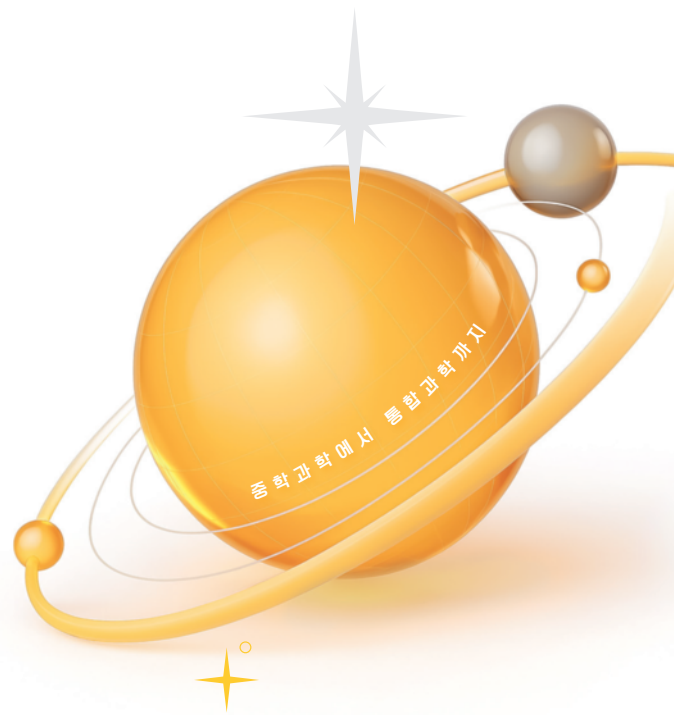


체크체크
시냅스 Synapse

지구과학



정답과 풀이

01 지권의 구조와 변화

▶ 탐구 확인하기

12~13쪽

01 ⑤ 02 ④

01 A는 지각, B는 맨틀, C는 외핵, D는 내핵으로, 지각과 맨틀, 내핵은 고체 상태, 외핵은 액체 상태이다. 지각은 대륙 지각과 해양 지각으로 구분하고, 대륙 지각은 해양 지각보다 두껍고 상대적으로 밀도가 작다. 지각과 맨틀의 경계면은 모호면(모호로비치치 불연속면)이라고 하며, 지각에서 내핵으로 갈수록 온도는 높아지고 압력은 커지므로 내핵은 온도와 압력이 가장 높은 층이다.

오답 체크

⑤ B는 맨틀로, 맨틀은 고체 상태의 암석으로 이루어져 있다. 철과 니켈 같은 무거운 물질로 이루어진 층은 핵이다.

02 지진과 화산 활동은 주로 판의 경계에서 활발하게 발생한다. 특히 태평양 가장자리에는 지진대와 화산대가 많이 분포하는데, 이곳을 환태평양 지진대·화산대라고 부른다. 일본은 태평양판, 필리핀판, 유라시아판이 만나는 경계에 위치하여 지진과 화산 활동이 자주 발생한다.

오답 체크

ㄱ. 지진대와 화산대는 대체로 판의 경계에 위치한다.

▶ 실력 플러스 문제

14쪽

01 ④ 02 ③ 03 ⑤ 04 ④

01 해저 지진이 일어나 지진 해일이 발생하는 것은 지권과 수권의 상호작용이고, 식물의 뿌리가 암석을 부숴 흙이 만들어지는 것은 생물권과 지권의 상호작용이다. 태풍으로 비가 많이 내려 강물이 불어나는 것은 기권과 수권의 상호작용이다. 따라서 ㉠은 F, ㉡은 C, ㉢은 B에 해당한다.

02 지각은 대륙 지각과 해양 지각으로 구분할 수 있고, 대륙 지각은 해양 지각보다 두껍고 밀도가 작다.

오답 체크

- ① A의 아래쪽은 맨틀이므로 고체이다.
- ② A는 지각과 맨틀의 최상부를 포함하는 판이다.
- ④ A는 판으로, 유동성을 가지는 맨틀 위에서 각각의 상대적인 방향과 속력으로 이동한다.
- ⑤ 화강암은 해양 지각보다 대륙 지각에 많고, 해양 지각은 대륙 지각보다 밀도가 크다.

03 (가)는 여러 대륙을 모으면 글로소프테리스와 메소사우루스 화석의 흔적이 잘 연결됨을, (나)는 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙의 해안선이 잘 연결됨을 보여 준다. 대륙 이동설을 주장한 베게너는 (가)와 (나)를 대륙 이동의 증거로 제시했으며 대륙은 (가), (나)와 같이 하나로 연결되어 있다가 점점 이동하여 분리되었다. 하지만 베게너는 이와 같은 현상이 일어나는 원동력을 명확하게 설명하지 못하였기 때문에 그 당시 베게너의 대륙 이동설은 받아들여지지 않았다.

자료 다시 보기 대륙 이동의 증거

베게너는 해안선 모양, 대륙에서 화석의 분포, 산맥의 분포, 빙하의 흔적 등을 대륙 이동의 증거로 제시하였다.



- ① 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙을 연결하면 해안선 모양이 일치한다.
- ② 글로소프테리스 화석과 메소사우루스 화석 분포는 대륙을 하나로 모으면 잘 연결된다.
- ③ 북아메리카와 유럽 대륙을 하나로 모으면 산맥이 잘 이어진다.
- ④ 남극 대륙을 중심으로 대륙에 남아 있는 빙하의 흔적을 연결하면 잘 연결된다.

04 지진대와 화산대는 대체로 일치하지만, 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 발생하지는 않는다. 판의 경계는 대체로 지진대, 화산대와 일치하며 대서양과 태평양 같은 해저에서도 화산 활동이 발생할 수 있는데, 이를 해저 화산이라고 부른다. 또한 하와이는 태평양 한가운데에 생성된 화산섬으로, 판의 경계와 무관하게 열점(맨틀 깊은 곳에서 뜨거운 마그마가 솟아올라 화산 활동을 일으키는 지점)에 의해 형성되었다.

오답 체크

④ 태평양 주변부인 환태평양 화산대에서 전 세계 화산 활동의 약 80%가 발생한다.

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

01 바다는 지구로 들어오는 태양 복사 에너지를 저장하여 지구의 평균 기온이 일정하게 유지되는 데 기여한다.

오답 체크

학생 A: 기권은 비교적 변화가 빠른 권역으로, 다른 영역과 상호작용을 통해 영향을 주고받는다.

학생 C: 기권의 대기는 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 재방출하는 온실 효과를 통해 지구를 일정한 온도로 유지시킨다. 지구 온난화는 온실 효과가 강해져 지구의 평균 기온이 상승하는 현상이다.

학생 D: 수권에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 해수이고, 해수를 제외한 육수에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이다.

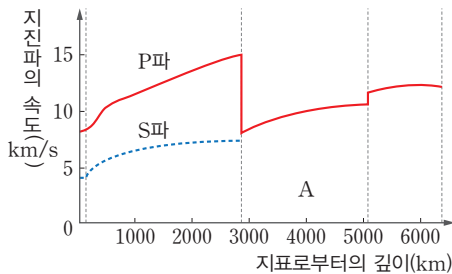
학생 E: 맨틀에서는 태양에서 방출되는 고에너지 입자가 지구의 자기장에 붙잡히는 영역으로, 외권에 존재한다.

02 그림은 지구 내부를 통과하는 지진파의 속도 변화를 나타낸 것이다. 이렇게 지진파를 이용하면 지구 내부의 층상 구조를 간접적으로 알 수 있다. P파는 지구 내부의 모든 층을 통과하며, 외핵(A)에서는 물질의 상태가 고체에서 액체 상태로 바뀌어서 속도가 급격히 감소한다. 반면 S파는 액체 상태인 물질은 통과하지 못하므로 외핵(A)을 통과하지 못한다.

오답 체크

③ S파가 A(외핵)층을 통과하지 못하는 것은 A(외핵)가 액체 상태이기 때문이다.

자료 다시 보기 지구 내부에서의 지진파 속도



- 지진파는 지구 내부를 조사하는 간접적인 방법이다.
- P파는 고체와 액체 상태 물질을 모두 통과할 수 있다. P파는 지구 내부로 깊이 들어갈수록 속도가 증가하지만, A(외핵)에서 물질의 상태가 액체로 바뀌어 속도가 급격히 감소한다.
- S파는 액체 상태인 물질을 통과하지 못한다. S파는 지각, 맨틀로 갈수록 속도가 증가하다가 A(외핵)에서 물질의 상태가 액체로 바뀌어 통과하지 못한다.

03 A는 지각, B는 맨틀, C는 외핵, D는 내핵이고, 지구의 반지름은 약 6400 km이므로 (나)는 6400이다. 따라서 각 층의 실제 두께는 각각 A는 30 km, B는 2870 km, C는 2200 km, D는 1300 km이다. 모형의 1 cm는 실제 지구의 200 km에 해당하고 C의 실제 두께는 2200 km이므로 (가)는 11이다. 지구 내부 모형은 실제 지구의 물질 상태까지는 표현하기 힘들지만, 지구의 층상 구조와 각 층의 두께를 한눈에 비교하기 좋다.

오답 체크

④ 가장 큰 부피를 차지하는 층은 B(맨틀)이다.

04 그림의 복숭아에서 (가) 껍질은 지각, (나) 과육은 맨틀, (다) 씨는 핵을 비유한다. 맨틀은 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지하며, 핵은 액체 상태인 외핵과 고체 상태인 내핵으로 구분된다.

오답 체크

ㄱ. (가)는 지구의 지각을 의미하며, 구성 물질이 녹아 마그마가 되는 곳은 맨틀이다.

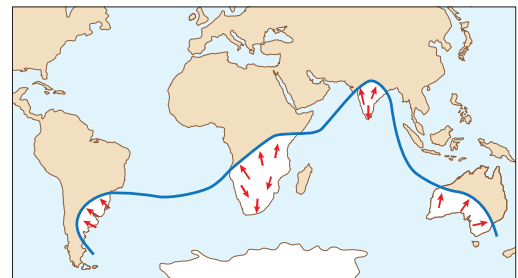
05 그림에서 빙하 퇴적층은 여러 대륙에 위치해 있으며, 빙하 퇴적층의 이동 방향을 보면 대체로 남극 대륙 쪽에서 북쪽으로 이동하였음을 알 수 있다.

오답 체크

ㄱ. 인도 대륙은 과거 남극 대륙과 연결되어 있다가 오랜 시간 동안 남극에서 멀어지는 방향으로 이동하여 현재의 모습이 되었다.

ㄷ. 여러 대륙의 빙하 퇴적층은 남극과 멀어지는 방향으로 이동하였으므로 현재는 여러 위도에 다양하게 분포해 있다.

자료 다시 보기



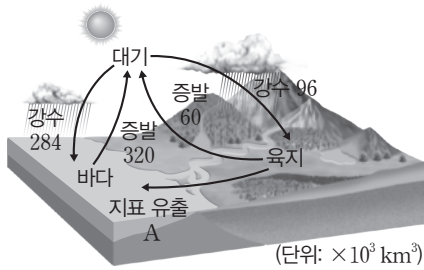
→ 이동 방향 □ 빙하 퇴적층

- 자료에서 빙하 퇴적층은 과거 남극과 하나의 대륙으로 합쳐져 있다가 대륙의 이동으로 남극과 멀어지는 방향으로 이동하였다.
- 과학자들은 여러 대륙의 빙하 퇴적층을 조사하여 각 대륙의 퇴적층이 서로 같은 시기의 것임을 알 수 있었고, 빙하가 이동한 방향을 분석한 결과 대륙이 서로 연결된다는 사실을 알아내었다.
- 즉, 남아메리카 남단, 아프리카 남부, 인도, 오스트레일리아 등에서 나타나는 빙하 퇴적층의 흔적은 이 지역이 과거에는 남극과 하나로 합쳐져 있었다는 것을 의미한다. 따라서 여러 대륙에서 발견되는 빙하 퇴적층은 대륙 이동의 증거라고 할 수 있다.

1-1 ⑤ 1-2 ⑤ 2-1 ④ 2-2 ①

1-1

자료 분석



• 각 권역에서 유입, 유출하는 물의 양

구분	대기	바다	육지
유입량	320 + 60	284 + A	96
유출량	284 + 96	320	60 + A

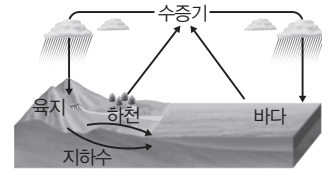
• 각 권역에서 물의 유입량과 유출량은 같으므로 바다에서 $284 + A = 320$ 이고, 육지에서 $60 + A = 96$ 이다. 따라서 지표에서 유출되는 물의 양인 A는 36이다.

보기 분석

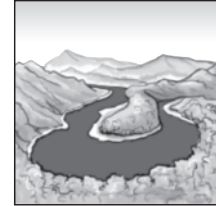
- ㄱ. (○) 자료에서 대기로 증발하는 물의 양은 380이고, 대기에서 강수의 형태로 바다와 육지로 이동하는 물의 양도 380이므로 1년 동안 대기로 유입되는 물의 양과 대기에서 유출되는 물의 양은 같다.
- ㄴ. (○) 바다와 육지에서 각각 물의 유입량과 유출량은 같으므로 A는 36이다.
- ㄷ. (○) 물이 지구시스템을 순환하는 과정에서 물질과 에너지는 함께 이동하고, 이 과정에서 물의 상태 변화가 일어난다.

1-2

자료 분석



(가)



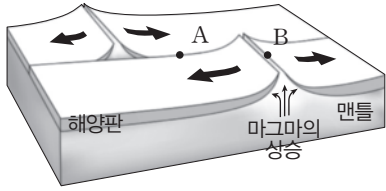
(나)

- (가)에서 물은 대기에서 수증기 상태로 있다가 상태 변화하여 육지와 바다에 비로 내린다. 육지에 내린 비는 하천이나 지하수로 흐르며 다시 바다로 이동한다. 하천과 바다의 물은 증발하여 수증기 형태로 대기 중으로 이동한다.
- 물은 지구시스템을 상태 변화하며 순환하고, 이 과정에서 에너지도 함께 이동한다.
- (나)의 한반도 모양 지형은 강이 흐르며 지표면을 한반도 모양으로 침식하여 만들어진 지형이다.

보기 분석

- ㄱ. (○) (가)에서 물이 대기, 바다, 육지를 상태 변화하면서 순환하며, 이때 에너지의 이동도 함께 나타난다.
- ㄴ. (○) 물이 지구시스템을 순환할 수 있게 하는 주된 에너지원은 태양 에너지이다. 하천과 바다의 물은 태양 에너지를 흡수해 물에서 수증기로 상태 변화하며, 증발하여 대기로 이동한다.
- ㄷ. (○) (나)는 (가)에서 하천이 흐르며 지표면을 침식하여 형성되는 지형이다.

2-1 자료 분석



- A의 양쪽으로 판이 서로 평행하게 다른 방향으로 이동하고 있으므로 A는 판과 판이 서로 평행하게 스쳐 지나가는 보존형 경계에 있다.
- B의 양쪽으로 판이 서로 반대 방향으로 이동하고 있으므로 B는 판과 판이 서로 멀어지는 발산형 경계에 있다.
- 보존형 경계에서는 변환 단층이, 발산형 경계에서는 해저 산맥인 해령이 나타난다.

보기 분석

- ㄱ. (○) A는 판과 판이 서로 스쳐 지나가는 보존형 경계에 위치한다.
- ㄴ. (×) B는 발산형 경계에 위치하므로 B에서는 해령이 발달한다. 해구는 섭입형 경계에서 발달하는 지형이다.
- ㄷ. (○) 발산형 경계에서는 화산 활동이 활발하지만, 보존형 경계에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다. 따라서 화산 활동은 A보다 B에서 활발하게 발생한다.

2-2 자료 분석



(가) (나)

- (가)는 해양판과 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계로, 판의 경계에서 해령이 발달하고 지진과 화산 활동이 활발하게 발생한다.
- (나)는 해양판과 해양판이 서로 평행하게 스쳐 지나가는 보존형 경계로, 판의 경계에서 변환 단층이 발달하고 지진이 활발하게 발생한다.
- 발산형 경계는 맨틀 대류가 상승하는 곳에 위치하여 판의 경계에서 새로운 판이 생성되지만, 보존형 경계에서는 판의 생성이나 소멸이 일어나지 않는다.

보기 분석

- ㄱ. (○) (가)는 발산형 경계로, 판의 경계에서 해령이 발달한다.
- ㄴ. (×) (나)는 보존형 경계로, 보존형 경계에서는 판의 생성이나 소멸이 발생하지 않는다.
- ㄷ. (×) 보존형 경계에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않으므로 화산 활동은 (나)보다 (가)에서 활발하다.

02 지각을 이루는 암석과 지질 시대

탐구 확인하기

25쪽

01 ⑤ 02 ③, ④ 03 ③ 04 ⑤

01 방해석은 염산과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생시키므로 A는 방해석이다. 흑운모, 석영, 황동석을 조흔판에 긁으면 흑운모는 흰색, 황동석은 녹흑색의 조흔색이 나타나며, 석영은 조흔판보다 굳기가 크므로 조흔판에 긁히지 않는다. 따라서 B는 흑운모이다. 석영은 무색 또는 흰색을 띠고 황동석은 노란색을 띠므로 C는 석영, D는 황동석이다.

02 광물 A와 B는 겉보기 색이 동일하지만, 조흔색과 굳기에서 차이가 있다. 따라서 두 광물을 조흔판에 긁어서 조흔색을 관찰하거나 두 광물을 서로 긁어 굳기를 비교하면 구별할 수 있다.

오답 체크

- ① 두 광물은 겉보기 색이 노란색으로 동일하므로 겉보기 색으로는 구별할 수 없다.
- ② 두 광물은 모두 자성이 없기 때문에 자석에 달라붙지 않는다.
- ⑤ 두 광물 모두 염산 반응을 하지 않으므로 묽은 염산을 떨어뜨려도 반응하지 않는다.

03 석영과 방해석은 모두 무색의 광물로, 겉보기 색이 같다. 석영은 조흔판보다 단단해서 조흔판에 긁어도 조흔색이 나타나지 않으며 석영과 방해석을 서로 긁으면 석영이 방해석보다 단단하므로 방해석에 흠집이 생긴다. 방해석은 염산과 반응을 하는 특성이 있는데, 방해석에 묽은 염산을 떨어뜨리면 이산화 탄소 기체가 발생한다. 따라서 석영과 방해석은 굳기와 염산 반응으로 구분할 수 있다.

오답 체크

③ 방해석의 주성분은 탄산칼슘(CaCO₃)이지만, 석영의 주성분은 이산화 규소(SiO₂)이다.

04 B의 굳기는 6~6.5이고, C의 굳기는 2.5~3이므로 B가 C보다 단단하다. 따라서 B와 C를 서로 긁으면 C에 흠집이 생긴다. D는 자성이 있는 광물이므로 D에 클립을 가까이 가져가면 클립이 D에 달라붙는다.

오답 체크

ㄱ. A와 B는 광물 가루의 색인 조흔색이 각각 녹흑색, 검은색으로 서로 다르기 때문에 조흔색으로 두 광물을 구별할 수 있다.

01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤

01 화강암을 구성하는 광물 중 반짝이는 검은색 광물은 흑운모(A)이고 투명 또는 반투명하게 보이는 광물은 석영(B)이며, 흰색 또는 분홍색을 띠는 광물은 장석(C)이다. 장석은 지각을 이루고 있는 조암 광물 중에서 가장 큰 부피비를 차지하는 광물이다.

오답 체크

- ① 흑운모, 석영, 장석은 모두 조암 광물로, 모두 규소(Si)와 산소(O)를 포함하는 광물이다.
- ② 흑운모는 자성이 없으므로 쇠붙이가 달라붙지 않는다. 자성이 있는 광물에는 자철석이 있다.
- ③ 석영은 염산 반응이 일어나지 않으므로 묽은 염산을 떨어뜨려도 거품이 발생하지 않는다. 염산 반응을 하는 광물에는 방해석이 있다.
- ⑤ 흑운모와 자철석은 겉보기 색이 검은색으로 같으므로 두 광물은 겉보기 색을 비교하여 구별할 수 없고, 조흔색으로 구별할 수 있다.

02 그림은 암석에 열과 압력이 가해져 변성암이 되는 과정을 나타낸 것이다. 변성암은 기존 암석이 높은 열과 압력을 받아 성질이 변한 암석을 말한다. 이때 압력의 수직 방향으로 줄무늬가 나타나며 이를 편리라고 한다. 변성 과정이 진행되면 광물이 녹았다가 다시 굳으면서 결정이 커지기도 한다. 변성 작용의 예로 편암은 변성 과정을 거쳐 편마암이 된다.

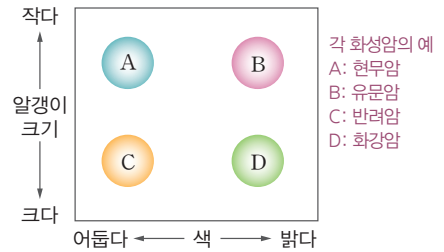
오답 체크

- ③ 그림은 암석에 열과 압력이 가해져 변성암이 만들어지는 과정으로, 여러 종류의 퇴적물이 층층이 쌓여서 만들어지는 암석은 퇴적암이다.

03 화성암은 생성 장소에 따라 알갱이의 크기가 다르다. 지하 깊은 곳의 마그마가 느리게 식어서 생성되는 화성암은 알갱이의 크기가 비교적 크고, 마그마가 분출하여 지표로 흐르는 용암이 빠르게 굳어져 생성되는 화성암은 알갱이의 크기가 비교적 작다. A와 B는 알갱이의 크기가 작은 화성암이다. 알갱이의 크기가 작은 화성암은 지표에서 흐르는 용암이 빠르게 굳어져서 생성된다. D는 알갱이의 크기가 크고 밝은 색을 띠는 화성암으로, 대표적인 예로는 화강암이 있다.

오답 체크

나. 그래프에서 C와 A의 알갱이 크기를 비교하면 C는 A보다 비교적 알갱이의 크기가 크므로 A보다 느린 속도로 식어서 생성된 화성암이다.



- A와 B는 알갱이의 크기가 비교적 작은 화성암이고, C와 D는 알갱이의 크기가 비교적 큰 화성암이다.
- A와 C는 색이 비교적 어두운 화성암이고, B와 D는 색이 비교적 밝은 화성암이다.
- 지하 깊은 곳에서 마그마가 천천히 식어 만들어진 화성암은 알갱이의 크기가 비교적 크고, 지표에서 흐르는 용암이 빠르게 식어 만들어진 화성암은 알갱이의 크기가 비교적 작다.

04 5분 후에 각 비커의 질량을 측정하면 A의 질량은 동일하고 B의 질량은 감소하는데, 이는 석회암 조각이 묽은 염산과 반응해 질량이 점점 줄어들기 때문이다. 석회암이 염산과 반응하는 B의 실험은 자연에서 산성비가 내려 석회암으로 만든 조각상이 풍화되는 것과 같은 과정으로, 이는 화학적 풍화에 해당한다. 만약 B에 석회암 조각 대신 석회암 가루를 넣는다면 염산과 반응할 수 있는 석회암의 표면적이 더 넓어지므로 반응이 더 잘 일어난다.

오답 체크

- ⑤ 실험에서 석회암은 증류수와는 반응하지 않고 묽은 염산과 반응하여 질량이 감소하므로 이 실험을 통해 석회암은 산성 물질에 의해 풍화가 일어난다는 사실을 알 수 있다.

최상위 도전 문제

27~28쪽

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

01 광물 A를 광물 B에 굽었을 때 광물 B에 흠집이 생겼으므로 굳기는 $A > B$ 이다. 광물 B를 광물 C에 굽었을 때 광물 C가 굽혔으므로 굳기는 $B > C$ 이다. 광물 D를 광물 B에 굽었을 때 광물 B에 흠집이 생겼으므로 굳기는 $D > B$ 이다. 조흔관에 광물 A, D를 굽었을 때 광물 A는 조흔색이 나타났지만, 광물 D는 조흔색이 나타나지 않았으므로 굳기는 $D > \text{조흔관} > A$ 이다. 따라서 광물을 굳기가 큰 순서대로 나열하면 $D > A > B > C$ 이다.

02 석영, 방해석의 겉보기 색은 무색이고 자철석, 흑운모의 겉보기 색은 검은색이므로 A에는 광물의 겉보기 색이 들어갈 수 있다. 석영은 염산 반응을 하지 않지만 방해석은 염산 반응을 하므로 B에는 염산 반응의 유무가 들어갈 수 있다. 석영은 방해석보다 단단하므로 석영과 방해석을 서로 긁으면 방해석에 흠집이 생긴다. 따라서 B에는 굳기 비교가 들어갈 수 있다. 자철석의 조흔색은 검은색이고 흑운모의 조흔색은 흰색이므로 C에는 조흔색이 들어갈 수 있다.

오답 체크

④ 석영, 방해석, 자철석, 흑운모 중에서 자성이 있는 광물은 자철석뿐이므로 A에는 자성의 유무가 들어갈 수 없다.

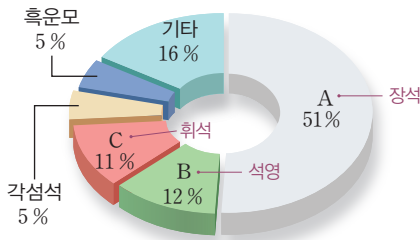
03 조암 광물 중 가장 많은 부피비를 차지하는 A는 장석이고, B는 석영, C는 휘석이다. 휘석은 어두운색을 띠는 광물로, 반려암 등의 암석에서 기둥 모양의 결정으로 발견된다.

오답 체크

ㄱ. 장석(A)은 흰색 또는 분홍색을 띠는 광물이다. 조암 광물 중 무색 또는 흰색을 띠는 광물은 석영이다.

ㄴ. 석영(B)은 염산 반응을 하지 않는다.

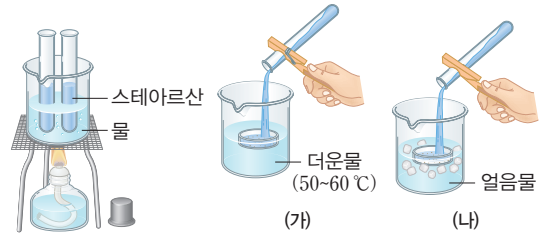
자료 다시 보기 조암 광물의 부피비



- 조암 광물의 부피비는 장석(A) > 석영(B) > 휘석(C) > 각섬석, 흑운모 > 기타 순으로 많다.
- 장석은 흰색 또는 분홍색을 띠는 광물로, 지각에서 약 51%를 차지하는 흔하고 중요한 조암 광물이다.
- 석영은 무색 또는 흰색을 띠는 광물로, 일반적으로 육각기둥 모양의 결정 구조를 가지고 있다.
- 휘석은 갈색, 검은색, 흑록색 등의 어두운색을 띠는 광물로, 각기둥 모양의 결정 구조로 나타난다.

04 스테아르산을 가열하여 녹인 뒤 더운물에서 냉각시키면 스테아르산이 천천히 식으면서 결정의 크기가 비교적 커진다. 반면, 얼음물에서 냉각시키면 스테아르산이 빠르게 식으면서 결정의 크기가 비교적 작아진다. 따라서 (가)에서 실험한 스테아르산의 결정 크기가 (나)에서 실험한 스테아르산의 결정 크기보다 크다. 실제 화성암이 생성되는 과정에서 (가)와 같이 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 만들어진 화강암은 결정의 크기가 크고, (나)와 같이 지표에서 용암이 빠르게 식어 만들어진 현무암은 결정의 크기가 작다. 이 실험을 통해 화성암의 냉각 속도에 따라 결정의 크기가 달라진다는 것을 알 수 있다.

자료 다시 보기



- 용융된 상태의 스테아르산을 식히면 서서히 굳어지고, 결정이 생겨 고체로 변한다.
- (가) 스테아르산을 더운물에서 천천히 식힌 경우: 스테아르산이 천천히 식으면 분자들이 이동하여 큰 결정을 만들 시간이 충분하기 때문에 스테아르산의 결정이 크게 성장할 수 있다.
- (나) 스테아르산을 얼음물에서 빠르게 식힌 경우: 스테아르산이 빠르게 식으면 결정이 성장할 시간이 부족해지고 따라서 스테아르산의 결정이 크게 성장할 수 없다.
- 화성암의 형성 과정과의 비교

실험	화성암의 형성 과정
(가)	마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식음(예: 화강암)
(나)	마그마가 용암으로 분출하여 지표에서 빠르게 식음(예: 현무암)

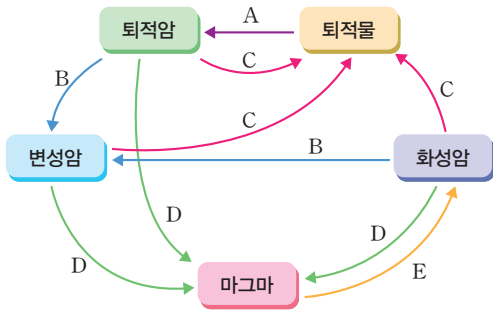
- ① 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식은 경우: 화성암의 결정이 크게 성장할 시간이 충분하므로 결정의 크기가 비교적 크다.
- ② 마그마가 지표로 분출하여 용암 상태에서 빠르게 식은 경우: 화성암의 결정이 크게 성장할 시간이 부족하므로 결정의 크기가 비교적 작다.

05 변성암은 기존의 암석이 지하 깊은 곳에서 열과 압력을 받아 성분과 구조가 변한 암석을 말한다. 그래프에서 셰일(이암)이 열과 압력을 받아서 1차로 변성된 변성암이 A이고, A가 열과 압력을 더 받아서 2차로 변성된 변성암이 B이다. 셰일(이암)은 온도와 압력을 받으면 편암(A), 편마암(B)으로 변성된다. 혼펠스는 셰일(이암)이 압력보다 온도의 상승으로 변성되었을 때 만들어지는 변성암이다.

06 진흙이 퇴적되어 이암이 만들어지는 것은 퇴적물이 쌓여 퇴적암이 되는 A 과정이다. 화강암이 높은 열과 압력을 받아 화강 편마암이 되는 것은 암석이 변성 작용을 받아 변성암이 되는 B 과정이다. 지하 깊은 곳에 있던 암석이 땅 위로 올라오면서 겉 부분이 떨어져 나가는 것은 압력의 감소로 암석이 풍화되는 과정으로, 암석이 풍화 작용을 받아 다시 퇴적물이 되는 C 과정에 해당한다. 마그마가 용암으로 분출하여 지표에서 굳어져 현무암이 생성되는 것은 마그마가 식어 화성암이 되는 E 과정이다.

오답 체크

④ 사암이 지하 깊은 곳에서 열과 압력을 받아 규암이 되는 것은 암석이 변성 작용을 받아 변성암이 되는 B 과정에 해당한다. D는 암석이 녹아 다시 마그마가 되는 과정이다.



- A: 퇴적물이 퇴적되어 퇴적암이 되는 과정
- B: 암석이 열과 압력을 받아 변성암이 되는 과정
- C: 암석이 풍화 작용을 받아 다시 퇴적물이 되는 과정
- D: 암석이 녹아 마그마가 되는 과정
- E: 마그마가 굳어져 화성암이 되는 과정

07 토양에서 A는 표토, B는 심토, C는 모질물, D는 기반암이라고 한다. 기반암(D)이 지표에 드러나면 풍화를 받아 모질물(C)이 생성된다. 이후 모질물이 잘게 부서져서 표토(A)가 만들어지고 표토에서 식물이 자란다. 표토에 있던 유기물들은 땅속으로 스며들어 심토(B)를 형성한다. 따라서 토양의 생성 순서는 D → C → A → B이다. 표토는 토양의 가장 윗부분으로, 암석이 풍화되어 만들어진 무기물과 유기물을 포함하며 토양 유기물이 변하여 형성되는 부식토를 포함하는 층이다. 토양의 풍화가 오래 진행될수록 표토의 물질이 심토로 더 많이 내려가므로 심토가 더 잘 발달한다.

오답 체크

ㄷ. 비가 많이 오는 지역은 표토에 있는 물질이 아래로 더 많이 스며들기 때문에 건조한 지역보다 심토의 깊이가 깊다.

08 암석을 깎아서 만든 조각상은 오랜 시간 동안 환경의 영향을 받아 풍화되므로 색이 바래고 부식되는 등 겉모습이 변화한다. 암석의 풍화에 영향을 주는 요인에는 모암의 성질, 기후, 토양의 존재 여부, 노출 기간 등이 있다. 조각상을 만든 암석의 종류에 따라 풍화되는 정도가 다르므로 조각상이 변하는 정도는 다를 수 있다. 암석으로 만들어진 조각상은 다양한 요인으로 풍화되는데, 예를 들어 조각상의 틈에 물이 들어가 얼거나 식물의 뿌리가 자라면 조각상의 틈이 더 벌어져 풍화가 더 빨리 일어날 것이다. 조각상이 기온이 높고 강수량이 많은 지역에 있다면 암석의 색이 바래는 등의 풍화가 발생할 수 있는데, 이는 암석의 성분이 변하는 화학적 풍화에 해당한다.

◆ 서술형 문제

- 01 해설 참조
- 02 해설 참조
- 03 (1) A: 셰일, B: 대리암, C: 현무암 (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 조흔판에 굵어서 나타나는 광물 가루의 색인 조흔색을 관찰한다.
(2) 세 광물을 조흔판에 굵으면 자철석은 검은색, 흑운모는 흰색, 적철석은 적갈색이 나타난다.

채점 기준		배점
(1)	세 광물을 구별할 수 있는 실험 방법을 옳게 서술한 경우	50%
(2)	실험의 결과를 세 암석 모두 옳게 서술한 경우	50%
	실험의 결과를 두 암석만 옳게 서술한 경우	30%

02 **모범 답안** (1) 과거에 살았던 생물의 유해나 흔적이 퇴적물과 함께 묻혀 굳어져 암석에 남은 것이다.
(2) 퇴적암과 달리 변성암과 화성암이 형성하려면 열과 압력을 받아 성질이 변하거나 녹는 과정을 거치는데, 이때 화석이 사라지기 때문이다.

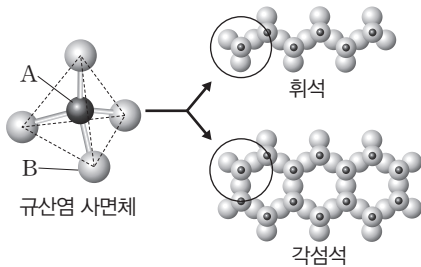
채점 기준		배점
(1)	화석의 의미를 옳게 서술한 경우	50%
	화석의 의미를 옳게 서술했으나 설명이 미흡한 경우	30%
(2)	퇴적암에서만 화석이 발견되는 까닭을 변성암과 화성암이 형성되는 조건을 관련지어 옳게 서술한 경우	50%
	퇴적암에서만 화석이 발견되는 까닭을 변성암과 화성암이 형성되는 조건을 설명하지 않고 서술한 경우	20%

03 **모범 답안** (1) 줄무늬가 있는 암석은 편마암, 셰일이고 없는 암석은 화강암, 역암, 현무암, 대리암이다. 검고 흰 줄무늬가 반복되지 않는 암석은 셰일(A)이다. 붉은 염산을 떨어뜨리면 거품이 발생하는 암석은 대리암(B)이다. 알갱이가 눈으로 구분되지 않는 암석은 현무암(C)이다. 알갱이의 크기가 다양하고 둥글둥글한 암석은 역암이다.
(2) 암석 C는 마그마가 용암으로 분출되어 지표 밖으로 흘러나올 때 지표 부근에서 비교적 빠른 속도로 식어 결정의 크기가 작게 생성된 화성암이다.

채점 기준		배점
(1)	A~C에 들어갈 암석의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30%
	A~C에 들어갈 암석의 이름을 두 개만 옳게 쓴 경우	20%
	A~C에 들어갈 암석의 이름을 하나만 옳게 쓴 경우	10%
(2)	암석 C가 만들어지는 과정을 주어진 조건에 맞춰 옳게 서술한 경우	70%
	암석 C가 만들어지는 과정을 옳게 서술했으나, 주어진 조건에 맞게 서술하지 않은 경우	30%

1-1 ④ 1-2 ③ 2-1 ③ 2-2 ②

1-1 자료 분석

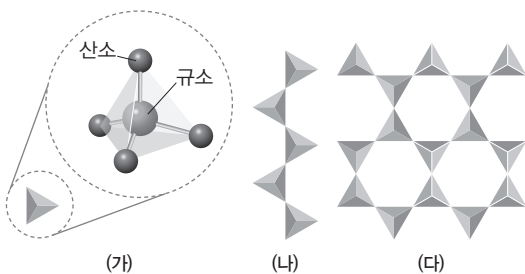


- 규산염 사면체는 중심에 규소(A)가 있고 주위에 4개의 산소(B)가 규소와 공유 결합한다.
- 회석과 각섬석은 규산염 사면체를 단위체로 하는 구조를 가지고 있으며, 회석은 규산염 사면체가 긴 사슬 모양으로 연결된 단사슬 구조를, 각섬석은 사슬 모양 두 개가 연결된 복사슬 구조를 가진다.

보기 분석

- ㄱ. (×) A는 규소(Si), B는 산소(O)이다.
- ㄴ. (○) 규산염 사면체는 규산염 광물을 이루는 기본 단위체이다.
- ㄷ. (○) 규산염 사면체는 이웃한 규산염 사면체와 산소(B)를 공유하면서 결합하고, 다양한 형태의 규산염 광물을 만든다.

1-2 자료 분석



- (가)는 규산염 사면체의 모습이다. (나)는 규산염 사면체가 일렬로 연결된 단사슬 구조이고, (다)는 규산염 사면체가 판 모양으로 연결된 판상 구조이다.
- (가)의 구조를 가지는 광물은 감람석이고, (나)의 구조를 가지는 광물은 휘석이고, (다)의 구조를 가지는 광물은 흑운모이다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 규산염 사면체는 규소 한 개당 4개의 산소가 결합해 있다.
- ㄴ. (×) 흑운모는 규산염 사면체가 판 모양으로 연결된 판상 구조이므로 흑운모의 결합 구조는 (다)이다.
- ㄷ. (○) 규산염 사면체가 어떻게 결합하느냐에 따라 다양한 규산염 광물이 만들어진다.

2-1 자료 분석



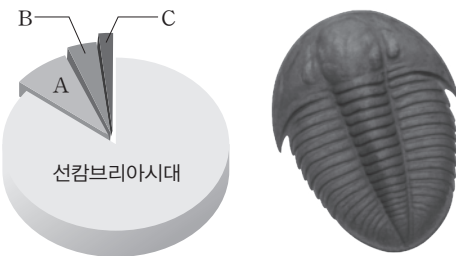
(가) 삼엽충 (나) 고사리

- 표준 화석은 지질 시대의 구분과 지층 대비에 유용한 화석이고, 시상 화석은 지층이 퇴적될 당시 자연환경을 알아내는 데 이용하는 화석이다.
- 삼엽충은 고생대의 대표적인 표준 화석이고, 고사리는 시상 화석이다.
- 삼엽충은 고생대 바다에서 번성했던 생물이고, 고사리는 따뜻하고 습한 환경에서 사는 식물이므로 고사리 화석이 발견된 지층이 쌓였을 당시 그곳의 환경은 따뜻하고 습한 환경이었다는 것을 알 수 있다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 삼엽충은 고생대에 번성했던 바다 생물이다.
- ㄴ. (○) 고사리는 주로 습하고 따뜻한 환경에서 잘 자라는 생물이다.
- ㄷ. (×) 삼엽충은 고생대 시기의 바다에서 살았던 생물이므로 삼엽충 화석이 발견된 지층은 바다에서 퇴적된 지층이다.

2-2 자료 분석



(가) (나)

- 지질 시대의 상대적인 길이는 선캄브리아시대 > 고생대(A) > 중생대(B) > 신생대(C) 순으로 길다.
- (나)는 삼엽충 화석으로, 삼엽충은 고생대 바다에서 번성했던 생물이다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 지질 시대의 상대적인 길이는 고생대, 중생대, 신생대 순으로 길기 때문에 A는 고생대, B는 중생대, C는 신생대이다.
- ㄴ. (○) 삼엽충은 고생대 시기에 바다에서 살았던 생물이다.
- ㄷ. (×) 삼엽충은 고생대(A) 시기에 번성했던 대표적인 생물이다.

03 지구의환경변화

▶ 탐구 확인하기

39쪽

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ④ 04 ④

01 복사 평형 실험에서 알루미늄 컵 속의 온도는 시간이 지남에 따라 증가한다. 이때 컵이 에너지를 흡수하는 양(㉠)은 방출하는 양(㉡)보다 더 크다. 하지만 일정 시간이 지나면 컵 속의 온도는 일정해지는데, 이는 컵이 에너지를 흡수하는 양(㉠)과 방출하는 양(㉡)이 같아졌기 때문이다. 따라서 온도가 상승하는 그래프의 A 구간에서는 에너지 흡수량(㉠) > 에너지 방출량(㉡)이고, 온도가 일정한 B 구간에서는 에너지 흡수량(㉠) = 에너지 방출량(㉡)이다.

02 그래프에서 알루미늄 컵 속의 온도는 22분까지 계속해서 높아지다가 22분부터 일정하게 유지된다. 0~22분까지는 컵이 흡수하는 에너지양이 방출하는 에너지양보다 많기 때문에 온도가 상승하고, 22분 이후에는 흡수하는 에너지양과 방출하는 에너지양이 같아지므로 온도가 일정하게 유지된다. 만약 컵과 적외선 등 사이의 거리를 더 가까이 하여 실험하면 단위 시간당 컵이 흡수하는 복사 에너지양이 더 많아지게 되고 컵 속의 온도는 더 빠르게 상승한다. 따라서 더 높은 온도에서 복사 평형을 이루게 된다.

오답 체크

- ① 알루미늄 컵은 에너지를 흡수하면서 동시에 에너지를 방출한다. 따라서 22분까지는 컵이 흡수하는 에너지양이 방출하는 에너지양보다 많기 때문에 컵 속의 온도가 계속 상승한다.
- ② 22분부터 컵이 흡수하는 에너지양과 방출하는 에너지양은 같으므로 컵 속의 온도는 계속해서 일정하게 유지된다. 따라서 35분일 때 컵 속 공기의 온도는 31 °C이다.
- ③ 컵 속 공기의 온도는 22분까지 계속 높아지다가 22분 이후에는 일정하게 유지된다.
- ④ 컵 속의 온도는 22분 이후에 일정하게 유지되므로 22분 이후에는 컵이 흡수하는 복사 에너지양과 방출하는 복사 에너지양이 같다.

03 실험에서 알루미늄 컵은 지구에, 전등은 태양에 비유할 수 있다. 컵 속의 온도는 처음에는 계속해서 높아지다가 일정 시간이 지나면 온도가 일정하게 유지된다.

오답 체크

ㄷ. 알루미늄 컵과 전등 사이의 거리가 멀어지면 단위 시간당 컵이 흡수하는 에너지는 적어지고, 복사 평형에 도달하는 온도가 더 낮아진다.

04 실험에서 처음에는 컵이 흡수하는 복사 에너지양이 방출하는 복사 에너지양보다 많기 때문에 컵 속의 온도는 상승한다. 일정 시간 이후에는 컵이 방출하는 복사 에너지양과 흡수하는 복사 에너지양이 같아져 컵 속의 온도는 더 이상 상승하지 않고 일정하게 유지된다.

오답 체크

- ① 알루미늄 컵 속의 온도는 처음에 계속 올라가다가 일정 시간이 되면 복사 평형에 도달하여 일정하게 유지된다.
- ② 어느 정도 시간이 지나면 컵 속의 온도는 일정하게 유지된다.
- ③ 처음에도 컵이 방출하는 복사 에너지는 있지만, 흡수하는 복사 에너지양이 방출하는 복사 에너지양보다 많아져 온도가 상승한다.
- ⑤ 컵이 복사 평형에 도달한다는 것은 컵이 흡수하는 복사 에너지양과 방출하는 복사 에너지양이 같아진다는 의미이므로 컵이 흡수하는 복사 에너지양은 0이 아니다.

▶ 실력 플러스 문제

40쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ③

01 A층은 대류권, B층은 성층권, C층은 중간권, D층은 열권이다. 대류권과 중간권은 고도가 높을수록 기온이 감소하는데, 이는 높아질수록 지구 복사 에너지의 영향을 덜 받기 때문이다. 성층권에는 오존층이 존재하여 오존층이 태양에서 오는 자외선을 차단하므로 고도가 높을수록 기온이 증가한다. 열권에서는 고도가 높을수록 태양 복사 에너지의 영향을 많이 받으므로 기온이 증가한다.

오답 체크

- ① 대류권은 고도가 높을수록 지구 복사 에너지의 영향이 줄어들기 때문에 기온이 감소한다.
- ②, ③ 성층권은 오존층의 영향으로 고도가 높을수록 기온이 증가한다.
- ④ 중간권은 지구 복사 에너지의 영향으로 고도가 높을수록 기온이 감소한다.

02 지구의 복사 평형 자료에서 우주, 대기, 지표는 복사 평형을 이루므로 흡수하는 에너지양과 방출하는 에너지양은 같다. 우주에서 태양 복사 에너지가 100 % 들어오면 대기와 지표에 의해 반사되는 양 A는 30 %, 대기와 구름에 흡수되는 양 B는 20 %, 지표에 흡수되는 양 C는 50 %이다. 우주에서 방출되는 태양 복사 에너지양 100 %는 우주가 흡수하는 에너지양인 A+D와 같다. 따라서 A+D=100 %이고, A+B+C=100 %이므로 D=B+C이다.

오답 체크

ㄷ. (가) 과정은 대기가 지구 복사 에너지를 흡수하여 지표로 재방출하는 과정으로, 이 과정으로 인해 온실 효과가 발생한다. 따라서 (가) 과정이 없으면 지구의 평균 기온은 지금보다 더 낮을 것이다.

03 그래프에서 지구의 평균 기온 편차는 꾸준히 증가하고 있다. 연평균 기온 편차는 연평균 기온과 평년(20년 동안의 평균 기온)값의 차이를 말하므로 평균 기온 편차가 양의 값을 가지는 것은 평년값 보다 연평균 기온이 높았음을 의미한다. 따라서 지구의 평균 기온은 꾸준히 상승하고 있음을 알 수 있다. 기체 A는 온실 기체인 이산화 탄소에, 그래프를 통해 이산화 탄소의 농도 변화가 지구의 평균 기온 변화와 관련이 있음을 알 수 있다.

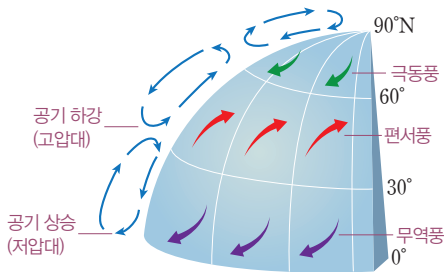
오답 체크

ㄱ. 이산화 탄소의 농도는 인간 활동의 영향으로 계속해서 증가해 왔다.

ㄴ. 1880년대 이후 지구의 평균 기온은 꾸준히 증가하여 약 1°C 정도 상승하였다. 이는 빙하의 용해를 일으키므로 해수면의 높이는 높아졌을 것이다.

04 위도 0°~30° 사이의 지표에서 부는 바람은 무역풍이고, 위도 30°~60° 사이의 지표에서 부는 바람은 편서풍, 위도 60°~90° 사이의 지표에서 부는 바람은 극동풍이다. 지구는 대기 대순환의 영향으로 위도 30°와 극에서는 공기가 하강하여 고압대가 나타나고, 적도와 위도 60°에서는 공기가 상승하여 저압대가 나타나는데 고압대에서는 하강 기류가 형성되어 구름이 잘 생기지 않으므로 건조한 날씨가 지속된다. 따라서 위도 30° 부근에서는 사막 지형이 형성되기 쉽다.

자료 다시 보기 대기 대순환



- 위도별로 단위 면적당 도달하는 태양 복사 에너지량의 차이로 저위도는 에너지가 남고 고위도는 에너지가 부족하므로 대기 대순환이 발생한다.
- 지구의 자전으로 북반구와 남반구에서 각각 3개의 순환 세포를 형성한다.
- 대기 대순환은 저위도에서 남는 에너지를 고위도로 운반하여 지구의 에너지 균형을 이뤄 준다.

최상위 도전 문제

41~42쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ⑤
06 ⑤ 07 ③

01 (가)는 태양풍으로 불어오는 입자들이 지구 대기층의 입자와 충돌하여 빛을 내는 현상인 오로라에 대한 설명으로, 오로라는 열권(D)에서 나타나는 현상이며 하늘에서 여러 색깔로 빛나는 모습을 관측할 수 있다. (나)는 오존층이 만들어지는 과정에 대한 설명으로, 오존층은 성층권(B)에 존재하며 태양에서 지구로 들어오는 유해한 자외선을 막아 주는 역할을 한다. A층은 대류권으로, 기권에 있는 공기 질량의 약 75%는 대류권에 있으며 성층권부터 공기 입자의 밀도는 급격히 낮아진다.

오답 체크

ㄴ. 오존층은 성층권(B)에 존재하므로 (나)는 B층에서 나타나는 현상이다. 중간권(C)에서 나타날 수 있는 현상에는 유성이 있다.

02 (가)는 달에서 복사 에너지의 이동을 나타내고, (나)는 지구에서 복사 에너지의 이동을 나타낸다. 달에서는 태양 복사 에너지가 100% 달 표면에서 흡수되었다가 달 표면에서 복사 에너지가 100% 방출된다. 지구에서는 입사한 태양 복사 에너지 100% 중 30%는 다시 우주로 반사되고, 20%는 대기에 흡수되며 50%만 지표면에 흡수된다. 또한 대기는 지구 복사 에너지를 흡수하여 지표로 다시 방출하는데, 이러한 온실 효과로 지구는 달보다 더 높은 평균 기온을 갖는다.

오답 체크

① 달은 태양으로부터 받은 복사 에너지를 100% 우주로 다시 방출하지만, 지구는 지표에서 태양 복사 에너지의 30%가 반사되고 지구 복사 에너지 70%를 우주로 방출하므로 B가 D보다 크다.

② 달과 다르게 지구에서는 대기가 지표로 복사 에너지를 재방출하여 온실 효과가 발생하므로 (나)는 (가)보다 높은 온도에서 복사 평형을 이룬다.

③ (나)에서 입사한 태양 복사 에너지의 30%는 반사되고, 20%는 대기에 흡수되므로 지표면이 흡수한 태양 복사 에너지량은 50%이다. 또한 대기의 재복사로 인해 복사 에너지가 지표에 재흡수되므로 지표면이 흡수한 복사 에너지량은 총 50% 이상이다.

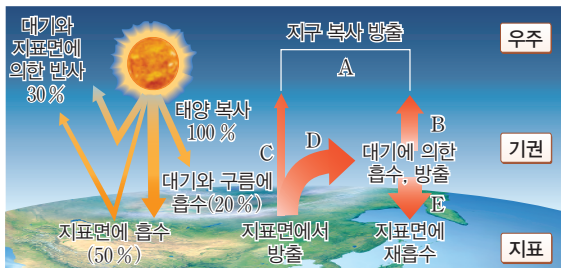
⑤ (나)에서 지표면이 흡수한 태양 복사 에너지량은 50%이고, 지구가 다시 우주로 방출하는 지구 복사 에너지량은 70%이다. 따라서 (나)에서 지표면이 흡수한 태양 복사 에너지량은 우주로 방출되는 지구 복사 에너지량(D)보다 적다.

03 대기에 흡수되는 에너지양인 20% + D와 대기에서 방출되는 에너지양인 B + E는 같다. 대기 중에 있는 온실 기체의 농도가 증가하면 대기가 지표면에서 방출되는 지구 복사 에너지를 흡수하는 양(D)과 지표로 재방출하는 양(E)이 많아지므로 지표가 복사 평형을 이루는 온도는 높아질 것이다.

오답 체크

ㄱ. 우주에서 방출하는 태양 복사 에너지 100%는 A + 대기와 지표면에서 반사되는 양(30%)과 같으므로 A는 70%이다.

자료 다시 보기 지구의 복사 평형



• 우주, 기권, 지표에서의 복사 평형

구분	흡수하는 에너지(%)	방출하는 에너지(%)
우주	30 + A	100
기권	20 + D	B + E
지표	50 + E	C + D

- 각 영역에서 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지의 양은 같다.
- 지구 온난화가 발생하면 D와 E의 양이 증가하고, 이후 지구는 다시 높은 온도에서 복사 평형을 이루게 되므로 지구의 평균 기온은 상승하게 된다.

04 지구는 대기가 있어서 지구가 방출하는 지구 복사 에너지를 대기가 다시 흡수하여 지표로 재방출하는 과정이 이루어진다. 이러한 과정으로 온실 효과가 발생하여 지구는 대기가 없는 경우보다 더 높은 온도에서 복사 평형을 이루고, 생명체가 살아가기에 적당한 평균 기온을 유지하고 있다. 하지만 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 온실 효과가 강화되고 지구의 평균 기온이 높아지게 되는데, 이를 지구 온난화라고 한다. 온실 효과를 일으키는 온실 기체에는 수증기, 이산화 탄소, 메테인 등이 있고 이 중 수증기가 가장 많은 양을 차지한다.

오답 체크

① 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 대기가 지표로 재방출하는 에너지양이 늘어나게 되어 지구는 복사 평형을 이루지 않게 되나, 시간이 지나면 지구가 방출하는 지구 복사 에너지 또한 증가하면서 더 높은 온도에서 복사 평형을 이루게 된다.

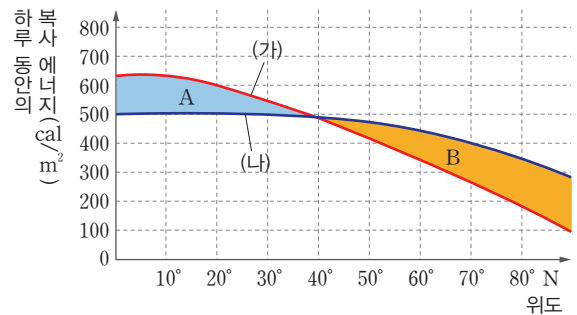
05 그래프에서 지구의 평균 기온은 꾸준히 증가하고 있고, 이산화 탄소와 메테인(A)의 농도도 계속 증가하는 것을 알 수 있다. 이렇게 온실 기체의 농도가 증가하면 지구 온난화의 영향으로 빙하가 녹고, 수온 상승으로 해수의 부피가 팽창하여 해수면의 높이가 높아지게 된다. 온실 기체의 농도가 증가하면 기권에서 탄소의 양이 증가하지만, 지구 전체의 탄소량은 일정하게 유지된다.

06 (가)는 입사하는 태양 복사 에너지이고, (나)는 방출되는 지구 복사 에너지이다. 대기와 해수의 순환은 저위도에 남은 에너지를 고위도로 운반하여 전지구적으로 에너지가 평형을 이룰 수 있게 한다.

오답 체크

- ① B에서는 방출하는 에너지양이 흡수하는 에너지양보다 많고, A에서는 흡수하는 에너지양이 방출하는 에너지양보다 많으므로 A의 잉여 에너지가 B보다 많다.
- ② (나)는 지구가 방출하는 지구 복사 에너지이므로 태양의 고도와는 직접적인 관계가 없다.
- ③ 위도 10° 지역에서는 에너지가 과잉인 상태이다.
- ④ (가)는 태양에서 입사하는 태양 복사 에너지이다.

자료 다시 보기 위도별 에너지의 불균형



- (가) 지구로 입사하는 태양 복사 에너지
- (나) 지구에서 방출하는 지구 복사 에너지
- A: 흡수하는 에너지양 > 방출하는 에너지양 → 에너지 과잉
- B: 흡수하는 에너지양 < 방출하는 에너지양 → 에너지 부족

07 북반구와 남반구에는 각각 세 개의 대기 순환 세포가 대칭적으로 나타난다. 대기 대순환으로 인해 적도와 위도 60° 부근에서는 공기가 상승하여 저압대가 나타난다. 반면 위도 30° 부근과 극지방에서는 공기가 하강하여 고압대가 나타나며, 이 지역에서는 하강 기류가 나타나 구름이 잘 생기지 않으므로 강수량이 적고 건조하다. 대기 대순환으로 인해 지표면에서도 위도별로 일정한 방향으로 부는 바람이 나타나는데, A는 극지방에서 부는 극동풍, B는 중위도에서 부는 편서풍, C는 저위도에서 부는 무역풍이다.

오답 체크

③ 우리나라로 불어오는 황사는 편서풍(B)의 영향을 받는다.

- 01 해설 참조 02 해설 참조 03 해설 참조
04 (1) 무역풍 (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 공통점: 고도가 높아질수록 기온이 낮아지므로 대류 현상이 발생하여 대기가 불안정하다.
차이점: A층에는 수증기가 존재해 기상 현상이 발생하지만 C층에는 수증기가 존재하지 않으므로 기상 현상이 일어나지 않는다.
(2) 지표면에서 방출되는 지구 복사 에너지는 고도가 높아질수록 감소하므로 A층은 높이에 따라 기온이 감소한다.

채점 기준		배점
(1)	A층과 C층의 공통점과 차이점을 옳게 서술한 경우	50 %
	A층과 C층의 공통점과 차이점 중 하나만 옳게 서술한 경우	20 %
(2)	기온이 낮아지는 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	기온이 낮아지는 까닭을 옳게 서술했으나 설명이 미흡한 경우	20 %

02 **모범 답안** 수성은 대기가 존재하지 않지만, 금성의 대기는 이산화 탄소가 이루어져 있어서 강한 온실 효과가 일어나므로 수성보다 태양으로부터의 거리는 멀지만 표면 온도는 더 높다.

채점 기준		배점
금성이 수성보다 표면 온도가 높은 까닭을 옳게 서술한 경우		100 %
금성이 수성보다 표면 온도가 높은 까닭을 금성의 대기 성분과 온실 효과에 대한 설명 없이 서술한 경우		30 %

03 **모범 답안** (1) 1880년부터 이산화 탄소의 농도는 증가하고 있으며 이산화 탄소의 농도가 높아짐에 따라 지구의 평균 기온도 꾸준히 증가하고 있다.
(2) 해수면이 상승하여 육지의 면적이 감소한다. 폭염, 폭우, 폭설 등의 기상 이변이 자주 발생한다. 등

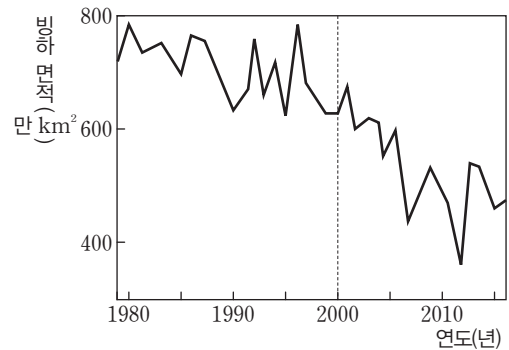
채점 기준		배점
(1)	두 변화의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %
	이산화 탄소 농도 변화는 옳게 서술했으나, 지구의 평균 기온 변화와의 관계를 옳게 서술하지 못한 경우	20 %
(2)	나타낼 수 있는 현상을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	나타낼 수 있는 현상을 한 가지만 옳게 서술한 경우	20 %

04 **모범 답안** (1) 위도 0°~30°N에서 부는 바람은 무역풍이다.
(2) 위도에 따라 단위 면적당 태양 복사 에너지를 받는 양이 달라서 위도별 에너지 불균형이 나타나고, 이는 위도별 기압 차이를 만들어 대기 대순환이 발생하게 된다.

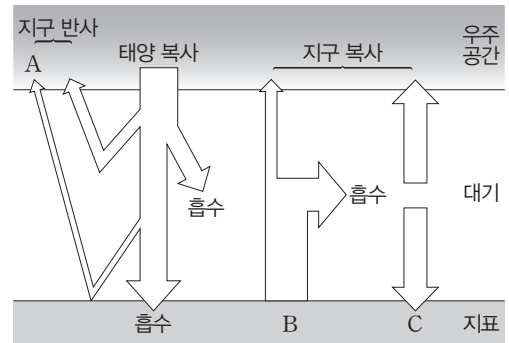
채점 기준		배점
(1)	바람의 이름을 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	대기 대순환이 발생하는 원인을 위도별 에너지 불균형과 관련지어 옳게 서술한 경우	70 %
	대기 대순환이 발생하는 원인을 옳게 서술했으나, 위도별 에너지 불균형과 관련지어 서술하지 못한 경우	30 %

- 1-1 ⑤ 2-1 ⑤ 2-2 ②

1-1 자료 분석



(가)



(나)

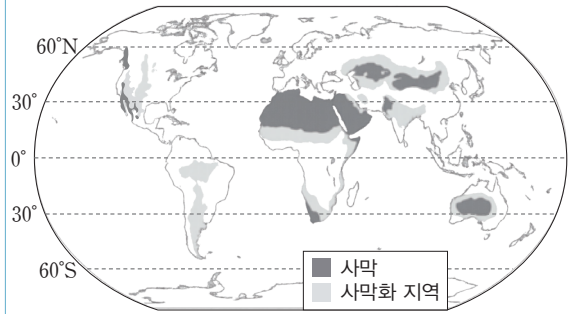
- (가)에서 북극 빙하의 면적은 1979년부터 2015년까지 꾸준히 감소해 왔다.
- (나)에서 A는 지표에서 태양 복사 에너지가 반사되어 우주로 방출되는 에너지량이고, B는 지표가 방출하는 지구 복사 에너지량이다. C는 대기가 흡수한 지구 복사 에너지를 지표로 재방출하는 에너지량이다.
- 빙하의 면적이 감소하면 지표에서 반사되는 에너지량(A)이 줄어든다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 그래프에서 2000년 이전과 이후의 추세선을 각각 그리면 2000년 이전보다 이후에 빙하 면적의 평균 감소율이 크다는 것을 알 수 있다.
ㄴ. (○) 북극 지방의 면적이 작아지면 지표에서 태양 복사 에너지가 반사되는 양(A)도 작아지므로 A의 값은 1980년보다 2010년이 더 작다.
ㄷ. (○) 온실 기체 농도의 증가로 대기가 지표로 재방출하는 에너지의 양(C)이 많아져 지구 온난화가 일어나고 있으며, 지표가 흡수하는 에너지량이 많아지면서 지표는 복사 평형을 이루기 위해 더 많은 지구 복사 에너지를 방출(B)한다.

2-1

자료 분석



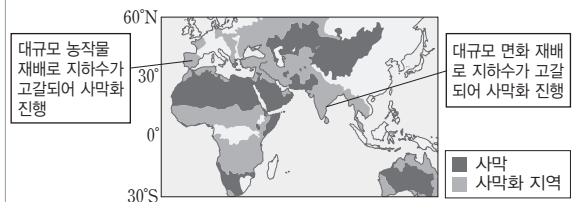
- 지도에서 사막 지역과 사막화 지역은 주로 위도 20°~30°에 분포한다. → 위도 30° 부근은 대기 대순환으로 인해 하강 기류가 형성된다. 따라서 구름이 잘 생기지 않고 건조한 기후가 유지된다.
- 사막화는 사막 지역 주변부에서 주로 진행된다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 사막은 주로 위도 30° 부근에 분포한다.
- ㄴ. (○) 그림에서 사막화 지역은 주로 사막 주변 지역에서 진행되고 있음을 알 수 있다.
- ㄷ. (○) 사막화가 진행되면 그 지역의 농작물 재배가 어려워지므로 농산물 생산량이 감소할 것이다.

2-2

자료 분석



- 그림에 나타난 사막화의 원인은 과도한 농작물 재배로 인한 지하수의 고갈이다.
- 사막화의 원인에는 기후 변화 등의 자연적인 요인과 과도한 경작, 과잉 방목, 산림 벌채 등의 인위적인 요인이 있다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 사막은 주로 위도 30° 부근에 분포한다.
- ㄴ. (×) 사막화는 주로 사막 지역의 주변부에서 발생하며, 저위도에서만 발생하지 않는다.
- ㄷ. (○) 토지를 과다하게 경작하는 것은 사막화를 가속화하는 원인이다.

04 날씨와 일기도

탐구 확인하기

50~51쪽

01 ④ 02 ③

01 압축 펌프로 압력을 높이면 페트병 내부가 단열 압축되면서 온도가 높아진다. 반면, 뚜껑을 열면 페트병 내부가 단열 팽창되면서 온도가 낮아지고 뿌옇게 흐려진다. 이는 공기 덩어리가 상승하여 단열 팽창되어 구름이 생성되는 원리와 동일하다. 페트병 안에 향 연기를 넣으면 향 연기가 응결을 돕는 응결핵 역할을 하므로 페트병 내부가 더 많이 뿌옇게 흐려진다.

오답 체크

④ 구름은 공기 덩어리가 상승할 때 단열 팽창되어 수증기가 응결한 것이다. 따라서 구름은 실험에서 뚜껑을 열었을 때 페트병 내부가 단열 팽창되어 뿌옇게 흐려지는 과정과 같은 원리로 발생한다.

02 두 개의 수조에 물과 모래를 각각 담고 전등을 켜 둔 뒤 온도 변화를 측정하면 모래의 온도가 물보다 더 빨리 상승한다. 모래가 물보다 더 빨리 가열되므로 모래 위의 공기는 상승하게 된다. 따라서 모래 위의 공기는 상대적으로 저기압이, 물 위의 공기는 상대적으로 고기압이 되고, 공기는 고기압에서 저기압으로 이동하므로 향 연기는 물에서 모래 방향으로 이동한다. 이는 바닷가에서 낮에 바다에서 육지 방향으로 해풍이 부는 원리를 설명할 수 있는 실험이다.

오답 체크

ㄴ. 모래는 물보다 더 빨리 가열되므로 상승 기류가 나타나 모래 위 공기는 상대적으로 저기압이 된다. 따라서 모래 주변의 기압은 물 주변의 기압보다 낮아진다.

실력 플러스 문제

52~53쪽

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

01 현재 기온이 14 °C이므로 현재 공기의 포화 수증기량은 10.0 g/kg이다. 현재 상대 습도는 67 %이므로 $\frac{\text{현재 수증기량(g/kg)}}{10 \text{ g/kg}} \times 100 = 67 \%$ 이고, 현재 수증기량은 6.7 g/kg이다. 이슬점은 현재 수증기량이 포화 수증기량과 같아졌을 때의 기온이다. 표에서 포화 수증기량이 6.7 g/kg일 때 기온은 8 °C이므로 현재 공기의 이슬점은 8 °C이다.

02 (가)~(다)의 기온은 모두 20 °C로 같다. 포화 수증기량은 공기의 기온으로 결정되므로 (가)~(다)의 포화 수증기량도 모두 동일하다. (가)~(다)의 포화 수증기량은 모두 같지만, 현재 수증기량은 (다) > (나) > (가)이므로 포화 수증기량에 대한 현재 수증기량의 비율을 나타내는 상대 습도도 (다) > (나) > (가)이다. 구름이 생성되려면 이슬점에 도달해 수증기가 응결해야 하므로 (가)~(다) 중 같은 조건에서 상승했을 때 가장 빨리 구름이 되는 것은 포화 수증기량 대비 현재 수증기량이 가장 많은 (다)이다.

오답 체크

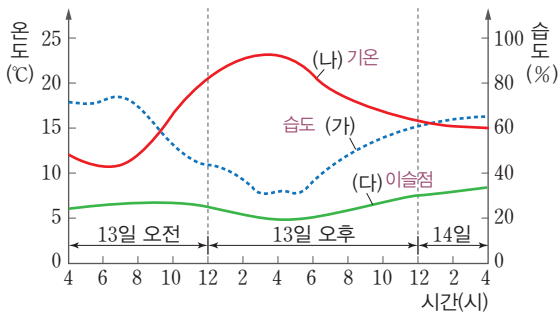
ㄴ. (가)~(다)의 기온이 모두 20 °C로 같으므로 (가)~(다)의 포화 수증기량은 모두 동일하다.

03 그림에서 (가)는 습도, (나)는 기온, (다)는 이슬점이다. 이슬점은 현재 수증기량이 증가하면 높아진다. 그림에서 이슬점은 하루 동안 큰 변화가 없이 일정인데, 이를 통해 하루 동안 공기 중에 포함된 수증기량에는 큰 변화가 없다는 것을 알 수 있다. 기온이 높아지면 포화 수증기량이 증가한다. 습도는 현재 수증기량이 일정하다면 포화 수증기량이 증가할수록 낮아지므로 현재 수증기량이 일정할 때 기온이 높아지면 습도는 낮아진다. 따라서 14시~16시 무렵에 습도가 낮은 까닭은 하루 동안 공기 중 수증기량에는 큰 변화가 없고, 기온이 높아져서 포화 수증기량이 증가하기 때문이다.

오답 체크

④ 하루 동안 새벽 무렵에 습도가 가장 높게 나타나는 까닭은 새벽 무렵에는 기온이 낮아서 포화 수증기량이 적기 때문이다.

자료 다시 보기 하루 동안 기온, 습도, 이슬점의 변화



- (가)는 습도로, 새벽녘에 가장 높고 오후가 되면서 점점 낮아지며 14시~16시 무렵 가장 낮게 나타난다.
- (나)는 기온으로, 새벽녘에 가장 낮고 오후가 되면서 점점 높아지며 14시~16시 무렵 가장 높게 나타난다.
- (다)는 이슬점으로, 하루 동안 큰 변화가 없다.
- 이슬점이 일정하므로 하루 동안 공기 중의 수증기량에는 거의 변화가 없다.
- 하루 동안 공기 중 수증기량은 거의 일정하므로 기온이 높아지면 포화 수증기량이 증가하여 습도가 낮아진다.

04 공기가 산을 타고 올라가면 공기 덩어리가 점점 단열 팽창하며 기온이 낮아진다. 기온이 낮아지다가 이슬점에 도달하면 수증기가 응결하여 구름이 생성된다. 따라서 그림의 공기 덩어리가 A → B → C로 갈수록 공기 덩어리의 온도는 낮아지고, 포화 수증기량은 점점 감소하므로 상대 습도는 점점 높아진다. C에서는 공기 덩어리의 온도가 이슬점에 도달하여 수증기가 응결하므로 구름이 생성되고, 수증기량과 포화 수증기량이 같아져서 상대 습도는 100 %가 된다.

05 토리첼리의 기압 측정 실험에서 수은 기둥 76 cm가 누르는 힘은 대기압과 동일하다. 따라서 1기압 = 76 cmHg이고, 이는 약 1013 hpa과 물기둥 약 10 m가 누르는 힘과 같다. 이 실험에서 유리관을 기울이거나 더 굵은 유리관을 사용하여 실험을 진행해도 수은 기둥의 높이는 동일하다. 하지만 만약 높은 산에 올라가서 실험한다면 주변의 기압이 낮아지므로 수은 기둥의 높이는 76 cm보다 낮아질 것이다.

오답 체크

- ① 수은 기둥 76 cm의 압력은 약 1013 hpa과 같으므로 이곳의 기압은 약 1013 hpa이다.
- ② 높은 산에 올라가면 공기 입자의 양이 줄어들기 때문에 주변 기압이 낮아진다. 따라서 높은 산에서 실험하면 수은 기둥의 높이는 76 cm보다 낮아진다.
- ④ 유리관을 기울여서 실험해도 수은 기둥의 높이는 동일하다.
- ⑤ 더 굵은 유리관을 사용해도 수은 기둥의 높이는 동일하다.

06 바다는 육지보다 비열이 크다. 따라서 그래프에서 기온 변화가 크지 않은 A는 바다이고, 상대적으로 기온 변화가 큰 B는 육지이다. 밤에서 새벽까지는 바다가 육지보다 기온이 높기 때문에 바다 쪽에 저기압이, 육지 쪽에 고기압이 형성된다. 따라서 육지에서 바다로 육풍이 분다. 아침부터 낮까지는 육지가 바다보다 기온이 높기 때문에 육지 쪽에 저기압이, 바다 쪽에 고기압이 형성된다. 따라서 바다에서 육지로 해풍이 분다. 그래프에서 바다와 육지의 기온 차이가 거의 나지 않는 6~8시, 18~20시 무렵에는 바다와 육지의 기압 차이가 크지 않으므로 바람이 매우 약하게 불었을 것이다.

오답 체크

- ㄱ. A는 바다, B는 육지에서 측정한 기온의 그래프이다.
- ㄴ. 14~15시 무렵에는 육지의 기온이 바다보다 높으므로 육지 쪽에 저기압이 형성되어 상승 기류가 발달하고 바다 쪽에는 하강 기류가 발달한다.

07 A는 시베리아 기단, B는 오호츠크해 기단, C는 양쯔강 기단, D는 북태평양 기단이다. (나)의 일기도에서 우리나라의 북서쪽에는 저기압이, 남동쪽에는 고기압이 발달해 있으므로 남동쪽에서 따뜻한 남동풍이 불어온다. 우리나라에 걸쳐 있는 정제 전선은 오호츠크해 기단과 북태평양 기단이 만나 형성된 장마 전선으로, 우리나라 초여름 날씨에 영향을 준다. 또한 남서쪽에서는 태풍이 접근하고 있다.

오답 체크

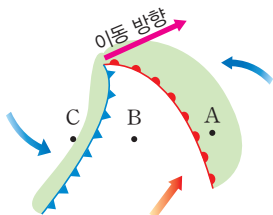
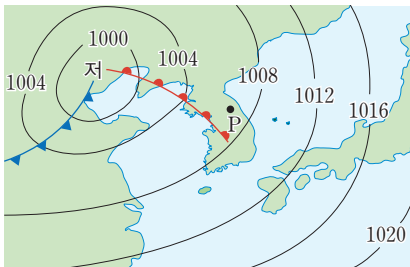
② (나)에서 우리나라의 남동쪽에 고기압이, 북서쪽에 저기압이 자리 잡고 있다. 바람은 고기압에서 저기압으로 불기 때문에 (나)는 남동풍의 영향을 받는 계절이다.

08 일기도에서 P 지점은 온대 저기압의 우측에 위치해 있다. 중위도에서 온대 저기압은 편서풍의 흐름을 타고 서쪽에서 동쪽으로 이동한다. 온난 전선이 다가오면 P 지점은 차가운 기단의 영향으로 기온이 낮고 따뜻한 기단이 찬 기단을 타고 올라가면서 층운형 구름이 만들어지므로 약한 비가 지속적으로 내린다. 온난 전선이 통과한 이후에는 따뜻한 기단의 영향으로 기온이 상승하며 맑은 날씨가 나타난다. 이후 한랭 전선이 통과하면 찬 기단의 영향으로 기온이 하강하고 강한 소나기성 비가 내리게 된다.

오답 체크

③ 온난 전선이 통과하면 따뜻한 기단의 영향으로 기온이 상승하고 맑은 날씨가 지속된다.

자료 다시 보기 온대 저기압 주변의 날씨



• 온대 저기압이 서쪽에서 동쪽으로 이동하면 P 지점은 온대 저기압에서 A → B → C 순으로 위치하게 된다.

• A~C 각 위치에서의 날씨

구분	기온	강수	바람
A	낮음	약한 비	남동풍
B	높음	맑음	남서풍
C	낮음	강한 비	북서풍

최상위 도전 문제

54~55쪽

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

01 그래프에서 A 공기의 포화 수증기량은 26.5 g/kg, 현재 수증기량은 14.0 g/kg이고 B 공기의 포화 수증기량은 14.0 g/kg, 현재 수증기량은 7.0 g/kg이며 C 공기의 포화 수증기량은 7.0 g/kg, 현재 수증기량은 7.0 g/kg이다. 각 공기의 이슬점은 공기를 냉각시켰을 때 수증기가 응결하기 시작하는 온도이므로 A는 20 °C, B와 C는 10 °C이다. 각 공기의 상대 습도는 그래프에서 포화 수증기량 곡선에 멀리 떨어져 있을수록 낮으므로 A < B < C이다.

오답 체크

① B 공기의 이슬점은 B 공기를 냉각시켰을 때 수증기가 응결하기 시작하는 온도이므로 10 °C이다.

② A의 상대 습도는 $\frac{14.0 \text{ g/kg}}{26.5 \text{ g/kg}} \times 100 \approx 52.8 \%$ 이다.

③ A 공기 1 kg을 10 °C까지 냉각시키면 A 공기의 현재 수증기량에서 10 °C에서의 포화 수증기량의 차이 만큼 수증기가 응결되므로 7.0 g의 수증기가 응결된다. 따라서 A 공기 2 kg를 10 °C까지 냉각하면 14.0 g의 수증기가 응결한다.

⑤ A 공기의 이슬점은 20 °C, B와 C의 이슬점은 10 °C이므로 각 공기의 이슬점을 비교하면 A > B = C이다.

02 A는 기온, B는 상대 습도이다. 기온은 새벽녘에 가장 낮고 한낮에 가장 높다. 반대로 상대 습도는 기온이 낮은 새벽녘에 가장 높고 한낮에 가장 낮게 나타난다. 이슬점은 공기 중의 실제 수증기량이 많을수록 높아지므로 맑은 날보다 비 오는 날에 더 높을 것이다.

오답 체크

나. 일교차는 하루 동안의 기온 중 최고 기온과 최저 기온의 차이이다. 그래프에서 맑은 날과 비 오는 날의 일교차를 비교하면 맑은 날과 비 오는 날의 일교차는 거의 비슷하게 나타난다.

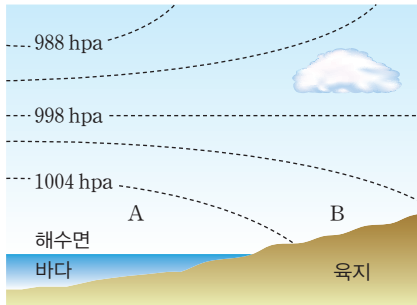
03 그림에서 공기 덩어리는 A에서 C로 상승하면서 단열 팽창 과정을 거친다. 따라서 공기 덩어리의 온도는 계속 감소하므로 포화 수증기량은 감소하고, 상대 습도는 증가한다. C에 도달하였을 때 공기 덩어리의 온도는 이슬점 온도와 같아지므로 수증기가 응결하기 시작하여 구름이 생성된다. 구름에 물방울과 빙정이 함께 있으므로 이 지역은 중위도나 고위도 지역임을 알 수 있다. 이 지역에서는 과냉각 물방울에서 증발한 수증기가 빙정에 달라붙고, 빙정이 성장하여 무거워지면 떨어지면서 녹아 비로 내린다.

오답 체크

- ① 구름에 물방울과 빙정이 함께 존재하므로 이 지역은 중 위도나 고위도 지역이다.
- ② B에서 공기의 온도는 이슬점 온도보다 높고, 공기가 더 상승하여 온도가 낮아지면 C에서 공기의 온도와 이슬점 온도가 같아진다.
- ③ 공기가 상승하는 과정에서 단열 팽창이 일어나므로 외부와 열의 이동 없이 부피의 팽창으로 인해 기온이 감소한다.
- ⑤ 이 지역에서는 과냉각 물방울에서 증발한 수증기가 빙정에 달라붙고, 이로 인해 빙정이 성장하여 무거워지면 떨어져서 비나 눈으로 내린다.

04 그림에서 등압선에 따른 A 지점과 B 지점의 기압을 비교하면 A 지점은 B 지점보다 기압이 높으므로 바다 근처의 공기가 상대적으로 고기압이고 육지 근처의 공기는 상대적으로 저기압이다. 공기는 고기압에서 저기압으로 흐르므로 바다 쪽에서 육지 쪽으로 부는 바람인 해풍이 분다.

자료 다시 보기 기압과 바람



- 등압선은 기압이 같은 지점을 일정한 기압 간격으로 연결한 선이다. 등압선이 좁을수록 기압의 차이가 크므로 바람이 세게 분다.
- 등압선에서의 위치를 보면 A는 B보다 상대적으로 기압이 높으므로 바람은 A 지점에서 B 지점으로 분다.

05 기단은 A 지점에서 I 지점까지 이동하면서 온도가 대체로 증가하였고, 습도는 A에서 E 구간까지는 거의 일정하다가 E에서 I 구간까지 급격히 상승했다. 따라서 이 기단은 고위도에서 저위도 쪽으로 이동하였으며, A에서 E 구간까지는 대륙을 이동하다가 E부터는 해양 위를 이동했을 것으로 추측할 수 있다.

오답 체크

- ㄴ. 기단이 이동하면서 온도가 상승하였으므로 고위도에서 저위도 쪽으로 이동하였다.
- ㄷ. 기단이 I 지점 부근일 때 기단의 성질은 온도와 습도가 높으므로 우리나라에 영향을 미치는 기단 중 북태평양 기단과 유사하다. 시베리아 기단은 온도가 낮고 건조한 기단이다.

06 일기도의 등압선을 보면 A 지역 쪽으로 갈수록 등압선의 기압이 높아지므로 A 지역은 고기압이고, C 지역 쪽으로 갈수록 등압선의 기압이 낮아지므로 C 지역은 저기압이다. B 지역은 1024 hpa와 1028 hpa 사이의 기압이다. 따라서 A 지역에서는 하강 기류가, C 지역에서는 상승 기류가 발달할 것이다. 이날 같은 시각에 A~C 지역에서 (나)의 기압 실험을 한다면 각 지역의 기압을 비교했을 때 $A > B > C$ 이므로 수은 기둥의 높이(h)는 $A > B > C$ 이다.

오답 체크

ㄱ. A 지역 쪽으로 갈수록 등압선의 기압이 높아지므로 A 지역은 고기압이다.

07 이날 가람이가 있는 지역은 6시에 층운형 구름이 보이고, 이슬비가 내리므로 온난 전선의 앞 부분에 위치한다. 12시에는 한랭 전선과 온난 전선 사이에서 따뜻한 기단의 영향을 받아 날씨가 맑고 남서풍이 분다. 따라서 12시 일기도에서 가람이는 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치하는 지역에 있다는 것을 알 수 있다. 18시에는 온대 저기압이 이동하여 한랭 전선이 통과해 소나기성 강수와 북서풍이 분다.

오답 체크

- ㄴ. 목포는 12시에 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치한다. 온대 저기압은 서쪽에서 동쪽으로 이동하므로 12시 이후부터 시간이 지날수록 목포는 한랭 전선과 가까워져 기온이 감소하고 소나기성 비가 내릴 것이다.
- ㄷ. 가람이가 있는 지역은 12시에 비가 그치고 날씨가 맑으며 남서풍이 분다고 하였으므로 일기도에서 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치한 지역이다.

자료 다시 보기



▲ 12시 우리나라 주변 일기도

- 12시 부산의 날씨: 온난 전선의 앞쪽에 위치하여 기온이 낮고 약한 비가 내린다.
- 12시 목포의 날씨: 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치하여 따뜻한 기단의 영향으로 맑은 날씨가 나타난다.

• 가람이의 관측 일지

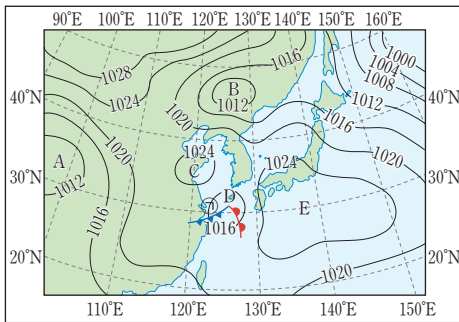
시간	날씨
06시	층운형 구름이 보이고, 이슬비가 내린다. → 온난 전선 앞쪽에 위치
12시	비가 그치고 날씨가 맑고, 남서풍이 분다. → 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치
18시	소나기성 강수와 북서풍이 분다. → 한랭 전선 뒤쪽에 위치

08 일기도에서 A와 B 지역 쪽으로 갈수록 등압선의 기압이 낮아지므로 A와 B는 저기압이다. 반면 C와 E는 주변보다 기압이 높으므로 고기압이다. 저기압에서는 주변으로부터 바람이 반시계 방향으로 불어 들어오며 상승 기류가 형성된다. 고기압은 하강 기류가 형성되며 바람이 시계 방향으로 불어 나간다. 우리나라의 남서쪽에는 온대 저기압이 있고, ㉠ 지역은 한랭 전선 뒤에 위치하여 찬 기단의 영향을 받으므로 기온이 낮고 소나기성 비가 강하게 내릴 것이다.

오답 체크

- ① A와 B는 주변보다 기압이 낮으므로 바람이 불어 들어와 상승 기류가 생긴다.
- ③ D는 온대 저기압으로, 중위도에서 편서풍의 영향을 받아 서쪽에서 동쪽으로 이동한다.
- ④ C 지역은 주변보다 기압이 높으므로 하강 기류가 생기고 날씨가 맑다.
- ⑤ ㉠ 지역은 한랭 전선 부근에 위치하므로 적운형 구름이 생겨 강한 비가 내린다.

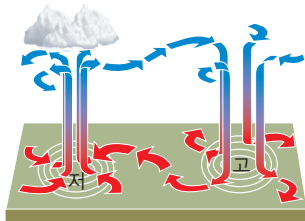
자료 다시 보기 일기도 분석



• A~E 지역의 기압과 날씨

지역	기압	기류	날씨
A, B	저기압	상승 기류	구름 많음, 강수
C, E	고기압	하강 기류	구름 소멸, 맑음

• 저기압에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불어 들어가고, 고기압에서는 바람이 시계 방향으로 불어 나간다.



서술형 문제

56쪽

- 01 (1) A, B, D (2) 해설 참조
- 02 (1) (가) (2) 해설 참조
- 03 해설 참조
- 04 (1) 여름 (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 포화 수증기량 곡선 그래프에서 포화 상태인 공기는 포화 수증기량과 현재 수증기량이 같으므로 포화 수증기량 곡선 위에 있는 공기이다.
(2) 이슬점은 변하지 않고 포화 수증기량은 증가하며, 상대 습도는 낮아진다.

채점 기준		배점
(1)	포화 상태인 공기를 모두 옳게 쓴 경우	30%
	이슬점, 포화 수증기량, 상대 습도의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	70%
(2)	이슬점, 포화 수증기량, 상대 습도의 변화 중 두 개만 옳게 서술한 경우	40%
	이슬점, 포화 수증기량, 상대 습도의 변화 중 한 개만 옳게 서술한 경우	20%

02 **모범 답안** (1) 우리나라는 중위도에 위치한다. (가)는 중위도나 고위도 지역에서의 강수 과정이고, (나)는 저위도에서의 강수 과정이다.
(2) 과냉각 물방울에서 증발한 수증기가 얼음 알갱이에 달라붙어서 얼음 알갱이가 성장한다. 무거워진 얼음 알갱이가 지표로 떨어지면 눈이 되고, 떨어지다 녹으면 비가 된다.

채점 기준		배점
(1)	(가), (나) 중 우리나라 지역에 내리는 강수의 과정을 옳게 쓴 경우	30%
	강수 과정을 과냉각 물방울과 수증기, 눈과 비를 포함하여 옳게 서술한 경우	70%
(2)	강수 과정에 눈과 비가 내리는 과정은 포함하여 서술하지 않은 경우	40%
	강수 과정에 과냉각 물방울과 수증기를 포함하여 서술하지 않은 경우	40%

03 **모범 답안** (1) (가)는 온난 전선, (나)는 한랭 전선이다. 온난 전선은 층운형 구름이 발달하고 넓은 지역에 약한 비가 내린다. 한랭 전선은 적운형 구름이 발달하고 좁은 지역에 강한 비가 내린다.

(2) (가) 전선이 통과하기 전에는 날씨가 흐리고 이슬비가 내리며 기온이 낮지만, 전선이 통과하고 난 뒤에는 날씨가 맑아지고 기온이 높아진다.

채점 기준		배점
(1)	두 전선의 이름을 옳게 쓰고, 두 전선에서 발달하는 구름의 종류와 강수 형태를 옳게 비교하여 서술한 경우	50%
	두 전선의 이름만 옳게 쓴 경우	20%
(2)	(가) 전선이 통과하기 전과 후의 기온과 날씨 변화를 각각 옳게 서술한 경우	50%
	(가) 전선이 통과하기 전과 후의 기온과 날씨 변화 중 하나만 옳게 서술한 경우	20%

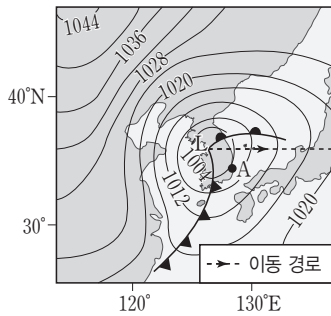
- 04** **모범 답안** (1) 남동 계절풍은 북태평양 기단의 영향을 받은 고온다습한 바람으로, 우리나라의 여름철에 영향을 준다.
 (2) 여름에 기온이 상승하면 대륙이 해양보다 빠르게 데워지므로 대륙은 해양에 비해 상대적으로 저기압이 된다. 따라서 바람이 해양에서 대륙으로 분다.

채점 기준		배점
(1)	계절풍이 부는 계절을 옳게 쓴 경우	30%
	계절풍이 부는 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
(2)	계절풍이 부는 까닭을 옳게 서술하였으나 대륙과 해양의 상대적인 기압 차이를 설명하지 않은 경우	30%

수능 맞보기 57쪽

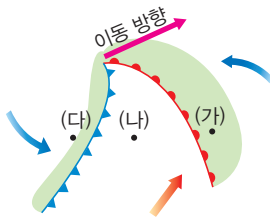
1-1 ④

1-1 자료 분석



▲ t_1 시각의 지상 일기도

시각	기온(°C)	바람	강수
t_1	17.1	남서풍	없음
t_2	12.5	북서풍	있음



- t_1 시각에 A 지역은 온대 저기압에서 (나)에 위치하여 날씨가 맑고 남서풍이 분다.
- t_2 시각에는 A 지역이 (다)에 위치하여 기온이 낮아지고 소나기성 강수가 나타나며 북서풍이 분다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 시각이 t_1 일 때 A의 상공에는 전선면이 나타나지 않는다. 한랭 전선의 전선면은 한랭 전선 뒤쪽에 있고, 온난 전선의 전선면은 온난 전선의 앞쪽에 위치한다.
 ㄴ. (○) $t_1 \sim t_2$ 사이에 A는 한랭 전선을 통과하므로 적운형 구름을 관측할 수 있다.
 ㄷ. (○) $t_1 \rightarrow t_2$ 동안 A에서의 풍향은 남서풍에서 북서풍으로 바뀌므로 풍향이 시계 방향으로 변한다.

05 해수의 특성

탐구 확인하기 62~63쪽

01 ④ 02 ②

01 전등을 비추기 전에는 깊이에 따른 수온이 일정하지만, 전등을 10분 동안 비추기 후에는 표층에 가까울수록 수온이 높아진다. 따라서 전등을 비추기 후 온도는 A가 B보다 높다. 이후 선풍기로 바람을 일으키면 표층의 물이 섞이면서 표층의 수온이 낮아지게 된다.

오답 체크

ㄱ. 수면에 선풍기로 바람을 일으키면 물이 섞이면서 표층의 수온이 낮아지므로 A의 온도는 낮아진다.

02 황해는 동해보다 강물의 유입이 많으므로 표층 염분이 낮게 나타난다. 우리나라는 여름철에 겨울철보다 강수량이 많아서 여름철 평균 표층 염분 분포가 겨울철보다 낮다. 전 세계 해수의 평균 염분은 35 psu로, 우리나라 주변 바다의 평균 표층 염분은 전 세계 해수의 평균 염분보다 낮다. 이렇게 계절이나 지역에 따라 해수의 염분은 다르게 나타날 수 있지만, 염류 사이의 비율은 항상 일정하게 유지된다.

오답 체크

ㄱ. 여름철에 황해는 동해보다 강물의 유입이 많아서 표층 염분이 낮다.

ㄷ. 계절에 따라 해수의 염분이 달라져도 염류 사이의 비율은 항상 일정하다.

실력 플러스 문제 64~65쪽

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

01 A는 수권에서 가장 많은 양을 차지하는 해수이고, B는 담수이다. 담수 중에서 가장 많은 양을 차지하는 C는 빙하로, 빙하는 극지방 또는 고산 지대에 고체 상태로 분포한다. D는 지하수로, 지하수는 땅속을 흐르며 물이 부족할 때 개발하여 이용할 수 있다. E는 수권 전체에서 가장 적은 양을 차지하는 하천수와 호수이다. 하천수와 호수는 우리가 주로 이용하는 물이며, 강수량의 영향을 많이 받는다.

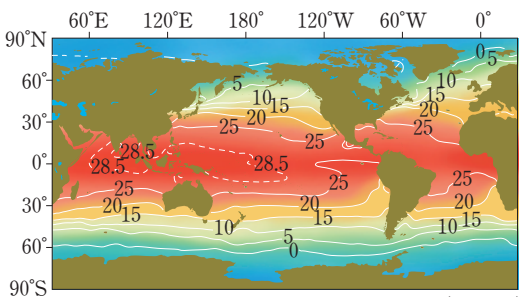
02 A는 생활용수로, 생활용수는 각 가정에서 이용하는 물을 말한다. B는 농사를 지을 때 사용하는 농업용수이다. 유지용수는 하천의 기능을 유지하기 위해 사용하는 물이고, 공업용수는 공장에서 사용하는 물을 말한다.

03 전 세계 표층 수온은 적도를 중심으로 대칭적인 모습을 나타낸다. 표층 수온은 태양 복사 에너지의 영향을 많이 받는다. 따라서 단위 면적당 입사하는 태양 에너지의 양이 많은 저위도에서 표층 수온이 가장 높게 나타나고, 고위도로 갈수록 태양 에너지를 적게 받으므로 표층 수온이 낮아진다. 따라서 등수온선은 대체로 위도선과 나란하게 나타난다.

오답 체크

② 고위도로 갈수록 단위 면적당 입사하는 태양 복사 에너지의 양이 적어진다.

자료 다시 보기 전 세계 해수면의 표층 수온 분포



(단위: °C)

- 저위도에서 고위도로 갈수록 단위 면적당 입사하는 태양 복사 에너지의 양이 줄어들기 때문에 표층 수온은 감소한다.
- 위도별로 받는 태양 복사 에너지의 양이 다르므로 표층 수온의 등수온선은 대체로 위도선과 나란하게 나타난다.

04 A는 고위도, B는 중위도, C는 저위도의 해역에서 측정된 수온의 연직 분포이다. 바람이 강하게 부는 해역에서는 표층의 해수가 섞이면서 깊이에 따라 수온이 일정하게 나타나는 혼합층이 두껍게 형성된다. 그래프에서 혼합층이 가장 두꺼운 해역은 B이므로 바람이 가장 강하게 부는 해역은 중위도(B)이다. 위도가 낮을수록 단위 면적당 입사하는 태양 복사 에너지가 많으므로 표층 수온이 높다. 따라서 태양 복사 에너지를 가장 많이 받는 해역은 저위도(C)이다.

05 염분은 해수 1 kg에 녹아 있는 염류의 양(g)이므로 이 해역의 염분은 35 psu이다. 해수에 포함된 염류 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 짠맛을 내는 염화 나트륨(A)이다. B는 염화 마그네슘으로, 염류 35 g 중에 3.81 g을 차지하므로 전체 염류의 약 10.9%를 차지한다.

오답 체크

③ 사해와 동해의 염분은 다르지만, 염분과 관계없이 전체 염류에서 각 염류가 차지하는 비율은 모든 해수에서 동일하다.

06 그래프에서 적도 부근은 대체로 증발량보다 강수량이 많고, 중위도는 증발량이 강수량보다 많다. 염분은 증발량이 강수량보다 클수록 높으므로 북반구에서 염분이 가장 높은 지역은 (증발량 - 강수량)의 값이 가장 큰 북위 20°~30° 부근이다.

오답 체크

ㄷ. 북위 60°~80° 지역은 강수량과 증발량의 차이가 크지 않고, 남위 30° 지역은 증발량이 강수량보다 크므로 해수의 염분은 북위 60°~80° 지역보다 남위 30° 지역이 더 높다.

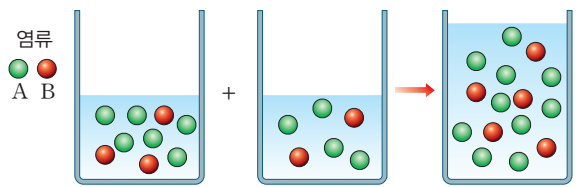
07 모든 해수에서 각 염류가 차지하는 비율은 항상 동일하므로 해수에 포함된 염류에서 염화 마그네슘이 차지하는 비율은 항상 약 10.9%이다. 염분이 40 psu인 해수 1000 g에는 염류가 40 g 포함되어 있고, 이 중 염화 마그네슘이 차지하는 비율은 10.9%이다. 따라서 이 해수 1000 g을 증발시켰을 때 얻을 수 있는 염화 마그네슘의 질량은 $40 \text{ g} \times 0.109 = 4.36 \text{ g}$ 이고, 이를 소수점 아래 둘째 자리에서 반올림하면 염화 마그네슘의 질량은 4.4 g이다.

08 (가)와 (나)의 바닷물 질량은 같고, 바닷물에 녹아 있는 염류의 총량은 (가)가 (나)보다 많으므로 염분은 (가) > (나)이다. (가)와 (나)를 섞어 만든 (다)의 염분은 (가)보다 낮고 (나)보다 크므로 염분은 (가) > (다) > (나)이다. 그림에서 염류 A와 B의 구성비는 (가), (나), (다)에서 모두 2 : 1이다. 따라서 염분에 관계없이 해수에 포함된 염류의 비율은 항상 일정하다는 것을 알 수 있다.

오답 체크

ㄱ. 염분은 (가) > (다) > (나)이다.

자료 다시 보기 염분비 일정의 법칙



- 그림에서 (가)와 (나) 해수의 질량은 같으므로 염류의 양이 많은 (가)가 (나)보다 염분이 높다.
- (다)는 (가)와 (나)를 섞은 해수이므로 (가)와 (나) 사이의 염분 값을 가진다.
- 따라서 염분은 (가) > (다) > (나)이다.
- (가), (나), (다)의 염분은 모두 다르지만, 염류 A와 B의 비율은 (가), (나), (다)에서 모두 2 : 1로 같다.

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

01 수권에서 가장 많은 양을 차지하는 A는 해수, B는 담수이다. 담수 중 가장 많은 양을 차지하는 C는 빙하이고, D는 지하수, E는 하천수와 호수이다. 지하수는 농업용수, 생활용수, 공업용수 등으로 다양하게 이용된다. 하천수와 호수는 수권에서 매우 적은 양을 차지하지만, 우리가 주로 이용하는 물이다.

오답 체크

- ① 담수가 부족한 지역에서는 빙하를 녹여 정화한 뒤 식수로 이용한다.
- ② 하천수와 호수는 우리가 주로 이용하는 물이다.
- ③ 지구 온난화가 심해지면 지구의 평균 기온이 상승하여 빙하가 녹으므로 빙하의 양은 감소하고 해수의 양은 증가한다.
- ④ 담수에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이다.

02 눈이 두껍게 쌓인 뒤 그 압력 때문에 눈이 단단한 얼음으로 바뀌면 빙하가 된다. 빙하는 염류가 포함되어 있지 않은 담수로, 담수 중에서 가장 많은 양을 차지한다. 빙하는 고산 지대나 극지방에 고체의 얼음 상태로 존재하는데, 지구 온난화의 영향으로 빙하가 녹으면서 그 양은 점점 감소하고 있다.

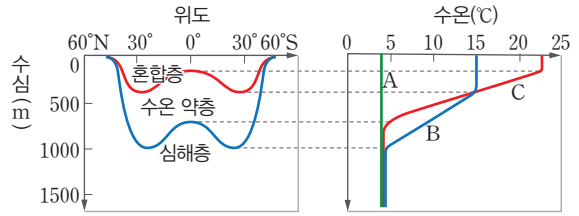
오답 체크

- ⑤ 빙하는 극지방이나 고산 지대에 존재하므로 건조한 지역에서 활용하는 수자원은 아니다. 빙하는 극지방이나 고산 지대에서 생활용수나 식수로 활용된다.

03 A는 고위도, B는 중위도, C는 저위도의 연직 수온 분포이다. 혼합층이 가장 두껍게 나타나는 지역은 중위도로, 중위도는 바람이 많이 불어 표층의 해수가 깊은 수심까지 섞이므로 혼합층의 두께가 두껍게 형성된다. 저위도는 기온이 가장 높은 지역이므로 표층 수온이 가장 높아 A~C 중 수온 약층이 가장 잘 발달하는 지역이다. 고위도는 기온이 매우 낮기 때문에 표층과 심층의 수온 차이가 거의 나타나지 않는다.

오답 체크

- ㄴ. 저위도 지역은 1년 내내 태양 복사 에너지가 안정적으로 공급되므로 계절에 따른 표층 수온의 변화가 중위도보다 크지 않다.
- ㄷ. 표층 수온은 저위도에서 가장 높고 심층의 수온은 모든 지역에서 비슷하기 때문에 수심에 따른 수온 약층의 수온 감소율은 중위도보다 저위도에서 크다.



- 저위도(C): 단위 면적당 도달하는 태양 복사 에너지량이 가장 많으므로 표층 수온이 가장 높다.
- 중위도(B): 바람의 세기가 세서 혼합층이 두껍게 나타나며, 해수의 층상 구조가 가장 뚜렷하게 나타난다.
- 고위도(A): 해수의 층상 구조가 나타나지 않고, 1년 내내 낮은 수온을 유지한다.

04 자료에서 이 해역의 해수 250 g에 녹아 있는 염류의 총량은 9 g이므로 해수 1000 g에 녹아 있는 염류의 총량은 36 g이다. 염분은 해수 1 kg에 녹아 있는 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것이다. 따라서 이 해역의 염분은 36 psu이다. 이 해역의 바닷물 1000 g을 채취한 뒤 모두 증발시키면 염류 36 g이 남게 된다.

오답 체크

- ㄱ. 염분은 해수 1 kg에 포함된 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것이다. 표에서 이 해역의 해수 250 g에 녹아 있는 염류는 총 9 g이므로 이 해역의 해수 1000 g에 녹아 있는 염류의 총량은 36 g이다. 따라서 이 해역의 염분은 9 psu가 아닌 36 psu이다.
- ㄴ. 이 해역의 바닷물을 500 g 채취한 뒤 더 부어도 그 안에 포함된 염류의 비율은 동일하고, 염분은 해수 1 kg에 녹아 있는 염류의 양을 g 수로 나타낸 것이므로 염분은 동일하다.

05 전 세계 바다의 표층 염분 분포는 강수량이 많은 저위도에서는 비교적 낮게 나타나고, 강수량보다 증발량이 많은 위도 30° 부근에서는 비교적 높게 나타난다. 고위도는 대륙에서의 담수 유입과 빙하의 해빙으로 염분이 비교적 낮다. 또한 대양의 주변부는 담수의 유입으로 대양의 중앙부보다 염분이 낮게 나타나는 경향이 있다.

오답 체크

- ① 적도 해역은 증발량보다 강수량이 많아 염분이 낮게 나타난다.
- ② 위도 30° 부근에서는 증발량이 강수량보다 많아 비교적 염분이 높다.
- ③ 전 세계 해수의 표층 염분 분포는 중위도에서 고위도로 갈수록 낮아진다.
- ⑤ 표층 염분은 태평양보다 대서양에서 대체로 높게 나타난다.

06 전 세계 해수의 염분 분포는 해역에 따라 다양하게 나타난다. 이는 증발량과 강수량, 담수의 유입, 해빙 등의 영향을 받으며 전 세계 해수의 평균 염분은 35 psu이다. A 해역은 고위도 지역으로, 담수의 유입과 빙하의 해빙 등의 영향으로 염분이 비교적 낮게 나타난다. B 해역은 중위도 지역으로, 증발량이 강수량보다 많아 건조하므로 염분이 비교적 높게 나타난다.

오답 체크

ㄱ. 다른 조건을 무시할 때 A 해역에서 해수가 언다면 해수에서 염류를 제외한 순수한 물만 얼음으로 바뀌므로 해수의 염분은 높아진다.

07 해수에 녹아 있는 염분 중 가장 많은 양을 차지하는 A는 염화 나트륨이고, B는 염화 마그네슘, C는 황산 마그네슘이다. 해수에 녹아 있는 염류의 비율은 어느 해역에서나 동일하므로 해수 (가)에 포함된 염류의 비율을 통해 해수 (나)의 염류의 양을 구할 수 있다.

(가)에서 $A : C = 23.3 : 1.4$ 이고, 이는 (나)에서도 적용되므로 $23.3 : 1.4 = 31.1 : \textcircled{7}$ 이므로 $\textcircled{7}$ 은 약 1.9이다. 따라서 (나) 1000 g에 녹아 있는 염류의 총량은 약 40.1 g이므로 해수 (나)의 염분은 약 40.1 psu이다.

오답 체크

⑤ A는 염화 나트륨이고, B는 염화 마그네슘, C는 황산 마그네슘이다. (가) 해수 1000 g에는 황산 마그네슘이 1.4 g 녹아 있으므로 (가) 해수 500 g에는 황산 마그네슘이 0.7 g 녹아 있다.

08 해수에 녹아 있는 염류의 비율은 모든 해역에서 동일하므로 $\textcircled{1}$ 해역에서 염류의 총량과 NaCl의 비율은 다른 해역에서 염류의 총량과 NaCl의 비율과 동일하다. 따라서 $38 : a = 40 : 32$ 이고, $a = 30.4$ 이다. 마찬가지로 $b = 3.6$, $c = 4$, $d = 2$, $e = 34$ 이다. 모든 해역에서 담수의 유입을 제외한 모든 요인이 동일할 때 $\textcircled{1}$ 해역의 염분은 38 psu이고, $\textcircled{2}$ 해역의 염분은 34 psu이므로 $\textcircled{2}$ 해역보다 염분이 더 높은 $\textcircled{1}$ 해역에서 담수의 유입이 더 적을 것이다.

자료 다시 보기 염분비 일정의 법칙 활용

해역	염분(psu)	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄
㉠	38	a	3.8	1.9
㉡	36	28.8	b	1.8
㉢	40	32	c	d
㉣	e	27.2	3.4	1.7

- 각 염류의 비율은 어느 해역에서나 동일하므로 염분비 일정의 법칙을 이용하여 a~e를 구할 수 있다.
- 예를 들어 ㉠에서 전체 염류의 총량과 MgCl₂의 비는 ㉢에서 전체 염류의 총량과 MgCl₂의 비와 동일하다. 따라서 $38 : 3.8 = 36 : b$ 이므로 $b = 3.6$ 이다.

◆ 서술형 문제

68쪽

- 01 해설 참조
- 02 해설 참조
- 03 해설 참조
- 04 해설 참조

01 **모범 답안** 위도에 따라 태양 에너지를 받는 양이 다르기 때문에 해수면의 수온이 다르게 나타난다. 고위도에서 저위도로 갈수록 지구로 들어오는 태양 에너지양이 많아지므로 해수면의 수온은 대체로 고위도에서 저위도로 갈수록 높아진다.

채점 기준	배점
저위도가 고위도보다 더 많은 양의 태양 에너지를 받아서 고위도보다 해수면의 온도가 높다는 것을 옳게 서술한 경우	100%
위도에 따른 태양 에너지양이 다르다고만 서술한 경우	70%

02 **모범 답안** (1) 중위도는 저위도보다 태양 에너지를 적게 받으므로 A층의 수온이 더 낮게 나타날 것이다.
(2) 중위도는 저위도보다 바람의 세기가 세기 때문에 A층의 두께는 더 두껍게 나타날 것이다.

채점 기준	배점
(1) 중위도에서 A층의 수온이 어떻게 나타나는지 그 까닭과 함께 옳게 서술한 경우	50%
중위도에서 A층의 수온이 어떻게 나타나는지 서술했으나 그 까닭은 서술하지 못한 경우	20%
(2) 중위도에서 A층의 두께가 어떻게 나타나는지 그 까닭과 함께 옳게 서술한 경우	50%
중위도에서 A층의 두께가 어떻게 나타나는지 서술했으나 그 까닭은 서술하지 못한 경우	20%

03 **모범 답안** (1) (가)에서 전체 염류의 양에 대한 염화 나트륨의 비율은 (나)에도 똑같이 적용되므로 $36 \text{ g} : 27.97 \text{ g} = 40 \text{ g} : A$ 가 성립한다. 따라서 A는 약 31.1이다.
(2) 염분비 일정의 법칙, 바닷물이 오랜 시간 동안 끊임없이 순환하면서 염류가 골고루 섞였기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) A를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50%
A는 옳게 구했으나 풀이 과정은 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2) 염분비 일정의 법칙을 옳게 쓰고, 해수에서 나타나는 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
염분비 일정의 법칙을 옳게 썼으나 해수에서 나타나는 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	20%

04 **모범 답안** (1) A 지역은 강수량보다 증발량이 많아서 상대적으로 염분이 높게 나타나고, B 지역은 강수량이 증발량보다 많아서 상대적으로 염분이 낮게 나타난다.
(2) 염분은 해수 1 kg에 녹아 있는 염류의 양(g)을 나타낸 것이므로 A 해역의 해수 1 kg에는 36.5 g의 염류가 녹아 있다. 따라서 A 해역의 해수 2 kg에는 73 g의 염류가 녹아 있다.

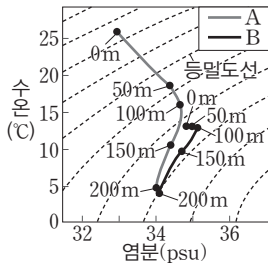
채점 기준		배점
(1)	두 해역의 표층 염분이 어떻게 다른지 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
	두 해역의 표층 염분이 어떻게 다른지 옳게 비교하였으나 그 까닭은 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2)	염류의 총량을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50%
	염류의 총량은 옳게 구했으나 풀이 과정은 옳게 서술하지 못한 경우	20%

◆ 수능 맛보기

69쪽

1-1 ① 1-2 ②

1-1 자료 분석

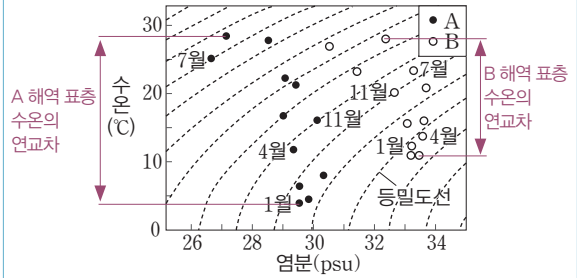


- A 시기에는 표층 수온이 높고 혼합층이 거의 나타나지 않으며 표층과 심층의 수온 차이가 크다.
- B 시기에는 표층 수온이 비교적 낮고 0~100 m까지는 수온이 일정한 혼합층이 나타난다.
- 수온-염분도에서 수온은 아래쪽으로 갈수록 낮아지고, 염분은 오른쪽으로 갈수록 증가한다. 따라서 그래프에서 오른쪽 아래로 갈수록 해수의 밀도는 증가한다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 해수의 밀도는 수온이 낮을수록 염분이 높을수록 증가하며, 수온-염분도에서 밀도는 오른쪽 아래로 갈수록 커진다. A 시기에 깊이가 증가할수록 각 지점들의 밀도는 밀도가 큰 쪽으로 이동하고 있다. 따라서 A 시기에 깊이가 증가할수록 해수의 밀도는 증가한다.
- ㄴ. (×) 표층에서 산소 기체의 용해도는 수온이 낮을수록 커진다. 따라서 표층 수온이 낮은 B 시기가 A 시기보다 표층에서 산소 기체의 용해도가 크다.
- ㄷ. (×) 혼합층은 깊이에 따른 온도가 일정한 층이므로 수온-염분도에서 그래프의 선이 수평으로 그려진 구간이 혼합층이다. 따라서 혼합층의 두께는 B 시기가 A 시기보다 두껍게 나타난다.

1-2 자료 분석



- 두 해역 모두 기온이 낮은 겨울에는 표층 수온이 낮게 나타나고, 기온이 높은 여름에는 표층 수온이 높게 나타난다.
- 그래프에서 표층 수온의 연교차는 가장 위쪽에 위치한 달의 수온과 가장 아래쪽에 위치한 달의 수온의 차이므로 A 해역이 B 해역보다 크다.
- 1년 동안 해수의 밀도 변화는 A 해역이 B 해역보다 더 크게 나타난다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 염분은 해수 1 kg에 포함된 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것이다. A에서 염분은 4월이 11월보다 낮다. 따라서 A 해역에서 해수 1 kg에 포함된 염류의 총량은 4월이 11월보다 적다.
- ㄴ. (○) 수온의 연교차는 1년 중 가장 높은 표층 수온과 가장 낮은 표층 수온의 차이이다. 따라서 그래프에서 수온이 가장 높은 데이터와 가장 낮은 데이터의 차이를 살펴보면 수온의 연교차는 A 해역이 B 해역보다 크다.
- ㄷ. (×) 수온-염분도에서 해수의 밀도는 그래프의 오른쪽 아래쪽으로 갈수록 증가한다. 따라서 1월과 7월의 표층 해수 밀도 차는 A 해역이 B 해역보다 크다.

탐구 확인하기

75쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ③

01 수조에 물을 받아 스타이로폼 조각을 띄우고, 선풍기로 바람을 일으키면 스타이로폼 조각은 일정한 방향으로 이동하게 된다. 이때 선풍기의 방향을 바꾸면 스타이로폼 조각이 이동하는 방향도 달라지게 되며, 선풍기의 바람이 세지면 스타이로폼 조각은 더 빠르게 이동한다. 이 실험으로 표층 해류가 지표에서 부는 바람으로 발생한다는 사실을 알 수 있다.

02 이 실험으로 알 수 있는 사실은 표층 해류가 발생하는 원인이다. 실험에서 헤어드라이어가 일으키는 바람은 대기 대순환으로 인해 지표 부근에서 부는 바람을, 수조의 물은 해수를 나타내며 종잇조각의 이동은 표층 해류의 이동 방향을 나타낸다.

03 A는 쿠로시오 해류, B는 북태평양 해류, C는 캘리포니아 해류, D는 북적도 해류이다. 북태평양 해류는 태평양 북쪽에서 서에서 동으로 흐르는 해류로, 중위도의 지표 부근에서 부는 편서풍의 영향으로 형성된다. 북태평양 해류가 대륙의 영향으로 저위도로 흐르게 되면서 캘리포니아 해류가 형성된다. 북적도 해류는 저위도의 지표 부근에서 부는 무역풍의 영향으로 동에서 서로 흐르는 해류로, 북적도 해류가 대륙의 영향으로 고위도로 흐르게 되면서 쿠로시오 해류가 형성된다.

오답 체크

ㄴ. 우리나라에서 배를 타고 미국으로 간다면 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 B 해류를 이용해야 빠르게 이동할 수 있으므로 더 효과적이다.

04 북동 무역풍은 북위 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 사이 지표면에서 동에서 서로 부는 바람으로, 북동 무역풍의 영향으로 북적도 해류가 형성된다. 따라서 북적도 해류도 동에서 서로 흐르는 해류이다.

오답 체크

- ① 중위도에서 부는 편서풍으로 인해 형성되는 해류는 북태평양 해류가 있다.
- ② 북동 무역풍으로 인해 형성되는 해류는 북적도 해류이다.
- ④, ⑤ 남동 무역풍으로 인해 형성되는 해류는 남적도 해류이다.

실력 플러스 문제

76쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ④

01 전 세계 표층 해류는 대기 대순환으로 인해 지속적으로 부는 바람의 영향을 받아서 형성된다. 편서풍에 의해 형성된 해류는 서쪽에서 동쪽으로 흐르고, 무역풍에 의해 형성된 해류는 동쪽에서 서쪽으로 흐른다. 이렇게 수평 방향으로 흐르는 해류는 대륙을 만나면 북쪽 또는 남쪽으로 방향을 바꾸어 흐르게 되면서 표층 해류는 북반구에서는 시계 방향, 남반구에서는 반시계 방향으로 순환하게 된다. 따라서 북반구와 남반구의 표층 순환의 방향은 적도를 경계로 대칭을 이룬다.

02 A는 황해 난류, B는 동한 난류, C는 북한 한류이다. 황해 난류와 동한 난류는 모두 쿠로시오 해류에서 갈라져 나온 지류이고, 북한 한류는 연해주 한류에서 갈라져 나온 지류이다. 황해 난류와 동한 난류는 북한 한류보다 수온이 높고, 황해는 동해보다 담수의 유입이 많아 염분이 더 낮다. 따라서 (나) 그래프에서 황해 난류의 수온과 염분 분포는 ㉠이고, 동한 난류는 염분이 높은 ㉡, 북한 한류는 수온이 가장 낮은 ㉢이다.

03 A는 쿠로시오 해류, B는 북태평양 해류, C는 캘리포니아 해류, D는 북적도 해류, E는 남적도 해류이다.

오답 체크

④ D는 북적도 해류이다.

04 A는 쿠로시오 해류, B는 북적도 해류, C는 남적도 해류, D는 페루 해류이다. 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도 방향으로 흐르는 난류로, 우리나라 주변 해류에 영향을 미친다. 북적도 해류와 남적도 해류는 저위도에서 지속적으로 부는 동풍인 무역풍으로 인해 형성된 해류로, 동쪽에서 서쪽으로 흐른다. 페루 해류는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.

오답 체크

- ① 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이다.
- ② 페루 해류는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이고, 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이므로 페루 해류가 쿠로시오 해류보다 수온이 낮다.
- ③ 우리나라에 영향을 주는 해류는 쿠로시오 해류이다. 쿠로시오 해류는 우리나라 주변 해류에 영향을 미친다.
- ⑤ 북반구에서 표층 해류가 순환하는 방향은 시계 방향이고, 남반구에서 표층 해류가 순환하는 방향은 반시계 방향이다.

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

01 북반구 중위도 지역에서는 해류가 서에서 동으로 흐르고, 저위도 지역에서는 해류가 동에서 서로 흐른다. 수평 방향으로 이동하는 해류가 대륙을 만나면 대륙의 연안에서 남쪽이나 북쪽 방향으로 흐르게 되는데, 이로 인해 표층 순환이 발생한다. 북태평양과 북대서양에서는 표층 순환이 시계 방향으로 나타나고, 남태평양과 남대서양에서는 표층 순환이 시계 반대 방향으로 나타난다. 이러한 표층 해류는 저위도의 남는 에너지를 고위도로 수송하는 역할을 한다.

오답 체크

① 저위도 지역에서는 동풍의 영향을 받아 표층 해류가 동에서 서로 흐른다.

02 남극 순환 해류는 남반구의 위도 60° 부근에서 흐르는 해류로, 남반구에서 부는 편서풍에 의해 형성되므로 서에서 동으로 흐른다. 북태평양 해류는 북반구의 위도 30°~60° 부근에서 흐르는 해류로, 북반구에서 부는 편서풍에 의해 형성되어 서에서 동으로 흐른다.

오답 체크

- ㄱ. 남극 순환 해류는 편서풍에 의해 형성되는 해류이다.
- ㄴ. 남반구의 표층 해류는 시계 반대 방향으로 순환한다.

03 A 해역에서는 북적도 해류가 대륙 연안에서 북쪽으로 이동하며 형성되는 쿠로시오 해류가 흐르고, C 해역에서는 B 해역을 흐르는 북태평양 해류가 대륙 연안에서 남쪽으로 이동하며 형성되는 캘리포니아 해류가 흐른다. 편서풍의 영향을 받는 북태평양 해류는 서에서 동으로 흐른다.

오답 체크

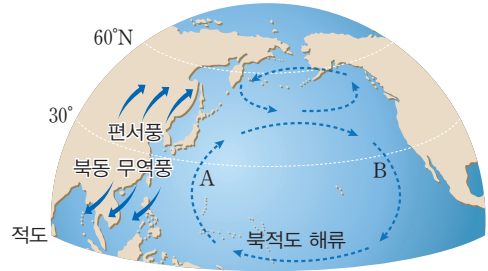
- ㄱ. A 해역을 흐르는 쿠로시오 해류는 난류이고, C 해역을 흐르는 캘리포니아 해류는 한류이다. 염분은 난류가 한류보다 높으므로 표층 염분은 A 해역이 C 해역보다 높다.
- ㄴ. 무역풍은 지표 부근에서 서쪽으로 부는 바람이다. 따라서 무역풍의 영향을 받는 해역에서는 해류가 서쪽으로 흐른다.

04 북적도 해류는 북반구에서 부는 북동 무역풍의 영향으로 형성되었다. A는 쿠로시오 해류, B는 캘리포니아 해류이다. 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도 쪽으로 흐르는 난류이고, 캘리포니아 해류는 고위도에서 저위도 쪽으로 흐르는 한류이다. 따라서 캘리포니아 해류는 쿠로시오 해류보다 산소와 영양염류의 양이 많다.

오답 체크

ㄴ. 수평으로 흐르는 해류는 대륙 주변에서 저위도 방향 또는 고위도 방향으로 흐른다. 예를 들어 쿠로시오 해류는 북적도 해류가 대륙 연안에서 고위도 방향으로 이동하면서 형성되는 해류이고, 캘리포니아 해류는 북태평양 해류가 대륙 연안에서 저위도 방향으로 이동하면서 형성되는 해류이다.

자료 다시 보기 한류와 난류



- A는 쿠로시오 해류, B는 캘리포니아 해류이다.
- 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도 방향으로 흐르는 난류이고, 캘리포니아 해류는 고위도에서 저위도 방향으로 흐르는 한류이다.
- 한류와 난류의 비교

구분	수온	염분	산소와 영양염류
한류	낮음	낮음	많음
난류	높음	높음	적음

05 A 해역에서는 남동 무역풍의 영향으로 표층 해류가 동에서 서로 흐른다. D 해역에서 흐르는 해류는 편서풍의 영향을 받아 서에서 동으로 흐른다. B 해역에서는 무역풍의 영향으로 서쪽으로 흐르는 해류가 대륙에서 이동 방향이 바뀌어 저위도에서 고위도 방향으로 난류가 흐른다. C 해역에서는 D 해역에서 동쪽으로 흐르는 해류가 대륙에서 이동 방향이 바뀌어 고위도에서 저위도 방향으로 한류가 흐른다. 따라서 남태평양의 표층 순환은 시계 반대 방향으로 나타난다.

06 지구로 입사하는 태양 복사 에너지량은 저위도에서 고위도로 갈수록 적어진다. 따라서 적도 지방에서는 지구로 들어오는 태양 복사 에너지량이 방출되는 지구 복사 에너지량보다 많아 에너지가 남게 되고, 극지방에서는 지구로 들어오는 태양 복사 에너지량이 방출되는 지구 복사 에너지량보다 적어 에너지가 부족하다. 이렇게 지구는 위도별 에너지 불균형이 나타나는데, 대기 대순환과 해류의 흐름은 저위도의 남는 열을 고위도로 이동시켜서 지구의 에너지 불균형을 해소하는 역할을 한다.

오답 체크

③ 지구에서 대기와 해수를 순환하게 하는 근원적인 에너지는 태양 복사 에너지이다.

07 북대서양에서 바람과 해류를 이용하여 효율적으로 왕복 항해하기 위해서는 이동하려는 방향으로 흐르는 해류의 흐름을 타고 항해해야 한다. C에서는 서쪽으로 흐르는 해류의 흐름을 이용하여 동쪽에서 서쪽으로 항해한다. B에서는 저위도에서 고위도 방향으로 흐르는 해류의 흐름을 이용하고, A에서는 동쪽으로 흐르는 해류의 흐름을 이용하여 동쪽으로 항해한다.

오답 체크

ㄱ. A 해역에서는 편서풍이 불어서 표층 해류가 동쪽으로 이동하므로 편서풍을 이용하여 항해한다.

ㄴ. 북대서양의 표층 순환은 시계 방향으로 나타나므로 B 해역에서는 저위도에서 고위도 방향으로 이동하는 난류가 흐른다. 따라서 B 해역에서는 난류를 이용한다.

08 A와 B는 대기 대순환에 의해 지표 부근에서 지속적으로 부는 바람으로, A는 편서풍이고 B는 무역풍이다. 표층 해류는 지표 부근에서 지속적으로 부는 바람으로 인해 형성되며, ㉠ 해류는 편서풍에 의해 형성되는 북태평양 해류이다. 지표 부근에서 부는 바람과 표층 해류의 순환은 저위도의 잉여 에너지를 고위도로 운반하여 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하는 역할을 한다.

서술형문제

79쪽

01 (1) ㉠, ㉡ (2) 해설 참조

02 (1) A: 북적도 해류, B: 쿠로시오 해류, C: 북태평양 해류, D: 캘리포니아 해류 (2) 해설 참조

03 해설 참조

04 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 북태평양에서 표층 해류의 순환은 시계 방향으로 나타나므로 (가)에서 해류는 ㉠ → ㉡ → ㉢ 순으로 순환한다.

(2) ㉠의 해류를 형성하는 대기 대순환은 B이다. B의 지상에서는 편서풍이 서쪽에서 동쪽으로 불기 때문에 편서풍의 영향으로 ㉠ 해역에는 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 표층 해류가 나타난다.

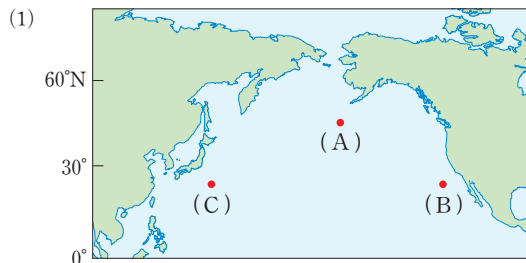
채점 기준		배점
(1)	빈칸에 알맞은 기호를 옳게 쓴 경우	30%
(2)	대기 대순환의 기호를 옳게 쓰고, 표층 해류가 형성되는 과정을 바람의 이름을 포함하여 옳게 서술한 경우	70%
	대기 대순환의 기호는 옳게 썼으나, 표층 해류가 형성되는 과정을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

02 **모범 답안** (1) A는 북적도 해류, B는 쿠로시오 해류, C는 북태평양 해류, D는 캘리포니아 해류이다.

(2) 북위 0°~30°에는 대기 대순환으로 인해 무역풍이 분다. 무역풍은 동쪽에서 서쪽으로 불기 때문에 북위 0°~30°의 표층 해류는 무역풍의 영향으로 동쪽에서 서쪽으로 흐른다.

채점 기준		배점
(1)	각 해류의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	40%
	해류 한 가지의 이름을 옳게 쓴 경우	각 10%
(2)	해류가 동에서 서로 흐르는 까닭을 바람과 관련지어 옳게 서술한 경우	60%
	해류가 동에서 서로 흐르는 까닭을 바람이 불기 때문이라고만 서술한 경우	20%

03 **모범 답안**



(2) B 해역의 표층 해수는 고위도에서 저위도로 흐르는 해류이므로 난류가 흐르는 C 해역보다 용존 산소량이 많다. 따라서 B 해역 표층 해수의 용존 산소량은 4.6 mg/L보다 많다.

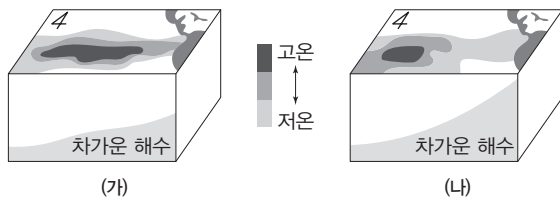
채점 기준		배점
(1)	해역 A~C를 옳게 쓴 경우	30%
(2)	해역 B와 C의 용존 산소량을 옳게 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
	해역 B와 C의 용존 산소량은 옳게 비교했지만 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

04 **모범 답안** 우리나라 동해안은 저위도에서 북상하는 쿠로시오 난류의 지류인 동한 난류의 영향을 받기 때문이다.

채점 기준		배점
동해안 지역이 다른 지방에 비해 기온이 높은 까닭을 쿠로시오 해류와 관련지어 옳게 서술한 경우		100%
동해안 지역이 다른 지방에 비해 기온이 높은 까닭을 우리나라 주변 해류의 영향이라고만 서술한 경우		40%

1-1 ① 1-2 ④ 2-1 ② 2-2 ④

1-1 자료 분석

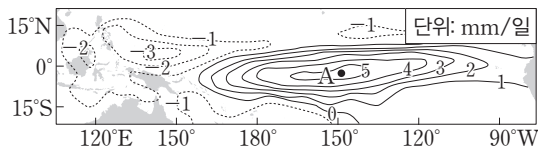


- (가)는 엘니뇨 시기이고, (나)는 라니냐 시기이다.
- 수온 분포를 보면 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 비교적 높게 나타난다. 반면 라니냐 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 비교적 낮게 나타난다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 무역풍의 세기는 엘니뇨 시기가 라니냐 시기보다 약하므로 (가)가 (나)보다 약하다.
- ㄴ. (×) 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시에 비해 높아지고, 라니냐 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시에 비해 낮아진다.
- ㄷ. (×) 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 해역의 표층 수온이 높아지면서 저기압이 동태평양 쪽으로 이동하므로 서태평양 적도 해역의 강수량이 평상시에 비해 줄어든다. 반면, 라니냐 시기에는 서태평양의 저기압이 더욱 강화되므로 서태평양 적도 해역의 강수량이 더 증가한다.

1-2 자료 분석

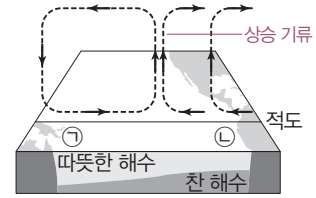


- 엘니뇨 시기 태평양 적도 부근의 강수량 편차 자료를 보면 서태평양의 강수량은 관측값이 평년값보다 작고, 동태평양의 강수량은 관측값이 평년값보다 큰 것을 알 수 있다.
- 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아지므로 평상시에는 서태평양 쪽에 있던 저기압이 동태평양 부근으로 이동하게 된다. 따라서 동태평양의 강수량은 평년보다 많아지고, 서태평양의 강수량은 평년보다 적어진다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 엘니뇨 시기에 A 해역의 표층 수온은 평년보다 높아지므로 강수량이 평년보다 많아진다.
- ㄴ. (○) 자료에서 A 해역의 강수량 편차는 5 이상이므로 엘니뇨 시기에 A 해역의 강수량은 평년보다 많다.
- ㄷ. (×) 엘니뇨 시기에 서태평양 적도 부근 해역은 평년보다 표층 수온이 낮아지므로 평상시보다 강수량이 적다.

2-1 자료 분석



- 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평년보다 높아진다. 따라서 평상시에는 서태평양 해역에 위치하던 상승 기류가 동태평양 쪽으로 이동한다.
- 상승 기류가 동태평양 쪽으로 이동함에 따라 ㉠ 해역에서는 강수량이 감소해 가뭄, 산불 등의 피해가 발생한다.
- ㉡ 해역에서는 강수량이 증가해 폭우와 홍수 등의 피해가 발생하고, 무역풍의 약화로 표층 해류가 서태평양 쪽으로 이동하지 못해 심해의 찬 해수가 용승하는 현상이 줄어든다. 이는 서태평양 연안 지역의 어업에 큰 영향을 미친다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 표의 피해 상황은 폭우와 용승 약화로 인한 어획량 감소이므로 동태평양 해역인 ㉡ 해역에서 발생한 것이다.
- ㄴ. (×) 엘니뇨 시기에는 무역풍의 세기가 약해져서 동태평양의 표층 해수가 서쪽으로 이동하지 못하므로 동태평양 해역의 따뜻한 해수층의 두께가 평상시보다 두꺼워진다.
- ㄷ. (○) 엘니뇨 시기에는 무역풍의 세기가 평상시보다 약해진다.

2-2 자료 분석



- (가)는 평상시이고, (나)는 엘니뇨 시기이다.
- 평상시에는 따뜻한 해수와 상승 기류가 서태평양 적도 부근 해역에 위치하지만, 엘니뇨 시기에는 따뜻한 해수와 상승 기류가 동태평양 쪽으로 이동한다.

보기 분석

- ㄱ. (×) (가)는 평상시 태평양 적도 부근 해역의 대기 순환 모습이다.
- ㄴ. (○) 엘니뇨 시기에는 무역풍의 세기가 평상시보다 약해진다. 따라서 무역풍의 세기는 (가)일 때가 (나)일 때보다 강하다.
- ㄷ. (○) 엘니뇨 시기에는 동태평양의 표층 수온이 평상시보다 높아진다.

07 태양계

◆ 탐구 확인하기

88~89쪽

01 ④ 02 ①

01 소이는 행성의 공전 궤도면의 위치에 따라 태양계 행성을 내행성(가)과 외행성(나)으로 분류하였다. 내행성은 지구보다 안쪽에서 공전하는 행성이고, 외행성은 지구보다 바깥쪽에서 공전하는 행성이다. 슬어는 행성의 물리적 특성에 따라 태양계 행성을 지구형 행성(다)과 목성형 행성(라)으로 분류하였다. 목성형 행성은 지구형 행성보다 질량이 크고 위성의 수가 많다.

오답 체크

④ 지구형 행성은 주로 암석으로 이루어져 있고, 목성형 행성은 주로 기체로 이루어져 있으므로 지구형 행성은 목성형 행성보다 평균 밀도가 크다.

02 태양의 밝고 둥근 표면을 광구라고 하며, 광구에서 보이는 얼룩 같은 점을 흑점이라고 한다. 흑점은 주변보다 온도가 약 2000 °C 낮아서 어둡게 보인다.

오답 체크

나. 태양을 관측할 때는 맨눈으로 관측하지 않고, 태양 투영판이나 태양 필터를 설치하여 관측한다.
 다. 태양의 흑점은 태양의 자전으로 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 것처럼 보인다. 또한 태양 활동이 강해지는 시기에는 수가 많아지고, 태양 활동이 약해지는 시기에는 수가 적어진다.

◆ 실력 플러스 문제

90쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ③

01 A는 수성, B는 금성, C는 지구, D는 화성, E는 목성, F는 토성, G는 천왕성, H는 해왕성이다. 화성은 극지방에 드라이아이스와 얼음으로 이루어진 흰색의 극관이 있으며, 계절에 따라 극관의 크기가 변한다.

오답 체크

① 토양에 산화 철 성분이 많이 포함되어 있어 표면이 붉게 보이는 행성은 화성(D)이다.
 ② 금성(B)은 위성이 없고, 지구(C)의 위성은 달이다.
 ④ 목성(E), 토성(F), 해왕성(H)은 모두 고리가 있다. 이중 토성이 가장 뚜렷한 고리를 가진다.
 ⑤ 지구의 밤하늘에서 가장 밝게 보이는 태양계 행성은 금성(B)이다.

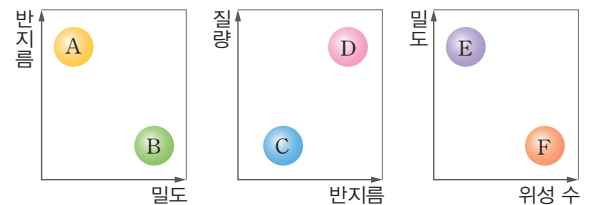
02 A는 금성, B는 토성, C는 목성, D는 화성이다. 토성은 태양계 행성 중 가장 뚜렷한 고리를 가지고 있으며, 토성의 고리는 암석 조각과 얼음 알갱이로 이루어져 있다.

오답 체크

① 물보다 밀도가 작은 태양계 행성은 토성이다.
 ② 금성과 화성은 지구형 행성으로, 목성형 행성보다 밀도가 크다.
 ③ 이산화 탄소로 이루어진 두꺼운 대기가 있는 태양계 행성은 금성이다.
 ④ 태양으로부터 가장 가까이 있는 행성은 수성이다.

03 목성은 주로 수소와 헬륨으로 이루어진 행성으로, 자전 속도가 빨라서 가로줄무늬가 나타나며 표면에 거대한 대기의 소용돌이인 대적점이 나타난다. 목성은 목성형 행성에 속하는데, 목성형 행성은 반지름과 질량이 크고 밀도가 작으며, 위성을 많이 가지고 있다. 따라서 문제의 특징을 갖는 행성이 속한 집단은 A, D, F이다.

자료 다시 보기 태양계 행성의 물리적 특성



• 태양계 행성은 물리적 특성에 따라 지구형 행성(수성, 금성, 지구, 화성)과 목성형 행성(목성, 토성, 천왕성, 해왕성)으로 분류한다. 자료에서 지구형 행성이 포함되는 집단은 B, C, E이고, 목성형 행성이 포함되는 집단은 A, D, F이다.

• 태양계 행성의 분류

구분	질량	반지름	밀도	위성	고리
지구형 행성	작음	작음	큼	적거나 없음	없음
목성형 행성	큼	큼	작음	많음	있음

04 (가)는 코로나, (나)는 흑점, (다)는 홍염이다. 흑점은 태양 활동이 활발해지는 시기에 그 수가 많아진다.

오답 체크

① 코로나는 태양의 최상부 대기층으로, 온도가 100만 °C 이상이다.
 ② 코로나는 평소에 태양의 밝은 광구 때문에 보이지 않으므로 관측할 수 없지만, 개기일식으로 태양의 광구가 가려지면 관측할 수 있다.
 ④ 광구 바로 위쪽에 있는 얇고 붉은 대기층은 채층이다.
 ⑤ 홍염은 태양의 표면에서 대기로 솟아오르는 불꽃 덩어리로, 불기둥 또는 고리의 형태로 나타난다.

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

01 A는 수성, B는 화성, C는 금성, D는 토성, E는 목성이다. 표면에 물이 흐른 흔적이 있고, 올림푸스 화산이라는 거대한 화산이 있는 태양계 행성은 화성이다. 따라서 (가)에서 설명하는 행성은 B이다. 태양계 행성 중 두 번째로 크고, 가로줄무늬와 고리가 있는 태양계 행성은 토성이다. 따라서 (나)에서 설명하는 행성은 D이다.

02 A에 속하는 행성은 지구형 행성이고 외행성이다. 지구형 행성에는 수성, 금성, 지구, 화성이 있고 이 중에서 지구보다 바깥쪽 궤도를 도는 외행성은 화성이다.

오답 체크

- ① 태양계 행성 중 크기가 가장 작은 행성은 수성이다.
- ② 자전축이 공전 궤도면과 거의 나란한 행성은 천왕성이다.
- ③ 표면의 평균 온도가 가장 높은 태양계 행성은 금성이다.
- ④ 밀도가 매우 작고, 태양계 행성 중 모양이 가장 납작한 행성은 토성이다.

03 태양계 행성 중 단단한 표면이 있는 행성은 수성, 금성, 지구, 화성으로, (가)는 모두 지구형 행성이다. 지구형 행성을 제외한 태양계 행성 중 자전축이 거의 누운 채로 자전하는 행성은 천왕성이므로 (나)는 천왕성, (다)는 목성, 토성, 해왕성이다. 천왕성의 대기에는 메테인이 포함되어 있어 천왕성은 청록색을 띤다. 지구형 행성은 천왕성보다 태양에 가까운 거리에서 공전하고 있고 목성, 토성, 천왕성, 해왕성은 모두 고리를 가지고 있는 행성이다.

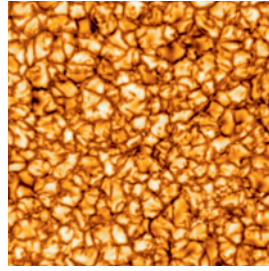
오답 체크

- ③ 지구에서 맨눈으로 관찰할 수 있는 태양계 행성은 수성, 금성, 화성, 목성, 토성이다.

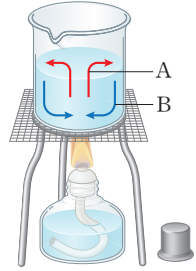
04 (가)는 태양 표면에 나타나는 쌀알 무늬이고 (나)는 대류 현상을 보여 주는 그림으로, A는 아래쪽에서 따뜻해진 액체가 상승하는 모습이고 B는 위쪽에서 온도가 낮아진 액체가 다시 하강하는 모습이다. 쌀알 무늬는 태양의 표면에서 이러한 대류 현상에 의해 나타나는 현상이다. 쌀알 무늬에서 밝은 부분은 안쪽에서 온도가 상승한 고온의 물질이 올라오는 부분이고, 어두운 부분은 표면에서 식은 물질이 다시 하강하는 부분이다.

오답 체크

- ㄱ. 개기일식 때는 태양의 광구가 달에 의해 모두 가려지므로 쌀알 무늬를 관측할 수 없다.
- ㄴ. 쌀알 무늬는 광구 아래에서 일어나는 대류 현상 때문에 나타난다.



(가)



(나)

- 쌀알 무늬는 태양의 광구에서 나타나는 현상으로, 광구 아래에서 일어나는 대류 현상으로 나타난다.
- 쌀알 무늬에서 (나)의 A처럼 아래쪽에서 온도가 상승한 물질이 위로 올라오는 부분은 밝은 쌀알 모양으로 보이고, (나)의 B처럼 표면에서 온도가 하강해 아래쪽으로 내려가는 부분은 상대적으로 어두운 경계선처럼 보인다.
- 쌀알 무늬에서 쌀알 모양 하나의 크기는 약 1000 km 정도로 지구 크기의 여러 배이며, 이 무늬들은 몇 분에서 10분 정도의 주기로 계속 변화한다.

05 A는 금성, B는 수성, C는 목성, D는 토성이다. 금성과 수성은 지구형 행성에, 목성과 토성은 목성형 행성에 포함된다. 지구형 행성은 목성형 행성보다 크기와 질량이 작다. 또한 목성형 행성이 주로 기체로 이루어진 것에 비해 지구형 행성은 주로 암석과 흙으로 이루어져 있으므로 목성형 행성보다 밀도가 크다. 원시 태양계가 형성되는 과정에서 태양에서 나오는 고에너지 입자의 흐름으로 인해 비교적 가벼운 수소, 헬륨과 같은 기체는 태양으로부터 먼 곳으로 날아가 목성형 행성을 형성하였고, 비교적 무거운 물질은 태양 근처에 남아 지구형 행성을 형성하였다.

오답 체크

- ① 목성과 토성은 질량이 크므로 자체 중력이 강하기 때문에 위성이 많다.

06 흑점의 수는 태양 활동이 강해지는 극대기에 그 수가 최대가 되고 태양 활동이 약해지는 극소기에 그 수가 최소가 되며, 흑점의 수는 약 11년을 주기로 양이 많아지고 적어지기를 반복한다. 그래프에서 흑점의 수가 가장 많았던 시기는 1989년, 2000년 무렵이고, 수가 가장 적었던 시기는 1996년, 2008년 무렵이다. 흑점의 수가 최대인 시기는 태양의 활동이 가장 활발한 시기라는 의미이므로 그 시기에는 태양에서 일어나는 여러 현상들 또한 매우 강하게 나타난다.

오답 체크

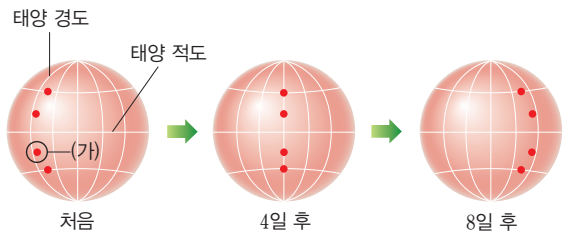
- ㄱ. 2000년에는 흑점 수가 최대인 시기이므로 태양의 활동이 강하다. 따라서 이 시기에는 평균보다 코로나의 크기가 커졌을 것이다.
- ㄴ. 흑점의 수가 변하는 까닭은 태양의 활동이 주기적으로 강해졌다가 약해지기를 반복하기 때문이다.

07 (가)는 흑점으로, 태양을 관측하면 흑점이 이동하는 것을 관찰할 수 있다. 자료에서 흑점은 점점 동쪽에서 서쪽으로 이동한다. 따라서 태양이 서쪽에서 동쪽으로 자전한다는 사실을 알 수 있다. 태양의 흑점 부근에서는 태양 표면에서 대기로 솟아오르는 홍염과 폭발 현상인 플레어가 발생한다.

오답 체크

ㄱ. 흑점의 크기와 모양은 다양하며 태양의 활동 세기에 따라 그 수가 주기적으로 변한다.

자료 다시 보기 흑점과 태양의 자전



- 태양을 관측하면 흑점이 동에서 서로 이동하는 것을 볼 수 있는데, 이를 통해 태양이 서에서 동으로 자전한다는 사실을 알 수 있다.
- 자료를 보면 태양의 적도 부근에 있는 흑점이 더 높은 위도에 위치하는 흑점보다 빠르게 회전하는데, 이를 통해 태양은 위도마다 자전 속도가 다르다는 것을 알 수 있다.

08 신문 기사에는 5월에 태양 활동이 강해지면서 강한 태양풍이 발생하고 지구에 여러 현상이 발생한다는 내용이 나와 있다. 태양 활동의 주기는 약 11년이므로 이로부터 약 11년 후에는 태양 활동이 다시 강해지는 시기가 올 것이다. 따라서 지구에는 무선 전파 통신이 두절되는 델린저 현상이 나타날 수 있다.

오답 체크

- ① 태양 활동이 강해지면 오로라가 더 넓은 지역에 걸쳐 나타난다.
- ② 태양 활동이 강해지면 태양의 자기장도 세지므로 흑점의 수가 증가한다.
- ③ 태양 활동이 강해지면 태양의 대기층인 코로나의 크기가 커진다.
- ④ 태양 활동이 강해지면 홍염과 플레어가 나타나는 횟수가 많아진다.

서술형 문제

93쪽

- 01 (1) (가) 해왕성, (나) 수성, (다) 화성, (라) 토성 (2) 해설 참조
 (3) 해설 참조
 02 해설 참조 (3) 해설 참조
 04 (1) ㉠ 개기일식, ㉡ 11년 (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 해왕성은 파란색으로 보이고 표면에 대기의 소용돌이인 대흑점이 나타나며, 희미한 고리가 있다. 수성은 태양계 행성 중 가장 작고, 대기가 없어 표면에 운석 구덩이가 많다. 화성은 붉은색을 띠고, 극 지역에 얼음과 드라이아이스로 이루어진 극관이 있다. 토성은 표면에 가로 줄무늬가 있고 암석과 얼음으로 이루어진 뚜렷한 고리가 있으며, 많은 위성을 가지고 있다.

(2) (가)는 주로 기체로 이루어진 행성이고, (나)는 주로 암석으로 이루어진 행성이므로 (가)는 (나)보다 평균 밀도가 작다.

(3) (다)는 (라)보다 질량이 작은 행성이다.

채점 기준		배점
(1)	(가)~(라) 행성의 이름을 옳게 쓴 경우	20%
	(가)~(라) 중 행성 하나의 이름을 옳게 쓴 경우	각 5%
(2)	(가)와 (나)의 평균 밀도를 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
	(가)와 (나)의 평균 밀도를 옳게 비교했으나 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(3)	(다)와 (라)의 질량을 비교하여 옳게 서술한 경우	30%

02 **모범 답안** A는 균형추, B는 보조 망원경(파인더)이다. 균형추는 경통부와의 무게 균형을 맞추는 역할을 하고, 파인더는 관측할 천체를 찾을 때 사용한다.

채점 기준		배점
A와 B의 명칭을 옳게 쓰고, 각각의 역할을 옳게 서술한 경우		100%
A와 B의 명칭을 옳게 쓰지 못했으나 각각의 역할을 옳게 서술한 경우		70%
A와 B의 명칭을 옳게 썼으나 각각의 역할을 옳게 서술하지 못한 경우		30%

03 **모범 답안** (1) (가) 시기에는 태양 활동이 강해서 흑점 수가 많고, (나) 시기에는 태양 활동이 약해져서 흑점 수가 적다. (2) 흑점 수가 많아진다. 태양풍이 강해진다. 플레어와 홍염이 자주 나타난다. 코로나의 크기가 커진다. 등

채점 기준		배점
(1)	(가) 시기와 (나) 시기에 태양 활동의 정도를 흑점 수와 관련지어 옳게 서술한 경우	50%
	(가) 시기와 (나) 시기의 흑점 수는 옳게 서술했으나 태양 활동의 정도를 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2)	태양 활동이 활발할 때 태양에서 나타날 수 있는 현상 두 가지를 옳게 서술한 경우	50%
	태양 활동이 활발할 때 태양에서 나타날 수 있는 현상을 한 가지만 옳게 서술한 경우	25%

04 **모범 답안** (1) 개기일식이 일어나면 태양의 광구가 모두 가려지므로 태양의 대기인 채층과 코로나를 잘 관측할 수 있다. 흑점의 수는 약 11년을 주기로 증가와 감소를 반복한다.

(2) 오로라 현상이 자주, 강하게 일어난다. 송전 시설이 고장나 정전이 일어난다. 태양풍이 강해져 북극 항로 운항이 불가능해진다. 자기 폭풍이 발생한다. 델린저 현상이 발생한다. 등

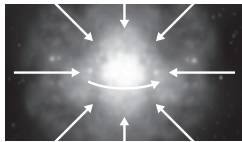
채점 기준		배점
(1)	㉠, ㉡에 들어갈 말을 옳게 쓴 경우	30 %
	㉠, ㉡에 들어갈 말을 한 가지만 옳게 쓴 경우	15 %
(2)	흑점 수가 최대일 때 지구에서 나타날 수 있는 현상 두 가지를 옳게 서술한 경우	70 %
	흑점 수가 최대일 때 지구에서 나타날 수 있는 현상을 한 가지만 옳게 서술한 경우	35 %

◆ 수능 맛보기

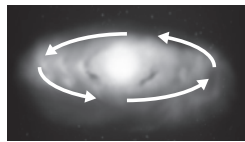
94~95쪽

1-1 ① 1-2 ⑤ 2-1 ⑤ 2-2 ③

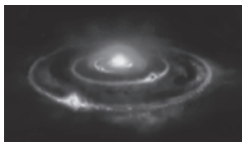
1-1 자료 분석



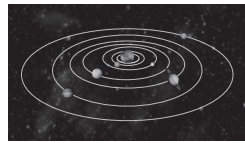
(가) 성운의 중력 수축



(나) 원반 모양 형성



(다) 원시 태양계 형성



(라) 현재 태양계

- 태양계 성운이 중력 수축하면서 회전하여 원반 모양을 형성하였고, 그 중심에서 원시 태양이 생성되었다.
- 태양계 행성들은 원시 태양계의 원반에서 생성되었으므로 행성들의 공전 궤도면은 거의 일치한다.
- 강력한 태양풍으로 인해 원반을 이루는 성분 중 무거운 성분들은 태양 근처에 남아 지구형 행성을, 가벼운 성분들은 태양으로부터 멀리 날아가 목성형 행성을 형성하였다.

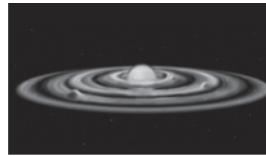
보기 분석

ㄱ. (○) 태양계 성운의 원시 원반에서 미행성체가 뭉쳐져 태양계 행성이 형성되었으므로 행성들의 공전 궤도면은 거의 일치한다.

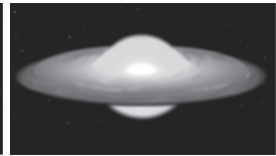
ㄴ. (×) 원시 원반은 시계 반대 방향으로 회전하면서 수축하여 원반 중앙에 원시 태양이 형성되므로 태양의 자전 방향은 시계 반대 방향이고, 회전하는 원반 위에서 형성된 태양계 행성들의 공전 방향도 시계 반대 방향이다. 따라서 태양의 자전 방향과 행성들의 공전 방향은 같다.

ㄷ. (×) 태양계 행성이 형성될 때 무거운 성분은 태양 근처에서 지구형 행성을 만들었고, 가벼운 성분은 태양으로부터 멀리 떨어진 곳에서 목성형 행성을 만들었다. 목성형 행성은 지구형 행성보다 질량이 크고 밀도는 작다. 따라서 태양에서 멀어질수록 행성의 질량은 커지고, 밀도는 작아진다.

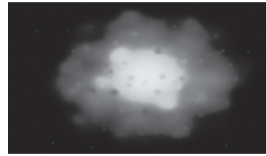
1-2 자료 분석



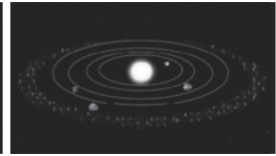
(가) 미행성체 형성



(나) 원시 태양계 원반



(다) 태양계 성운



(라) 원시 행성 형성

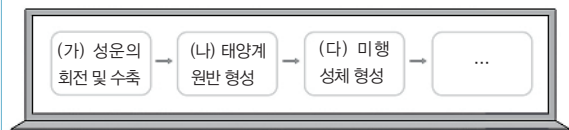
• 태양계의 형성 과정

과정	내용
태양계 성운	가스와 먼지 등으로 이루어진 거대한 태양계 성운이 중력에 의해 수축하기 시작했다.
원시 태양계 원반	성운의 중심부는 점점 뜨거워지며 밀도가 높아졌고, 주변에는 납작한 회전 원반이 형성되었다.
태양과 미행성체 형성	중심부의 압력과 온도가 매우 높아지면서 핵융합 반응이 시작되어 태양이 탄생하였고, 회전 원반에 있는 가스와 먼지들이 뭉쳐지고 충돌하여 미행성체가 형성되었다.
원시 행성 형성	미행성체들이 서로 뭉쳐지고 충돌하면서 원시 행성이 형성되었고, 원시 행성들이 주변 물질을 끌어당겨 합쳐지면서 지금의 행성이 되었다.

보기 분석

태양계 성운이 중력 수축하여 회전하면서 원시 태양계 원반을 형성하였고, 이후 원반에서 미행성체가 뭉쳐져 원시 행성이 형성되었다. 따라서 태양계가 형성된 순서는 (다) → (나) → (가) → (라)이다.

2-1 자료 분석



(가) 단계에서 성운이 수축하면서 성운 중심부의 온도가 높아져, (나) 단계에서 원시 태양은 태양계 원반의 중심부에 위치해, (다) 단계에서 형성된 미행성체들이 충돌을 거쳐 원시 행성을 형성했어.



- (가) 성운의 회전 및 수축: 태양계 성운이 중력으로 인해 수축하고 회전하면서 성운 중심의 온도와 밀도는 점점 높아진다.
- (나) 태양계 원반 형성: 수축하는 성운 주변부는 납작한 원반이 형성되고 중심부는 계속 수축하여 원시 태양을 형성한다.
- (다) 미행성체 형성: 원반에 있는 먼지와 가스들이 서로 충돌하고 합쳐지면서 미행성체가 형성되고, 이 미행성체가 서로 충돌하고 병합하여 원시 행성이 된다.

보기분석

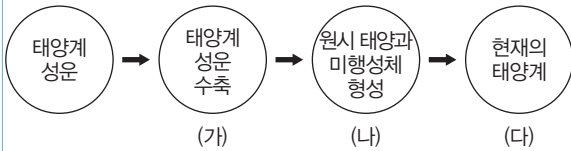
학생 A (○) (가) 단계에서 성운이 수축하면 성운 중심부의 온도는 높아진다.

학생 B (○) (나) 단계에서 원반의 중심의 온도와 밀도가 상승하면서 중심부에서 원시 태양이 형성된다.

학생 C (○) (다) 단계에서 형성된 미행성체들이 충돌하고 병합하여 원시 행성을 생성한다.

2-2

자료 분석



- (가) 태양계 성운의 중력에 의해 성운이 중심으로 수축하기 시작하며, 주변부는 원반 형태로 회전한다.
- (나) 성운의 중력 수축으로 원시 원반의 중심부에서는 원시 태양이 탄생하고 원반 주변부의 가스와 먼지 등이 뭉쳐져 미행성체가 형성된다.
- (다) 미행성체가 충돌하고 뭉쳐져 원시 행성이 형성되고, 원시 행성이 성장하여 지금의 행성이 된다. 태양이 자리 잡은 이후 강력한 태양풍이 원반 내의 남은 가스와 먼지를 날려 태양계가 안정화되었다.

보기분석

ㄱ. (○) 태양계 성운이 중력 수축하면서 주변부는 원반 모양으로 회전한다.

ㄴ. (×) 원시 원반 중심부의 중력 수축으로 온도와 밀도가 높아지면서 원시 태양이 형성되어 수소 핵융합 반응이 시작되고, 이후에도 원시 태양 중심부의 온도와 압력은 계속 높아진다.

ㄷ. (○) (나)에서 미행성체가 형성된 이후 미행성체의 충돌과 병합으로 원시 행성이 형성되므로 (나)에서 (다)로 갈수록 미행성체의 수는 줄어든다.

08 지구와 달의 운동

탐구 확인하기

100~101쪽

01 ④ 02 ②

01 (가)는 동쪽 하늘, (나)는 남쪽 하늘, (다)는 서쪽 하늘, (라)는 북쪽 하늘의 모습이다. 별은 동쪽 하늘에서는 오른쪽으로 비스듬히 떠오르고, 남쪽 하늘에서는 수평 방향으로 동에서 서로 이동하며, 서쪽 하늘에서는 오른쪽으로 비스듬히 진다. 북쪽 하늘에서 관측한 별의 일주 운동은 원형으로 나타나며, 원의 중심에는 북극성이 있다.

오답 체크

- ① (가)는 동쪽 하늘의 모습이다.
- ② (나)에서 별은 수평 방향으로 동에서 서로 이동한다.
- ③ (다)에서 별은 오른쪽으로 비스듬히 지고 있다.
- ⑤ 별의 일주 운동은 지구의 자전으로 나타나므로 (라)에서 별은 1시간에 약 15°씩 회전한다.

02 그림의 실험은 스티로폼 공에 막대를 꽂은 뒤, 전등과 공, 시선을 일직선으로 두어 공에 전등이 가려지는 현상을 관찰하는 것으로, 실험에서 공을 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이면 전등의 오른쪽부터 가려진다.

오답 체크

- ㄱ. 달에 의해 태양이 가려지는 현상인 일식을 알아보기 위한 실험이다.
- ㄷ. 실험을 통해 태양이 달에 가려져 지구에서 태양의 일부 혹은 전체가 보이지 않는 일식의 원리를 이해할 수 있다. 일식은 지구에서 낮은 모든 지역에서 관찰할 수 없다.

실력 플러스 문제

102~103쪽

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

01 지구는 1시간에 약 15°를 자전하므로 지구에서 관측했을 때 별도 1시간에 약 15°를 운동하는 것처럼 보인다. 그림에 나타난 별의 일주 운동은 원형으로 나타나므로 북쪽 밤하늘을 촬영한 사진이다. 또한 별은 약 30°를 이동하였으므로 별을 2시간 동안 촬영한 사진이다. 북쪽 밤하늘에서 별은 시계 반대 방향으로 회전하며 별의 일주 운동의 중심에 있는 별은 북극성이다. 북극성은 지구의 자전축과 같은 방향에 있어 거의 움직이지 않는 것처럼 보인다.

오답 체크

⑤ 별이 일주 운동을 하는 까닭은 지구가 자전하기 때문이다.

02 (가)는 별이 오른쪽 위로 비스듬히 뜨고 있으므로 동쪽 하늘을 관측한 모습이고, (나)는 별이 수평 방향으로 이동하고 있으므로 남쪽 하늘을 관측한 모습이다. 별의 일주 운동은 지구의 자전으로 나타나는 겉보기 운동이다. 지구는 서에서 동으로 자전하므로 지구에서 관측했을 때 별은 동에서 서로 움직이는 것처럼 보인다.

오답 체크

ㄱ. (가)는 동쪽 하늘을, (나)는 남쪽 하늘을 관측한 모습이다.

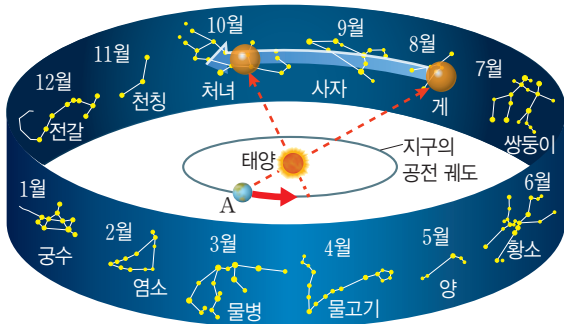
ㄴ. 별의 일주 운동은 지구의 자전으로 나타나는 겉보기 운동이다. 따라서 별이 일주 운동을 하는 방향은 지구의 자전 방향과 반대이다.

03 지구가 A에 있을 때 태양은 계자리에 위치하고, 이후 지구가 태양 주위를 공전하면 태양의 위치는 9월에는 사자자리, 10월에는 처녀자리 부근으로 변한다. 이렇게 지구의 공전으로 인해 태양이 하루에 약 1°씩 별자리 사이를 이동하는 것처럼 보이는 현상을 태양의 연주 운동이라고 한다.

오답 체크

ㄱ. 지구가 A에 위치할 때 태양은 계자리 부근을 지나가고 있으며 지구의 한밤중 남쪽 하늘에서 염소자리를 관측할 수 있다.

자료 다시 보기



- 지구는 1년에 한 바퀴씩 서쪽에서 동쪽으로 태양 주위를 공전한다. 이 때문에 별자리는 하루에 약 1°씩 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 것처럼 보이는데, 이를 별의 연주 운동이라고 한다.
- 마찬가지로 태양은 지구의 공전으로 인해 하루에 약 1°씩 서쪽에서 동쪽으로 별자리 사이를 이동하는 것처럼 보이는데, 이를 태양의 연주 운동이라고 한다.
- 태양이 위치하는 곳에 있는 별자리는 태양과 함께 뜨고 지므로 지구에서 관측할 수 없고, 태양의 정반대쪽에 위치하는 별자리는 지구의 한밤중 남쪽 하늘에서 관측할 수 있다.
- 지구의 공전에 따른 태양의 위치

월	태양의 위치	지구에서 한밤중 남쪽 하늘에서 보이는 별자리
8월	계자리	염소자리
9월	사자자리	물병자리
10월	처녀자리	물고기자리

04 지구에서 오랜 기간 동안 같은 시각에 같은 장소에서 별을 관측하면 별은 하루에 약 1°씩 밤하늘을 이동하는 것처럼 보인다. 이러한 현상을 별의 연주 운동이라고 하며, 지구의 공전으로 인해 나타난다. 지구에서 관측했을 때 별은 매일 동에서 서로 조금씩 이동하는 것처럼 보인다.

오답 체크

① 별의 일주 운동은 하루 동안 별의 움직임이다. 문제에서 관측한 별자리는 3개월 동안 같은 시각에 같은 장소에서 관측하였으므로 별의 연주 운동을 보여 준다.

② 지구는 매일 약 1°씩 공전하므로 지구에서 관측했을 때 별자리는 매일 약 1°씩 이동하는 것처럼 보인다.

④ 별은 지구의 공전 방향과 반대 방향으로 매일 조금씩 이동하는 것처럼 보이므로 별자리는 매일 조금씩 동에서 서로 이동한다.

⑤ 별자리는 동에서 서로 이동하므로 관측 순서는 (가) → (다) → (나)이다.

05 달의 위상은 달이 ㉠에 있을 때는 상현, ㉡에 있을 때는 망, ㉢에 있을 때는 하현, ㉣에 있을 때는 그믐, ㉤에 있을 때는 삭이다. 달이 지구 주위를 공전하는 데는 약 30일이 걸리므로 달이 삭에서 망이 될 때까지는 약 15일이 걸린다.

오답 체크

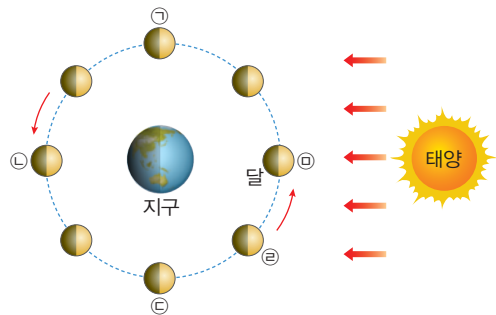
① 달이 ㉣에 위치할 때는 지구에서 달 표면에 햇빛이 반사되는 부분이 보이지 않으므로 삭으로 관측된다.

② 상현달은 음력 7~8일경에 볼 수 있다.

③ 달이 ㉠에 위치할 때의 위상은 상현이고 ㉡에 위치할 때의 위상은 하현으로, 두 위상은 다르다.

⑤ 달이 ㉣에 위치할 때 지구에서 그믐달로 관측된다.

자료 다시 보기 달의 위상



• 달의 위상

구분	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
위상					
관측 일	음력 7~8일경	음력 15일	음력 22~23일경	음력 26~27일경	음력 30일경

06 매일 같은 시각에 달을 관측하면 달의 위상이 달라지고 위치가 이동하는 것을 관찰할 수 있다. A일 때 달의 위상은 달의 오른쪽 절반 부분만 밝게 보이는 상현이다. 이렇게 달의 위상이 달라지는 까닭은 달의 공전으로 지구에서 보았을 때 달 표면이 태양 빛을 받는 면적이 계속 변하기 때문이다.

오답 체크

ㄴ. 매일 같은 시각에 달을 관측하면 관측 기간 동안 달은 초승에서 망으로 위상이 변화였고, 매일 조금씩 서쪽에서 동쪽으로 이동하였다.

07 그림과 같이 태양, 지구, 달이 일직선상에 위치하면 달이 지구 그림자에 가려지는 월식 현상이 일어난다. 월식은 지구에서 밤이 되는 모든 지역에서 관측할 수 있다. 달이 A를 지날 때는 달이 지구 그림자에 모두 가려져 붉게 보이고, 달이 지구의 본그림자에 일부만 걸쳐져 있을 때는 달의 일부분이 지구의 그림자에 가려져 보이지 않는 부분월식을 관측할 수 있다.

오답 체크

- ① 달이 A를 지날 때는 달이 전체적으로 붉어지는 개기월식을 볼 수 있다.
- ③ 달이 지구의 본그림자에 들어가기 시작하면 달의 왼쪽부터 가려진다.
- ④ 달이 지구의 반그림자에 들어가면 달이 약간 어두워져 보일 뿐 달의 일부가 가려져 보이지는 않는다.
- ⑤ 달이 A를 지나면 달이 지구의 그림자에 가려져 개기월식이 일어나게 되고, 이때 달은 보이지 않는 것이 아니라 전체적으로 붉게 보인다.

08 (가)는 부분일식, (나)는 개기월식이다. 부분일식은 태양, 달, 지구 순으로 일직선상에 놓였을 때 달의 반그림자에 있는 지역에서 관측할 수 있다. 개기월식은 달이 지구의 본그림자 안에 모두 들어갔을 때 나타나며, 지구에서 밤인 모든 지역에서 관측할 수 있다.

오답 체크

- ㄴ. 일식이 나타날 때 태양, 달, 지구 순으로 일직선상에 위치하므로 달의 위상은 삭이다.
- ㄷ. 개기월식은 달이 지구의 본그림자 안에 들어가 있는 상태이다.

◆ **최상위 도전 문제**

104~105쪽

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

01 북쪽 하늘에서 별은 북극성을 중심으로 시계 반대 방향으로 회전하며 일주 운동한다. 별은 한 시간에 약 15° 회전하므로 이날 21시부터 자정까지 별은 약 45°를 반시계 방향으로 회전한다. 따라서 자정에 별 A와 B는 21시보다 지평선에 가까이 위치한다.

오답 체크

ㄷ. 북쪽 하늘에서 별은 1시간 동안 약 15° 회전한다. 따라서 별이 1시간 동안 일주 운동을 하여 만드는 호의 중심각은 A와 B가 같다.

02 (가)에서 별의 일주 운동은 동쪽과 서쪽에서 수직 방향으로 나타나고, 남쪽과 북쪽에서 반원의 형태로 보인다. 이러한 일주 운동 모습은 적도 지방에서 나타난다. 따라서 적도 지방에서는 북쪽 하늘에서 별들이 북극성을 중심으로 회전하는 원형 궤적의 모습을 볼 수 없다. (나)에서 별의 일주 운동은 동쪽과 서쪽에서 비스듬한 방향으로 나타나고, 남쪽에서는 수평 방향, 북쪽에서는 원의 형태로 보인다. 이러한 일주 운동의 모습은 우리나라와 같은 중위도 지방에서 나타난다.

오답 체크

ㄱ. (가)는 적도 지방의 일주 운동 모습으로, 북극 지방에서는 북극성이 천정 부근에 위치한다. 따라서 모든 방향에서 별이 수평선과 나란하게 일주 운동하며, 별이 뜨거나 지지 않는다.

03 실험에서 전등은 태양, 관찰자는 지구를 나타낸다. 관찰자가 (가)~(라)에 위치할 때 전등 쪽에 있는 별자리는 각각 궁수자리, 물고기자리, 쌍둥이자리, 처녀자리이고, 전등의 반대쪽에 있는 별자리는 각각 쌍둥이자리, 처녀자리, 궁수자리, 물고기자리이다. 관찰자가 시계 반대 방향으로 이동하면 별자리 그림을 배경으로 전등의 위치가 변한다. 따라서 이 실험을 통해 별자리를 배경으로 태양이 이동하는 태양의 연주 운동을 설명할 수 있다. 또한 관찰자가 이동함에 따라 전등의 반대편에 보이는 별자리가 달라지는데, 이러한 실험 결과를 통해 지구의 공전으로 계절에 따라 밤하늘의 별자리가 달라짐을 알 수 있다.

오답 체크

④ 지구가 (라) 위치라면 태양 쪽에 있는 별자리는 처녀자리이고, 한밤중 남쪽 하늘에서 볼 수 있는 별자리는 물고기자리이다.

04 지구는 태양 주위를 서에서 동으로 공전한다. 따라서 지구에서 매일 같은 시간에 관측했을 때 태양은 별자리를 배경으로 서에서 동으로 이동하는 것처럼 보인다. 이를 태양의 연주 운동이라고 한다. 지구는 태양 주위를 1년에 한 바퀴 공전하므로 지구에서 보았을 때 태양은 별자리를 배경으로 12개월 후에 처음 위치로 돌아오는 것처럼 보인다. 별도 매일 같은 시간에 같은 하늘을 관측하면 지구의 공전으로 지구 공전 방향과 반대 방향인 동에서 서로 이동하는 것처럼 보이는데, 이를 별의 연주 운동이라고 한다. 따라서 그림의 별자리를 관측한 순서는 (가) → (다) → (나)이다.

05 (가)는 상현, (나)는 망, (다)는 하현이다. 달은 태양 빛을 반사하여 밝게 보이는데, 달은 지구 주위를 공전하므로 지구에서 관측했을 때 달이 밝게 보이는 면적은 계속 달라지게 된다. 또한 달은 공전 주기와 자전 주기가 같아서 지구에서는 달의 한쪽 면만 관측할 수 있다. 달의 위상이 망일 때 달은 태양과 가장 멀어지고, 태양이 지는 초저녁에 떠서 태양이 뜨는 새벽에 진다. 달의 위상이 망일 때 태양, 지구, 달이 일직선상에 위치하게 되면 달이 지구 그림자에 가려지는 월식이 일어난다.

오답 체크

① 달은 (나)의 위상에서 (다)의 위상으로 변하므로 (나)와 (다) 사이에는 (나)의 위상에서 오른쪽이 조금 가려진 위상을 관측할 수 있다.

06 (가)는 상현달로, 해가 진 직후 남쪽 하늘에서 관측된다. (나)는 보름달로, 해가 진 직후 동쪽 하늘에서 관측할 수 있다. 보름달은 태양, 지구, 달 순으로 위치할 때 지구에서 관측할 수 있다.

오답 체크

ㄱ. (가)는 음력 7~8일경에, (나)는 음력 15일경에 관측할 수 있다.

ㄴ. (나)를 관찰한 뒤 7일 뒤에 달의 위상은 하현이지만, 같은 장소, 같은 시간에 하현달은 뜨지 않으므로 관측할 수 없다. 하현달은 자정에 동쪽 하늘에서 뜨고, 해가 뜰 때 남쪽 하늘에서 관측된다.

07 개기일식이 진행되면 태양의 오른쪽 부분이 먼저 가려지고 이후 태양이 완전히 가려진 뒤 다시 오른쪽 부분부터 조금씩 보이게 된다. 따라서 일식이 진행되는 방향은 B이다. 개기일식은 지구 표면에서 달의 본그림자가 이동하는 일부 지역에서만 관측할 수 있다.

오답 체크

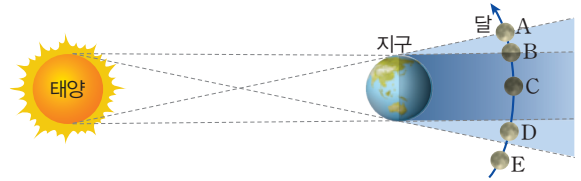
ㄱ. 일식은 태양의 표면을 달이 가려서 발생한다. 따라서 태양 표면을 가리는 그림자는 달의 그림자이다.

08 그림에서 달이 C에 위치하면 개기월식이 일어나는데, 개기월식이 일어나면 달 표면 전체가 붉은빛을 띤다. 월식은 지구에서 밤이 되는 모든 지역에서 관측할 수 있다.

오답 체크

ㄱ. 부분월식이 일어날 때는 달이 B에 위치할 때이다. 달이 지구의 반그림자에 가려지면 살짝 어두워질 뿐 달이 가려지지는 않는다.

자료 다시 보기 월식



- 월식은 태양, 지구, 달이 일직선상에 위치할 때 나타난다.
- 달이 B에 위치할 때: 달의 일부가 지구의 본그림자에 가려져 부분월식이 나타난다.
- 달이 C에 위치할 때: 달의 전체가 지구의 본그림자에 가려지고, 달의 표면이 전체적으로 붉은 빛을 띤다.
- 달이 지구의 반그림자에 들어가는 경우에는 달이 살짝 어두워질 뿐 월식이 일어나지는 않는다.

서술형 문제

106쪽

- 01** (1) B → A (2) 해설 참조 **02** (1) (다), (나), (가) (2) 해설 참조
03 (1) 삭: D, 망: B (2) 해설 참조
04 (1) 개기일식: A, 부분일식: E (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 북쪽 하늘에서 별은 시계 반대 방향으로 회전한다. 따라서 카시오페이아자리 이동 방향은 B → A이다. (2) 별은 한 시간에 약 15°를 일주 운동한다. 카시오페이아 자리는 45° 이동하였으므로 3시간 동안 관측한 것이다.

채점 기준		배점
(1)	카시오페이아자리의 이동 방향을 옳게 쓴 경우	30%
	몇 시간 동안 관측했는지 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
(2)	몇 시간 동안 관측했는지 옳게 썼으나 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

02 **모범 답안** (1) 별은 매일 조금씩 동에서 서로 이동하므로 관측 순서는 (다) → (나) → (가)이다. (2) 태양은 별자리를 기준으로 서에서 동으로 이동한다. 이는 지구가 태양 주위를 공전하기 때문에 태양이 별자리 사이를 이동하는 것처럼 보이는 것이다.

채점 기준		배점
(1)	관측 순서를 옳게 쓴 경우	30%
	태양의 이동 방향을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
(2)	태양의 이동 방향을 옳게 썼으나 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

03 **모범 답안** (1) 달이 삭으로 보일 때는 달의 밝은 부분이 지구에서 보이지 않으므로 달이 D에 위치할 때이고, 달이 망으로 보일 때는 달의 둥근 표면 전체가 밝게 보이므로 달이 B에 위치할 때이다.

(2) (가) 월식은 달이 B에 위치할 때 일어날 수 있다.

채점 기준		배점
(1)	달이 삭과 망으로 보일 때를 모두 옳게 쓴 경우	40%
	달이 삭과 망으로 보일 때를 한 가지만 옳게 쓴 경우	20%
(2)	틀린 내용의 기호를 옳게 쓰고, 옳게 고쳐서 서술한 경우	60%
	틀린 내용의 기호를 옳게 쓰고, 옳게 고쳐서 서술하지 못한 경우	20%

04 **모범 답안** (1) 개기일식이 관측되는 지역은 달의 본그림자에 있는 지역이므로 A이고, 부분일식이 관측되는 지역은 달의 반그림자에 있는 지역이므로 E이다.

(2) 일식은 태양, 달, 지구가 일직선상에 놓여 있을 때 달이 태양을 가리면서 발생하며, 태양의 오른쪽부터 가려진다.

채점 기준		배점
(1)	개기일식과 부분일식이 관측되는 지역을 모두 옳게 쓴 경우	30%
	개기일식과 부분일식이 관측되는 지역 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	15%
(2)	일식이 일어나는 까닭과 태양이 가려지는 방향을 옳게 서술한 경우	70%
	태양이 가려지는 방향은 옳게 서술하였으나 일식이 일어나는 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

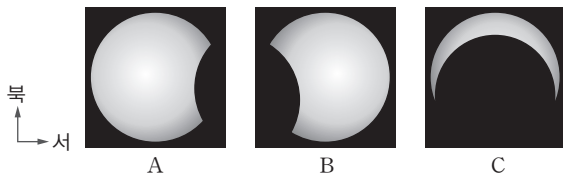
◆ **수능 맛보기**

107쪽

1-1 ④ 1-2 ③

1-1

자료 분석



- 부분일식은 태양의 일부가 달에 가려져 보이지 않는 현상이다.
- 일식이 진행될 때 태양의 오른쪽부터 가려진다. 따라서 위의 자료에서 일식의 진행 과정은 A → C → B이다.

보기 분석

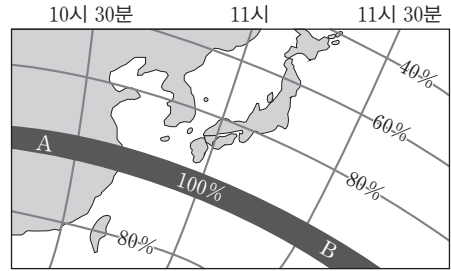
ㄱ. (×) C일 때는 태양의 광구가 모두 가려진 것은 아니기 때문에 코로나를 육안으로 관측할 수 없다.

ㄴ. (○) 부분일식은 A → C → B 순으로 진행되었다.

ㄷ. (○) 일식이 일어나면 태양의 오른쪽(서쪽)에 있던 달이 태양의 왼쪽(동쪽)에 위치하게 되므로 태양이 달보다 서쪽에 위치하게 된다. 따라서 이날 저녁에 태양은 달보다 먼저 진다.

1-2

자료 분석



- 태양이 최대 가려지는 비율이 100%인 지역은 개기일식을 관측할 수 있다.
- 태양이 최대 가려지는 비율이 높은 지역일수록 달이 태양의 표면을 가리는 면적이 넓다.
- 지구에 투영되는 달의 그림자는 서쪽에서 동쪽으로 이동하므로 A에서 B로 이동한다.
- 우리나라에서는 10시 50분경 태양 표면이 약 80% 가려지는 부분일식을 관측할 수 있다.

보기 분석

ㄱ. (○) 이날 우리나라에서는 부분일식을 관측할 수 있다. 일식이 발생하면 달은 태양보다 서쪽에 위치해 있다가 태양의 오른쪽을 가리면서 서에서 동으로 이동하므로 일식이 끝나면 태양보다 동쪽에 위치하게 된다. 따라서 이날 우리나라에서 달은 태양보다 먼저 뜨고 태양보다 나중에 진다.

ㄴ. (○) 지구에 투영되는 달의 그림자는 서에서 동으로 이동하므로 A에서 B로 이동한다.

ㄷ. (×) 우리나라에서는 10시 50분경에 태양 표면이 약 80% 가려지는 부분일식을 관측할 수 있다. 개기일식을 관측할 수 있는 지역은 지도에서 태양이 최대 가려지는 비율이 100%인 곳이다.

09 은하와 우주

▶ 탐구 확인하기

112~113쪽

01 ③ 02 ⑤

01 (가)는 구상 성단, (나)는 산개 성단이다. 구상 성단은 붉은 색을 띠는 별로 이루어져 있고 별의 나이는 대체로 많으며, 상대적으로 온도가 낮다. 구상 성단은 우리은하의 중심부와 헤일로에 많이 분포한다. 산개 성단은 푸른색을 띠는 별로 이루어져 있고 별의 나이는 대체로 적으며, 상대적으로 온도가 높다. 산개 성단은 우리은하의 나선팔에 많이 분포한다.

02 그림은 풍선에 붙임딱지를 붙이고 바람을 불어 넣은 뒤 붙임딱지의 모습을 관찰하는 실험으로, 우주의 팽창을 간접적으로 알아볼 수 있다. 풍선이 커지면 풍선이 작았을 때보다 붙임딱지와 붙임딱지 사이의 거리는 멀어진다. 또한 어떤 붙임딱지에서 더 멀리 있는 붙임딱지일수록 더 많이 멀어진다. 마찬가지로 우주가 팽창하면 우주에 있는 은하들은 서로 멀어지고, 더 멀리 떨어진 은하일수록 더 빠르게 멀어진다.

▶ 실력 플러스 문제

114쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ②

01 우리은하는 중심부에 막대 모양이 있고, 주변부에 나선팔이 있는 막대나선 은하이다. 우리은하의 지름은 약 30000 pc(약 10만 광년)이다. ㉠은 우리은하의 나선팔로, 나선팔에는 비교적 젊은 별들이 많으며 별의 형성이 활발한 영역이다. ㉡은 우리은하의 중심부로, 은하 형성 초기에 만들어져 대부분 오래된 별들이 많다. ㉢은 우리은하를 둘러싸는 외곽 영역인 헤일로로, 헤일로의 별들은 은하 형성 초기에 만들어진 오래된 별들이다.

오답 체크

- ① 태양계는 나선팔(㉠)에 위치한다.
- ② 헤일로는 은하 중심부와 나선팔보다 별의 밀도가 매우 희박하다.
- ③ 구상 성단은 주로 은하 중심부(㉡)에 위치한다.
- ④ 우리은하는 중심부에 막대 모양이 있고, 주변부는 나선팔로 이루어진 막대나선 은하에 속한다.

02 (가)는 구상 성단, (나)는 산개 성단이다. 산개 성단은 구상 성단보다 비교적 최근에 형성된 젊은 별들로 이루어져 있다. 산개 성단은 주로 우리은하의 나선팔에 분포하고, 구상 성단은 주로 우리은하의 중심부와 헤일로에 분포한다.

오답 체크

ㄷ. 구상 성단은 비교적 나이가 많은 별들로 이루어져 있는데, 나이가 많은 별은 에너지를 많이 소모하여 표면 온도가 낮다. 반면 산개 성단은 비교적 나이가 적은 별들로 이루어져 있으므로 상대적으로 표면 온도가 높다.

자료 다시 보기 성단



(가) 구상 성단



(나) 산개 성단

• 구상 성단과 산개 성단의 비교

구분	구상 성단	산개 성단
별의 수	수만~수백만 개	수십~수만 개
별의 나이	많음 (100억 년 이상)	적음 (수천만~수억 년)
표면 온도	낮음	높음
금속 함량	낮음	높음
위치	은하 중심부 또는 헤일로	은하의 나선팔

• 구상 성단은 초기 우주에서 형성된 별들로 이루어져 있어 금속 함량이 비교적 낮지만, 산개 성단은 후기 세대의 별들로 이루어져 있어 금속 함량이 비교적 높다.

03 대폭발 우주론은 우주는 모든 물질과 에너지가 모인 매우 뜨겁고 작은 한 점에서 대폭발로 인해 시작되었다는 이론이다. 대폭발 우주론에 따르면 대폭발로 팽창하여 만들어진 우주는 지금도 계속해서 팽창하고 있다. 우주 공간은 특별한 중심 없이 팽창하며, 우주의 팽창으로 은하들은 서로 멀어지고 있다. 또한 우주의 어느 지점에서 관측하더라도 은하들은 관측자로부터 멀어지고 있다.

오답 체크

② 과거의 우주는 크기가 매우 작고 온도는 매우 높았다. 우주는 팽창하면서 크기가 커지고 온도는 낮아졌다.

04 로켓의 진동을 제어하고, 우주선 내부의 진동을 완화하기 위해 사용하는 내진 장치는 지진의 피해를 줄이기 위해 건물과 구조물을 지을 때 적용한다. 형상 기억 합금은 온도나 외부 자극에 따라 원래의 모양으로 돌아오는 금속으로, 탄성력이 좋고 모양이 쉽게 변하지 않는다. 형상 기억 합금은 아폴로 11호 안테나에 처음 사용되었고, 우리 생활에서는 치아 교정기나 안경테, 수술용 도구 등에 사용된다.

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ⑤ 05 ②
 06 ① 07 ③

01 우리은하를 위에서 보면 중심부는 막대 모양으로, 주변부는 나선팔이 있는 나선형 모양으로 보인다. 태양계는 우리은하의 나선팔에 위치하며 은하 중심에서 약 8500 pc 떨어져 있다. 지구에서는 여름철 밤하늘에서 은하 중심 방향을 관측할 수 있다. 따라서 은하수는 여름철에 가장 넓고 뚜렷하게 관측된다.

오답 체크

ㄴ. 우리은하의 지름은 약 30000 pc, 약 10만 광년이다. 따라서 (가)에서 출발한 빛이 (나)에 도착하려면 약 10만 년이 걸린다.

02 우리은하는 위에서 보면 중심부는 막대 모양, 주변부는 나선팔이 있는 막대나선 은하이고, 옆에서 보면 중심부가 부풀어 있는 납작한 원반 모양으로 보인다. 우리은하는 지름이 약 30000 pc(약 10만 광년)이고, 약 2000억 개의 별들을 포함한다. 태양은 은하 중심부에서 약 8500 pc(약 3만 광년) 떨어진 나선팔에 위치한다. 지구에서 밤하늘의 은하면에 있는 별들이 띠 모양으로 관측되는 것을 은하수라고 한다.

오답 체크

⑤ 우주 형성 초기에 만들어진 별들은 우리은하의 중심부에 분포하고, 비교적 최근에 만들어진 별들은 은하의 나선팔에 분포한다.

03 지구에서 은하수를 관측할 때는 궁수자리 쪽을 보았을 때 가장 넓고 밝게 관측할 수 있다. 은하의 중심부는 먼지와 가스로 가려져 있어서 지구에서 은하수를 관측했을 때 이러한 성간 물질이 뒤에서 오는 별빛을 가려 은하수에서 어둡게 보이는 부분(A)이 나타난다. 따라서 은하의 중심부는 가시광선으로는 관측하기 힘들기 때문에 전파나 적외선 등을 이용해 관측한다.

오답 체크

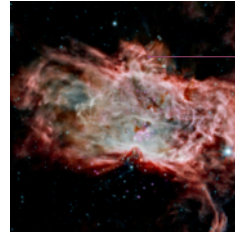
ㄱ. A 부분이 어둡게 보이는 까닭은 우주 공간의 먼지와 티끌, 가스 등으로 이루어진 성간 물질이 뒤에서 오는 별빛을 가리기 때문이다.

04 방출 성운은 스스로 빛을 내는 성운으로, 주변에 있는 뜨거운 별빛을 흡수하여 가스를 이온화시키고, 이온이 다시 전자와 만나 원래의 상태로 돌아가면서 에너지를 방출하여 빛을 낸다.

오답 체크

- ① 성운은 성간 물질이 모여 구름처럼 보이는 천체로, 수십~수십만 개의 별들이 모여 있는 천체는 성단이다.
 ② 말머리성운은 암흑 성운으로, 암흑 성운은 방출 성운과 달리 어둡게 보이는 성운이다.
 ③ 성간 물질이 주변에 있는 별빛을 반사하여 밝게 보이는 성운은 반사 성운이다.
 ④ 그림의 성운이 붉게 보이는 까닭은 이온이 다시 전자와 만나면서 방출하는 빛이 주로 붉은색 빛이기 때문이다.

자료 다시 보기 성운



성운은 우주에 있는 가스와 티끌 등이 모여 구름처럼 보이는 천체를 말한다. 성운은 별이 탄생하는 곳이자, 별이 죽어서 만들어지는 가스, 먼지들이 모여 있는 곳이기도 하다.

▲ 방출 성운(불꽃 성운)

· 성운의 종류

종류	특징
방출 성운	뜨거운 별빛으로 가스가 이온화된 후 다시 전자와 재결합하며 빛을 방출함
반사 성운	별빛이 가스와 먼지에 반사되어 빛남
암흑 성운	빛을 거의 내지 않으며, 배경의 별빛을 차단하여 어둡게 보임

05 (가)는 구상 성단, (나)는 암흑 성운 중 하나인 석탄자루성운이다. 구상 성단은 붉은 빛을 내는 별들이 구형으로 모여 있는 천체이다. 암흑 성운은 성운을 이루는 가스와 먼지가 멀리서 오는 별빛을 차단하여 어둡게 보인다.

오답 체크

ㄱ. (가)는 구상 성단이므로 별들이 모여 있는 천체이고, 스스로 빛을 낸다.

ㄴ. (가)는 구상 성단으로, 붉은빛의 별들이 구형으로 모여 있는 천체이다. 플레이아데스성단과 같은 종류의 성단은 산개 성단이다.

06 우주는 팽창하기 때문에 은하 사이의 거리는 점점 멀어진다. 더 멀리 떨어진 은하일수록 더 빠르게 멀어지며, 어느 지점에서 관측하더라도 은하는 관측 지점에서 멀어진다.

오답 체크

ㄴ. A에서 E까지의 거리는 D까지의 거리보다 멀다. 멀리 떨어진 은하일수록 더 빠르게 멀어지므로 A와 E가 멀어지는 속도는 A와 D가 멀어지는 속도보다 빠르다.

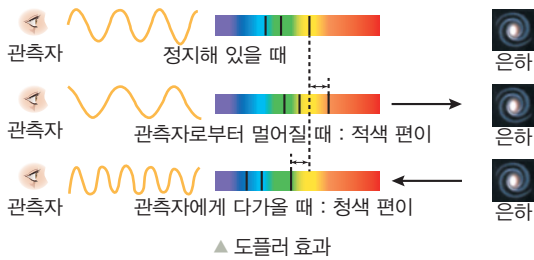
ㄷ. 은하 A에서 다른 은하를 관측하면 모든 은하는 멀어지는 것처럼 보인다.

07 먼 은하에서 오는 별빛의 파장이 원래 파장보다 더 길어지는 것을 적색 편이라고 한다. 허블이 우주를 관측했을 때 수많은 천체들이 모두 적색 편이로 보였다는 것은 모두 관측 지점으로부터 멀어지고 있다는 것을 의미한다. 따라서 이를 통해 허블은 우주가 팽창하고 있다는 것을 알아내었다. 우주는 팽창하고 있기 때문에 은하는 서로 멀어지며, 거리가 먼 은하일수록 더 빠르게 멀어진다. 따라서 우리 은하에서 더 멀리 있는 은하일수록 적색 편이가 크게 나타난다.

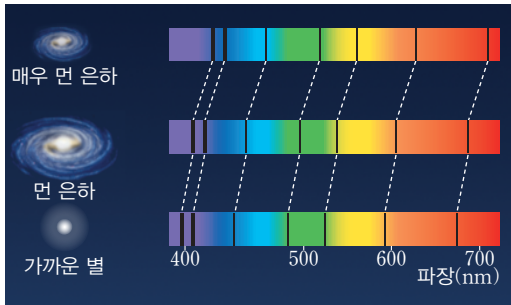
오답 체크

③ 거리가 매우 먼 은하의 스펙트럼에서는 흡수선이 적색 쪽으로 이동하는 적색 편이가 나타난다. 따라서 은하가 지구에서 멀어지고 있음을 알 수 있다.

자료 다시 보기 은하의 적색 편이



- 도플러 효과: 파동(빛, 소리 등)이 발생하는 곳과 관측자가 서로 가까워지거나 멀어질 때 파장이 변하는 현상이다.
- 파동이 발생하는 곳과 관측자가 서로 가까워지면 파장이 짧아지는 청색 편이가 발생하고, 서로 멀어지면 파장이 길어지는 적색 편이가 발생한다.



- 우주에 있는 먼 은하로부터 오는 빛의 스펙트럼은 파장이 긴 적색 쪽으로 이동하는 적색 편이가 나타나며, 이는 은하가 지구로부터 멀어지고 있음을 의미한다.
- 은하의 적색 편이는 빅뱅 이론의 근거가 되었고, 적색 편이를 이용하면 우주의 팽창 속도와 거리를 구할 수 있다.

◆ 서술형 문제

117쪽

- 01 (1) 은하수 (2) 해설 참조 02 해설 참조
 03 (1) (가) A, (나) B (2) 해설 참조
 04 (1) (가) 암흑 성운, (나) 방출 성운, (다) 반사 성운 (2) 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 천상열차분야지도 중앙을 가로지르며 곡선 형태의 띠로 그려진 부분은 은하수를 묘사한 것이다.
 (2) 지구에서 d 방향으로 우리은하의 중심부를 관측할 수 있는 여름철에 A를 가장 잘 관측할 수 있다.

채점 기준		배점
(1)	A의 의미를 옳게 쓴 경우	30%
(2)	지구에서 A가 가장 잘 관측되는 때를 우리은하에서의 방향 d를 이용해 옳게 서술한 경우	70%
	A가 가장 잘 관측되는 때와 방향 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30%

02 **모범 답안** 풍선을 크게 불면 불임까지 사이의 거리는 서로 멀어진다. 이를 통해 우주가 팽창하면 우주 공간에 있는 은하들이 서로 멀어진다는 사실을 알 수 있다.

채점 기준		배점
실험 결과와 실험을 통해 알 수 있는 사실을 옳게 서술한 경우		100%
실험 결과는 옳게 서술했으나 실험을 통해 알 수 있는 사실을 옳게 서술하지 못한 경우		40%

03 **모범 답안** (1) 구상 성단은 우리은하의 중심부(A)에 위치하고, 산개 성단은 우리은하의 나선팔(B)에 위치한다.
 (2) (가)의 별들은 나이가 많아서 대부분 에너지를 많이 소모하였으므로 비교적 온도가 낮고, (나)의 별들은 나이가 적어서 에너지를 많이 방출하므로 비교적 온도가 높다.

채점 기준		배점
(1)	(가), (나)가 우리은하에 주로 분포하는 곳을 옳게 찾아 쓴 경우	30%
(2)	(가)와 (나)를 이루는 별들의 온도를 옳게 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
	(가)와 (나)를 이루는 별들의 온도를 옳게 비교했으나 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	30%

04 **모범 답안** (1) (가)는 암흑 성운인 말머리성운이고, (나)는 방출 성운인 오리온성운, (다)는 반사 성운인 마귀할멈성운이다.

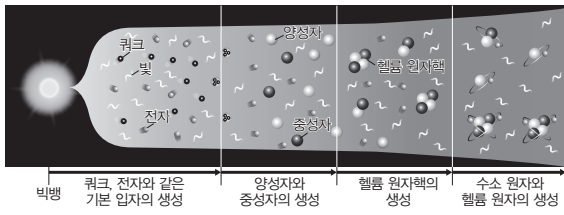
(2) (가)는 성간 물질이 뒤에서 오는 별빛을 가려 어둡게 보인다. (나)는 근처에 있는 별빛을 흡수하여 스스로 빛을 내므로 밝게 보인다.

채점 기준		배점
(1)	(가)~(다)는 각각 어떤 종류의 성운인지 옳게 쓴 경우	30%
	(가)~(다) 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	각 10%
(2)	(가)는 어둡게 보이고, (나)는 밝게 보이는 까닭을 옳게 서술한 경우	70%
	(가)는 어둡게 보이고, (나)는 밝게 보이는 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30%

1-1 ① 1-2 ⑤ 2-1 ① 2-2 ④

1-1

자료 분석



• 빅뱅 이후 원자가 생성되는 과정

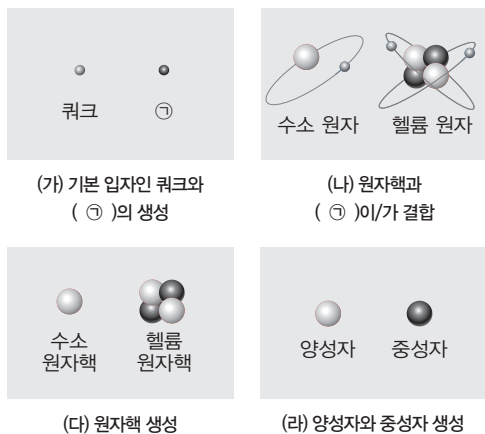
과정	내용
기본 입자 생성	기본 입자인 쿼크와 전자가 생성됨
양성자 중성자 생성	쿼크가 결합하여 양성자(수소 원자핵)와 중성자가 생성됨
헬륨 원자핵 생성	양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성됨
중성 원자 생성	양성자와 전자가 결합하여 수소 원자가, 헬륨 원자핵과 전자가 결합하여 헬륨 원자가 생성됨

보기 분석

- ㄱ. (x) 빅뱅 이후 우주는 계속해서 팽창하면서 온도가 낮아졌다.
- ㄴ. (o) 빅뱅 직후 만들어진 쿼크, 전자와 같은 기본 입자들이 결합하여 양성자, 중성자가 만들어졌고 양성자, 중성자, 전자가 결합하여 원자가 생성되었다.
- ㄷ. (x) 수소 원자핵은 양성자로, 양성자는 쿼크가 결합하여 생성되었고 헬륨 원자는 헬륨 원자핵이 만들어진 뒤 전자와 결합하여 생성되었다.

1-2

자료 분석



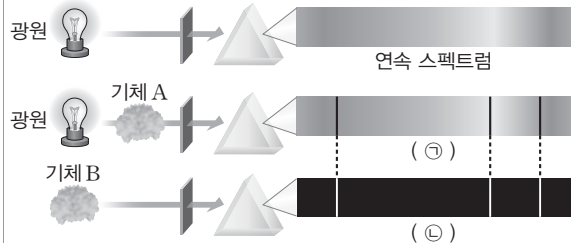
- 빅뱅 직후 생성된 기본 입자는 쿼크와 전자(㉠)이다.
- 중성 원자는 원자핵과 전자(㉠)가 결합하여 생성되었다.
- 초기 우주에서 생성된 입자를 순서대로 나열하면 기본 입자(쿼크, 전자) → 양성자와 중성자 → 헬륨 원자핵 → 원자이므로 원자가 생성되는 과정은 (가) → (라) → (다) → (나) 순이다.

보기 분석

- ㄱ. (o) 빅뱅 직후 생성된 기본 입자는 쿼크와 전자이고, 원자는 원자핵과 전자가 결합하여 만들어지므로 ㉠은 전자이다.
- ㄴ. (o) 수소 원자핵은 양성자 1개로 구성된다.
- ㄷ. (o) 원자가 생성되는 과정은 (가) 기본 입자 생성 → (라) 양성자와 중성자 생성 → (다) 원자핵 생성 → (나) 중성 원자 생성 순이다.

2-1

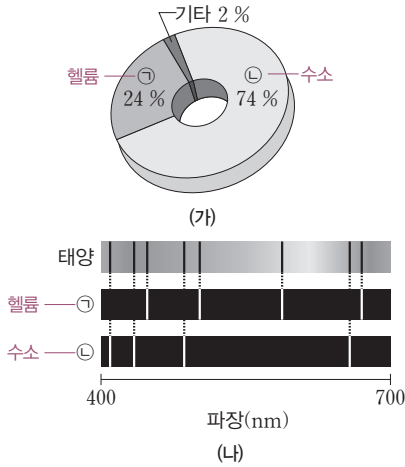
자료 분석



- 광원에서 나오는 빛에서 저온의 기체가 특정 파장의 빛만 흡수하여 연속 스펙트럼 배경에 흡수선이 나타나는 스펙트럼을 흡수 스펙트럼(㉠)이라고 한다.
- 고온의 기체에서 특정 파장의 빛이 방출되어 방출선으로 나타나는 스펙트럼을 방출 스펙트럼(㉡)이라고 한다.
- 원소는 각각의 고유한 흡수선 또는 방출선을 가진다. 따라서 문제의 흡수 스펙트럼의 흡수선과 방출 스펙트럼의 방출선 파장이 동일하므로 기체 A와 기체 B를 이루는 원소는 동일하다는 것을 알 수 있다.

보기 분석

- ㄱ. (x) ㉠은 흡수 스펙트럼이고, ㉡은 방출 스펙트럼이다.
- ㄴ. (o) 기체 A가 광원으로부터 특정 파장의 빛을 흡수하여 나타난 흡수 스펙트럼의 흡수선과 기체 B가 특정 파장의 빛을 방출하여 나타난 방출 스펙트럼의 방출선 파장의 위치가 동일하므로 기체 A와 B의 구성 원소는 같다.
- ㄷ. (x) 흡수 스펙트럼은 광원의 빛에서 비교적 낮은 온도의 기체가 특정 파장의 빛을 흡수하여 나타나는 스펙트럼이고, 방출 스펙트럼은 고온의 기체가 특정 파장의 빛을 방출하여 나타나는 스펙트럼이므로 기체의 온도는 A가 B보다 낮다.



- 우주를 구성하는 원소 중 약 74 %를 차지하는 원소는 수소(㉠)이고, 약 24 %를 차지하는 원소는 헬륨(㉡)이다.
- (나)의 태양의 흡수 스펙트럼에서 나타나는 흡수선의 파장이 수소(㉠)와 헬륨(㉡)의 방출 스펙트럼에서 나타나는 방출선의 파장과 같으므로 태양의 대기를 구성하는 원소에는 수소와 헬륨이 포함된다는 것을 알 수 있다.

보기 분석

- ㄱ. (×) ㉠은 헬륨이고, ㉡은 수소이다.
- ㄴ. (○) 태양의 스펙트럼에 있는 흡수선의 파장과 ㉠과 ㉡의 스펙트럼에 있는 방출선의 파장이 일치한다. 태양의 흡수 스펙트럼은 태양에서 나온 빛이 태양의 대기에 있는 원소에 의해 특정 파장이 흡수되어 나타나는 것이므로 태양의 대기에는 ㉠과 ㉡이 포함된다는 것을 알 수 있다.
- ㄷ. (○) 별의 스펙트럼에 나타나는 흡수선과 동일한 파장의 방출선을 나타내는 원소는 별을 구성하는 원소이므로 별의 스펙트럼을 분석하면 별을 구성하는 원소를 알 수 있다.

10 별의 특성

◆ 탐구 확인하기

124~125쪽

01 ② 02 ②

01 실험에서 양쪽 눈과 연필이 이루는 각 θ 는 시차이다. θ 는 눈과 연필 사이의 거리가 가까워지면 커지고, 멀어지면 작아진다. 따라서 시차와 눈과 연필 사이의 거리는 반비례 관계이다.

오답 체크

- ① 이 실험에서는 시차와 눈과 연필 사이의 거리와의 관계를 알 수 없다.
- ③ 눈과 연필 사이의 거리는 θ 에 반비례한다.
- ④ 연필을 눈에서 멀게 하면 번호의 차이가 작아지므로 θ 가 작아진다.
- ⑤ θ 와 눈과 연필 사이의 거리는 반비례하므로 θ 의 크기를 줄이기 위해서는 눈과 연필 사이의 거리를 멀어지게 하면 된다.

02 실험은 전구로부터 조도계를 멀어지게 하면서 빛의 세기를 측정하는 실험으로, 조도계가 멀어질수록 빛의 세기는 감소한다. 빛의 세기는 조도계까지의 거리의 제곱에 반비례한다. 따라서 조도계의 거리가 2배 멀어지면 빛의 세기는 $\frac{1}{4}$ 배가 되고, 조도계의 거리가 4배 멀어지면 빛의 세기는 $\frac{1}{16}$ 배가 된다. 따라서 조도계의 거리가 2배 멀어졌을 때는 4배 멀어졌을 때보다 밝기가 4배 밝다.

오답 체크

- ㄱ. 조도계의 거리가 3배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{9}$ 배가 되므로 9배 어두워진다.
- ㄷ. 이 실험으로 별의 거리와 밝기의 관계를 알아볼 때 전구는 별, 조도계는 관측자에 해당한다.

◆ 실력 플러스 문제

126쪽

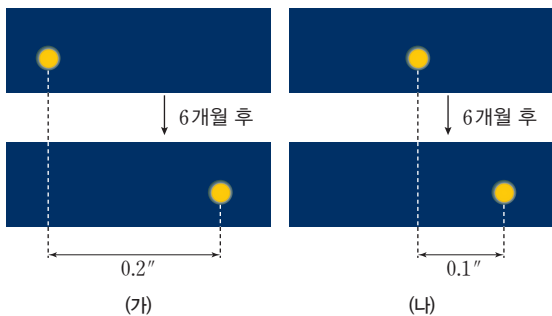
01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ②

01 (가)에서 별의 시차는 $0.2''$ 이고 연주 시차는 $0.1''$ 이다. (나)에서 별의 시차는 $0.1''$ 이고, 연주 시차는 $0.05''$ 이다. 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 (가)의 별까지 거리는 10 pc 이고, (나)의 별까지 거리는 20 pc 이다. 별의 연주 시차가 나타나는 까닭은 지구가 1년 동안 태양 주위를 한 바퀴 공전하여 1년을 주기로 별의 위치가 달라져 보이기 때문이다.

오답 체크

- ① (가)의 연주 시차는 $0.1''$ 이다.
- ② (나)의 별까지의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20 \text{ pc}$ 이다.
- ④ 별의 연주 시차가 생기는 까닭은 지구가 공전하기 때문이다.
- ⑤ 별의 연주 시차의 주기는 12개월이므로 처음 별의 시차를 측정한 뒤 12개월 후에 다시 시차를 측정하면 별은 처음 관측했던 위치로 돌아오므로 그림과 같은 결과를 얻을 수 없다.

자료 다시 보기 별의 연주 시차



- 별의 연주 시차는 지구의 공전으로 인해 별이 보이는 겉보기 위치가 달라지기 때문에 나타난다.
- 별의 연주 시차는 지구에서 6개월 간격으로 측정한 별의 시차의 $\frac{1}{2}$ 에 해당하는 값이다. 그림에 나타난 값은 별의 시차로, 연주 시차는 시차의 절반 값이므로 (가)에서 별의 연주 시차는 $0.1''$, (나)에서 별의 연주 시차는 $0.05''$ 이다.
- 별까지의 거리는 별의 연주 시차에 반비례하므로 (가)의 별은 (나)의 별보다 가까이 있다.

02 별 A는 연주 시차가 $0.25''$ 이므로 별까지의 거리는 $\frac{1}{0.25''} = 4 \text{ pc}$ 이고, 별 B의 거리는 2 pc 이다. 별 C는 지구로부터 16.3 LY 떨어져 있다. $1 \text{ pc} \approx 3.26 \text{ LY}$ 이므로 별 C의 거리는 $1 \text{ pc} \times \frac{16.3}{3.26} \approx 5 \text{ pc}$ 이다. 별 D는 지구와 태양 사이의 평균 거리인 1 AU 보다 2000배 만큼 멀리 위치하므로 별 D까지의 거리는 2000 AU 이다. $1 \text{ pc} \approx 206265 \text{ AU}$ 이므로 별 D까지의 거리는 약 0.01 pc 이다. 따라서 지구에 가장 가까이 위치한 별은 D이고, 가장 멀리 위치한 별은 C이다.

03 별의 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 A~D를 가까운 순으로 나열하면 C, B, A, D이다. 따라서 A는 C보다 지구로부터 멀리 떨어져 있다. D의 연주 시차는 $0.1''$ 이므로 D까지의 거리는 10 pc 이다. 따라서 D는 겉보기 등급과 절대 등급이 같으므로 D의 절대 등급은 겉보기 등급과 같은 -1.7 이다. 별은 표면 온도가 높을수록 청색을 띠므로 A~D를 온도가 낮은 순으로 나열하면 C, D, A, B이다. 따라서 A~D 중 별의 표면 온도가 가장 높은 별은 B이다.

04 별의 밝기는 별까지의 거리가 멀어질수록 어두워지며, 별까지의 거리가 2배가 되면 별빛을 받는 면적은 4배가 되고, 별까지의 거리가 3배가 되면 별빛을 받는 면적은 9배가 된다. 따라서 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례한다. B에서 별의 밝기는 A에서 별의 밝기의 $\frac{1}{4}$ 이 되고, C에서 별의 밝기는 A에서 별의 밝기의 $\frac{1}{9}$ 이 된다.

오답 체크

- ㄱ. 단위 면적에 도달하는 별빛의 세기는 B가 A의 $\frac{1}{4}$ 배이다.
- ㄷ. -2 등급으로 보이는 별까지의 거리가 원래보다 10배 멀어진다면 별의 밝기는 $\frac{1}{100}$ 이 되므로 -2 등급일 때보다 100배 어두워진다. 밝기의 100배 차이는 5등급 차이이므로 별은 3등급으로 보인다.

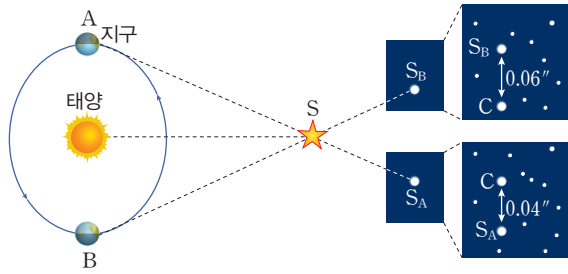
최상위 도전 문제 127~128쪽

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

01 별 S의 시차는 $0.1''$ 이므로 연주 시차는 $0.05''$ 이다. 별의 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차가 거의 나타나지 않는 별 C는 별 S보다 훨씬 먼 곳에 위치한다는 것을 알 수 있다.

오답 체크

- ㄱ. 별 S의 연주 시차는 시차인 $0.1''$ 의 절반이므로 $0.05''$ 이다.
- ㄷ. 별 S보다 지구로부터의 거리가 2배 먼 별의 시차는 별 S의 시차의 $\frac{1}{2}$ 이므로 $0.05''$ 이다.



- 지구가 A에 위치할 때 별 S는 배경 별 C에서 0.04"만큼 떨어져 있고, 6개월 뒤 지구가 B에 위치할 때 별 S는 배경 별 C에서 0.06"만큼 떨어져 있다. 따라서 별 S의 시차는 두 각거리를 합한 0.1"이고, 연주 시차는 시차의 절반인 0.05"이다.
- 별 C의 위치가 변하지 않는 까닭은 별 C는 지구로부터 너무 멀리 떨어져 있어서 지구의 공전으로 인한 연주 시차가 거의 나타나지 않기 때문이다.

- 02 A와 B가 6개월간 변화한 거리는 각각 20 mm, 8 mm이므로 이를 각거리로 환산하면 0.2", 0.08"이다. 이는 A와 B의 시차이므로 A와 B의 연주 시차는 각각 0.1", 0.04"이다. 따라서 A까지의 거리는 $\frac{1}{0.1''} = 10$ pc이고, B까지의 거리는 $\frac{1}{0.04''} = 25$ pc이다.

오답 체크

- ① 별의 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례한다. 따라서 A의 연주 시차가 B보다 크므로 A는 B보다 지구에 더 가까이 있다.
- ② A의 연주 시차는 시차 0.2"의 절반인 0.1"이고, 별까지의 거리는 10 pc이다.
- ④ A, B의 위치가 변한 것은 지구가 공전하기 때문이다.
- ⑤ 관측한 기간 동안 A와 B는 비교적 지구에 가까이 위치하여 연주 시차가 나타나지만, 주변의 배경 별들은 지구에서 너무 멀리 떨어져 있어서 연주 시차가 거의 나타나지 않는다.

- 03 별 A는 지구로부터 약 32.6광년 떨어져 있으므로 별 A까지의 거리는 약 10 pc이다. 따라서 별 A는 겉보기 등급과 절대 등급이 2.6등급으로 같다. 별 B는 약 326광년 떨어져 있으므로 별 B까지의 거리는 약 100 pc이다. 별 B가 A보다 거리가 멀지만 두 별의 겉보기 등급이 같으므로 절대 등급은 별 B가 별 A보다 작다는 것을 알 수 있다. 별 B의 절대 등급을 구하기 위해 별 B가 10 pc의 거리로 이동한다고 가정하면 거리는 10배 가까워지므로 별의 밝기는 100배 밝아질 것이다. 별의 밝기 100배 차이는 5등급 차이이므로 별 B가 10 pc의 거리로 이동했을 때 별의 겉보기 등급이자 절대 등급은 $2.6 - 5 = -2.4$ 이다.

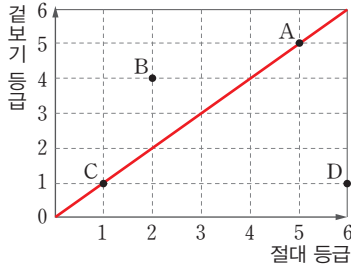
오답 체크

준상: 별 A의 거리는 약 10 pc이므로 별 A의 연주 시차는 0.1"이다.

- 04 북극성의 색은 황백색으로, 별은 적색에서 청색으로 갈수록 표면 온도가 높으므로 북극성보다 표면 온도가 높은 별은 A와 B이다. 별의 온도가 같다면 별의 크기가 클수록 별의 밝기가 밝아지므로 A와 B 중 크기가 더 큰 별은 절대 등급이 더 작은 별 A이다.
- 05 두 관측 지점과 우체통이 이루는 각은 시차이다. 우체통까지의 거리는 시차에 반비례하므로 우체통이 A에 위치했을 때 각 구멍에서 우체통이 보이는 위치 사이의 거리는 우체통이 B에 위치했을 때보다 가깝다. 만약 우체통의 위치는 변하지 않고 두 구멍 사이의 거리가 더 멀어지면 시차는 더 커진다.
- 06 별 A는 160광년의 거리에, 별 B는 40광년의 거리에 있으므로 별 A는 별 B보다 4배 멀리 있다. 두 별의 실제 밝기를 비교하기 위해 별 A를 별 B의 위치로 이동시킨다고 가정하면 별 A의 거리는 4배 가까워지므로 밝기는 16배 밝아질 것이다. 별의 16배 밝기 차이는 약 3등급 차이이므로 별 A의 겉보기 등급은 2등급이 된다. 따라서 두 별을 같은 거리에 두었을 때 두 별의 겉보기 등급이 동일하므로 별 A와 별 B의 밝기는 거의 같다는 것을 알 수 있다.
- 07 그래프의 선 위에 있는 별들은 겉보기 등급과 절대 등급이 같고, 10 pc에 위치한 별들이다. 선을 기준으로 선의 왼쪽에 위치한 별은 절대 등급보다 겉보기 등급이 크므로 10 pc보다 멀리 위치한 별이고, 선 오른쪽에 위치한 별은 겉보기 등급보다 절대 등급이 크므로 10 pc보다 가까이 위치한 별이다. 따라서 별 A~D 중 지구에서 가장 멀리 있는 별은 B이고, 가장 가까이 있는 별은 D이다. 별 D는 겉보기 등급이 1등급, 절대 등급이 6등급인 별이다. 절대 등급은 별이 10 pc에 위치한다고 가정했을 때 별의 겉보기 등급이므로 별 D는 10 pc에 위치했을 때 겉보기 등급이 6등급이다. 현재 거리에서 D의 겉보기 등급은 1등급으로, 10 pc에 있을 때보다 약 100배 밝아지므로 별의 거리는 10배 가까워져야 한다. 따라서 별 D의 거리는 1 pc이다. 별의 에너지 방출량이 가장 많다는 것은 별의 실제 밝기가 가장 밝다는 뜻이다. 따라서 에너지 방출량이 가장 많은 별은 절대 등급이 가장 작은 C이다.

오답 체크

- ③ 별 B의 절대 등급은 2등급이고, 별 C의 절대 등급은 1등급이다. 1등급 차이는 약 2.5배의 밝기 차이이므로 별 C는 별 B보다 실제로 약 2.5배 밝다.



- 별 A, C는 겉보기 등급과 절대 등급이 같고, 10 pc에 위치한 별이다. 별 B는 절대 등급이 겉보기 등급보다 작으므로 10 pc보다 멀리 있는 별이다. 별 D는 절대 등급이 겉보기 등급보다 크므로 10 pc보다 가까이 있는 별이다.
- 별 A~D 중 지구에서 관측했을 때 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 별 C, D이다.
- 별 A~D 중 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 별 C이다.

08 표에서 겉보기 등급이 절대 등급보다 큰 리겔, 베텔게우스, 아르크투루스는 10 pc보다 멀리 있는 별이고 겉보기 등급이 절대 등급보다 작은 베가, 알타이르는 10 pc보다 가까이 있는 별이다. 따라서 32.6광년보다 멀리 있는 별은 리겔, 베텔게우스, 아르크투루스이다.

오답 체크

- ㄴ. 베텔게우스의 절대 등급은 -5.5이고, 베가의 절대 등급은 0.5이다. 두 별의 절대 등급은 6등급 차이이므로 베텔게우스는 베가보다 실제로 약 250배 더 밝다.
- ㄷ. 알타이르는 겉보기 등급이 절대 등급보다 작으므로 10 pc보다 가까이 있는 별이고, 베텔게우스는 겉보기 등급이 절대 등급보다 크므로 10 pc보다 멀리 있는 별이다. 별의 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 알타이르는 베텔게우스보다 연주 시차가 크다.

◆ 서술형문제

129쪽

- 01 해설 참조 02 해설 참조
- 03 해설 참조 04 해설 참조

01 **모범 답안** (1) 연주 시차의 크기는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차가 더 작은 별 B가 별 A보다 지구에서 더 멀리 있다.
 (2) 목성의 공전 궤도는 지구의 공전 궤도의 약 5배이므로 목성에서 측정한 별 B의 연주 시차는 지구에서 측정한 연주 시차인 0.1"보다 약 5배 커진다. 따라서 목성에서 측정한 별 B의 연주 시차는 약 0.5"이다.

채점 기준		배점
(1)	어떤 별이 지구에서 더 멀리 있는지 그 까닭과 함께 옳게 서술한 경우	50%
	어떤 별이 지구에서 더 멀리 있는지 옳게 썼으나 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2)	목성에서 측정한 연주 시차를 옳게 구하고, 지구에서의 연주 시차와 비교하여 옳게 서술한 경우	50%
	목성에서 측정한 연주 시차를 옳게 구했으나 지구에서의 연주 시차와 비교하여 옳게 서술하지 못한 경우	20%

02 **모범 답안** (1) 32.6 LY는 약 10 pc이고, 10 pc에 위치하는 별은 겉보기 등급과 절대 등급이 같으므로 별 A가 약 32.6 LY 거리에 있다.
 (2) B와 C 모두 겉보기 등급이 절대 등급보다 크므로 별까지의 거리가 10 pc보다 멀지만, 겉보기 등급과 절대 등급의 차이는 B가 C보다 크므로 B가 가장 멀리 있는 별이다.

채점 기준		배점
(1)	별의 이름과 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
	별의 이름은 옳게 썼으나 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2)	별의 이름과 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
	별의 이름은 옳게 썼으나 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	20%

03 **모범 답안** 36 : 9 : 4, 빛의 세기는 거리의 제곱에 반비례하므로 B에서 별 S의 밝기는 A에서 밝기의 $\frac{1}{4}$ 이 되고, C에서 별 S의 밝기는 A에서 밝기의 $\frac{1}{9}$ 이 된다. 따라서 $A : B : C = 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9} = 36 : 9 : 4$ 이다.

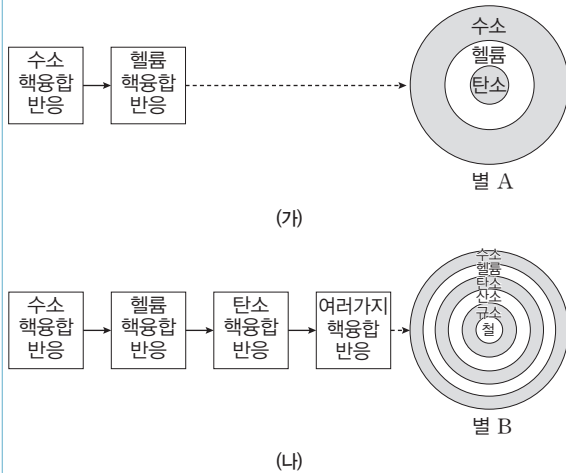
채점 기준		배점
별 S의 밝기의 비를 구하고, 풀이 과정을 옳게 서술한 경우		100%
별 S의 밝기의 비는 옳게 구했으나 풀이 과정을 옳게 서술하지 못한 경우		40%

04 **모범 답안** (1) 별 S의 연주 시차는 시차의 절반인 0.01"이므로 별까지의 거리는 $\frac{1}{0.01''} = 100$ pc이다.
 (2) 별 S는 100 pc의 거리에서 2등급의 밝기로 보인다. 별 S의 거리가 절대 등급의 기준 거리인 10 pc이 된다면 별의 밝기는 100배 밝아지고 등급은 5등급 작아진다. 따라서 별 S의 절대 등급은 -3등급이다.

채점 기준		배점
(1)	별까지의 거리를 구하고 풀이 과정을 옳게 서술한 경우	50%
	별까지의 거리는 옳게 구했으나 풀이 과정을 옳게 서술하지 못한 경우	20%
(2)	별의 절대 등급을 구하고, 풀이 과정을 옳게 서술한 경우	50%
	별의 절대 등급은 옳게 구했으나 풀이 과정을 옳게 서술하지 못한 경우	20%

1-1 ① 2-1 ① 2-2 ④

1-1 자료 분석

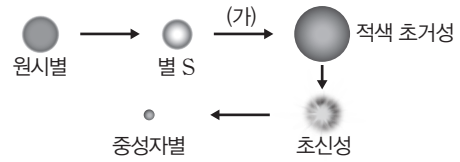


- 별 A는 태양과 질량이 비슷한 별이고, 별 B는 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이다.
- 태양과 비슷한 질량의 별: 수소 핵융합 반응과 헬륨 핵융합 반응으로 탄소(일부 산소)까지만 생성한다.
- 태양보다 질량이 훨씬 큰 별: 수소 핵융합 반응과 헬륨 핵융합 반응을 거쳐 이후 여러 단계의 핵융합 반응으로 점점 더 무거운 원소를 만들어내며 최종적으로 철까지만 생성한다.
- 핵융합 반응이 진행될수록 더 높은 온도와 압력이 필요하다. 질량이 큰 별은 별의 중심부 온도와 압력이 상위 단계의 핵융합 반응이 가능한 정도까지 도달할 수 있기 때문에 질량이 태양과 비슷한 별보다 훨씬 무거운 원소까지 생성할 수 있다.

보기 분석

- ㄱ. (○) 질량이 태양과 유사한 별은 중심부에서 헬륨 핵융합 반응까지만 일어나서 최종적으로 탄소(일부 산소)를 생성한다.
- ㄴ. (×) 별의 진화 과정에서 발생하는 핵융합 반응으로 만들어지는 가장 무거운 원소는 철이다. 철보다 무거운 원소는 별의 소멸 과정에서 생성된다.
- ㄷ. (×) 별 A는 태양과 질량이 비슷한 별이고, 별 B는 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이다. 따라서 별의 질량은 B가 A보다 크다.

2-1 자료 분석

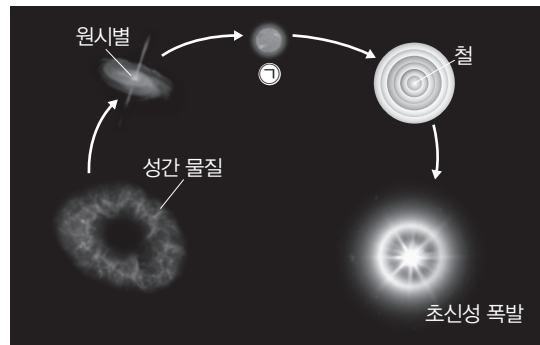


- 별 S는 적색 초거성, 초신성, 중성자별로 진화하므로 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이다.
- 질량이 매우 큰 별은 핵융합이 종료된 이후 중심부가 붕괴하면서 그에 대한 반작용으로 초신성 폭발이 발생하게 된다. 이때 발생하는 엄청난 에너지로 인해 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 원소가 생성된다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 별 S는 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이다.
- ㄴ. (○) 원시별은 핵융합 반응이 시작되기 전이므로 중심부 온도가 핵융합이 일어날 만큼 충분히 높지 않다. 하지만 원시별의 중심부 온도가 약 1000만 K에 도달하면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 시작되고 이때부터 별을 주계열성이라고 부른다.
- ㄷ. (×) 철보다 무거운 원소(금, 우라늄 등)는 초신성 폭발 과정에서 생성된다. 별 내부의 핵융합으로는 철까지만 만들 수 있는데, 이보다 무거운 원소는 융합할 때 에너지를 흡수하기 때문에 핵융합 반응으로는 생성할 수 없다.

2-2 자료 분석



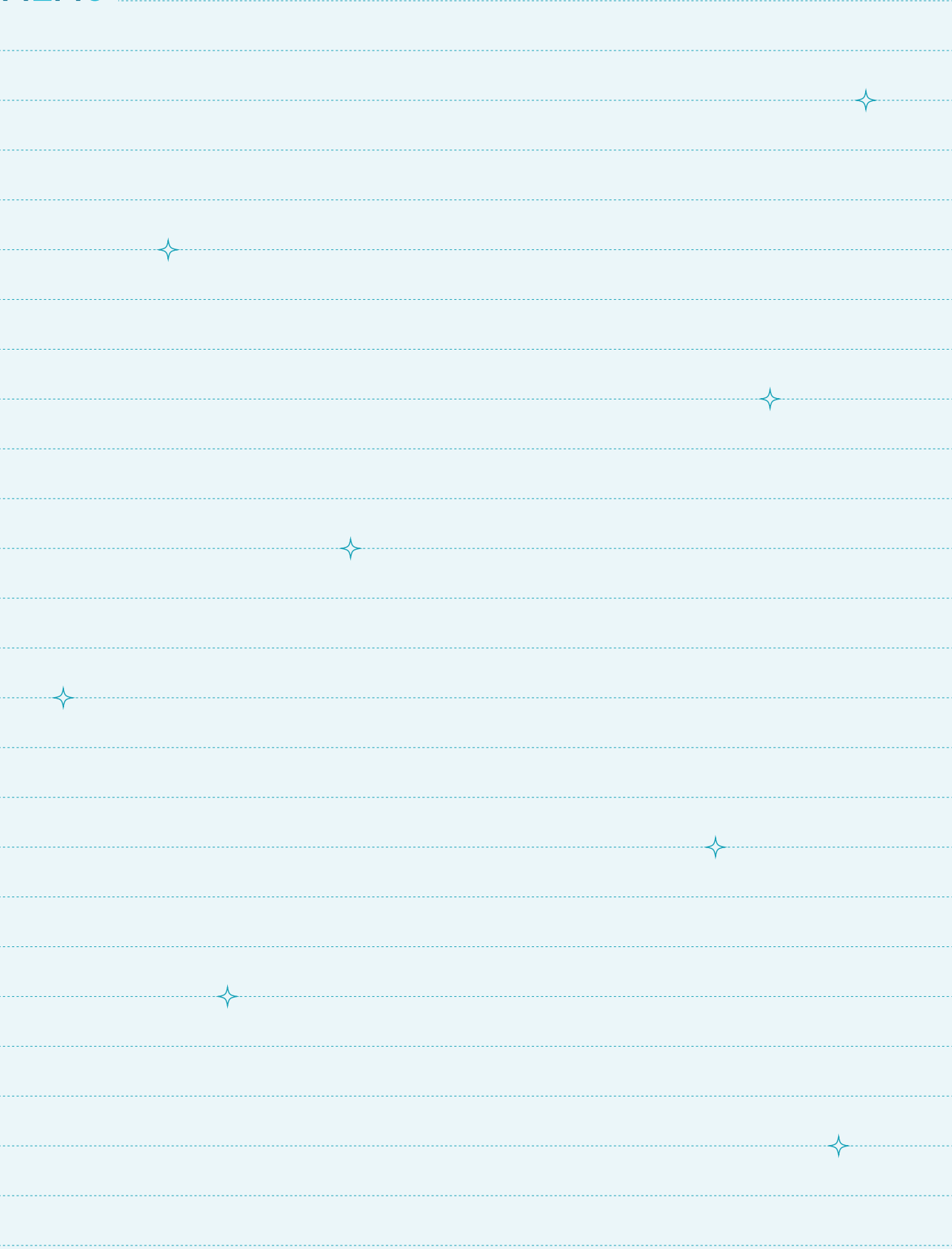
- ①은 주계열성 단계의 별로, 자료의 별은 핵융합 반응으로 중심부에 철까지 생성한 뒤 초신성 폭발하는 진화 과정을 거친다.
- 질량이 큰 별이 초신성 폭발하면 엄청난 에너지와 별을 이루는 물질, 초신성 폭발 과정에서 만들어진 무거운 원소들이 우주 공간에 뿌려진다. 그리고 이 물질들의 일부는 다시 새로운 별이 탄생하는 재료가 된다.

보기 분석

- ㄱ. (×) 그림의 별은 별 내부에서 핵융합 반응으로 철까지 생성하므로 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이다.
- ㄴ. (○) 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발로 생성된다.
- ㄷ. (○) 초신성 폭발로 우주 공간에 방출된 물질들은 다시 성운으로 돌아가 새로운 별을 형성하는 재료가 된다.

MEMO

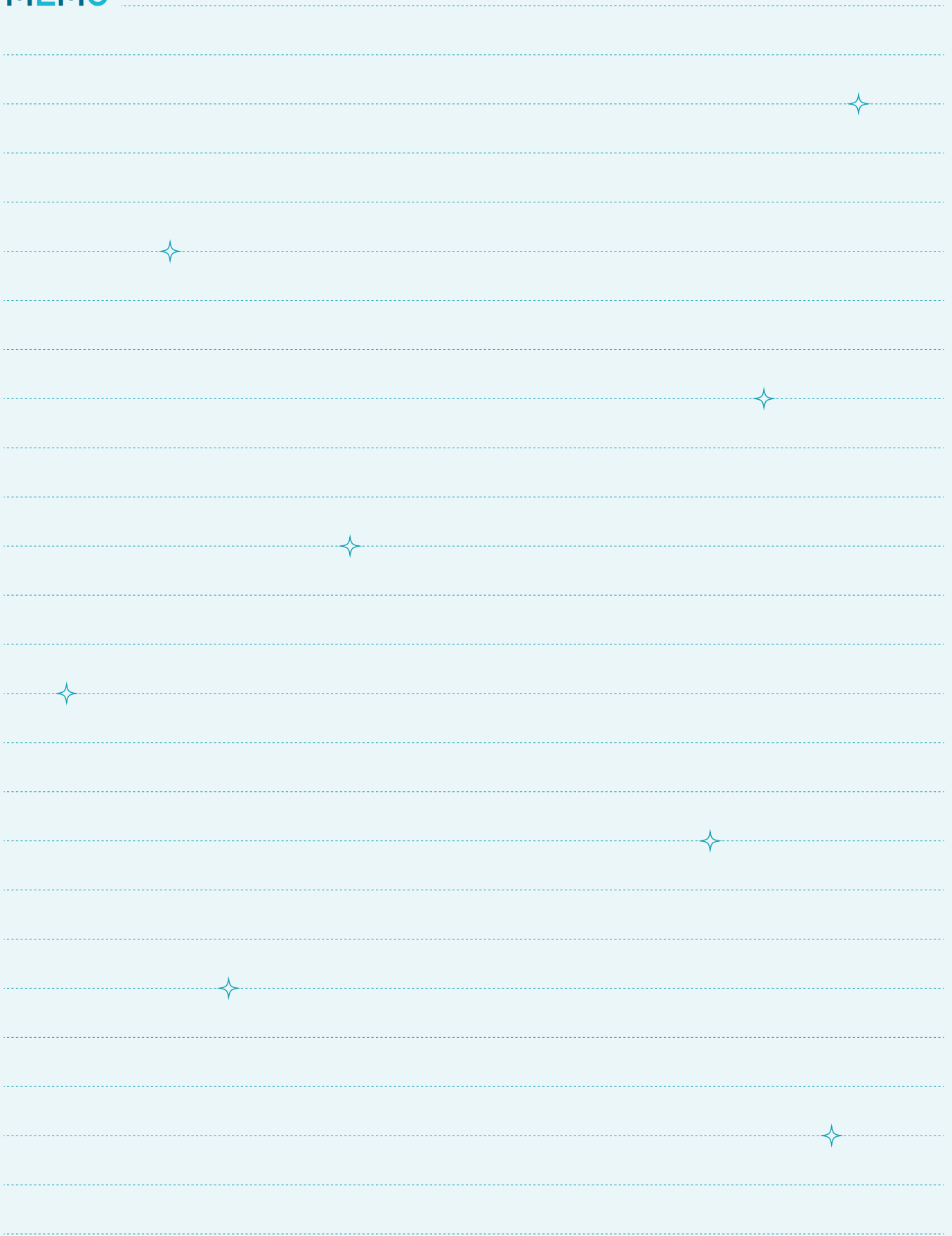
A series of horizontal dashed lines for writing, with decorative starburst symbols placed at various intervals.



The page contains 20 horizontal dashed lines. There are 10 decorative starburst symbols (four-pointed stars) scattered across the page, each centered on a dashed line. The symbols are located on the 2nd, 4th, 6th, 8th, 10th, 12th, 14th, 16th, 18th, and 20th lines from the top.

MEMO

A series of horizontal dashed lines for writing, with decorative starburst symbols placed at various points along the lines.



The page features a series of horizontal dashed lines for writing. There are 10 starburst symbols scattered across the page, each placed on a different line. The starbursts are light blue and have a four-pointed, spark-like shape. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.