 지질 시대와 생물의 변천

예설 | A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대이다.

정답맞이기 > ㄷ. 중생대는 온난한 기후가 지속되어 빙하기가 없었다.

오답맞이기 > ㄱ. 지구 생성 당시의 대기에는 산소가 없었으나 약 25억 년 전 이전에 광합성을 하는 원시 생명체가 나타나 바다 속에 산소를 공급하기 시작했고, 이로 인해 대기에도 산소가 축적되기 시작하였다. 육상 식물이 출현한 것은 대기 중에 산소가 많아지면서 오존층이 형성된 고생대 중기이다.

ㄴ. 고생대 말 석탄기에 양치식물이 번성하였다.

08 생물의 멸종

예설 | 고생대는 오르도비스기 말, 데본기 말, 페름기 말에 생물의 대멸종이 있었고, 중생대는 트라이아스기 말, 백악기 말에 생물의 대멸종이 있었다.

정답맞이기 > ㄱ, ㄴ. A는 고생대 페름기 말에 해당한다. 이때 생물의 대멸종이 있었고 그 후 새로운 종의 생물이 출현하여 중생대에 번성하였다. ㄱ은 삼엽충, ㄴ은 방추충(푸줄리나)으로 고생대 말에 멸종하였다.

오답맞이기 > ㄷ. 화폐석은 신생대 생물의 화석이다.

테마별 수능 심화문제

분문 038~039쪽

09 ④

10 ②

11 ③

12 ④

09 암석의 상대 연대

예설 | 셰일과 화강암의 경계에 혼펠스가 존재하는 것으로 보아 화강암을 만든 마그마가 셰일을 관입하였다.

정답맞이기 > ㄱ. 화강암이 셰일을 관입한 후 융기하여 침식 작용을 받아 심성암인 화강암이 지표에 드러나게 되었다.

ㄴ. 셰일은 퇴적암, 혼펠스는 변성암, 화강암은 화성암이다.

오답맞이기 > ㄷ. 셰일과 화강암이 모두 단층 작용을 받았으므로 화강암 관입보다 단층이 나중에 형성되었다.

10 부정합의 원리

예설 | 부정합면을 경계로 상부 지층과 하부 지층의 퇴적 시기 사이에 큰 시간적 간격이 존재한다. 방추충은 고생대, 암모나이트는 중생대, 매머드는 신생대에 번성했던 생물이다.

정답맞이기 > ㄴ. (가)의 부정합면은 고생대와 중생대 사이에, (나)의 부정합면은 고생대와 신생대 사이에 생성되었다. 따라서 퇴적 중단 기간은 (나)가 (가)보다 길다.

오답맞이기 > ㄱ. 방추충과 암모나이트는 해양 생물이고, 매머드는 육상 생물이다.

ㄷ. (가)의 화성암은 방추충이 포함된 고생대 지층이 생성된 이후와 암모나이트가 포함된 중생대 지층이 생성되기 전 사이에 관입하였고, (나)의 화성암은 매머드 화석이 포함된 신생대 지층이 생성된 이후에 관입하였다.

11 지층의 생성 순서

예설 | 지층의 생성 순서는 C 관입 → 부정합 → B 퇴적 → 정단층 → 부정합 → A 퇴적 → D 관입이다.

정답맞이기 > ㄱ. 화성암 C에 남아 있는 방사성 원소 X가 처음 양의 $\frac{1}{8}$ 이므로 화성암 C의 절대 연령은 5천만 년 $\times 3 = 1$ 억 5천만 년이다. 같은 방법으로 구한 화성암 D의 절대 연령은 1억 년이다. 중생대는 약 2억 5천만 년 전부터 약 6천 5백만 년 전 사이에 해당하므로 A는 중생대 지층이다.

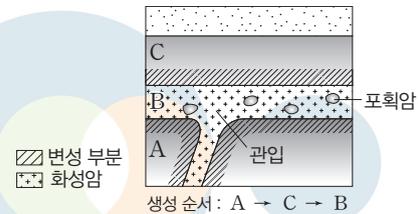
ㄴ. B와 C를 가로지르는 단층은 상반이 내려온 정단층이다. 따라서 이 지역은 B가 퇴적된 후 장력을 받은 적이 있다.

오답맞이기 > ㄷ. C가 관입된 후 B가 퇴적되었으므로 B는 C에 의해 변성 작용을 받을 수 없다.

12 마그마의 관입과 변성 작용

예설 | 마그마가 지층 사이로 관입할 때 마그마의 열에 의해 주변 암석에서 접촉 변성 작용이 일어난다.

정답맞이기 > ㄱ, ㄴ. 지층 사이로 마그마가 관입할 때 그림과 같이 변성대가 나타난다. 또한 기존 암석의 조각이 마그마에 포획되어 굳어지기도 한다.



반면에 마그마가 지표로 분출하는 경우는 화성암 윗부분에 변성대가 나타나지 않는다.

오답맞이기 > ㄷ. 마그마가 관입할 때 기존 암석의 조각이 마그마에 포획되어 굳어지기도 한다. 따라서 화성암 B에 지층 A와 C의 암석 조각이 모두 포함될 수 있다. 반면에 마그마가 지표로 분출하는 경우는 화성암 위에 있는 지층의 암석이 화성암 내에 포획암으로 나타나지 않는다. 즉, 화성암 B에서 지층 A의 암석 조각이 나타날 수 없다.

07

우리나라의 지질

★ 답은 골 문제로 유형 익히기 ★

본문 042쪽

정답 ②

해설 | 중생대는 현생 이전 중에서 조산 운동과 화성 활동이 가장 활발했던 시기이고, 신생대는 동해안을 따라 퇴적층이 소규모로 나타난다. A는 신생대 제3기 퇴적층, B는 중생대의 경사 누층군, C는 불국사 화강암, D는 대보 화강암이다.

정답맞이기 > 나. C는 백악기 말의 불국사 변동에 의해 생성된 화강암이고, D는 쥐라기 후기의 대보 조산 운동에 의해 생성된 화강암이다. 따라서 생성 순서는 C가 D보다 나중이다.

오답짜이기 > 가. A는 육성층과 해성층이 번갈아 나타나고, B는 육성층으로 이루어져 있다.

다. C와 D는 모두 (가)의 B가 퇴적된 지질 시대(중생대)에 생성되었다.

테마별 수능 필수유제

본문 043~044쪽

- 01 ③
- 02 ②
- 03 ④
- 04 ⑤
- 05 ①
- 06 ②
- 07 ④
- 08 ⑤

01 주향과 경사의 측정

해설 | 지층면과 수평면의 교선을 주향선이라 하고, 진북(N)을 기준으로 한 주향선의 방향을 주향이라고 한다. 주향선에 대해 직각이 되는 지층면의 경사진 방향을 경사 방향이라고 한다.

정답맞이기 > 가. A는 지층면과 수평면의 교선이므로 주향선이다.

나. B는 경사이다. 경사 방향은 항상 주향의 직각 방향이다.

오답짜이기 > 다. 노두의 지층면과 수평면이 이루는 각은 경사각이다. 따라서 경사각은 θ 이다.

02 지질도의 종류

해설 | 지질 조사에서 얻은 정보를 지도에 표기한 것을 지질도라고 한다. 지질도에는 지표를 이루고 있는 암석을 여러 가지 특징에 따라 구분하여 표기하고, 그 지역에 나타난 층서 관계나 단층, 습곡과 같은 지질 구조 등이 기호로 기입되어 있다. (가)는 지질 단면도, (나)는 노선 지질도, (다)는 지질 주상도이다.

정답맞이기 > 나. 부정합은 지질 구조에 해당한다.

오답짜이기 > 가. 주향은 진북(N)을 기준으로 한 주향선의 방향이다.

다. 지질도는 일반적으로 노선 지질도(나) → 지질도(지질 평면도) → 지질 단면도(가) → 지질 주상도(다) 순으로 작성한다.

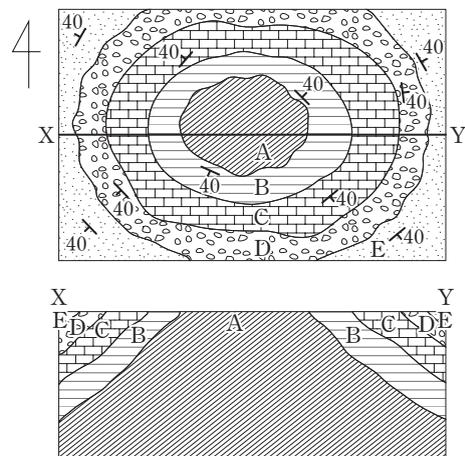
03 지질도

해설 | 습곡 구조가 나타나는 지역의 지질도에서는 습곡축을 기준으로 양쪽의 경사 방향은 대칭이다. 습곡축 부근에서 경사 방향이 바깥쪽으로 펼쳐져 있으면 배사 구조이고, 경사 방향이 안쪽으로 모여 있으면 향사 구조이다.

정답맞이기 > 나. 지질도에서 지층들의 경사 방향이 바깥쪽으로 펼쳐져 있으므로 배사 구조가 나타난다. 배사 구조에서는 습곡축에 가까운 지층이 먼저 생성된 것이다. 따라서 지층은 A → B → C → D → E 순으로 생성되었다.

포인트 짚어보기

지질 단면도



다. 습곡 구조는 횡압력에 의해 형성되므로 습곡 구조가 나타나는 이 지역은 과거에 횡압력을 받은 적이 있다.

오답짜이기 > 가. 각 지층의 경사각은 40°로 동일하지만 경사 방향은 모든 방향으로 나타난다.

04 지질도 해석

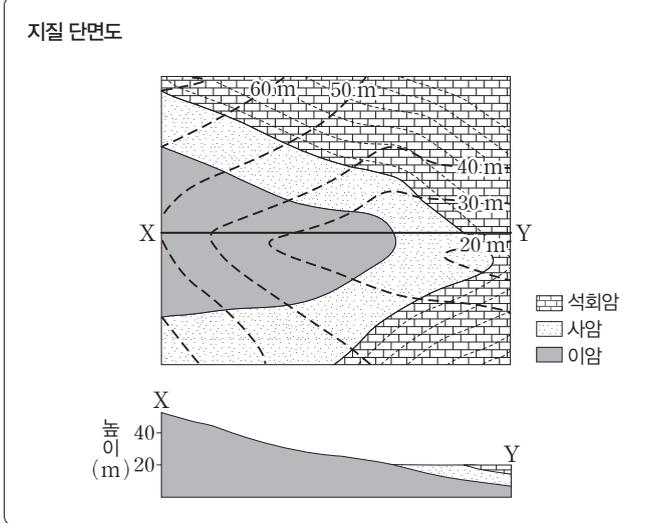
해설 | 지질도에서 어느 지층 경계선이 같은 고도의 등고선과 만나면 두 점을 연결한 직선이 주향선이 되고, 주향선의 방향이 주향이 된다. 어느 지층 경계선에서 고도가 다른 두 주향선을 그렸을 때, 고도가 높은 주향선 쪽에서 고도가 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 화살표의 방향이 경사 방향이 된다.

정답맞이기 > 가. 등고선이 동-서 방향으로 발달해 있고, 고도가 높은 서쪽 방향으로 오목한 모양을 나타내므로 이 지역에는 골짜기가 형성되어 있다는 것을 알 수 있다.

나. 지질도에서 주향선의 방향은 NS이고, 지층이 주향선에 대해 오른쪽으로 경사져 있으므로 이 지역의 지층들은 동쪽 방향으로 경사져 있다.

다. 지층 경계면의 흰 방향이 등고선의 흰 방향과 반대이므로 지층면의 경사 방향은 지표면의 경사 방향과 같다는 것을 알 수 있다. 따라서 지질 단면도를 작성해 보면 이 지역의 지층들은 이암 → 사암 → 석회암 순으로 형성되었음을 알 수 있다.

포인트 짚어보기



05 우리나라의 지체 구조

예설 | 우리나라의 지체 구조는 변성암과 화성암, 퇴적암, 대규모의 조산 운동에 의해 형성되었고, 우리나라 암석의 약 40%는 변성암, 약 35%는 화성암, 약 25%는 퇴적암으로 구성되어 있다.

정답맞이기 > 가. A는 평남 분지로서 주로 고생대 퇴적층이 분포한다.

오답짜이기 > 나. B는 경기 육괴이다. 선캄브리아 시대에 형성된 경기 변성암 복합체는 경기 육괴를 중심으로 퇴적 기원의 변성암과 화성 기원의 변성암으로 주로 구성되어 있다.

다. C는 경상 분지이다. 경상 분지는 중생대에 퇴적되었다. 따라서 A, B, C 중에서 가장 먼저 형성된 암석은 B에 분포한다.

06 우리나라의 고생대 지층

예설 | 우리나라의 고생대 지층은 크게 하부 고생대층(조선 누층군)과 상부 고생대층(평안 누층군)으로 구분된다. 상부 고생대층은 하부 고생대층을 평행 부정합으로 덮고 있다. (나)는 고생대 후기와 중생대 초기의 평안 누층군이다.

정답맞이기 > 나. 조선 누층군에서 산출되는 대표적인 화석으로는 삼엽충, 필석류, 완족류 및 코노돈트 등이 있다.

오답짜이기 > 가. (가)는 고생대 초기의 조선 누층군이다. 대동 누층군은 중생대 트라이아스기 말에서 쥐라기 중기에 형성된 지층이다.

다. 조선 누층군과 평안 누층군이 형성된 시기인 고생대에 우리나라는 조산 운동과 같은 큰 지각 변동이 일어나지 않았던 평온한 시기였다.

07 우리나라의 고생대와 신생대 지층의 특징

예설 | 우리나라의 고생대 지층은 하부 고생대층과 상부 고생대층으로 구분되며, 신생대 지층은 육성층과 해성층이 교대로 나타나는 제3기와 화산 활동이 활발하였던 제4기로 구분된다.

정답맞이기 > 나. 신생대 제3기 퇴적암(제3계)의 전기에는 육성층이 나타나고, 후기에는 해성층이 나타난다. 대부분 포항 등지의 동해안 일부 지역에 작은 규모로 분포하며, 참나무와 유공충 등의 화석이 발견된다. 신생대 제4기에는 대규모의 화산 활동이 일어나 백두산, 울릉도, 제주도, 철원 등에 현무암이 형성되었다. 따라서 신생대 암석의 생성 시기는 A(제4기)가 B(제3기)보다 나중이다.

다. C는 고생대 말에 형성된 평안 누층군이고, D는 고생대 초기에 형성된 조선 누층군이다. 평안 누층군의 하부에는 해성층이, 상부에는 육성층이 나타나고, 조선 누층군은 해성층이 나타난다. 따라서 육성층은 평안 누층군에만 존재한다.

오답짜이기 > 가. (가)는 신생대의 암석 분포이고, (나)는 고생대의 암석 분포이다.

08 우리나라의 지질 계통

예설 | 조선 누층군에는 시멘트의 원료가 되는 석회암층이 두껍게 발달되어 있고, 평안 누층군의 하부는 해성층(석회암, 푸줄리나 화석 등)이고, 상부는 육성층(무연탄, 양치식물 화석 등)이다. 대동 누층군은 대보 조산 운동에 의해 심한 변형을 받았고, 대보 조산 운동 이후에 형성된 경상 누층군은 공룡 뼈와 발자국 화석 등이 산출된다.

정답맞이기 > 가. A는 화동리층이다. 화동리층은 해성층으로 고생대 실루리아기의 코노돈트 화석이 발견된 지층이다.

나. B는 평안 누층군이고, C는 경상 누층군이다. 두 지층 모두 육성층이 존재하여 육상 생물의 화석이 발견된다.

다. 우리나라는 현생 이전 기간(고생대, 중생대, 신생대) 중 데본기 때 대결층이 존재한다.

테마별 수능 심화문제

분문 045~047쪽

- 09 ④
 - 10 ③
 - 11 ③
 - 12 ①
 - 13 ③
- 14 ⑤

09 클리노미터를 이용한 주향과 경사의 기호

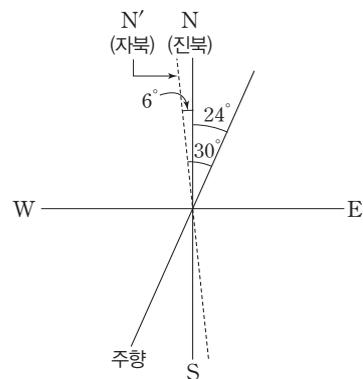
예설 | 클리노미터의 자침을 이용하여 주향을 측정하고, 경사추를 이용하여 경사각을 측정한다. 지층의 주향과 경사 표시 기호에서 긴 직선의 방향은 주향이고, 짧은 선의 방향은 경사 방향을 나타낸다.

정답맞이기 > 나. 그림 (가)에서 주향을 재는 자침이 북서쪽을 향하고, 자침이 가리키는 바깥쪽 눈금이 45°이므로 클리노미터에 나타난 주향은 N45°W가 된다. 하지만 이 지역의 편각이 5°W로 편향되어 있으므로 진북을 기준으로 보정한 실제 주향은 N50°W가 된다.

포인트 짚어보기

편각 보정

클리노미터로 측정한 주향이 N30°E이고, 관측 지역의 편각이 6°W라고 하면, 실제 주향은 N24°E가 된다.

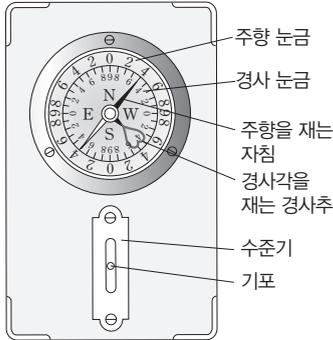


㉔. (나)에서 주향과 경사를 표시하는 기호가 긴 선에 짧은 십자를 표시하는 수직층을 나타내는 기호이므로 층리면이 수평면과 이루는 각은 90°이다.

오답짜이기 ㉔. (가)의 A는 주향을 재는 자침, B는 경사각을 재는 경사추이다.

포인트 짚어보기

클리노미터



10 노선 지질도

예설 | 노선 지질도에 표시된 주향과 경사, 암석 등의 자료를 이용하여 지질도를 완성한다. 습곡측 부근에서 경사 방향이 바깥쪽으로 펼쳐져 있으면 배사 구조이고, 경사 방향이 안쪽으로 모여 있으면 향사 구조이다.

정답맞이기 ㉔. B의 동-서 방향 양쪽에 분포하는 지층들이 서로 반대 방향으로 경사져 기울어져 있으므로 배사 구조를 이룬다.

㉕. 그림의 주향과 경사를 나타내는 기호에서 모든 지층의 주향은 NS로 동일하다.

오답짜이기 ㉕. 배사 구조에서는 배사축에 가까울수록 먼저 생성된 암석이 된다. B 지점은 배사축에 위치하고, A 지점은 배사축의 서쪽 방향에 위치한다. 따라서 A 지점의 암석은 B 지점의 암석보다 나중에 생성되었다.

11 지질도 해석

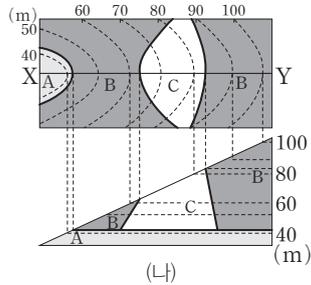
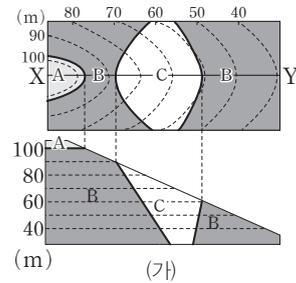
예설 | 대칭되는 지층의 경사 방향이 서로 반대 방향이면서 멀어지는 방향이면 배사 구조이고, 서로 마주보고 있으면 향사 구조이다. 지질 평면도에서 경사층의 경사를 보는 방법에는 첫째, 지층 경계선의 휨 방향이 등고선의 휨 방향과 반대이면 지층면의 경사 방향은 지표면의 경사 방향과 같다. 둘째, 지층 경계선과 등고선의 휨 방향이 같으나 지층 경계선이 더 완만하게 휘었으면 지층면의 경사 방향은 지표면의 경사 방향과 반대이다. 셋째, 지층 경계선과 등고선의 휨 방향이 같으나 지층 경계선이 더 휘었으면 지층면의 경사 방향은 지표면의 경사 방향과 같다. (가)는 산의 능선 부분이고, (나)는 골짜기 부분이다.

정답맞이기 ㉔. 수평층은 지층 경계선이 등고선과 나란한 지층이므로 (가)와 (나)에 모두 수평층 A가 나타난다.

㉕. (가)와 (나)의 지질 단면도를 살펴 보면 (가)에서는 향사 구조가 나타나고, (나)에서는 배사 구조가 나타난다. 따라서 두 지역은 모두 과거에 횡압력을 받은 적이 있다.

포인트 짚어보기

지질 단면도



오답짜이기 ㉕. 향사 구조가 나타나는 (가)에서는 B → C 순으로 지층이 생성되었지만, 배사 구조가 나타나는 (나)에서는 C → B 순으로 지층이 생성되었음을 알 수 있다.

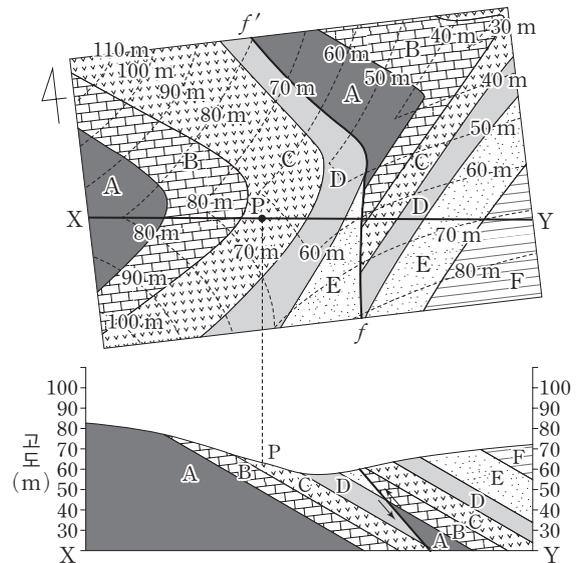
12 지질도

예설 | 지질도에서 지층 경계선과 동일한 등고선이 만나는 두 점을 잇는 선이 주향선이고, 고도가 높은 주향선에서 고도가 낮은 주향선으로 수직선을 연결하면 이 방향이 경사 방향이 된다.

정답맞이기 ㉔. 지질 단면도를 살펴 보면 지층은 A → B → C → D → E → F 순으로 생성되었다.

포인트 짚어보기

지질 단면도



오답피하기 > 나. 지질 단면도에서 단층 $f-f'$ 은 역단층이므로, 과거에 횡압력을 받아 형성되었다.

다. 지질 단면도를 살펴 보면 P 지점에서 시추를 하면 A, B, C 지층 만을 만나므로 3개의 지층을 만난다.

13 우리나라의 화강암과 편마암의 분포

예설 | 우리나라의 화강암은 중생대 쥐라기 후기에 관입한 대보 화강암과 백악기 말에 관입한 불국사 화강암으로 크게 구분한다. 변성암류는 육괴를 중심으로 전국에 걸쳐 분포하며 주로 선캄브리아 시대에 형성되었다.

정답맞이기 > 가. 우리나라의 화강암은 주로 중생대에 형성되었고, 편마암은 주로 선캄브리아 시대에 형성되었다. 따라서 암석의 생성 시기는 (가)가 (나)보다 먼저이다.

다. 대보 화강암은 고생대 이후 한반도에 일어난 지각 변동 중 가장 격렬한 운동인 대보 조산 운동에 의해 형성되었으므로 한반도 전체에 분포하고, 불국사 화강암은 주로 남한 지역에 분포한다. 따라서 대보 화강암이 불국사 화강암보다 분포 면적이 더 넓다.

오답피하기 > 나. 편마암은 화성 및 퇴적 기원의 변성암으로 육괴를 중심으로 전국에 걸쳐 분포하지만 남한 지역보다 북한 지역에 많이 분포한다.

14 한반도의 형성 과정

예설 | 북한중 지괴와 남한중 지괴는 중생대 무렵에 부딪히고 융합되면서 북상하여 현재의 한반도를 형성하였다.

정답맞이기 > 가. A는 쥐라기 초(약 1억 8천만 년 전)의 모습이고, B는 쥐라기 말(약 1억 5천만 년 전)의 모습이다. 따라서 시간 순서는 A가 B보다 먼저이다.

나. A와 B는 모두 중생대 쥐라기 때의 모습이다. 중생대에 우리나라에서 퇴적된 지층은 모두 육성층이다.

다. 강원도 영월과 태백의 퇴적암 지층들에서 삼엽충 화석과 필석 화석이 발견되므로 우리나라에는 과거에 열대의 얇은 바다에서 퇴적된 지형이 있었음을 알 수 있다.

III. 대기와 해양의 운동과 상호 작용

THEME



08 대기의 안정도

* **같은 골 문제로 유형 익히기** *

본문 049쪽

정답 ③

예설 | 공기 덩어리가 단열 상승할 때 기온과 이슬점의 차이가 커지면 상승 응결 고도가 높아진다. 또한 포화 상태일 때 (기온-이슬점)의 변화는 없다.

정답맞이기 > 가. 지표에서 공기 덩어리의 기온과 이슬점 차이가 클수록 상승 응결 고도는 높아진다. 공기 덩어리 A와 B는 지표면에서 이슬점이 같지만, 상승 응결 고도는 공기 덩어리 A가 B보다 높다. 따라서 지표에서 공기 덩어리의 기온은 A가 B보다 높다.

다. 공기 덩어리 A는 상승 응결 고도가 1000 m이므로 지표 ~1000 m 구간까지 기온과 이슬점의 차이가 점점 작아진다. 공기 덩어리 B는 상승 응결 고도가 500 m이고, 높이 500 m~높이 750 m 구간까지 구름이 형성되었으므로 높이 500 m에서 750 m로 상승하는 동안 (기온-이슬점) 값은 0이다. 따라서 높이 500 m~750 m 구간에서 (기온-이슬점) 변화율은 공기 덩어리 A가 B보다 크다.

오답피하기 > 나. 공기 덩어리 A의 상승 응결 고도는 1000 m이므로 지표 ~ 높이 1000 m까지 공기 덩어리 A의 기온은 1°C/100 m씩 감소하므로 높이 750 m에서 18.5°C가 된다. 공기 덩어리 B의 상승 응결 고도는 500 m이므로 지표 ~ 높이 500 m까지 공기 덩어리 B의 이슬점은 0.2°C/100 m씩 감소하고, 높이 500 m~높이 750 m까지 0.5°C/100 m씩 감소한다. 750 m에서 공기 덩어리 B의 이슬점은 15.75°C가 된다. 따라서 높이 750 m에서 공기 덩어리 A의 기온은 B의 이슬점보다 높다.

테마별 수능 필수유제

본문 050~051쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ③ | 02 ② | 03 ⑤ | 04 ⑤ | 05 ① |
| 06 ③ | 07 ③ | 08 ③ | | |

01 공기 덩어리의 연직 운동과 단열 변화

예설 | 공기 덩어리가 연직 운동할 때 단열 팽창 시 내부 온도는 하강, 단열 압축 시 내부 온도는 상승한다. (가)는 단열 압축 과정, (나)는 단열 팽창 과정이다.

정답맞이기 > 다. 공기 덩어리가 단열 팽창할 때는 내부 기온이 하강하여 상대 습도는 높아진다.

오답피하기 > 가, 나. (가)는 공기 덩어리가 하강하여 단열 압축할 때로 내부 기온이 상승한다. (나)는 공기 덩어리가 상승하여 단열 팽창할 때로 내부 기온이 하강한다. 따라서 A는 단열 압축, B는 단열 팽창이다.

02 공기 덩어리의 상승과 구름의 생성

예설 | 지표에서 단열 상승하는 공기 덩어리의 (기온-이슬점)을 이용하여 상승 응결 고도를 구할 수 있다. 상승 응결 고도 $H(m)$ 는 $125 \times (\text{기온} - \text{이슬점})$ 이다. 지표에서 25°C 인 공기 덩어리의 (기온-이슬점) 차이가 8°C 이므로 이슬점은 17°C 이다. 상승 응결 고도 $H(m)$ 는 $125 \times (\text{기온} - \text{이슬점})$ 이므로 이 공기 덩어리의 상승 응결 고도는 1000 m 이다.

정답맞이기 > 나. 지표에서 25°C 인 공기 덩어리의 기온과 이슬점 차이가 8°C 이므로 상승 응결 고도를 구하는 식에 의해 상승 응결 고도가 1000 m 임을 알 수 있다. 지표에서부터 1000 m 까지는 이슬점이 100 m 당 0.2°C 씩 낮아지고, 1000 m 이후부터는 이슬점이 100 m 당 0.5°C 씩 낮아진다. 따라서 1500 m 높이에서의 이슬점은 12.5°C 이다.

오답피하기 > 가. 상승 응결 고도는 1000 m 이므로 처음으로 포화에 도달하는 높이는 1000 m 이다.

다. 이 공기 덩어리는 높이 1000 m 에서 포화에 도달한 후 1500 m 까지 계속 상승하고 있으므로 부피는 계속 커지고 있다. 따라서 단위 부피당 수증기의 양은 감소하므로 절대 습도는 감소한다.

03 공기 덩어리의 상승과 구름의 생성

예설 | 단열 상승하는 불포화 상태의 공기 덩어리는 상승 응결 고도에 도달하면 구름이 형성되고, (기온-이슬점) 차이가 클수록 상승 응결 고도는 높다.

정답맞이기 > 가. 지표면에서 온도가 같은 두 공기 덩어리 A와 B는 높이 h_1 까지 건조 단열 변화를 하므로 h_1 에서 A와 B의 온도는 같다.

나. 구름이 생성되는 높이는 공기 덩어리 A가 B보다 낮다. 상승 응결 고도 $H(m)$ 는 $125 \times (\text{기온} - \text{이슬점})$ 이므로 기온과 이슬점의 차가 작을수록 상승 응결 고도는 낮다. 따라서 이슬점은 A가 B보다 높다.

다. 높이 $h_1 \sim h_2$ 사이에서 상승하는 공기 덩어리 A는 포화 상태이므로 습윤 단열 변화를, 공기 덩어리 B는 불포화 상태이므로 건조 단열 변화를 한다. 따라서 단열 감률은 A가 B보다 작다.

04 공기 덩어리의 상승과 이슬점 변화

예설 | 단열 팽창하는 공기 덩어리의 높이에 따른 이슬점 변화를 해석하여 상승 응결 고도, 단열 감률을 파악한다.

정답맞이기 > 가. 지표~높이 500 m 구간에서 이슬점은 1°C 감소하였고, 높이 $500\text{ m} \sim 900\text{ m}$ 구간에서 이슬점은 2°C 감소하였다. 즉, 이슬점이 지표에서 높이 500 m 까지는 100 m 당 0.2°C 씩 낮아졌고, 높이 $500\text{ m} \sim 900\text{ m}$ 까지는 100 m 당 0.5°C 씩 낮아졌다. 따라서 높이 500 m 에서 포화에 도달하였으므로 상승 응결 고도는 500 m 이다.

나. 상승 응결 고도 $H(m)$ 는 $125 \times (\text{기온} - \text{이슬점})$ 이다. 상승 응결 고도가 500 m , 지표에서의 이슬점이 15°C 이므로 지표에서의 기온은 19°C 이다.

다. A 구간에서의 이슬점은 100 m 당 0.5°C 씩 감소하였으므로 이 구간에서는 습윤 단열 변화를 하고 있다.

05 기온의 연직 분포와 기층의 안정도

예설 | 높이에 따른 기온과 이슬점 분포를 해석하여 기층의 안정도를 파악한다.

정답맞이기 > 가. 높이 $0 \sim h_1$ 구간의 기층에서 기온은 높이에 따라 상승하고 있으므로 이 구간은 역전층이 발달해 있다. 따라서 이 구간의 기층은 안정하다.

오답피하기 > 나. 높이 h_1 에서의 기온과 이슬점 차는 지표면에서의 기온과 이슬점 차보다 크다. 따라서 상대 습도는 지표면에서의 기층이 높이 h_1 의 기층보다 높다.

다. 높이 $0 \sim h_1$ 구간의 기층은 안정한 역전층이므로 굴뚝 상단이 높이 h_1 에 있다면 연기는 h_1 고도보다 높은 곳으로 퍼질 것이다.

06 공기 덩어리의 상승과 구름의 높이

예설 | 주변 공기의 기온 분포와 단열 상승하는 공기 덩어리의 단열 변화를 해석하고 주변 공기의 안정도를 파악한다.

정답맞이기 > 가. 기온이 20°C 인 공기 덩어리가 건조 단열 변화를 하다가 h_1 높이에서 습윤 단열 변화를 한다. 이는 h_1 높이에서 포화에 도달한 것임을 알 수 있다. 지표에서 공기 덩어리의 기온은 20°C , 이슬점은 12°C 이므로 상승 응결 고도(h_1)는 1 km 이다.

다. 높이 $h_2 \sim h_3$ 구간의 주변 공기층은 기온이 높이에 따라 상승하므로 안정하다.

오답피하기 > 나. 상승하는 공기 덩어리의 온도가 주변 공기의 온도보다 높은 구간인 $0 \sim h_2$ 구간에서는 공기 덩어리가 자발적으로 상승한다. 이때 상승하는 공기 덩어리의 온도가 h_1 높이를 기점으로 건조 단열 감률에서 습윤 단열 감률로 바뀌므로 구름은 $h_1 \sim h_2$ 구간에 발달한다. 한편 높이 h_2 에서의 공기 덩어리 온도가 7°C 이므로 h_1 으로부터 600 m 상승한 지점이다. 따라서 구름의 두께는 0.6 km 이다.

07 산을 넘을 때의 공기 덩어리의 기온 변화

예설 | 공기 덩어리가 산을 넘을 때의 단열 감률을 이용하여 기온, 이슬점, 상대 습도 변화를 파악한다.

정답맞이기 > 다. A 지점과 D 지점에서 공기 덩어리의 온도가 같으므로 공기 덩어리가 산을 넘어 이동하는 동안 공기 덩어리는 포화 상태에 도달하지 못하여 구름을 형성하지 못하였고, 강수가 일어나지 않았다. 따라서 산을 타고 올라갈 때(A → B → C) 기온은 100 m 당 1°C 씩 낮아지므로 C 지점에서의 기온은 10°C 이다.

오답피하기 > 가. 공기 덩어리가 높이 2000 m 의 산을 넘기 전과 후 기온의 변화가 없었으므로 이슬점 변화도 없었다. 따라서 A 지점과 D 지점에서의 이슬점은 같다.

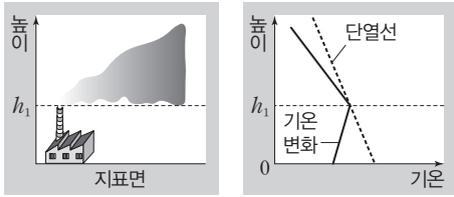
나. 공기 덩어리가 산을 넘기 전 포화에 도달한 적이 없었으므로 상대 습도는 B~C 구간에서 계속 증가한다.

08 기층의 안정도와 연기의 확산

예설 | 맑은 날 새벽에는 지표면의 복사 냉각으로 안정한 기층인 역전층이 잘 형성되며 기층이 안정할 때에는 대기의 연직 운동이 억제되므로 연기가 잘 퍼지지 못한다.

정답맞이기 > 가, 나. 굴뚝의 높이 h_1 에서 나온 연기가 지표면으로 퍼져 나가지 않음을 통해 지표면~ h_1 구간의 기층은 안정한 상태임을 알 수 있다. 따라서 이 구간은 역전층이 발달해 있음을 알 수 있다.

오답피하기 > 다. 높이 h_1 이상에서는 연기가 위로 퍼져 나가므로 기층이 불안정하다. 따라서 높이 h_1 이상에서는 기온 감률이 단열 감률보다 크다.



정답맞이기 > ㄱ. 지표에서 불포화 상태의 공기 덩어리의 기온과 이슬점 차이가 8°C 이면 상승 응결 고도(H)는 $125 \times (\text{기온} - \text{이슬점})$ 에 의해 1000 m 이다. 1000 m 에서 공기 덩어리의 이슬점과 기온이 18°C 이므로 이보다 1000 m 아래에 있는 A 지점에서의 기온은 건조 단열 감률($1^\circ\text{C}/100\text{ m}$)에 의해 28°C 가 된다.

오답피하기 > ㄴ. 상승 응결 고도가 1000 m 이므로 상승 응결 고도에서 B 지점까지는 기온과 이슬점 모두 100 m 당 0.5°C 씩 공기 덩어리의 기온이 감소한다. B 지점에서의 기온과 이슬점은 13°C 로 같다. B 지점에서부터 1000 m 아래로 내려오다가 평탄한 지면까지 이르면 공기 덩어리의 기온은 건조 단열 감률($1^\circ\text{C}/100\text{ m}$)에 의해, 이슬점은 이슬점 감률($0.2^\circ\text{C}/100\text{ m}$)에 의해 상승하여 이 지점에서의 기온은 23°C , 이슬점은 15°C 가 된다. 다시 800 m 인 산을 타고 올라가면 공기 덩어리의 기온은 15°C , 이슬점은 13.4°C 가 된다. 따라서 B 지점에서는 기온과 이슬점이 같은 포화 상태이고, C 지점은 불포화 상태이기 때문에 상대 습도는 B 지점이 C 지점보다 높다.

ㄷ. A 지점의 이슬점은 20°C , B 지점의 이슬점은 13°C , C 지점의 이슬점은 13.4°C , D 지점의 이슬점은 15.4°C 이다. 따라서 이슬점이 가장 낮은 곳은 B 지점이다.

테마별 수능 심화문제

본문 052~053쪽

- 09 ② 10 ⑤ 11 ① 12 ④

09 공기 덩어리의 단열 상승

예설 | 불포화 상태의 공기 덩어리 (가)는 높이에 따라 기온이 $1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ 씩 감소하고, 포화 상태의 공기 덩어리 (나)는 높이에 따라 기온이 $0.5^\circ\text{C}/100\text{ m}$ 씩 감소한다.

정답맞이기 > 다. 불포화 상태의 공기 덩어리 (가)는 높이 500 m 에서의 이슬점이 5°C 이므로 지표에서의 이슬점은 이슬점 감률($0.2^\circ\text{C}/100\text{ m}$)에 의해 6°C 가 된다. 한편, 포화 상태의 공기 덩어리 (나)는 지표에서의 기온 10°C 와 이슬점이 같다. 따라서 이슬점은 (가)가 (나)보다 낮다.

오답피하기 > ㄱ. (가)의 공기 덩어리는 높이 올라갈수록 $1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ 씩 온도가 감소하므로 불포화 상태의 공기 덩어리가 상승하는 모습을 알 수 있다.

ㄴ. (가)의 공기 덩어리는 500 m 에서 기온 5°C , 이슬점 5°C 이므로 포화 상태임을 알 수 있다. 한편, (나)의 공기 덩어리는 포화 상태의 공기 덩어리가 상승할 때의 모습이므로 500 m 에서 기온 7.5°C , 이슬점 7.5°C 이다. 따라서 500 m 에서 (가)와 (나)의 공기 덩어리의 상대 습도는 100% 로 같다.

10 기온의 역전층과 구름의 높이

예설 | 불포화 상태의 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되었을 때 주변 공기의 기온 분포에 따라 구름의 두께가 달라진다.

정답맞이기 > ㄱ. 상승 응결 고도 ④ km에서 구름이 생성된다. 높이 ③~② 구간은 주변 기온보다 상승하는 공기의 기온이 높기 때문에 구름의 두께는 (③-②) km이다.

ㄴ. 높이 ③~④ 구간은 높이에 따라 기온이 상승하는 구간으로 역전층이 존재한다.

ㄷ. 높이 ③~④ 구간에서 기온 감률은 건조 단열 감률보다는 작고, 습윤 단열 감률보다는 크다. 따라서 조건에 따라 안정도가 달라지므로 조건부 불안정이다.

11 핀 현상

예설 | 불포화 상태의 공기 덩어리가 산을 타고 넘어가면서 포화 상태에 도달하여 응결이 일어나 비가 되어 내린 후 산을 타고 내려오면 산을 넘기 전과 후에 공기 덩어리의 기온과 이슬점이 변한다.

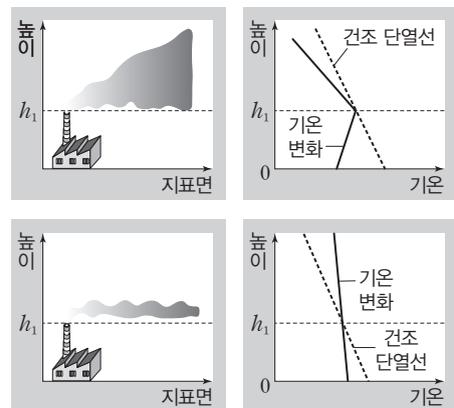
12 기층의 안정도와 연기의 확산

예설 | 안정한 기층에서 연기는 수평으로 넓게 퍼져 나가고, 불안정한 기층에서 연기는 연직 운동이 활발하여 상하로 퍼져 나간다.

정답맞이기 > ④ (가)는 굴뚝 높이 h_1 보다 높은 층에 역전층이 형성되어 있다. 이때 연기는 역전층이 시작되는 지점에서 넓게 수평으로 퍼져나가고 굴뚝 높이 h_1 아래로 퍼져 나간다. (나)는 굴뚝 높이 h_1 보다 높은 층과 낮은 층에 역전층이 각각 형성되어 있다. 이때 연기는 역전층이 시작되는 지점에서 넓게 수평으로 퍼져 나가므로 굴뚝 높이 h_1 위와 아래에서 넓게 수평으로 퍼져 나간다. 따라서 (가)는 D, (나)는 B와 짝 지을 수 있다.

포인트 짚어보기

기층의 안정도와 연기의 확산



09

대기의 운동

※ 답은 골 문제로 유형 익히기 ※

본문 055쪽

정답 ⑤

예설 | 마찰력이 작용하지 않는 자유 대기에서 등압선이 원형(가)이면 경도풍, 등압선이 직선(나)이면 지균풍이 등압선과 나란하게 분다.

정답맞이기 > 가. 기압 경도력은 기압이 높은 지점에서 낮은 지점으로 작용한다. 따라서 ㉠의 기압은 800 hPa보다 작고, ㉡의 기압은 800 hPa보다 크다.

나. (가) 지역은 저기압에서의 경도풍으로 시계 방향으로 바람이 분다. 따라서 (가) 지역은 남반구에 위치한다. (나) 지역은 지균풍으로 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 지균풍이 분다. 따라서 (나) 지역도 남반구에 위치한다.

다. P에 작용하는 전향력의 크기는 P에 작용하는 |기압 경도력| - |구심력|이고, Q에 작용하는 전향력의 크기는 Q에 작용하는 기압 경도력의 크기와 같다. 따라서 P에 작용하는 전향력이 Q에 작용하는 전향력보다 작고, 두 지점에 작용하는 기압 경도력의 크기가 같으므로 풍속은 P가 Q보다 작다.

테마별 수능 필수유제

본문 056~057쪽

- 01 ①
- 02 ②
- 03 ③
- 04 ③
- 05 ①
- 06 ③
- 07 ③
- 08 ②

01 정역학 평형

예설 | 연직 방향으로 정역학 평형 상태에 있는 공기는 연직 방향의 기압 차에 의한 힘과 중력이 평형을 이룬다.

정답맞이기 > 가. 지표면에서 상층으로 갈수록 기압이 낮아지므로 A 지점의 기압은 B 지점의 기압보다 높다.

오답맞이기 > 나. 연직 방향으로 정역학 평형 상태에 있으므로 공기는 연직 방향으로 이동하지 않는다.

다. 공기의 밀도는 상층으로 갈수록 작아지고 $\Delta P = -\rho g \Delta Z$ 이다. ΔP 는 기압 차, ρ 는 공기의 평균 밀도, g 는 중력 가속도, ΔZ 는 높이 차이이다. 따라서 A와 B 지점에서 동일한 높이 차(ΔZ) 만큼 상층으로 올라갔을 때의 기압 차(ΔP)는 B 지점에서 올라간 경우가 A 지점에서 올라간 경우보다 작다.

02 기압의 측정

예설 | 기압(P)은 단위 면적당 작용하는 공기 기둥의 무게로 $P = \rho gh$ (ρ : 공기 기둥의 평균 밀도, g : 중력 가속도, h : 공기 기둥의 높이)이다.

정답맞이기 > 다. 기압이 일정할 때 밀도를 2배 증가시키면 액체 기둥의 높이는 $\frac{1}{2}h$ 가 된다.

오답맞이기 > 가. 시험관의 단면적과 수는 기둥의 높이와는 관계가 없다.

나. 기압이 일정할 때 중력 가속도가 2배이면 수은 기둥의 높이는 $\frac{1}{2}h$ 가 된다.

03 지균풍

예설 | 지균풍은 마찰이 없는 상층에서 등압선이 직선일 때 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 등압선과 나란하게 부는 바람이다.

정답맞이기 > 가. 기압 경도력에 대해 오른쪽 직각 방향으로 지균풍이 부는 지역은 북반구이다.

나. Q 지점은 P 지점보다 전향력이 크고, 풍속이 크다.

오답맞이기 > 다. 기압 경도력은 $\frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{\Delta H}$ 이다. P 지점과 Q 지점의 공기 밀도, 등압선 사이의 거리, 기압 차가 같으므로 기압 경도력은 P 지점과 Q 지점이 같다.

04 등압선이 직선일 때의 지상풍

예설 | 등압선이 직선일 때 지상풍은 기압 경도력이 전향력과 마찰력의 합력과 평형을 이룰 때 부는 바람이다.

정답맞이기 > 가. A는 기압 경도력, B는 전향력, C는 마찰력이다. B는 $A \times \cos 30^\circ$, C는 $A \times \sin 30^\circ$ 이므로 B는 C보다 $\sqrt{3}$ 배 크다.

나. 마찰력(C)이 감소하면 전향력(B)은 증가한다.

오답맞이기 > 다. A는 기압 경도력이므로 마찰력(C)과 관계없다.

05 경도풍

예설 | 경도풍은 마찰이 없는 상층에서 등압선이 원형이나 곡선일 때 부는 바람으로 북반구의 고기압에서는 시계 방향으로 등압선과 나란하게 바람이 불고, 저기압에서는 시계 반대 방향으로 등압선과 나란하게 바람이 분다.

정답맞이기 > 가. (가)는 저기압에서의 경도풍이고, (나)는 고기압에서의 경도풍이다. 따라서 (가)에서 A의 기압은 B의 기압보다 높다.

오답맞이기 > 나. (가)와 (나)는 마찰이 없는 상층에서 부는 경도풍으로 (가)의 전향력은 (기압 경도력 - 원심력)과 같고, (나)의 전향력은 (기압 경도력 + 원심력)과 같다. 따라서 풍속은 (나)가 (가)보다 크다.

다. (가)는 중심부가 저기압, (나)는 중심부가 고기압이다.

06 위도와 풍속에 따른 전향력

예설 | 전향력($C = 2v\omega \sin \phi$)은 고위도로 갈수록 커지고, 풍속이 클수록(물체의 운동 속도가 클수록) 크다.

정답맞이기 > 가. 그래프에서 풍속 A m/s, B m/s 각각에 대해 고위도로 갈수록 전향력이 증가함을 알 수 있다.

나. 동일한 위도에서 전향력은 풍속이 클수록 증가하므로 A의 풍속이 B의 풍속보다 크다.

오답맞이기 > 다. 기압 경도력이 같을 때 지균풍의 풍속은 $\sin \phi$ 에 반비례한다. 따라서 기압 경도력이 같을 때 위도 60° 에서의 지균풍의 풍속은 위도 30° 일 때의 약 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 배이다.

07 북반구와 남반구에서의 지균풍

예설 | 지균풍은 마찰이 없는 상층에서 등압선이 직선일 때 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 등압선과 나란하게 부는 바람이다. 북

반구에서는 기압 경도력에 대해 오른쪽 직각 방향, 남반구에서는 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 지균풍이 분다.

정답맞이기 > ㄱ. 남반구에서의 지균풍은 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 분다. 따라서 (가)의 지역은 남반구이다.

ㄷ. 기압 경도력이 (나)가 (가)보다 크므로 지균풍의 풍속은 (나)가 (가)보다 크다.

오답피하기 > ㄴ. 기압 경도력은 (나)가 (가)보다 크므로 힘 B(기압 경도력)가 힘 A(기압 경도력)보다 크다.

08 고도에 따른 지상풍

예설 | 등압선이 직선일 때 지상풍은 기압 경도력이 전향력과 마찰력의 합력과 평형을 이룰 때 부는 바람이다. 동일한 지점에서 고도가 높아질수록 마찰력과 경각은 감소한다.

정답맞이기 > ㄷ. 지상풍의 경우 동일한 지점에서 고도가 높아질수록 마찰력이 감소하고 전향력이 커지므로 θ (경각)는 감소한다. 따라서 θ_1 이 θ_2 보다 크다.

오답피하기 > ㄱ. 기압 경도력은 기압 차이와 등압선 사이의 거리가 같을 경우 공기의 밀도에 반비례한다. 따라서 상층으로 갈수록 공기의 밀도가 작아지므로 기압 경도력은 B가 A보다 크다.

ㄴ. 상층으로 갈수록 마찰력이 작아지고, 전향력이 커지므로 풍속은 (나)가 (가)보다 크다.

10 남반구에서의 지균풍

예설 | 지균풍은 마찰이 없는 상층에서 등압선이 직선일 때 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 등압선과 나란하게 부는 바람이다. 북반구에서는 기압 경도력에 대해 오른쪽 직각 방향, 남반구에서는 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 지균풍이 분다.

정답맞이기 > ㄱ. 힘 A는 기압 경도력, 힘 B는 전향력이다.

ㄴ. 남반구에서의 지균풍은 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 분다. 따라서 풍향은 동풍이다.

ㄷ. 동일한 기압 차, 동일한 고도이고 공기의 밀도가 같을 때 지균풍의 풍속은 등압선 사이의 거리에 반비례한다. 따라서 지균풍의 풍속은 Q가 P보다 크다.

11 남반구에서의 지상풍

예설 | 등압선이 직선일 때 지상풍은 기압 경도력이 전향력과 마찰력의 합력과 평형을 이룬다. 동일한 지점에서 고도가 높아질수록 마찰력이 감소하여 마찰을 받지 않는 상층에서는 등압선과 나란하게 부는 지균풍이 된다.

정답맞이기 > ㄱ. 기압 경도력에 대해 왼쪽 방향으로 바람이 불고 있으므로 남반구이다.

ㄴ. ㉠은 ㉡보다 풍속이 세고 경각이 작으므로 고도는 ㉠이 ㉡보다 높다.

ㄷ. ㉠은 ㉡보다 경각이 작아 고도가 높은 곳에서 부는 바람으로, 전향력과 기압 경도력이 평형을 이루어 기압 경도력에 대해 왼쪽 직각 방향으로 바람이 불고 있다. ㉠은 마찰력이 없는 지균풍으로 ㉡보다 전향력이 크고 풍속이 크다.

12 500 hPa 등압면에서의 바람

예설 | 지균풍은 마찰이 없는 상층에서 등압선이 직선일 때 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 등압선과 나란하게 부는 바람이다.

정답맞이기 > ㄱ. A와 B는 500 hPa 등압면 상에 있으므로 두 지점의 기압은 같다.

ㄷ. B 지점에서 기압 경도력은 북쪽 방향, 전향력은 남쪽 방향이다. 따라서 지균풍의 풍향은 서풍이다.

오답피하기 > ㄴ. A 지점에서 전향력은 남쪽 방향(㉢)이다.

테마별 수능 심화문제

분문 058~059쪽

09 ①

10 ⑤

11 ⑤

12 ③

09 정역학 평형과 공기의 무게

예설 | 공기의 정역학 평형은 연직으로 작용하는 기압 경도력과 중력이 평형을 이루어 연직 방향으로 공기가 이동하지 않는 상태를 의미한다.

정답맞이기 > ㄱ. 정역학 방정식은 $\Delta P = -\rho g \Delta z$ 이다. (가)에서 기압 차는 20 hPa이므로 $\rho g s = 20 \text{ hPa}$ 이다. (가)와 (나)는 중력 가속도와 밀도가 같으므로 (나)에서 기압 차는 $\rho g \frac{1}{2}s = 20 \times \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 (나)의 X는 1010 hPa이다.

오답피하기 > ㄴ. (가)와 (나)의 공기 덩어리는 정역학 평형 상태이므로 연직 기압 경도력과 중력이 평형을 이루는 상태이다. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$

로 (가)의 밀도는 $\frac{(\text{가}) \text{ 공기의 질량}}{shz}$, (나)의 밀도는 $\frac{(\text{나}) \text{ 공기의 질량}}{\frac{1}{2}s \times 2hz}$

이다. (가)와 (나)는 밀도가 같으므로 (가), (나)의 공기 덩어리의 질량은 같다. 따라서 (가)와 (나)의 중력 가속도도 일정하므로 연직 기압 경도력도 같다.

ㄷ. (가)의 공기 덩어리 무게는 $20 \text{ hPa} \times hz$, (나)의 공기 덩어리 무게는 $10 \text{ hPa} \times 2hz$ 이므로 서로 같다.

THEME
10

대기의 순환

* **답은 끝 문제로 유형 익히기** *

본문 062쪽

정답 ①

예설 | 상층 일기도에서는 등압선 대신 등압면의 등고선을 기입한다.

정답맞이기 > ㄱ. 500 hPa 등압면의 고도는 저위도로 갈수록 높아지고, 기압 경도력은 500 hPa 등압면의 고도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 작용한다. 따라서 A 지점에서 작용하는 기압 경도력은 북쪽 방향으로 작용한다.

오답짜이기 > ㄴ. 기압골의 서쪽에서는 상층 공기의 수렴에 의하여 하강 기류가 우세하므로 지상에는 고기압이 발달한다. 따라서 B 지점은 기압골의 서쪽에 위치하므로 B 지점의 지상에는 고기압이 발달한다.
ㄷ. 상층에서는 마찰력이 작용하지 않으므로 바람은 등압선과 나란하게 분다. 따라서 A 지점에서는 서풍 계열의 바람이 불고, C 지점에서는 남풍 계열의 바람이 분다.

테마별 수능 필수유제

본문 063~064쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤
06 ⑤ 07 ④ 08 ⑤

01 지구의 복사 평형

예설 | 실선은 지구가 방출하는 지구 복사 에너지, 점선(B)은 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지이다. 두 복사 에너지의 상대적 양에 따라 에너지 과잉과 에너지 부족 현상이 일어난다.

정답맞이기 > ㄱ. A 영역은 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지보다 지구가 방출하는 지구 복사 에너지가 많으므로 에너지 부족을 나타낸다.
ㄴ. B는 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지이다.

오답짜이기 > ㄷ. ㉠의 지역은 태양 복사 에너지 흡수량과 지구 복사 에너지 방출량이 같아서 복사 평형이 이루어지는 지역이다. 이 지역은 고위도로의 열에너지 수송량이 최대인 곳이다.

02 지구의 열수지

예설 | 지구는 흡수하는 태양 복사 에너지의 양과 방출하는 지구 복사 에너지의 양이 같은 복사 평형 상태이다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 25, B는 4, C는 133이므로 (A+B+C)는 162이다.

ㄴ. 화석연료 사용량이 증가하면 대기 중으로 방출되는 온실 기체의 양이 증가한다. 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 대기에 흡수되는 지구 복사 에너지의 양도 증가하므로 (C-B)의 값은 증가한다.

ㄷ. 대기에 흡수되는 총 에너지는 태양 복사 에너지(A) 25, 지표에서 방출되는 에너지 129이므로 154이다. 한편, 지표면에 흡수되는 총 에너지는 태양 복사 에너지 45, 대기로부터 방출되어 흡수되는 에너지 88이므로 총 에너지는 133이다. 따라서 대기에 흡수되는 총 에너지가 지표면에 흡수되는 총 에너지보다 많다.

03 대기 순환의 규모

예설 | 대기 순환은 시간 규모와 공간 규모(수평 규모)에 따라 미규모, 중간 규모, 종관 규모, 지구 규모로 구분한다.

정답맞이기 > ㄱ. 고기압과 저기압은 종관 규모(B)에 해당한다.

ㄴ. 뇌우는 중간 규모(A)에 해당한다.

ㄷ. C에 해당하는 대기 순환에는 대기 대순환, 편서풍 파동, 계절풍 등이 있고, A에 해당하는 대기 순환에는 해륙풍, 산곡풍, 뇌우 등이 있다. C에 해당하는 대기 순환은 A보다 전향력의 영향을 크게 받는다.

04 해륙풍

예설 | 낮에 육지는 바다보다 빨리 가열된다. 따라서 지표 근처 동일 고도에서의 기압은 바다가 육지보다 크므로 바다에서 육지로 해풍이 분다. 밤에 육지는 바다보다 빨리 냉각된다. 따라서 지표 근처 동일 고도에서의 기압은 육지가 바다보다 크므로 육지에서 바다로 육풍이 분다.

정답맞이기 > ㄴ. (나)에서 지표 근처 동일 고도에서의 기압은 육지가 바다보다 크므로 육지에서 바다로 육풍이 불 때의 등압선 분포이므로 (가)에서 B일 때이다.

ㄷ. 해륙풍은 육지와 바다의 비열 차에 의해 발생한다.

오답짜이기 > ㄱ. 해륙풍의 평균 풍속은 지면 마찰의 영향이 적고, 육지와 바다 사이의 온도 차이에 의한 기압 차이가 더 큰 해풍이 육풍보다 크다. 따라서 A는 해풍, B는 육풍일 때이다.

05 대기 대순환

예설 | 대기 대순환은 위도에 따른 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지 차이, 지구 자전에 의한 전향력에 의해 발생한다. 열적인 원인에 의해 직접 순환인 극 순환(A)과 해들리 순환(C)이 나타나고, 역학적 원인에 의해 간접 순환인 페렐 순환(B)이 나타난다.

정답맞이기 > ㄴ. (나)는 대기 대순환에 의해 남서풍의 출현 빈도가 크다. 따라서 서풍 계열의 바람이므로 B의 지표 부근에서 부는 바람이다.

ㄷ. B와 C의 경계는 위도 30° 부근으로 이 경계의 상층에는 아열대 제트류가 발달한다.

오답짜이기 > ㄱ. A는 극 순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다. A와 B의 경계에서는 성질이 다른 두 공기 덩어리가 만나는 곳으로 한대 전선대가 발달한다. B와 C의 경계에서는 중위도 고압대가 발달한다.

06 편서풍 파동

예설 | 편서풍 파동은 남북 간의 기온 차이와 지구 자전에 의한 전향력에 의해 발생한다. 편서풍 파동에 의해 지상에는 이동성 고기압과 온대 저기압이 발달한다.

정답맞이기 > ㄱ. ㄴ. 북반구 상공에서 P 지점은 기압 마루, Q 지점은 기압골에 해당한다. 기압 마루의 동쪽에 위치한 A 지점에서는 공기의 수렴이, 기압골의 동쪽에 위치한 B 지점에서는 공기의 발산이 일어난다. 따라서 A 지점의 지상에는 하강 기류에 의한 고기압이, B 지점의 지상에는 상승 기류에 의한 저기압이 발달한다.

ㄷ. P 지점은 고기압성 경도풍이, Q 지점에서는 저기압성 경도풍이 분다. 따라서 풍속은 P 지점이 Q 지점보다 크다.

07 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지

예설 | 지구에 입사되는 태양 복사 에너지는 대기에 의한 흡수, 지표 및 구름 등에 의한 반사 등으로 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지는 대기권 밖의 태양 복사 에너지보다 작다.

정답맞히기 > ㄱ. A는 지구 대기권 밖에서의 태양 복사 에너지를, B는 지표면에서의 태양 복사 에너지를 나타낸다.

ㄷ. 대기에 의한 반사율이 커지면 우주 공간으로 반사되어 나가는 태양 복사 에너지양이 많아지므로 지표에 도달하는 태양 복사 에너지양은 감소한다. 따라서 A와 B의 차이인 ㉠은 커진다.

오답짜이기 > ㄴ. ㉠은 자외선, ㉡은 적외선 영역이다. 따라서 ㉠은 주로 성층권에서, ㉡은 주로 대류권에서 흡수된다.

08 고기압과 저기압

예설 | 동일한 고도에서 기압 차이가 발생하면 기압이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 바람이 분다.

정답맞히기 > ㄴ. 등압선 간격은 중심부보다 주변부가 조밀하므로 기온은 중심부가 주변부보다 높다.

ㄷ. 등압선 간격이 A 지점보다 B 지점이 조밀하므로 높이에 따른 기압 감소율은 B가 A보다 크다.

오답짜이기 > ㄱ. A 지점이 B 지점보다 기압이 낮다. 따라서 바람은 B 지점에서 A 지점 쪽으로 분다.

테마별 수능 심화문제				
분문 065~067쪽				
09 ⑤	10 ④	11 ④	12 ⑤	13 ①
14 ③				

09 복사 에너지

예설 | 지구 대기권 밖에서 태양 빛에 수직인 1 cm²의 면적이 1분 동안 받는 태양 복사 에너지양을 태양 상수라고 한다. 지구 전체가 1분 동안 받는 태양 복사 에너지양은 (지구의 단면적×태양 상수)이다. 지구의 1 cm²의 면적이 1분 동안 받는 평균 태양 복사 에너지양은 $(\frac{1}{4} \times \text{태양 상수})$ 이다.

정답맞히기 > ㄱ. (가)의 지구에서 지구 전체가 1분 동안 받는 태양 복사 에너지양은 (지구의 단면적×태양 상수), 즉 $\pi R^2 I$ 이다.

ㄴ. (나)에서 1 cm²의 면적에 1분 동안 입사되는 평균 태양 복사 에너지양은 $(\frac{1}{4} \times \text{태양 상수})$ 즉, $\frac{1}{4} \times I$ 이다. 따라서 반사율 A에 의해 우주 공간으로 반사되어 나가는 에너지(㉠)는 $\frac{1}{4} I A$ 이다.

ㄷ. 복사 평형 상태이므로 지표가 흡수하는 에너지양은 방출하는 에너지양과 같다. (나)에서 지표면이 반사율 A에 의하여 1 cm²의 면적에 1분 동안 받는 평균 흡수 에너지양은 $\frac{1}{4} \times I(1-A)$ 이므로 지표면이 1 cm²의 면적에서 1분 동안 방출하는 평균 에너지양(㉡)은 $\frac{1}{4} I(1-A)$ 이다.

10 대기 대순환과 제트류

예설 | 대기 대순환은 위도에 따른 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지의 차이와 지구 자전에 의해 일어나며, 직접 순환인 극 순환(A)과 해들리 순환(C), 간접 순환인 페렐 순환(B)으로 이루어져 있다. 위도 60° 부근에는 한대 전선 제트류, 위도 30° 부근에는 아열대 제트류가 발달한다.

정답맞히기 > ㄱ. ㉠은 위도 60° 부근으로 한대 전선 제트류, ㉡은 위도 30° 부근으로 아열대 제트류가 발달한다.

ㄷ. 극 순환(A)과 해들리 순환(C)은 열적인 원인에 의한 직접 순환이다.

오답짜이기 > ㄴ. ㉡은 위도 60° 부근으로 한대 전선대가 발달하는 저기압대이다.

11 등압면과 편서풍 파동

예설 | 북극의 상공에서 내려다본 500 hPa 등압면 등고선 분포를 통해 상층의 바람은 북극을 중심으로 시계 반대 방향으로 파동을 형성하면서 불게 된다.

정답맞히기 > ㄴ. 상층의 바람은 북극을 중심으로 시계 반대 방향으로 파동을 형성하면서 분다.

ㄷ. B는 기압골의 서쪽으로 공기의 수렴이 일어나는 곳이므로 지상에는 하강 기류가 발달하고, C는 기압골의 동쪽으로 공기의 발산이 일어나는 곳이므로 지상에는 상승 기류가 발달한다.

오답짜이기 > ㄱ. A는 주변보다 기압이 낮으므로 저기압이 발달한다.

12 편동풍 파동

예설 | 편동풍 파동은 저위도 지방의 편동풍대에서 형성된 파동이다.

정답맞히기 > ㄴ. B는 편동풍 파동에서 기압골의 서쪽에 해당하므로 하층에는 공기의 발산이 일어난다.

ㄷ. C는 편동풍 파동에서 기압골의 동쪽에 해당하므로 하층에는 공기의 수렴이 일어나 상승 기류가 발달하고 지상에는 날씨가 흐리다.

오답짜이기 > ㄱ. A는 기압 마루에 해당한다.

13 남반구의 편서풍 파동

예설 | 남반구에서 편서풍 파동은 북반구의 편서풍 파동과 대칭적인 형태를 보인다.

정답맞히기 > ㄱ. A는 남반구에서 시계 반대 방향의 경도풍으로 고기압성 경도풍이 분다.

오답짜이기 > ㄴ. B 지점은 기압골의 동쪽으로 공기의 발산이 일어난다.

ㄷ. C는 기압골에 해당한다.

14 계절에 따른 제트류 중심 위치

예설 | 지표 부근의 바람은 적도에서는 동풍, 중위도에서는 서풍이 우세하고, 위도 30° 부근의 아열대 제트류의 중심은 여름철에 북상한다.

정답맞히기 > ㄱ. 겨울철 적도 지역의 지표 부근에서는 동풍(-)이 우세하게 분다.

ㄷ. (가)와 (나)를 비교하면 제트류는 여름철보다 겨울철에 풍속이 더 세다.

오답짜이기 > ㄴ. (나)에서 위도 30°N 부근에 위치하는 제트류의 중심은 여름철일 때 고위도로 북상했다.

11

해수의 성질과 해수를 움직이는 힘

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 070쪽

정답 ③

예설 | 북반구에서는 해수면 위에 바람이 일정하게 불면, 표면 해수는 풍향의 오른쪽 45° 방향으로 이동하고 수심이 깊어질수록 해수의 유속이 느려지면서 오른쪽으로 더 편향된다.

정답맞이기 > **ㄷ**. 북풍이 일정하게 불고 있을 때, 북반구에서 에크만 수송의 방향은 서쪽이다. 따라서 해수의 이동 방향이 서쪽인 깊이 A에서 에크만 수송의 방향과 같다.

오답짜이기 > **ㄱ**. 표면 해수의 이동 방향이 남서 방향이므로 북반구인 이 해역에서는 북풍이 일정하게 불고 있다.

ㄴ. 표면 해수가 남서쪽으로 이동하므로 이 해역의 표면 해수에 작용하는 전향력의 방향은 표면 해수 흐름의 오른쪽 직각 방향인 북서 방향이다.

테마별 수능 필수유제

본문 071~072쪽

01 ③	02 ④	03 ①	04 ③	05 ③
06 ⑤	07 ②	08 ④		

01 해수의 층상 구조

예설 | 해수는 계절에 따라 수온과 염분 분포의 변화가 나타난다. 또한 해수는 깊이에 따른 수온 분포에 따라 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 나누어진다.

정답맞이기 > **ㄱ**. 우리나라의 황해에서는 여름철이 겨울철에 비해 표층 수온이 높고, 표층 염분은 낮다. 표층 수온은 A가 B보다 낮고, 표층 염분은 A가 B보다 높으므로 A는 2월, B는 8월의 관측 자료이다.

ㄴ. 수온 약층은 혼합층 아래에서 깊이에 따라 수온이 급격히 낮아지는 층이다. 수온 약층이 시작되는 깊이는 2월이 약 20 m이고, 8월이 약 10 m이다. 따라서 (가)에서 수온 약층이 시작되는 깊이는 A(2월)가 B(8월)보다 깊다.

오답짜이기 > **ㄷ**. 표층과 수심 50 m 사이의 염분 변화폭은 8월이 약 0.8 psu이고, 2월이 약 0.6 psu이다. 따라서 A(2월)가 B(8월)보다 염분의 변화폭이 작다.

02 해양의 표층 염분 분포

예설 | 표층 염분은 일반적으로 증발량이 많을수록 높아지고, 강수량이 많을수록 낮아진다. 따라서 표층 염분은 (증발량-강수량) 값이 큰 중위도 해역에서 가장 높게 나타난다.

정답맞이기 > **ㄴ**. 그림에서 살펴 보면 표층 염분은 태평양보다 대서양이 대체로 높다.

ㄷ. 태평양에서 표층 염분은 대양의 중심부가 주변부보다 높다.

오답짜이기 > **ㄱ**. 표층 염분은 (증발량-강수량) 값이 작은 적도 부근 해역보다 (증발량-강수량) 값이 큰 중위도 해역에서 높다.

03 해양의 표층 용존 산소량 분포

예설 | 수온이 낮은 고위도 해역으로 갈수록 용존 산소량은 대체로 증가하는 경향을 나타낸다.

정답맞이기 > **ㄱ**. 용존 산소량은 일반적으로 수온이 낮으면 많고, 수온이 높으면 적으므로 수온이 낮은 고위도가 수온이 높은 저위도보다 표층 용존 산소량이 많다. 따라서 대체로 적도를 경계로 위도에 따라 대칭적인 분포가 나타난다.

오답짜이기 > **ㄴ**. 남아메리카 대륙의 서쪽 연안에서는 한류의 영향과 지속적인 바람에 의한 에크만 수송에 의해 용승이 발생하므로 대륙의 동쪽 연안보다 용존 산소량이 많게 나타난다.

ㄷ. 수온이 낮을수록 기체의 용해도가 증가하므로 용존 산소량은 대체로 수온에 반비례한다.

04 해수의 깊이에 따른 수온과 밀도 분포

예설 | 해수의 밀도는 일반적으로 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 커지는 경향을 나타낸다.

정답맞이기 > **ㄱ**. 깊이에 따라 수온은 감소하고, 밀도는 증가하는 경향을 보인다. 따라서 A는 수온, B는 밀도의 분포이다.

ㄷ. 수온의 변화폭은 (가)에서 약 16 °C이고, (나)에서 약 21 °C이다. 그리고 밀도의 변화폭은 (가)에서 약 0.003 g/cm³이고, (나)에서 약 0.007 g/cm³이다. 따라서 수온과 밀도의 변화폭은 (가)가 (나)보다 작다.

오답짜이기 > **ㄴ**. 표층 수온은 (가)와 (나)가 약 25 °C로 거의 동일하다. 하지만 표층 해수의 밀도는 (가)가 (나)보다 크므로 표층 염분은 (가)가 (나)보다 높을 것이다.

05 해수면의 높이 편차

예설 | 해역의 등고선이 조밀할수록 해수면의 경사가 급하며 해수면의 높이가 높을수록 수온 약층이 시작되는 깊이는 깊어진다.

정답맞이기 > **ㄱ**. 그림에서 살펴 보면 해수면의 높이 편차가 A 해역에서는 (+)이고, B 해역에서는 (-)이므로 해수면의 높이는 A 해역이 B 해역보다 높다.

ㄴ. 수온 약층의 경계면은 수온 약층이 시작하는 깊이를 의미한다. 따라서 해수면의 높이가 높아 침강이 일어나는 A 해역이 해수면의 높이가 낮아 용승이 일어나는 B 해역보다 수온 약층의 경계면은 더 깊을 것이다.

오답짜이기 > **ㄷ**. A 해역에는 표층 해수의 수렴이 나타나서 해수면의 높이가 높고, B 해역에는 표층 해수의 발산이 나타나서 해수면의 높이가 낮다.

06 에크만 나선

예설 | 북반구에서 표면 해수는 해수면 위에서 부는 바람의 오른쪽 45° 방향으로 흐르게 되고, 깊이가 깊어질수록 해수의 이동 방향이 시계 방향으로 변하며 유속은 느려진다.

정답맞이기 > **⑤** 바람의 세기가 셀수록 해수면에 미치는 힘의 크기가 커지므로 해수의 이동량이 증가하여 마찰 저항 심도의 깊이도 깊어진다.

오답피하기 ① 이 해역의 표면에 흐르는 해수는 C이므로 이 해역은 북반구에 위치한다.

② 해수가 흐르는 속도는 수심이 깊을수록 느려진다. 따라서 유속은 $C > B > A$ 이다.

③ 해수의 평균적인 이동 방향인 에크만 수송은 북반구에서 표층에 부는 바람의 오른쪽 90° 방향으로 일어나므로 B와 C 사이의 방향이다.

④ 마찰 저항 심도에서 나타나는 해수의 이동 방향은 표면 해수의 이동 방향과 정반대이므로 마찰 저항 심도에서 나타나는 해수의 흐름은 A이다.

07 지형류

예설 | 지형류는 해수면의 경사로 인해 발생한 수압 경도력과 수압 경도력의 반대 방향으로 작용하는 전향력이 평형을 이루며 흐르는 해류이다.

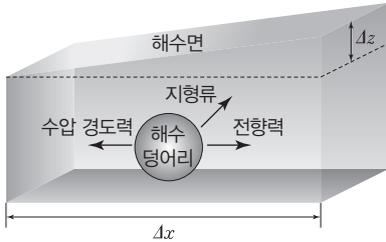
정답맞이기 ㄷ. 단위 질량의 해수가 받는 수압 경도력의 크기는 g (중력 가속도) $\times \frac{\Delta z}{\Delta x}$ (해수면의 경사)이다. 따라서 해수면의 경사가 커질수록 해수를 움직이는 근원적인 힘인 수압 경도력은 커진다.

오답피하기 ㄱ. A는 해수면의 경사가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 작용하는 수압 경도력이고, B는 수압 경도력의 반대 방향으로 작용하는 전향력이다.

ㄴ. 북반구에서 지형류는 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 흐르고, 남반구에서 지형류는 수압 경도력의 왼쪽 직각 방향으로 흐른다. 따라서 남반구에서 지형류의 방향은 ㉠이다.

포인트 짚어보기

지형류에 작용하는 힘과 방향(북반구)



08 연안에서의 에크만 수송

예설 | 북반구에서 북풍이 지속적으로 불고 있는 대륙의 서쪽 연안에서 에크만 수송은 바람이 부는 방향의 오른쪽 직각 방향으로 나타나므로 해수면의 높이는 연안에서 외해 쪽으로 갈수록 높아진다.

정답맞이기 ㄴ. 연안에서 외해 쪽으로 에크만 수송이 나타나면 연안에서는 이를 보충하기 위하여 심층의 차가운 해수의 용승이 나타난다. 따라서 B(외해)에서 C(연안) 쪽으로 갈수록 표층 수온은 대체로 낮아진다.

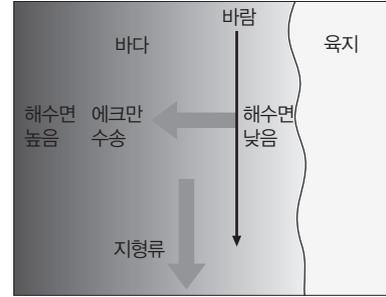
ㄷ. 에크만 수송에 의해 해수면의 경사가 나타나면 지형류가 나타날 수 있다. 북반구에서 지형류는 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 나타난다. 수압 경도력은 해수면이 높은 B 쪽에서 해수면이 낮은 C 쪽으로 작용하므로 지형류는 D 쪽으로 흐르게 된다.

오답피하기 ㄱ. 해수면의 높이가 B 쪽이 C 쪽보다 높으므로 에크만 수

송은 C(연안) 쪽에서 B(외해) 쪽으로 나타난다. 따라서 에크만 수송은 바람의 오른쪽 직각 방향으로 나타나므로 바람은 D 쪽으로 분다고 할 수 있다.

포인트 짚어보기

연안에서 나타나는 에크만 수송과 지형류(북반구)



테마별 수능 심화문제

본문 073~075쪽

- 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ② 12 ① 13 ④
14 ②

09 깊이에 따른 수온 및 염분 분포

예설 | 우리나라의 동해는 겨울철에 혼합층이 두껍게 발달하고, 여름철에 혼합층이 얇게 나타나며 수온 약층은 두껍게 발달한다. 또한, 표층 염분은 강수량이 적은 겨울철이 강수량이 많은 여름철에 비해 높게 나타난다.

정답맞이기 ㄱ. 표층 수온과 표층 염분의 분포로 (가)는 2월, (나)는 8월의 자료임을 알 수 있다. 따라서 평균 기온은 (가) 시기보다 (나) 시기에 높다.

ㄴ. 표층 해수의 증발량은 표층 수온이 높을수록 많아진다. 따라서 (가) 시기보다 (나) 시기에 많다.

ㄷ. 수온 약층은 수온이 높은 시기일수록 뚜렷하게 발달한다. 따라서 표층 수온이 낮은 (가) 시기보다 표층 수온이 높은 (나) 시기에 수온 약층에서의 수온 변화폭은 크다.

10 해수의 밀도 변화

예설 | 해수의 밀도는 일반적으로 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크다. 수온-염분도는 수괴(해수 덩어리)의 성질을 알아보기 위해 나타내는 그래프이고, 밀도는 수온-염분도에서 오른쪽 아래로 내려갈수록 증가한다. A와 E는 북태평양 열대수, B는 수온 약층수, C는 북태평양 중층수, D는 북태평양 심층수, G는 남극 저층수이다.

정답맞이기 ㄱ. (가)에서 B는 A와 C 사이에 위치한다. A에서 C로 진행하면서 염분은 감소하고 있지만 밀도는 계속 증가하고 있으므로 수온이 급격히 내려가는 수온 약층이 존재한다는 것을 알 수 있다. 따라서 B는 수온 약층에 위치한다.

ㄴ. (나)의 F는 수온이 약 5°C이고, 용존 산소량이 최소가 되는 산소 극소층이다. 따라서 F는 (가)의 C와 D 사이에 분포한다.

ㄷ. (나)에서 F와 G 사이에서는 용존 산소량이 증가하고 있다. 이는 고위도에서 기원한 용존 산소량이 풍부한 해수가 심층 순환에 의해 이동하여 나타난 결과이다.

11 지형류 평형

예설 | 지형류는 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류이다.

정답맞이기 ㄴ. $\frac{\Delta h_1}{\Delta x}$ 이 커질수록 해수면의 경사가 증가하여 수압 경도력이 커지므로 해수 표면에서의 지형류 속도는 빨라진다.

오답짜이기 ㄱ. 수압 경도력은 경사가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 작용하고, 그림에서 지형류의 방향이 종이면에서 수직으로 나오는 방향이므로 지형류는 수압 경도력의 왼쪽 직각 방향으로 흐른다. 따라서 이 해역은 남반구에 위치한다.

ㄷ. 최하층에서 수평 방향의 수압 차가 없으므로 $\rho_2 g \Delta h_2 = \rho_1 g \Delta h_1 + \rho_1 g \Delta h_2$ 의 관계가 성립한다. 이를 정리하면 $\Delta h_1 : \Delta h_2 = (\rho_2 - \rho_1) : \rho_1$ 이 되고, 이는 $\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2} = \frac{(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1}$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 ρ_1 이 일정하다면, $(\rho_2 - \rho_1)$ 이 커질수록 $\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2}$ 은 증가한다.

12 밀도 차에 의한 해수의 흐름

예설 | 밀도가 큰 해수가 밀도가 작은 해수를 만나게 되면 밀도가 큰 해수가 밀도가 작은 해수를 밀어 올린다.

정답맞이기 ㄴ. U자관의 오른쪽에는 왼쪽과 염분은 같고 수온이 낮은 소금물 B를 넣었으므로 밀도는 오른쪽이 왼쪽보다 더 크다. 따라서 콧을 천천히 열었을 때 밀도가 큰 오른쪽의 물이 밀도가 작은 왼쪽의 물을 밀어 올리므로 '물의 높이는 U자관의 왼쪽이 오른쪽보다 높다.'는 실험 결과에 해당한다.

오답짜이기 ㄱ. 소금물의 밀도는 일반적으로 수온이 낮고, 염분이 높을수록 커지므로 밀도는 소금물 A가 소금물 B보다 더 작다.

ㄷ. 소금물 B에 소금물 A와 수온은 같고 염분이 낮은 소금물을 사용하면 밀도는 왼쪽 소금물이 오른쪽 소금물보다 더 커지므로 실험 결과는 반대로 나타난다.

13 깊이에 따른 수온 변화와 지형류

예설 | 수온 변화가 나타나면 수온이 높은 곳은 수온이 낮은 곳에 비해 해수가 열팽창하여 해수면의 경사가 나타난다.

정답맞이기 ㄴ. 해수면 아래쪽에서 해류의 유속은 해수면의 경사가 급할수록 빨라지므로 유속은 경사가 급한 A 해역이 경사가 완만한 C 해역보다 빠르다.

ㄷ. 표층 염분이 동일하다면 해수는 수온이 낮을수록 밀도가 커진다. 따라서 표층의 해수 밀도는 표층 수온이 낮은 B 해역이 표층 수온이 높은 C 해역보다 크다.

오답짜이기 ㄱ. A 해역의 서쪽은 동쪽에 비해 해수면의 수온이 높으므로 열팽창하여 해수면의 높이가 더 높게 된다. 따라서 A 해역의 서쪽에서 동쪽으로 해수면의 경사가 나타나고 경사 방향으로 수압 경도력이 작용하면 북반구에서 지형류의 방향은 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 흐른다. 즉, 종이를 뚫고 들어가는 방향이므로 남쪽 방향이 된다.

14 지형류

예설 | 연직 수온 분포를 통해 해수면의 높이를 추정하여 위도에 따른 수압 경도력의 방향과 지형류의 방향을 알 수 있다.

정답맞이기 ㄷ. 수평 방향의 수온 변화가 크면 해수면의 경사는 급하게 되어 수압 경도력이 커져서 해수면을 흐르는 지형류의 유속은 빨라진다. 또한, 해수면의 경사가 급해져서 지형류인 북적도 해류의 유속이 빨라지면 지형류 평형이 유지되기 위해서 해수면의 경사가 급해진 만큼 수온 약층의 경사도 커져야 한다.

오답짜이기 ㄱ. (가)에서 살펴 보면 표층에서 깊이에 따라 수온의 변화가 없는 혼합층의 두께는 5°N 해역이 10°N 해역보다 두껍다.

ㄴ. 5°N 해역의 해수면 높이가 10°N 해역의 해수면 높이보다 높으므로 수압 경도력은 남쪽에서 북쪽으로 작용한다. 따라서 지형류는 서쪽에서 동쪽으로 흐르게 된다. 적도 아래에도 서쪽에서 동쪽으로 작용하는 해류(적도 잠류)가 나타난다.

THEME
12

심층 순환과 해파, 조석

*** 낮은 골 문제로 유형 익히기 *** 본문 077쪽

정답 ①

예설 | 심해파는 수심이 파장의 $\frac{1}{2}$ 보다 깊은 곳에서 진행되는 해파이다.

정답맞이기 > ㄱ. 심해파의 전파 속도는 파장의 제곱근에 비례하므로 파장이 길수록 빠르다.

오답피하기 > ㄴ. 심해파는 수심이 깊어서 해저면의 영향을 받지 않으므로 물 입자는 원운동을 한다.

ㄷ. 수심이 200 m인 해역에서 표층의 물 입자가 원운동을 하면 심해파의 성질을 가지므로 해파의 파장은 400 m보다 짧다. 그림에서 파장이 400 m보다 짧은 심해파의 전파 속도는 25 m/s보다 작다.

테마별 수능 필수유제 본문 078~079쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ③ | 03 ① | 04 ⑤ | 05 ④ |
| 06 ⑤ | 07 ③ | 08 ① | | |

01 전 세계 해양의 해수 순환

예설 | 심층 순환(열염 순환)은 수온과 염분의 변화에 따른 해수의 밀도 차이에 의해 일어나는 순환이다.

정답맞이기 > ㄱ. A 해역에서는 멕시코 만류에 의해 수송된 표층 해류가 북극 지방의 차가운 해수와 만나서 해수의 밀도가 커져서 침강한다.

ㄴ. A 해역에서는 해수의 침강이 일어나고, B 해역에서는 해수의 상승이 일어난다. 해수의 평균 밀도는 고위도에 위치한 A 해역이 저위도에 위치한 B 해역보다 크다.

ㄷ. 해수의 심층 순환은 표층 순환과 연결되어 있어서 해수의 순환을 통해 저위도 지방의 열에너지를 고위도 지방으로 수송하여 지구의 열수지 균형을 유지하는 데 큰 역할을 한다.

02 해파의 전파 속도

예설 | 심해파는 해저 지형의 마찰을 받지 않으므로 물 입자는 원운동을 하고, 전파 속도는 파장의 제곱근에 비례한다. 천해파는 해저 지형의 영향을 받으므로 물 입자는 타원 운동을 하고, 전파 속도는 수심의 제곱근에 비례한다.

정답맞이기 > ㄱ. A 구간에는 물 입자가 원운동을 하고 있으므로 심해파가 존재하는 구간이다. 따라서 수심이 파장의 $\frac{1}{2}$ 배보다 깊은 영역이 존재한다.

ㄴ. B 구간에서 C 구간으로 진행할수록 수심이 얕아지므로 천해파의 전파 속도는 느리고 파고는 대체로 높아진다.

오답피하기 > ㄷ. 천해파의 전파 속도는 수심이 깊을수록 빠르다. 따라서

C 구간에서 해파의 속도는 해안가로 다가올수록 수심이 얕아지므로 느려진다.

03 심해파와 천해파

예설 | 해파가 발생하여 진행할 때, 에너지는 파의 진행 방향을 따라 전파되지만 물 입자는 특정 지점을 중심으로 궤도 운동을 한다. (가)는 심해파, (나)는 천해파에서의 물 입자 운동을 나타낸 것이다.

정답맞이기 > ㄱ. 심해파의 표층에서 원운동하는 물 입자의 운동 궤도의 지름은 파고와 같다.

오답피하기 > ㄴ. (가)는 심해파이므로 해저 지형의 영향을 받지 않고, (나)는 천해파이므로 해저 지형의 영향을 크게 받는다.

ㄷ. 물 입자가 운동하는 단면 모습을 볼 때 물 입자가 시계 방향으로 회전하는 것으로 보아 해파는 동쪽으로 진행하고 있음을 알 수 있다.

04 폭풍 해일

예설 | 강한 저기압에 의한 해수면 상승과 강풍으로 인한 해수의 퇴적으로 인해 폭풍 해일이 발생한다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 기압의 변화이고, B는 해수면의 높이 변화이다.

ㄴ. 기압은 저기압의 중심 부근에서 가장 낮으며, 해수면의 높이는 저기압의 중심 부근이 통과하는 5일 11시쯤에 가장 높게 나타났다.

ㄷ. 해수면 높이의 변화폭은 4일이 약 110 cm이고, 6일이 약 85 cm이다. 따라서 해수면 높이의 변화폭은 4일이 6일보다 컸다.

05 지진 해일

예설 | 해저 단층에 의해 발생한 지진 해일은 해안에 접근하면서 파속이 느려지고 파장은 짧아지는 반면, 파고는 높아지게 된다.

정답맞이기 > ㄴ. 지진 해일은 천해파의 형태로 전파되므로 해안에 가까울수록 해저 지형의 영향을 많이 받아서 파고는 대체로 높아진다.

ㄷ. 해저 지진에 의해 발생하는 해파는 파장이 매우 길기 때문에 수심에 관계없이 천해파의 성질을 가진다.

오답피하기 > ㄱ. 지진 해일의 전파 모습을 살펴 보면 시간 순서는 (나)가 (가)보다 먼저이다.

06 기조력의 크기

예설 | 기조력은 인력을 작용하는 천체의 질량에 비례하고 천체까지의 거리의 세제곱에 반비례한다. 또한, 지구 표면에 작용하는 기조력은 달이 가장 크게 영향을 미쳐서 달을 향하는 지점과 그 반대쪽 지점에서는 해수면이 상승하여 만조가 나타나고, 달과 수직을 이루는 지점에서는 해수면이 낮아져 간조가 나타난다.

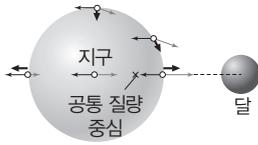
정답맞이기 > ㄴ. 기조력의 크기는 지구 상의 각 지점에서 생기는 원심력과 지구의 각 지점과 천체 간에 작용하는 만유인력의 합력이므로 달을 향하는 지점(C)과 그 반대쪽 지점(A)에서는 최대가 되고, B 지점은 이보다 작다. 따라서 기조력의 크기는 $A=C>B$ 이다.

ㄷ. 기조력은 인력을 작용하는 천체의 질량에 비례하므로 달의 질량 m 이 ③에 해당한다.

오답피하기 > ㄱ. 공통 질량 중심을 회전할 때 ①(원심력)은 지구 상의 모든 지점에서 크기와 방향이 모두 같다.

포인트 짚어보기

기조력에 영향을 주는 힘



→ 공통 질량 중심을 도는 운동에 의한 원심력
→ 달의 인력, → 기조력

07 조석 현상

예설 | 조석 현상에 의해 해수면이 가장 높아졌을 때를 만조, 해수면이 가장 낮아졌을 때를 간조라고 하며, 만조와 간조 때의 해수면 높이 차이를 조차라고 한다. 그리고 조차가 가장 클 때를 사리(대조), 가장 작을 때를 조금(소조)이라고 한다.

정답맞이기 > ㄱ. 조석표를 살펴 보면 하루에 2회의 만조와 간조가 나타나므로 이 지역에는 반일주조가 나타난다.

ㄴ. 만조 때 해수면의 높이는 16일이 17일보다 낮고, 간조 때 해수면의 높이는 16일이 17일보다 높다. 따라서 조차는 16일이 17일보다 작다.

오답피하기 > ㄷ. 17일~18일경에는 조차가 최대로 나타나므로 사리(대조)이다. 따라서 17일~18일경에 달의 위상은 삭이나 망이다.

08 달의 위상과 조석

예설 | 달의 위상이 삭이나 망일 때는 사리(대조)가 나타나고, 상현이나 하현일 때는 조금(소조)이 나타난다.

정답맞이기 > ㄱ. 이날 달은 태양의 반대편에 위치하므로 달의 위상은 망이다.

오답피하기 > ㄴ. A 지점은 달을 향하는 쪽에 있고, B 지점은 달의 반대쪽 지점에 있으므로 기조력이 최대가 되어 두 지점 모두에서 만조가 나타난다.

ㄷ. 이날 달의 위상은 망이므로 삭과 함께 한 달 중에서 조차가 가장 큰 날이다.

테마별 수능 심화문제

분문 080~081쪽

09 ① 10 ⑤ 11 ④ 12 ②

09 대서양의 해수 순환

예설 | 표층 순환은 대기의 순환에 의해 발생하고, 전향력과 대륙의 영향으로 복잡한 형태를 나타낸다. 심층 순환은 수온과 염분에 따른 해수의 밀도 차이에 의해 일어난다.

정답맞이기 > ㄱ. 표층의 A 영역에서는 해수가 수렴하고, B 영역에서는 해수가 발산한다.

오답피하기 > ㄴ. 지구의 평균 기온이 상승하면 극지방의 빙하가 녹아 극지방의 해수 밀도가 작아지게 된다. 따라서 극지방의 침강류가 약해져서 심층 순환이 약해진다.

ㄷ. 대서양의 심층 해류는 남극 저층수—북대서양 심층수—남극 중층수—표층수 순으로 밀도가 작다. 또한, 남극 저층수는 북반구 저위도 해저까지 이동하고, 북대서양 심층수는 남극 저층수 위쪽을 따라 남극 대륙 근처까지 이동한다. 따라서 대서양의 심층 해수는 적도를 경계로 수심에 따라 서로 대칭적으로 분포하지는 않는다.

10 주기와 수심에 따른 해파의 속도와 파장의 변화

예설 | 주기와 수심의 변화에 따라 해파의 속도와 파장이 변하면 해파는 천해파, 전이파, 심해파의 특성을 나타낸다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)를 통해 동일한 주기에서는 수심이 깊어질수록 해파의 속도가 증가한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. (나)에서 주기에 따른 파장의 변화량(기울기)은 수심이 깊어질수록 증가한다.

ㄷ. 파장이 100 m인 해파는 파장의 $\frac{1}{2}$ 배인 수심 50 m를 경계로 물 입자의 운동 궤도가 변한다. 파장의 $\frac{1}{2}$ 배보다 깊은 수심 60 m인 지점을 지날 때는 심해파의 형태를 나타내므로 해수 표층의 물 입자는 원운동을 한다.

11 지진 해일

예설 | 지진 해일은 파장이 100 km 이상의 천해파이므로 해저 지형의 영향을 받아 수심이 낮아지면 파고가 높아져 큰 피해를 주기도 한다.

정답맞이기 > ㄴ. 예측값에 대한 관측값의 변화가 클수록 해수면의 높이 변화는 크게 나타난다. 따라서 예측값에 대한 관측값의 변화는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. 지진 해일은 수심이 얇은 해안에 접근할수록 전파 속도가 느려져 해수면이 급등하여 피해를 줄 수 있다. 따라서 다른 조건이 동일하다면 해수면의 높이가 평균적으로 높은 (가)가 (나)보다 지진 해일에 의한 피해는 컸을 것이다.

오답피하기 > ㄱ. 지진 해일은 천해파의 형태로 전파되므로 파장에는 영향을 받지 않고 수심에만 영향을 받는다.

12 달의 위상과 조석 현상

예설 | 달의 위상이 삭이나 망일 때에는 달과 태양에 의한 기조력의 방향이 일치하므로 두 천체의 기조력이 합쳐져서 조차가 최대인 사리(대조)가 나타난다.

정답맞이기 > ㄷ. (가)의 ㉠일 때는 조차가 최소가 되는 조금(소조)이다. 이때는 태양—지구—달이 이루는 각이 약 90° 이며 달의 위상은 상현 또는 하현이다. 따라서 (나)의 B일 때 나타난다.

오답피하기 > ㄱ. (가)에서 살펴 보면 만조일 때의 해수면 높이는 일정하지 않게 변화한다.

ㄴ. (나)에서 간조일 때 ㉡ 지역의 해수면 높이는 사리(대조)일 때보다 조금(소조)일 때 더 높다. 따라서 달의 위상이 망인 A일 때가 상현인 B일 때보다 간조일 때 해수면의 높이가 낮다.

THEME
13

대기와 해양의 상호 작용

★ **답은 끝 문제로 유형 익히기** ★

본문 083쪽

정답 ④

예설 | 엘니뇨는 무역풍이 약해져서 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아지는 현상이고, 라니냐는 무역풍이 강해져서 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시보다 낮아지는 현상이다. a는 라니냐 시기, b는 엘니뇨 시기이다.

정답맞이기 ㄴ. 무역풍의 세기는 용승이 활발하여 표층 수온 편차가 음(-)의 값을 갖는 라니냐 시기(a)가 용승이 억제되어 표층 수온 편차가 양(+)의 값을 갖는 엘니뇨 시기(b)보다 강하다.

ㄷ. B는 서태평양 적도 부근 해역이다. 서태평양 적도 부근 해역은 엘니뇨 시기(b)에는 고기압에 의한 하강 기류가 우세하고, 라니냐 시기(a)에는 저기압에 의한 상승 기류가 우세하게 나타난다. 따라서 강수량은 라니냐 시기(a)에 많았을 것이다.

오답짜이기 ㄱ. 엘니뇨 시기(b)에는 동태평양 적도 부근 해역의 기압은 낮아지고 서태평양 적도 부근 해역의 기압은 높아진다. 따라서 A는 동태평양 적도 부근 해역이고, B는 서태평양 적도 부근 해역이다.

테마별 수능 필수유제

본문 084~085쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ③ | 02 ② | 03 ⑤ | 04 ③ | 05 ⑤ |
| 06 ④ | 07 ④ | 08 ⑤ | | |

01 북서 태평양의 해수 순환

예설 | 북서 태평양의 표층 해수 순환은 대기 대순환에 의한 바람이 해수에 작용하는 힘과 지구 자전에 의한 전향력 및 대륙의 영향에 의해 일어난다.

정답맞이기 ㄱ. 그림을 살펴 보면 해수의 유속은 쿠로시오 해류가 흐르는 A 해역이 북태평양 해류가 흐르는 B 해역보다 빠르다.

ㄴ. 표층 수온은 저위도에 위치하면서 난류가 흐르는 A 해역이 고위도에 위치한 B 해역보다 높다.

오답짜이기 ㄷ. 해수의 표층 염분은 일반적으로 (증발량-강수량)에 비례하여 나타난다. 따라서 난류인 쿠로시오 해류가 흐르며 중위도 고압대 부근에 위치하여 증발량이 많고 강수량이 적은 A 해역이 증발량이 적고 강수량이 많은 B 해역보다 표층 염분이 높다.

02 대기 대순환과 표층 순환

예설 | 해양의 표층에서 수평 방향으로 나타나는 해수의 순환은 대기 대순환에 의한 바람의 영향과 대륙의 분포에 의해 형성된다.

정답맞이기 ㄴ. 에크만 수송의 결과로 A 해역에서는 해수의 발산이, B 해역에서는 해수의 수렴이, 적도 부근인 C 해역에서는 해수의 발산이 나타난다. 따라서 해수면의 높이는 B 해역에서 가장 높다.

오답짜이기 ㄱ. A 해역에서는 해수의 발산이 나타나므로 표층 해수의 이동에 의해 심층의 차가운 해수가 상승하는 용승 현상이 나타난다.
ㄷ. C 해역에 흐르는 해류는 적도 반류이다. 적도 반류는 북적도 해류와 남적도 해류에 의해 적도 부근 해수면의 경사가 생겨 나타나는 해류이다. 따라서 C 해역에 흐르는 해류는 대기 대순환에 의해 직접적으로 발생한 해류가 아니다.

03 표층 해수의 이동 속도

예설 | 표층 해수의 이동 속도는 폭이 좁은 서안 경계류가 폭이 넓은 동안 경계류보다 빠르다. 또한, 적도 부근에 형성되는 적도 반류도 빠른 속도를 나타낸다.

정답맞이기 ㄱ. 아열대 해양에서 서쪽 연안에는 서안 경계류가, 동쪽 연안에는 동안 경계류가 나타난다. 따라서 해수의 연 평균 이동 속도는 대양의 서쪽 연안이 동쪽 연안보다 대체로 빠르다.

ㄴ. 상대적으로 폭이 좁은 서안 경계류와 적도 반류가 상대적으로 폭이 넓은 동안 경계류에 비해 해수의 이동 속도가 빠르다.

ㄷ. 표층의 바람 세기가 커지면 해수면에 작용하는 힘도 커져서 에크만 수송이 강하게 나타난다. 에크만 수송이 강하게 나타나는 지역은 해수면의 경사도 급해지므로 수압 경도력이 크게 작용하여 지형류의 속도도 빨라진다.

04 북반구 아열대 순환 모형

예설 | 북반구 아열대 순환에서는 고위도로 갈수록 전향력의 크기가 증가하므로 해수 순환의 중심이 서쪽으로 치우치게 된다.

정답맞이기 ㄷ. 고위도로 갈수록 전향력의 크기가 감소한다면 무역풍대에서 서쪽으로 흐르는 해수가 편향되는 것보다 편서풍대에서 동쪽으로 흐르는 해수가 편향되는 것이 더 작아져서 대양의 동쪽에 더 많은 해수가 모이게 된다.

오답짜이기 ㄱ. (가)는 전향력이 일정할 때의 순환 모형이고, (나)는 해수 순환의 중심이 서쪽으로 치우친 현재와 같이 고위도로 갈수록 전향력이 증가할 때의 순환 모형이다.

ㄴ. 해수의 수송량은 서안 경계류가 흐르는 해역이 동안 경계류가 흐르는 해역보다 많다. A 해역에는 서안 경계류가 흐르고 B 해역에는 동안 경계류가 흐른다. 따라서 해수의 수송량은 A 해역이 B 해역보다 대체로 많다.

05 남반구에서의 용승과 침강

예설 | 해양에 고기압이 형성되면 고기압의 중심에서는 해수가 수렴하여 침강하고, 저기압이 형성되면 저기압의 중심에서는 해수가 발산하여 용승이 일어난다.

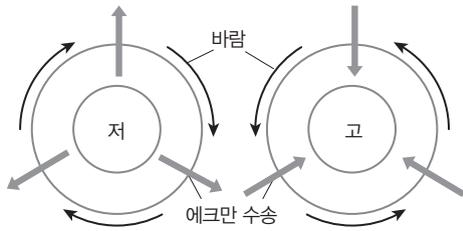
정답맞이기 ㄱ. (가)에서는 바람이 시계 방향으로 불고 있으므로 남반구에서 (가)의 중심부는 주변보다 기압이 낮은 저기압이다.

ㄴ. (나)에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불고 있으므로 남반구에서 (나)의 중심부는 주변보다 기압이 높은 고기압이다. 고기압에서는 고기압의 중심부로 해수가 수렴하므로 침강이 일어난다.

ㄷ. 수온 약층이 나타나는 깊이는 침강이 일어나는 해역에서는 깊고, 용승이 일어나는 지역에서는 얕아진다. 따라서 수온 약층이 나타나는 깊이는 (가)의 중심보다 (나)의 중심에서 깊다.

포인트 짚어보기

남반구에서 고기압과 저기압에 의한 해수의 용승과 침강(바람의 영향만 고려)



06 엘니뇨

예설 | 태평양의 적도 부근에서 부는 무역풍이 평상시보다 약해지면 동태평양 적도 부근 해역에서는 용승이 약해지고 따뜻한 해수가 서쪽에서 동쪽으로 이동하여 표층 수온이 높아진다.

정답맞이기 > 나. 서태평양 적도 부근 해역은 (가)에서 하강 기류가, (나)에서 상승 기류가 나타난다. 하강 기류가 나타나면 고기압, 상승 기류가 나타나면 저기압이므로 해면 기압은 (가)가 (나)보다 높다.

다. 동태평양 적도 부근 해역의 해수면 높이는 엘니뇨 시기가 평상시보다 높다. 따라서 해수면의 높이는 (가)가 (나)보다 높다.

오답짜이기 > 가. 평상시에는 서태평양 적도 부근 해역에서 상승 기류가 발달하고, 중앙 태평양 및 동태평양 적도 부근 해역에서 하강 기류가 발달한다. 엘니뇨 발생 시에는 평상시와 반대의 대기 순환 모습이 나타난다. 따라서 (가)는 엘니뇨 발생 시의 대기 순환 모형이다.

07 남방 진동 지수

예설 | 남방 진동 지수가 양의 값으로 클수록 강한 라니냐가, 음의 값으로 클수록 강한 엘니뇨가 나타나는 해이다.

정답맞이기 > 나. 서태평양 적도 부근 해역의 강수량은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 많으므로 라니냐 시기인 A가 엘니뇨 시기인 B보다 많다.

다. 동태평양 적도 부근 해역의 용승 현상은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 활발하다. 따라서 라니냐 시기인 A가 엘니뇨 시기인 B보다 용승이 활발하다.

오답짜이기 > 가. A 시기에는 남방 진동 지수가 양(+)의 값을 가지므로 남태평양 Tahiti의 월 평균 기압이 호주 북부 Darwin의 월 평균 기압보다 높다는 것을 알 수 있다. 이는 남태평양 Tahiti에는 하강 기류가 우세하고, 호주 북부 Darwin에서는 상승 기류가 우세하다는 것을 의미한다. 따라서 A 시기는 라니냐 시기이다.

08 영겨 드라이아스기

예설 | 2만 년 전에 있었던 마지막 빙하기가 끝나가는 과정에서 기온이 갑자기 낮아진 시기(A)를 영겨 드라이아스기라고 한다.

정답맞이기 > 가. 그림에서 살펴 보면 기온과 적설량은 대체로 비례하는 관계이다.

나. A 시기는 현재보다 기온이 낮았던 시기이다. 따라서 북극 지방에 분포하는 빙하의 평균 면적은 현재보다 넓었을 것이다.

다. 빙하가 녹은 담수가 북태평양으로 흘러들어 해수의 염분과 밀도가 낮아지므로 해수의 침강이 멈추어 멕시코 만류의 복상이 저지되면

서 대기가 멕시코 만류로부터 열을 공급받지 못하여 빙하기로 되돌아 갔다.

테마별 수능 심화문제

본문 086~087쪽

09 ②

10 ④

11 ⑤

12 ①

09 북태평양 서쪽 연안에서의 해수 흐름

예설 | 해류의 유속이 빠르면 단위 질량당 운동 에너지도 증가하므로 이동시키는 수송량도 증가하게 된다.

정답맞이기 > 다. 그림을 살펴 보면 표층에서는 해류의 속도가 빠를수록 단위 질량당 운동 에너지도 대체로 증가한다는 것을 알 수 있다.

오답짜이기 > 가. 전향력의 크기(C)는 $C=2mv\omega\sin\phi$ (m : 질량, v : 속력, ω : 지구 자전 각속도, ϕ : 위도)이다. A 지점은 저위도, B 지점은 고위도에 위치하므로 위도만을 고려한다면 전향력의 크기는 B 지점이 A 지점보다 크다.

나. A 지점 부근에 흐르는 해류는 적도 반류, A와 B 지점 사이에 흐르는 해류는 북적도 해류, B 지점 부근에 흐르는 해류는 북태평양 해류이다. 따라서 그림을 살펴 보면 동쪽으로 편향되어서 흐르는 적도 반류와 북태평양 해류가 서쪽으로 편향되어 흐르는 북적도 해류보다는 단위 질량당 운동 에너지가 대체로 크다.

10 북태평양 표층 순환

예설 | 아열대 순환은 대기 대순환에 의한 바람에 의해 형성된 표층 해류가 동서 방향으로 흐르다가 대륙과 부딪치면 남북 방향으로 갈라져 흐르면서 형성된다.

정답맞이기 > 나. 표에서 ㉠은 동안 경계류이고, ㉡은 서안 경계류이다. 따라서 해류의 깊이에 대한 폭의 비는 깊이가 얇고 해류의 폭이 넓은 ㉠(동안 경계류)이 깊이가 깊고 해류의 폭이 좁은 ㉡(서안 경계류)보다 크다.

다. 그림의 B 해역에 흐르는 해류는 쿠로시오 해류이다. 쿠로시오 해류는 표의 ㉡(서안 경계류)이다.

오답짜이기 > 가. 그림의 A 해역에 흐르는 북태평양 해류는 편서풍의 영향을 받는 해류이다.

11 냉수대

예설 | 여름철 우리나라의 남해안과 동해안에는 지속적으로 부는 남풍 계열의 바람으로 인해 심층의 차가운 해수가 용승하여 냉수대를 형성하기도 한다.

정답맞이기 > 가. (가)에서 우리나라의 동해안에 표층 해수의 온도가 낮은 냉수대가 형성되었으므로 이날 우리나라에는 지속적으로 남풍 계열의 바람이 우세하게 불었을 것이다.

나. 해안선에 나란한 바람이 지속적으로 불어 에크만 수송이 외해 쪽으로 일어나면 외해 쪽으로 이동한 해수를 보충하기 위해 심층 해수의 용승이 활발하게 일어난다.

다. 그림을 살펴 보면 해수의 온도가 낮을수록 해수에 포함된 엽록소의 농도는 대체로 높다는 것을 알 수 있다. 이는 용승하는 차가운 해수에 영양 염류와 엽록소의 농도가 풍부하기 때문이다.

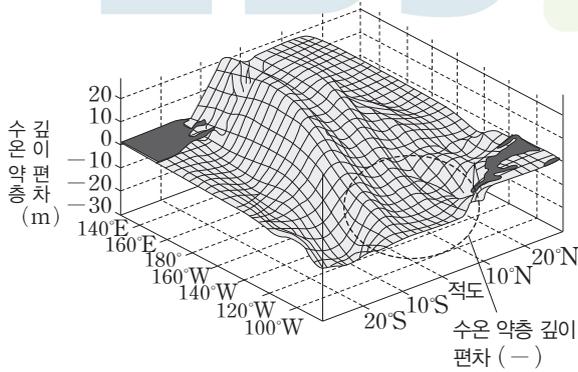
12 엘니뇨와 라니냐

예설 | 엘니뇨가 발생한 시기는 평상시에 비해 무역풍의 세기가 약해져서 동태평양 적도 부근 해역의 용승이 약해진다.

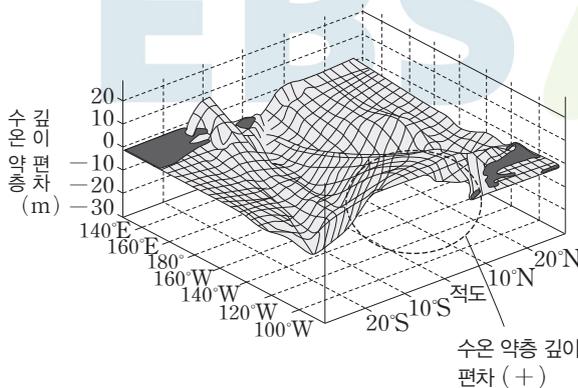
정답맞히기 > ㄱ. (가)는 엘니뇨가 발생했을 때 태평양의 표층 수온 편차이다. 엘니뇨가 발생한 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 평상시보다 더 높아지므로 해수의 증발량도 더 많아질 것이다.

오답피하기 > ㄴ. (나)의 A는 엘니뇨가 발생한 시기, (나)의 B는 라니냐가 발생한 시기의 수온 약층의 깊이 편차이다. 따라서 (나)에서 동서 방향의 해수면 기울기는 무역풍의 세기가 약한 A(엘니뇨 발생 시)가 B(라니냐 발생 시)보다 더 작을 것이다.

ㄷ. (가) 시기는 엘니뇨가 발생한 시기이므로 이 시기에 나타나는 수온 약층의 깊이 편차는 (나)의 A(엘니뇨 발생 시)와 유사할 것이다.



엘니뇨 시기



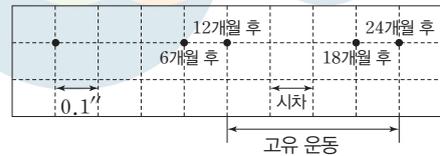
라니냐 시기

IV. 천체와 우주

THEME 14 별의 특성 (1)

* **달은 끝 문제로 유형 익히기** * 본문 089쪽

정답 ⑤
정답맞히기 > ㄱ. A가 1년 동안 천구 상에서 움직인 각거리는 $0.4''$ 이다. 따라서 고유 운동은 $0.4''/\text{년}$ 이다.
 ㄷ. A가 황도면에 있으므로 고유 운동의 효과와 지구 공전의 효과인 시차는 천구 상에서 같은 직선 상에서 일어난다.



오답피하기 > ㄴ. A의 고유 운동은 $0.4''/\text{년}$ 이므로 A는 공간 운동에 의해 6개월 동안 $0.2''$ 이동한다. 고유 운동이 없다고 한다면 6개월 간의 시차는 $0.1''$ 이므로 연주 시차는 $0.1''$ 의 $\frac{1}{2}$ 인 $0.05''$ 이다. 따라서 A까지의 거리는 20 pc이다.

테마별 수능 필수유제 본문 090~091쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ⑤	05 ③
06 ③	07 ②	08 ④		

01 별의 물리량

예설 | 색지수($B-V$)가 (-)인 경우는 사진 관측에서 더 밝게 보이고, (+)인 경우는 안시 관측에서 더 밝게 보인다.

정답맞히기 > ㄴ. 리겔은 색지수($B-V$)가 -0.03 이므로 사진 등급의 값이 안시 등급의 값보다 작다. 즉, 안시 관측보다 사진 관측에서 더 밝게 보인다.

ㄷ. 색지수가 작을수록 별의 표면 온도가 높다. 빈의 변위 법칙에 의하면 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{max})은 별의 표면 온도(T)와 반비례 관계를 가진다($\lambda_{\text{max}} \propto \frac{1}{T}$). 따라서 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도가 높은 리겔이 베텔게우스보다 짧다.

오답피하기 > ㄱ. 안시 관측에서 별의 크기는 별의 밝기에 비례한다. 베텔게우스가 리겔보다 크게 표현된 것으로 보아 안시 관측에서 베텔게우스가 리겔보다 밝게 보인다. 즉, V등급은 베텔게우스가 리겔보다 작다.

02 별의 밝기와 거리

예설 | 별의 거리가 2.5배가 될 때마다 밝기는 약 $\frac{1}{2.5^2}$ 배가 되므로 겉보기 등급은 약 2등급 커지게 된다.

정답맞히기 > ㄱ. 별이 관측자로부터 10 pc 거리에 있을 때 별의 겉보기

등급과 절대 등급이 같다. A는 겉보기 등급과 절대 등급이 같으므로 거리 지수는 0이다.

나. 세 별 A, B, C의 광도가 같으므로 절대 등급은 모두 같다. 세 별의 절대 등급을 M 이라고 하면 별 A는 겉보기 등급도 M 이다. 별 B의 거리는 별 A의 2.5배이므로 별 B의 밝기는 별 A의 약 $\frac{1}{2.5^2}$ 배이고, 겉보기 등급은 약 2등급 크다. 즉, 별 B의 겉보기 등급은 약 $(M+2)$ 이다. 별 C의 겉보기 등급을 확인하기 위해 거리가 100 pc인 별 D를 가정해 보자. 별 D의 거리는 별 A보다 10배 멀기 때문에 별 D의 밝기는 $\frac{1}{10^2}$ 배이고, 겉보기 등급은 $(M+5)$ 이다. 별 D와 별 C를 비교하면 별 C의 거리는 별 D의 $\frac{1}{2.5}$ 이므로 별 C의 밝기는 약 2.5^2 배이고, 겉보기 등급은 별 D보다 약 2등급 작음 $(M+3)$ 이다. 따라서 별 B의 겉보기 등급은 별 C보다 1등급 작고, 약 2.5배 밝게 보인다.

오답피하기 > 다. 별 A의 겉보기 등급을 M 이라고 할 때, 별 C의 겉보기 등급은 $(M+3)$ 이다.

03 흑체 복사와 색지수

예설 | 플랑크 곡선에서 최대 복사 에너지를 방출하는 파장이 짧을수록 별의 표면 온도는 높아진다.

정답맞이기 > 다. 별의 광도는 반지름(R)의 제곱과 표면 온도(T)의 네제곱에 비례한다($L \propto R^2 T^4$). (가)와 (나)의 크기가 같으므로 광도는 표면 온도의 네제곱에 비례한다. 따라서 광도는 (가)가 (나)의 10^4 배이다.

오답피하기 > 가. 별의 표면 온도는 (가)가 (나)의 10배이므로 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 (가)가 (나)의 $\frac{1}{10}$ 배가 된다. 따라서 X는

$$1000 \text{ nm} \times \frac{1}{10} = 100 \text{ nm} \text{이다.}$$

나. 색지수는 $(B-V)$ 로 나타낸다. (가)는 B 등급이 V 등급보다 작으므로 $(B-V)$ 는 (-) 값을 가지고, (나)는 V 등급이 B 등급보다 작으므로 $(B-V)$ 는 (+) 값을 가진다. 따라서 색지수는 (가)보다 (나)가 크다.

04 쌍성의 궤도

예설 | 쌍성은 만유인력으로 묶여 공통 질량 중심에 대하여 공전하고 있으므로 공전 주기가 같다.

정답맞이기 > 가. 시리우스 B가 1960년부터 2010년 사이에 한 번 공전하므로 공전 주기는 약 50년이다.

나. 쌍성의 운동에서 별의 질량이 클수록 공전 궤도 반지름은 작아진다. 공전 궤도 반지름이 시리우스 A가 B보다 작으므로 질량은 시리우스 A가 B보다 크다.

다. 쌍성은 공전 주기가 같으므로 공전 궤도 반지름이 클수록 공전 속도가 크다. 따라서 공전 궤도 반지름이 더 큰 시리우스 B가 공전 속도도 더 크다.

05 세페이드 변광성과 주기-광도 관계

예설 | 맥동 변광성은 변광 주기가 길수록 절대 등급이 작아진다.

정답맞이기 > 가. 별의 변광 주기는 A가 B보다 짧으므로 절대 등급은 A가 B보다 크다. 따라서 별의 실제 밝기는 B가 A보다 밝다.

다. 광도 곡선으로부터 별의 겉보기 등급을 알 수 있다. 광도 곡선에서 겉보기 등급은 A가 B보다 크다. 따라서 지구에서 관측되는 밝기는 B가 A보다 밝다.

오답피하기 > 나. 별까지의 거리는 거리 지수(=겉보기 등급-절대 등급)로 비교할 수 있다. 평균 겉보기 등급이 A는 약 13.1등급, B는 약 7.5등급이다. 절대 등급은 A가 약 -3등급, B가 약 -5.5등급이다. 따라서 거리 지수는 A가 B보다 크고 별까지의 거리도 A가 B보다 멀다.

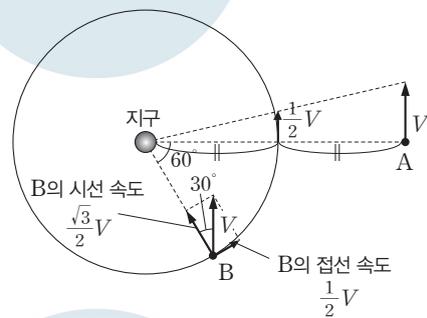
06 별의 공간 운동

예설 | 별의 공간 운동은 시선 방향과 접선 방향 운동의 벡터 합으로 표현할 수 있다.

정답맞이기 > 가. 두 별의 공간 속도를 V 라고 하면 B의 접선 속도는 $\frac{1}{2}V$ 이다. A는 거리가 B와 같은 곳에서 접선 속도 $\frac{1}{2}V$ 로 운동하는 경우와 고유 운동이 같다. 따라서 A와 B의 고유 운동은 같다.

나. A는 시선 방향에 수직인 방향으로 운동하므로 공간 속도와 접선 속도가 서로 같고, B의 접선 속도는 $\frac{1}{2}V$ 이다. 따라서 접선 속도는 A가 B의 2배이다.

오답피하기 > 다. A는 시선 속도 성분이 0이므로 별의 스펙트럼에서 흡수선의 파장 변화가 나타나지 않는다. 그러나 B는 시선 방향에 대해 30° 의 각을 이루며 접근하고 있으므로 청색 편이가 나타난다. 따라서 같은 종류의 흡수선 파장을 비교하면 A보다 B에서 짧게 나타난다.



07 별의 시선 속도와 스펙트럼 변화

예설 | 쌍성을 이루는 두 별은 공통 질량 중심에 대해 같은 주기로 공전하며, 질량이 큰 별일수록 공통 질량 중심에 더 가까운 궤도를 돌고 공전 속도가 느리다.

정답맞이기 > 나. A는 관측자에게 접근하고 있으므로 스펙트럼에 청색 편이가 나타난다. (나)에서 흡수선의 위치가 비교 스펙트럼에 대해 파장이 짧은 쪽으로 이동하는 것은 ㉠이다.

오답피하기 > 가. 쌍성을 이루는 두 별 A, B의 질량을 m_A, m_B , 공전 궤도 반지름을 a_A, a_B , 공전 속도를 v_A, v_B 라고 할 때 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{a_B}{a_A} = \frac{v_B}{v_A}$$

A의 공전 궤도 반지름이 B의 2배이므로 별의 질량은 B가 A의 2배이다.

ㄷ. 두 별의 공전 궤도면이 관측자의 시선 방향에 수직일 경우에는 두 별의 궤도 운동에 따른 거리 변화가 없으므로 별의 스펙트럼에서 청색 편이와 적색 편이가 나타나지 않는다.

08 식쌍성의 광도 곡선

예설 | 식쌍성의 광도 변화로부터 두 쌍성의 위치 관계와 반지름, 질량, 표면 온도를 비교할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 광도가 같은 두 별로 이루어진 쌍성계에서 주극소와 부극소의 깊이(밝기 변화 정도)가 다르다는 것은 두 별의 반지름과 표면 온도가 다르다는 것을 의미한다. 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 네제곱의 곱에 비례($L \propto R^2 T^4$)하므로 반지름이 큰 별은 표면 온도가 낮다.

ㄷ. 반지름이 작고 고온인 별이 반지름이 크고 저온인 별 앞을 지날 때 부극소가 나타난다. 즉, $t_1 \sim t_2$ 사이에 작은 별(고온의 별)이 큰 별(저온의 별) 앞을 지나간다. $t_2 \sim t_3$ 사이에는 작은 별(고온의 별)이 큰 별(저온의 별)의 일부를 가리고 $t_3 \sim t_4$ 사이에는 작은 별(고온의 별)이 큰 별(저온의 별) 뒤로 돌아가는 중이다. 따라서 이 기간에 작은 별(고온의 별)에서 적색 편이가 나타난다.

오답맞이기 > ㄴ. 반지름이 크고 저온인 별이 반지름이 작고 고온인 별을 가릴 때 주극소가 나타난다. 부극소가 나타나는 $t_1 \sim t_2$ 사이에는 반지름이 작고 고온인 별이 반지름이 크고 저온인 별을 가린다.

테마별 수능 심화문제				본문 092~093쪽
09 ⑤	10 ②	11 ③	12 ①	

09 별의 밝기와 거리

예설 | 별이 10 pc의 거리에 있을 때 겉보기 등급과 절대 등급이 같다.

별의 거리가 10배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{10^2}$ 배가 된다.

정답맞이기 > ㄱ. 그림에서 10 pc 거리에 있는 별의 겉보기 등급은 3이다. 10 pc 거리에 있는 별은 절대 등급과 겉보기 등급이 같으므로 절대 등급은 3등급이다. 즉, 절대 등급이 3등급인 별이 5 pc 거리에서 1.5 등급으로 관측되므로 A 역시 절대 등급은 3이다.

ㄴ. B는 10 pc 거리에서 6.5등급으로 관측되므로 절대 등급이 6.5이다. C는 50 pc 거리에서 1.5등급으로 관측되는데, 절대 등급이 3인 별은 같은 거리에서 6.5등급으로 관측되므로 C가 100배 더 밝게 보인다. 밝기 100배는 5등급에 해당되므로 C의 절대 등급은 -2이다. 따라서 별의 실제 밝기는 C가 B보다 밝다.

ㄷ. 거리 지수는 (겉보기 등급 - 절대 등급)이다. C의 거리 지수는 $1.5 - (-2) = 3.5$ 로 0보다 크다.

10 식쌍성의 광도 곡선

예설 | 쌍성계에서 고온인 별이 저온인 별에 가려질 때 주극소가 나타난다.

정답맞이기 > ㄴ. 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 네제곱의 곱에 비례한다($L \propto R^2 T^4$). A가 B에 가려져 B만 보일 때 광도(상댓값)가 0.5이고, 식이 일어나지 않을 때 광도(상댓값)가 1이므로 A와 B

의 광도는 상댓값 0.5로 같다. 광도가 같으므로 $R_A^2 T_A^4 = R_B^2 T_B^4$ 관계가 성립한다. 또한 (나)에서 별의 반지름은 B가 A의 2배이다. 따라서 $T_A^4 = 4T_B^4$, 즉 $T_A = \sqrt{2}T_B$ 이다.

오답맞이기 > ㄱ. (나)에서는 A가 B에 완전히 가려져 B만 관측된다. 이때 광도(상댓값)는 0.5이다. 즉, B의 광도(상댓값)는 0.5이다. (가)에서 '광도(상댓값)=1'은 A와 B의 밝기의 합이다. 따라서 A의 광도(상댓값)는 0.5이다.

ㄷ. A는 반지름이 작고 고온인 별이고 B는 반지름이 크고 저온인 별이다. 고온인 별 A가 저온인 별 B에 가려질 때 주극소가 나타나고, 이때의 밝기가 식쌍성의 광도 곡선에서 가장 어두울 때이다. 따라서 주극소보다 더 어둡게 관측되는 시기는 없다.

11 별의 고유 운동과 연주 시차

예설 | 별의 공간 운동이 천구 상에 투영된 궤적에는 지구의 공전에 의한 시차와 별의 고유 운동이 합쳐져서 나타난다.

정답맞이기 > ㄱ. 그림에서 나선을 그리며 주기적으로 만들어지는 타원 형태의 궤적에서 주기적으로 반복되는 운동을 뺀 것이 고유 운동이다. 이 별은 천구 상에서 1년에 0.056" 씩 이동하고 있다.

ㄷ. 연주 시차가 0.05" 일 때 거리가 20 pc이다. 이 별의 연주 시차는 $0.078" \times \frac{1}{2} = 0.039"$ 로 0.05" 보다 작으므로 거리는 20 pc보다 멀다.

오답맞이기 > ㄴ. 별의 이동 경로에서 주기적으로 반복되는 운동은 지구의 공전에 의한 시차이다. 시차가 0.078" 이므로 연주 시차는 0.039" 이다.

12 맥동 변광성과 주기-광도 관계

예설 | 맥동 변광성은 수축과 팽창을 반복하며 밝기가 변하는 별로, 변광 주기가 길수록 절대 등급이 작다.

정답맞이기 > ㄱ. 변광 주기가 1일보다 긴 것으로 보아 세페이드 변광성이다.

오답맞이기 > ㄴ. 이 변광성의 겉보기 등급이 약 5.4이고, 변광 주기가 5일보다 짧으므로 절대 등급은 -3보다 크다. 따라서 거리 지수는 +8.4보다 작다.

ㄷ. 별이 최대한 팽창했을 때 반지름이 최대이다. 별이 팽창한다는 것은 별의 표면이 관측자에게 접근하는 것이므로 별 표면의 시선 속도는 (-)의 값을 가진다. 따라서 별의 반지름이 최대일 때는 별이 팽창을 멈추고 수축하기 시작할 때이다. 즉, t_2 일 때 별의 반지름이 최대이다. t_3 는 수축 속도가 가장 클 때로 수축하는 과정이다.

15

별의 특성 (2)

★ **답은 골 문제로 유형 익히기** ★

본문 095쪽

정답 ①

예설 | 같은 성단에 속한 별들은 거의 동시에 만들어졌기 때문에 나이가 거의 같다. 그러나 별의 질량에 따라 진화 속도가 다르다. 질량이 클수록 진화 속도가 빨라 주계열 단계를 먼저 떠나 거성 단계로 진입한다.

정답맞히기 > 가. A와 B는 분광형이 같고 절대 등급은 10만큼 차이난다. 따라서 A의 광도는 B보다 10000배 크고, $L \propto R^2 T^4$ 에서 A의 반지름은 B보다 100배 크다.

오답짜이기 > 나. 세 별의 분광형과 절대 등급으로 보아 H-R도에서 A는 거성, B와 C는 주계열성임을 알 수 있다. 따라서 밀도는 거성인 A가 주계열성인 C보다 작다.

다. 세 별은 같은 성단에 속하므로 나이와 별까지의 거리는 거의 같지만 별의 질량에 따라 진화 단계는 다르다.

테마별 수능 필수유제

본문 096~097쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ① | 03 ⑤ | 04 ⑤ | 05 ③ |
| 06 ② | 07 ⑤ | 08 ② | | |

01 H-R도와 별의 진화

예설 | A는 거성, B는 주계열성, C는 백색 왜성이다.

정답맞히기 > 가. 평균 반지름은 거성(A)이 가장 크고, 백색 왜성(C)이 가장 작다.

나. 별은 수소 핵융합 반응으로 에너지를 얻으며 수소를 소비한다. 따라서 시간이 흐를수록 별 중심부의 수소 함량비는 낮아진다. 따라서 A, B, C 중 별이 가장 젊은 단계인 B에서 중심핵에서의 평균 수소 함량비가 가장 높다.

다. 별의 밀도는 거성 단계일 때 가장 작고, 백색 왜성 단계일 때 가장 크다.

02 주계열성의 질량-광도 관계

예설 | 주계열성은 질량이 클수록 광도와 반지름이 크고, 수명이 짧다.

정답맞히기 > 가. 광도는 A가 태양보다 약 100배 밝으므로 절대 등급은 A가 태양보다 약 5등급 작다.

오답짜이기 > 나. A의 질량은 태양 질량의 2배보다는 크고 5배보다는 작다. 따라서 A의 반지름은 태양의 2배보다는 크고 3배보다는 작다.

다. 별은 일생의 90% 이상을 주계열 단계에서 지내므로 별의 수명은 별이 주계열 단계에 머무는 시간에 비례한다. 별이 주계열 단계에 머무는 시간은 별의 질량이 클수록 짧다. 별의 질량은 A가 태양보다 크므로 수명은 A가 태양보다 짧다.

03 성단의 H-R도

예설 | 생성 시기가 거의 같은 별들의 집단인 성단에서 질량이 큰 별부터 주계열성을 벗어나 거성이나 초거성으로 진화하므로 성단 내에는 별의 질량에 따라 다양한 진화 단계의 별들이 존재한다.

정답맞히기 ⑤ 주계열성은 별 중심부의 수소 핵융합 반응이 주요 에너지원이지만 거성으로 진화한 별들은 헬륨 핵융합 반응, 탄소 핵융합 반응 등 별 중심부의 온도에 따라 다양한 핵융합 반응으로 에너지를 얻는다.

오답짜이기 ① 주계열이 짧고 많은 별들이 거성과 초거성으로 진화한 것으로 보아 구상 성단이다.

② 별의 표면 온도가 10000 K일 때 분광형이 A0이다. 이 성단은 표면 온도가 10000 K보다 높은 별이 없으므로 분광형이 O형인 별은 없다.

③ 성단의 별들은 나이와 별까지의 거리가 거의 같다.

④ 태양보다 어두운 별들은 모두 주계열 단계에 있다.

04 주계열성으로의 진화

예설 | 별의 진화 경로는 별의 질량에 의해 정해진다.

정답맞히기 ⑤ 별의 질량이 클수록 진화하는 속도가 빠르다. 주계열에서 왼쪽 위에 놓일수록 별의 질량이 크므로 진화하는 데 걸리는 시간은 A → C보다 B → D가 길다.

오답짜이기 ① 원시별의 질량이 클수록 중력 수축 에너지가 많이 만들어져 별의 중심부와 표면의 온도가 높고 밝게 보인다. 따라서 주계열에 이르렀을 때 광도가 큰 A가 B보다 질량이 크다.

② 표면 온도가 높을수록 색지수가 작다. 따라서 표면 온도가 높은 C가 A보다 색지수가 작다.

③ 광도가 클수록 절대 등급이 작다. B가 D로 진화할 때 광도가 작아지므로 절대 등급은 커진다.

④ 별의 질량이 클수록 주계열에 머무는 시간이 짧다. 따라서 질량이 큰 C가 D보다 주계열에 머무는 시간이 짧다.

05 성단의 진화

예설 | 동일한 성단 내에 존재하는 서로 다른 질량의 별들은 진화 속도가 다르므로 어느 한 시기에 원시별, 주계열성, 적색 거성이 공존할 수 있다.

정답맞히기 > 가. 별의 질량이 클수록 진화가 빠르는데, 질량이 큰 별은 원시별에서 주계열성이 되는 데 걸리는 시간도 짧고 주계열 단계에 머무는 시간도 짧다. 질량이 큰 주계열성은 H-R도에서 왼쪽 상단에 위치하는데 (가)는 (나)에 비해 질량이 큰 주계열성이 많이 남아 있다. 따라서 성단의 진화 순서는 (가) → (나)이다.

나. 전향점은 성단의 H-R도에서 주계열성을 벗어나 적색 거성까지로 휘어지는 지점으로, 성단의 나이가 많아질수록 주계열의 아래쪽으로 내려간다. 따라서 시간이 흐를수록 전향점에 위치한 별의 광도는 작아진다.

오답짜이기 > 다. 성단이 진화할수록 주계열성이 적색 거성으로 진화하므로 질량이 작고 어두운 별들만이 주계열에 남아 있게 된다. 따라서 시간이 흐를수록 주계열성의 평균 절대 등급은 커진다.

06 질량에 따른 별의 진화

예설 | 별의 진화 단계는 성운으로부터 별이 만들어질 때의 질량에 따라 달라진다.

정답맞히기 ㄴ. I 단계는 주계열성 단계, II 단계는 거성 단계이고, 별은 일생의 대부분을 주계열성 단계에서 보낸다. 따라서 주계열 단계에 머무는 시간이 거성 단계에 머무는 시간보다 훨씬 길다.

오답피하기 ㄱ. 별의 질량은 A가 B보다 작다. 별의 질량이 클수록 원시별에서 주계열성으로 진화할 때 중력 수축 에너지가 많이 나와 주계열성 중심부의 온도가 높다. 따라서 주계열성 중심부의 온도는 B가 A보다 높다.

ㄷ. (가)는 백색 왜성, (나)는 중성자별 또는 블랙홀이므로 밀도는 (나)가 (가)보다 크다.

07 별의 내부 구조

예설 | 별의 질량이 클수록 헬륨, 탄소, 네온 등 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어날 수 있으며, 별의 중심에서 핵융합 반응으로 만들어질 수 있는 가장 무거운 원소는 철이다.

정답맞히기 ㄴ. 질량이 큰 별일수록 별의 중심부에서 압력이 높고 온도가 높아 더 무거운 원소들의 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 중심부의 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

ㄷ. (가)는 별의 내부가 불안정해져 수축과 팽창을 반복하는 맥동 변광성 단계를, (나)는 별이 폭발하며 밝기가 변하는 폭발 변광성 단계를 거친다.

오답피하기 ㄱ. 별의 중심부에 탄소핵이 만들어진 것으로 보아 헬륨 핵융합 반응까지 진행한 거성이다.

08 성단의 H-R도

예설 | 성단의 나이에 따라 별들의 진화 정도가 다르다. 성단의 나이가 많을수록 질량이 큰 별들이 거성으로 진화하여 주계열이 짧아진다. (가)는 질량이 큰 별들이 이미 거성으로 진화하여 주계열이 짧다. (나)는 대부분의 별들이 주계열성으로 남아 있고 일부 질량이 큰 별들만 거성으로 진화하고 있다.

정답맞히기 ㄱ. 광도가 큰 별들은 (가)보다 (나)에 많으므로 평균 광도는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (가)는 이미 많은 별들이 거성으로 진화하였으므로 성단 별들 중 주계열성의 비율은 (가)보다 (나)에서 크다.

오답피하기 ㄴ. (가)는 많은 별들이 거성으로 진화하면서 표면 온도가 낮아졌다. 표면 온도가 낮을수록 색지수는 커지므로 성단 전체의 평균 색지수는 (나)보다 (가)에서 크다.

ㄷ. 성단 전체의 별들 중 대부분의 별들이 주계열성으로 남아 있는 (나)가 (가)보다 나이가 적다.

09 별의 물리량

예설 | 별의 표면 온도가 높을수록 색지수는 작다.

정답맞히기 ㄱ. (가)는 ①, (나)는 ②, (다)는 ③에 해당된다.

ㄷ. (가)와 (다)는 분광형이 같으므로 표면 온도가 같다. (가)의 절대 등급이 (다)보다 10등급 작으므로 광도는 (가)가 (다)보다 10000배 크다. 별의 광도(L), 반지름(R), 표면 온도(T)는 다음의 관계를 만족한다.

$$L \propto R^2 T^4$$

(가)와 (다)의 표면 온도가 같으므로 별의 반지름은 광도의 제곱근에 비례한다. 따라서 (가)의 반지름은 (다)보다 100배 크다.

오답피하기 ㄴ. H-R도에서 ①은 주계열성, ②은 거성, ③은 백색 왜성이다. 따라서 별의 밀도는 ③에 해당하는 (다)가 가장 크다.

10 질량이 1 M_{\odot} 인 별의 진화

예설 | 질량이 1 M_{\odot} 인 별의 진화 과정은 주계열성 → 적색 거성 → 백색 왜성이고, 각 단계마다 별의 내부 구조가 달라진다. ①은 주계열 단계, ②은 거성으로 진화하는 단계, ③은 거성 단계이다.

정답맞히기 ㄱ. ①은 주계열 단계이고, 태양 정도의 질량을 가지는 별의 경우 주로 p-p 연쇄 반응으로 에너지를 얻는다.

오답피하기 ㄴ, ㄷ. (나)와 같이 별의 중심핵은 수축하고 별의 외부층은 팽창하는 내부 구조는 주계열성이 거성으로 진화하는 단계(②)에 나타난다. 이때 헬륨으로 채워진 별의 중심핵은 중력 수축하고 있고, 헬륨핵 주변의 수소층에서 수소 핵융합 반응이 일어나 대부분 수소로 이루어진 별의 외부층이 팽창한다.

11 별의 진화와 내부 구조 변화

예설 | 태양 정도의 질량을 가지는 별은 주계열 단계, 주계열에서 거성으로 진화하는 단계, 거성 단계에서 에너지를 얻는 주요 방법과 내부 구조가 각각 다르다.

정답맞히기 ㄱ. 태양 정도의 질량을 가지는 별의 진화 과정에서 (가)는 주계열에서 거성으로 진화하는 단계, (나)는 주계열 단계, (다)는 거성 단계에 해당된다.

ㄴ. (가)에서 헬륨으로 이루어진 별의 중심핵은 수축하고, 중심핵 주변의 수소층에서 수소 핵융합 반응이 일어난다. (나)에서는 별의 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어난다. (다)에서는 헬륨으로 이루어진 중심핵에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나고, 중심핵 주변의 수소층에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

오답피하기 ㄷ. 별의 내부에서 기체의 압력 경도력과 중력이 평형을 이루면 별의 크기가 일정하게 유지된다. 기체의 압력 경도력이 중력보다 큰 경우에는 팽창하고, 기체의 압력 경도력이 중력보다 작은 경우에는 수축한다. (가)에서 별의 중심핵은 수축하고 별의 외부층은 팽창하고 있다. (나)와 (다)에서 별의 외부층은 기체의 압력 경도력과 중력이 평형을 이루는 정역학적 평형 상태에 있다.

12 주계열성의 내부 구조

예설 | 주계열 단계에서 별의 질량이 클수록 주계열의 왼쪽 위에 위치하고 중심핵의 온도가 높다.

정답맞히기 > 가. ①의 분광형이 A형이므로 표면 온도는 약 10000 K이다.

나. 별의 질량이 클수록 p-p 연쇄 반응보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성 비율이 높다. 따라서 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성 비율은 ①이 태양보다 높다.

오답짜이기 > 다. (나)는 별의 질량이 $2 M_{\odot}$ 보다 큰 경우 중심핵에서 생성되는 에너지를 빨리 전달하기 위해 대류핵이 발달하고 주변부에는 복사층이 발달하는 경우의 내부 구조이다.

THEME 16 우리 은하

* 답은 끝 문제로 유형 익히기 *

본문 101쪽

정답 ③

예설 | 암흑 성운은 검은색, 반사 성운은 푸른색, 발광 성운은 주로 붉은색을 띤다.

정답맞히기 > 가. 암흑 성운은 미세한 고체 입자인 성간 티끌에 의해 배경 별빛이 통과하지 못해 어둡게 보인다.

나. 반사 성운은 성간 티끌에 의해 주변 별빛이 산란되어 푸른색으로 보이는 성운이다.

오답짜이기 > 다. 암흑 성운은 온도가 낮아 이온화된 수소(H II)가 거의 존재하지 않는다.

테마별 수능 필수유제

본문 102~103쪽

01 ③	02 ④	03 ③	04 ②	05 ⑤
06 ④	07 ②	08 ①		

01 중성 수소 21 cm 전파

예설 | 수소 원자를 이루고 있는 전자와 양성자의 스핀 방향은 에너지 바닥 상태에서는 서로 반대이고 수소 원자가 에너지를 흡수하면 스핀 방향이 동일 방향으로 정렬된다.

정답맞히기 > 가. 스핀 방향이 동일한 (가)가 스핀 방향이 반대인 (나)보다 고에너지 상태이다.

다. 고에너지 상태에서 바닥 상태로 전이하면서 방출되는 수소 21 cm 전파를 이용해 우리 은하의 나선팔 구조를 파악한다.

오답짜이기 > 나. 고에너지 상태인 (가)에서 (나)로 전이하면서 21 cm 전파가 방출된다.

02 나선 은하의 회전 곡선

예설 | 은하 중심부에 질량이 집중되어 있으면 은하는 전체적으로 케플러 회전을 한다. 우리 은하의 질량은 관측된 물질로부터 추론되는 회전 곡선과 다르다. 이는 암흑 물질이 은하 원반과 헤일로에 분포하고 있음을 나타낸다.

정답맞히기 > 가. 은하의 회전 곡선으로 보아 (나)는 대부분의 은하 질량이 중심부에 집중되어 있음을 알 수 있다.

다. 관측되지 않는 암흑 물질로 인해 은하마다 서로 다른 회전 곡선을 보인다.

오답짜이기 > 나. (가)의 회전 속도 분포 곡선은 중심부에서 외곽으로 가면서 속도가 감소하지 않으므로 (가)의 은하는 케플러 회전을 하고 있지 않다.

03 성간 기체

예설 | 성간 기체는 H II 영역, 원자운, 분자운으로 구분할 수 있다.

정답맞이기 > 가. B는 수소 기체가 중성의 원자 상태로 존재하는 성운으로 21 cm 전파를 이용하여 관측한다.

나. 분자운은 온도가 낮고 밀도가 높으며, H II 영역은 온도가 높고 밀도가 낮다.

오답피하기 > 나. 온도 10 K 정도의 거대 분자운에서는 중력 수축이 일어나 별이 태어난다.

04 반사 성운과 암흑 성운

예설 | 반사 성운은 성운 주변에 있는 밝은 별의 별빛을 산란시켜 관측되는 성운이고, 암흑 성운은 성간 티끌에 의해 뒤에서 오는 별빛이 통과하지 못해 어둡게 보인다.

정답맞이기 > 나. 반사 성운과 암흑 성운은 성간 티끌에 의해 별빛이 산란되거나 흡수되어 나타난다.

오답피하기 > 가. 반사 성운은 성간 티끌이 별빛 중 파장이 짧은 빛을 더 많이 산란시켜 주로 푸른색으로 관측된다.

나. 암흑 성운은 분자운 내에서 온도가 낮은 성간 티끌이 별빛을 흡수해 나타난다.

05 성간 소광과 성간 적색화

예설 | 별빛이 성간운을 지나는 동안 빛의 파장에 따라 선택적 흡수 및 산란이 일어난다.

정답맞이기 > 가. 성운 주변에 있는 밝은 별의 빛이 산란되어 푸르게 보이는 성운이 반사 성운이다. 성운 A는 별빛을 산란시켜 우리 눈에 보이므로 반사 성운이다.

나. 성운 B에 의해 빛이 흡수되거나 산란되면서 상대적으로 파장이 긴 빛이 잘 통과하므로 성간 적색화가 일어나 실제보다 붉게 보인다.

다. 성운에 의해 빛이 흡수되거나 산란되면서 별빛의 세기가 원래보다 약해지게 되어 더 멀리 있는 것처럼 보이게 된다.

06 우리 은하의 모양과 구조

예설 | 우리 은하는 중심부에 구형의 중앙 팽대부(A), 은하면에 해당하는 은하 원반(C), 이를 둘러싸고 있는 헤일로(B)로 구성되어 있다.

정답맞이기 > 나. 구상 성단은 은하 중심부와 헤일로에 주로 분포한다.

다. 우리 은하의 성간 물질은 헤일로보다 은하 원반에 집중되어 있다.

오답피하기 > 가. 구상 성단은 주로 붉은색을 띠는 늙은 별들로 구성된다.

07 은하의 회전 속도

예설 | 우리 은하의 회전 속도 분포를 통해 은하의 질량이 중심부에 집중되어 있지 않다는 것을 알게 되었고 암흑 물질의 존재에 대해 알 수 있다.

정답맞이기 > 나. 은하 외곽에 있는 별 C의 바깥에 있는 별의 속도도 별 C와 거의 동일한 것으로 보아 별 C 외곽에도 암흑 물질이 상당히 분포함을 알 수 있다.

오답피하기 > 가. 별 A는 태양과 은하 중심 사이에 위치하므로 시선 속도가 0이고 적색 편이를 보이지 않는다.

나. 은하 중심으로부터 A보다 거리가 먼 B의 속도가 더 빠른 것으로 보아 별 B는 케플러 회전을 하지 않고 있다.

08 우리 은하의 모형

예설 | 허셜은 밤하늘에 있는 별의 수를 세어 최초의 은하 지도를 작성하였고, 캄테인은 정교한 관측을 통해 우리 은하의 공간 분포를 조사하였다. (가)는 캄테인, (나)는 허셜이 생각한 은하의 모습이다.

정답맞이기 > 가. 캄테인은 우리 은하를 납작한 원반 모양이라고 생각하였다.

오답피하기 > 나. 구상 성단의 분포를 조사하여 은하의 모양을 추정한 사람은 새플리이다.

다. 허셜과 캄테인은 성간 소광을 고려하지 못하였다.

테마별 수능 심화문제

본문 104~105쪽

09 ④

10 ⑤

11 ⑤

12 ③

09 성간 소광

예설 | 별빛이 성간운을 지나는 동안 빛의 파장에 따라 선택적 흡수가 일어난다.

정답맞이기 > 나. 은하 C가 우리 은하와 성간 소광 곡선이 거의 일치한다.

다. 은하마다 성간 소광이 다른 것은 성간 물질의 조성 and 분포가 다르기 때문에 나타난다.

오답피하기 > 가. 그래프에서 X축은 파장의 역수인데 파장이 작아질수록 각 은하들의 성간 소광 정도가 대체적으로 증가한다.

10 중성 수소 21 cm 전파의 관측과 해석

예설 | 21 cm 전파는 은하의 회전 때문에 도플러 이동을 일으키게 되므로 시선 속도의 분석을 통해 중성 수소 영역의 위치를 파악할 수 있다.

정답맞이기 > 가. B보다 A의 회전 속도가 느려서 B에서 관측하면 A는 시선 방향으로 멀어지고 있으므로 적색 편이를 보인다.

나. 은하 중심에서 회전 속도가 가장 빠른 영역은 B이고, 시선 속도가 가장 크므로 (나)에서 ㉔ 영역이다.

다. (나)의 ㉓은 시선 속도가 (-)이므로 태양에 접근하는 D의 복사 세기를 나타내고, ㉑~㉔ 중 복사 세기가 가장 작다. 따라서 밀도는 C가 D보다 크다.

11 중력 렌즈 현상

예설 | 먼 곳의 천체와 관측자 사이에 강한 중력을 가진 천체가 존재하면 먼 곳의 천체가 방출한 빛이 휘어져 여러 개의 상이 만들어지는 중력 렌즈 효과가 나타난다.

정답맞이기 > 가. 하나의 퀘이사 빛이 은하단의 강한 중력에 의해 휘어져 지구에서는 2개의 상으로 보이는 것이므로 스펙트럼은 동일하다.

나. 은하단 내의 암흑 물질의 양이 달라지면 중력의 변화가 생겨 중력 렌즈에 의한 빛의 휘어지는 정도가 달라질 것이다.

ㄷ. 퀘이사 B의 빛이 은하단의 강한 중력에 의해 휘어져 지구에서는 A, C의 2개의 상으로 보이는 것이므로 원래 퀘이사의 위치는 B이다.

12 은하 회전 모형

예설 | 은하는 질량의 분포에 따라 다양한 회전 곡선을 나타낸다. 강제 회전은 중심으로부터의 거리에 따라 회전 속도가 증가하고, 케플러 회전은 중심으로부터의 거리에 따라 회전 속도가 감소한다. 등속 회전은 중심으로부터의 거리에 관계없이 회전 속도가 일정하다. 따라서 (가)는 케플러 회전, (나)는 등속 회전, (다)는 강제 회전을 나타낸다.

정답맞히기 > 가. 은하 중심으로부터의 거리가 증가함에 따라 회전 속도가 감소하는 (가)는 케플러 회전을 하고 있다.

ㄷ. 강제 회전을 하는 은하에서 별 A는 태양과 은하 중심을 잇는 선 위에 위치하므로 시선 속도가 항상 0이다.

오답짜이기 > 나. 등속 회전을 하는 (나)에서 별 B는 태양으로부터 조금씩 멀어지고 있으므로 적색 편이를 보인다.

THEME 17 은하의 종류와 허블 법칙

* 낮은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 107쪽

정답 ⑤

예설 | 특이 은하를 가시광선 영역으로 관측할 때 세이퍼트 은하는 주로 나선 은하, 전파 은하는 주로 타원 은하로 관측된다.

정답맞히기 > ㄷ. 다른 은하에 비해 특별히 밝은 핵을 가지고 있고 넓은 방출선을 보이는 세이퍼트 은하는 대부분 나선 은하의 형태로 관측된다.

ㄹ. 타원 은하는 불규칙 은하에 비해 내부에 성간 물질을 거의 가지고 있지 않기 때문에 새롭게 탄생하는 별의 개수비가 불규칙 은하에 비해 작다.

오답짜이기 > 가. 허블이 최초로 외부 은하로 밝힌 것은 안드로메다 은하로 나선 은하이다.

나. 은하핵의 크기에 따라 세분되는 것은 나선 은하이다.

테마별 수능 필수유제

본문 108~109쪽

01 ④	02 ③	03 ⑤	04 ②	05 ③
06 ①	07 ③	08 ⑤		

01 비교적 가까운 거리의 외부 은하

예설 | 국부 은하군에 속하는 안드로메다 은하(M31)와 그 위성 은하인 M110은 청색 편이를 나타낸다.

정답맞히기 > 나. 젊은 별의 비율은 정상 나선 은하인 안드로메다 은하가 타원 은하인 M110보다 크다.

ㄷ. 안드로메다 은하와 그 위성 은하인 M110은 우리 은하와 중력적으로 묶여 있어 국부 은하군을 이루고 청색 편이를 보인다.

오답짜이기 > 가. 안드로메다 은하는 형태상 정상 나선 은하이다.

02 특이 은하

예설 | 세이퍼트 은하는 다른 은하에 비해 밝은 핵을 가지고 있고 스펙트럼 상에 넓은 방출선을 보이며, 퀘이사는 수많은 별들로 이루어진 은하이지만 너무 멀리 있어 하나의 별처럼 보인다.

정답맞히기 > 가. 세이퍼트 은하는 대부분 나선 은하의 형태로 관측된다.

ㄷ. 세이퍼트 은하와 퀘이사의 중심에는 매우 큰 질량을 가진 블랙홀이 있을 것으로 추정된다.

오답짜이기 > 나. 퀘이사는 세이퍼트 은하에 비해 지구로부터 매우 멀리 떨어져 있다.

03 허블의 은하 분류

예설 | 허블은 외부 은하를 형태에 따라 타원 은하, 정상 나선 은하, 막대 나선 은하, 불규칙 은하로 구분하였다. A는 타원 은하, B는 나선 은하, C는 불규칙 은하이다.

- 정답맞이기** > ㄱ. 타원 은하는 편평도에 따라 E0에서 E7으로 세분한다.
 ㄴ. 나선 은하는 은하핵과 나선팔로 구성되어 있다.
 ㄷ. 불규칙 은하는 타원 은하에 비해 성간 물질의 비율이 크다.

04 은하단의 구성 물질

예설 | 은하단은 수백에서 수천 개의 은하들로 이루어진 집단이다.

정답맞이기 > ㄷ. X선으로 관측하면 은하단이 일반 형태로 나타나는 것으로 보아 은하들 사이에 존재하는 은하 간 보통 물질의 분포가 나타난 것이다.

오답피하기 > ㄱ. 주로 은하단은 은하군보다 큰 규모이다.

ㄴ. 은하단 질량의 대부분은 암흑 물질로 21 cm 전파로는 관측할 수 없고 중력으로 추정한다.

05 전파 은하

예설 | 전파 은하는 보통의 은하보다 수백 배 이상 강한 전파를 방출하는 은하이다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)에 나타난 먼지 띠는 전파 영역보다 가시광선 영역에서 성간 소광에 많은 영향을 미친다.

ㄴ. (나)에 나타난 적색 편이 영역과 청색 편이 영역으로 보아 은하는 A 방향으로 회전하고 있다.

오답피하기 > ㄷ. (가)에 나타난 형태로 보아 이 은하는 타원 은하이다.

06 허블 법칙

예설 | 허블 법칙은 외부 은하의 후퇴 속도는 은하들까지의 거리에 비례한다는 것이다.

정답맞이기 > ㄱ. 우주의 팽창 속도는 같은 거리에 있는 은하가 얼마나 빨리 멀어지는지로 결정되므로 허블 상수가 가장 큰 (가)가 가장 크다.

오답피하기 > ㄴ. 우주의 나이가 동일할 경우 팽창 속도가 가장 빠른 (가)의 은하들 사이의 평균 거리가 가장 크다.

ㄷ. 우주의 크기가 동일할 경우 팽창 속도가 가장 느린 (다)가 가장 오래되었다.

07 허블 법칙

예설 | 이 우주에서는 먼 거리에 위치한 은하일수록 허블 상수값이 작아진다.

정답맞이기 > ㄱ. 거리가 증가함에 따라 은하들의 후퇴 속도는 증가하고 있다.

ㄴ. 먼 거리에 있는 은하일수록 과거에서 온 은하의 빛이므로 허블 상수값은 시간에 따라 변하고 있다.

오답피하기 > ㄷ. 거리에 따른 후퇴 속도 기울기가 먼 거리에 있는 은하들이 가까운 은하들에 비해 작으므로 우주 팽창 속도는 증가하고 있다.

08 충돌 은하

예설 | 우주에 무리를 지어 분포하는 은하들은 수백만 년에 걸쳐 서서히 접근하면서 충돌하기도 한다.

정답맞이기 > ㄱ. 은하들이 충돌할 때 별의 크기에 비해 별들 사이의 공간이 매우 크기 때문에 별들은 대부분 충돌하지 않는다.

ㄴ. 그림에서 두 은하의 은하면은 거의 수직이다.

ㄷ. 별이 생성되는 영역을 관측하는 데에는 X선 영역보다 적외선 영역이 적합하다.

테마별 수능 심화문제

본문 110~111쪽

09 ① 10 ③ 11 ③ 12 ②

09 퀘이사

예설 | 퀘이사는 적색 편이가 매우 크며, 이를 통해 구한 후퇴 속도가 광속의 0.1~0.82배나 된다.

정답맞이기 > ㄱ. 적색 편이 $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ (λ_0 : 흡수선의 고유 파장, $\Delta\lambda$: 흡수

선의 파장 변화량)이므로 퀘이사의 적색 편이는 $\frac{82}{656} = 0.125$ 이다.

오답피하기 > ㄴ. 퀘이사 (나)의 적색 편이(z)는 0.8이고, 후퇴 속도(v) = 광속(c) × 적색 편이(z)이므로 이 퀘이사의 후퇴 속도는 광속보다 작다.

ㄷ. 적색 편이 정도로 보아 (나)가 (가)보다 더 먼 거리에 위치한다.

10 허블 법칙

예설 | 외부 은하의 거리에 따른 후퇴 속도에 맞는 허블 상수값은 자료에 따라 다르다.

정답맞이기 > ㄱ. 기울기가 큰 A가 B보다 큰 허블 상수를 나타낸다.

ㄷ. 400 Mpc보다 가까운 은하는 A보다 B에 더 잘 맞는다.

오답피하기 > ㄴ. 허블 상수값은 A가 크지만 400 Mpc보다 가까운 거리에서는 B의 후퇴 속도가 같은 거리에서 더 크다.

11 우주 거대 구조

예설 | 은하단들은 서로 연결되어 우주에 거품처럼 분포하고 있으며, 이들 사이에는 은하들이 거의 없는 빈 지역이 있다. 이처럼 은하들이 많이 몰려 있어 서로 연결된 지역을 필라멘트라 하고, 은하들이 없는 빈 지역을 거대 공동이라고 한다.

정답맞이기 > ㄱ. 거대 공동에는 은하들이 없거나, 있어도 거의 존재하지 않는다.

ㄷ. 우주는 대폭발 이후 작은 밀도의 차이가 성장하여 은하와 별을 형성하였다.

오답피하기 > ㄴ. 그레이트 월은 은하들이 연결되어 분포되어 있는데 은하들이 거의 없는 거대 공동에 비해 평균 밀도가 크다.

12 허블 법칙 그래프

예설 | 거리에 따른 후퇴 속도 그래프는 우주가 팽창할 때 외에 우주가 수축할 때도 그릴 수 있다.

정답맞이기 > ② 현재 시점에 이 우주는 일정한 속도로 수축하고 있다. 따라서 외부 은하들의 거리-속도 그래프는 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 관측자를 향해 다가오는 형태가 되어야 한다.

* 답은 끝 문제로 유형 익히기 *

본문 113쪽

정답 ②

예설 | (가)는 닫힌 우주, (나)는 열린 우주, (다)는 평탄 우주이다.

정답맞이기 > 다. (다)는 우주의 모양으로 보아 평탄 우주이고, 평탄 우주는 우주의 밀도(물질 밀도+암흑 에너지 밀도)가 임계 밀도와 같은 우주이다.

오답맞이기 > 가. (가)는 우주의 모양으로 보아 닫힌 우주이다.

나. (나)는 우주의 모양으로 보아 열린 우주이며, 곡률이 0보다 작고 영원히 팽창하는 우주이다.

테마별 수능 필수유제

본문 114~115쪽

01 ②	02 ③	03 ④	04 ⑤	05 ②
06 ①	07 ⑤	08 ⑤		

01 여러 가지 우주론

예설 | 정상 우주론은 우주의 밀도와 온도가 시간에 따라 변하지 않는다는 이론이고, 급팽창 우주론은 대폭발 우주론과 같이 작고 뜨거운 한 점에서 대폭발을 일으켜 팽창하지만 짧은 시간에 아주 큰 속도로 팽창한 적이 있다는 이론이다.

정답맞이기 > 나. B는 대폭발 우주론으로, 우주 배경 복사를 설명할 수 있다.

오답맞이기 > 가. A는 정상 우주론으로 공간의 팽창을 인정한다.

다. C는 급팽창 우주론으로 대폭발 우주론이 설명하지 못하는 우주의 지평선 문제를 해결하기 위해 만들어졌다.

02 대폭발 우주론

예설 | 대폭발 우주론은 우주의 모든 물질과 에너지가 작고 뜨거운 한 점에서 시작했다는 이론이다.

정답맞이기 > ③ 학생 A : 대폭발 우주론에 따르면 우주를 구성하는 물질의 약 24%가 헬륨으로 이루어져야 한다고 예측되는데 이는 실제 관측 결과와 일치한다.

학생 B : 우주 배경 복사는 대폭발 우주론의 증거이다.

오답맞이기 > 학생 C : 빅뱅 이후 우주의 질량은 계속 증가하는 것이 아니라 거의 일정하다.

03 우주의 진화

예설 | 대폭발로 우주가 시작된 이후 우주는 지속적으로 팽창하고 있다. 우주의 팽창으로 인해 온도는 지속적으로 하강하고 있다.

정답맞이기 > 나. 우주 배경 복사가 최종 산란될 때보다 현재 온도가 떨어져 우주 배경 복사의 파장은 길어졌다.

다. 우주 초기의 미세한 밀도 차이로 인해 은하와 별이 생성되었다.

오답맞이기 > 가. 빅뱅 이후 우주의 온도는 지속적으로 하강하고 있다.

04 우주 배경 복사

예설 | 빅뱅 이후 약 38만 년이 지났을 때 우주는 충분히 식어서 원자핵과 전자가 결합해 투명해졌다.

정답맞이기 > 가. 빅뱅 이후 우주의 온도는 계속 하강하였다.

나. A 시기에 전자가 양성자와 결합하면서 빛이 방해없이 움직일 수 있게 되면서 우주가 투명해졌다.

다. 불투명한 시기의 우주는 전자기파로는 관측할 수 없고 중력파와 같은 다른 방법으로 관측해야 한다.

05 우주 모형

예설 | A는 닫힌 우주, B는 평탄 우주, C는 팽창 속도가 일정한 우주, D는 가속 팽창하는 우주이다.

정답맞이기 > 나. D는 우주 팽창 속도가 증가하고 있고, C는 팽창 속도가 일정하다.

오답맞이기 > 가. B는 팽창 속도가 줄어들고 있지만 우주가 수축하고 있지는 않다.

다. B는 평탄 우주로 평균 밀도가 임계 밀도와 같다.

06 우주의 구성

예설 | A는 복사 밀도, B는 물질 밀도, C는 암흑 에너지 밀도이다.

정답맞이기 > 가. 복사 우세 시대에 가장 밀도가 큰 것은 복사 밀도이다.

오답맞이기 > 나. 우주 배경 복사는 우주의 나이 약 38만 년, 즉 물질 우세 시대에 방출된 것이다.

다. 우주가 팽창함에 따라 복사 밀도와 물질 밀도는 감소하지만 암흑 에너지 밀도는 일정하므로 암흑 에너지가 차지하는 비율은 증가한다.

07 대폭발 이론과 급팽창 이론

예설 | 급팽창 이론은 우주 나이 약 10^{-35} ~ 10^{-33} 초 무렵에 우주가 갑자기 급팽창하게 되었다는 것으로, 대폭발 우주론에서 설명하지 못하는 여러 문제를 효과적으로 설명할 수 있었다. A는 대폭발 이론, B는 급팽창 이론을 나타낸다.

정답맞이기 > 가. 급팽창 이론은 우주 초기에만 팽창 속도가 컸고 현재는 대폭발 이론과 팽창 속도가 같다.

나. 대폭발 이론은 현재 우주가 균일하다는 지평선 문제를 설명하지 못한다.

다. 급팽창 시기에 우주는 빛보다 빠른 속도로 팽창하였다.

08 우주 배경 복사

예설 | 우주 배경 복사는 우주의 온도가 약 3000 K일 때 방출된 복사로 우주가 팽창하는 동안 파장이 길어져 현재는 약 2.7 K 복사로 관측된다.

정답맞이기 > 가. (가)는 (나)보다 우리 은하의 원반에 의한 영향을 많이 받아 중심의 영역이 크게 나타난다.

나. 진동수는 파장에 반비례하므로 진동수가 작아 파장이 긴 (가)가 낮은 온도의 영역을 관측한 것이다.

다. 우주 초기에 미세한 밀도 차이가 생겼고 밀도가 상대적으로 높은 곳으로 중력에 의해 물질들이 모여 은하와 별들이 만들어졌다.

테마별 수능 심화문제

본문 116~117쪽

09 ④

10 ③

11 ③

12 ⑤

09 가속 팽창 우주

예설 Ia형 초신성은 백색 왜성이 쌍성 관계에 있는 별로부터 질량을 공급 받을 때 태양 질량의 1.44배를 넘은 순간 폭발이 일어나면서 급격히 밝아지는 천체이므로 Ia형 초신성의 절대 등급은 일정하다.

정답맞이기 ㄴ. A에서 예측되는 겉보기 등급과 B에서 예측되는 겉보기 등급의 차이는 초신성까지의 거리에 비례한다.

ㄷ. Ia형 초신성의 관측 결과와 잘 맞는 A는 가속 팽창 영역에 속하므로 우주는 가속 팽창하고 있다.

오답피하기 ㄱ. B는 평탄 우주로, 우주의 팽창 속도가 계속 감소하므로 현재와 과거의 허블 상수값은 다를 것이다.

10 우주의 미래 모형

예설 A는 가속 팽창 우주, B, C는 열린 우주, D는 닫힌 우주이다.

정답맞이기 ㄱ. A의 크기 변화는 척력으로 작용하는 암흑 에너지 때문인 것으로 설명된다.

ㄴ. 평균 밀도는 닫힌 우주인 D가 열린 우주인 B보다 크다.

오답피하기 ㄷ. 현재 우주의 크기는 동일하고 현재 우주의 나이가 가장 많은 것은 B이므로 우주 초기부터 현재까지 평균 팽창 속도는 B가 가장 작다.

11 정상 우주론과 대폭발 우주론

예설 대폭발 우주론과 마찬가지로 정상 우주론도 우주의 팽창에는 동의하지만 우주가 시간에 따라 변하지 않는다고 생각한다.

정답맞이기 ㄱ. (가)는 대폭발 우주론으로 우주의 온도는 우주가 팽창함에 따라 지속적으로 감소한다.

ㄴ. 서로 멀어지는 은하에 의해 생겨난 빈 공간을 채우기 위해 새로운 물질이 꾸준히 생겨난다는 것이 정상 우주론인데, 퀘이사가 지구 근처에서는 발견되지 않고 아주 먼 거리에서만 관측된다는 것은 설명할 수가 없다.

오답피하기 ㄷ. 우주가 항상 같은 상태인 정상 우주론에서는 우주 배경 복사를 설명할 수 없다.

12 세 가지 우주 모형

예설 물질-에너지 밀도에 따라 우주를 세 가지 모형으로 나눌 수 있다. (가)는 물질-에너지 밀도가 임계 밀도보다 큰 닫힌 우주, (나)는 물질-에너지 밀도가 임계 밀도와 같은 평탄 우주, (다)는 물질-에너지 밀도가 임계 밀도보다 작은 열린 우주이다.

정답맞이기 ㄱ. 닫힌 우주는 양(+)의 곡률을 나타낸다.

ㄴ. (나) 우주가 물질-에너지 밀도가 임계 밀도와 같은 평탄 우주이다.

ㄷ. 열린 우주의 경우 영원히 팽창한다.

실전 모의고사

실전 모의고사 1회

본문 120~124쪽

01 ②

02 ④

03 ②

04 ①

05 ②

06 ①

07 ②

08 ①

09 ③

10 ②

11 ⑤

12 ③

13 ②

14 ③

15 ③

16 ④

17 ②

18 ③

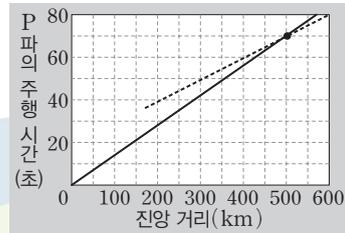
19 ②

20 ①

01 주시 곡선

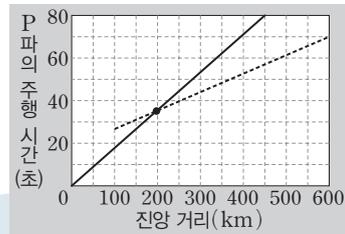
진앙 거리가 교차 거리인 지점에는 지각만 통과해 온 직접파와 맨틀을 통과해 온 굴절파가 동시에 도착한다.

정답맞이기 ㄷ. 지각에서 P파의 속도가 빨라지면 그림과 같이 교차 거리가 길어진다.



오답피하기 ㄱ. 그림에서 실선은 직접파, 점선은 굴절파이다. 그래프의 기울기의 역수가 P파의 속도에 해당하므로 굴절파의 속도가 직접파의 속도보다 빠르다.

ㄴ. 교차 거리는 지각의 두께와 비례하므로 지각의 두께가 더 얇아지는 경우에는 교차 거리가 짧아진다.



02 지구 자기장

편각은 진북과 자북 방향이 이루는 각으로 진북 방향을 기준으로 자침이 동쪽으로 치우치면 (+) 또는 E, 서쪽으로 치우치면 (-) 또는 W로 표시한다. 북각은 전자기력이 수평면에 대해 기울어진 각도로, 자기 적도에서는 0°, 자북극에서는 90°이다.

정답맞이기 ㄴ. 그림 (가)에서 우리나라에서 북쪽으로 갈수록 북각이 커지므로 전자기력과 수평 자기력이 이루는 각이 커진다.

ㄷ. 자북과 진북 방향이 일치하는 곳에서는 편각이 0°이다. 북태평양에는 편각이 0°인 곳이 있으므로 자북과 진북 방향이 일치하는 곳이 있다.

오답피하기 ㄱ. (가)는 북각, (나)는 편각의 분포이다.

03 규산염 광물

규산염 광물의 기본 구조에서 감람석(독립상) → 휘석(단쇄상) → 각섬석(복쇄상) → 흑운모(층상) → 석영(망상)으로 갈수록 정출 온도는 점점 낮아지고, 규소 원자 1개당 공유되는 산소 원자의 수는 증가한다.

광물	결합 구조	SiO ₂ 에서 공유 산소 수	규소 : 산소 [규소 : (비공유 산소 수) × 1 + 공유 산소 수 × 0.5]
감람석	독립상	0	1 : (4 × 1) = 1 : 4
휘석	단쇄상	2	1 : (2 × 1 + 2 × 0.5) = 1 : 3
각섬석	복쇄상	2~3	1 : (1.5 × 1 + 2.5 × 0.5) = 4 : 11
흑운모	층상	3	1 : (1 × 1 + 3 × 0.5) = 2 : 5
석영	망상	4	1 : (4 × 0.5) = 1 : 2

정답맞이기 > 나. 낮은 온도에서 정출되는 광물일수록 공유하는 산소의 수가 많아지고 결합 구조가 복잡해짐에 따라 화학적 풍화에 강하다.

오답짜이기 > 가. 마그마의 결정 분화 작용이 진행될수록 정출되는 광물의 O 원자 수 / Si 원자 수 는 감람석($\frac{4}{1}$) → 휘석($\frac{3}{1}$) → 각섬석($\frac{11}{4}$) → 흑운모($\frac{5}{2}$) → 석영($\frac{2}{1}$)으로 갈수록 작아진다.

다. 마그마의 결정 분화 작용이 진행될수록 암석에 포함된 유색 광물의 함량비는 감소하고 무색 광물의 함량비는 증가한다.

04 지각 열류량 분포

해양 지각의 지각 열류량은 해령과 호상 열도는 많고, 해구는 적다. 그림의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래의 대각선 상의 지각 열류량이 240 mW/m² 정도인 곳은 맨틀 물질이 상승하여 지각 열류량이 많은 해령이다.

정답맞이기 > 가. 해양 지각은 해령에서 생성된 후 해령으로부터 멀어질수록 해령에서 멀어질수록 해양 지각의 연령이 많아진다. 따라서 해양 지각의 연령은 해령에 위치한 B가 A보다 적다.

오답짜이기 > 나. A와 C는 지각 열류량이 매우 적다. 따라서 A와 C 부근에는 열점이 위치하지 않는다.

다. B는 지각 열류량이 가장 많으므로 해령에 가장 가까운 지점이다.

05 열점에 의한 화산섬과 해산의 형성

열점에 의해 생성된 화산섬이나 해산이 판의 이동에 따라 해령에서 멀어지는 방향으로 해저 확장과 함께 이동한다.

정답맞이기 > 나. B와 C는 현재 A의 위치에서 생성된 후 판의 이동에 따라 현재의 위치로 이동해 온 것이다. 따라서 이 해양판은 서쪽에서 동쪽으로 이동하였다.

오답짜이기 > 가. 열점에서는 주로 현무암질 마그마가 분출하며, 이 마그마에 의해 생성된 암석은 현무암이다.

다. A, B, C 중 C가 가장 먼저 형성되었고 A는 현재 열점의 위쪽에 위치하므로 화산섬과 해산의 연령은 C > B > A이다.

06 판의 경계

베니오프대에서는 해구에서 대륙 중심부로 갈수록 진원의 깊이가 점점 깊어지면서 천발 지진부터 심발 지진까지 다양한 깊이에서 지진이 발생한다.

정답맞이기 > 가. (가)는 판과 판이 서로 멀어지는 발산형 경계이고, (나)는 판과 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계이다.

오답짜이기 > 나. (나)는 대륙판과 대륙판이 서로 가까워지는 충돌형 수렴 경계이므로 알프스 산맥, 히말라야 산맥과 같은 습곡 산맥이 발달한다. 따라서 섭입형 경계에서 나타나는 베니오프대가 발달하지 않는다.

다. 진원의 평균 깊이는 발산형 경계가 위치하는 (가)에서가 수렴형 경계가 위치하는 (나)에서보다 얕다.

07 지질 단면도 해석

지질 구조에는 습곡, 단층과 절리, 부정합 등이 있다. 조륙 운동이나 조산 운동에 의해 퇴적이 오랫동안 중단되어 시간적인 공백이 있는 상하 두 지층의 관계를 부정합이라고 한다.

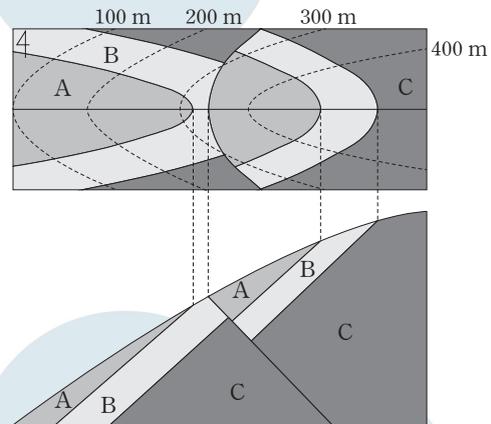
정답맞이기 > 다. 이 지역에서 발견되는 지층과 암석은 고생대 삼엽충 화석을 포함하는 세일층과 신생대 매머드 화석을 포함하는 사암층, 그리고 신생대에 관입한 화성암이다. 고생대층인 세일층과 신생대층인 사암층 사이에는 긴 시간 간격이 있다.

오답짜이기 > 가. 화성암은 세일층과 사암층을 관입하고 있으므로 두 지층보다 더 나중에 생성된 것이다. 사암층에서 매머드 화석이 발견되는 것으로 보아 사암층의 생성 시기는 신생대이다. 따라서 화성암의 관입 시기는 신생대이다.

나. 아래쪽의 세일층은 고생대에, 위쪽의 사암층은 신생대에 형성되었으므로 이 지역의 지층은 역전되지 않았다.

08 지질도 해석

이 지역의 지질 단면도를 그려 보면 다음과 같다.



정답맞이기 > 가. 지질 단면도를 보면, 이 지역에서는 모든 지층의 경사 방향은 서쪽으로 나타나고 지층 경계선을 절단하는 단층선은 경사가 동쪽으로 나타난다.

오답짜이기 > 나. 이 지역에 보이는 단층은 상반이 하반에 대해 단층면을 따라 아래로 이동한 정단층이다.

다. 지층의 생성 순서는 경사 방향이 서쪽이므로 동쪽 아래에 있는 지층이 먼저 생성되어 C → B → A의 순서가 된다. 따라서 A는 C보다 나중에 생성되었다.

09 우리나라의 지질 계통

(가)는 신생대, (나)는 중생대, (다)는 고생대에 형성된 지층이다.

정답맞이기 > ③ ㉠ (나)의 중생대는 조산 운동과 화성 활동이 가장 활발

했던 시기로 중생대 지층은 모두 육성층이다.

㉠ (다)의 고생대에는 조선 누층군, 평안 누층군 등이 형성되었다.

10 단열 변화

공기 덩어리가 상승하거나 하강할 때 외부와의 열 교환없이 주위 기압 변화에 의한 부피 변화에 의해 온도가 변하는 현상을 단열 변화라고 한다.

정답맞이기 > ㄷ. 기온 감률은 지면 ~ 높이 1 km에서 $12^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 이고, 높이 1~2 km에서 $4^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 이므로 지면 ~ 높이 1 km보다 높이 1~2 km에서 작다.

오답맞이기 > ㄱ. 3 km 높이에서 공기 덩어리를 건조 단열 과정으로 지면까지 하강시키면 공기 덩어리의 온도는 30°C 상승하므로 ㉠은 $-3+30=27^{\circ}\text{C}$ 이다.

ㄴ. 높이 2~3 km에서는 기온 감률이 $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 이다. 따라서 기온 감률이 건조 단열 감률($10^{\circ}\text{C}/\text{km}$)보다 작거나 습윤 단열 감률($5^{\circ}\text{C}/\text{km}$)과 같으므로 대기의 안정도는 불안정한 상태가 아니다.

11 지균풍과 경도풍

마찰력이 작용하지 않는 상층 대기에서 등압선이 직선일 때 부는 바람은 지균풍이고, 등압선이 원형이나 곡선일 때 부는 바람은 경도풍이다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 기압 경도력, B는 전향력, C는 원심력이다.

ㄷ. (가)는 지균풍으로서 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 불고 있다. (나)는 경도풍인데, 고기압성 경도풍은 전향력=기압 경도력+원심력이다. (가)와 (나)에서 기압 경도력이 같으므로 전향력은 (가)가 (나)보다 작다. 풍속은 전향력이 클수록 크므로 (가)보다 (나)에서 풍속이 크다.

오답맞이기 > ㄴ. (나)는 북반구에서 부는 경도풍으로서 바람이 시계 방향으로 불고 있으므로 중심부가 고기압이다.

12 지구의 복사 평형

A는 25, B는 88, C는 100이다.

정답맞이기 > ㄱ. 지구에 입사하는 태양 복사 에너지 중 지구에 흡수되지 않고 대기의 산란과 구름과 지표면에서 반사되어 우주 공간으로 되돌아가는 30(%)을 지구의 반사율이라고 한다. 흡수율은 $A+45=70(\%)$ 이다.

ㄷ. 지구의 평균 기온이 상승하면 지표 흡수(B)와 지표 방출(C)이 모두 증가한다.

오답맞이기 > ㄴ. 태양 복사 에너지가 대기에 흡수되는 비율(A)은 25, 지표면 복사가 대기에 흡수되는 비율(C)은 100이다.

13 지형류

수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류를 지형류라고 한다.

정답맞이기 > ㄷ. (가)가 (나)보다 해수면의 경사가 5배 크므로 수압 경도력과 전향력도 5배 크다. 나머지 조건이 같을 때 지형류의 속도는 전향력과 비례하므로 지형류의 속도는 (가)가 (나)보다 5배 빠르다.

오답맞이기 > ㄱ. 지형류가 흐르는 방향으로 보아 (가)와 (나) 모두 북반구에 위치한다.

ㄴ. 지형류는 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루며 흐르는 해류이

다. (가)는 (나)보다 해수면의 경사가 급하므로 수압 경도력이 크고 전향력도 크다.

14 엘니뇨

태평양의 적도 부근을 따라 남아메리카 해안에서 태평양 중양부에 이르는 넓은 범위에서 해수면 온도가 평상시보다 높아지는 현상이 엘니뇨이다.

정답맞이기 > ㄱ. 동태평양 적도 부근 해역의 해수면 높이가 평상시보다 높아졌으므로 엘니뇨가 발생한 시기이다. 엘니뇨 발생 시에는 무역풍이 약해진다.

ㄷ. 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역에서 수온이 높아지고 상승 기류가 나타난다.

오답맞이기 > ㄴ. 엘니뇨 시기에는 서태평양 적도 부근 해역(인도네시아 연안)에서 강수량이 감소하여 가뭄 피해를 입을 수 있다.

15 별의 운동

별이 1년 동안 천구 상을 움직여 간 각거리를 고유 운동이라고 한다. 공간 운동은 별이 우주 공간에서 실제로 운동하는 것이다.

정답맞이기 > ㉢ ㉠ 별 A와 B는 시선 속도가 0이므로 접선 속도가 같다. 이 경우 고유 운동의 크기는 거리가 가까운 별이 더 크다. 별 B와 C는 거리가 같은데 고유 운동은 별 B가 더 크다. 따라서 고유 운동이 가장 큰 별은 B이다.

㉡ 접선 속도는 시선 방향에 직각 방향으로 움직이는 속도를 말하며, 별의 거리와 고유 운동이 클수록 커진다. 별 B와 C를 비교하면, 별 B와 C는 거리가 같은데 고유 운동은 별 B가 더 크므로 접선 속도는 별 B가 C보다 크다. 별 A와 B는 시선 속도가 0이므로 접선 속도가 같다. 따라서 접선 속도가 가장 작은 별은 C이다.

16 성간 기체

천문학에서 중성인 상태를 I, 전자를 하나 잃으면 II라고 표기한다. 따라서 H I 영역은 중성 수소가 밀집한 지역, H II 영역은 이온화된 수소가 밀집한 지역이다.

정답맞이기 > ㄴ. H II 영역 주변에는 밝은 별들이 분포하는데, 이 별들은 대부분 젊은 주계열성으로서 표면 온도는 15000K 이상이다. 이러한 고온의 별들은 에너지가 비교적 높은 자외선을 많이 방출한다. 이 별 주위에 있는 수소 원자들은 별에서 방출된 자외선을 흡수하여 전자를 잃고 이온화되어 H II 영역을 형성한다.

ㄷ. H I 영역은 중성 수소가 존재하며 온도가 낮고 밀도가 높은 영역이고, H II 영역은 전리된 수소가 존재하는 온도가 높고 밀도가 낮은 영역이다.

오답맞이기 > ㄱ. 발광 성운은 H II 영역에서 전리된 수소가 전자와 다시 결합하여 붉은색의 빛을 방출하는 것이다.

17 별의 진화

태양 정도의 질량을 가진 별은 원시성(가) → 주계열성(나) → 적색 거성(다) → 행성상 성운 → 백색 왜성(라)의 단계로 진화한다.

정답맞이기 > ㄴ. H-R도에서 위쪽에 있는 별일수록 광도가 더 크므로 절대 밝기가 밝다. 따라서 절대 등급이 가장 작은 단계는 (다)이다.

오답맞이기 > ㄱ. 원시성인 (가) 단계에서 수축하면서 주계열성인 (나) 단계로 진화하기 때문에 별의 반지름이 작아진다. 별의 반지름이 작아

지면서 중력 수축 에너지에 의해 내부 온도가 증가하고 일정 온도 이상이 되면 핵융합 반응으로 에너지를 생산하는 주계열성이 된다.

ㄷ. (라)의 백색 왜성은 (다)의 적색 거성보다 더 진화한 단계의 별이다.

18 성간 소광과 성간 적색화

성간 티끌은 별빛을 흡수하거나 산란시켜 우리 눈에 도달하는 별빛의 양을 줄여들게 한다.

정답맞이기 ㄱ. 관측자 B에게는 성간 티끌에 의해 산란된 파장이 짧은 푸른빛이 상대적으로 많이 도달한다. 성간 티끌에 의해 산란된 별빛은 반사 성운을 만든다.

ㄷ. 성간 소광은 성간 물질에 의한 빛의 흡수와 산란으로 별빛의 세기가 약해지는 현상이다. 이와 같이 소광 효과가 커지면 겉보기 등급(m)이 커지므로 거리 지수($m-M$)가 커진다.

오답피하기 ㄴ. 관측자 A에게 도달하는 별빛에는 관측자 B보다 성간 티끌을 통과해 온 파장이 긴 빛이 상대적으로 많으므로 별이 실제로 다 붉게 보이는 성간 적색화가 나타난다.

19 허블의 은하 분류

외부 은하를 모양에 따라 분류하면 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 나눌 수 있다.

정답맞이기 ㄷ. (나)는 정상 나선 은하, (다)는 막대 나선 은하인데, (나)와 (다)는 은하핵을 가로지르는 막대 모양의 구조가 있느냐 없느냐에 따라 구분한다.

오답피하기 ㄱ. (가)는 타원 은하이고, (나)는 정상 나선 은하이다. (가)에는 나선팔이 없지만 (나)에는 나선팔이 있다. 나선 은하는 나선팔이 감긴 정도와 은하핵의 상대적인 크기에 따라 Sa, Sb, Sc 또는 SBa, SBb, SBc로 구분한다.

ㄴ. (가)는 타원 은하이고, (라)는 불규칙 은하이다. 타원 은하는 비교적 늙은 별로 이루어져 있고, 불규칙 은하는 성간 물질과 젊은 별들이 많이 분포한다. 따라서 젊은 별의 비율은 (라)가 (가)보다 높다.

20 우주의 가속 팽창

최근의 관측 자료를 근거로 현재의 우주는 평탄하지만 팽창하는 속도가 점점 빨라지는 것으로 보고 있으며, 이는 척력으로 작용하는 암흑 에너지 때문인 것으로 설명하고 있다.

정답맞이기 ㄱ. (가)에서 시간에 따른 우주 크기의 증가율은 현재 점점 더 커지고 있다. 이것은 우주의 팽창 속도가 점점 빨라지고 있음을 의미한다.

오답피하기 ㄴ. 암흑 에너지는 우주의 팽창 속도를 빨라지게 하는 에너지로 중력과 반대되는 척력을 유발한다.

ㄷ. 전자기파로 관측 가능한 물질은 빛과 상호 작용을 하는 물질인 보통 물질 중에서도 일부분에 해당한다. 따라서 전자기파로 관측 가능한 물질의 양은 우주의 구성 물질 중 보통 물질의 비율인 4.6%보다 작고, 우주 구성 물질의 대부분을 차지하는 암흑 물질은 빛과 상호 작용하지 않으므로 중력에 의해서만 검출된다.

실전 모의고사 2회

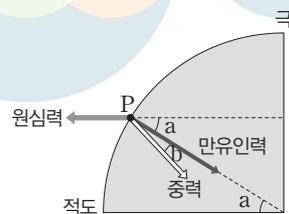
본문 125~129쪽

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

01 중력의 방향과 크기

예설 | 중력은 지구 중심을 향하는 만유인력과 지구 자전에 의해 자전축 바깥쪽으로 향하는 원심력의 합력이다.

정답맞이기 ㄴ. a 는 적도에서 0° 이고, 고위도로 가면서 값이 커진다.



오답피하기 ㄱ. 지구 중심을 향하는 힘은 만유인력이다. 중력 방향은 원심력과 만유인력의 합력 방향이다.

ㄷ. $b=0^\circ$ 일 때는 중력과 만유인력의 방향이 같을 때이다. 중력과 만유인력의 방향이 같아지는 곳은 극지방과 적도 지방이다. 극지방에서는 원심력의 크기가 0이고, 적도 지방에서는 원심력과 만유인력이 서로 반대 방향을 향하고 만유인력과 중력의 차이만큼 원심력의 크기에 해당된다. 따라서 원심력과 만유인력이 평형을 이루는 경우는 없다.

02 지진파

예설 | PS시가 길수록 진원까지의 거리가 멀다.

정답맞이기 ㄱ, ㄴ, ㄷ. PS시는 B가 A보다 길게 기록되었으므로 진원까지의 거리는 B가 더 멀다. 그리고 관측소에 도달한 S파의 진폭도 B가 더 크다. 진원까지의 거리가 더 먼 B의 S파 진폭이 더 큰 것으로 보아 관측소에 도달한 S파의 에너지는 B가 더 크다. 따라서 지진의 규모는 A보다 B가 더 크다.

03 관입

예설 | 관입당한 암석은 관입한 암석보다 먼저 생성되었다.

정답맞이기 ㄱ. 관입암 A가 어긋난 모습으로 보아 관입암 B가 지나갈 길에 상반이 내려간 정단층이 형성되었다. 따라서 과거에 장력을 받았다.

ㄴ. A, B, C가 화강암이므로 과거에 지하 깊은 곳에 있었고, 지금은 지표에서 관찰되고 있으므로 이 지역은 과거에 적어도 한 번 융기한 적이 있다.

ㄷ. A가 먼저 관입한 후 B와 C가 관입하였다. 이때 B와 C의 선후 관계는 알 수 없다.

04 판의 수렴형 경계

예설 | 대륙판과 해양판이 수렴할 때 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 해구와 호상 열도 또는 해구와 습곡 산맥을 형성할 수 있다.

정답맞이기 ㄱ. (나)의 지진 분포로 보아 X 판이 Y 판 아래로 섭입하고 있으므로 두 판의 경계에 해구가 발달한다.

ㄴ. X 판이 Y 판 아래로 섭입하고 있으므로 판의 밀도는 X 판이 Y 판보다 크다.

오답피하기 > ㄷ. 밀도가 큰 X 판이 밀도가 작은 Y 판 아래로 섭입하면서 마그마가 생성되므로 화산 활동은 Y 판이 있는 B-C 구간에서 활발하다.

05 고지자기 줄무늬

예설 | 해령에서 고지자기 줄무늬는 해령의 열곡과 거의 나란하며, 해령의 열곡을 축으로 대칭을 이룬다.

정답맞이기 > ㄱ. 지구 자기장의 방향이 현재와 같이 북쪽을 향하는 시기를 정자극기(정상기), 현재와 반대로 남쪽을 향하는 시기를 역자극기(역전기)라고 한다. A는 지자기 줄무늬의 음영이 현재와 같이 표현되어 있으므로 정자극기이고, B는 역자극기이다.

오답피하기 > ㄴ. X 지점의 지각과 쌍을 이루는 지각의 나이가 1.0~2.0 백만 년이므로 X 지점의 지각은 2백만 년보다 젊다.

ㄷ. 정자극기와 역자극기의 줄무늬 간격이 일정하지 않은 것으로 보아 지자기 역전은 일정한 주기로 일어나지는 않았다.

06 조석 현상

예설 | 기조력은 태양보다 달의 영향을 더 크게 받기 때문에 달의 위상이 삭 또는 망일 때는 사리, 상현 또는 하현일 때는 조금이 나타난다.

정답맞이기 > ㄱ. 조석 주기는 만조(간조)에서 다음 만조(간조)까지 걸리는 시간으로 이 지역에서는 약 12시간 20분 내외이므로 반일주조가 나타난다.

오답피하기 > ㄴ. 4~6일 사이에 달의 위상이 상현이라면 이 기간 동안 조차는 다른 날보다 작아야 한다. 조석표에서 4~6일의 조차는 다른 날보다 크므로 달의 위상이 상현은 아니다.

ㄷ. 조석표에서 1~6일에는 정오에 해수면이 높아지고 있으므로 밀물이고, 7~8일에는 정오에 해수면이 낮아지고 있으므로 썰물이다.

07 핀 현상

예설 | 공기 덩어리가 산사면을 따라 상승할 때는 단열 팽창에 의해 기온이 낮아져 포화 상태에 도달하면 구름이 생성되어 비가 내리고, 산 정상상을 넘어 하강할 때는 단열 압축에 의해 기온이 상승한다.

정답맞이기 > ㄱ. 이 공기 덩어리의 상승 응결 고도는 $H = \frac{1}{8}(22 - 6) = 2$ km이다. 따라서 공기 덩어리가 1.5 km 산을 넘는 동안에는 구름이 발생하지 않는다.

ㄴ. 공기 덩어리가 A~G 지점을 지나는 동안 기온과 이슬점은 다음과 같다.

지점	A	B	C	D	E	F	G
기온(°C)	22	7	12	2	-3	7	27
이슬점(°C)	6	3	4	2	-3	-1	3

오답피하기 > ㄷ. 공기 덩어리가 산을 넘어오면 핀 현상에 의해 기온은 높아지고 이슬점은 낮아진다.

08 암석의 광학적 성질

예설 | 편광 현미경에서 상부 니콜을 넣은 상태를 직교 니콜, 상부 니콜을 뺀 상태를 개방 니콜이라고 한다. 개방 니콜에서는 다색성을, 직

교 니콜에서는 간섭색과 소광 현상을 관찰할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 직교 니콜 상태이다. 직교 니콜 상태에서 암석 박편을 빼면 광원에서 나온 빛이 하부 니콜과 상부 니콜을 지나면서 모두 차단되므로 시야가 어두워진다.

ㄴ. A와 B는 직교 니콜에서 소광 현상이 관찰되므로 이방체이다.

ㄷ. C는 직교 니콜 상태에서 재물대를 360° 회전하는 동안 계속 검은 색으로 보였으므로 완전 소광이 나타났다. 투명 광물 중 등방체 광물에서 이와 같은 현상이 나타난다.

09 지질 시대별 암석 분포

예설 | (가)는 고생대 초기 퇴적암인 조선 누층군의 분포를, (나)는 중생대 쥐라기 화강암 분포를 나타낸 것이다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 고생대, (나)는 중생대이다.

오답피하기 > ㄴ. 고생대의 조선 누층군은 해성층이고, 고생대 말기 지층인 평안 누층군은 하부는 해성층, 상부는 육성층이다.

ㄷ. 우리나라에서 공룡 발자국은 중생대 퇴적암 지층인 경상 누층군에서 발견된다.

10 지질 단면도

예설 | 지질도를 해석하여 지층과 지층 사이의 관계를 알 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 분지는 가운데가 오목하게 파인 지형이다. 수평층이 발달한 지역에서 일부분이 오목하게 파이면 그림과 같이 지층 경계선이 동심원 형태로 나타난다.

ㄴ. 지하에 돔 형태의 구조가 발달한 경우 돔 구조의 정상부가 오목하게 파인 경우이다.

ㄷ. 수평 지층이 사방에서 횡압력을 받아 대야 모양으로 지층이 휘어진 후 가운데가 오목하게 파인 경우이다.

11 별의 물리량

예설 | 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다.

정답맞이기 > ㄴ. 별 ㉠은 B 등급이 V 등급보다 크다. 등급이 클수록 어둡게 보이므로 ㉠은 사진 관측보다 안시 관측에서 더 밝게 보인다.

오답피하기 > ㄱ. 별의 등급과 거리(r)는 다음과 같은 관계를 가진다.

$$\log r = \frac{m - M + 5}{5}$$

겉보기 등급이 같으므로 절대 등급이 5등급 작으면 거리는 10배 멀다. 따라서 ㉠의 연주 시차는 ㉡의 $\frac{1}{10}$ 배이다.

ㄷ. 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 네제곱에 비례한다. ㉠과 ㉡은 색지수가 같으므로 표면 온도가 같다. 따라서 두 별은 다음과 같은 식을 만족한다.

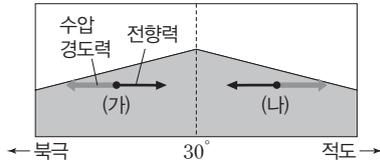
$$\frac{L_{\text{㉠}}}{L_{\text{㉡}}} = \left(\frac{R_{\text{㉠}}}{R_{\text{㉡}}}\right)^2$$

별의 광도는 ㉠이 ㉡보다 10000배 크므로 별의 반지름은 ㉠이 ㉡보다 100배 크다.

12 지형류

예설 | 해수면에 경사가 생기면 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루며 수압 경도력의 직각 방향으로 지형류가 흐른다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)와 (나)에 작용하는 힘은 그림과 같다.



ㄷ. 라니냐 시기에는 무역풍이 강해지면서 에크만 수송이 많이 일어나고 그에 따라 해수면의 경사가 정상시보다 급해진다. 따라서 수압 경도력이 증가하고 지형류의 유속도 증가한다.

오답피하기 > ㄴ. (나)에서 수압 경도력은 남쪽으로 작용하므로 지형류는 수압 경도력의 오른쪽 직각 방향인 서쪽으로 흐른다.

13 별 내부의 핵융합 반응

예설 | 수소 핵융합 반응에는 p-p 연쇄 반응과 CNO 순환 반응이 있다. 별의 질량이 태양 질량의 약 2배보다 작을 때는 p-p 연쇄 반응이 우세하고, 별의 질량이 태양 질량의 약 2배보다 클 때는 CNO 순환 반응이 우세하다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 p-p 연쇄 반응, (나)는 CNO 순환 반응이다. 두 반응 모두 수소 핵융합 반응이다.

ㄴ. (나)에서 탄소는 반응 전후에 소모되지 않고 촉매로 사용된다.

ㄷ. 태양은 중심핵의 온도가 높지 않아 CNO 순환 반응보다 p-p 연쇄 반응이 우세하게 일어난다.

14 쌍성의 광도 곡선

예설 | 두 별이 만유인력에 묶여 공통 질량 중심에 대해 공전하는 경우 두 별의 공전 주기는 같고, 공전 궤도 반지름과 공전 속도는 질량에 반비례한다.

정답맞이기 > ㄷ. t_3 일 때 공통 질량 중심에 대한 A의 시선 속도가 약 +15 km/s로 최댓값인 것으로 보아 A는 빠른 속도로 멀어지고 있다. 따라서 이때 A의 스펙트럼에는 적색 편이가 최대로 나타난다.

오답피하기 > ㄱ. 쌍성을 이루는 두 별 A, B의 질량을 m_A, m_B , 공전 궤도 반지름을 a_A, a_B , 공전 속도를 v_A, v_B 라고 할 때 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{a_B}{a_A} = \frac{v_B}{v_A}$$

공전 속도는 A가 B보다 약 2배 크므로 별의 질량은 B가 A보다 약 2배 크다.

ㄴ. A와 B의 시선 속도 곡선에서 대칭축이 지나가는 약 -20 km/s가 이 쌍성계의 공통 질량 중심의 시선 속도이다. 시선 속도가 (-)의 값을 가지므로 이 쌍성계는 접근하고 있다.

15 별의 진화

예설 | 질량이 태양 정도되는 별의 진화 경로는 원시별 → 주계열성 → 거성 → 행성상 성운 → 백색 왜성이다.

정답맞이기 > ㄱ. 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 시작되어 헬륨이 생성되기 시작했지만 주요 성분은 아직 수소이다. 따라서 별이 주계열 단계에 막 도달했을 때 별 내부 전체의 주요 성분은 수소이다.

ㄴ. 별의 중심부에서 수소가 고갈되어 헬륨만 남게 되면 주계열 단계가 끝난다. 따라서 별의 주계열 단계가 끝날 때 별의 중심핵은 헬륨.

중심핵 주변은 수소로 채워져 있다.

오답피하기 > ㄷ. 거성 단계에서 중심부의 헬륨이 고갈되면 중심핵은 탄소가 채워지고, 탄소핵 주변의 수소층에서는 수소 핵융합 반응으로 인해 점차 헬륨으로 바뀐다.

ㄹ. 질량이 태양 정도되는 별은 맥동 변광성 단계를 거치면서 중심부 주변 물질의 일부가 행성상 성운을 만들고, 탄소핵은 더욱 수축하여 백색 왜성이 된다.

16 천해파와 심해파

예설 | 수심이 파장의 $\frac{1}{2}$ 보다 깊은 해역에서는 심해파, 수심이 파장의 $\frac{1}{20}$ 보다 얇은 해역에서는 천해파로 구분한다.

정답맞이기 > ㄴ. (가)는 물 입자의 궤적이 원형인 것으로 보아 해파가 해저면의 영향을 받지 않는 심해파이고, (나)는 물 입자의 궤적이 타원형인 것으로 보아 해파가 해저면의 영향을 받는 천해파이다.

ㄷ. (가)는 심해파로 수심이 파장의 $\frac{1}{2}$ 보다 깊다. 수심이 200 m이므로 (가)의 파장은 400 m보다 짧다. (나)는 천해파로 수심이 파장의 $\frac{1}{20}$ 보다 얇다. 따라서 (나)의 파장은 4000 m보다 크다.

오답피하기 > ㄱ. 해파의 진행 방향은 해파의 마루에서 물 입자가 궤적을 따라 도는 방향과 같다. 그림에서 (가)와 (나)의 해파는 모두 동쪽으로 이동한다.

17 경도풍

예설 | 지면과의 마찰이 없는 상층 대기에서 등압선이 곡선일 경우 기압 경도력, 전향력, 원심력이 평형을 이루며 등압선과 나란하게 경도풍이 분다.

정답맞이기 > ㄱ. 중심부가 저기압일 때 시계 반대 방향으로 바람이 불고 있으므로 이 지역은 북반구이다.

ㄷ. 기압 경도력의 크기가 같을 경우 중심부가 저기압일 때보다 고기압일 때 풍속이 크다.

오답피하기 > ㄴ. 전향력의 크기는 중심부가 저기압일 때는 (기압 경도력 - 원심력)과 같고, 고기압일 때는 (기압 경도력 + 원심력)과 같다. 따라서 기압 경도력이 같을 경우 전향력은 저기압보다 고기압에서 더 크다.

18 상층의 바람

예설 | 지균풍은 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 북반구의 경우 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 등압선에 나란하게 부는 바람이다.

정답맞이기 > ㄷ. 기압은 고도가 높아질수록 낮아진다. B 윗면의 기압은 500 hPa이고, A 윗면의 기압은 500 hPa보다 높고, C 윗면의 기압은 500 hPa보다 낮다. 따라서 기압 경도력은 북쪽을 향하고 바람(지균풍)은 그 오른쪽 직각 방향인 동쪽을 향한다. 즉 서풍이 분다.

오답피하기 > ㄱ. 기온이 높을수록 공기 기동이 팽창하여 등압면의 고도가 높아진다. 상층 대기의 등압면 고도는 A가 B보다 높으므로 공기 기동의 평균 기온은 A가 B보다 높다.

ㄴ. 밀면적이 같을 경우 두 등압면 사이에 있는 공기 기동의 질량은 같다. 즉, 지면(1000 hPa)과 500 hPa 사이에 있는 공기 기동은 높

이에 관계없이 질량이 같다. 그런데 C는 500 hPa 등압면보다 높은 곳까지 공기 기둥이 뻗어 있으므로 B보다 질량이 크다.

19 암흑 성운과 발광 성운

예설 | 암흑 성운은 별빛이 통과하지 못해 어둡게 보이고 발광 성운은 빛을 방출하여 밝게 보인다. A는 암흑 성운인 말머리 성운, B는 발광 성운인 오리온 대성운이다.

정답맞이기 > 나. 발광 성운이 붉게 보이는 것은 전리된 수소가 전자와 재결합해 중성 수소로 되돌아가는 과정에서 붉은색의 가시광선을 방출하기 때문이다.

다. 성운은 성간 기체와 성간 티끌 등 성간 물질이 밀집되어 있는 것이다.

오답피하기 > 가. 전리된 수소가 자유 전자와 재결합하면서 빛을 방출하는 성운은 발광 성운이다.

20 우주 구성 요소

예설 | 우주는 보통 물질 4.6%, 암흑 물질 24%, 암흑 에너지 71.4%로 구성되어 있다.

정답맞이기 > 가. 우주에서 가장 큰 비율을 차지하는 요소는 암흑 에너지(A)이다.

오답피하기 > 나. 암흑 에너지(A)는 우주에 널리 퍼져 있으며 척력으로 작용해 우주를 가속 팽창시키는 역할을 하고 있다. B는 암흑 물질로 전자기파와 상호 작용하지 않지만 질량을 가지는 물질이므로 인력이 작용한다. 암흑 물질의 존재는 은하의 총 질량을 계산할 때, 광학적 관측을 통해 얻어낸 값이 중력을 통해 계산한 값보다 훨씬 작다는 사실로부터 알 수 있다. 즉, 암흑 물질은 전자기파로 관측되지 않아 중력적인 방법으로만 그 존재를 확인할 수 있다.

다. C는 보통 물질로 빛과 상호 작용하므로 전자기파로 관측할 수 있다.

실전 모의고사 3회

본문 130~134쪽

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

01 지구 내부의 온도 분포와 상태 변화

예설 | 깊이에 따른 온도 곡선과 지구 내부 물질의 용융 온도 곡선을 통해 지구 내부 물질의 상태를 알 수 있다. 지구 내부의 온도가 지구 내부 물질의 용융 온도보다 높은 깊이에서는 지구 내부 물질이 액체 상태가 되고, 지구 내부 온도가 지구 내부 물질의 용융 온도보다 낮은 깊이에서는 지구 내부 물질이 고체 상태가 된다. A는 지구 내부 구성 물질의 용융 온도 곡선이고, B는 지구 내부의 온도 곡선이다.

정답맞이기 > 나. 지구 내부의 온도 변화율(기울기)은 지각에서 최대이고, 내핵에서 최소이다.

오답피하기 > 가. A는 지구 내부 구성 물질의 용융 온도 곡선이다.

다. ㉠은 내핵이다. 내핵에서는 물질의 용융 온도가 지구 내부의 온도보다 높으므로 물질은 주로 고체 상태로 존재한다.

02 광물의 광학적 성질

예설 | 편광 현미경을 관찰할 때 상부 편광판을 뺀 상태를 개방 니콜이라 하고, 상부 편광판을 넣은 상태를 직교 니콜이라고 한다. 유색의 광학적 이방체는 개방 니콜에서는 다색성을, 직교 니콜에서는 간섭색과 소광 현상이 관찰된다.

정답맞이기 > 가. A는 개방 니콜에서 관찰한 것이므로 박편을 재물대 위에 올려놓고 회전을 시킬 때, 광물의 색과 밝기가 일정한 범위에서 변하는 다색성이다.

다. 다색성, 소광 현상, 간섭색은 모두 광학적 이방체 광물에서 나타나는 광학적 성질이다.

오답피하기 > 나. B는 소광 현상, C는 간섭색이다. 간섭색은 광물의 굴절률에 따라 다르며, 같은 광물이라고 하더라도 박편 속의 광물이 절단된 방향과 박편의 두께에 따라 다르게 나타난다.

03 화성암의 분류

예설 | 화성암은 산출 상태에 따라 심성암, 반심성암, 화산암으로 구분되며, 냉각 속도에 따라 화성암의 조직이 달라진다. ㉠은 심성암인 화강암이고, ㉡은 화산암인 현무암이다.

정답맞이기 > 가. A에는 마그마가 지표로 나와 빠르게 냉각되어 굳어진 화산암인 현무암이 산출되고, B에는 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 굳어진 심성암인 화강암이 산출된다.

나. 암석을 구성하는 입자의 크기는 지하 깊은 곳에서 천천히 냉각되어 결정의 입자가 큰 화강암이 지표 근처에서 급히 냉각되어 결정의 입자가 매우 작은 현무암보다 더 크다.

오답피하기 > 다. SiO₂ 함량이 많은 산성암일수록 무색 광물의 함량이 많아 색이 밝고, SiO₂ 함량이 적은 염기성암일수록 유색 광물의 함량이 많아 색이 어둡게 나타난다. 따라서 유색 광물의 함량비는 산성암인 화강암이 염기성암인 현무암보다 더 작다.

04 암상과 화석에 의한 지층의 대비

예설 | 비교적 가까운 지역에서는 암상이 유사하므로 이를 통해 지층의 대비가 가능하고, 멀리 떨어진 지역에서는 표준 화석을 이용하여 지층들을 대비할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 응회암은 과거에 화산 활동이 있던 지역에서 쌓인 화산재가 굳어져 생성된 암석으로, 다른 지층과 쉽게 구별되어 혼동되지 않으므로 지층 대비에 기준이 되는 좋은 건축이 될 수 있다.

ㄴ. 석회암은 대부분 해양 환경에서 퇴적된 퇴적물로부터 형성된다.
 ㄷ. (가)의 석회암에는 특정한 시대에만 살았던 표준 화석인 ㉠과 ㉡이 산출되므로 (나)에서 ㉠과 ㉡이 산출되는 세일은 같은 시대에 생성된 지층이라고 할 수 있다. 따라서 (나)의 세일은 (가)의 석회암과 대비되는 층이다.

05 판의 경계

예설 | 판의 경계에는 두 판이 서로 확장되면서 멀어지는 발산형 경계, 두 판이 서로 충돌하거나 섭입하는 수렴형 경계, 판이 새롭게 생성되거나 소멸되지 않고 서로 어긋나는 보존형 경계가 있다. A는 대륙에서 나타나는 보존형 경계, B는 대륙판과 대륙판 사이에서 나타나는 발산형 경계, C는 해양판과 해양판 사이에서 나타나는 수렴형 경계이다.

정답맞이기 > ④ 안산암은 해양판과 대륙판 또는 해양판과 해양판이 만나는 수렴형 경계에서 주로 생성된다.

- 오답짜이기** > ① 보존형 경계에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않고 천발 지진이 자주 발생한다.
 ② 새로운 지각이 생성되는 발산형 경계가 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하는 수렴형 경계보다 암석의 나이는 적다.
 ③ 발산형 경계에서는 주로 천발 지진이 나타나고, 수렴형 경계에서는 천발 지진과 심발 지진이 모두 나타날 수 있다.
 ⑤ 새로운 지각은 맨틀 대류의 상승부에서 주로 나타난다.

06 지각 열류량의 분포

예설 | 지각 열류량은 지구 내부에서 지표로 방출되는 열량으로, 구성 암석의 종류와 맨틀 대류에 의한 열 공급 등에 따라 달라질 수 있다. 해양에서 지각 열류량은 해령과 호상 열도에서 많고, 해구에서 적다.

정답맞이기 > ㄴ. 방사성 동위원소의 함량은 대륙 지각을 구성하는 화강암질 암석이 해양 지각을 구성하는 현무암질 암석보다 많다.

ㄷ. 그림을 살펴 보면 해양 지각의 나이가 적은 해령 부근에서 지각 열류량이 많고, 오래된 해양 지각이나 해구 부근에서 지각 열류량이 적다는 것을 알 수 있다. 따라서 해양 지각을 구성하는 암석의 나이와 지각 열류량은 대체로 반비례한다.

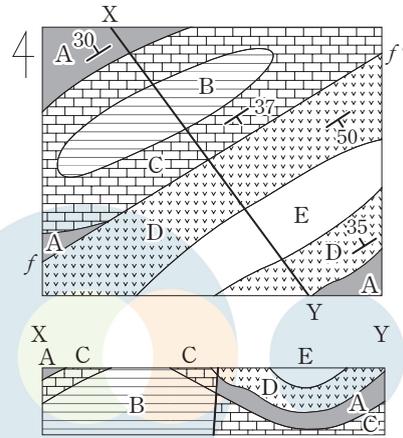
오답짜이기 > ㄱ. 해양 지각을 구성하는 암석의 나이는 해령 부근인 A보다 해구 부근인 B에서 많다.

07 지질도 해석

예설 | 지질도는 지질 조사에서 얻은 정보를 지도에 표기한 것으로 그 지역에 나타난 층서 관계와 단층, 습곡과 같은 지질 구조 등이 기호로 기입되어 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 이 지역에는 습곡 구조가 나타나므로 과거에 강한 횡압력을 받았던 적이 있었다.

ㄷ. X-Y선을 따라 작성한 지질 단면도를 살펴 보면, $f-f'$ 단층의 상반이 하반의 위로 이동하였으므로 $f-f'$ 단층은 역단층이다.



오답짜이기 > ㄴ. 이 지역의 지질 단면도에서 살펴 보면 지층의 생성 순서는 B → C → A → D → E이다. 따라서 E층은 가장 나중에 생성된 것이다.

08 상승 응결 고도와 기층의 안정도

예설 | 불포화 상태의 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되기 시작하는 높이를 상승 응결 고도라고 하고, 상승 응결 고도에서는 상승하는 공기 덩어리의 온도와 이슬점이 같아지게 된다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)와 (나)는 상승하는 공기 덩어리의 지표면 온도가 25°C이고, 상승 응결 고도는 1 km로 같다. 두 지역에서의 상승 응결 고도는 1(km) = 0.125(25 - 이슬점)이므로 두 지역의 지표면에서 이슬점은 모두 17°C이다.

오답짜이기 > ㄴ. 단열 감률이 기온 감률보다 크면 기층의 안정도는 안정한 상태가 되어 공기의 연직 운동이 억제되고 층운형 구름이 생성될 수 있다. 반면에 단열 감률이 기온 감률보다 작으면 기층의 안정도는 불안정한 상태가 되어 공기의 연직 운동이 활발해지고 대류가 잘 일어나서 적운형 구름이 생성될 수 있다. (가)에서는 적운형 구름이 생성될 수 있고, (나)에서는 층운형 구름이 생성될 수 있다. 따라서 구름의 두께는 (가)에서가 (나)에서보다 두껍다.

ㄷ. 다른 조건이 동일할 때 (가)의 상승 응결 고도만 높아진다면 상승 응결 고도를 구하는 공식에서 (상승하는 공기 덩어리의 지표면 온도 - 지표면의 이슬점)도 커져야 하므로 상승하는 공기 덩어리의 지표면 온도와 지표면의 이슬점 차이는 커지게 된다. 따라서 상승하는 공기 덩어리의 지표면 온도가 변화가 없다면 지표면의 이슬점이 작아질수록 상승 응결 고도는 높아지게 된다.

09 경도풍

예설 | 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 원형이거나 곡선일 때 부는 바람을 경도풍이라고 하고, 기압 배치에 따라 고기압성 경도풍과 저기압성 경도풍으로 구분한다. (가)는 저기압성 경도풍, (나)는 고기압성 경도풍이 불 때의 기압 배치이다.

정답맞이기 > ㄷ. 저기압성 경도풍은 북반구에서 시계 반대 방향으로 불고, 전향력이 반대로 작용하는 남반구에서 시계 방향으로 분다.

오답짜이기 > ㄱ. (가)의 P 지점에 작용하는 A는 기압 경도력이고, A와 힘의 크기가 같은 B는 전향력과 원심력의 합력이다. 이에 비해 (나)의 Q 지점에 작용하는 C는 전향력이고, C와 힘의 크기가 같은 D는

기압 경도력과 원심력의 합력이다. (가)와 (나)에서 기압 경도력은 같으므로 작용하는 힘의 크기는 $C=D>A=B$ 이다. 따라서 힘의 크기는 C가 B보다 크다.

나. 기압 경도력의 크기가 같은 경우에는 고기압일 때가 저기압일 때보다 전향력이 크므로 풍속이 더 빠르다. 따라서 풍속은 Q 지점이 P 지점보다 빠르다.

포인트 짚어보기

경도풍(북반구)

- (가) : 저기압성 경도풍, 북반구에서 풍향은 등압선과 나란하게 시계 반대 방향이다. → 전향력=기압 경도력-원심력
- (나) : 고기압성 경도풍, 북반구에서 풍향은 등압선과 나란하게 시계 방향이다. → 전향력=기압 경도력+원심력

10 제트류와 대기 대순환

예설 제트류는 대류권 상층의 편서풍 파동 내에서 축이 되는 좁고 강한 흐름이 나타나는 구역으로 남북 간의 온도 차이와 지구 자전의 영향 때문에 발생한다. 남북 간의 온도 차이가 가장 급격하게 변하는 위도 60° 부근의 상공에서는 한대 전선 제트류가 형성되고, 위도 30° 부근의 상공에서는 아열대 제트류가 형성된다.

정답맞이기 ㄱ. (가)의 12000 m 상공에서는 제트류가 형성되어 있다. 제트류는 편서풍 파동 내에 위치하므로 동쪽 방향으로 이동한다.

오답피하기 ㄴ. A는 극 순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다. A와 C는 열적 순환으로 나타나는 직접 순환이고, B는 A와 C에 의해 나타나는 간접 순환이다.

ㄷ. 우리나라 상공에서 나타나는 제트류는 한대 전선 제트류이다. 따라서 (가)에서 나타나는 제트류는 (나)의 J₁이다.

11 표층 염분

예설 해수의 표층 염분은 증발량이 많을수록 높아지고, 강수량이 많을수록 낮아진다.

정답맞이기 ㄴ. 표층 염분은 증발량이 강수량보다 많은 중위도 고압대가 위치하는 위도 30° 부근 지역의 해양에서 높게 나타나고, 강수량이 증발량보다 많은 저압대가 위치하는 적도 부근에서 낮게 나타난다.

ㄷ. 표층 염분은 일반적으로 증발량이 많은 지역에서는 높게 나타나고, 강수량이 많은 지역에서는 낮게 나타나므로 대체로 (증발량-강수량)이 클수록 높게 나타난다.

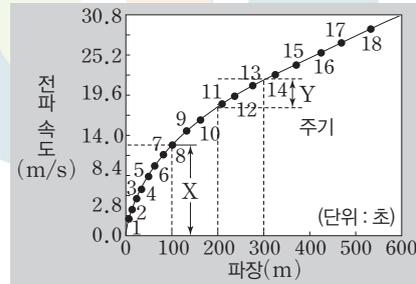
오답피하기 ㄱ. A는 (증발량-강수량)의 변화이고, B는 표층 염분의 변화이다.

12 심해파와 천해파

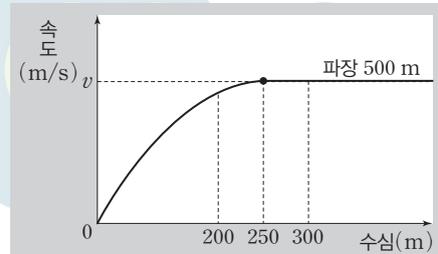
예설 심해파(표면파)는 수심이 파장의 1/2배보다 깊은 곳에서 진행하는 해파로서 파장이 길수록 전파 속도가 빠르고, 천해파(장파)는 수심이 파장의 1/20배보다 얇은 곳에서 진행하는 해파로서 수심이 깊을수록 빠르다.

정답맞이기 ㄱ. 그림을 살펴 보면 주기가 길어질수록 해파의 속도는 빨라진다.

ㄴ. 파장 0~100 m 구간에서의 속도의 변화폭(X)이 200~300 m 구간에서의 속도의 변화폭(Y)보다 크다.



오답피하기 ㄷ. 파장이 500 m인 해파는 수심이 파장의 1/2배인 250 m보다 깊은 곳에서는 심해파로 전파되고, 250 m보다 얇은 곳에서는 전이파 및 천해파로 전파된다. 따라서 해파의 속도는 수심 300 m인 지점보다 수심 200 m인 지점을 통과할 때 더 느리게 된다.



13 심층 순환 모형 실험

예설 칸막이가 설치된 수조를 이용하여 심층 순환 모형을 이해하는 실험이다. 칸막이의 양쪽에 분리된 두 개의 밀도층이 있는 상태에서 칸막이를 천천히 들어 올리면 서로 섞이지 않고 각각의 층을 이룬 후에 서로 다른 4개의 층으로 구분된다.

정답맞이기 ㄷ. 실험 결과가 대서양 심층 순환을 재현한 것이라면 A는 표층수, B는 남극 중층수, C는 북대서양 심층수, D는 남극 저층수에 해당한다.

오답피하기 ㄱ. 소금물의 밀도는 아래에 있는 B가 위에 있는 A보다 크다.

ㄴ. 소금물의 수온이 동일하다면 일반적으로 염분이 커질수록 밀도도 커진다. 따라서 밀도가 큰 D가 밀도가 작은 C보다 염분이 높다.

14 엘니뇨와 라니냐

예설 태평양의 적도 부근에서 부는 무역풍이 평상시보다 약해지면 동태평양 적도 부근 해역에서는 용승이 약해지고 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하여 표층 수온이 높아진다. 반대로 무역풍이 평상시보다 강해지면 동태평양 적도 부근 해역에서는 용승이 활발해지고 서쪽으로부터 따뜻한 해수의 이동이 억제되어 표층 수온이 낮아진다. (가)는

엘니뇨 시기, (나)는 라니냐 시기이다.

정답맞이기 > ㄱ. 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 적도 부근 무역풍의 세기가 강하다.

ㄴ. 수온만을 고려하면 해수의 기체 용해도는 수온이 낮을수록 높아진다. 따라서 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 해수의 기체 용해도는 크다.

ㄷ. 표층에 분포하는 플랑크톤의 양은 수온이 낮을수록 많아진다. 따라서 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 표층에 분포하는 플랑크톤의 양이 많다.

15 식쌍성

예설 | 관측자의 시선 방향과 두 별의 공전 궤도면이 일치하면 식 현상이 일어나서 밝기가 주기적으로 변하는데, 이와 같은 쌍성을 식쌍성(식변광성)이라고 한다.

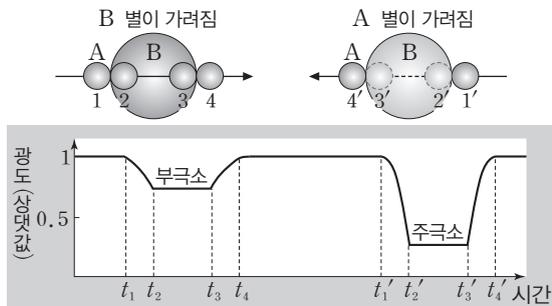
정답맞이기 > ㄱ. 그림에서 살펴 보면 시간에 따라 거문고자리 β 별의 겉보기 등급이 변하므로 거문고자리 β 별은 식변광성이다.

오답맞이기 > ㄴ. 쌍성계를 이루는 별들은 서로의 만유인력에 의해 공통 질량 중심에 대해 공전하므로 별들의 공전 주기는 같다. 식쌍성에서 별의 공전 주기는 주극소에서 주극소 또는 부극소에서 부극소까지 이동하는 데 걸린 시간이다. 따라서 쌍성계를 이루는 별들의 공전 주기는 약 14일이다.

ㄷ. 식쌍성에서 표면 온도가 낮은 별이 높은 별을 가려 가장 어두워지는 때를 주극소(A), 표면 온도가 높은 별이 낮은 별을 가려 약간 어두워지는 때를 부극소(B)라고 한다. 따라서 표면 온도가 높은 별이 낮은 별의 앞으로 지나간 시기는 B이다.

포인트 짚어보기

식쌍성의 광도 곡선(표면 온도는 A가 B보다 높다.)



- 주극소 : 식 현상으로 인한 밝기 감소에서 그 감소폭이 큰 부분
- 부극소 : 식 현상으로 인한 밝기 감소에서 그 감소폭이 작은 부분
- 주극소와 부극소에 가려지는 별의 면적은 동일하며, 별의 광도는 별의 크기(면적)와 온도의 네제곱에 비례한다.
- ➔ 표면 온도가 높은 별이 가려질 때 주극소가 일어난다.

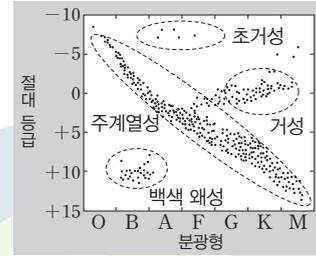
16 H-R도와 별의 물리량

예설 | H-R도에서 왼쪽 위쪽에서 오른쪽 아래로 대각선 모양으로 주계열성이, 주계열성의 오른쪽에 적색 거성이, 적색 거성과 주계열성 위쪽에 초거성이, 주계열성의 왼쪽 아래에 백색 왜성이 분포한다. A는 초거성, B는 적색 거성, C는 주계열성, D는 백색 왜성이다.

정답맞이기 > ㄴ. 별의 평균 밀도는 크기가 큰 초거성(A)이 크기가 작은 적색 거성(B)보다 작다.

ㄷ. 같은 분광형일 때, 적색 거성(B)은 주계열성(C)보다 H-R도에서 위쪽에 분포하므로 절대 등급이 작아 광도는 더 크다.

오답맞이기 > ㄱ. (가)의 중심부에는 철로 된 핵이 존재하므로 (가)는 초거성이다. 초거성은 (나)의 A에 해당한다.



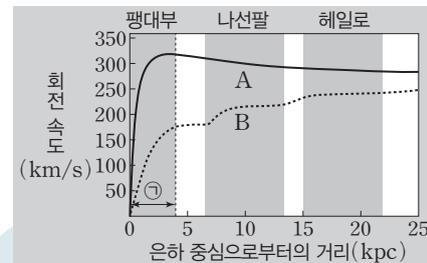
17 나선 은하의 회전 속도 분포

예설 | 강체 회전은 회전 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 증가하는 회전이고, 케플러 회전은 회전 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 감소하는 회전이다.

정답맞이기 > ㄴ. 그림에서 살펴 보면 나선 은하 A는 중앙 팽대부 부분에서는 속도가 증가하였다가 이후에는 감소하므로 나선팔이 거의 발달하지 않는 Sa형 나선 은하라는 것을 알 수 있고, 나선 은하 B는 중앙 팽대부 이후에도 속도가 증가하므로 나선팔이 발달한 Sb형 나선 은하라는 것을 알 수 있다. 따라서 전체 은하에 대한 은하핵의 크기는 나선 은하 A가 나선 은하 B보다 크다.

ㄷ. 나선 은하 A와 B는 ㉠ 구간에서 은하 중심으로부터의 거리가 멀어질수록 회전 속도가 증가하므로 거리에 상관없이 각속도가 일정한 강체 회전을 한 적이 있다.

오답맞이기 > ㄱ. 나선 은하 A는 ㉠ 구간에서 회전 속도가 크게 증가하다가 이후에는 조금 감소하는 경향이 나타난다. 이러한 은하 회전 속도 분포를 통해 나선 은하 A의 외곽에도 물질이 분포하고 있다는 것을 알 수 있다.



18 암흑 성운과 발광 성운

예설 | 암흑 성운은 성운의 뒤에서 오는 별빛이 높은 밀도의 성간 티끌에 의해 통과하지 못해 어둡게 보이는 성운이고, 발광 성운은 H II 영역의 이온화된 수소가 다시 자유 전자와 재결합하는 과정에서 빛을 방출하여 밝게 보이는 성운이다.

정답맞이기 > ㄱ. 암흑 성운에서 어둡게 보이는 부분은 성간 기체와 티끌이 응집되어 있어 밀도가 매우 높은 부분이다.

오답맞이기 > ㄴ. 중성 수소 원자가 자외선을 흡수하는 과정에서는 H II 영역의 이온화된 수소가 나타나므로 빛을 방출하지는 못한다. H II 영역은 이온화된 수소가 다시 자유 전자와 재결합하는 과정에서 빛을 방출한다.

ㄷ. 성운의 평균 온도는 H II 영역의 이온화된 수소가 많은 발광 성운

이 암흑 성운보다 높다.

19 세이퍼트 은하

예설 | 세이퍼트 은하는 중심부에 매우 밝은 핵을 가지고 있으며, 스펙트럼 상에 넓은 방출선이 나타나는 특이 은하이다.

정답맞이기 > 나. 처음과 비교하면 1개월 후의 분광 관측에서는 파장이 4960 Å인 선에 넓은 선폭 증가가 나타난다.

다. 세이퍼트 은하의 스펙트럼 상에 나타나는 넓은 방출선은 은하 내의 가스운이 매우 빠른 속도로 회전하고 있다는 것을 의미한다. 이를 통해 은하의 중심부에는 질량이 매우 큰 물체가 있다는 것을 추정할 수 있다.

오답피하기 > 가. 그림에서 살펴 보면 파장이 4960 Å인 선에 넓은 선폭 변화가 나타난다. 넓은 선폭 변화는 세이퍼트 은하의 특징이다.

20 Ia형 초신성과 우주 모형의 분석

예설 | Ia형 초신성의 절대 등급은 모두 같기 때문에 관측된 겉보기 등급을 이용하면 거리 지수를 통해 초신성까지의 거리를 알 수 있다. Ia형 초신성까지의 거리를 이용하여 우주가 가속 팽창하고 있다는 사실을 알게 되었다.

정답맞이기 > 가. Ia형 초신성은 백색 왜성이 동반성의 물질을 끌어 들여 태양 질량의 1.44배(찬드라세카르 한계)를 넘어서 중력이 붕괴하면서 생기는 초신성이다.

나. Ia형 초신성의 관측 값과 거의 일치하는 모형 A가 가속 팽창 우주이고, 모형 B가 열린 우주이다.

다. 우주가 가속 팽창하지 않고 가속 팽창하는 이유는 암흑 에너지 때문이다. 암흑 에너지는 척력으로 작용하여 공간을 밀어내고 있다. 따라서 암흑 에너지를 고려한 것은 A이다.

실전 모의고사 4회

본문 135~139쪽

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

01 지구 내부에서의 지진파 속도와 물리량

예설 | 지진파 중 S파는 지구 내부의 외핵을 통과하지 못한다. (가)의 A는 S파, B는 P파이다. (나)에서 물리량 C는 중력, D는 압력, E는 밀도이다.

정답맞이기 > 가. S파(A)는 횡파, P파(B)는 종파의 성질을 띤다.

나. (나)에서 C는 깊이 약 2900 km 부근에서 최대이다. 이 깊이는 맨틀과 외핵의 경계이다.

다. 물리량 D는 지구 내부의 압력, E는 지구 내부의 밀도이다.

02 해저 확장과 자기 이상

예설 | 해령을 축으로 양쪽으로 갈수록 지구 자기장이 정상기(현재의 자기장과 같은 방향)와 역전기(현재의 자기장과 반대 방향)가 교대로 반복되면서 대칭적으로 나타나는 것을 통해 해저가 확장되고 있음을 알 수 있다.

정답맞이기 > 가. A 시기는 정상기로 지구 자기장 방향이 현재와 같다.

나. (나)에서 자기 이상은 맨틀 대류가 상승하는 곳(해령)을 경계로 대칭적으로 나타난다.

오답피하기 > 다. 자기 이상이 정상기에서 다시 정상기로 되는 시간, 즉 동일한 시간 동안의 수평 거리는 (나)가 (가)보다 멀므로 (나)의 해저 확장 속도가 (가)보다 빠르다.

03 규산염 광물의 결정 구조

예설 | 광물의 결정에서 인접한 두 결정면에 내린 수선이 이루는 각 또는 한 면의 연장면이 이웃한 면과 이루는 각을 면각이라고 한다. 규산염 광물은 SiO₄ 사면체의 배열과 결합하는 양이온에 따라 광물의 결정형과 물리적·화학적 성질이 달라진다.

정답맞이기 > 나. (나)와 같은 SiO₄ 사면체 구조를 갖는 광물의 결정 구조는 망상형이다.

오답피하기 > 가. (가)에서 측정한 석영의 면각은 60°이다.

다. 석영은 망상 구조를 갖고 있으며, 모든 방향으로 결합의 세기가 같으므로 쪼개짐이 없고 깨짐의 성질을 갖는다.

04 주시 곡선 해석

예설 | 주시 곡선에서 굴절파와 직접파가 동시에 도달하는 지점의 진앙 거리인 교차 거리를 구하고, 교차 거리를 통해 지각의 두께를 구할 수 있다.

정답맞이기 > 나. 주시 곡선에서 기울기의 역수가 지진파의 속도이므로 속도는 $V_1 < V_2$ 이다.

다. 교차 거리(l)가 멀수록 지각의 두께(d)도 두껍다.

지각의 두께 $d = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$ 이다.

오답피하기 > 가. 교차 거리(l) 이전까지는 직접파(⊙)가 굴절파보다 먼

저 도착하고 교차 거리(l)에서는 직접파(㉠)와 굴절파가 동시에 도달한다. 따라서 ㉡는 굴절파이다.

05 광물의 광학적 성질

예설 | 편광 현미경은 일정한 방향으로만 진동하는 빛을 통과시키는 편광판을 이용한 현미경으로 광물의 다양한 광학적 성질을 관찰할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 상부 니콜(A)을 끼운 상태이므로 직교 니콜일 때의 모습이다.

ㄷ. 간섭색이 관찰되는 (나)는 직교 니콜 상태이므로 편광 현미경의 재물대를 회전시키면 소광 현상이 나타난다.

오답짜이기 > ㄴ. (나)에서 광물의 간섭색이 관찰되는 것으로 보아 직교 니콜일 때 관찰한 것이다. 따라서 (나)는 상부 니콜(A)을 끼운 상태로 관찰한 것이다.

06 마그마의 분화 작용

예설 | 마그마가 냉각되어 광물이 만들어질 때 용융점이 높은 광물이 먼저 정출되고 용융점이 낮은 광물은 나중에 정출되면서 잔류 마그마의 화학 조성이 변한다.

정답맞이기 > ㄱ. 마그마의 결정 분화 작용은 용융점이 높은 광물인 감람석부터 먼저 정출되고 용융점이 낮은 석영이 나중에 정출되므로 결정 분화 순서는 B → C → A 순이다.

ㄴ. 마그마의 분화 작용이 진행되면서 나중에 갈수록 잔류 마그마의 SiO₂ 함량비는 증가한다. 따라서 잔류 마그마의 SiO₂ 함량비는 A가 B보다 높다.

오답짜이기 > ㄷ. 마그마의 분화 작용이 진행되면서 후기로 갈수록 용융점이 낮은 광물(무색 광물)이 정출되므로 무색 광물의 함량비는 B가 C보다 낮다.

07 절대 연대와 반감기

예설 | 방사성 원소가 붕괴되어 처음 양의 절반으로 줄어드는 데 걸리는 시간을 반감기라고 한다. 이러한 반감기를 이용하여 암석의 생성 시기를 결정짓는 것을 절대 연대라고 한다.

정답맞이기 > ㄱ. 방사성 원소 X가 처음 양의 50%가 되면 자원소의 양도 50%가 되므로 $\frac{Y의 양}{X의 양} = 1$ 이 된다. 따라서 그래프의 $\frac{Y의 양}{X의 양} = 1$ 이 되는 시간이 2억 년이므로 반감기는 2억 년이다.

ㄴ. P에 해당하는 시간은 6억 년이므로 방사성 원소 X가 3번 반감된 시간이다. 따라서 $\frac{Y의 양}{X의 양} = 7$ 이 된다.

오답짜이기 > ㄷ. 화성암 A에 포함된 방사성 원소 X의 양은 처음 양의 25%이므로 2번 반감되었다. 따라서 화성암 A의 절대 연령은 4억 년이다. 한편, 화성암 B에 포함된 방사성 원소 X의 양은 처음 양의 12.5%이므로 3번 반감되었다. 따라서 화성암 B의 절대 연령은 6억 년이다. 그러므로 화성암 B의 절대 연령은 화성암 A보다 1.5배 많다.

08 지질 시대의 암층 분포

예설 | (가)는 우리나라 신생대의 암층 분포, (나)는 고생대의 암층 분포를 나타낸 것이다.

정답맞이기 > ㄴ. 신생대에는 유공충, 고생대에는 삼엽충이 번성하였다.

오답짜이기 > ㄱ. (가)는 신생대의 암층 분포, (나)는 고생대의 암층 분포이므로 (나)가 (가)보다 먼저이다.

ㄷ. 중생대는 현생 이전 중 조산 운동과 화성 활동이 가장 활발했던 시기로 대보 조산 운동은 중생대 쥐라기 후기에 일어났다.

09 지질도 해석

예설 | 주향선은 같은 고도의 등고선과 지층 경계선이 만나는 두 점을 연결한 직선이다. 주향은 주향선이 진북을 기준으로 동쪽 또는 서쪽으로 몇 도(°) 돌아가 있는지를 나타낸 것이다. 경사 방향은 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 선의 방향이다.

정답맞이기 > ㄱ. 같은 고도의 등고선과 지층 경계선이 만나는 두 점을 연결한 직선(주향선)이 NW 방향이므로 주향은 NW 방향이다.

ㄴ, ㄷ. 주향이 NW 방향이므로 경사는 NE 또는 SW 방향 중 하나이다. 지층의 생성 순서가 A → B → C이므로 경사 방향은 NE 방향이다. 따라서 고도는 X가 Y보다 높다.

10 지균풍

예설 | 지균풍은 마찰을 받지 않는 상공에서 기압 경도력과 전향력이 힘의 평형을 이루어 등압선과 나란하게 부는 바람이다.

정답맞이기 > ㄷ. 지균풍의 풍속은 $\frac{1}{2\omega \sin\phi} \frac{\Delta P}{\rho \cdot \Delta H}$ 이다. (가)와 (나)는 위도와 기압 경도력이 같으므로 풍속도 같다.

오답짜이기 > ㄱ, ㄴ. 힘 A는 기압 경도력, 힘 B는 전향력이다. 기압 경도력은 $\frac{\Delta P}{\rho \cdot \Delta H}$, 즉 공기의 밀도와 등압선 사이의 거리에 반비례하고, 기압 차에 비례한다. 따라서 (가)와 (나)의 기압 경도력은 같다. 지균풍은 기압 경도력과 전향력이 힘의 평형을 이루어 부는 바람으로 (가)와 (나)의 전향력도 같다.

11 핀 현상

예설 | 불포화 상태의 공기 덩어리가 단열 변화할 때는 건조 단열 감률에 의해, 포화 상태의 공기 덩어리가 단열 변화할 때는 습윤 단열 감률에 의해 기온이 변한다. 포화 상태일 때의 이슬점은 습윤 단열 감률에 의해 변한다. 상승 응결 고도 $h(m) = 125(\text{기온} - \text{이슬점})$ 이다.

정답맞이기 ④ 기온이 20°C, 이슬점이 16°C인 공기 덩어리가 단열 상승할 때 상승 응결 고도는 500m이므로 이 지점(B)에서부터 C 지점까지 기온과 이슬점 차이는 0이 된다. C 지점에서 D 지점까지는 건조 단열 변화가 일어나므로 이 구간에서의 기온과 이슬점 차이는 증가한다. 따라서 ④번과 같은 변화가 일어난다.

12 경도풍

예설 | 경도풍은 마찰을 받지 않는 상공에서 등압선이 원형일 때 기압 경도력, 전향력, 원심력이 힘의 평형을 이루어 등압선과 나란하게 중심원으로 부는 바람이다. 저기압에서 기압 경도력은 전향력과 원심력의 합이 평형을 이루고, 고기압에서 기압 경도력은 전향력에서 원심력을 뺀 힘과 평형을 이룬다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 30°N 지역에서 부는 경도풍으로 시계 반대 방향으로 등압선과 나란하게 불고 있으므로 저기압이다. (나)는 30°S 지역에서 부는 경도풍으로 시계 반대 방향으로 등압선과 나란하게 불

고 있으므로 고기압이다.

오답피하기 > 나. (가), (나)는 등압선 사이의 간격, 등압선 사이의 기압 차, 공기의 밀도가 같으므로 P 지점과 Q 지점의 기압 경도력은 같다.
 다. 전향력은 (가)가 (나)보다 작으므로 풍속도 (가)가 (나)보다 작다.

13 한대 전선 제트류

예설 | 한대 전선 제트류는 남북 간의 온도가 가장 급격하게 변하는 위도인 60° 상공에서 주로 형성되며, 겨울철에 남하하고, 여름철에 북상한다. 아열대 제트류는 위도 30° 부근에서 주로 형성된다.

정답맞이기 > 가. (가)의 제트류는 한대 전선 제트류로 (나)의 A에 해당한다.

나. (가)의 그림에서 제트류 중심은 주변보다 풍속이 크다.
 다. (나)의 B는 아열대 제트류로 대기 대순환의 해들리 순환과 페렐 순환의 경계인 위도 30° 부근에서 주로 형성된다.

14 편서풍 파동

예설 | 편서풍 파동은 저위도와 고위도의 기온 차와 지구 자전에 의한 전향력 때문에 발생한다. 기압골의 서쪽에는 상층 공기의 수렴과 하강 기류가 발달하고, 기압골의 동쪽에는 상층 공기의 발산, 상승 기류가 발달한다.

정답맞이기 > 가. A 지점은 시계 반대 방향으로 공기의 흐름이 있으므로 저기압성 경도풍이 분다.

나. B 지점은 기압골의 동쪽에 있으므로 상층 공기의 발산이 일어난다.

오답피하기 > 다. C는 기압 마루에 해당한다.

15 심해파

예설 | 심해파는 수심이 파장의 1/2 배보다 깊은 곳에서 진행되는 해파이다. 심해파의 속도는 $\sqrt{\lambda g}$ 에 비례한다.

정답맞이기 > 가. 수심이 100 m인 해역에서 파장이 100 m인 해파는 수심이 파장의 1/2 배보다 깊으므로 심해파이다. 그래프에서 파장 100 m인 심해파의 주기는 8초이다. 따라서 속도는 $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 이므로 12.5 m/s이다.

오답피하기 > 나. 파장이 400 m, 수심이 400 m인 해역에서의 해파는 심해파, 파장이 400 m, 수심이 10 m인 해역에서의 해파는 천해파이다. 파장이 400 m일 때 심해파의 속도는 약 25 m/s이다. 파장이 400 m일 때 천해파의 속도는 \sqrt{gh} 이므로 약 10 m/s이다. 따라서 파장이 400 m일 때 심해파의 속도가 천해파의 속도보다 약 2.5배 빠르다.

다. 수심이 150 m, 파장이 200 m인 해역의 해파는 심해파이다. 따라서 이 해파의 물 입자 운동 궤적은 원이다.

16 지형류

예설 | 지형류는 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류로 단위 질량당 수압 경도력의 크기는 $g \frac{\Delta h}{\Delta L}$ 이고, 단위 질량당 작용하는 전향력의 크기는 $2v\omega \sin\phi$ 이다.

정답맞이기 > 가. 해수 표면의 지형류가 종이면에서 수직으로 들어가는 방향(⊗)이므로 이 해역은 북반구이다.

나. $z-z'$ 에서 수평 방향의 수압 차가 없으므로 $\rho_2 \Delta h_2 = \rho_1 \Delta h_1 + \rho_1 \Delta h_2$ 이다. 따라서 $\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1}$ 이다.

$\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2} = 0.02$, $\rho_2 = 1.02 \text{ g/cm}^3$ 이므로 $\rho_1 = 1.00 \text{ g/cm}^3$ 이다.

다. 지형류는 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류이다. 위도 30° 해역에서 지형류의 속도(v)는

$$g \times \frac{\Delta h_1}{L} = 2v\omega \sin 30^\circ \text{에서 } v = \frac{\Delta h_1}{\omega L} g \text{이다.}$$

17 별의 밝기와 거리

예설 | 별의 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례하고 1등급 간의 밝기 비는 $\sqrt[5]{100}$, 즉 약 2.5배가 된다. 겉보기 등급이 각각 m_1, m_2 인 두 별의 밝기를 l_1, l_2 라 하면 $m_2 - m_1 = 2.5 \log \frac{l_1}{l_2}$ 이다.

정답맞이기 > 나. P는 Q보다 겉보기 밝기가 10배 밝다. 겉보기 밝기와 등급 관계에서 $m_2 - m_1 = 2.5 \log \frac{l_1}{l_2}$ 이므로 P와 Q는 2.5등급 차이가 난다. 따라서 Q는 P보다 약 2.5등급 크다.

다. Q의 겉보기 등급은 10, 절대 등급은 2.5이므로 거리는 $10 - 2.5 = -5 + 5 \log r$ 에 의해 10^{25} pc이다. 따라서 성단 B가 성단 A보다 멀리 있다.

오답피하기 > 가. P는 겉보기 등급이 7.5, 거리가 100 pc이므로 P의 절대 등급은 2.5등급이다. Q의 절대 등급은 2.5등급이므로 P와 Q의 실제 밝기는 같다.

18 별의 공간 운동

예설 | 별이 우주 공간에서 실제로 운동하는 것을 공간 운동이라 하며, 공간 속도(V)는 접선 속도(V_t)와 시선 속도(V_r)로 나뉜다.

정답맞이기 > 가, 나. 그래프를 해석하여 별 A ~ D의 상대적인 시선 속도, 접선 속도, 공간 속도를 나타내면 다음과 같다.

별	A	B	C	D
시선 속도	1	$\sqrt{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0
접선 속도	0	0	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
공간 속도	1	$\sqrt{2}$	1	1

다. 연주 시차가 가장 큰 별은 별까지의 거리가 가장 가까운 별이다. 별 C가 지구로부터 가장 가까우므로 연주 시차가 가장 크다.

19 태양 부근 별들의 공간 운동

예설 | 태양 주변의 별들은 케플러 회전을 하며 상대적인 운동 속도의 차이에 따라 태양을 기준으로 관측할 때 별들은 서로 다른 공간 운동을 한다.

정답맞이기 > 가. 별 A는 태양보다 회전 속도가 느리다. 따라서 별 A는 적색 편이가 나타난다.

다. 별 C는 태양과 같은 방향으로 운동하면서 접선 속도만 있고, 시선 속도는 0이다.

오답피하기 > 나. 별 B에서 관측할 때 별 A는 별 B보다 회전 속도가 느리다. 따라서 별 A는 적색 편이가 나타난다.

20 허블 법칙

예설 | 우주가 팽창함에 따라 대부분의 은하들은 서로 간의 거리가 점점 멀어진다. 허블 법칙은 외부 은하의 후퇴 속도가 거리에 비례하여 증가한다는 것이다.

정답맞이기 > ㄱ. t 억 년 전과 t 억 년 후 각 은하들 사이의 거리는 다음과 같다.

t 억 년 전 각 은하들 사이의 거리		t 억 년 후 각 은하들 사이의 거리	
a-b	s Mpc	a-b	4s Mpc
a-c	2s Mpc	a-c	8s Mpc
a-d	3s Mpc	a-d	12s Mpc
b-c	s Mpc	b-c	4s Mpc

따라서 t 억 년 동안 은하 a는 은하 b로부터 3s Mpc만큼 더 멀어졌다.

ㄴ. t 억 년 동안 은하 d는 은하 a로부터 9s Mpc만큼 더 멀어졌으므로 은하 d의 평균 속도는 $\frac{9s}{t}$ Mpc/억 년이다.

ㄷ. 허블 법칙에 따라 은하의 후퇴 속도는 거리에 비례하고, 후퇴 속도가 클수록 적색 편이량($\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$)도 크다. 따라서 은하 b에서 관측된 은하 d는 은하 c보다 더 멀리 있으므로 적색 편이량($\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$)도 크다.

실전 모의고사 5회

문분 140~144쪽

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

01 자북극의 변화

예설 | 자북극의 위치가 변함에 따라 관측소에서 측정되는 편각과 북각이 변하게 된다.

정답맞이기 > ㄴ. 진북 방향과 자북 방향 사이의 각도인 편각을 B 지점에서 측정하면 1965년이 2015년보다 크다.

오답짜이기 > ㄱ. 1920년에 A 지점이 자북극이므로 A 지점에서 측정된 북각은 90°이다.

ㄷ. 이러한 자북극의 변화는 지구 내부의 변화에 의해 생기는 영년 변화이다.

02 주시 곡선

예설 | 지각을 통과하는 지진파보다 맨틀을 통과하는 지진파의 속도가 더 빠르다. 따라서 진앙에서 교차 거리(l)보다 가까운 지점은 직접파가 먼저 도달하고 교차 거리보다 먼 지점은 굴절파가 먼저 도달한다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 직접파가 관측소에 도달하여 나타난다.

오답짜이기 > ㄴ. B는 굴절파의 주시 곡선으로, 그래프에서 기울기의 역수가 굴절파의 속도이며, 맨틀에서의 지진파 속도를 알 수 있다.

ㄷ. 교차 거리가 짧아질수록 지각의 두께는 얇아진다.

03 마그마의 생성

예설 | A는 물을 포함한 현무암의 용융 곡선, B는 물을 포함한 화강암의 용융 곡선이다.

정답맞이기 > ㄴ. 깊이 20 km, 온도 1000 °C의 조건에서는 현무암은 녹지 않고 화강암만 녹은 상태이다.

오답짜이기 > ㄱ. A는 B보다 용융 온도가 높은 것으로 보아 현무암의 용융 곡선이다.

ㄷ. 지표에서 깊이 60 km까지는 압력이 커짐에 따라 용융 온도가 하강한다.

04 광물의 광학적 성질

예설 | 빛이 투명 광물을 통과할 때 두 개의 광선으로 나뉘어 굴절하는 현상을 복굴절이라고 하고, 이방체 광물은 복굴절을 일으킨다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 빛이 광물 통과 전과 후에 진동 방향에 변화가 없는 것으로 보아 광학적 등방체 광물이다.

ㄴ. 광학적 등방체는 직교 니콜 하에서 완전 소광 현상이 나타난다.

오답짜이기 > ㄷ. 광학적 이방체는 직교 니콜 하에서 재물대를 회전시킬 때 90°마다 한 번씩 소광 현상이 일어난다.

05 판의 경계

예설 | 서로 이웃하는 판들의 이동 속도 차이에 의해 판의 경계가 형성

된다. 판의 이동 방향이 서로 다르면서 판이 생성되거나 소멸되지 않으면 보존형 경계가 생긴다.

정답맞이기 > ㄷ. 지각 열류량은 해령에서 멀어질수록 감소하므로 해령에서부터 거리가 가까운 A가 B보다 지각 열류량이 많다.

오답피하기 > ㄱ. P는 판의 경계가 아니므로 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

ㄴ. Q는 해령으로 주로 현무암질 마그마가 분출된다. 현무암질 마그마의 SiO_2 함량은 66%보다 작다.

06 지질도 해석

예설 | 지질도에 표시된 주향, 경사를 보고 지질 단면도를 유추할 수 있다.

정답맞이기 > ㄴ. A층의 두께는 $d = l \cdot \sin\theta$ 에서 경사각이 30° 이므로 $50 \text{ m} \times 0.5 = 25 \text{ m}$ 이다.

ㄷ. B층과 C층의 경사로 보아 B층이 먼저 쌓인 후 그 위에 C층이 쌓였다.

오답피하기 > ㄱ. C층은 동쪽으로 30° 경사를 나타내고 단층은 서쪽으로 60° 경사이다. C층은 B층과 경사와 두께가 같으므로 이 단층은 정단층이다.

07 고생대의 암층 분포

예설 | A는 조선 누층군, B는 평안 누층군이다.

정답맞이기 > ㄱ. 조선 누층군에서는 삼엽충, 완족류, 필석류 등의 화석이 발견된다.

ㄴ. 고생대 중기까지 해침과 해퇴가 반복되던 한반도 일부 지역이 고생대 후기에 육지로 드러났다.

오답피하기 > ㄷ. 송림 변동은 중생대에 일어났다.

08 지질 단면도의 해석

예설 | 이 지역에서는 석회암이 쌓인 후 화강암이 관입, 그리고 부정합이 나타난 후 현무암이 관입하였다.

정답맞이기 > ㄱ. 화강암을 현무암이 관입하였으므로 현무암이 나중에 생성되었다.

ㄴ. 부정합을 경계로 상하 지층이 경사진 경사 부정합과 부정합면 하부에 심성암이 존재하는 난정합이 동시에 나타난다.

ㄷ. 석회암이 화강암의 관입으로 인해 접촉 변성 작용을 받았으므로 대리암이 존재할 것이다.

09 지각 평형설

예설 | (가)는 에어리의 지각 평형설, (나)는 프래트의 지각 평형설이다.

정답맞이기 > ㄱ. 에어리의 지각 평형설은 지각의 밀도는 같고 높게 솟아 오른 대륙일수록 깊은 뿌리를 가지고 있다는 것이다.

ㄷ. (가)에서 빙하가 녹으면 지각의 두께는 동일하므로 모호면의 깊이도 일정해진다.

오답피하기 > ㄴ. 프래트의 지각 평형설은 지각의 밀도가 큰 곳일수록 해발 고도의 높이가 낮다는 것이므로 밀도는 ρ_1 이 ρ_2 보다 작다.

10 해수의 심층 순환

예설 | 대서양의 심층 순환은 남극 저층수(C), 북대서양 심층수(B), 남극 중층수(A)로 구성된다.

정답맞이기 > ㄱ. 심층 순환은 수온과 염분 변화에 따른 해수의 밀도 차이에 의해 일어난다. 따라서 심층 순환은 속도가 느려 직접 관측하기 어렵다.

오답피하기 > ㄴ. 밀도는 가장 아래층에 있는 남극 저층수가 가장 크다.

ㄷ. 북대서양 심층수는 그린란드 부근 해역에서 만들어진다.

11 사리와 조금

예설 | 사리는 달과 태양의 기조력 방향이 일치해서 조차가 최대로 되는 시기이고, 조금은 달과 태양의 기조력 방향이 직각을 이루어 조차가 최소가 되는 시기이다.

정답맞이기 > ㄱ. 달에 의한 기조력이 태양에 의한 기조력보다 크다. 따라서 A가 달의 기조력에 의한 해수면의 모양이다.

오답피하기 > ㄴ. (가)가 사리일 때이므로 달의 위상은 망이나 삭이다.

ㄷ. C의 위치로 보아 만조는 하루에 2번 일어난다.

12 핀 현상

예설 | 공기 덩어리가 산사면을 따라 상승할 때는 기온이 하강한다. 구름이 생겨 강수 현상이 있을 후 반대편 산 아래에 도달할 때 처음보다 기온이 상승하고 상대 습도는 감소한다.

정답맞이기 > ㄷ. 공기 덩어리가 하강하면 단열 압축이 일어나므로 절대 습도는 증가한다.

오답피하기 > ㄱ. 건조 상태의 이슬점 감률이 0.5 km 에 1°C 이므로 산을 넘기 전 지표면에서는 이슬점이 9°C 이다.

ㄴ. A 지점부터 구름이 생성되었으므로 B 지점으로 이동하는 동안 상대 습도는 100%로 일정하다.

13 지균풍

예설 | 지균풍은 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 생기고 풍속은 기압 경도력에 비례한다.

정답맞이기 > ㄱ. 고기압에서 저기압 쪽으로 작용하는 힘이 기압 경도력이다.

ㄴ. Q보다 P에서 등압선의 간격이 넓으므로 기압 경도력의 크기가 작고, 따라서 전향력의 크기도 작다.

ㄷ. 풍향이 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향인 것으로 보아 이 지역은 북반구이다.

14 지진 해일

예설 | 지진 해일은 해저에서 발생한 화산, 지진에 의한 단층 작용 등의 갑작스런 지각 변동에 의해 발생한 해파로 수심에 비해 파장이 매우 길어 천해파의 특성을 가진다.

정답맞이기 > ㄴ. 지진 해일은 천해파로, 속도는 수심의 제곱근에 비례하므로 B보다 C에서 속도가 느리다.

ㄷ. 지진 해일은 해안가로 접근할수록 파고가 높아진다.

오답피하기 > ㄱ. 지진 해일은 천해파로 해저의 마찰을 받아 물 입자는 타원 운동을 한다.

15 천체까지의 거리 측정법

예설 | 연주 시차는 지구에서 거리가 가까운 별들에만 적용할 수 있고 아주 멀리 있는 천체는 절대 등급이 거의 일정한 Ia형 초신성을 이용한다.

정답맞이기 > ㄱ. 별까지의 거리(r)는 연주 시차의 역수($\frac{1}{p''}$)이므로 거리가 10 광년(약 3 pc)보다 가까운 곳에 위치한 프록시마 센타우리의 연주 시차는 0.3"보다 크다.

ㄷ. 바다뱀자리 은하단과 같이 먼 곳에 있는 천체는 Ia형 초신성을 관측하여 거리를 알아낸다.

오답짜이기 > ㄴ. 세페이드 변광성을 이용한 방법은 100 광년 거리부터 적용 가능하므로 우리 은하 내 성단에도 적용할 수 있다.

16 별의 거리 지수와 색지수

예설 | 절대 등급은 별을 10 pc의 거리에 옮겨 놓았을 때의 밝기로 겉보기 등급과 절대 등급의 차이로 별까지의 거리를 알 수 있다. 색지수는 별의 표면 온도가 높을수록 작아진다.

정답맞이기 > ㄴ. 색지수는 태양보다 시리우스 A가 작다. 주계열성의 반지름은 절대 등급이 작고 광도가 클수록, 표면 온도가 높을수록 크므로 시리우스 A가 태양보다 반지름이 크다.

ㄷ. 시리우스 A와 B는 절대 등급보다 겉보기 등급이 작으므로 10 pc(32.6 광년)보다 가까운 거리에 위치한다.

오답짜이기 > ㄱ. 색지수가 작은 시리우스 B가 시리우스 A보다 표면 온도가 높다.

17 중성 수소 21 cm 전파의 해석

예설 | 중성 수소 구름에서 나오는 21 cm 전파의 파장은 은하의 회전 때문에 도플러 이동을 일으키게 되므로 시선 속도를 통해 구름의 위치를 알 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. 케플러 회전을 하고 있으므로 은하 중심에서 가까운 A의 공전 주기가 B보다 짧다.

ㄴ. B와 관측자의 회전 속도는 같으므로 시선 속도는 0이다.
ㄷ. C는 관측자보다 은하 중심에서 훨씬 더 먼 궤도를 느린 속도로 돌고 있으므로 적색 편이를 나타낸다.

18 허블의 은하 분류

예설 | 허블은 외부 은하를 형태에 따라 분류하였다. E0~E7은 타원 은하, Sa~Sc는 정상 나선 은하, SBa~SBc는 막대 나선 은하, Irr는 불규칙 은하이다.

정답맞이기 > ㄱ. 타원 은하와 나선 은하는 나선팔의 유무로 구분한다.
ㄴ. Sa는 Sc보다 은하 내에서 은하핵이 차지하는 비율이 크고 나선팔이 더 감겨 있다.
ㄷ. 불규칙 은하에는 성간 물질과 젊은 별들이 많이 분포한다.

19 우주의 미래

예설 | 우주의 밀도는 물질 밀도와 암흑 에너지 밀도의 합이다.
정답맞이기 > ㄴ. B 우주는 우주 밀도가 임계 밀도보다 작은 열린 우주로 영원히 팽창할 것이다.

ㄷ. 곡률이 양(+)의 값을 가지는 우주는 우주 밀도가 임계 밀도보다 큰 D 우주이다.

오답짜이기 > ㄱ. 현재 우주의 크기는 A~D까지 동일하므로 현재 크기가 되는 데 시간이 가장 짧게 걸린 D 우주의 팽창 속도가 현재까지 가장 빨랐다.

20 우주의 팽창

예설 | 은하들이 서로 멀어지는 우주에서는 어떤 은하에서 보더라도 은하들 상호 간의 거리가 멀어진다.

정답맞이기 > ㄴ. a 은하와 c 은하 사이의 거리는 a 은하와 b 은하 사이 거리의 2배이므로 멀어지는 속도는 2배가 되고 적색 편이도 2배로 나타난다.

ㄷ. 이 기간 동안 각 은하들 사이의 거리가 1.5배 증가하였으므로 우주의 크기는 1.5배로 팽창하였다.

오답짜이기 > ㄱ. 우리 은하와 안드로메다 은하와 같이 중력적으로 묶여 있는 은하는 우주가 팽창하더라도 거리가 멀어지지 않는다.