

완자

정답친해



특수한과과과과 1

I 과학의 기초

1 과학의 기초

01 / 과학의 기본량

개념 확인문제

11쪽

① 공간 ② 규모 ③ 거시 ④ 세습 원자시계

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 ㉠ 거시, ㉡ 미시 3 나, 다
4 (1) ○ (2) × (3) ○

1 (3) 자연에서 일어나는 현상은 시간과 공간의 규모가 다양하므로 자연 현상을 탐구할 때는 자연 현상의 규모에 따라 적절한 방법으로 시간과 공간을 측정해야 한다.

2 자연 세계는 원자 수준의 아주 작은 규모의 세계인 미시 세계와 미시 세계보다 훨씬 큰 규모의 세계인 거시 세계로 구분할 수 있다.

3 가. 태양의 위치를 기준으로 시간을 측정하는 것은 과거에 사용했던 방법이다.
나, 다. 현대에는 세습 원자시계를 이용하여 시간을 정밀하게 측정하고, 빛을 쏘아 길이를 정밀하게 측정한다.

4 (1) 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 위성에서 보낸 신호를 GPS 수신기가 분석하여 위치를 측정하는 기술이다.
(2) 전자 현미경을 이용하여 광학 현미경보다 높은 확대율로 나노 단위로 물체를 관찰하고 분석할 수 있다.
(3) 제임스 웹 우주 망원경을 이용하여 멀리 있는 천체의 나이와 거리를 더 정확하게 측정할 수 있다.

개념 확인문제

13쪽

① 기본량 ② 길이 ③ 국제단위계(또는 SI) ④ 유도량 ⑤ 기본량

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ 2 ㉠ 온도, ㉡ kg(킬로그램)
3 (1) 가, 다 (2) 가 (3) 가, 나 4 (1) km (2) mg

1 (2) 기본량은 시간, 길이, 질량, 전류, 온도, 광도, 물질량으로, 총 7개가 있다.

(3) 기본량은 다른 물리량을 활용하여 표현할 수 없다.

2 ㉠ K(켈빈)은 온도의 단위이다.

㉡ 질량의 단위는 kg(킬로그램)이다.

3 (1) 속력은 이동 거리를 시간으로 나누어 나타낼 수 있으므로 속력의 단위는 길이의 단위인 m와 시간의 단위인 s를 이용하여 m/s로 나타낸다.

(2) 부피는 길이를 이용하여 나타낼 수 있으므로 부피의 단위는 길이의 단위인 m를 이용하여 m^3 로 나타낸다.

(3) 밀도는 질량을 부피로 나누어 나타낼 수 있으므로 밀도의 단위는 질량의 단위인 kg을 부피의 단위인 m^3 로 나누어 kg/m^3 로 나타낸다.

4 (1) 1000 m는 1000을 뜻하는 k(킬로)를 붙여 1 km로 나타낼 수 있다.

(2) 0.001 g은 0.001을 뜻하는 m(밀리)를 붙여 1 mg으로 나타낼 수 있다.

나신만점문제

14쪽-16쪽

01 가, 나, 다 02 ④ 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤
06 ③ 07 ① 08 ⑤ 09 ④ 10 ② 11 ①
12 ③ 13 ③ 14 ③ 15 ④ 16 해설 참조
17 해설 참조

01 가. 자연 현상은 다양한 크기의 시간과 공간에서 일어나므로 자연을 시간과 공간으로 설명할 수 있다.

나. 어떤 자연 현상의 크기 범위를 규모라고 하며, 자연에서 일어나는 현상들은 시간 규모와 공간 규모가 매우 다양하다.

다. 자연 세계는 원자 수준의 아주 작은 규모의 세계인 미시 세계와 미시 세계보다 훨씬 큰 규모의 세계인 거시 세계로 구분할 수 있다.

02 ㉠은 원자, 분자, 이온 등 아주 작은 규모의 세계인 미시 세계이다. ㉡은 나무, 동물, 천체 등 미시 세계보다 훨씬 큰 규모의 세계인 거시 세계이다.

나. 미시 세계(㉠)는 인간의 감각으로 관찰할 수 없는 세계이고, 거시 세계(㉡)는 인간의 감각으로 관찰할 수 있는 세계이다.

바로알기 가. 미시 세계의 시간 규모와 공간 규모는 현대적인 측정 기술이 없었던 과거에는 측정할 수 없었다.

03 가. 자연을 시간과 공간으로 설명할 수 있으므로 시간과 공간을 정밀하게 측정하는 것은 과학의 기초가 된다.

나. 자연 세계의 시간과 공간의 규모가 다양하므로 시간과 공간을 측정할 때는 측정 대상의 규모에 따라 적절한 방법을 사용해야 한다.

다. 빛을 이용하여 길이를 정밀하게 측정하기 위해서는 빛의 속력과 빛이 진행한 시간의 곱으로 빛이 진행한 거리를 구해야 한다. 따라서 정밀한 시간 측정 기술이 필요하다.

04 나. (다)는 인간의 감각으로 관찰할 수 있는 거시 세계에 해당한다.

다. 은하의 지름이 적혈구의 지름보다 크므로 공간 규모에서 (라)는 (나)보다 크다.

바로알기 가. (가)와 같은 원자 수준의 규모에서는 보통의 자로 길이를 측정할 수 없다.

05 가, 나. (가)의 레이저 길이 측정기는 빛의 속력이 일정함을 이용하여 빛이 왕복한 시간을 재서 길이를 정밀하게 측정한다. 따라서 (가)를 이용할 때 시간을 정밀하게 측정하는 것이 매우 중요하다.

다. (나)의 세슘 원자시계는 원자에서 나오는 빛의 진동수를 이용한다. 1초는 세슘 원자에서 나오는 빛이 9,192,631,770번 진동하는 데 걸리는 시간이다.

06 가. 전자 현미경은 빛을 이용하는 광학 현미경보다 확대율이 높다.

나. 전자 현미경은 세포보다 작은 원자 수준의 작은 규모의 길이를 측정할 수 있으며, 나노미터 단위의 공간 규모로 물체를 관찰할 수 있다.

바로알기 다. 전자 현미경은 원자와 같은 규모를 관찰할 때 이용되며, 우주 규모의 현상을 관찰하는 데는 적합하지 않다.

07 **바로알기** ① 원의 성질을 이용하여 지구의 크기를 측정하는 것은 고대에 에라토스테네스가 수행했던 방법이며, 현대에는 인공위성을 이용하여 지구의 크기를 측정한다.

08 전류, 온도, 광도, 시간은 기본량이고, 농도는 유도량이다.

09 가, 다. 기본량은 자연 현상을 설명하기 위해 사용하는 물리량 중에서 가장 기본이 되는 양이며, 다른 물리량을 활용하여 표현할 수 없다.

바로알기 나. 기본량은 시간, 길이, 질량, 전류, 온도, 광도, 물질량으로, 총 7개가 있다.

10 적혈구의 반지름, 에베레스트산의 높이, 지구에서 달까지의 거리는 모두 길이에 해당한다.

11 가. 사람마다 팔꿈치에서 가운데손가락 끝까지의 길이가 다르므로 1큐빗의 길이는 사람마다 다르다.

바로알기 나. 측정된 길이가 큐빗이라는 단위의 몇 배인지 수치로 나타낼 수 있으므로 측정된 길이를 수치와 단위로 나타낼 수 있다.

다. 사람마다 1큐빗의 길이가 다르므로 같은 길이를 측정할 때의 측정값이 항상 같지는 않다.

12 **바로알기** ③ 온도의 기본 단위는 K(켈빈)이다.

13 가, 나. 유도량은 기본량으로부터 유도된 물리량으로 유도량의 단위는 각 유도량을 정의하는 데 사용한 기본량의 단위를 조합하여 나타낼 수 있다.

바로알기 다. 모든 유도량은 기본량을 조합하여 유도할 수 있다.

14 • 학생 A: 부피의 단위는 길이의 단위 m를 이용하여 m^3 로 나타낸다.

• 학생 B: 속력의 단위는 길이의 단위인 m와 시간의 단위인 s를 이용하여 m/s로 나타낸다.

바로알기 • 학생 C: 농도의 단위는 온도의 단위를 이용하여 나타낼 수 없다. 농도는 용질의 물질량을 용매의 부피로 나누어 나타낼 수 있으므로 농도의 단위는 물질량의 단위인 mol을 부피의 단위인 m^3 로 나누어 mol/m^3 로 나타낸다.

15 ④ 밀도는 질량을 부피로 나누어 나타낼 수 있으므로 밀도의 단위는 질량의 단위인 kg을 부피의 단위인 m^3 로 나누어 kg/m^3 로 나타낸다.

바로알기

유도량	단위
① 부피	m^3
② 속력	m/s
③ 가속도	m/s^2
⑤ 농도	mol/m^3

16 **모범 답안** 빛을 쏘아 빛이 반사되어 돌아온 시간을 측정하여 거리를 측정한다.

채점 기준	배점
빛이 반사되어 돌아온 시간을 측정한다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
빛을 쏘아서 거리를 측정한다고만 서술한 경우	30 %

17 **모범 답안** m는 길이의 단위이고 s는 시간의 단위이므로 속력은 길이와 시간으로부터 유도되었다.

채점 기준	배점
속력이 어떤 기본량으로부터 유도되었는지 속력의 단위를 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
속력이 어떤 기본량으로부터 유도되었지만 쓴 경우	50 %

실력UP문제

17쪽

01 ③ 02 ④ 03 ④ 04 ③ 05 ④

01 ㄱ. 항법 위성에서 보내는 전파 신호에는 위치와 시간 정보가 포함되어 있으며, 항법 위성에는 정밀한 원자시계가 이용된다.

ㄴ. 거리는 속력과 시간의 곱이므로 항법 위성과 수신기 사이의 거리는 전파의 속력과 전파의 도달 시간의 곱으로 계산한다.

바로알기 ㄷ. 위성 위치 확인 시스템은 여러 개의 항법 위성에서 오는 신호를 분석하여 수신기의 정확한 위치를 파악한다.

02 ㄴ. (가)의 우주 망원경을 이용하여 멀리 있는 천체의 나이와 거리를 더 정확하게 측정할 수 있다.

ㄷ. (나)의 원자 힘 현미경으로 시료 표면의 원자를 촬영하여 원자의 크기를 측정할 수 있다.

바로알기 ㄱ. (가)는 우주 망원경이므로 원자 규모의 현상을 관찰하는 데는 적합하지 않다.

03 ㄱ. 국제단위계는 전 세계가 공통으로 사용할 수 있는 단위계를 만들기 위한 목적으로 시작하여 국제적인 공동 노력의 결과로 이루어진 표준 단위계이며, 현재 대부분의 국가에서 사용하고 있다.

ㄴ. 기본량의 단위는 빛의 속력, 기본 전하, 플랑크 상수, 아보가드로 상수 등과 같이 시간이 지나도 변하지 않는 기본 상수를 구하는 실험 방법을 사용하여 정의하고 있다.

바로알기 ㄷ. 기본 상수를 구하는 새로운 방법이 발명되면 기본량의 단위에 대한 정의가 변경될 수 있다.

04 ㄱ. 국제단위계와 같이 표준화된 단위는 자연 현상을 설명하거나 비교하는 데 유용하다.

ㄷ. 과학 탐구에서 표준화된 일관된 단위로 측정하고 결과를 정리하면 별도의 단위 환산 없이 계산할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 표준화된 단위를 사용하면 정확한 정보를 전달할 수 있어 쉽게 이해할 수 있다.

05 ① 10^{-9} 을 뜻하는 접두어는 n(나노)이므로 $10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm}$ (나노미터)이다.

② 10^{-6} 을 뜻하는 접두어는 μ (마이크로)이므로 $10^{-6} \text{ g} = 1 \mu\text{g}$ (마이크로그램)이다.

③ 10^{-3} 을 뜻하는 접두어는 m(밀리)이므로 $10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms}$ (밀리초)이다.

⑤ 10^6 을 뜻하는 접두어는 M(메가)이므로 $10^6 \text{ J} = 1 \text{ MJ}$ (메가줄)이다.

바로알기 ④ 10^2 을 뜻하는 접두어는 h(헥토)이므로 $10^2 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$ (헥토파스칼)이다.

02 / 측정 표준과 정보

개념확인문제

19쪽

① 측정 ② 어림 ③ 측정 표준

1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ 2 어림 3 (1) ○ (2) × (3) ○ 4 ㄱ, ㄷ

1 (1) 측정은 물체의 질량, 길이, 부피 등의 양을 재는 활동이다.

(2), (3) 측정할 때는 적절한 측정 단위와 측정 도구를 사용해야 하며, 측정된 결과는 수치와 측정 단위로 나타낸다.

(4) 측정은 과학 탐구에서 현상을 명확하게 설명하고 정확한 의사소통을 가능하게 한다.

3 (1), (2) 측정 표준은 정확하고 일관성 있는 측정을 위해 만든 과학적 기준으로, 표준화된 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, 표준 물질 등이 있다.

(3) 측정 표준으로 표준화된 단위를 사용하면 서로 다른 단위를 사용해서 생기는 혼란이나 사고를 방지할 수 있다.

4 ㄱ. 측정 표준을 활용하여 혈당 측정기로 혈당량을 측정하고 혈당을 관리한다.

ㄴ. 이마에 손을 대어 체온을 확인하는 것은 기준이 명확하지 않으므로 측정 표준을 활용하는 사례가 아니다.

ㄷ. 자동차 부품을 만들 때 부품의 크기와 성능에 대한 규칙을 정한 측정 표준과 측정 기기를 활용하여 정확하게 만든다.

개념 확인문제

21쪽

1 신호 2 정보 3 센서 4 아날로그 5 디지털

1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 센서 3 (1) 아 (2) 디 (3) 디 (4) 아 (5) 디 4 디지털

1 (1), (2) 신호는 자연에서 일어나는 다양한 변화가 전달되는 것으로, 빛, 소리, 지진파와 같은 파동부터 힘, 온도, 압력 등 여러 가지 형태가 있다.

2 다양한 자연의 신호를 감지하여 전기 신호로 변환하는 장치는 센서이다.

3 (1), (4) 아날로그 신호는 연속적으로 변하는 신호로, 빛, 소리, 지진파, 온도 등 자연에서 발생하는 대부분의 신호이다. (2), (3), (5) 디지털 신호는 0과 1의 이진수로 표시되는 신호로, 컴퓨터, 스마트폰 등 디지털 기기에서 처리하는 신호이다. 디지털 신호는 신호를 저장하거나 재생, 전송하는 데 편리하다.

4 디지털 정보는 저장과 분석이 쉬워 컴퓨터와 같은 다양한 디지털 기기에서 이용되며, 전송하기 쉽기 때문에 정보 통신에 활용된다.

내신 만점문제

22쪽~24쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ④
07 ⑤ 08 ⑤ 09 ③ 10 ⑤ 11 ③ 12 ⑤
13 ② 14 해설 참조 15 해설 참조

01 ㄴ. 측정은 적절한 측정 단위와 측정 도구를 사용하여 측정한 결과를 수치와 측정 단위로 나타낸다.

ㄷ. 측정은 현상을 명확하게 설명하고 정확한 의사소통을 가능하게 한다.

바로알기 ㄱ. 논리적인 추론으로 근삿값을 얻는 활동은 어렵이다.

02 39와 40 사이를 10 등분하여 읽으면 용액의 부피는 39.5 mL이다.

바로알기 • 학생 A: 용액의 양이 눈금실린더의 눈금과 정확하게 일치하지 않을 때는 눈금 사이를 10 등분하여 읽는다.

03 ③ 어림은 과학적인 사고 과정, 자료, 측정 경험 등을 바탕으로 수행한다.

바로알기 ① 어림은 과학 탐구에서뿐만 아니라 일상생활에서 측정 도구 없이 양을 대략 가능할 때나 산업과 과학 연구 분야에서 일어난 문제를 해결할 때에도 활용된다.

② 어림은 근거 없이 막연하게 수행하는 것이 아니라 측정 경험 등을 바탕으로 수행한다.

④ 어림은 방법이나 사람에 따라 차이가 커서 신뢰하기 어렵다.

⑤ 적절한 단위와 도구를 사용한 측정 경험이 많을수록 더 정확하게 어림할 수 있다.

04 ㄱ. A는 단위가 표시된 높이 측정기를 사용하여 건물의 높이를 측정했다.

ㄴ. B는 알고 있는 한 층의 높이와 건물의 층수에 대한 정보를 이용하여 건물의 높이를 가늠했다.

바로알기 ㄷ. B의 활동은 알고 있는 정보를 이용하여 건물의 높이를 대략 추정하는 것이므로 '어림'에 해당한다.

05 ㄱ, ㄴ. 측정 표준은 정확하고 일관성 있는 측정을 위해 만든 과학적 기준으로, 표준화된 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, 표준 물질 등이 있다.

바로알기 ㄷ. 측정 표준은 일상생활에서부터 과학 기술, 의료, 산업에 이르기까지 측정이 필요한 다양한 분야에서 유용하게 활용된다.

06 ㄱ. 안내판에서 미세 먼지 농도를 표시하는 단위는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다.

ㄷ. 미세 먼지 농도에 대한 안내는 사람들이 야외 활동이나 마스크 착용 여부를 결정하는 데 유용한 정보로 활용된다.

바로알기 ㄴ. 표준화된 측정 단위를 사용하므로 사람들이 같은 기준으로 미세 먼지 농도에 대한 정보를 활용한다.

07 ㄱ. 측정 표준을 이용하면 서로 다른 단위를 사용하거나 다른 측정 방법을 사용했을 때 발생하는 혼란이나 사고를 방지할 수 있다.

ㄴ, ㄷ. 측정 표준은 정확하고 일관성 있게 측정하려고 만든 과학적 기준이므로 측정 표준을 활용하면 원활한 의사소통과 공정한 거래를 할 수 있고, 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보나 연구 결과는 신뢰할 수 있다.

08 ㄱ, ㄴ. 신호는 자연에서 일어나는 다양한 변화가 전달되는 것으로, 빛, 소리, 지진파와 같은 파동부터 힘, 온도, 압력 등 여러 가지 형태가 있다.

ㄷ. 정보는 자연의 신호를 측정하고 분석하여 유용한 형태로 만든 것이다.

09 ㄱ. 사람은 눈이나 코와 같은 감각 기관으로 자연의 신호를 감지하여 필요한 정보를 얻으므로 '감각 기관'이 ㉠에 해당한다.

ㄴ. 스마트폰과 디지털 기기는 센서를 이용하여 자연의 신호를 감지하여 처리하므로 '센서'가 ㉡에 해당한다.

바로알기 ㄷ. 센서(㉢)는 다양한 자연의 신호를 감지하여 전기 신호로 변환한다.

10 **바로알기**

- ① 연기 — 화학 센서
- ② 빛 — 광센서
- ③ 온도 변화 — 온도 센서
- ④ 누르는 힘 — 압력 센서

11 ㄱ. 우주 망원경(㉣)에는 우주에서 오는 빛을 감지하는 광 센서를 포함한 여러 가지 센서가 있다.

ㄷ. 대폭발에 의한 팽창 등 우주의 생성 과정(㉤)은 우주에서 온 빛 신호를 측정하고 분석하여 얻은 정보이다.

바로알기 ㄴ. 자연에서 발생하는 빛(㉢)은 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다.

12 ㄱ, ㄴ. 스마트 기기로 촬영할 때나 원격 진료를 위해 카메라, 마이크 등을 사용할 때 아날로그 신호인 빛과 소리가 광센서, 소리 센서를 통해 전기 신호로 바뀌고 디지털 신호로 변환되어 처리된 후 사진, 영상, 음성 파일 등으로 생성된다. 따라서 ㉠과 ㉡은 센서를 통해 얻은 정보로 만들어졌고, 디지털 정보로 이루어져 있다.

ㄷ. 사진, 영상, 소리 등의 디지털 정보를 주고받기 위해서 인터넷과 같은 통신망을 이용하므로 (가)와 (나)에 모두 정보 통신 기술이 이용된다.

13 ① 스마트폰으로 인터넷을 통해 공유하는 정보는 디지털 정보이다.

③ 온라인으로 전송하는 음악, 영화 등 다양한 콘텐츠는 디지털 정보이다.

④ 인터넷 뱅킹, 전자 화폐 등으로 금융 및 상품 구매 서비스를 활용할 때 디지털 정보를 주고받는다.

⑤ 원격 교육을 받을 때 사용하는 전자책, 교육 앱은 디지털 정보를 활용한다.

바로알기 ② 시장에 가서 물건을 현금으로 구매하는 것은 디지털 정보를 활용하는 사례에 해당하지 않는다. 인터넷으로 디지털 형태의 상품 정보를 확인하고 물건을 구입하는 것이 디지털 정보를 활용하는 예라고 할 수 있다.

14 **모범 답안** • 기온을 측정하여 폭염주의보 발령 지역을 안내한다.

- 제한 속도를 안내하고 과속 차량을 단속한다.
- 미세 먼지의 농도를 측정하여 행동 요령을 안내한다.
- 소리의 세기를 측정하여 공사장의 소음 등을 규제한다.
- 혈당량을 측정하여 혈당을 관리한다. 등

채점 기준	배점
측정 표준이 활용되는 사례를 옳게 서술한 경우	100 %
측정 표준이 활용되는 사례를 서술하지 못한 경우	0 %

15 **모범 답안** 신호는 자연의 변화가 전달되는 것이고, 정보는 자연의 신호를 측정하고 분석하여 유용한 형태로 만든 것이다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 신호와 정보의 의미를 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 일부만 포함하여 신호와 정보의 의미를 옳게 서술한 경우	50 %

실력 UP 문제

25쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ② 04 ③

01 ㄱ. 자동차 부품을 생산하는 기업들이 정해진 단위를 사용하여 같은 기준으로 정확하게 부품을 만들어야 자동차가 완성될 수 있으므로 측정 장비와 측정 방법을 표준화하여 활용한다.

ㄴ. 정확한 측정 기기를 사용하기 위해서는 인증 표준 물질을 이용하여 측정 기기가 정확한지 주기적으로 확인하고 측정 기기를 교정하는 것이 필요하다.

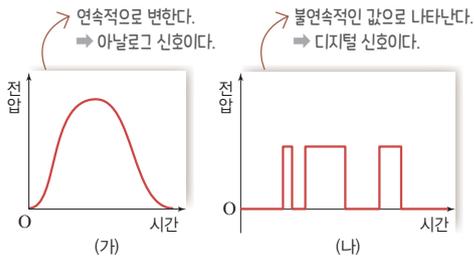
바로알기 ㄷ. 부품 생산과 관련된 측정 단위는 표준화된 단위를 사용해야 단위 변환의 번거로움을 없애고 변환 과정에서 발생하는 오류를 줄일 수 있다.

02 ㄱ. (가)는 혈당 측정기를 이용하여 혈당을 mg/dL 단위로 측정한다.

ㄷ. (나)는 해당 도로에서 운행할 수 있는 최고 속도의 제한 값이 50 km/h라는 것을 안내한다.

바로알기 ㄴ. 우리나라에서는 자동차의 속도를 km/h 단위로 나타낸다.

03 **꼼꼼 문제 분석**

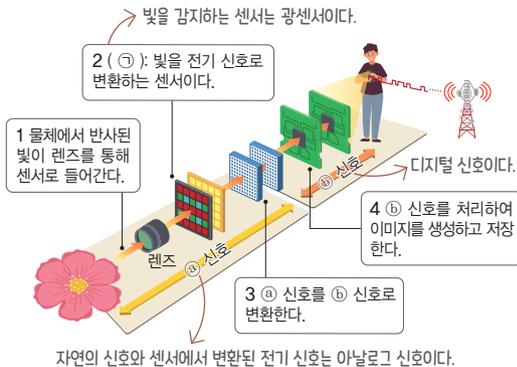


ㄷ. 디지털 신호는 아날로그 신호에 비해 저장에 필요한 용량이 적고, 복사와 편집이 자유롭다.

바로알기 ㄱ. 컴퓨터로 정보를 처리할 때 이용되는 신호의 형태는 디지털 신호이다.

ㄴ. 디지털 신호는 아날로그 신호를 일정한 주기로 자르고 그 각각의 값만 이진수로 표시하여 나타낸 것이므로 원래 신호의 모든 정보를 기록할 수는 없다. 따라서 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정에서 정보의 손실이 발생한다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 스마트폰의 카메라 렌즈로 들어온 빛을 광센서가 감지하여 전기 신호로 변환하므로 '광센서'가 ㉠에 해당한다.

ㄷ. ㉡ 신호는 디지털 신호이며 ㉢ 신호를 처리하여 생성한 이미지는 디지털 정보이다.

바로알기 ㄴ. ㉣ 신호는 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다.

중단원 핵심정리

26쪽

- ① 규모
- ② 미시
- ③ 거시
- ④ 기본량
- ⑤ 없다
- ⑥ 유도
- ⑦ 측정
- ⑧ 어림
- ⑨ 측정 표준
- ⑩ 신호
- ⑪ 정보
- ⑫ 센서
- ⑬ 아날로그
- ⑭ 디지털

중단원 마무리 문제

27쪽~29쪽

- 01 ③
- 02 ①
- 03 ③
- 04 위성 위치 확인 시스템(또는 GPS)
- 05 ③
- 06 ㉠ 전류, ㉡ kg(킬로그램), ㉢ K(켈빈)
- 07 ②
- 08 ②
- 09 ⑤
- 10 ④
- 11 ②
- 12 ②
- 13 ②
- 14 ③

01 ㄱ. 아주 작은 원자에서부터 큰 우주까지 자연 현상이 일어나는 시간과 공간의 규모는 매우 다양하다.

ㄷ. 자연 현상의 시간과 공간의 규모가 다양하므로 측정 대상의 규모를 고려하여 적절한 방법을 사용해야 한다.

바로알기 ㄴ. 미시 세계는 원자 수준의 아주 작은 규모이고, 거시 세계는 미시 세계보다 훨씬 큰 규모이다.

02 ㄱ. (가)의 수소 원자와 같이 아주 작은 세계를 미시 세계라고 한다.

바로알기 ㄴ. 1 as(아토초)는 10^{-18} s(초)이다. 시간 규모에서 (가)는 (나)보다 작다.

ㄷ. (가)에서는 공간 규모로 nm(나노미터)를 사용하고, (나)에서는 AU(천문단위)를 사용한다.

03 ㄱ. 시간을 정밀하게 측정하는 현대적 방법은 세슘 원자시계를 이용하는 것이다. 세슘 원자시계는 중력이나 온도 등 외부 영향을 받지 않아 정확도가 매우 높다.

ㄷ. 길이를 정밀하게 측정하려면 빛을 쏘아 빛이 왕복한 시간을 재야 하므로 정밀한 시계도 필요하다.

바로알기 나. 길이를 정밀하게 측정하는 현대적 방법은 빛을 이용하는 것이다.

04 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 항법 위성에서 보낸 전파 신호를 GPS 수신기가 분석하여 위치를 파악하는 기술이다.

05 다. 기본량을 조합하여 부피, 속력, 밀도 등과 같은 유도량을 설명할 수 있다.

바로알기 가. 국제단위계는 과학, 기술, 산업, 무역 등 다양한 분야에서 통용되는 단위 체계이다.

나. 같은 기본량을 서로 다른 단위로 나타내면 혼란을 일으킬 수 있으므로 국제단위계에서는 각 기본량마다 기본 단위를 정해 사용한다.

06 ㉠ A(암페어)는 전류의 단위이다.

㉡ 질량의 단위는 kg(킬로그램)이다.

㉢ 온도의 단위는 K(켈빈)이다.

07 **바로알기** ㉡ 속력은 이동 거리를 시간으로 나누어 나타낼 수 있으므로 속력의 단위는 길이의 단위인 m를 시간의 단위인 s로 나누어 m/s로 나타낸다.

08 다. 어림은 측정할 때 필요한 측정 도구의 크기와 측정 단위를 선택하는 데 도움이 된다.

바로알기 가. 측정은 물체의 질량, 길이, 부피 등의 양을 재는 활동이다.

나. 어림은 어떠한 양을 추정하는 활동이다.

09 가. 측정 표준에는 표준화된 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, 표준 물질 등이 있다.

나. 측정 표준은 정확하고 일관성 있는 측정을 위해 만든 과학적 기준이므로 측정 표준을 이용하면 연구 결과의 신뢰도가 높아지고, 연구 결과의 공유와 연구자 사이의 소통이 원활해진다.

다. 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보는 신뢰할 수 있으며, 일상생활을 안정적이고 편리하게 한다.

10 ① 식품의 잔류 농약을 측정할 때 최대 잔류 수준과 잔류물 분석 방식 등을 정한 측정 표준을 활용한다.

② 스포츠에서 기록 측정 방식, 측정 단위의 정밀도 등을 정한 측정 표준을 활용하여 정확한 기록을 측정한다.

③ 식품 첨가물의 종류와 양을 표시할 때 공식 명칭, 측정 단위, 표시 기준 등을 정한 측정 표준을 활용한다.

⑤ 환자의 상태를 정확히 진단하기 위해 측정 방법, 정상 수치 등을 정한 측정 표준을 활용하여 환자의 체온, 혈압, 혈당, 혈중 산소 농도 등을 측정한다.

바로알기 ④ 맛을 보아 과일의 당도를 비교하는 것은 기준이 명확하지 않으므로 측정 표준을 활용하는 사례와 거리가 멀다.

11 • 학생 B: 디지털 신호는 불연속적인 값으로 나타나는 신호로, 0과 1의 이진수로 표시된다.

바로알기 • 학생 A: 자연의 신호는 대부분 아날로그 신호이다.

• 학생 C: 컴퓨터와 같은 디지털 기기에 이용되는 정보는 디지털 정보이므로 센서를 이용하여 얻은 신호를 디지털 정보로 산출해야 정보 통신에 활용할 수 있다.

12 다. 디지털 정보는 저장과 분석이 쉬워 컴퓨터와 같은 다양한 디지털 기기에서 이용되며, 전송하기 쉽기 때문에 정보 통신에 활용된다.

바로알기 가. 디지털 신호는 아날로그 신호에 비해 저장과 전송이 쉽다.

나. 스마트 기기로 촬영할 때 카메라 렌즈를 통과한 빛이 광센서에서 전기 신호로 바뀌고 디지털 신호로 변환되어 처리된 후 사진 파일로 생성된다. 따라서 스마트 기기로 촬영한 사진은 디지털 정보로 이루어져 있다.

13 ① (가) 대기 오염 농도를 측정할 때 센서를 활용한다.

③ (다) 스마트 기기, TV, 전광판 등과 같은 정보 통신 수단을 활용하여 대기 환경 정보를 실시간으로 제공한다.

④ (다) 대기 오염 농도가 높을 때 대기 환경과 관련된 주의보가 발령된다.

⑤ (라) 대기 오염 농도에 따라 마스크 착용과 외출 여부 등을 결정한다.

바로알기 ② (나) 대기 환경 정보 측정망에서 측정하고 분석한 대기 환경 정보는 디지털 형태의 정보로 수집되어 국가 관리 시스템에 활용된다.

14 가. 지리적으로 멀리 떨어져 있는 환자에게 실시간 맞춤형 처방을 할 때 정보 통신을 활용하여 디지털 정보를 주고받는다.

나. 빅데이터, 사물 인터넷, 인공지능 등은 디지털 정보를 활용하는 기술이다.

바로알기 다. 학교에서 교과서를 활용한 대면 수업과 조별 토론 학습을 수행하는 것을 디지털 정보를 활용하는 사례와 거리가 멀다. 스마트 기기와 인터넷을 이용한 전자책, 교육 앱 등으로 실시하는 교육이 디지털 정보를 활용하는 사례라고 할 수 있다.

01 ④ 02 ㄷ

01 - 꼼꼼 문제 분석

유도량인 속력을 나타내는 단위이다. 기압의 크기를 나타내는 단위이며, 1 hPa=100 Pa이다.

제6호 태풍의 중심 기압은 980 hPa이고, 중심 최대 풍속은 35 m/s, 강풍 반경은 310 km일 것으로 전망된다. 내일 아침 최저 기온은 23 °C~27 °C, 낮 최고 기온은 29 °C~34 °C로 예상된다.

온도를 나타내는 단위이며, 국제단위계에서 온도의 기본 단위는 K이다. 길이를 나타내는 단위이며, 국제단위계에서 길이의 기본 단위는 m이다.

선택지 분석

- (가) m/s, km, °C는 모두 국제단위계에서 정한 기본량의 단위이다. 단위가 아니다.
- (나) hPa는 기압의 크기에 대한 측정 표준으로 사용되는 단위이다.
- (다) 980 hPa=98000 Pa이다.

전략적 풀이 ① 국제단위계의 기본량과 기본 단위를 파악한다.

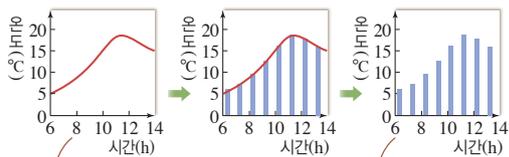
가. m/s, km, °C는 모두 국제단위계에서 정한 기본량의 단위가 아니다.

나. 측정 표준의 의미를 되짚어 보고, 단위의 접두어 기호의 의미를 파악한다.

나. hPa(헥토파스칼)은 공기의 압력인 기압의 크기에 대한 측정 표준으로 사용되는 단위이다.

다. h(헥토)는 10²을 뜻하는 접두어이므로 980 hPa=98000 Pa이다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



(가) 아날로그 신호이다.

(나) 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 자른다. 이후 각각의 값을 0과 1의 이진수로 표시하여 디지털 신호로 변환한다.

선택지 분석

- (가)를 (나)로 바꾸는 과정에서 원래의 정보와 더 비슷하게 기록하려면 신호를 추출하는 시간 간격을 더 길게 짧게 한다.
- (나)를 다시 아날로그 신호로 바꾸어 재생하면 원래의 신호와 정확하게 일치한다. 일치하지는 않는다.
- (다)의 각각의 값들이 0과 1의 이진수로 변환되어 디지털 기기에서 처리된다.

전략적 풀이 ① 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정을 파악하고, 그 과정에서 원래의 아날로그 신호가 가지고 있던 정보가 손실될 수 있음을 이해한다.

가. (가)를 (나)로 바꾸는 과정에서 원래의 정보와 더 비슷하게 기록하려면 신호를 추출하는 시간 간격을 더 짧게 해야 한다.

나. 디지털 신호는 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 자르고 그 각각의 값만 이진수로 표시하여 나타낸 것이므로 원래 신호의 모든 정보를 기록할 수는 없다. 따라서 (가)를 (나)로 바꾸는 과정에서 정보의 손실이 발생하므로 (나)를 다시 아날로그 신호로 바꾸어 재생하면 원래의 신호와 정확히 일치하지는 않는다.

나. 디지털 신호의 의미를 파악한다.

다. (나)의 불연속적인 각각의 값들이 이진수의 디지털 신호로 변환되어 디지털 기기에서 처리된다.

물질과 규칙성

1 자연의 구성 원소

01 / 우주 초기 원소의 생성

개념 확인문제

34쪽

- ① 스펙트럼 ② 연속 스펙트럼 ③ 흡수 스펙트럼 ④ 방출 스펙트럼
 ⑤ 종류 ⑥ 질량비 ⑦ 3 : 1

- 1 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 2 (1) (가) (2) (나) (3) (다) 3 나, 르
 4 (1) × (2) ○ (3) ○ 5 A-C, B-E 6 ㉠ 스펙트럼, ㉡ 흡수선, ㉢ 일치

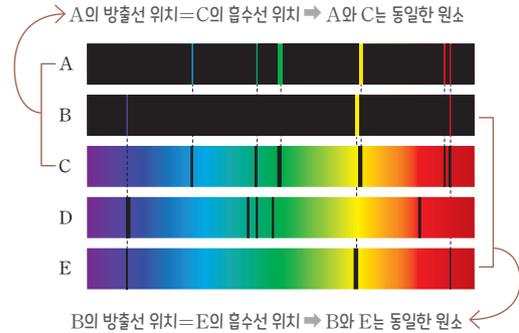
1 (가)는 무지개처럼 넓은 파장에 걸쳐 연속적인 색의 띠가 나타나므로 연속 스펙트럼이다. (나)는 검은 바탕에 몇 개의 밝은색 선(방출선)이 나타나므로 방출 스펙트럼이다. (다)는 연속적인 색의 띠에 검은색 선(흡수선)이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다.

2 (1) 고온의 광원에서 방출되는 빛을 관측하면 (가)와 같이 연속 스펙트럼이 나타난다.
 (2) 별 주위에 있는 고온의 성운에서 방출하는 빛을 관측하면 성운을 이루는 원소의 기체가 방출하는 특정한 파장의 빛만 스펙트럼에 나타나 (나)와 같은 방출 스펙트럼이 나타난다.
 (3) 별의 대기를 통과한 별빛을 관측하면 대기 중의 기체가 특정한 파장의 빛을 흡수하기 때문에 (다)와 같은 흡수 스펙트럼이 나타난다.

3 나, 르. 원소의 종류에 따라 스펙트럼에 나타나는 선의 위치, 개수, 굵기 등이 다르며, 원소의 밀도에 따라 흡수선의 세기(선 폭)가 달라진다. 따라서 별빛의 스펙트럼을 분석하면 구성 원소의 종류와 질량비를 알아낼 수 있다.

4 (1) 스펙트럼에서 같은 원소로 인해 나타나는 흡수선과 방출선의 위치(파장)는 같다.
 (2), (3) 불꽃색이 같은 금속 원소라도 각 원소마다 방출 스펙트럼에 나타나는 선의 위치, 개수, 굵기 등이 모두 다르다. 따라서 흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼에 나타나는 흡수선과 방출선은 원소의 고유한 특성이며, 이를 이용하여 관측한 천체의 스펙트럼을 분석하면 천체의 구성 원소들을 알아낼 수 있다.

5 품평 문제 분석



물질을 구성하는 원자가 외부로부터 에너지를 받거나 외부로 에너지를 잃을 때 특정한 파장의 빛이 흡수되거나 방출되어 고유한 스펙트럼이 나타난다. 따라서 동일한 원소는 스펙트럼에서 방출선과 흡수선의 위치(파장)가 같으므로 A는 C와 같은 원소이고, B는 E와 같은 원소이다.

6 우주의 여러 천체들의 스펙트럼을 분석하면 대부분의 천체에서는 수소와 헬륨의 방출선과 위치가 일치하는 흡수선이 나타난다. 이를 통해 우주의 주요 구성 원소가 수소, 헬륨이라는 것을 알아냈다.

개념 확인문제

38쪽

- ① 빅뱅(대폭발) 우주론 ② 감소 ③ 전자 ④ 양성자 ⑤ 쿼크
 ⑥ 전자 ⑦ 헬륨 ⑧ 수소 ⑨ 헬륨 ⑩ 38만 년

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 2 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○
 3 나 → 르 → 다 → 가 4 쿼크 5 ④ 6 A: 헬륨 원자핵, B: 전자 7 ㉠ 38만, ㉡ 원자, ㉢ 우주 배경 복사

1 (1) 빅뱅 우주론에 따르면, 우주는 고온 고밀도의 한 점에서 빅뱅(대폭발)이 일어나 급격히 팽창하면서 시작되었다.
 (2) 우주가 팽창하는 동안 온도가 계속 낮아졌다.
 (3), (4) 기본 입자는 우주 초기에만 생성되었고, 이후 우주의 온도가 낮아지면서 더 이상 생성되지 않았다. 우주가 팽창하는 동안 우주의 전체 질량은 일정하였으므로 우주의 밀도가 감소하였다.

2 (1) 쿼크는 더 이상 분해되지 않는 기본 입자이다.
 (2) 양성자와 중성자는 쿼크 3개가 결합하여 만들어진다.

(3) 헬륨 원자핵은 2개의 양성자와 2개의 중성자가 결합하여 만들어진다.

(4), (5) 원자는 양전하를 띠는 원자핵과 음전하를 띠는 전자가 결합하여 만들어진다. 양성자는 양전하를 띠지만, 중성자는 전하를 띠지 않는다.

3 빅뱅 이후 쿼크, 전자(e⁻) → 양성자, 중성자(n) → 헬륨 원자핵(He) → 원자(H) 순으로 생성되었다.

4 수소 원자핵은 양성자 1개이며, 양성자는 쿼크 3개가 결합하여 만들어진다.

5 헬륨 원자핵이 생성되기 직전, 우주에는 양성자의 수가 중성자의 수보다 많았다. 빅뱅 후 약 3분 뒤에는 2개의 양성자와 2개의 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 헬륨 원자핵을 생성하고 남은 양성자는 그 자체가 수소 원자핵이므로, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이 되었다.

6 헬륨 원자의 모형은 가운데에 헬륨 원자핵(A)이 있고, 그 주위를 전자(B) 2개가 돌고 있는 구조이다. 헬륨 원자핵은 양성자 2개, 중성자 2개로 구성되어 있다.

7 빅뱅 후 약 38만 년이 지나 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아지자 전자가 원자핵에 붙잡혀 원자가 생성되었다. 중성인 원자가 생성되면서 빛이 진로에 방해를 받지 않고 우주 공간으로 퍼져 나가 우주가 투명해졌다.

완자쌤 비법특강

39쪽

Q1 수소, 헬륨 **Q2** 여러 천체들의 스펙트럼 분석

Q1 빅뱅 이후 약 38만 년 뒤 수소 원자, 헬륨 원자가 생성되면서 우주를 구성하는 원소는 대부분 수소와 헬륨이 되었다.

Q2 우주에 존재하는 여러 천체들의 스펙트럼을 관측하고 이를 분석하면 우주 구성 원소의 종류와 질량비를 알아낼 수 있다.

내신만점문제

40쪽~42쪽

- 01 ③ 02 가, 나 03 ⑤ 04 ② 05 ④ 06 가, 다
- 07 가, 나, 다 08 ③ 09 ① 10 ② 11 ①
- 12 ③ 13 ③ 14 가, 나 15 해설 참조 16 해설 참조
- 17 해설 참조

01 ① 스펙트럼은 원소의 고유한 특성으로 원소의 종류에 따라 스펙트럼에 나타나는 방출선이나 흡수선의 위치(파장)가 다르다.

② 빛은 파장에 따라 굴절되는 정도가 다르다. 따라서 빛이 분광기를 통과할 때 파장에 따라 나누어져 나타나는 색의 띠를 스펙트럼이라고 한다.

④ 백열전구는 고온의 물체이므로 백열전구에서 나오는 빛을 분광기에 통과시키면 연속 스펙트럼이 나타난다.

⑤ 원소의 종류에 따라 스펙트럼에 나타나는 선의 위치, 개수, 간격, 굵기 등이 다르고, 원소의 밀도가 클수록 방출선 또는 흡수선의 세기(선폭)가 강하게 나타난다. 별빛의 스펙트럼을 관측하여 분석하면 별의 구성 원소의 종류와 질량비를 알아낼 수 있다.

바로알기 ③ 원소의 종류에 따라 스펙트럼에서 방출선과 흡수선의 위치(파장)가 다르게 나타난다.

02 가. (가)는 연속 스펙트럼에 검은색의 흡수선이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다.

나. (나)는 방출 스펙트럼으로, 고온으로 가열된 기체가 방출하는 빛을 관측할 때 나타난다.

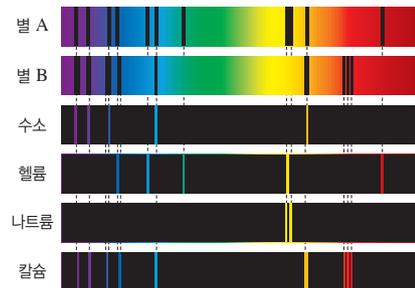
바로알기 다. (가)와 (나)는 흡수선과 방출선이 같은 위치(파장)에서 나타나므로 동일한 원소로 인해 나타나는 스펙트럼이다.

03 가. 오로라는 태양의 고에너지 입자가 산소, 질소 등 대기의 기체 분자와 충돌하여 다양한 색이 나타나는 것이고, 불꽃놀이는 금속 원소의 종류에 따라 화학 폭발로 가열되었을 때 고유한 색을 나타내는 것이다. 오로라, 불꽃놀이는 고온의 원자에서 특정 파장의 빛을 방출하여 나타나는 방출 스펙트럼과 원리가 같다.

나. 동일한 원소일 경우에는 스펙트럼에서 방출선과 흡수선의 위치(파장)가 같다.

다. 우주를 구성하는 여러 천체들을 관측한 스펙트럼을 분석하면 우주를 구성하는 원소의 종류를 알아낼 수 있다.

04 **꿈꿨던 문제 분석**



- 별 A의 흡수선 위치 = 수소, 헬륨, 나트륨의 방출선 위치 ⇒ 별 A의 구성 원소: 수소, 헬륨, 나트륨 등
- 별 B의 흡수선 위치 = 수소, 칼륨의 방출선 위치 ⇒ 별 B의 구성 원소: 수소, 칼륨 등

동일한 원소의 스펙트럼에서 나타나는 흡수선과 방출선의 위치(파장)가 같기 때문에 별빛의 스펙트럼을 원소의 스펙트럼과 비교하면 구성 원소를 알아낼 수 있다.

ㄱ. 별 A의 스펙트럼에 나타나는 흡수선과 원소들의 스펙트럼에 나타나는 방출선 위치가 같은 원소를 찾아보면 수소, 헬륨, 나트륨이다. 따라서 별 A를 구성하는 원소는 수소, 헬륨, 나트륨 등이다.
 ㄴ. 고온의 별에서 방출된 빛이 대기를 통과할 때 기체가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 검은색의 흡수선이 나타나므로 별 A, B는 흡수 스펙트럼으로 나타난다.

바로알기 ㄴ. 별 B의 스펙트럼에 나타나는 흡수선은 칼슘의 방출선과 일치하므로 별 B에는 칼슘이 존재한다.

ㄷ. 원소의 방출 스펙트럼은 고온의 원소 기체에서 나타난다.

05 ㄴ. 그림은 고온의 별에 의해 가열된 성운(발광 성운)이 방출하는 빛을 관측했을 때 나타나는 방출 스펙트럼이다.

ㄷ. 원소의 종류에 따라 선의 위치가 다르게 나타나므로 성운의 스펙트럼과 원소의 스펙트럼을 비교하여 같은 위치에 선이 나타나는 것을 통해 성운의 구성 원소를 알아낼 수 있다.

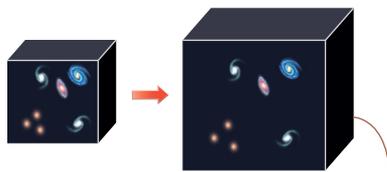
바로알기 ㄱ. 저온의 성운을 통과한 별빛은 흡수 스펙트럼을 나타낸다. 그림은 방출선이 나타나는 방출 스펙트럼으로, 고온의 기체를 구성하는 원소가 특정한 파장의 빛을 방출할 때 나타난다.

06 ㄱ, ㄷ. 빅뱅 이후 우주의 온도가 계속 낮아짐에 따라 수소와 헬륨이 생성되었다. 빅뱅 우주론에서 예측한 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 실제로 우주를 구성하는 천체들의 스펙트럼으로 관측되었으므로 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1인 것은 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

바로알기 ㄴ. 우주 전역의 수소와 헬륨은 대부분 빅뱅 이후 우주 초기에 입자의 생성 과정에서 만들어졌다. 이후 별의 내부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 수소가 헬륨으로 합성되고 있으므로 수소의 비율이 계속 증가하지 않는다.

07 **꼭꼭 문제 분석**

시간이 지날수록 우주의 크기가 커지고(팽창하고) 우주 천체의 질량이 일정하므로 우주의 밀도가 감소한다. ⇒ 빅뱅 우주론을 나타낸 모형



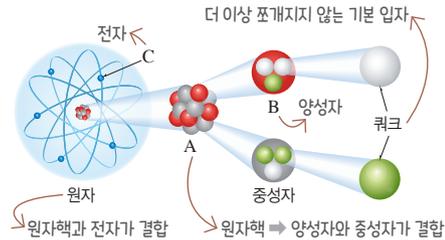
온하 사이의 거리가 점점 멀어지고 있다. ⇒ 우주의 팽창

ㄱ. 빅뱅 우주론에서는 시간이 지날수록 은하와 은하 사이의 거리가 점점 멀어지기 때문에 우주가 계속 팽창하고 있다고 설명한다.

ㄴ. 시간이 지날수록 우주는 계속 팽창하고 있으므로 우주의 온도가 낮아질 것이다.

ㄷ. 우주 공간이 팽창하면서 우주를 구성하는 천체들 사이의 거리가 점점 멀어지고 있다.

08 **꼭꼭 문제 분석**



③ 양성자(B)는 양전하를 띠고, 전자(C)는 음전하를 띤다.

바로알기 ① A는 양성자(B)와 중성자가 결합하여 생성된 원자핵이므로, 양전하를 띤다.

② 쪼개졌을 때 쿼크가 되는 것은 쿼크 3개로 이루어진 양성자(B), 중성자이다.

④ 기본 입자는 더 이상 쪼개지지 않는 입자로 전자(C), 쿼크 등이 있다.

⑤ 원자는 원자핵 주위를 전자가 도는 구조이다.

09 ① 빅뱅 직후 온도가 급격하게 낮아지면서 쿼크, 전자 등의 기본 입자가 가장 먼저 생성되었고, 그 후 쿼크 3개가 결합하여 양성자, 중성자가 생성되었다.

바로알기 ② 중성자는 쿼크 3개가 결합하여 이루어진 입자이다. 쿼크, 전자 등은 더 이상 분해되지 않는 기본 입자이다.

③ 수소 원자핵은 양성자 1개만으로 이루어져 있다.

④ 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있다.

⑤ 헬륨 원자핵이 생성되기 직전에는 양성자의 수가 중성자의 수보다 훨씬 많았다.

10 ㄴ. 수소 원자핵은 양성자 1개로 이루어져 있고, 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있다.

바로알기 ㄱ. 그림의 입자는 같은 종류의 쿼크 2개와 다른 종류의 쿼크 1개가 결합한 입자, 즉 쿼크 3개가 결합한 입자이므로 양성자 또는 중성자이다. 따라서 양성자와 중성자는 원자보다 먼저 생성되었다.

ㄷ. 양성자는 양(+)-전하를 띠고, 중성자는 전하를 띠지 않는다.

11 — **꼼꼼 문제 분석**

- (가) 쿼크의 결합으로 양성자와 중성자가 생성되었다.
 ⇒ ① 양성자, 중성자 생성(원자핵 생성 이전)
 (나) 전자와 원자핵이 서로 분리되어 있어 자유롭게 돌아다녔다. ⇒ ② 원자 생성 이전
 (다) 빛이 진로에 방해를 받지 않고 우주 공간으로 퍼져 나가기 시작했다. ⇒ ③ 원자 생성, 우주 배경 복사

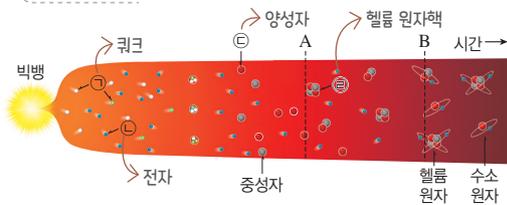
① 시간 순서대로 나열하면 (가) → (나) → (다)이다.

- [바로알기]** ② 우주의 온도는 시간이 지남에 따라 우주가 팽창하여 계속 낮아졌으므로 우주의 온도가 가장 높았던 시기는 (가)이다.
 ③ 전자는 쿼크와 함께 빅뱅 직후 우주 초기에 가장 먼저 생성되었으므로 (가) 시기 이전에 생성되었다.
 ④, ⑤ 빅뱅 후 약 38만 년 무렵인 (다) 시기에는 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었고, 빛이 진로에 방해를 받지 않고 직진할 수 있었으므로 우주가 투명해졌다.

12 (가)는 빛이 전기를 띤 입자의 방해를 받아 직진하지 못해 우주 공간으로 퍼져 나가지 못할 때이다. (나)는 원자가 생성되어 빛이 우주 공간으로 퍼져 나가 우주가 투명해지기 시작한 때이다.
 ㄷ. (가)는 원자핵과 전자가 분리되어 있는 시기로 원자가 생성되기 이전이므로 (나)보다 우주의 온도가 높을 때이다.

- [바로알기]** ㄱ. 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때에는 수소 원자, 헬륨 원자가 생성된 이후이므로 (나)에 해당한다.
 ㄴ. (나)에서 우주 공간으로 퍼져 나간 빛은 우주의 팽창과 함께 파장이 길어진 채로 현재 마이크로파 영역의 우주 배경 복사로 남아 우주 전역에서 관측된다.

13 — **꼼꼼 문제 분석**



- ① 빅뱅 직후 생성된 ①과 ②은 더 이상 쪼개지지 않는 기본 입자이다. ① 3개가 결합하여 양성자와 중성자를 생성하므로 ①은 쿼크이고, ②은 원자핵과 결합하여 원자를 생성하므로 전자이다.
 ② ③은 쿼크 3개가 결합한 양성자이다. 양성자 1개는 그 자체로 수소 원자핵이다.
 ④ ④(헬륨 원자핵)은 양전하를 띠므로 음전하를 띤 ⑤(전자) 2개와 결합하면 중성인 헬륨 원자가 된다.
 ⑤ 헬륨 원자는 헬륨 원자핵에 전자 2개가 결합하여 생성되므로

B 시기 직전 우주에 존재하는 ⑥(헬륨 원자핵)의 개수는 B 시기에 생성된 헬륨 원자의 개수와 같다.

- [바로알기]** ③ 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도가 점차 작아지므로, 우주의 밀도는 A 시기가 B 시기보다 컸다.

14 ㄱ. 빅뱅 우주론에서 예측했던 우주 배경 복사는 실제로 관측되었기 때문에 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 되었다.

ㄴ. 원자가 생성되기 전에는 전기를 띤 입자가 빛의 진로를 방해하였다. 이후 원자핵과 전자가 결합하여 중성인 원자가 생성되면서 진로를 방해받지 않아 우주 공간으로 퍼져 나간 빛을 우주 배경 복사라고 한다.

- [바로알기]** ㄷ. 우주 배경 복사가 형성될 때 우주의 온도는 약 3000 K이다.

15 태양의 스펙트럼에 나타나는 흡수선을 분석하면 태양의 대기가 다양한 원소로 구성되어 있음을 알아낼 수 있다.

- [모범 답안]** (1) 흡수 스펙트럼이다. 태양의 표면에서 방출된 빛이 태양 대기를 통과하면서 대기에 있는 원소가 특정 파장의 빛을 흡수하기 때문에 검은색의 흡수선이 나타난다.
 (2) 원소의 종류에 따라 흡수선과 방출선의 위치(파장)가 다르게 나타나므로 태양의 스펙트럼과 원소의 스펙트럼을 비교하여 분석하면 태양의 대기를 구성하는 원소의 종류를 알아낼 수 있다.

채점 기준	배점
(1) 스펙트럼의 종류와 스펙트럼에서 검은색의 선이 나타나는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	60%
	스펙트럼의 종류만 옳게 쓴 경우
(2) 원소의 종류에 따라 흡수선과 방출선의 위치가 다르다는 것을 포함하여 옳게 서술한 경우	30%
	원소의 종류에 따라 흡수선과 방출선의 위치가 다르다는 것을 포함하여 옳게 서술한 경우

16 빅뱅 직후 우주가 급격하게 팽창하면서 온도가 낮아졌고, 입자들이 생성되었다. 가장 먼저 A 시기에 쿼크, 전자 등의 기본 입자가 생성되었고, B 시기에 쿼크 3개가 결합하여 양성자(⊕)와 중성자(⊙)가 생성되었다. C 시기에는 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었고, D 시기에는 원자핵이 전자와 결합하여 수소 원자, 헬륨 원자가 생성되었다.

- [모범 답안]** (1) A, 우주가 팽창하면서 온도가 점차 낮아졌기 때문이다.
 (2) ① 중성자, ② 양성자

채점 기준	배점
(1) 우주의 온도가 가장 높은 시기와 그렇게 생각한 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	60%
	우주의 온도가 가장 높은 시기만 옳게 쓴 경우
(2) 입자의 이름을 두 가지 모두 옳게 쓴 경우	20%
	입자 중 한 가지만 이름을 옳게 쓴 경우

17 쿼크 3개가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. 초기에는 생성된 양성자와 중성자가 자유롭게 변환되면서 양성자와 중성자의 개수비가 약 1 : 1이었으나 온도가 낮아지면서 양성자가 중성자로 변환되지 못하여 양성자의 수가 중성자의 수에 비해 많아져서 개수비가 약 7 : 1(=14 : 2)이 되었다.

모범 답안 양성자 1개는 그 자체로 수소 원자핵이고, 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 만들어지므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이다. 헬륨 원자핵 1개 질량은 수소 원자핵 1개 질량의 약 4배이므로 질량비로 나타내면 약 12 : 4=약 3 : 1이다. 전자의 질량이 매우 작으므로 원자의 질량은 원자핵의 질량과 거의 같기 때문에 현재 우주에 분포하고 있는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다.

채점 기준	배점
수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 구성과 개수비를 이용하여 수소와 헬륨의 질량비를 옳게 서술한 경우	100 %
수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비만을 이용하여 수소핵과 헬륨핵의 질량비만을 옳게 서술한 경우	50 %

실력UP문제

43쪽

01 ① 02 ③ 03 ⑤ 04 ①

01 ㄱ. 고온의 별에서 방출된 빛이 대기를 통과할 때 기체가 특정한 파장의 빛을 흡수하므로 (가)와 같은 흡수 스펙트럼이 나타난다.

바로알기 ㄴ. (가)의 스펙트럼에 나타나는 흡수선과 (나)의 스펙트럼에 나타나는 방출선의 위치가 다르므로 별 A에는 (나)의 원소가 포함되어 있지 않다.

ㄷ. 스펙트럼에 나타나는 선의 위치는 별을 구성하는 원소의 종류에 따라 달라진다. 별을 구성하는 원소의 질량비는 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 세기(선폭)와 관계가 있다.

02 (가)는 쿼크 3개가 결합한 양성자 또는 중성자이다. (나)는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵과 전자 2개가 결합한 헬륨 원자이다. (다)는 양성자 2개와 중성자 2개가 결합한 헬륨 원자핵이다.

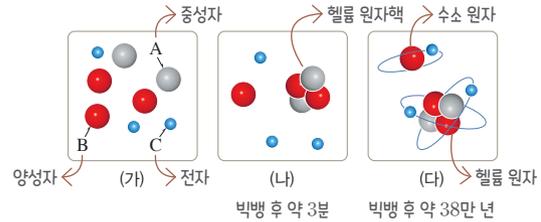
ㄷ. 원자핵과 전자가 결합하여 (나)의 중성인 원자가 생성되면서 빛이 우주 공간으로 자유롭게 퍼져 나가 우주가 투명해졌다.

바로알기 ㄱ. 양성자는 양전하를 띠고, 중성자는 전하를 띠지 않는다. 그런데 (가)에는 위 쿼크, 아래 쿼크가 표시되어 있지 않아 양성자인지 중성자인지 알 수가 없다.

ㄴ. 입자의 생성 순서는 기본 입자(쿼크, 전자)→양성자, 중성자

→헬륨 원자핵→수소 원자, 헬륨 원자이므로 (가)→(다)→(나)이다.

03 품평 문제 분석



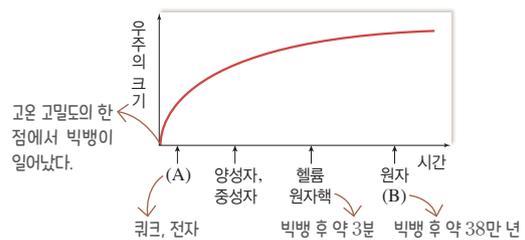
(나)에서는 수소 원자핵(양성자)과 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성된 헬륨 원자핵이 존재하므로 (가)에서 A는 중성자, B는 양성자이다. (다)에서는 원자핵 주위를 전자가 도는 수소 원자와 헬륨 원자가 존재하므로 (가)의 C는 전자이다.

ㄴ. (가)→(나)→(다)로 시간이 지남에 따라 우주는 점차 팽창하였으므로 우주의 온도가 가장 높았던 시기는 (가)이다.

ㄷ. (다)는 빅뱅 후 약 38만 년 무렵에 원자핵에 전자가 붙잡혀 원자가 생성되는 과정이다. 양성자는 그 자체로 수소 원자핵이므로 (다)에서는 수소 원자핵(B)과 전자(C)가 결합하여 수소 원자가 생성되었다.

바로알기 ㄱ. 양성자와 중성자는 쿼크 3개가 결합하여 생성된다. C는 전자이므로 빅뱅 후 약 38만 년 무렵에 원자핵과 결합하여 원자를 생성하였다.

04 품평 문제 분석



ㄱ. 우주의 팽창 속도는 시간에 따라 변했으며, 우주 생성 초기에는 우주가 매우 빠르게 급팽창하였다.

ㄷ. A에서 B로 갈수록 무거운 입자가 생성되었으나, 우주 전체의 질량은 일정하였다. 따라서 우주는 시간이 지남에 따라 크기가 커졌고, 우주의 질량이 일정하였으므로 우주의 밀도가 점차 작아졌다.

바로알기 ㄴ. 빅뱅 직후 가장 먼저 A 시기에는 기본 입자인 쿼크, 전자 등이 생성되었다.

ㄹ. B 시기에 생성된 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다.

02 / 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

개념 확인문제

46쪽

- 1 원시별 2 별 3 중력 4 핵융합 반응 5 탄소
6 철 7 초신성 폭발

1 (1) × (2) × (3) × (4) ○ 2 (1) ○ (2) × (3) ○ 3 (1) ⊙
(2) ⊙ (3) ⊙ 4 (1) ㄱ, ㄴ (2) ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ (3) ㄷ, ㅁ

1 (1) 원시별의 중심부 온도가 1000만 K에 도달해야 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 스스로 빛(가시광선)을 방출하는 별이 된다.

(2) 원시별에서는 중력 수축에 의해 에너지가 생성되며, 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

(3) 별은 수소, 헬륨 등으로 이루어진 성간 물질이 밀집되어 만들어진 성운 내부의 밀도가 큰 곳에서 탄생한다.

(4) 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 생성되는 과정이다. 따라서 수소 핵융합 반응이 진행될수록 별의 중심부에 존재하는 수소의 양이 감소하고, 헬륨의 양이 증가한다.

2 (1) 별의 질량이 클수록 중력 수축으로 인해 중심부의 온도가 상승하면서 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어날 수 있는 온도에 도달할 수 있다.

(2) 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성될 수 있는 가장 무거운 원소는 철이다.

(3) 별의 내부에서 생성되는 원소의 종류는 별의 질량에 따라 다르다. 질량이 태양 정도인 별의 내부에서는 핵융합 반응으로 헬륨, 탄소, 산소가 생성되고, 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서는 핵융합 반응으로 헬륨에서 철까지 생성될 수 있다.

3 (1), (2) 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성되고, 헬륨 핵융합 반응이 일어나면 탄소, 산소가 생성된다. 무거운 원소일수록 핵융합 반응 과정이 복잡해져서 여러 원소가 생성될 수 있다.

(3) 규소 핵융합 반응은 별의 중심부 온도가 약 30억 K에 이르러야 일어나며 황, 아르곤, 칼슘, 크롬, 철 등 다양한 원소가 생성될 수 있으며, 그 중 가장 무거운 원소는 철이다.

4 (1) 질량이 태양 정도인 별의 내부에서는 수소 핵융합 반응으로 인해 헬륨(He)이 만들어지고, 헬륨 핵융합 반응으로 탄소(C), 산소가 만들어진다.

(2) 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서는 수소 핵융합 반응, 헬륨 핵융합 반응, 탄소 핵융합 반응, 산소 핵융합 반응, 규소

핵융합 반응이 순차적으로 일어나면서 헬륨(He), 탄소(C), 산소(O), 질소(N), 마그네슘(Mg), 황(S), 규소(Si), 철이 만들어진다.

(3) 철보다 무거운 구리(Cu), 우라늄(U)은 초신성 폭발 과정에서만 만들어지는 원소이다.

개념 확인문제

49쪽

- 1 원시 태양 2 암석 3 마그마 4 바다 5 별
6 수소 7 핵융합 반응

1 (라)-(가)-(나)-(다) 2 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 3 ㄱ, ㄴ, ㄷ 4 (가)-(마)-(다)-(라)-(나) 5 (1) ○ (2) × (3) ○
(4) ○ (5) × 6 ㉠ 철, ㉡ 태양의 10배 이상인 별, ㉢ 무거운

1 태양계 성운이 형성된 후 밀도가 큰 부분을 중심으로 중력 수축하면서 회전하기 시작했다.(라) → 태양계 성운이 수축하면서 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 원시 태양의 주변부에서는 납작한 원시 원반이 형성되었다.(가) → 원시 원반을 구성하는 기체와 먼지들이 뭉쳐져 미행성체가 형성되었다.(나) → 계속 태양 주위를 공전하던 미행성체들이 충돌하고 합쳐지면서 크기가 커져 몇 개의 원시 행성이 형성되었다.(다)

2 (1) 철보다 무거운 원소는 질량이 태양의 10배 이상인 별의 진화 과정 중 초신성 폭발 과정에서 생성된다. 태양계 성운으로부터 형성된 지구에는 구리, 납, 우라늄 등 철보다 무거운 원소들이 존재하므로 태양계 성운은 초신성 폭발의 잔해가 일부 포함되어 있다는 것을 알 수 있다.

(2) 원시 원반에서는 미행성체가 서로 충돌하고 합쳐져 원시 행성이 형성되었다.

(3) 원시 태양에서 먼 곳에서는 온도가 낮아서 녹는점이 낮은 얼음, 메테인 등 가벼운 물질들이 응축하여 미행성체를 형성하였고, 미행성체가 빠르게 성장한 후 주변의 수소, 헬륨 등의 기체를 끌어당겨 거대한 목성형 행성이 형성되었다.

(4) 회전하는 거대한 태양계 성운에서는 중심부에서 원시 태양이 형성되었고, 원시 원반에서 수많은 미행성체들이 서로 충돌하고 합쳐져 원시 행성이 형성되었으므로 행성의 공전 방향은 태양의 자전 방향과 같다.

3 ㄱ. 원시 태양에 가까울수록 온도가 높으므로 A 지점은 B 지점보다 온도가 높다.

ㄴ. A 지점은 온도가 높기 때문에 녹는점이 높은 철, 니켈, 규소 등의 무거운 성분이 많고, B 지점은 온도가 낮기 때문에 녹는점이 낮은 얼음, 메테인 등 가벼운 성분이 많다.

ㄷ. A 지점에서 형성되는 행성은 금속, 암석질이 주성분이므로 상대적으로 평균 밀도가 크고, B 지점에서 형성되는 행성은 기체로 이루어져 있으므로 상대적으로 평균 밀도가 작다.

4 미행성체가 충돌하고 합쳐져 원시 지구가 형성되었다.(가) → 원시 지구에 미행성체가 계속 충돌하여 발생한 열에 의해 마그마의 바다가 형성되었다.(마) → 마그마의 바다에서 규소, 산소 등 상대적으로 가벼운 물질은 떠올라 맨틀을 형성하였고 철, 니켈 등 상대적으로 무거운 물질은 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였다.(다) → 미행성체의 충돌이 줄어들어 지구의 표면이 식으면서 원시 지각이 형성되었고, 대기 중의 수증기가 비로 내리면서 원시 지각에 빗물이 모여 원시 바다가 형성되었다.(라) → 강한 자외선이 닿지 않는 바다에서 최초의 생명체가 탄생하였다.(나)

5 (1) 마그마의 바다가 형성되면서 유동성이 생기자 상대적으로 밀도가 큰 철, 니켈 등의 금속 원소가 지구의 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였다.

(2) 지구의 탄생 초기에는 대기 중에 이산화 탄소, 질소, 수증기가 많았다. 광합성을 하는 생명체가 등장하면서 대기 중 산소가 증가하여 현재 대기는 질소가 약 78%, 산소가 약 21%, 그 외 기체가 약 1%로 이루어져 있다.

(3) 원시 바다가 형성되면서 많은 양의 이산화 탄소가 바다에 녹아 대기 중 이산화 탄소의 양이 급격히 줄어들었다.

(4) 따뜻하고 유기물이 많았던 원시 바다에서 최초의 생명체가 탄생하였다.

(5) 원시 지구에 미행성체가 충돌하면서 지구는 점차 성장하였으므로 원시 지구에서 지구로 진화하면서 질량이 증가하였다.

6 지구를 구성하는 원소 중 가장 많은 것은 철이다. 철은 원자핵이 매우 안정하기 때문에 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서 핵융합 반응으로 만들어질 수 있는 가장 무거운 원소이다.

완자샘 비법특강

50쪽

Q1 초신성 폭발 **Q2** 헬륨

Q1 우라늄, 금, 구리 등 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

Q2 현재 태양은 수소 핵융합 반응으로 스스로 빛을 내는 별(주계열성)에 해당하므로, 태양의 중심부에서는 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성되고 있다.

내신만점문제

51쪽~54쪽

- | | | | | | |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| 01 ④ | 02 ㄱ | 03 ④ | 04 ③ | 05 ④ | 06 ② |
| 07 ① | 08 ④ | 09 ④ | 10 ① | 11 ⑤ | 12 ③ |
| 13 ③ | 14 ② | 15 ③ | 16 ① | 17 (나)-(가)-(다)-(라) | 18 ③ |
| 19 ② | 20 ㄴ, ㄷ | 21 해설 참조 | 22 해설 참조 | 23 해설 참조 | 24 해설 참조 |

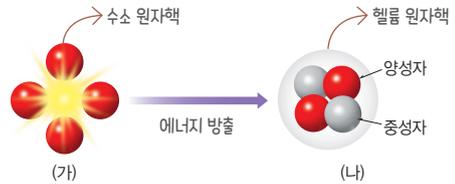
01 ④ 원시별이 중력 수축하면서 온도가 상승하여 1000만 K 이상이 되면 원시별의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 시작되어 별이 된다.

[바로알기] ① 성운 내부의 밀도가 높은 곳에서 성간 물질이 뭉쳐 원시별이 생성된다.

② 원시별은 점차 수축하면서 중력 수축 에너지가 발생하여 온도가 높아진다. 원시별은 중력 수축하여 크기가 점차 작아진다.

③, ⑤ 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 시작되면 팽창하려는 내부 압력이 수축하려는 중력과 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



- 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 생성된다. → 수소 핵융합 반응
- 질량: (가) > (나) → 감소한 질량만큼 에너지로 방출된다.

ㄱ. 양성자 1개는 그 자체로 수소 원자핵이므로 (가)는 수소 원자핵이 4개 있으며, (나)는 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하였으므로 헬륨 원자핵이다. (가)의 수소 원자핵 4개 질량은 (나)의 헬륨 원자핵 1개 질량보다 약간 크다.

[바로알기] ㄴ. 질량은 에너지로 전환될 수 있으므로 (가)에서 (나)로 융합되는 과정에서 감소한 질량만큼 에너지가 방출된다.(발열 반응)

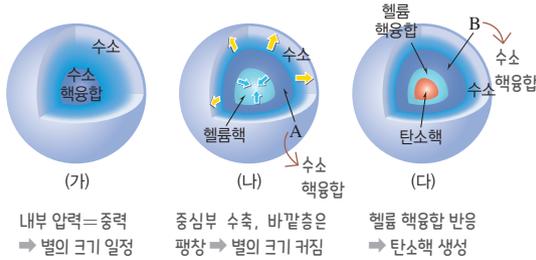
ㄷ. 별은 일생의 대부분을 중심부에서 수소 핵융합 반응을 하면서 보낸다. 별의 질량이 클수록 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 기간이 짧으므로 별의 수명이 짧다.

03 ④ 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별은 내부 압력(A)과 중력(B)이 평형을 이룬다.

[바로알기] ① A는 핵융합 반응으로 인해 발생하는 기체 압력인 내부 압력으로, 기체의 운동 에너지가 높아져 팽창하려고 한다.

- ②, ③ B는 별의 질량에 의해 중심으로 작용하는 중력이다.
 ⑤ 별의 중심부에서 핵융합 반응이 멈추면 내부 압력(A)보다 중력(B)이 커서 별의 중심부가 수축하기 시작한다.

04 **꼼꼼 문제 분석**

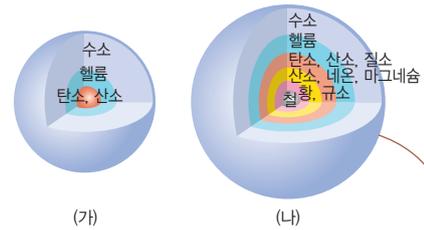


- ㄱ. 헬륨핵이 중력 수축하면 온도가 상승하여 헬륨핵 주변부인 A, B에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.
 ㄴ. (가)에서 (나)로 진화할 때 별의 중심부는 중력 수축하여 크기가 작아지지만 헬륨핵 바깥층(A)에서 수소 핵융합 반응이 일어나면서 별의 바깥층은 팽창하여 별의 크기가 커진다.
바로알기 ㄷ. 이 별은 질량이 태양 정도이므로 (다)일 때 별의 중심부에서 생성된 탄소핵은 헬륨 핵융합 반응이 끝난 후 탄소 핵융합 반응이 일어날 정도의 온도가 되지 못하기 때문에 핵융합 반응을 멈춘다. 그 후 별의 바깥층은 팽창하다가 우주로 퍼져 나가 행성 모양의 성운이 되고, 남은 별의 중심부는 수축하여 밀도가 커진다.

- 05** ④ 철은 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성될 수 있는 가장 무거운 원소이다.
바로알기 ①, ② 우주에 존재하는 수소, 헬륨은 빅뱅 이후 우주 초기에 원자핵과 전자가 결합하여 생성되었다. 아주 적은 양의 헬륨이 별의 내부에서 수소 핵융합 반응으로 생성되었다.
 ③ 탄소는 헬륨 핵융합 반응으로 생성된다.
 ⑤ 구리는 질량이 태양의 10배 이상인 별이 진화하는 과정 중 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

- 06** ㄷ. 초신성 폭발 전에는 별의 중심부에서 규소 핵융합 반응이 일어나 최종적으로 철이 생성된다.
바로알기 ㄱ. 질량이 태양의 10배 이상인 별의 진화 과정 중 초신성 폭발이 일어나 그 잔해가 남아 그림과 같이 성운을 이룬다.
 ㄴ. 초신성 폭발 과정에서 방출된 막대한 양의 에너지에 의해 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등이 생성되므로 초신성 폭발 잔해에는 철보다 무거운 원소, 철, 철보다 가벼운 원소 등이 포함되어 있다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



(가) 질량이 태양 정도인 별
 (나) 질량이 태양의 10배 이상인 별
 원자량: 철 > 규소 > 산소 > 탄소 > 헬륨 > 수소 → 별의 중심부로 갈수록 무거운 원소가 생성되었다.

- ㄱ. 별의 질량이 클수록 중심부의 온도가 높아져 무거운 원소가 생성되므로 별 (가)보다 (나)의 질량이 더 크다.

- 바로알기** ㄴ. 철은 탄소보다 무거운 원소이므로 별 중심부의 최대 온도는 (가)보다 (나)가 높다.
 ㄷ. 질량이 태양 정도인 별은 중심부에서 핵융합 반응으로 탄소, 산소까지만 생성된다. 현재 태양은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나지만, 시간이 흘러 진화하면 (가)와 같은 내부 구조가 될 것이다.

- 08** 그림에서 별은 중심부에 헬륨핵이 형성되어 있고, 헬륨핵의 가장자리에 수소 핵융합 반응이 일어나는 수소층이 형성되어 있다. 또한 별의 중심부는 수축하고 있고, 별의 바깥층은 팽창하고 있다.

- ㄱ, ㄷ. 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 끝나면 헬륨핵은 수축하며, 수소 핵융합 반응이 일어나는 헬륨핵의 가장자리로 인해 별의 바깥층은 팽창하여 별의 크기가 커지고 표면 온도가 낮아진다.

- 바로알기** ㄴ. 별의 중심부에서 핵융합 반응이 멈추면 내부 압력이 약해져 별은 중력 수축하므로 별의 중심부 온도가 높아진다.

- 09** ㄴ. 철보다 무거운 원소는 질량이 태양의 10배 이상인 별의 진화 과정 중 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

- ㄷ. 질량이 태양의 10배 이상인 별은 규소 핵융합 반응으로 철을 생성할 수 있다.

- 바로알기** ㄱ. 태양과 질량이 비슷한 별의 내부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나기 때문에 헬륨보다 무거운 탄소, 산소가 생성될 수 있다.

- 10** (가)는 별의 진화 단계에서 초신성이 나타나므로 질량이 태양의 10배 이상인 별의 진화 과정이고, (나)는 별의 진화 단계에서 별의 바깥층이 우주 공간으로 퍼져 나가 행성 모양의 성운을 형성하였으므로 질량이 태양 정도인 별의 진화 과정이다.

- ㄱ. 별은 질량이 클수록 핵융합 반응이 활발하기 때문에 수명이

짧다. 따라서 별의 질량은 진화 과정이 (가)인 별이 (나)인 별보다 크므로 별의 수명은 진화 과정이 (가)인 별이 (나)인 별보다 짧다.

바로알기 나. 진화 과정이 (가)인 별은 질량이 태양의 10배 이상인 별이다.

다. 황, 규소는 산소 핵융합 반응으로 생성되므로 진화 과정이 (가)인 별의 내부에서 생성될 수 있다.

11 ① 별 A는 탄생한 별이므로 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다. 별 B에서는 중심부에서 수소 핵융합 반응으로 수소가 모두 헬륨으로 바뀌면 핵융합 반응이 멈추고, 중심부는 수축하여 온도가 상승하기 때문에 중심부의 바깥층이 가열되어 수소 핵융합 반응이 일어나며, 그로 인해 별이 팽창하여 크기가 커진다.

② 별 A는 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 내부 압력과 중력이 평형을 이루기 때문에 크기가 일정하게 유지된다.

③ 별 A의 중심부에서는 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성된다.

④ 별 B의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응까지 일어나기 때문에 탄소가 만들어질 수 있다.

바로알기 ⑤ 별 B는 질량이 태양 정도인 별이 진화하는 단계에 있는 별이므로, 내부에서는 헬륨 핵융합 반응까지 일어난다.

12 가. 약 50억 년 전에 우리은하의 나선팔에서 어느 초신성이 폭발하면서 생긴 충격으로 안정한 상태에 있던 거대한 성운의 밀도가 불균일해졌다. 이에 따라 성운에서 밀도가 큰 부분을 중심으로 수축하면서 회전하여 태양계 성운이 형성되었다.

나. 태양계 성운이 수축하면서 성운의 중심부에서는 온도와 밀도가 높아져 원시 태양이 형성되었으므로 (가)→(나) 과정에서 성운의 중심부 온도는 높아졌다.

바로알기 다. 태양계 성운이 회전하면서 수축하여 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 회전하는 원시 원반에서는 원시 행성이 형성되었으므로 원시 태양의 자전 방향과 원시 태양 주위를 도는 원시 행성의 공전 방향은 같다.

13 ① 성운에서는 밀도가 큰 부분을 중심으로 중력이 커져 수축이 일어난다.

② 태양계 성운이 수축하면서 크기가 작아졌으므로 회전 속도가 점차 빨라졌다.

④, ⑤ 태양계 성운이 중력에 의해 수축하면서 중심부의 밀도와 온도가 점차 높아져 회전하는 성운의 중심부에서 원시 태양이 형성되었다. 원시 원반을 이루고 있던 입자들이 서로 결합하고 충돌하여 미행성체를 형성하였고, 미행성체들이 서로 충돌하고 합쳐져 원시 행성을 형성하였다.

바로알기 ③ 원시 태양 주변으로 회전하는 성운의 회전축과 수직인 면에 물질이 모여 원시 원반이 형성되었다.

14 **꼼꼼 문제 분석**

원시 태양의 자전 방향=원시 원반의 회전 방향(=원시 행성의 공전 방향)



온도가 높은 곳 → 녹는점이 높은 무거운 물질 분포

온도가 낮은 곳 → 녹는점이 낮은 가벼운 물질 분포

나. 원시 원반 내의 입자들이 서로 결합하고 뭉쳐져 형성된 미행성체들이 서로 충돌하면서 합쳐져 원시 행성이 만들어졌다.

바로알기 가. 원시 원반 내에서는 원시 태양에서 멀어질수록 온도가 낮았다. 따라서 원시 태양에 가까운 곳(A)에서는 녹는점이 낮은 가벼운 물질이 증발하였고 철, 니켈 등의 금속 원소와 규소 등 녹는점이 높은 물질이 남았다. 따라서 금속 원소들은 B보다 A에서 많다.

다. 성운이 회전하면서 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 원시 태양의 주변부에서는 원시 원반이 형성되었으므로 원시 태양과 원시 원반의 회전 방향은 같다.

15 (가)는 반지름이 작은 행성이므로 지구형 행성이고, (나)는 반지름이 큰 행성이므로 목성형 행성이다.

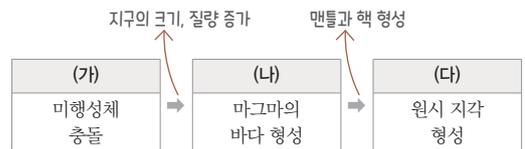
다. 목성형 행성인 (나)는 태양으로부터 먼 곳에서 형성되었고, 지구형 행성인 (가)는 태양으로부터 가까운 곳에서 형성되었으므로 (가)는 (나)보다 온도가 높은 환경에서 형성되었다.

라. 지구형 행성은 주로 암석 성분으로 이루어져 있고, 목성형 행성은 가벼운 기체 성분으로 이루어져 있다.

바로알기 가. 지구형 행성인 (가)에는 수성, 금성, 지구, 화성이 있고, 목성형 행성인 (나)에는 목성, 토성, 천왕성, 해왕성이 있다.

나. A는 목성형 행성에 비해 지구형 행성에서 큰 값을 가지는 물리량이므로 평균 밀도가 적합하다.

16 **꼼꼼 문제 분석**



생명체 출현: 원시 바다 형성 이후 → (다) 시기 이후

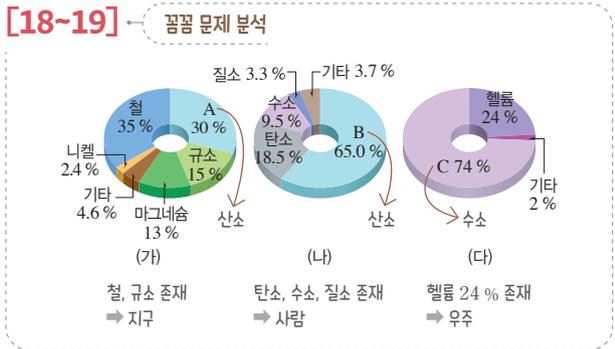
ㄱ. (가) → (나) 과정에서는 미행성체들이 원시 지구와 충돌하면서 지구의 크기가 점점 커졌고, 질량도 계속 증가하였다.

ㄴ. (나) → (다) 과정에서는 미행성체의 충돌이 감소하면서 지구의 온도가 낮아져 지구 표면이 식어 원시 지각이 형성되었고, 대기 중 수증기가 응결하여 비로 내리면서 원시 지각에 빗물이 모여 원시 바다가 형성되었다.

[바로알기] ㄷ. (가) → (나) 과정에서 미행성체의 충돌로 발생한 열에 의해 마그마의 바다가 형성되었다. 마그마의 바다에서 상대적으로 가벼운 물질은 떠올라 맨틀을 형성하였고 상대적으로 무거운 물질은 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였으므로 맨틀과 핵은 (다) 시기 이전에 형성되었다.

ㄹ. 최초의 생명체는 강한 자외선이 닿지 않는 바다에서 출현하였으므로, (다) 시기 이후이다.

17 마그마의 바다에서 상대적으로 가벼운 물질은 위로 떠오르고, 상대적으로 무거운 물질은 지구 중심부로 가라앉아 맨틀과 핵으로 분리되었다. (나) → 미행성체의 충돌이 줄어들어 지구의 표면이 식으면서 원시 지각이 형성되었다. (가) → 대기 중의 수증기가 응결하여 내린 비가 원시 지각에 모여 원시 바다를 형성하였고, 바다에서 최초의 생명체가 출현하였다. (다) → 생물의 진화 과정에서 광합성을 하는 생물이 등장한 후 대기 중 산소가 증가하였다. (라)



18 ③ (가)는 철이 가장 많고 규소가 세 번째로 많은 원소이므로 지구이고, (나)는 탄소가 주요 원소에 포함되므로 생명체인 사람이다. (다)는 전체 원소 중 헬륨이 24%를 차지하고 있으므로 우주이다.

19 ㄴ. 원시 지구의 대기에는 산소(B)가 거의 존재하지 않았지만 광합성을 하는 생물이 출현하면서 대기 중 산소의 농도가 높아졌다.

[바로알기] ㄱ. 수소(C)는 빅뱅 이후 우주 초기에 생성되었다.

ㄷ. A는 지구를 구성하는 원소 중 두 번째로 많은 원소이므로 산소이고, B는 사람을 구성하는 원소 중 가장 많으므로 탄소이다. 산소(A, B)는 질량이 태양 정도이거나 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서 핵융합 반응으로 만들어지는 원소이다.

20 ㄴ. 핵인 B의 주성분은 철, 니켈 등이고, 맨틀인 A의 주성분은 규소와 산소 등이다.

ㄷ. 맨틀과 핵의 분리 이후 지구의 표면을 이루고 있던 맨틀의 온도가 낮아져 원시 지각이 형성되었으므로 지표면의 온도는 이 시기 이전보다 이후에 더 낮아졌다.

[바로알기] ㄱ. 밀도 차에 의한 분리로 가벼운 물질은 떠올라 맨틀을 형성하였고, 무거운 물질은 가라앉아 핵을 형성하였으므로 A는 맨틀, B는 핵이다. 따라서 밀도는 A보다 B가 더 크다.

21 **[모범 답안]** 수소 핵융합 반응이 시작되어 별이 되면 별의 내부 압력과 중력이 평형을 이루기 때문에 별의 크기가 일정하게 유지된다.

채점 기준	배점
별의 내부 압력과 중력이 평형을 이루기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100%
별이 힘의 평형을 이루기 때문이라고만 옳게 서술한 경우	30%

22 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 끝나면 수소 핵융합 반응으로 형성된 헬륨핵이 수축하면서 온도가 상승한다. 따라서 헬륨핵 주변에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 내부 압력이 증가하여 별의 바깥층이 팽창하므로 별의 크기는 커진다.

[모범 답안] 별의 중심부 온도는 상승하고, 크기는 커진다.

채점 기준	배점
별의 중심부 온도와 크기 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100%
별의 중심부 온도와 크기 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50%

23 **[모범 답안]** 지구에는 구리, 납 등 철보다 무거운 원소들이 존재하며, 이들 원소는 초신성 폭발 과정에서만 생성될 수 있기 때문에 태양계 성분은 초신성 폭발로 인해 형성되었음을 알 수 있다.

채점 기준	배점
지구엔 철보다 무거운 원소가 존재하고, 이들 원소는 초신성 폭발 과정에서만 생성된다고 옳게 서술한 경우	100%
지구엔 철보다 무거운 원소가 존재한다는 것만 옳게 서술한 경우	50%

24 원시 지구는 미행성체의 충돌열에 의해 마그마의 바다가 형성되었다. 철, 니켈 등 상대적으로 밀도가 큰 물질은 중심부로 가라앉아 핵이 되었고 규소, 산소 등 상대적으로 밀도가 작은 물질은 떠올라 맨틀이 되었다.

모범 답안 미행성체의 충돌로 발생한 열에 의해 마그마의 바다가 형성되어 상대적으로 밀도가 큰 물질은 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였고, 상대적으로 밀도가 작은 물질은 떠올라 맨틀을 형성하였기 때문이다.

채점 기준	배점
마그마의 바다가 형성되어 밀도 차이에 따라 물질이 이동하여 맨틀과 핵이 형성되었다고 옳게 서술한 경우	100 %
맨틀과 핵을 구성하는 물질의 밀도 차이만 옳게 서술한 경우	50 %

실력UP문제

55쪽

01 ③ 02 ② 03 ⑤ 04 ②

01 품목 문제 분석



(가) 별 탄생: 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응 → 헬륨 생성
(나) 별의 내부에서 수소, 헬륨 핵융합 반응 → 헬륨, 탄소, 산소 생성
(다) 별의 바깥층이 팽창하다가 우주로 퍼져 나가 형성된 행성 모양의 성운 → 우주로 원소 방출

ㄴ. (가)는 별이 탄생한 것이므로 별의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

ㄷ. 별의 중심부 온도가 높을수록 무거운 원소를 생성할 수 있는 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 (가)는 수소 핵융합 반응만 일어나고, (나)는 헬륨 핵융합 반응까지 일어나므로 별의 중심부 온도는 (가)가 (나)보다 낮다.

바로알기 ㄱ. 성운에서 밀도가 큰 곳을 중심으로 중력 수축하여 온도와 밀도가 점차 증가하여 원시별이 형성된 후 중심부에서 수소 핵융합 반응이 시작되면서 별이 탄생한다. 따라서 성운의 밀도가 균일하면 중력이 크게 작용하지 않아 성운 내의 성간 물질이 뭉쳐지기 어렵기 때문에 별이 탄생하기 어렵다.

ㄷ. (다)는 행성 모양의 성운이므로, 질량이 태양과 비슷한 별의 최후 모습이다. 이 단계에서 우주 공간으로 방출되는 원소는 수소, 헬륨, 탄소, 산소이고 지구를 구성하는 주요 원소는 철, 산소, 규소이다.

02 (가)는 미행성체 충돌, (나)는 마그마의 바다 형성, (다)는 맨틀과 핵의 형성, 원시 지각 형성, (라)는 원시 바다의 형성이다.

ㄱ. (가) → (나) 과정에서 원시 지구에 충돌하는 미행성체의 질량이 더해져 지구의 질량과 크기가 점점 커졌다. 따라서 지구의 크기는 (가)보다 (나) 시기에 더 크다.

ㄷ. (라) 시기에는 지구의 온도가 하강하여 대기 중 수증기가 응결하여 비로 내리면서 원시 지각에 빗물이 모여 원시 바다가 형성되었다.

바로알기 ㄴ. (다) 시기에 맨틀과 핵이 형성된 후 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지구의 온도가 낮아졌기 때문에 지구의 표면이 식어 딱딱한 원시 지각이 형성되었다.

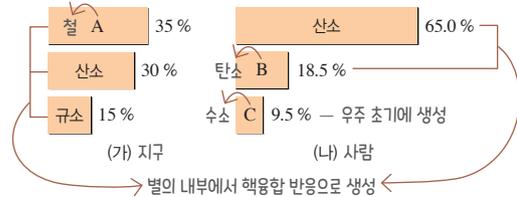
ㄷ. 대기 중 이산화 탄소는 지구의 탄생 초기에 많았지만, 바다가 형성된 이후에 바다에 녹아 감소하였다.

03 ㄴ. (나)의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 끝난 후 헬륨 핵이 생성되었고, 중심부 바깥의 수소층에서는 수소 핵융합 반응이 일어나면서 별의 바깥층이 팽창하므로 별 (나)는 (가)보다 크기가 크다.

ㄷ. 별의 중심부 온도가 높을수록 무거운 원소를 생성할 수 있는 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 (다) 별의 중심부에서는 탄소핵이 형성되어 있고, (라)에는 무거운 철핵이 형성되어 있으므로 별의 중심부 온도는 (다)보다 (라)가 높다.

바로알기 ㄱ. 우주를 구성하는 헬륨은 대부분 빅뱅 이후 우주 초기에 헬륨 원자핵과 전자가 결합하여 생성되었으며, 별의 내부에서 수소 핵융합 반응으로 생성된 헬륨의 양은 매우 적다.

04 품목 문제 분석



ㄱ. (가)는 규소가 주요 원소에 포함되므로 지구이고, (나)는 가장 많은 원소가 산소이므로 사람이다.

ㄷ. 빅뱅 이후 우주 초기에 수소, 헬륨이 생성되었고, 그 후 별의 진화 과정을 통해 별의 내부에서 핵융합 반응으로 헬륨, 탄소, 산소, 질소, ..., 철 등이 생성되었으므로 원소의 생성 순서는 C → B → A이다.

바로알기 ㄴ. 지구에서 가장 풍부한 A는 철로, 질량이 태양의 10 배 이상인 별의 내부에서 규소 핵융합 반응으로 생성된다.

ㄷ. 사람의 몸은 물, 무기물을 제외하면 주로 유기물로 이루어져 있으므로 B는 탄소이고, C는 수소이다. 탄소(B)는 질량이 태양 정도이거나 그보다 질량이 큰 별의 내부에서 헬륨 핵융합 반응으로 생성되지만, 수소(C)는 빅뱅 이후 우주 초기에 생성되었다.

중단원 핵심정리

56쪽

- ① 흡수 ② 종류 ③ 스펙트럼 ④ 3:1 ⑤ 감소(하강)
 ⑥ 양성자 ⑦ 쿼크 ⑧ 38 ⑨ 원시별 ⑩ 수소 ⑪ 철
 ⑫ 초신성 폭발 ⑬ 초신성 폭발 ⑭ 원시 태양 ⑮ 기체
 ⑯ 원시 지각 ⑰ 핵융합 반응

중단원 마무리 문제

57쪽~60쪽

- 01 ② 02 ⑤ 03 ② 04 해설 참조 05 ①
 06 ⑤ 07 해설 참조 08 ② 9 ④ 10 ①
 11 해설 참조 12 ③ 13 ④ 14 ② 15 ①
 16 ③ 17 해설 참조 18 ① 19 ③

01 (가) 고온의 광원에서 방출된 빛을 관측하면 넓은 파장에 걸쳐 연속적인 띠인 연속 스펙트럼이 나타난다.

(나) 저온의 성운을 통과한 별빛을 관측하면 성운을 이루는 기체가 특정한 파장의 빛을 흡수하기 때문에 흡수 스펙트럼이 나타난다.

(다) 어떤 원소의 기체가 높은 온도에서 방출하는 빛을 관측하면 원소 기체가 방출하는 특정한 파장의 빛만 보이므로 방출 스펙트럼이 나타난다.

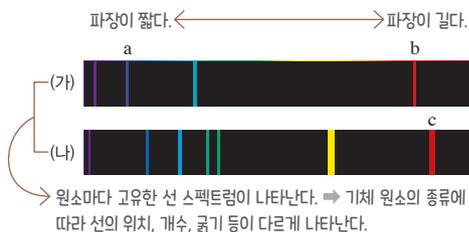
02 (가)는 흡수 스펙트럼, (나)는 연속 스펙트럼, (다)는 방출 스펙트럼이다.

ㄱ. 태양의 표면에서 나오는 빛은 태양 대기를 통과하면서 대기를 구성하는 원소가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 검은색의 흡수선이 나타나는 흡수 스펙트럼으로 관측된다.

ㄴ. 가시광선은 눈에 보이는 빛으로, (가)~(다)는 무지개색으로 나타나므로 모두 가시광선을 관측한 것이다.

ㄷ. (다)는 가열된 원소 기체에서 특정한 파장의 빛이 방출되어 나타나는 스펙트럼으로, 선의 위치, 개수, 굵기 등이 원소마다 다르게 나타난다.

03 품평 문제 분석



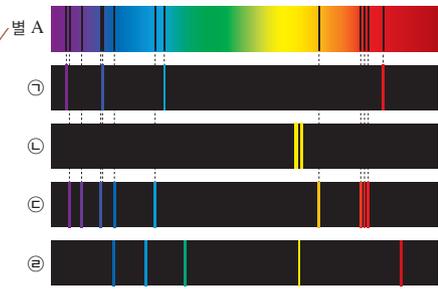
ㄷ. 원소의 종류에 따라 스펙트럼에서 선의 위치, 개수, 굵기 등이 다르게 나타나므로 별빛 스펙트럼과 원소의 스펙트럼을 비교

하여 분석하면 별의 구성 원소의 종류를 알아낼 수 있다.

바로알기 ㄱ. a는 파란색이고 b는 빨간색이므로, a가 b보다 파장이 짧다.

ㄴ. b와 c는 모두 빨간색으로 보이지만, c는 b보다 오른쪽에 있으므로 파장이 더 길다.

04 품평 문제 분석



별 A를 구성하는 원소: 별 A의 스펙트럼에 나타나는 검은색의 흡수선과 위치가 일치하는 방출선의 원소를 찾는다. ⇒ ㉠, ㉡

동일한 원소는 스펙트럼에서 나타나는 흡수선과 방출선의 위치(파장)가 같다.

모범 답안 ㉠, ㉡이다. ㉠과 ㉡의 방출선이 별 A의 스펙트럼에 나타나는 검은색의 흡수선과 위치(파장)가 일치하기 때문이다.

채점 기준	배점
별 A를 구성하는 원소 두 가지를 옳게 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
별 A를 구성하는 원소 두 가지만 옳게 쓴 경우	50 %
그렇게 생각한 까닭만 옳게 서술한 경우	50 %

05 ㄱ. 우주를 구성하는 원소 중 수소는 약 74%, 헬륨은 약 24%를 차지한다.

바로알기 ㄴ. 우주 전역에 분포하는 수소와 헬륨은 빅뱅 이후 우주 초기에 입자의 생성 과정에서 만들어졌으며, 별의 내부에서 핵융합 반응으로 만들어진 헬륨의 양은 매우 적다.

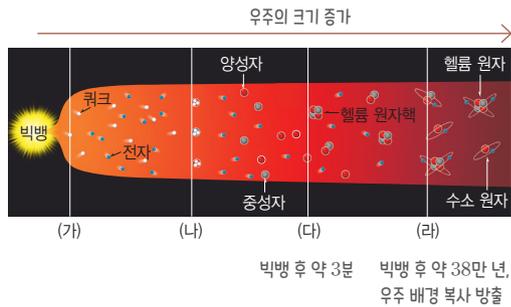
ㄷ. 우주를 구성하는 천체들의 스펙트럼 분석을 통해 우주를 구성하는 원소(수소, 헬륨 등)의 종류와 질량비를 알아냈다.

06 ⑤ 빅뱅 이후 쿼크, 전자 등의 기본 입자가 가장 먼저 생성되었다. 온도가 낮아지면서 쿼크 3개가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때는 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때는 원자핵과 전자가 결합하여 수소 원자, 헬륨 원자가 생성되었다. 따라서 (가)는 양성자, 중성자이고, (나)는 헬륨 원자핵이며, (다)는 전자이다.

07 **모범 답안** 수소와 헬륨이다. 우주의 온도가 계속 낮아져서 더 무거운 원자핵이 만들어지는 핵합성이 일어나지 못하였기 때문이다.

채점 기준	배점
수소와 헬륨을 옳게 쓰고, 더 무거운 원소가 생성되지 못한 까닭을 우주의 온도 변화와 관련 지어 옳게 서술한 경우	100 %
수소와 헬륨만 옳게 쓴 경우	50 %
더 무거운 원소가 생성되지 못한 까닭만 우주의 온도 변화와 관련 지어 옳게 서술한 경우	50 %

08 **꼼꼼 문제 분석**

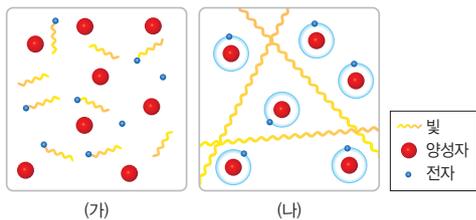


ㄷ. (라) 시기에는 전자가 원자핵과 결합하여 원자가 생성되면서 빛이 우주 공간으로 퍼져 나갈 수 있게 되었는데, 이때의 빛이 현재 우주 배경 복사로 관측된다.

바로알기 ㄱ. (가) 시기에는 쿼크, 전자 등 기본 입자가 생성되었고, (가) → (나) 과정에서는 우주가 계속 팽창하여 우주의 크기가 커졌다.

ㄴ. (다) 시기 직전에는 우주의 온도가 낮아지면서 양성자의 개수가 증가하여 양성자가 중성자보다 더 많았다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



- (가) 시기: 양성자 1개는 수소 원자핵이고, 빛이 전기를 띤 입자의 방해로 받아 직진하지 못해 우주 공간으로 퍼져 나가지 못하였다. (불투명한 우주) ⇒ 원자 생성 이전
- (나) 시기: 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 빛이 우주 공간으로 퍼져 나갔다. (투명한 우주) ⇒ 원자 생성 이후

ㄴ, ㄷ. (가)는 (나)보다 먼저 일어난 사건이다. 따라서 (가)에서 (나)로 갈수록 우주는 팽창하여 크기가 커졌고, 우주의 온도는 낮아졌으며, 우주의 밀도는 감소하였을 것이다.

바로알기 ㄱ. (나) 시기에는 수소 원자와 헬륨 원자의 질량비가 약 3 : 1이었다.

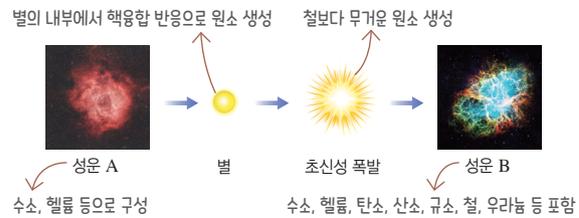
10 ① 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 생성되는 반응으로, 반응 전보다 반응 후의 질량이 작다. 질량은 에너지로 전환될 수 있는데, 감소한 질량만큼 에너지가 발생한다.

11 A는 별이 수축하려는 힘인 중력이고, B는 별이 팽창하려는 힘인 내부 압력이다. 중력과 내부 압력이 평형을 이루는 별은 크기가 일정하게 유지되고, 별의 중심부 온도가 1000만 K 이상이기 때문에 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

모범 답안 A는 중력이고, B는 내부 압력이다. 중력은 별의 질량에 의해 발생하고, 내부 압력은 수소 핵융합 반응으로 발생한다.

채점 기준	배점
두 가지 힘의 종류와 발생하는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지 힘의 종류와 발생하는 까닭만 옳게 서술한 경우	50 %

12 **꼼꼼 문제 분석**



ㄷ. 별이 빅뱅 이후 수억 년이 지났을 때 생성되었으므로 성운 A는 빅뱅 이후 우주 초기에 생성된 원소인 수소, 헬륨 등으로 이루어진 성간 물질로 구성되어 있다.

ㄴ. 이 별은 질량이 태양보다 10배 이상 큰 별이므로 별의 내부에서 핵융합 반응으로 헬륨부터 철까지 원소가 생성된다. 별은 핵융합 반응이 중단된 후 초신성 폭발 과정에서 생성된 철보다 무거운 원소와 별에 존재했던 수소~철까지 원소가 우주 공간으로 퍼져 나가 성운 B가 형성되었다.

바로알기 ㄱ. 별의 진화 과정 중 초신성 폭발이 있으므로 이 별은 질량이 태양보다 10배 이상 크다.

ㄴ. 성운 A를 구성하는 물질의 밀도 분포가 불균일해야 밀도가 높은 부분을 중심으로 중력 수축이 일어나 물질이 응축하여 별이 만들어질 수 있다.

13 ㄴ. 별의 중심부 온도가 높을수록 핵융합 반응으로 더 무거운 원소를 생성할 수 있다. 따라서 별 (가)는 중심부에 헬륨핵이

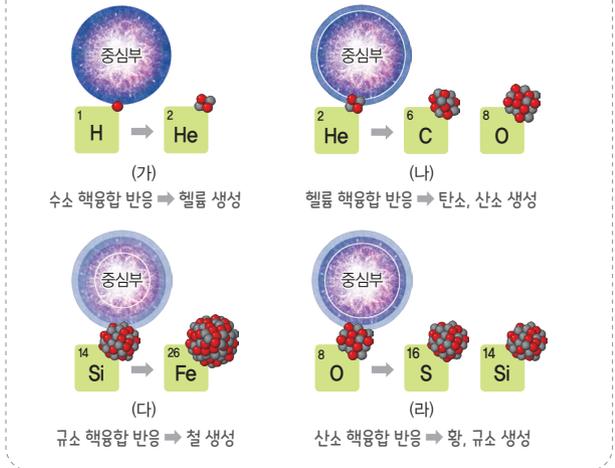
형성되어 있고, (나)는 중심부에 철핵이 형성되어 있으므로 별의 중심부 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

ㄷ. 별의 내부에서 핵융합 반응으로 만들어질 수 있는 가장 무거운 원소는 철이므로 중심부에 철핵이 형성된 (나)는 별의 중심부에서 핵융합 반응이 끝난 상태이다.

【바로알기】 ㄱ. 질량이 큰 별일수록 별의 내부에서 핵융합 반응으로 무거운 원소가 생성될 수 있으므로 별의 크기는 (가)가 (나)보다 작다.

ㄴ. (나)에서 핵융합 반응으로 중심부에서 최종적으로 생성된 원소는 철로, 지구에서 가장 많이 존재하는 원소이다. 생명체에 가장 많이 존재하는 원소는 산소이다.

14 — **꼼꼼 문제 분석**



ㄷ. 원자량은 양성자와 중성자의 질량을 합한 것이므로, 무거운 원소일수록 크다. 따라서 (다)에서 생성된 철은 (라)에서 생성된 황, 규소보다 원자량이 크다.

【바로알기】 ㄱ. 황, 규소는 탄소, 산소보다 무거운 원소이고, 별의 중심부 온도가 높을수록 핵융합 반응으로 무거운 원소가 생성되므로 별의 중심부 온도는 (나)가 (라)보다 낮다.

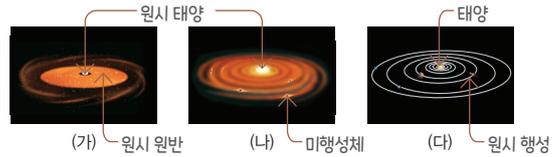
ㄴ. 핵융합 반응으로 가벼운 원소가 먼저 생성되고 점차 무거운 원소가 생성되므로 질량이 태양 정도인 별의 중심부에서는 (가) → (나)까지만 핵융합 반응이 일어난다. 반면에, 질량이 태양의 10배 이상인 별의 중심부에서는 (가) → (나) → (라) → (다) 순으로 핵융합 반응이 순차적으로 일어나 원소가 생성된다.

15 ㄱ. 질량이 태양 정도인 별의 내부에서 핵융합 반응이 멈추면 별의 바깥층이 팽창하여 우주 공간으로 퍼져 나가면서 (가)처럼 행성 모양의 성운을 이룬다. 따라서 현재 태양은 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나지만 나중에는 (가) 단계로 진화하게 될 것이다.

【바로알기】 ㄴ. 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부에서 핵융합 반응이 멈추면 중심부가 급격하게 수축하면서 폭발하여 초신성이 된다. (나)는 우주 공간으로 퍼져 나간 초신성 폭발 잔해이므로 (가)보다 질량이 큰 별의 진화 단계이다.

ㄷ. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서만 생성되므로 초신성 폭발 잔해인 (나)에는 철보다 무거운 원소가 포함되어 있지만, (가)에는 포함되어 있지 않다.

16 — **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 태양계 성운이 밀도가 높은 곳을 중심으로 수축하면서 회전하여 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 성운이 회전하면서 물질이 회전축에 수직인 면에 모여 원시 태양의 주변부에 (가)와 같이 납작한 원시 원반이 형성되었다.

ㄴ. 원시 태양과 가까운 곳일수록 온도가 높았으므로 (나)에서 원시 태양에 가까운 곳에서 형성된 미행성체는 철, 니켈, 규소 등 녹는점이 높은 물질로 구성되어 있다.

【바로알기】 ㄷ. (다)에서는 태양의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨이 생성되었다. 탄소는 헬륨 핵융합 반응으로 생성되는 원소이다.

17 **모범 답안** 태양과 가까운 곳에서는 온도가 높아 녹는점이 높은 철, 니켈, 규소 등 무거운 물질들이 남아 미행성체를 형성하여 암석 성분의 지구형 행성이 만들어졌고, 태양으로부터 먼 곳에서는 온도가 낮아 녹는점이 낮은 얼음, 메테인 등 가벼운 물질들이 미행성체를 형성하여 주변의 수소, 헬륨을 끌어당겨 기체 성분의 목성형 행성이 만들어졌기 때문이다.

채점 기준	배점
구성 물질의 차이와 그 까닭을 태양으로부터의 거리와 구성 물질의 녹는점을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
구성 물질의 차이만 옳게 서술한 경우	50 %

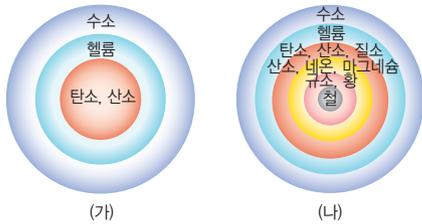
18 — **꼼꼼 문제 분석**

지구의 주요 원소인 철과 규소 포함 → 미행성체의 충돌로 원시 지구가 형성되었기 때문



㉓ 빅뱅 우주론에서 빅뱅 이후 우주 전체의 질량 변화에 대해 파악한다.
 ㄷ. 빅뱅 이후 우주 초기에 수소, 헬륨이 생성되었으며, 이들 원소들로부터 성운이 형성되어 별이 탄생하였다. 별의 진화 과정을 통해 더 무거운 원소들이 생성되었지만 별의 바깥층이 팽창하다가 원소가 우주로 퍼져 나가거나 초신성 폭발 과정에서 원소가 우주 공간으로 방출되어 별의 재료가 되었다. 따라서 우주에서는 새로운 원소들이 생성되기는 하지만 다시 우주 공간으로 퍼져 나가기 때문에 우주 전체의 질량은 변화가 없었다.

03 — 꼼꼼 문제 분석



별의 질량이 클수록 중심부에서 핵융합 반응에 의해 더 무거운 원소가 생성된다.
 ⇒ 철은 탄소와 산소보다 무거운 원소이다. ⇒ 별의 질량: (가) < (나)

선택지 분석

- ㉑ 별의 질량은 (가)보다 (나)가 더 크다.
- ㉒ 별에 있는 모든 수소는 핵융합 반응에 사용된다.
사용되는 것은 아니다.
- ㉓ 별의 중심부로 갈수록 구성 원소의 양성자수가 많아진다.

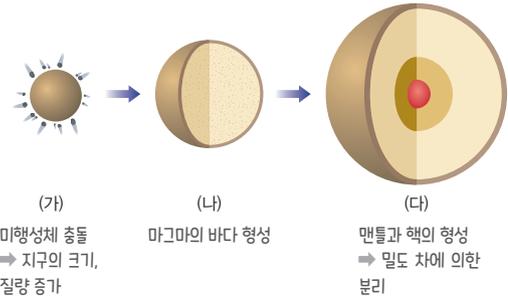
전략적 풀이 ① 별의 질량이 클수록 중심부에서 무거운 원소를 생성할 수 있는 핵융합 반응이 일어난다는 점을 이용하여 별의 질량을 비교한다.

ㄱ. (가)와 (나)는 최종적으로 각각 탄소와 산소, 철이 생성되었고 철은 탄소와 산소보다 무거운 원소이므로 별의 질량은 (가)보다 (나)가 더 크다.

㉒ 별의 내부에서 온도가 충분히 높은 곳이 어디인지 파악한다.
 ㄴ. 핵융합 반응이 일어나기 위해서는 온도가 충분히 높아야 한다. 따라서 별의 중심부와 그 주변에서 핵융합 반응이 일어나므로 별에 있는 모든 수소가 핵융합 반응에 사용되는 것은 아니다.
 ㉓ 별의 중심부로 갈수록 핵융합 반응으로 무거운 원소가 생성된다는 점을 이용하여 구성 원소의 양성자수를 추정한다.

ㄷ. 별의 중심부 온도가 상승함에 따라 점차 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어나므로 핵융합 반응이 끝났을 때 별의 내부 구조에서는 중심부로 갈수록 무거운 원소가 분포한다. 따라서 무거운 원소는 원자 번호가 크므로 구성 원소의 양성자수는 별의 중심부로 갈수록 많아진다.

04 — 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉑ (가) → (나) 과정에서는 지구 표면의 온도가 상승하였다.
- ㉒ (나) → (다) 과정에서는 지구 중심부의 밀도가 감소하였다.
증가하였다.
- ㉓ (다) 시기에는 지구의 중심부에서 표면으로 갈수록 금속 원소가 많이 분포한다.
중심부로

전략적 풀이 ① 미행성체 충돌에 따른 지구의 표면 온도 변화를 추정한다.

ㄱ. (가) → (나) 과정에서는 원시 지구에 미행성체의 충돌로 발생한 열과 지구 내부 방사성 원소의 붕괴열로 인해 지구 표면의 온도가 상승하여 마그마의 바다를 형성하였다.

㉒ 마그마의 바다 상태에서 밀도에 따른 물질의 이동 방향을 파악한다.

ㄴ. (나) → (다) 과정에서는 상대적으로 밀도가 높은 철, 니켈 등의 금속 원소가 지구의 중심부 쪽으로 이동하였으므로 지구 중심부의 밀도가 이전에 비해 증가하였다.

㉓ 산소와 규소 원소의 밀도와 금속 원소의 밀도를 비교하여 지구 내부에서의 분포를 추정한다.

ㄷ. 금속 원소(철, 니켈 등)에 비해 상대적으로 밀도가 낮은 산소, 규소 등은 떠올라 지구 표면으로 이동하였다. 지구 전체의 구성 원소는 철 35%, 산소 30%, 규소 15%이지만, 무거운 철 원소가 대부분 핵을 구성한다. 따라서 (다) 시기에는 금속 원소가 지구의 중심부인 핵으로 갈수록 많이 분포한다.

2 물질의 규칙성과 성질

01 / 원소의 주기성

개념 확인 문제

67쪽

- 1 주기율표 2 주기 3 족 4 금속 5 비금속
6 알칼리 금속 7 수소 8 할로젠

1 (1) 금속 (2) 비금속 (3) 금속 (4) 비금속 (5) 금속 2 금속 원소: (나), (마), (바), 비금속 원소: (가), (다), (라) 3 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ 4 A: 알칼리 금속, B: 할로젠 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ 6 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

- 1 (1) 금속 원소는 열을 잘 전달하고 전기가 잘 통한다.
(2) 비금속 원소는 대부분 실온에서 기체 또는 고체 상태로 존재한다.
(3) 금속 원소는 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 모양만 변한다.
(4) 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽다.
(5) 금속 원소는 전자를 잃어 양이온이 되기 쉽다.

2 주기율표의 왼쪽과 가운데에는 주로 금속 원소가 있고, 오른쪽에는 주로 비금속 원소가 있다. 리튬(Li), 구리(Cu), 칼륨(K)은 금속 원소이고, 수소(H), 산소(O), 염소(Cl)는 비금속 원소이다.

- 3 (1) 주기율표의 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.
(2) 주기율표에서 원소들은 원자 번호(양성자수) 순서로 나열되어 있다.
(3) 주기율표에서 화학적 성질이 비슷한 원소들은 같은 세로줄에 배열되어 있다.
(4) 알칼리 금속에는 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등이 있다.
(5) 할로젠에는 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br), 아이오딘(I) 등이 있다.

4 A 영역은 수소를 제외한 1족 원소이므로 알칼리 금속이고, B 영역은 17족 원소이므로 할로젠이다.

- 5 (1) 알칼리 금속은 다른 금속에 비해 밀도가 작다.
(2) 알칼리 금속은 칼로 자를 수 있을 정도로 무르다.
(3) 알칼리 금속은 공기 중의 산소, 물과 잘 반응하므로 공기나 물과의 접촉을 막기 위해 석유나 액체 파라핀에 넣어 보관한다.

(4), (5) 알칼리 금속이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 수용액은 염기성을 띤다.

- 6 (1) 할로젠은 실온에서 2개의 원자가 결합한 분자(F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 등)로 존재한다.
(2) 할로젠은 각 분자마다 특유의 색을 띤다.
(3) 실온에서 플루오린(F_2)과 염소(Cl_2)는 기체, 브로민(Br_2)은 액체, 아이오딘(I_2)은 고체 상태이다.
(4) 할로젠이 수소와 반응하면 수소 화합물(HF, HCl, HBr 등)을 생성하고, 이 화합물은 물에 녹아 산성을 띤다.

개념 확인 문제

70쪽

- 1 전자 2 양성자 3 원자 번호 4 8 5 원자가 전자
6 원자가 전자 7 전자 껍질 8 원자가 전자

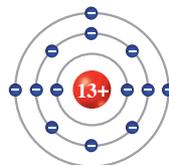
1 (1) × (2) × (3) ○ 2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ 3 해설 참조 4 ㉠ 6, ㉡ 2, ㉢ 4, ㉣ 2, ㉤ 14 5 c, e

- 1 (1) 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다.
(2) 원자를 구성하는 양성자수와 전자 수는 같다.
(3) 양성자수는 원자의 종류에 따라 다르므로 양성자수를 원자 번호로 정한다.

- 2 (1) 보어의 원자 모형에서 전자는 특정한 에너지 준위를 가지는 궤도를 따라 운동하며, 이 궤도를 전자 껍질이라고 한다.
(2) 전자 배치에서 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 최대 2개, 두 번째 전자 껍질에는 전자가 최대 8개 채워진다.
(3) 원자가 전자는 원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있으면서 화학 결합에 참여하는 전자이다.
(4) 원소의 주기성이 나타나는 까닭은 원자 번호가 증가함에 따라 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자의 수가 주기적으로 변하기 때문이다.

3 3주기 13족 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이고, 원자가 전자 수가 3이다. 원자 모형에서 양성자수가 13이므로 전자 수도 13이다. 따라서 첫 번째 전자 껍질에는 전자 2개, 두 번째 전자 껍질에는 8개, 세 번째 전자 껍질에는 나머지 3개가 배치된다.

모범 답안



4 ㉠ 원자를 구성하는 양성자수와 전자 수는 같다. 전자 배치를 나타낸 모형에서 전자 수가 6이므로 양성자수도 6이다.

㉡, ㉢ 가장 바깥 전자 껍질인 두 번째 전자 껍질에 전자가 4개 들어 있다. 따라서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, 원자가 전자 수는 4이다.

㉣, ㉤ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기 번호와 같고, 원자가 전자 수는 족 번호의 일의 자리 수와 같다. 따라서 2주기 14족 원소이다.

5 A는 2주기 16족 원소이고, B는 2주기 17족 원소이다.

ㄱ. 양성자수는 A와 B가 각각 8, 9이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 A와 B가 각각 6, 7이다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A와 B가 모두 2이다.

ㄹ. 첫 번째 전자 껍질에 들어 있는 전자 수는 A와 B가 모두 2이다.

원자쌍 비법 특강

71쪽

Q1 해설 참조 Q2 해설 참조

Q1 알칼리 금속은 주기율표의 1족에 있으므로 원자가 전자 수가 모두 1이다. 할로젠은 주기율표의 17족에 있으므로 원자가 전자 수가 모두 7이다.

모범 답안

구분	알칼리 금속	
	리튬(Li)	나트륨(Na)
원자 번호	3	11
전자 수	3	11
원자 모형		
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	2	3
원자가 전자 수	1	1
주기과 족	2주기 1족	3주기 1족

구분	할로젠	
	플루오린(F)	염소(Cl)
원자 번호	9	17
전자 수	9	17
원자 모형		
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	2	3
원자가 전자 수	7	7
주기과 족	2주기 17족	3주기 17족

Q2 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같으며 화학적 성질이 비슷하다.

모범 답안

구분	A	B	C	D
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	1	2	3	4
원자가 전자 수	0	0	2	2
주기과 족	1주기 18족	2주기 18족	3주기 2족	4주기 2족

→ A와 B는 18족 원소이고, C와 D는 2족 원소이므로 각각 화학적 성질이 비슷하다.

내신 만점 문제

72쪽~74쪽

01 ⑤ 02 ② 03 ① 04 ⑤ 05 ④ 06 ③
 07 ⑤ 08 ③ 09 ① 10 ③ 11 ① 12 8
 13 ⑤ 14 ㄴ, ㄷ 15 해설 참조 16 해설 참조

01 ① 금속은 대부분 특유의 광택이 있다.

②, ③ 금속은 전기가 잘 통하고, 열을 잘 전달한다.

④ 금속은 전자를 잃고 양이온이 되기 쉽다.

【바로알기】 ⑤ 금속은 외부에서 힘을 가하면 쉽게 부서지지 않고 모양만 변한다.

02 ㄷ. (나)는 비금속 원소이며, 대부분 전기가 잘 통하지 않는다.

【바로알기】 ㄱ. (가)는 금속 원소이고, (나)는 비금속 원소이다.

ㄴ. (가)는 금속 원소이며, 실온에서 대부분 고체 상태이다.

03 ㄱ. 현대의 주기율표는 원소들을 원자 번호(양성자수) 순서로 배열하였다.

바로알기 ㄴ. 세로줄을 족이라고 하며, 1족에서 18족까지 있다.
 ㄷ. 같은 족에 속한 원소들은 화학적 성질이 비슷하다.

04 ㄱ. (가)는 수소를 제외한 1족 원소이므로 알칼리 금속이다.
 ㄴ. (나)는 세 번째 가로줄에 있으므로 3주기 원소이다.
 ㄷ. (다)는 17족 원소이므로 할로젠이며, 화학적 성질이 비슷하다.

05 ④ 금속 M은 원자 번호가 11이고, 소금인 염화 나트륨의 성분 원소이므로 나트륨이다. 쌀알 크기의 나트륨 조각을 물이 담긴 시험관(B)에 넣으면 격렬하게 반응하면서 수소 기체가 발생한다.

06 ㄱ, ㄴ. 알칼리 금속은 공기 중의 산소와 반응하므로 산소를 차단해야 한다. 또 알칼리 금속은 물과 격렬하게 반응하므로 물에 닿지 않게 해야 한다. 따라서 알칼리 금속은 공기나 물과 접촉하지 않도록 석유나 액체 파라핀에 넣어 보관한다.

바로알기 ㄷ. 알칼리 금속이 물과 반응한 수용액은 염기성을 띠지만, 이는 알칼리 금속을 액체 파라핀에 넣어 보관하는 것과는 관련이 없다.

07 ㄱ. (가)에서 알칼리 금속은 공기 중의 산소와 빠르게 반응하므로 칼로 자르면 광택이 사라진다.

ㄴ. (나)의 실험 결과 모두 수소 기체가 발생했으므로 물과 반응시킨 것임을 알 수 있다. 따라서 '물에 넣어 변화를 관찰한다'는 ㉠으로 적절하다.

ㄷ. 알칼리 금속이 물과 반응한 수용액은 염기성을 띤다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

08 ① 할로젠은 17족에 속하는 비금속 원소인 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br), 아이오딘(I) 등이다.

② 할로젠은 실온에서 2개의 원자가 결합한 분자(F₂, Cl₂, Br₂, I₂ 등)로 존재한다.

④ 할로젠은 반응성이 커서 수소, 알칼리 금속 등 다른 원소와 잘 반응한다.

⑤ 할로젠이 수소와 반응하여 생성된 물질(HF, HCl, HBr 등)은 물에 녹아 산성을 띤다.

바로알기 ③ 할로젠은 비금속 원소이므로 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽다.

09 ㄱ. 보어의 원자 모형에서 전자 껍질의 에너지 준위는 원자핵과 가까울수록 낮다. 전자는 원자핵과 가까운 전자 껍질부터 차례로 채워진다.

바로알기 ㄴ. 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 최대 2개 채워진다.
 ㄷ. 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같다. 같은 주기에 속한 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

10 — **꼼꼼 문제 분석**

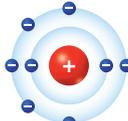
원소	플루오린(F)	염소(Cl)
원자 모형		
	A	B
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	2	3
원자가 전자 수	7	7

ㄱ. A와 B는 모두 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 7이므로 원자가 전자 수는 7로 같다.

ㄴ. A와 B는 모두 17족 원소인 할로젠이며 비금속 원소이다.

바로알기 ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A와 B가 각각 2, 3이다.

11 — **꼼꼼 문제 분석**



- 전자 수: 8 ⇒ 양성자수=전자 수=8
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수: 2 ⇒ 2주기 원소
- 원자가 전자 수: 6 ⇒ 16족 원소

ㄱ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이다.

바로알기 ㄴ. 원자를 구성하는 양성자수와 전자 수는 같다. 전자 수가 8이므로 양성자수는 8이다.

ㄷ. 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 6이므로 원자가 전자 수는 6이다.

12 — **꼼꼼 문제 분석**

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
1									A — He
2			B — Be			C — N			
3		D	E				F		
		Na	Mg				S		

- (가) 금속 원소는 B, D, E의 세 가지이므로 $a=3$ 이다.
 (나) 3주기 원소는 D, E, F의 세 가지이므로 $b=3$ 이다.
 (다) 화학적 성질이 비슷한 원소는 같은 족 원소이므로 B와 E 두 가지이다. 따라서 $c=2$ 이다.

13 ㄴ. C는 2주기, F는 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 $F > C$ 이다.

ㄷ. 알칼리 금속은 1족에 있는 금속 원소이므로 D는 알칼리 금속이다.

바로알기 ㄱ. A는 18족 원소이므로 원자가 전자 수가 0이다. 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 F로 6이다.

14 **꼼꼼 문제 분석**

원소	수소(H)	리튬(Li)	플루오린(F)	나트륨(Na)
원자 모형				
	A	B	C	D
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	1	2	2	3
원자가 전자 수	1	1	7	1

ㄴ. 원자가 전자 수는 A~D가 각각 1, 1, 7, 1이므로 C가 가장 크다.

ㄷ. A_2 는 수소(H_2)이고 C_2 는 플루오린(F_2)이다. 수소와 할로젠이 반응하여 생성된 물질(HF)은 물에 녹아 산성을 띤다.

바로알기 ㄱ. 금속 원소는 B와 D 두 가지이다.

15 **모범 답안** (1) 붉은색으로 변한다. 알칼리 금속인 리튬(Li)이 물과 반응한 후 수용액은 염기성을 띠기 때문이다.

(2) 나트륨(Na)과 칼륨(K), 리튬, 나트륨, 칼륨은 주기율표의 1족에 속하는 금속 원소이며, 같은 족 원소는 화학적 성질이 비슷하기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 수용액의 색 변화와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
수용액의 색 변화만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 원소 두 가지와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
원소 두 가지만 옳게 쓴 경우	20 %

16 **모범 답안** 원자 번호가 증가함에 따라 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문이다.

채점 기준	배점
원자가 전자 수를 언급하여 옳게 서술한 경우	100 %
원자가 전자 수를 언급하지 못한 경우	0 %

실력 UP 문제

75쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ③

01 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. A와 D는 금속 원소이고, B, C, E는 비금속 원소이다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기 번호와 같다. B는 2주기, D는 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 $D > B$ 이다.

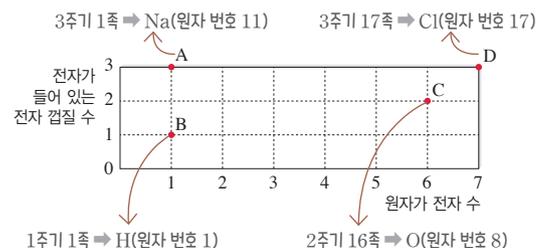
바로알기 ㄴ. E는 3주기 16족 원소이므로 할로젠이 아니다. 2주기 17족 원소인 C가 할로젠이다.

02 ㄱ. (가)에서 X를 잘랐을 때 은백색 광택이 사라졌으므로 X가 공기 중의 산소와 반응하였다.

ㄴ. (나)에서 X가 물과 반응하면 수소 기체가 발생한다. 수소 기체에 불꽃을 대면 '퍽' 소리가 나면서 탄다.

바로알기 ㄷ. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다. X가 물과 반응한 수용액은 염기성을 띠므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색으로 변한다.

03 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. A는 3주기 1족 원소이므로 알칼리 금속인 나트륨(Na)이다.
 ㄴ. 원자 번호는 3주기 17족 원소인 D가 가장 크다. A~D의 원자 번호는 각각 11, 1, 8, 17이다.

바로알기 ㄷ. A~D 중 실온에서 이원자 분자로 존재하는 것은 B, C, D 세 가지이다. B는 H₂, C는 O₂, D는 Cl₂로 존재한다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. E는 3주기 17족 원소이므로 할로젠이다.
 ㄷ. B는 1족 원소이고, D는 17족 원소이므로 원자가 전자 수는 D가 B보다 크다.

바로알기 ㄴ. A와 C는 모두 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

1 (1) 18족 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워져 있으므로 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않으며 원자가 전자 수가 0이다.

(2) 18족 원소는 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않고 실온에서 원자 상태로 존재한다.

(3) 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자 수는 헬륨은 2, 네온과 아르곤은 8이다.

(4) 산소는 16족, 플루오린은 17족 원소이고, 네온만 18족 원소이다.

2 (1) 원소들은 화학 결합을 형성하여 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해지려고 한다.

(2) 이온 결합이 형성될 때는 원자들 사이에 전자를 주고받고, 공유 결합이 형성될 때는 전자를 공유한다.

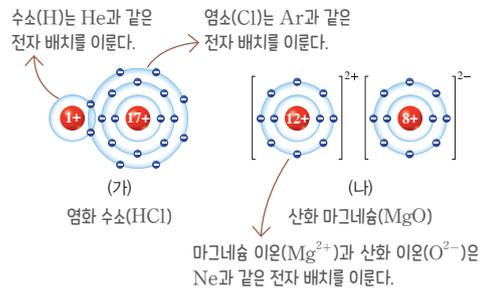
(3) 금속 원소와 비금속 원소 사이의 화학 결합은 이온 결합이다.

3 산소는 원자가 전자 수가 6이므로 전자 2개를 얻어 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

나트륨은 원자가 전자 수가 1이므로 전자 1개를 잃어 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

염소는 원자가 전자 수가 7이므로 전자 1개를 얻어 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다.

4 - 꼼꼼 문제 분석



(1) (가)는 전자쌍을 공유하여 결합을 형성하므로 공유 결합으로 생성된 물질이고, (나)는 양이온과 음이온이 결합을 형성하므로 이온 결합으로 생성된 물질이다.

(2) (가)에서 염소는 3주기 17족 원소인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다.

(3) (나)에서 마그네슘 이온(Mg²⁺)과 산화 이온(O²⁻)은 2주기 18족 원소인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

5 (가)는 물(H₂O)이다. 수소 원자 2개와 산소 원자 1개가 총 2개의 전자쌍을 공유하므로 공유 전자쌍 수는 2이다.

02 / 화학 결합과 물질의 성질

개념 확인문제

79쪽

1 18 2 화학 결합 3 이온 4 공유

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 ㉠ 2,

㉡ 1, ㉢ 1 4 (1) ㉠ 공유, ㉡ 이온 (2) 아르곤(Ar) (3) 네온(Ne)

5 (가) 2 (나) 4 6 ㄴ, ㄷ

(나)는 이산화 탄소(CO_2)이다. 탄소 원자 1개와 산소 원자 2개가 총 4개의 전자쌍을 공유하므로 공유 전자쌍 수는 4이다.

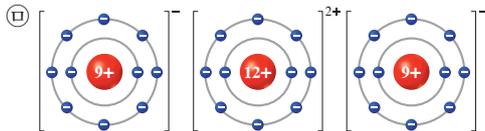
6 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이의 화학 결합이고, 공유 결합은 비금속 원소 사이의 화학 결합이다. 따라서 화학식을 구성하는 원소가 금속 원소와 비금속 원소인 CaCl_2 과 NaCl 은 이온 결합으로 생성되고, 화학식을 구성하는 원소가 모두 비금속 원소인 H_2O , HF , HCl , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 은 공유 결합으로 생성된다.

완자쌤 비법 특강

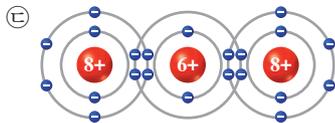
80쪽

- Q1** ㉠ 2, ㉡ 마그네슘 이온(Mg^{2+}), ㉢ 1, ㉣ 플루오린화 이온(F^-), ㉤ 해설 참조, ㉥ 1 : 2, ㉦ MgF_2
Q2 ㉠ 4, ㉡ 2, ㉢ 해설 참조, ㉣ 4, ㉤ 네온(Ne)

Q1 모범 답안



Q2 모범 답안



개념 확인 문제

83쪽

- 1 이온 2 공유 3 없고 4 있다 5 없다

1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 (가) ㄷ, ㄹ, ㅁ (나) ㄱ, ㄴ, ㅂ 4 (1) ㉠ (가), ㉡ (나) (2) 없다 (3) ㉠ 없고, ㉡ 있다 5 (1) (가) 포도당 (나) 염화 칼슘 (2) 없음

1 (1) 양이온과 음이온은 전기적으로 중성이 되는 개수비로 결합한다. 이온의 종류에 따라 결합하는 이온의 개수비가 달라지며 양이온과 음이온이 항상 1 : 1의 개수비로 결합하는 것은 아니다.

(2), (3) 이온 결합 물질은 고체 상태에서 수많은 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 3차원의 입체 구조를 이루며, 물에 녹으면 양이온과 음이온으로 나누어진다.

(4) 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 전기 전도성이 없고, 수용액 상태에서는 전기 전도성이 있다.

2 (1) 공유 결합 물질은 2개 이상의 원자가 결합하여 분자를 이룬다.

(2), (3) 설탕과 포도당은 공유 결합 물질이며, 고체 상태와 수용액 상태에서 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 전기 전도성이 없다.

3 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소 사이의 화학 결합으로 생성된 물질이고, 공유 결합 물질은 비금속 원소 사이의 화학 결합으로 생성된 물질이다. 따라서 염화 나트륨(NaCl), 황산 구리(II)(CuSO_4), 염화 칼슘(CaCl_2)은 이온 결합 물질이고, 물(H_2O), 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), 설탕($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)은 공유 결합 물질이다.

4 (1) (가)는 전하를 띤 입자가 없으므로 공유 결합 물질인 설탕이고, (나)는 양이온과 음이온으로 이루어져 있으므로 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다.

(2) (가)와 (나)는 고체 상태에서 모두 전기 전도성이 없다.

(3) (가)와 (나)를 물에 녹여 수용액을 만들면 (가)는 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전기 전도성이 없고, (나)는 양이온과 음이온으로 나누어져 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

5 염화 칼슘은 이온 결합 물질이고, 포도당은 공유 결합 물질이다.

(가)는 고체 상태와 수용액 상태에서 모두 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질인 포도당이다.

(나)는 수용액 상태에서 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질인 염화 칼슘이고, 염화 칼슘은 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

나신 만점 문제

84쪽~86쪽

- 01 ㄱ 02 ㉢ 03 ㄱ, ㄴ, ㄷ 04 ㉠ 05 ㉢
 06 ㉣ 07 ㉢ 08 ㉢ 09 ㉢ 10 ㉡ 11 ㉤
 12 ㉢ 13 ㉡ 14 해설 참조 15 해설 참조

01 ㄱ. 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar)은 모두 18족 원소이다.

바로알기 ㄴ. 18족 원소는 화학 결합을 형성하지 않고 실온에서 원자 상태로 존재한다.

ㄷ. 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자 수는 헬륨은 2, 네온과 아르곤은 8이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**

전자를 잃어 $A^+(Li^+)$ 이 된다. \Rightarrow He과 같은 전자 배치를 이룬다.

전자를 얻어 $B^{2-}(O^{2-}), C^-(F^-)$ 이 된다. \Rightarrow Ne과 같은 전자 배치를 이룬다.

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
1							O	F	
2		A	Li				B	C	
3		D	E					F	

전자를 잃어 $D^+(Na^+), E^{2+}(Mg^{2+})$ 이 된다. \Rightarrow Ne과 같은 전자 배치를 이룬다.

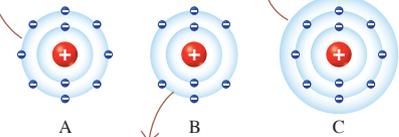
전자를 얻어 $F^-(Cl^-)$ 이 된다. \Rightarrow Ar과 같은 전자 배치를 이룬다.

안정한 이온이 되었을 때 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이루는 것은 B, C, D, E 네 가지이다.

03 **꼼꼼 문제 분석**

가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 채워져 있다. \Rightarrow 2주기 18족 원소인 네온(Ne)이다.

원자가 전자 수가 1이다. \Rightarrow 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)이다.



원자가 전자 수가 6이다. \Rightarrow 2주기 16족 원소인 산소(O)이다.

ㄱ. A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 8이므로 2주기 18족 원소이다.

ㄴ. B는 원자가 전자 수가 6이므로 전자 2개를 얻어 B^{2-} 이 되면 A와 같은 전자 배치를 이룬다.

ㄷ. B는 비금속 원소이고 C는 금속 원소이므로 B와 C는 이온 결합을 형성한다.

04 ㄱ. 염화 나트륨(NaCl)은 양이온과 음이온이 이온 결합하여 생성된 물질이다.

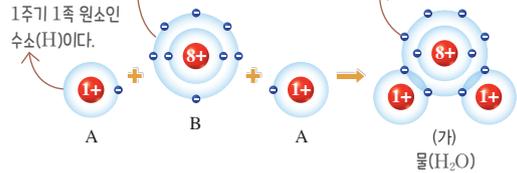
바로알기 ㄴ. 염화 이온(Cl^-)은 3주기 18족 원소인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다.

ㄷ. NaCl의 생성 과정에서 전자는 금속 원소인 나트륨(Na)에서 비금속 원소인 염소(Cl)로 이동한다.

05 **꼼꼼 문제 분석**

원자가 전자 수가 6이다. \Rightarrow 2주기 16족 원소인 산소(O)이다.

B(O) 원자는 A(H) 원자 2개와 각각 전자쌍 1개씩 총 2개의 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.



ㄱ. A와 B는 전자쌍을 공유하는 화학 결합을 형성하므로 모두 비금속 원소이다.

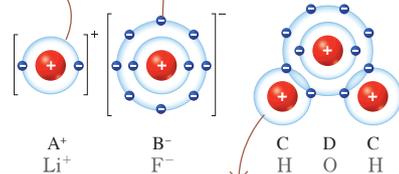
ㄴ. (가)는 A 원자 2개와 B 원자 1개가 총 2개의 전자쌍을 공유하므로 공유 전자쌍 수는 2이다.

바로알기 ㄷ. (가)에서 A는 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 이루고, B는 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

06 **꼼꼼 문제 분석**

A 원자가 전자 1개를 잃고 생성된 A^+ 은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 1이다. \Rightarrow A는 2주기 1족 원소인 리튬(Li)이다.

B 원자가 전자 1개를 얻어 생성된 B^- 은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이다. \Rightarrow B는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다.



D 원자는 C 원자 2개와 각각 1개의 전자쌍을 공유하므로 C의 원자가 전자 수는 1이고, D의 원자가 전자 수는 6이다. \Rightarrow C는 수소(H)이고, D는 산소(O)이다.

① AB는 A^+ 과 B^- 이 결합한 이온 결합 물질이고, C_2D 는 C와 D가 전자쌍을 공유하여 결합한 공유 결합 물질이다.

② AB에서 A^+ 과 C_2D 에서 C는 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 이룬다.

③ A^+ 의 전자 수가 2이므로 A의 전자 수는 3이고, A의 원자가 전자 수는 1이다. C와 D는 전자쌍 1개를 공유하므로 C의 전자 수는 1이고, C의 원자가 전자 수도 1이다.

⑤ A는 금속 원소인 리튬(Li)이고, D는 비금속 원소인 산소(O)이다. 따라서 A와 D는 이온 결합을 형성한다.

바로알기 ④ B^- 의 전자 수가 10이므로 B의 전자 수는 9이고 원자 번호도 9이다. D는 원자가 전자 수가 6이므로 D의 전자 수는 8이고 원자 번호도 8이다. 따라서 원자 번호는 $B > D$ 이다.

07 - 꼼꼼 문제 분석

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18	
1							O		A—He	
2		B—Li					C	D—F		
3		E—Na						F—Cl		
		금속 원소					비금속 원소			

ㄱ. B는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이므로 B와 D는 이온 결합을 형성한다. 이때 B는 전자 1개를 잃고 B⁺이 되며, A와 같은 전자 배치를 이룬다.

ㄷ. E는 1족에 속하는 금속 원소이고, F는 17족에 속하는 비금속 원소이다. E와 F가 화학 결합을 할 때 E는 전자 1개를 잃고 E⁺이 되고, F는 전자 1개를 얻어 F⁻이 되어 전기적으로 중성이 되도록 결합한다. 즉, E와 F는 1 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

바로알기 ㄴ. CD₂(OF₂)는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이고, E₂C(Na₂O)는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이다.

08 - 꼼꼼 문제 분석

원자가 전자 수가 1이다. ⇒ A₂(H₂)는 전자쌍 1개를 공유하여 각각 He과 같은 전자 배치를 이룬다.

원자가 전자 수가 7이다. ⇒ C₂(F₂)는 전자쌍 1개를 공유하여 각각 Ne과 같은 전자 배치를 이룬다.

원자가 전자 수가 6이다. ⇒ B₂(O₂)는 전자쌍 2개를 공유하여 각각 Ne과 같은 전자 배치를 이룬다.

A 수소(H) B 산소(O) C 플루오린(F)

공유 전자쌍 수는 A₂, B₂, C₂가 각각 1, 2, 1이므로 모두 합한 값은 4이다.

09 ① 공유 결합 물질은 일정한 수의 원자들이 결합하여 분자를 이룬다.

④ 공유 결합 물질은 대부분 수용액 상태에서 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 전기 전도성이 없다.

⑤ 염화 칼슘(CaCl₂), 염화 나트륨(NaCl)은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이고, 설탕(C₁₂H₂₂O₁₁), 에탄올(C₂H₅OH)은 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

바로알기 ③ 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온이 이동할 수 없으므로 전기 전도성이 없다.

10 - 꼼꼼 문제 분석

수많은 Na⁺과 Cl⁻이 1 : 1로 결합하여 규칙적인 배열의 입체 구조를 이룬다.

음(-)전하를 띠므로 염화 이온(Cl⁻)이다. ⇒ Ar과 같은 전자 배치를 이룬다.

양(+)전하를 띠므로 나트륨 이온(Na⁺)이다. ⇒ Ne과 같은 전자 배치를 이룬다.

ㄴ. 염화 나트륨의 화학식은 NaCl이므로 염화 나트륨에서 개수 비는 ① : ② = 1 : 1이다.

바로알기 ㄱ. 나트륨(Na)은 3주기 1족 원소이고, 염소(Cl)는 3주기 17족 원소이다. ①은 염화 이온(Cl⁻)이므로 전자 수는 18이고, ②은 나트륨 이온(Na⁺)이므로 전자 수는 10이다. 따라서 ①과 ②의 전자 수 차는 8이다.

ㄷ. 고체 염화 나트륨은 이온이 이동할 수 없으므로 전기 전도성이 없다.

11 - 꼼꼼 문제 분석

수용액 상태에서 전기 전도성이 있다. ⇒ 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다.

고체 상태와 수용액 상태에서 전기 전도성이 없다. ⇒ 공유 결합 물질인 설탕이다.

과정	전기 전도성	
	A	B
고체 상태 (가)	없음	없음
수용액 상태 (나)	있음	없음

ㄱ, ㄴ. A는 이온 결합 물질인 염화 나트륨이고, B는 공유 결합 물질인 설탕이다.

ㄷ. A는 수용액 상태에서 전기 전도성이 있으므로 수용액에 이온이 존재한다.

12 - 꼼꼼 문제 분석

불이 안 켜지므로 전기 전도성이 없다. ⇒ A는 수용액에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재한다. ⇒ 공유 결합 물질인 포도당이다.

불이 켜지므로 전기 전도성이 있다. ⇒ B는 수용액에서 이온으로 존재한다. ⇒ 이온 결합 물질인 황산 구리(II)이다.

(가) A 수용액 (나) B 수용액

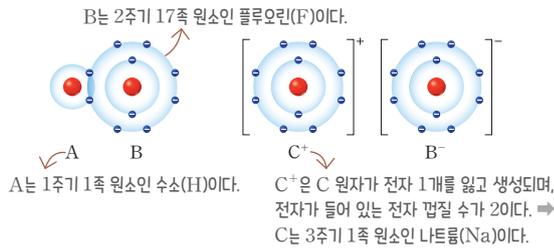
ㄱ. A 수용액은 전기 전도성이 없으므로 A는 공유 결합 물질인 포도당이다.

ㄴ. B 수용액에 전원을 연결하면 양이온은 (-)극으로, 음이온은 (+)극으로 이동하여 전류가 흐른다.

바로알기 ㄷ. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질은 모두 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

13 (가)는 염화 칼슘(CaCl_2), (나)는 뷰테인(C_4H_{10}), (다)는 질소(N_2), (라)는 탄산 칼슘(CaCO_3)이다. (가)와 (라)는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이고, (나)와 (다)는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

14 **꼼꼼 문제 분석**



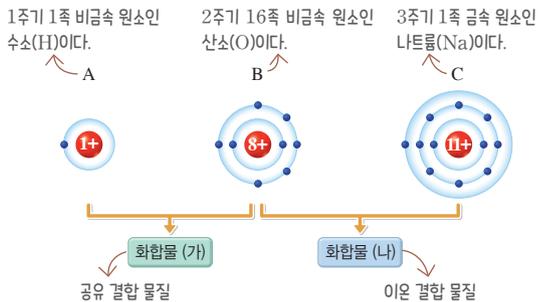
(1) AB는 A와 B가 전자쌍을 공유하여 결합한 공유 결합 물질이고, CB는 C⁺과 B⁻이 결합한 이온 결합 물질이다.

모범 답안 (1) AB: 공유 결합, CB: 이온 결합

(2) CB는 이온 결합 물질이며 수용액 상태에서 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

채점 기준	배점
(1) 화학 결합의 종류를 옳게 쓴 경우	50%
(2) 전기 전도성 유무와 까닭을 옳게 서술한 경우	50%
전기 전도성 유무만 옳게 쓴 경우	20%

15 **꼼꼼 문제 분석**



모범 답안 (가)는 비금속 원소로 이루어지므로 공유 결합으로 생성되고, (나)는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어지므로 이온 결합으로 생성된다.

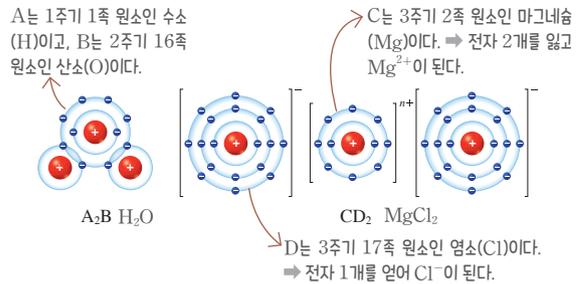
채점 기준	배점
화학 결합의 종류와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100%
화학 결합의 종류만 옳게 쓴 경우	50%

실력UP문제

87쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ③

01 **꼼꼼 문제 분석**

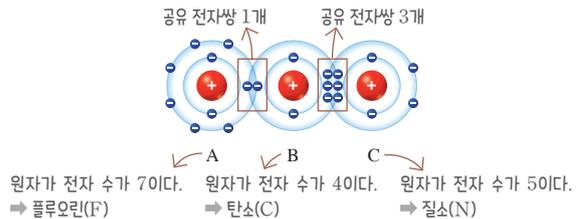


ㄱ. CD₂에서 D⁻ 2개와 Cⁿ⁺ 1개가 결합하여 전기적으로 중성이 되어야 하므로 n=2이다.

ㄷ. B는 비금속 원소이고, 원자가 전자 수는 6이다. C는 금속 원소이고, n=2이므로 원자가 전자 수는 2이다. 따라서 안정한 이온이 될 때 B²⁻, C²⁺이 되므로 B와 C는 1:1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

바로알기 ㄴ. A는 1주기 1족, B는 2주기 16족, C는 3주기 2족, D는 3주기 17족 원소이다. 따라서 2주기 원소는 B 한 가지이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



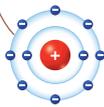
ㄱ. ABC는 각 원자가 모두 전자쌍을 공유하므로 공유 결합 물질이다.

ㄴ. A와 B는 전자쌍 1개를 공유하고, B와 C는 전자쌍 3개를 공유하므로 원자가 전자 수는 A가 7, B가 4, C가 5이다. 따라서 원자가 전자 수는 A>C>B이다.

ㄷ. A의 원자가 전자 수는 7이므로 $A_2(F_2)$ 의 공유 전자쌍 수는 1이고, C의 원자가 전자 수는 5이므로 $C_2(N_2)$ 의 공유 전자쌍 수는 3이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 $C_2 > A_2$ 이다.

03 - 꼼꼼 문제 분석

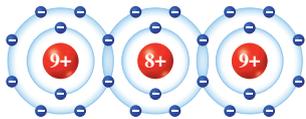
A^{2+}, B^-, C^{2-} 의 전자 배치가 모두 네온(Ne)과 같다.



- A는 3주기 2족 원소인 마그네슘(Mg)이고, 원자가 전자 수가 2이다.
- B는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이고, 원자가 전자 수가 7이다.
- C는 2주기 16족 원소인 산소(O)이고, 원자가 전자 수가 6이다.

ㄴ. A는 금속 원소이고 B는 비금속 원소이므로 $AB_2(MgF_2)$ 는 이온 결합 물질이다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 B와 C가 각각 7, 6이므로 CB_2 에서 C 원자 1개와 B 원자 2개가 총 2개의 전자쌍을 공유한다.



$CB_2(OF_2)$

바로알기 ㄱ. 원자가 전자 수는 A와 C가 각각 2, 6이므로 C가 A의 3배이다.

04 - 꼼꼼 문제 분석

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A-H					O		
2						B		
3	C						D	
	Na						Cl	

화합물	(가)	(나)	(다)
화학식	A_2B H_2O	B_2 O_2	CD NaCl

ㄱ. (가)~(다)는 각각 물(H_2O), 산소(O_2), 염화 나트륨(NaCl)이므로 모두 인류의 생존에 필수적인 물질이다.

ㄴ. 염화 나트륨((다))을 물((가))에 녹여 수용액 상태가 되면 전기 전도성이 있다.

바로알기 ㄷ. AD는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이고, C_2B 는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이다.

03 / 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성 (1)

개념 확인문제

90쪽

- ① 규소 ② 탄소 ③ 기본 단위체(단위체) ④ 규산염
⑤ 규산염 사면체 ⑥ 판상 ⑦ 망상

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ 2 A: 산소, B: 규소 3 (1) × (2) ○
(3) × (4) × 4 ④ 5 (1) ○ (2) × (3) × 6 (가) 감람석,
(나) 휘석, (다) 흑운모

1 (1) 지각에는 산소와 규소가 많고, 생명체에는 산소와 탄소가 많다.

(2) 지각을 구성하는 암석은 광물로 이루어져 있으며, 광물의 대부분은 산소와 규소가 결합한 규산염 광물이다.

(3) 규산염 광물을 구성하는 기본 단위체는 규산염 사면체이고, 생명체를 구성하는 단백질의 기본 단위체는 아미노산이며, 핵산의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

2 규산염 사면체에서 중심부에는 규소 원자 1개가 위치하고, 사면체의 각 꼭지점에는 산소 원자 4개가 위치한다.

3 (1) 지각을 이루는 광물 중 약 90 %는 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진 규산염 광물이고, 나머지는 비규산염 광물이다.

(2) 규산염 사면체는 중심부에 1개의 규소 원자가 위치하고, 각 꼭지점에 4개의 산소 원자가 위치한다.

(3) 규산염 사면체는 이웃한 규산염 사면체와 산소를 공유하여 단사슬 구조, 복사슬 구조, 판상 구조, 망상 구조를 형성한다.

(4) 규산염 사면체는 전기적으로 음전하(SiO_4^{4-})를 띠고 있다.

4 ④ 지각을 구성하는 암석은 대부분 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진 규산염 광물로 이루어져 있다.

5 (1) 규산염(Si-O) 사면체는 다양하게 결합하여 규산염 광물을 만든다.

(2) 규산염 사면체 간 공유하는 산소의 수가 가장 많은 결합 구조는 망상 구조이다. 독립형 구조는 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소가 없다.

(3) 규산염 광물은 규산염 사면체 간 공유하는 산소의 수가 많아 결합 구조가 복잡할수록 풍화에 강하다.

6 (가)는 규산염 사면체가 독립적으로 양이온과 결합한 형태를 갖고 있는 독립형 구조로, 대표적인 광물은 감람석이다. (나)는 규산염 사면체가 양쪽의 산소를 공유하면서 길게 한 줄로 이어진

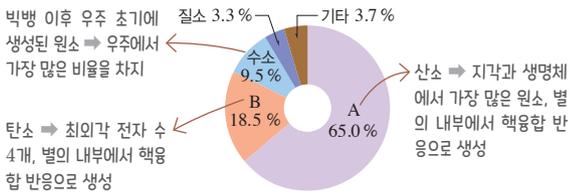
형태로 결합한 단사슬 구조로, 대표적인 광물은 휘석이다. (다)는 규산염 사면체의 산소 3개를 다른 규산염 사면체와 공유하여 판 모양으로 결합한 판상 구조로, 대표적인 광물은 흑운모이다.

내신 단점 문제

91쪽~92쪽

- 01 ③ 02 ㄱ, ㄴ, ㄷ 03 ① 04 ② 05 기
 본 단위체(단위체) 06 ② 07 ① 08 ③ 09 ⑤
 10 흑운모 11 ① 12 해설 참조 13 해설 참조 14 해설
 참조

01 — **꼼꼼 문제 분석**



③ 사람을 구성하는 원소 중 두 번째로 많은 원소(B)는 탄소이다. 탄소는 규소와 마찬가지로 최외각 전자 수가 4개인 14족 원소이다.

바로알기 ① A는 생명체인 사람을 구성하는 원소 중 가장 많은 질량비를 차지하는 산소이다.

② 탄소(B)가 지각에서 차지하는 질량비는 매우 작다.

④ 산소(A)와 탄소(B)는 모두 별의 진화 과정 중 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성된 원소이다. 빅뱅 이후 우주 초기에 생성된 원소는 수소, 헬륨이다.

⑤ 생명체를 구성하는 물질인 단백질의 기본 단위체는 아미노산이고, 핵산의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

02 ㄱ. 탄소가 두 번째로 많이 존재하는 (가)는 생명체인 사람이므로 ㉠은 산소이다. (나)는 지각이며, 지각에서 두 번째로 많은 원소 ㉡은 규소이다. 원자가 전자 수는 산소(㉠)가 6개이고, 규소(㉡)가 4개이다.

ㄴ. 규소(㉡)는 반도체의 주요 원료이며 유리, 세라믹, 합금 등의 재료로 많이 이용된다.

ㄷ. 사람과 지각을 구성하는 물질 중 규산염 광물과 핵산은 각각 규산염 사면체, 뉴클레오타이드와 같은 기본 단위체가 반복적으로 결합하여 형성되었다.

03 ㄱ. 지각에는 산소>규소>알루미늄 순으로 많고, 생명체에는 산소>탄소>수소>질소 순으로 많다. 따라서 지각과 생명

체에 공통으로 가장 많은 원소는 산소이다.

바로알기 ㄴ. 지각을 구성하는 원소들은 대부분 별의 진화 과정 중 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성되었다.

ㄷ. 생명체를 구성하는 원소 중 수소는 빅뱅 이후 우주 초기에 생성되었고 산소, 탄소, 질소는 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성되었다.

04 ㄴ. 지각을 이루는 암석은 약 90 % 이상이 규산염 광물로 이루어져 있다.

바로알기 ㄱ. 지각은 암석으로 이루어져 있고, 암석은 광물로 이루어져 있다.

ㄷ. 지각을 구성하는 물질은 대부분 규소와 산소로 이루어진 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진 규산염 광물이다.

05 지각과 생명체를 구성하는 물질은 구성 원소의 종류나 비율이 다르지만, 일정한 구조를 가진 기본 단위체(단위체)가 반복적으로 결합하여 다양한 물질을 이루고 있다.

06 ㄴ. 규산염 광물의 기본 단위체는 산소와 규소로 이루어진 규산염 사면체이다.

바로알기 ㄱ. 지각을 구성하는 암석은 대부분 규소와 산소로 이루어진 규산염 광물이다.

ㄷ. 규산염 사면체는 음전하를 띠기 때문에 양이온(주로 금속 이온)과 결합하거나 이웃하는 다른 규산염 사면체와 산소를 공유하면서 결합하여 규산염 광물이 만들어진다.

07 ① 규산염 사면체는 중심부에 규소(A) 원자 1개와 사면체의 꼭지점에 산소(B) 원자 4개가 공유 결합하여 만들어진 Si-O 사면체이다.

08 ㄷ. 지각을 이루는 원소의 질량비는 규소(A)가 산소(B)보다 작다.

ㄴ. 규산염 사면체는 전기적으로 음전하를 띠고 있어 양전하를 띠고 있는 금속 이온과 결합할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 규소(A)는 14족 원소이므로 주기율표에서 3번째 줄에 위치하기 때문에 3주기 원소이다.

ㄴ. 산소(B)는 원자가 전자 수가 6개이므로 16족 원소이다.

09 그림은 단사슬 2개가 서로 연결되어 두 줄로 길게 이어진 형태로 결합한 복사슬 구조이다.

⑤ 복사슬 구조인 규산염 광물은 쪼개짐이 발달한다.

바로알기 ① 규산염 사면체가 주변의 규산염 사면체와 산소를 공유하여 판 모양으로 결합하는 것은 판상 구조이다.

- ②, ③ 복사슬 구조의 대표적인 광물은 각섬석이고, 각섬석은 긴 기둥 모양의 결정형이 나타난다.
- ④ 규산염 사면체가 주변의 규산염 사면체와 산소 4개를 공유하여 결합하는 것은 망상 구조이다.

10 규산염 사면체가 산소 3개를 공유하면서 얇은 판 모양으로 쪼개지며, 어두운색을 띠는 규산염 광물은 흑운모이다.

11 ① 석영은 규산염 사면체를 이루는 산소 4개가 모두 주변의 규산염 사면체와 공유하여 결합한 3차원 망상 구조를 갖고 있으며, 방향성 없이 깨지는 성질이 있다.

바로알기 ② 규산염 광물 중 흑운모는 판상 구조를 갖고 있으며, 얇은 판 모양으로 쪼개지는 성질이 있다.

③ 각섬석은 단사슬 2개가 서로 연결되어 두 줄로 길게 이어진 복사슬 구조를 갖고 있으며, 특정한 방향으로 쪼개지는 성질이 있다.

④ 감람석은 규산염 사면체 1개가 독립적으로 양이온과 결합한 구조를 갖고 있으며, 방향성 없이 깨지는 성질이 있다.

⑤ 휘석은 규산염 사면체가 양쪽의 산소를 이웃하는 다른 규산염 사면체와 공유하면서 길게 한 줄로 이어진 단사슬 구조를 갖고 있으며, 특정한 방향으로 쪼개지는 성질이 있다.

12 지각에는 산소와 규소가 많고, 생명체에는 산소와 탄소가 많다. 공통으로 가장 많은 원소는 산소로, 별의 진화 과정에서 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.

모범 답안 공통적으로 산소가 가장 많다. 산소는 별의 진화 과정에서 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.

채점 기준	배점
산소를 옳게 쓰고, 산소의 생성 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
산소만 옳게 쓴 경우	50 %
산소의 생성 과정만 옳게 서술한 경우	50 %

13 지각은 암석으로 이루어져 있으며, 암석은 광물로 이루어져 있다. 광물은 고유의 화학 조성고 결정 구조가 있어 서로 다른 특징을 가지는데, 대부분의 암석은 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진 규산염 광물(예 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 장석, 석영 등)으로 이루어져 있다.

모범 답안 지각에 풍부한 원소는 산소와 규소이며, 이들이 결합하여 만든 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 서로 다른 결합 방식을 가진 다양한 규산염 광물들이 존재할 수 있다.

채점 기준	배점
제시한 요소 두 가지를 모두 고려하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시한 요소 두 가지 중 한 가지만 고려하여 옳게 서술한 경우	50 %

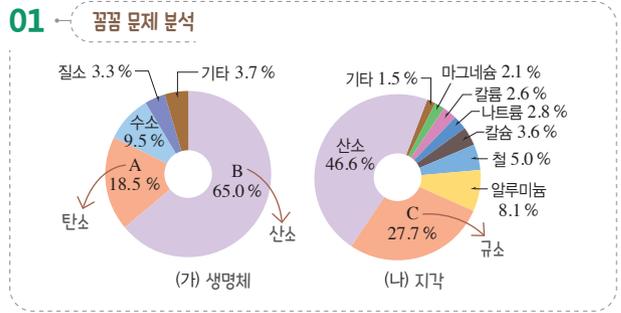
14 광물을 구성하는 원자들이 단단하게 결합하고 있을수록 풍화에 강하다. 따라서 망상 구조를 갖고 있는 석영이 독립형 구조를 갖고 있는 감람석보다 풍화에 강하다.

모범 답안 석영이다. 감람석은 독립형 구조이지만, 석영은 망상 구조로 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소 수가 많아 결합 구조가 복잡하기 때문에 석영이 감람석보다 풍화에 강하다.

채점 기준	배점
풍화에 더 강한 광물의 이름을 옳게 쓰고, 그 까닭을 결합 구조와 관련 지어 옳게 서술한 경우	100 %
풍화에 더 강한 광물의 이름만 옳게 쓴 경우	40 %

실력 UP 문제 93쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ② 04 ②



ㄱ. (가)에는 수소와 질소가 포함되어 있고, (나)에는 알루미늄이 포함되어 있으므로 (가)는 생명체를 구성하는 원소에 해당하고, (나)는 지각을 구성하는 원소에 해당한다.

바로알기 ㄴ. A는 탄소이고, B는 산소이며, C는 규소이다. 대기 중 가장 많은 원소는 질소이다.

ㄷ. 질량이 태양보다 10배 이상인 별의 내부에서는 핵융합 반응을 통해 헬륨, 탄소, 산소, 황, 규소, 철 등의 원소를 생성할 수 있지만, 질량이 태양과 비슷한 별의 내부에서는 핵융합 반응을 통해 헬륨, 탄소, 산소를 생성할 수 있다.

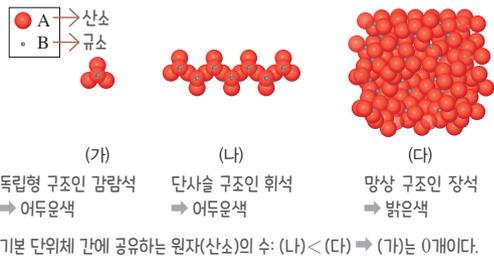
02 ㄱ. (가)는 규산염 광물의 기본 단위체로, A는 산소, B는 규소이다.

ㄷ. 산소(A)는 비금속 원소이다.

ㄴ. (나)는 전자 껍질이 3개이므로 3주기 원소이고, 최외각 전자 수가 4개이므로 14족 원소이다. 따라서 (나)는 규소(B)의 전자 배치이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 -4가의 음전하를 띠고 있으므로, Mg^{2+} 이온 2개와 결합하여 Mg_2SiO_4 (감람석)을 형성할 수 있다.

03 품공 문제 분석



ㄷ. (가)는 독립형 구조인 감람석이고, (나)는 단사슬 구조인 휘석이며, (다)는 망상 구조인 장석이다. (가)~(다) 중 철과 마그네슘을 많이 포함하여 어두운색을 띠는 것은 (가)와 (나)이고, 철과 마그네슘을 적게 포함하여 밝은색을 띠는 것은 (다)이다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 A는 규산염 사면체의 꼭지점에 위치한 산소이고, B는 규산염 사면체의 중심부에 위치한 규소이다. 규산염 사면체에서 산소와 규소는 공유 결합을 한다.

ㄴ. (나)에서는 규산염 사면체가 양쪽의 산소를 다른 규산염 사면체와 공유하여 단사슬 구조를 형성하고, (다)에서는 규산염 사면체를 이루는 4개의 산소가 모두 주변의 규산염 사면체와 공유하여 망상 구조를 형성한다. 따라서 기본 단위체 간에 공유하는 원자의 수는 (다)가 (나)보다 많다.

04 품공 문제 분석

광물	A	B
모습		
특징	규산염 사면체 1개가 독립적으로 금속 양이온과 결합 독립형 구조인 감람석 → 깨짐	규산염 사면체 사이에서 산소를 모두 공유하여 결합 망상 구조인 석영 → 깨짐

풍화에 강한 정도(풍화에 대한 안정도): 망상 구조 > 독립형 구조 ⇒ 규산염 사면체 간에 공유하는 산소의 수가 많아 결합 구조가 복잡할수록 풍화에 강하기 때문

ㄷ. A는 독립형 구조이고, B는 규산염 사면체 사이에서 산소를 모두 다른 규산염 사면체와 공유하여 입체적으로 결합하는 망상 구조이다. 풍화에 대한 안정도는 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소 수가 많아 결합 구조가 복잡한 B가 A보다 강하다.

바로알기 ㄱ. A는 규산염 사면체가 독립적으로 금속 양이온과 결합하여 만들어진 규산염 광물이므로 결합 구조가 독립형 구조이다.

ㄴ. A(감람석)와 B(석영)는 모두 강한 충격을 받았을 때, 모든 방향으로 결합력이 동일하여 방향성 없이 깨지는 특성이 있다.

04 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성 (2)

개념 확인 문제

96쪽

- ① 탄소 화합물 ② 기본 단위체 ③ 아미노산 ④ 폴리펩타이드
⑤ 단백질 ⑥ 펩타이드 ⑦ 아미노산

- 1 ㄴ, ㄷ, ㄹ 2 (1) × (2) ○ (3) × 3 (1) ○ (2) × (3) ○
4 단백질 5 ㉠ 물(H₂O), (가) 펩타이드결합 6 ㉠ 배열 순서,
㉡ 입체 구조 7 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

1 생명체를 구성하는 물질 중 단백질, 핵산(DNA, RNA), 지질, 탄수화물 등의 물질은 탄소 화합물이며, 물은 수소와 산소로만 이루어진 물질이다.

- 2 (1) 생명체를 구성하는 원소 중 질량비가 가장 높은 것은 산소이다.
(2) 탄소는 원자가 전자가 4개여서 최대 4개의 원자와 공유 결합할 수 있다.
(3) 탄소 화합물은 탄소 원자 사이의 공유 결합에 의해 긴 사슬 모양, 고리 모양 등 다양한 구조를 이룰 수 있다.

- 3 (1) 탄소화물과 지질의 공통적인 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다.
(2) 단백질과 핵산의 공통적인 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)이다.
(3) 단백질과 핵산은 기본 단위체가 결합하여 형성된다. 단백질의 기본 단위체는 아미노산이고, 핵산의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

4 탄소에 아미노기(-NH₂), 카복실기(-COOH), 수소(H), 결사슬(R)이 결합한 구조는 아미노산이다. 아미노산은 단백질의 기본 단위체이다.

5 아미노산과 아미노산은 물(㉠)이 한 분자 빠져나오면서 펩타이드결합(가)으로 연결된다.

6 단백질은 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 입체 구조가 결정되며, 그에 따라 단백질의 종류와 기능이 결정된다.

- 7 (1) 단백질은 아미노산과 같은 효소의 주성분이다.
(2) 단백질은 인슐린과 같은 호르몬의 성분이다.
(3) 유전정보의 저장 및 전달은 핵산의 기능이다.
(4) 단백질은 머리카락, 근육, 뼈, 혈액, 수정체 등 몸을 구성하는 주요 물질이다.

04 ㄱ. 결사슬의 종류에 따라 아미노산(가)의 종류가 달라진다. 아미노산의 결사슬의 종류는 20가지이다.

ㄷ. 두 아미노산 사이에 연결되는 결합 ㉠은 펩타이드결합이다.
바로알기 ㄴ. 물질 ㉡은 아미노산 사이에 펩타이드결합이 형성될 때 빠져나오는 물(H₂O)이다. 물(H₂O)은 수소(H)와 산소(O)로만 이루어져 있다.

05 ㄴ. A와 B는 모두 아미노산이며, 탄소, 수소, 산소 등으로 이루어진 탄소 화합물이다.

바로알기 ㄱ. 아미노산과 아미노산 사이의 펩타이드결합은 공유 결합이다.

ㄷ. 폴리펩타이드 X는 10개의 아미노산으로 구성되어 있으므로, 펩타이드결합의 수는 9개이다. 펩타이드결합이 형성될 때마다 한 분자의 물이 빠져나오므로 X가 형성되는 과정에서 9분자의 물이 생성된다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



단백질의 기본 단위체인 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 긴 사슬 모양으로 된 (나)는 폴리펩타이드이다. 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 고유한 입체 구조를 갖는다. 단백질의 기능은 이 입체 구조에 의해 결정된다.

- ① (가)는 단백질의 기본 단위체인 아미노산이다.
바로알기 ② 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 긴 사슬 모양으로 된 (나)는 폴리펩타이드이다.
 ③ 두 아미노산 사이에 펩타이드결합이 형성될 때마다 물이 한 분자 빠져나오며, (가)에서 (나)로 될 때 빠져나오는 물 분자의 수는 '아미노산의 수-1'이다.
 ④ (나)에서 (다)로 될 때는 아미노산 배열 순서에 의해 구부러지고 접혀 입체 구조가 형성된다.
 ⑤ 단백질의 입체 구조는 아미노산 배열 순서에 의해 결정되며, 단백질의 종류에 따라 아미노산 배열 순서가 다르므로 (다)의 구조는 단백질의 종류에 따라 다르다.

07 ㄱ. (가)와 (나)는 모두 단백질이므로 기본 단위체인 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 형성된다.

ㄴ, ㄷ. (가)는 피부를 구성하고, (나)는 근육을 구성하는 서로 다른 단백질이다. 따라서 아미노산의 배열 순서가 달라 입체 구조가 다르며, 서로 다른 기능을 나타낸다.

08 ㄱ. 단백질은 머리카락, 피부, 근육, 혈액 등 몸을 구성하는데 반드시 필요한 물질이다.

ㄴ. 단백질은 혈당량 조절에 관여하는 인슐린, 글루카곤 등 여러 가지 호르몬의 성분이다. 호르몬은 항상성을 조절한다.

ㄷ. 단백질은 아밀레이스와 같은 효소의 주성분으로, 효소는 생명체에서 일어나는 수많은 화학 반응에 관여하여 생명활동이 원활하게 일어나도록 한다.

09 ① 핵산의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

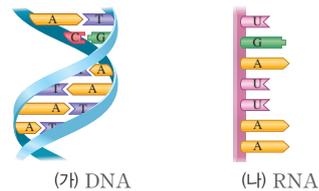
② 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 물질이다.

③ RNA를 구성하는 염기에는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)의 4종류가 있다.

⑤ 핵산의 종류에는 DNA와 RNA가 있는데, DNA는 유전정보를 저장하며, RNA는 유전정보를 전달하고 단백질을 합성하는데 관여한다.

바로알기 ④ 한 뉴클레오타이드의 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산 사이에 공유 결합으로 연결되는 것이 반복되어 폴리뉴클레오타이드가 형성된다. 염기 사이의 수소결합은 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 연결되어 이중나선구조를 형성할 때 일어난다.

10 **꼼꼼 문제 분석**



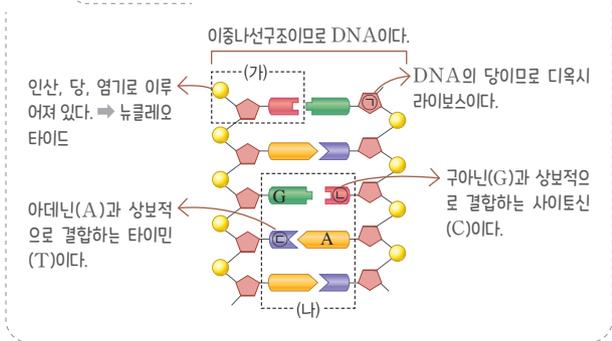
	(가) DNA	(나) RNA
이중나선	구조	단일 가닥
디옥시라이보스	당	라이보스
A, G, C, T	염기	A, G, C, U
유전정보 저장	기능	유전정보 전달 및 단백질합성에 관여

ㄱ. DNA(가)와 RNA(나)는 많은 수의 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된다.

ㄴ. DNA(가)의 당은 디옥시라이보스이고, RNA(나)의 당은 라이보스이다.

바로알기 ㄷ. DNA(가)를 이루는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기가 상보결합하여 이중나선을 이룬다. 따라서 이중나선 DNA에서 상보결합하는 염기인 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)의 개수는 서로 같다. 그러나 RNA(나)는 단일 가닥이며 기본 단위체의 배열 순서는 RNA마다 다르므로 구아닌(G)과 사이토신(C)의 개수는 항상 같을 수 없다.

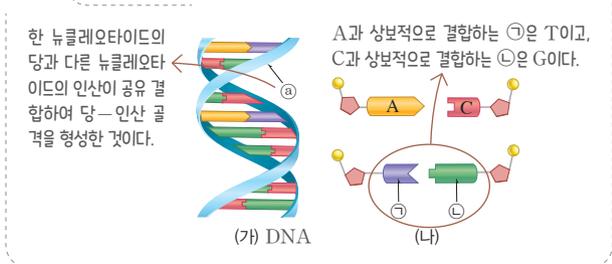
11 **꼼꼼 문제 분석**



⑤ DNA에서 상보결합하는 아데닌(A)과 타이민(T)의 개수는 같다.

- 바로알기** ① (가)는 핵산의 기본 단위체인 뉴클레오타이드이다.
 ② DNA를 구성하는 당(㉠)은 디옥시라이보스이다. 라이보스는 RNA를 구성하는 당이다.
 ③ ㉡은 사이토신(C)이며, DNA와 RNA에 공통적으로 있다.
 ④ ㉢은 타이민(T)이며, RNA에는 없고 DNA에만 있다.

12 **꼼꼼 문제 분석**



- ㉠. (가)는 이중나선구조의 DNA이다.
 ㉡. DNA의 바깥쪽 골격 ㉢는 한 뉴클레오타이드의 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산이 공유 결합하여 형성된다.
바로알기 ㉣. 아데닌(A)과 상보결합하는 ㉠은 타이민(T)이고, 사이토신(C)과 상보결합하는 ㉡은 구아닌(G)이다.

13 이중나선 DNA에서 구아닌(G)의 비율이 30%라면 상보결합하는 사이토신(C)의 비율도 30%이다. 나머지 40%는 아데닌(A)과 타이민(T)의 비율이고, 두 염기의 비율은 같으므로 아데닌(A)과 타이민(T)의 비율은 각각 20%이다.

14 단백질과 핵산은 모두 탄소 화합물이며, 단백질에는 펩타이드결합이 있다. 따라서 B는 단백질이고, A는 핵산이다.
 ㉣. 핵산(A)과 단백질(B)은 구성 원소로 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)를 공통적으로 갖는다.

- 바로알기** ㉣. A는 핵산이다.
 ㉤. 유전정보를 저장하고 전달하는 것은 핵산(A)이다.

15 **모범 답안** 아미노산은 20종류이지만 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 입체 구조가 달라지며, 입체 구조에 따라 단백질의 기능이 결정되므로 다양한 종류의 단백질이 만들어진다.

채점 기준	배점
아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 다양한 종류의 단백질이 만들어지기 때문이라고 서술한 경우	100%
아미노산의 조합이 다양하기 때문이라고만 서술한 경우	50%

16 이중나선을 이루는 DNA의 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드에서 상보적으로 결합하는 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)의 개수는 각각 같다.

모범 답안 A: 4개, T: 4개, G: 6개, C: 6개, 이중나선구조인 X는 DNA이고, DNA에서 아데닌(A)의 개수가 4개이므로 상보결합을 하는 타이민(T)의 개수도 4개이다. 나머지 12개의 염기 중에서 상보결합을 하는 구아닌(G)과 사이토신(C)의 개수는 각각 6개이다.

채점 기준	배점
염기 4종류의 개수를 각각 쓰고, 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	100%
염기 4종류의 개수만 각각 옳게 쓴 경우	50%

17 **모범 답안** • DNA의 당은 디옥시라이보스이고, RNA의 당은 라이보스이다.

- DNA는 염기 A, G, C, T를 가지고, RNA는 염기 A, G, C, U를 가진다.
- DNA는 유전정보를 저장하고, RNA는 유전정보 전달 및 단백질합성에 관여한다.

채점 기준	배점
세 가지를 모두 옳게 비교하여 서술한 경우	100%
두 가지만 옳게 비교하여 서술한 경우	60%
한 가지만 옳게 비교하여 서술한 경우	30%

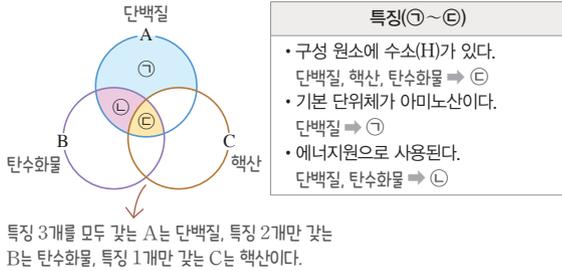
18 (가)는 이중나선구조의 DNA이고, (나)는 고유한 입체 구조를 가지고 있는 단백질이다.

- 모범 답안** (1) (가) 뉴클레오타이드, (나) 아미노산
 (2) (가) 4종류, (나) 20종류
 (3) DNA(가)에서 기본 단위체인 뉴클레오타이드가 결합하는 순서에 따라 염기서열이 다양한 DNA가 형성되며, DNA 염기서열에 따라 서로 다른 유전정보가 저장될 수 있다.

채점 기준	배점
(1) 기본 단위체를 모두 옳게 쓴 경우	30%
(2) 기본 단위체 종류의 수를 모두 옳게 쓴 경우	30%
(3) 기본 단위체의 배열에 따른 염기서열에 다양한 유전정보가 저장된다고 서술한 경우	40%
	DNA 염기서열에 유전정보가 저장된다고만 서술한 경우

01 ① 02 ①, ④ 03 ① 04 ⑤

01 - 꼼꼼 문제 분석

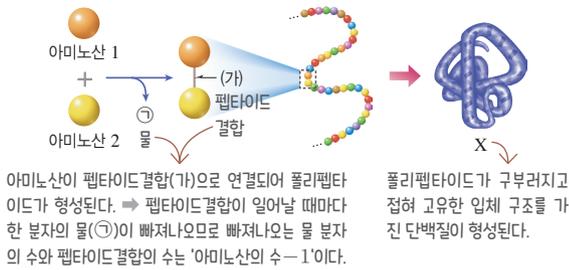


ㄱ. ㉣은 단백질(A)과 탄수화물(B)에 해당하는 특징이므로 '에너지원으로 사용된다.'이다.

바로알기 ㄴ. 기본 단위의 배열 순서에 따라 다양한 유전정보를 저장하는 것은 핵산(C)이다. 핵산(C)의 기본 단위는 뉴클레오타이드이고, 어떤 염기를 가진 뉴클레오타이드가 결합되느냐에 따라 폴리뉴클레오타이드의 염기서열이 달라져 다양한 유전정보가 저장된다.

ㄷ. 핵산(C)의 종류에는 이중나선구조인 DNA와 단일 가닥 구조인 RNA가 있다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



① 두 아미노산 사이에 펩타이드결합이 형성될 때 빠져나오는 물(㉠)의 분자 수는 1이다.

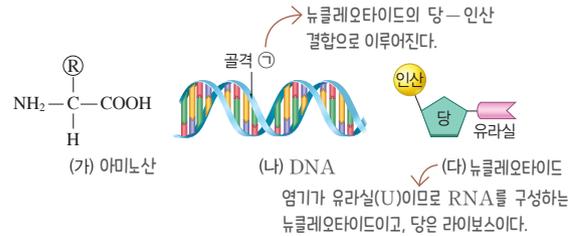
④ 단백질(X)의 입체 구조는 기본 단위체인 아미노산의 배열 순서에 의해 결정된다.

바로알기 ② 펩타이드결합(가)은 공유 결합의 일종으로, 한 아미노산의 카복실기의 탄소(C)와 다른 아미노산의 아미노기의 질소(N)가 연결되는 결합이다.

③ 2개의 아미노산이 연결될 때마다 펩타이드결합이 1개씩 형성되므로 180개의 아미노산이 연결된 X에서 펩타이드결합의 개수는 180-1=179개이다.

⑤ 단백질의 종류에 따라 고유한 입체 구조와 기능을 가지며, 단백질의 입체 구조는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다. 따라서 단백질의 종류에 따라 아미노산의 수는 다를 수 있다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 효소의 주성분은 단백질이며, 단백질은 기본 단위체인 아미노산(가)의 결합으로 만들어진다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 DNA에서 당과 인산으로 이루어진 골격이며, 유전정보는 당-인산 골격이 아닌 DNA의 염기서열에 저장되어 있다.

ㄷ. (다)는 RNA에만 있는 염기인 유라실(U)을 갖는 뉴클레오타이드이므로 RNA를 구성하는 기본 단위체이다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. DNA(가)를 구성하는 당은 디옥시라이보스이다.

ㄴ. DNA(가)의 염기는 A, T, G, C의 4종류이고, 염기 ㉠과 ㉡은 각각 A와 T 중 하나이다. ㉠은 DNA(가)에만 있으므로 타이민(T)이고, 타이민(T)과 상보적으로 결합하는 ㉡은 아데닌(A)이다. DNA에서 상보적으로 결합하는 염기 A(㉡)과 T(㉠)의 개수는 같고, G과 C의 개수는 같으므로 $\frac{㉠+C}{㉡+G} = \frac{A+C}{T+G} = 1$ 이다.

ㄷ. ㉢은 DNA(가)에는 없고 RNA(나)에만 있으므로 유라실(U)이다.

05 / 물질의 전기적 성질

개념 확인 문제

107쪽

- 1 전기력 2 자유 전자 3 순수 반도체 4 공유 결합 5 3
6 n 7 다이오드 8 발광 다이오드 9 부도체 10 반도체

- 1 (1) 도 (2) 반 (3) 부 2 (1) ○ (2) × (3) × 3 (1) × (2) ○
(3) × 4 ㉠ 증폭, ㉡ 스위치 5 (1) × (2) × (3) ○ 6 ㉢, ㉣

- 1** (1) 도체는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐른다.
(2) 반도체는 빛을 비추거나, 열을 가하거나, 특정 불순물을 첨가하는 등 특정 조건에서 자유 전자가 생겨 전류가 흐른다.
(3) 부도체는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.
- 2** (1) 부도체는 전류가 잘 흐르지 않는 물질로, 전기 전도성이 낮다.
(2) 도체는 전류를 흐르게 하는 곳에 사용한다. 전류의 흐름을 차단해야 하는 곳에는 부도체를 사용한다.
(3) 반도체의 예로는 규소(Si)나 저마늄(Ge)이 있다.
- 3** (1) 순수 반도체인 규소(Si)나 저마늄(Ge)은 원자가 전자가 4개이다.
(2) 순수 반도체에 특정 불순물을 첨가하면 전기적 성질이 변하는데, 이를 도핑이라고 한다.
(3) n형 반도체에서 전류가 흐르는 원인은 음(-)전하를 띠는 자유 전자의 이동에 의한 것이다.
- 4** 트랜지스터는 회로에서 전류나 전압을 크게 하는 증폭 작용과 전류를 흐르게 하거나 흐르지 않게 전류의 흐름을 조절하는 스위치 작용을 한다.
- 5** (1) 유기 발광 다이오드(OLED)는 전류가 흐르면 유기 물질 자체에서 빛이 방출되는 반도체 소자이다.
(2) 다이오드는 한 방향으로만 전류를 흐르게 하는 정류 작용을 하므로 교류를 직류로 바꾸는 데 사용된다.
(3) 매우 많은 트랜지스터나 다이오드 등을 하나의 칩으로 만든 것을 집적 회로라고 한다.
- 6** 피뢰침(㉠), 스마트폰 터치 장갑(㉡)은 도체의 전기적 성질을 활용한 것이고, 절연 장갑(㉢), 반도체 기판의 코팅 물질(㉣)은 부도체의 전기적 성질을 활용한 것이다. 반도체의 전기적 성질을 활용한 것은 태양 전지(㉤)와 집적 회로(㉥)이다.

내신 만점 문제

108쪽~110쪽

- 01 ② 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 ④ 06 ①
07 ① 08 ② 09 ④ 10 ③ 11 ⑤ 12 ⑤
13 해설 참조 14 해설 참조

- 01** ㉠. B가 원자에서 벗어나면 원자는 음(-)전하를 잃어 전기적 성질이 변한다.
바로알기 ㉡. A는 원자핵으로 양(+)전하를 띤다.
㉢. B는 음(-)전하를 띤 전자이므로 양(+)전하를 띤 원자핵(A)과 전기력이 작용한다.
- 02** 구리, 금, 은, 알루미늄, 철은 도체이고, 유리, 고무, 나무, 플라스틱은 부도체이다. 규소(Si)와 저마늄(Ge)은 반도체이다.
- 03** ㉠. A는 B, C보다 전기 전도성이 낮으므로 부도체이다.
㉡. B는 전기 전도성이 A와 C의 중간이므로 반도체이고, 예로는 규소(Si)가 있다.
바로알기 ㉢. 전기 전도성이 낮을수록 전기 저항이 크다. 따라서 전기 저항은 A가 C보다 크다.
- 04** ㉠. A는 원자에서 떨어져 있으므로 자유 전자이다.
㉡. 전류의 방향과 자유 전자의 이동 방향은 반대이므로 (가)에서 A는 ㉢ 방향으로 이동한다.
㉢. (나)는 전자가 원자에 속박되어 있으므로 부도체이며, 예로는 고무, 유리, 나무, 플라스틱 등이 있다.
- 05** ㉠. (나)에서 회로에 B를 연결하였을 때 검류계에 전류가 흘렀으므로 B는 도체이다. 구리는 도체이므로 B와 전기적 성질이 같다.
㉡. A는 부도체로, 도체인 B보다 전기 전도성이 낮다.
바로알기 ㉢. (가)에서 회로에 A를 연결하였을 때 검류계에 전류가 흐르지 않았으므로 A는 부도체이다. 부도체는 전류가 잘 흐르지 않으므로 A에 연결된 전원 장치의 극을 서로 바꾸어 연결하여도 검류계에는 전류가 흐르지 않는다.
- 06** ㉠. A는 불순물을 첨가하지 않은 순수 반도체이다. 순수 반도체는 전압을 걸어도 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.
바로알기 ㉡. B는 자유 전자가 존재하지 않고, 불순물이 첨가되어 있으므로 p형 반도체이다. p형 반도체에 첨가된 불순물 원소의 원자가 전자는 3개이다.
㉢. 불순물 반도체는 순수 반도체에 불순물을 첨가하여 전기 전도성을 높인 반도체이다. 따라서 전기 전도성은 A가 C보다 낮다.

07 (가) 유기 발광 다이오드는 전류가 흐르면 유기 물질 자체에서 빛이 방출된다.

(나) 다이오드는 교류를 직류로 바꾸는 정류 작용을 한다.

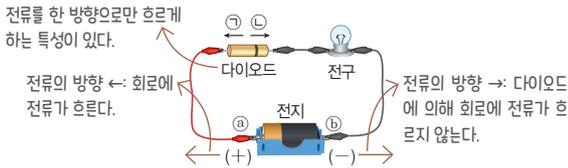
(다) 트랜지스터는 회로에서 약한 신호를 큰 신호로 바꾸는 증폭 작용을 한다.

08 나. 집적 회로는 데이터를 처리하거나 저장하는 메모리에 사용된다.

바로알기 가. 반도체 칩의 한 종류인 중앙 처리 장치는 순수 반도체의 전기적 성질을 변화시킨 불순물 반도체로 만든다.

다. 발광 다이오드는 첨가하는 원소에 따라 방출되는 빛의 색이 달라진다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



가. 다이오드는 회로에서 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다.

나. (가)에서 ㉓가 전지의 (+)극에 연결되어 있으므로 다이오드에는 ㉒ 방향으로 전류가 흐른다. 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하므로 다이오드에는 ㉒ 방향으로만 전류가 흐른다.

바로알기 다. (나)에서 다이오드에 전지의 극을 바꾸어 연결하면 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하므로 다이오드에 의해 전류가 차단되어 회로에는 전류가 흐르지 않는다. 전지의 전압을 높여도 전류의 방향이 (가)와 같지 않으면 다이오드에 의해 회로에는 전류가 흐르지 않아 전구에 불이 켜지지 않는다.

10 가. A는 번개를 받아 땅으로 흘려보내야 하는 부분이므로 전류가 흘러야 하는 도체이다.

나. B는 전류가 밖으로 흐르는 것을 방지하기 위해 부도체를 사용한다. C는 전기 작업 중 작업자의 몸에 전류가 흐르는 것을 방지하기 위해 부도체를 사용한다. 따라서 B와 C의 전기적 성질은 부도체로 같다.

바로알기 다. A는 도체로, 부도체인 C보다 전기 전도도가 높다.

11 가. (가)는 전류가 흐르므로 도체이고, (나)는 부도체이다. 단위 부피당 물질 내 자유 전자는 도체가 부도체보다 많다.

나. (나)는 반도체 소자를 보호하고, 불필요한 외부의 전기 신호를 차단하므로 부도체의 전기적 성질을 활용한다.

다. (다)는 외부 변화에 따라 전기 전도도가 변하는 반도체로, 반도체의 원료는 규산염 광물에서 얻을 수 있는 규소(Si)이다.

12 나. 태양 전지는 빛을 받으면 전압이 발생한다.

다. 스마트폰 터치 장갑의 끝 부분에는 전도성 실이 섞여 있어 장갑을 착용하여도 스마트폰을 조작할 수 있다. 전도성 실의 전기적 성질은 도체이다.

바로알기 가. 디스플레이의 LED는 반도체의 전기적 성질을 활용하여 빛을 내는 소자이다.

13 (1) (가)는 공유 결합 후 전자 1개가 남으므로 n형 반도체이다.

모범 답안 (1) n형 반도체

(2) n형 반도체는 불순물 원소의 원자가 전자 4개가 공유 결합을 하고 전자 1개가 남는 반도체로, 전압을 걸면 남은 전자는 자유 전자가 되어 전류가 흐르게 된다.

(3) 순수 반도체를 구성하는 원소의 원자가 전자는 모두 공유 결합을 하고 있어 자유 전자가 매우 적으므로 전압을 걸어도 전류가 잘 흐르지 않는다.

채점 기준	배점
(1) n형 반도체라고 옳게 쓴 경우	20%
(2) 공유 결합에 참여하지 못하고 남은 전자 1개가 자유 전자가 되어 전류가 흐른다고 옳게 서술한 경우	40%
	자유 전자에 의해 전류가 흐른다고만 서술한 경우
(3) 원자가 전자가 모두 공유 결합을 하고 있어 자유 전자가 적기 때문이라고 옳게 서술한 경우	40%
	자유 전자가 적기 때문이라고만 서술한 경우

14 **모범 답안** 부도체는 제품을 외부 충격으로부터 보호하고, 반도체는 손가락의 미세한 전류를 인지하거나 빛을 방출시킨다.

채점 기준	배점
부도체와 반도체의 역할을 모두 옳게 서술한 경우	100%
부도체와 반도체의 역할 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50%

실력 UP 문제

111쪽

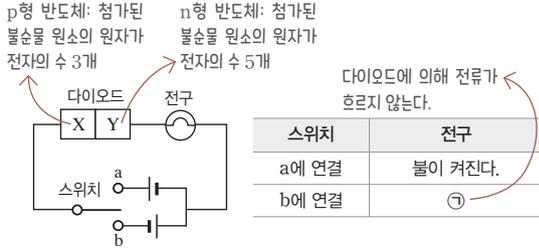
- 01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ②

01 가. A는 도체, B는 부도체, C는 반도체이므로 전기 전도도는 A가 B보다 크다.

ㄷ. C에 이용된 원료는 반도체로, 불순물을 첨가하여 전기적 성질을 제어할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 자유 전자의 수가 많을수록 전기 전도도가 크다. 따라서 단위 부피당 물질 내 자유 전자의 수는 B가 A보다 적다.

02 — 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. X는 원자가 전자가 3개인 원소를 첨가한 불순물 반도체이므로 p형 반도체이다.

ㄴ. 스위치를 a에 연결하였을 때 회로에 전류가 흘렀다. 이때 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하므로 스위치를 b에 연결하면 다이오드에 의해 전류가 차단되어 회로에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 ⓐ는 '불이 켜지지 않는다.'이다.

ㄷ. 다이오드는 n형 반도체와 p형 반도체를 결합하여 만든다. X는 p형 반도체이므로 Y는 n형 반도체이다. n형 반도체는 규소(Si)에 원자가 전자가 5개인 불순물 원소를 첨가하여 만든다.

03 — 꼼꼼 문제 분석

다이오드	트랜지스터			특징(㉑~㉓)
구분	㉑	㉒	㉓	
A	ⓐ ○	○	×	• 전압을 증폭시킬 수 있다. → ㉒ • 빛의 3원색을 구현할 수 있다. → ㉓ • 전류의 흐름을 제어할 수 있다. → ㉑
B	○	×	×	
C	×	×	○	

발광 다이오드 (○: 있음, ×: 없음)
(가) (나)

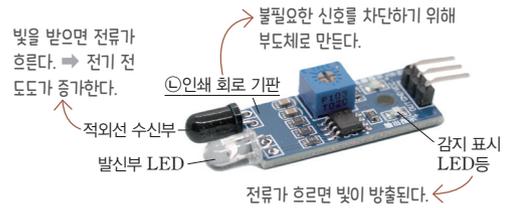
빛의 3원색을 구현할 수 있는 소자는 발광 다이오드이고, 전압을 증폭시킬 수 있는 소자는 트랜지스터이다. 따라서 ㉒, ㉓은 '빛의 3원 색을 구현할 수 있다.'와 '전압을 증폭시킬 수 있다.' 중 하나이므로 ㉑은 회로에서 '전류의 흐름을 제어할 수 있다.'이다.

ㄱ. 전류의 흐름을 제어할 수 있는 소자는 다이오드와 트랜지스터이므로 ⓐ는 '○'이다.

ㄴ. B는 전류의 흐름만 제어할 수 있으므로 다이오드로, 주기적으로 변하는 신호를 일정하게 해 주는 정류 작용을 한다.

바로알기 ㄷ. C는 발광 다이오드이므로 ㉓은 '빛의 3원색을 구현할 수 있다.'이다.

04 — 꼼꼼 문제 분석



ㄷ. ㉑은 신호를 증폭시키므로 '트랜지스터'로 적절하다.

바로알기 ㄱ. LED등에 전류가 흐르므로 적외선 수신부는 빛을 받으면 전류가 흐르는 반도체이다. 이때 반도체는 전류가 흐르므로 전기 전도도가 증가한다.

ㄴ. 인쇄 회로 기판은 반도체 소자를 보호하고, 불필요한 신호를 차단하기 위해 부도체를 이용한다.

중단원 핵심정리

112쪽~114쪽

- ① 금속 ② 비금속 ③ 원자 번호 ④ 1 ⑤ 수소 ⑥ 17
- ⑦ 2 ⑧ 8 ⑨ 원자가 전자 ⑩ 원자가 전자 ⑪ 8 ⑫ 양이온
- ⑬ 음이온 ⑭ 이온 ⑮ 공유 ⑯ 없다 ⑰ 있다
- ⑱ 없다 ⑲ 규소 ⑳ 탄소 ㉑ 규산염 사면체 ㉒ 쪼개짐
- ㉓ 20 ㉔ 펩타이드 ㉕ 폴리펩타이드 ㉖ 1:1:1 ㉗ 폴리뉴클레오타이드
- ㉘ 도체 ㉙ 부도체 ㉚ 반도체 ㉛ n
- ㉜ p ㉝ 정류 ㉞ 빛

중단원 마무리 문제

115쪽~119쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ㄴ, ㄷ 04 ② 05 ① 06 ③
- 07 ⑤ 08 해설 참조 09 ① 10 해설 참조
- 11 ④ 12 ④ 13 ③ 14 해설 참조 15 ④
- 16 A, B 17 ④ 18 ⑤ 19 ④ 20 해설 참조
- 21 ① 22 ⑤ 23 ① 24 ④ 25 해설 참조
- 26 ⑤

01 — **포뮬 문제 분석**

원소	산소(O)	마그네슘(Mg)	염소(Cl)
원자 모형			
	A	B	C
주기	2	3	3
원자가 전자 수	6	2	7

ㄱ. 3주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이므로 B와 C 두 가지이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 A~C가 각각 6, 2, 7이므로 $C > A > B$ 이다.

바로알기 ㄴ. B는 금속 원소이고, A와 C는 비금속 원소이다.

02 — **포뮬 문제 분석**

원소	X	Y	Z
첫 번째 전자 껍질	2	2	2
두 번째 전자 껍질	0	8	8
세 번째 전자 껍질	0	0	7

첫 번째 전자 껍질에 전자 2개가 채워져 있다. ⇒ 1주기 18족 원소인 헬륨(He)
 두 번째 전자 껍질에 전자 8개가 채워져 있다. ⇒ 2주기 18족 원소인 네온(Ne)
 세 번째 전자 껍질에 전자 7개가 채워져 있다. ⇒ 3주기 17족 원소인 염소(Cl)

- ① Z는 3주기 17족 원소이므로 할로젠이다.
- ② X와 Y는 같은 족 원소이므로 화학적 성질이 비슷하다.
- ④ 18족 원소는 원자가 전자 수가 0이다. 원자가 전자 수는 Y와 Z가 각각 0, 7이므로 $Z > Y$ 이다.
- ⑤ 원자 번호 11인 나트륨(Na)이 전자 1개를 잃어 나트륨 이온(Na^+)이 되므로 Na^+ 의 전자 수는 10이고 전자 배치는 Y와 같다.

바로알기 ③ X는 18족 원소이므로 다른 원자와 화학 결합을 형성하지 않는다.

03 ㄴ. 알칼리 금속을 물에 넣으면 수소 기체가 발생하면서 격렬하게 반응한다.

ㄷ. 알칼리 금속은 공기 중의 산소와 빠르게 반응하므로 광택이 사라지고, 표면에서는 이온 결합 물질(Li_2O , Na_2O 등)을 생성한다.

바로알기 ㄱ. 알칼리 금속은 원자가 전자 수가 1인 금속 원소이다. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기에 따라 다르다.

04 — **포뮬 문제 분석**

	1족	2족	13족	14족	15족	16족	17족
2주기	A — Li			B — C			C — F
3주기	D — Na					E — S	

→ 같은 족 원소이므로 화학적 성질이 비슷하다.

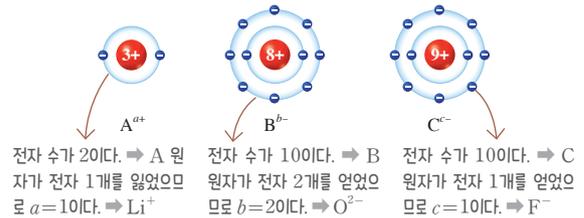
ㄴ. C는 2주기 17족 원소이므로 전자 1개를 얻은 C^- 의 전자 배치는 2주기 18족 원소인 네온(Ne)과 같다. D는 3주기 1족 원소이므로 전자 1개를 잃은 D^+ 의 전자 배치는 네온과 같다.

바로알기 ㄱ. 원자가 전자 수는 17족 원소인 C가 가장 크다. A~E의 원자가 전자 수는 각각 1, 4, 7, 1, 6이다.

ㄷ. D와 E는 같은 주기 원소이다. 화학적 성질이 비슷한 원소는 같은 족 원소인 A와 D가 해당한다.

05 — **포뮬 문제 분석**

원자 번호 = 양성자수 = 전자 수
 ⇒ 원자핵의 전하로부터 A~C의 원자 번호와 전자 수는 각각 3, 8, 9임을 알 수 있다.
 ⇒ A는 리튬(Li), B는 산소(O), C는 플루오린(F)이다.

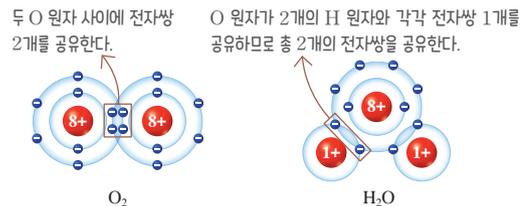


ㄱ. $a=1, b=2, c=1$ 이므로 $a+c=b$ 이다.

바로알기 ㄴ. A는 리튬(Li), B는 산소(O), C는 플루오린(F)이며, 모두 2주기 원소이다.

ㄷ. A~C의 원자가 전자 수는 각각 1, 6, 7이므로 합은 14이다.

06 — **포뮬 문제 분석**

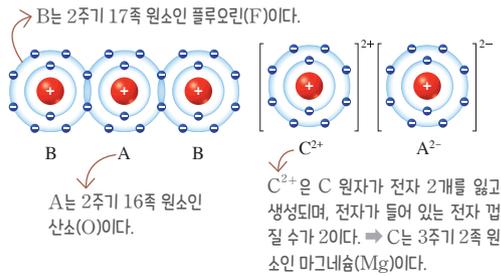


ㄱ. 산소(O_2)와 물(H_2O)은 모두 구성 원자가 비금속 원소인 공유 결합 물질이다.

ㄴ. 산소(O_2)와 물(H_2O)에서 공유 전자쌍 수는 모두 2이다.

바로알기 ㄷ. 산소(O_2)와 물(H_2O)에서 산소(O)는 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다. 물(H_2O)에서 수소(H)는 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 이룬다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



- ⑤ B와 C는 이온 결합을 형성하는데 B⁻과 C²⁺이 결합해야 하므로 B와 C는 2 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.
- 바로알기** ① A와 B는 비금속 원소이고, C는 금속 원소이다.
 ② A와 B는 2주기 원소이고, C는 3주기 원소이다.
 ③ A~C 중 원자 번호는 3주기 원소인 C가 가장 크다.
 ④ AB₂에서 A 원자는 2개의 B 원자와 각각 전자쌍 1개를 공유하므로 총 2개의 전자쌍을 공유한다. 공유 전자쌍 수는 2이다.

08 원자가 전자 수는 수소(H)와 산소(O)가 각각 1, 6이므로 공유 결합을 형성하여 물(H₂O)이 되면 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해진다.

모범 답안 수소 원자와 산소 원자가 공유 결합을 하면 수소는 헬륨과 같은 전자 배치를 이루고, 산소는 네온과 같은 전자 배치를 이루므로 원자 상태에 비해 안정해진다.

채점 기준	배점
공유 결합을 하여 18족 원소와 같은 전자 배치를 이룬다는 내용을 포함하여 서술한 경우	100 %
안정한 전자 배치를 이룬다고만 서술한 경우	30 %

09 ㉠은 (+)극 쪽으로 이동하므로 음이온인 염화 이온(Cl⁻)이고, ㉡은 (-)극 쪽으로 이동하므로 양이온인 나트륨 이온(Na⁺)이다.

㉠. 염화 나트륨(NaCl)을 물에 녹이면 양이온과 음이온으로 나누어지므로 염화 나트륨 수용액은 전기 전도성이 있다.

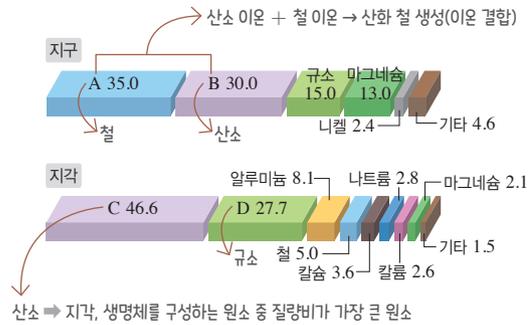
바로알기 ㉠. ㉠은 염화 이온(Cl⁻)이다.
 ㉡. ㉠은 염화 이온(Cl⁻)이며 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다. ㉡은 나트륨 이온(Na⁺)이며 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

10 양성자수는 원자 번호와 같으므로 나트륨 이온(Na⁺)과 염화 이온(Cl⁻)의 양성자수는 각각 11, 17이고, 전자 수는 10, 18이다. $\frac{\text{양성자수}}{\text{전자수}}$ 는 Na⁺과 Cl⁻이 각각 $\frac{11}{10}$, $\frac{17}{18}$ 이므로 Na⁺ > Cl⁻이다. 따라서 ㉠은 Cl⁻이고, ㉡은 Na⁺이다.

모범 답안 ㉠은 Cl⁻이고, ㉡은 Na⁺이다. 수용액 상태에서 전류를 흘려주면 ㉠은 (+)극 쪽으로, ㉡은 (-)극 쪽으로 이동한다.

채점 기준	배점
㉠과 ㉡을 결정하고, 이동 방향을 옳게 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡만 옳게 결정한 경우	50 %

11 **꼼꼼 문제 분석**



①, ② 지구는 철, 산소, 규소 순으로 많으므로 A는 철이고, B는 산소이다. 지각은 산소, 규소, 알루미늄 순으로 많으므로, C는 산소이고, D는 규소이다.

③ 철(A)의 양이온과 산소(B)의 음이온이 결합하여 이온 결합 물질인 산화 철을 형성한다.

⑤ 생명체를 구성하는 원소 중 질량비가 가장 큰 것은 산소(B, C)이다.

바로알기 ④ 탄소 화합물은 탄소로 이루어진 기본 골격에 수소, 산소, 질소 등 여러 원소가 결합하여 만들어진 물질이므로 산소(C)와 규소(D)는 탄소 화합물을 만들 수 없다.

12 ㉠. 이 기본 단위체는 규산염 사면체로, 전기적으로 -4가의 음전하를 띤다.

㉡. 규산염 광물은 규산염 사면체 간 공유하는 산소의 수가 많을수록 결합 구조가 복잡하여 결합을 끊는 데 필요한 에너지가 많아지기 때문에 풍화에 강하다.

바로알기 ㉠. 이 기본 단위체는 규소와 산소가 공유 결합하여 사면체 구조를 형성하고 있는 규산염 사면체이다. 규산염 사면체는 암석의 대부분을 이루는 규산염 광물의 기본 단위체이다.

㉡. 규산염 사면체 1개가 철이나 마그네슘 등의 양이온과 결합하면 독립형 구조의 감람석이 만들어진다.

13 ㉠. 규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소가 공유 결합한 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진다.

㉡. 이 광물은 규산염 사면체가 이웃한 다른 규산염 사면체와 산소 3개를 공유하여 판상 구조로 결합되어 있다.

바로알기 ㄷ. 규산염 사면체가 판상 구조로 결합된 대표적인 광물은 흑운모이다. 각섬석의 결합 구조는 복사슬 구조이다.

14 규산염 사면체의 결합 구조가 망상 구조이면서 규소와 산소로만 이루어진 규산염 광물은 석영이다. 석영은 규산염 사면체 간의 결합력이 모든 방향에서 비슷하기 때문에 깨지는 특성이 있다.

모범 답안 석영이다. 규산염 사면체를 이루는 모든 산소가 다른 규산염 사면체와 공유하여 결합하고 있으므로 방향성 없이 깨지는 성질이 나타난다.

채점 기준	배점
광물의 이름을 옳게 쓰고, 깨짐이 나타난다고 옳게 서술한 경우	100 %
광물의 이름만 옳게 쓴 경우	50 %
깨짐이 나타난다고만 옳게 서술한 경우	50 %

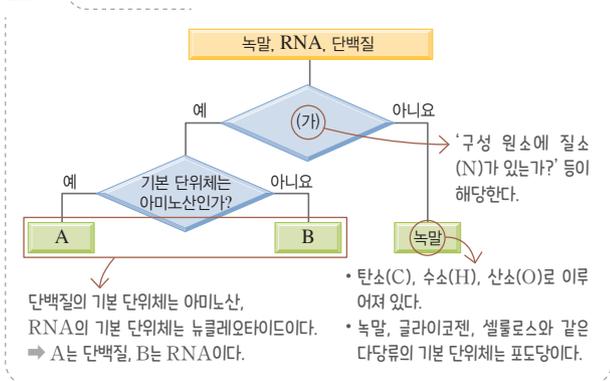
15 ㄱ, ㄴ. (가)는 한 줄로 길게 이어진 단사슬 구조인 휘석이고, (나)는 두 줄로 길게 이어진 복사슬 구조인 각섬석이며, (다)는 망상 구조인 장석이다. 광물에 힘을 가했을 때 휘석인 (가), 각섬석인 (나), 장석인 (다)는 모두 쪼개짐이 나타난다.

바로알기 ㄷ. 규산염 사면체가 다른 규산염 사면체와 산소를 많이 공유할수록 규소에 대한 산소의 개수비가 작아진다. (다)는 (가)보다 규산염 사면체 간 공유하는 산소 수가 많으므로 규소에 대한 산소의 개수비가 작다.

16 • 학생 A, B: 탄소는 원자가 전자가 4개여서 4개의 공유 결합이 가능하다. 탄소는 탄소뿐 아니라 수소, 질소, 산소 등의 여러 가지 원소와 공유 결합하여 다양한 탄소 화합물을 형성한다.

바로알기 • 학생 C: 단백질, 탄수화물, 지질 등과 같은 탄소 화합물은 생명체를 구성하는 주요 물질이며, 에너지원으로도 사용된다.

17 품목 문제 분석



ㄴ. RNA(B)는 한 뉴클레오타이드의 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산이 공유 결합으로 연결되어 폴리뉴클레오타이드를 형성한다.

ㄷ. 단백질(A)의 기본 단위체인 아미노산은 20종류이고, RNA(B)의 기본 단위체인 뉴클레오타이드는 염기가 다른 4종류이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 단백질과 RNA에는 해당되지만 녹말에는 해당되지 않는 특징이므로 '구성 원소에 질소(N)가 있는가?' 등이 해당한다. '탄소 화합물인가?'는 녹말, RNA, 단백질의 공통 특징이므로 분류 기준 (가)에 해당하지 않는다.

18 ㄱ. X는 여러 기본 단위체가 펩타이드결합으로 연결된 생명체 구성 물질이므로 단백질이다. 단백질의 기본 단위체(㉠)는 아미노산이며, 아미노산은 탄소를 중심으로 아미노기, 카복실기, 수소 원자, 곁사슬로 이루어져 있으므로 구성 원소로 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)를 갖는다.

ㄴ. 단백질의 종류(㉡)는 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 의해 결정되며, 그에 따라 고유의 입체 구조를 갖는다.

ㄷ. 단백질(X)은 근육, 뼈, 머리카락, 손톱, 피부, 수정체 등 몸을 구성하는 주요 물질이다.

19 ㄱ. RNA를 구성하는 뉴클레오타이드(가)의 당은 리보스이다.

ㄷ. 피부를 구성하는 콜라겐과 머리카락을 구성하는 케라틴을 비롯하여 아밀레이스, 크리스탈린 등은 모두 서로 다른 단백질이지만 기본 단위체인 아미노산(나)으로 이루어져 있다는 공통점이 있다.

바로알기 ㄴ. RNA를 구성하는 뉴클레오타이드(가)는 염기가 A, G, C, U로 다른 4종류가 있다.

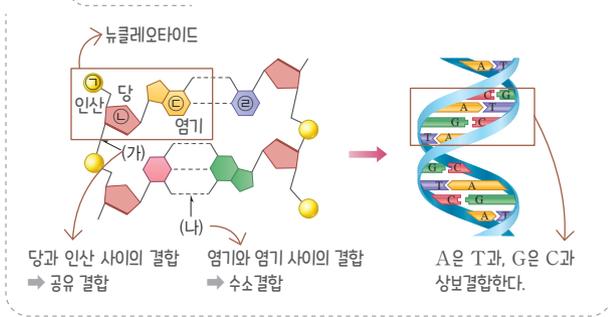
20 이중나선을 이루는 DNA의 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기 사이의 수소결합으로 연결되는데, A은 T과, G은 C과 상보적으로 결합한다.

모범 답안 (1) ATGCTTCG

(2) DNA를 구성하는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기 사이의 수소결합으로 연결된다. 이때 A은 T과, G은 C과 상보적으로 결합한다.

채점 기준	배점
(1) 염기서열을 옳게 쓴 경우	40 %
상보적인 염기의 수소결합으로 연결된다고 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 염기 사이의 수소결합으로 연결된다고만 서술한 경우	30 %
염기의 상보결합만 서술한 경우	30 %

21 — **꼼꼼 문제 분석**



- ② DNA의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이며, 인산(㉠), 당(㉡), 염기(㉢)가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.
- ③ DNA를 구성하는 당(㉡)은 디옥시리보스이다.
- ④ ㉢이 아데닌(A)이라면 상보적으로 결합하는 ㉣은 타이민(T)이다.
- ⑤ 이중나선 DNA에서 상보적으로 결합하는 염기 ㉢과 ㉣의 개수는 항상 같다.
- 바로알기** ① (가)는 당과 인산 사이의 공유 결합이고, (나)는 염기와 염기 사이의 수소결합이다.

- 22 ㄱ. (가)에서 전구의 불이 켜졌으므로 A는 도체이다. 도체의 예로는 구리, 금, 은, 알루미늄 등이 있다.
- ㄴ. A는 도체이므로 부도체인 B보다 전기 전도성이 높다.
- ㄷ. 도체 물질 내에서 전자의 이동 방향은 전류의 방향과 반대이므로 p 지점을 지나는 전자의 이동 방향은 ㉠이다.

23 — **꼼꼼 문제 분석**

특징(㉠~㉣)	구분	㉠	㉡	㉢
㉠ 트랜지스터를 구성한다.	순수 반도체 A	㉠ ×	㉡ ×	○
㉡ 불순물이 포함되어 있다.	p형 반도체 B	○	○	○
㉢ 원자가 전자가 4개 이하인 원소들로 이루어져 있다.	n형 반도체 C	○	○	×

(○: 해당됨, ×: 해당되지 않음)

(가) (나)

- B는 특징 ㉠~㉣을 모두 포함하므로 원자가 전자가 4개인 규소(Si)와 원자가 전자가 3개인 불순물 원소로 이루어진 p형 반도체이다. 순수 반도체는 '원자가 전자가 4개 이하인 원소들로 이루어져 있다.'만 포함하므로 A이다. 따라서 C는 n형 반도체이다.
- ㄱ. A는 순수 반도체로, ㉢만 포함하므로 ㉠과 ㉡는 '×'로 같다.
- 바로알기** ㄴ. 순수 반도체(A)는 불순물 반도체(B)보다 전기 전도성이 낮다.
- ㄷ. 정류 작용을 하는 반도체 소자는 다이오드로, p형 반도체인 B와 n형 반도체인 C를 결합하여 만든다.

- 24 ㄴ. (나)에서 추출한 원소는 반도체인 규소(Si)로, 불순물을 첨가하여 전기적 성질을 조절할 수 있다.
- ㄷ. 피뢰침에서 번개를 유도하는 소재는 도체이므로 (다)와 전기적 성질이 같다.
- 바로알기** ㄱ. (가)는 부도체, (다)는 도체이므로 전기 저항은 (가)가 (다)보다 크다.

25 **모범 답안** 절연 장갑은 전기 작업 중 작업자의 몸에 전류가 흐르는 것을 방지하기 위해 전기 전도성이 낮은 부도체로 만들기 때문이다.

채점 기준	배점
전기 전도성이 낮은 부도체로 만들기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
부도체로 만들기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

- 26 ㄱ. A는 전류가 통하는 곳이므로 도체이다. 스마트폰 터치장갑의 끝 부분은 전도성 실로 되어 있어 장갑을 착용하여도 스마트폰을 조작할 수 있다. 따라서 전도성 실의 전기적 성질은 도체이므로 A와 전도성 실의 전기적 성질은 같다.
- ㄴ. B는 전류가 외부로 흐르는 것을 방지하기 위해 전기 절연 소재인 부도체를 활용한다.
- ㄷ. ㉠은 정류 작용을 하는 다이오드로, 반도체의 전기적 성질을 활용한 부품이다.

중단원 **고난도 문제**

120쪽~121쪽

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

01 — **꼼꼼 문제 분석**

- A와 B는 같은 족 원소이다.
A와 B는 1족 원소 또는 17족 원소이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 B=E>A이다.
전자 껍질 수: ㉠=㉡>㉢=㉣=㉤ → B와 E는 3주기 원소이고 A, C, D는 2주기 원소이다.
- 원자 번호는 A가 D보다 크다.
A가 1족 원소인 경우 제1원소 중 원자 번호가 가장 작으므로 조건에 부합하지 않는다. → A는 2주기 17족 원소이고, B는 3주기 17족 원소이다. D는 ㉠ 또는 ㉢ 중 하나이다.
- 원자가 전자 수는 C가 D보다 크다.
C는 2주기 16족 원소이고, D는 2주기 1족 원소이다.

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
2	1	㉠-D(Li)				C(O)-㉡		㉢-A(F)	
3	1	㉣-E(Na)						㉤-B(Cl)	

선택지 분석

- A는 알칼리 금속이다. **할로젠**
- D와 E는 화학적 성질이 비슷하다.
- B와 C로 이루어진 물질은 **이온 결합 물질**이다. **공유 결합 물질**

전략적 풀이 ① 주기율표에서 같은 족에 속하는 A와 B는 1족 또는 17족 원소 중 하나임을 파악하고, A가 1족인 경우를 가정하여 제시된 자료를 적용해 본다.

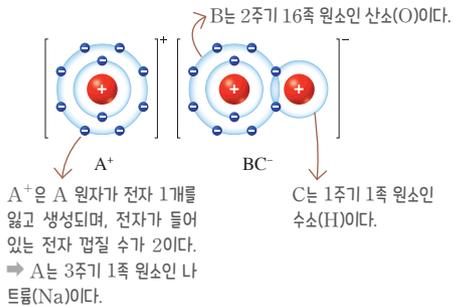
ㄱ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 $B=E>A$ 이므로 A는 2주기 원소이다. A를 1족에 속하는 알칼리 금속이라고 가정하면 ㉠에 해당하여 A~E 중 원자 번호가 가장 작으므로 제시된 자료에 부합하지 않는다. 따라서 A는 1족 원소가 아니라 17족에 속하는 할로젠이다.

② 전자 껍질 수, 원자 번호, 원자가 전자 수를 비교하여 A~E를 ㉠~㉤에 배치해 본다.

ㄴ. A와 B는 각각 2주기 17족 원소인 ㉤ 플루오린(F), 3주기 17족 원소인 ㉢ 염소(Cl)이고, D와 E는 각각 2주기 1족 원소인 ㉠ 리튬(Li), 3주기 1족 원소인 ㉡ 나트륨(Na)이다. C는 2주기 16족 원소인 ㉣ 산소(O)이다. 따라서 D와 E는 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 화학적 성질이 비슷하다.

ㄷ. B와 C는 모두 비금속 원소이므로 B와 C로 이루어진 물질은 공유 결합 물질이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



선택지 분석

- A~C 중 2주기 원소는 한 가지이다.
- A₂B는 **공유 결합 물질**이다. **이온 결합 물질**
- C₂B의 공유 전자쌍 수는 2이다.

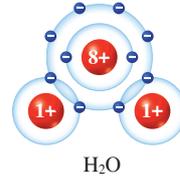
전략적 풀이 ① 이온의 전자 배치를 통해 A~C가 각각 어떤 원소인지 판단하고, 금속 원소와 비금속 원소로 분류한다.

ㄱ. A는 나트륨(Na), B는 산소(O), C는 수소(H)이다. A는 3주기, B는 2주기, C는 1주기 원소이다.

ㄴ. A₂B(Na₂O)는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어지므로 이온 결합 물질이다.

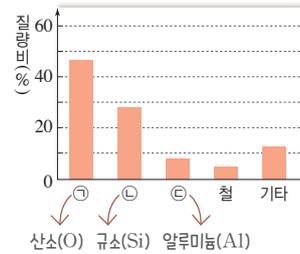
② B와 C의 원자가 전자 수를 비교하여 C₂B에서 각 원자가 어떻게 공유 결합하는지 파악한다.

ㄷ. B와 C의 원자가 전자 수는 각각 6, 1이므로 C₂B(H₂O)에서 B 원자 1개와 C 원자 2개가 총 2개의 전자쌍을 공유한다. 공유 전자쌍 수는 2이다.



03 **꼼꼼 문제 분석**

지각을 구성하는 원소의 질량비는 O>Si>Al이다.



선택지 분석

- ㉠의 원자가 전자 수는 4이다.
- ㉠과 ㉣이 **이온 결합**하여 규산염 광물의 기본 단위체가 된다. **공유 결합**
- ㉠과 ㉤은 **2:3**으로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다. **3:2**

전략적 풀이 ① 지각을 구성하는 원소의 질량비가 O>Si>Al임을 이용하여 ㉠~㉤을 판단하고, ㉣의 원자가 전자 수를 파악한다.

ㄱ. ㉣은 Si이므로 3주기 14족 원소이다. 따라서 원자가 전자 수는 4이다.

② 규산염 광물의 기본 단위체가 규산염 사면체(Si-O 사면체)이며, 공유 결합을 형성한다는 것을 파악한다.

ㄴ. 규산염 광물의 기본 단위체는 규산염 사면체(Si-O 사면체)이다. 이때 Si와 O는 전자쌍을 공유하는 공유 결합을 형성한다.

③ 이온 결합 물질에서 양(+)전하의 전체 양과 음(-)전하의 전체 양이 같도록 양이온과 음이온이 결합하는 것을 알고, 두 이온의 개수비를 파악한다.

ㄷ. O(㉡)와 Al(㉢)은 이온 결합을 형성하는데 O²⁻과 Al³⁺이 결합하므로 O와 Al은 3:2로 결합하여 안정한 화합물(Al₂O₃)을 형성한다.

04 — 품평 문제 분석

규산염 사면체 간 산소를 공유하지 않는다.

광물	결합 구조	쪼개짐
(가) 감람석	독립형 구조	(⊖) 없음
(나) 흑운모	(⊖) 구조	있음
(다) (⊖)	단사슬 구조	있음

↙ 휘석 ↘ 판상

- 규산염 사면체 간 공유하는 산소 수: (다) < (나) ⇒ (가)는 0개이다.
- 풍화에 대한 안정도(강한 정도): (가) < (다) < (나) ⇒ 규산염 사면체 간 결합 구조가 복잡할수록 결합을 끊는 데 필요한 에너지가 많기 때문

선택지 분석

- ✗ ⊖은 '있음'에 해당한다. 없음
- ✗ ⊖은 복수이고, ⊖은 각섬적이다.
판상 휘석
- ⊖ (가)~(다) 광물 중 풍화에 가장 약한 광물은 (가)이다.

전략적 풀이 1 감람석의 결합 구조와 광물에 충격을 가할 때 나타나는 특성과의 관계를 관련 지어 생각한다.

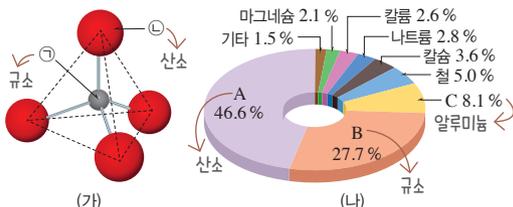
ㄱ. (가) 감람석은 결합 구조가 독립형 구조이기 때문에 광물에 강한 충격을 가하면 깨짐이 나타난다. 따라서 ⊖은 '없음'에 해당한다.

Ⓜ. 규산염 광물의 결합 구조에 해당하는 광물의 예를 파악한다.
나. (나) 흑운모는 결합 구조가 판상 구조이기 때문에 얇은 판 모양으로 쪼개짐이 나타난다. 규산염 광물 중 결합 구조가 단사슬 구조인 것은 휘석이다. 따라서 ⊖은 판상, ⊖은 휘석이다.

Ⓝ. 규산염 사면체들이 서로 결합한 형태를 고려하여 풍화에 대한 안정도를 생각한다.

다. 규산염 사면체 간 결합 구조가 복잡할수록 결합을 끊는 데 필요한 에너지가 많아지기 때문에 망상 구조인 석영과 장석이 풍화에 강하다. (가)는 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소가 없는 독립형 구조이므로 (가)~(다) 광물 중 풍화에 가장 약하다.

05 — 품평 문제 분석



- 산소(⊖, A): 16족 원소 ⇒ 원자가 전자 수 6개
- 규소(⊖, B): 14족 원소 ⇒ 원자가 전자 수 4개
- 알루미늄(C): 13족 원소 ⇒ 원자가 전자 수 3개

선택지 분석

- ⊖ ⊖은 B이고, ⊖은 A이다.
- ✗ 원자가 전자 수는 $B > A > C$ 이다. $A > B > C$
- ⊖ ⊖의 원자 수는 흑운모가 휘석보다 크다.
⊖의 원자 수

전략적 풀이 1 규소와 산소가 결합하여 만들어진 규산염 사면체의 구조를 파악한다.

ㄱ. 지각에는 산소, 규소 순으로 질량비가 크다. ⊖은 규산염 사면체의 중심부에 위치한 규소(B)이고, ⊖은 규산염 사면체의 꼭지점에 위치한 산소(A)이다.

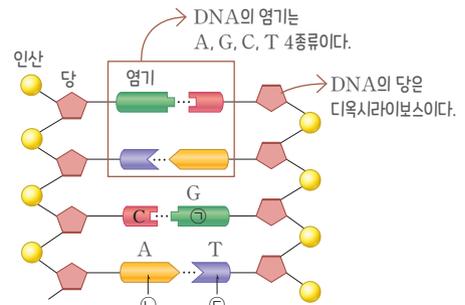
Ⓜ. 원소의 전자 배치를 고려하여 원자가 전자 수를 파악한다.

나. A는 산소, B는 규소, C는 알루미늄이다. 산소는 16족 원소, 규소는 14족 원소, 알루미늄은 13족 원소이다. 따라서 원자가 전자 수는 A가 6개, B가 4개, C가 3개이므로 $A > B > C$ 이다.

Ⓝ. 광물의 결합 구조를 고려하여 규산염 사면체 사이에 산소를 공유하는 방식을 생각한다.

다. $\frac{\text{규소}(\ominus)\text{의 원자 수}}{\text{산소}(\ominus)\text{의 원자 수}}$ 는 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소의 수가 많을수록 크다. 따라서 $\frac{\text{⊖의 원자 수}}{\text{⊖의 원자 수}}$ 는 판상 구조인 흑운모가 단사슬 구조인 휘석보다 크다.

06 — 품평 문제 분석



A는 T와, G는 C와 상보적으로 결합하며, 이중나선 DNA에서 상보적으로 결합하는 염기의 비율은 같다.

선택지 분석

- ⊖ ⊖은 아데닌(A)이다.
- ⊖ X에서 ⊖의 개수는 46개이다.
- ✗ X를 이루는 두 가닥 중 한쪽 가닥에서 C의 개수와 ⊖의 개수는 항상 같다.

전략적 풀이 ① DNA의 염기는 A, T, G, C의 4종류이며, 이중나선 DNA에서 A은 T과, G은 C과 상보적으로 결합한다는 것을 이해한다.
 ㄱ. ㉔은 RNA에는 없고 DNA에만 있는 염기이므로 타이민(T)이고, 타이민(T)과 상보적으로 결합하는 ㉓은 아데닌(A)이다. ㉑은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하는 구아닌(G)이다.
 ② 염기의 비율을 이용하여 X를 구성하는 각 염기의 개수를 계산한다.
 ㄴ. X에서의 구아닌(㉑)의 비율이 27%이므로 사이토신의 비율도 27%이다. 따라서 아데닌(㉓)+타이민(㉔)의 비율은 $100 - (27 + 27) = 46(\%)$ 이고, 상보결합하는 ㉓과 ㉔의 비율은 서로 같으므로 ㉓의 비율은 23%이다. X는 100개의 염기쌍 즉, 200개의 염기로 이루어져 있으므로 ㉓의 개수는 $200 \times 0.23 = 46$ 개이다.
 ③ 상보결합하는 A과 T, G과 C의 개수가 항상 같은 것은 DNA가 이중나선을 이루고 있을 때에만 성립한다는 사실을 고려한다.
 ㄷ. G은 C과 상보적으로 결합하므로 이중나선인 X를 이루는 두 가닥에서 C의 개수와 G(㉑)의 개수는 항상 같지만, X를 이루는 한쪽 가닥에서는 염기의 배열이 규칙적이지 않으므로 C과 G(㉑)의 개수는 항상 같을 수 없다.

07 **꼼꼼 문제 분석**

부도체가 연결되어 있으면 전류가 흐르지 않는다. R, S는 도체

	S ₁	S ₂	검류계
P는 부도체	a	c	×
Q는 도체	b	d	×
		c	○
		d	○

(○: 흐름, ×: 흐르지 않음)

선택지 분석

- ✗ 고체 막대 P, Q, R, S 중 도체는 2개이다. 3개
- 단위 부피당 물질 내 자유 전자의 수는 P가 가장 적다.
- ✗ R와 같은 전기적 성질은 전선 피복에 이용된다. 전선 내부

전략적 풀이 ① 부도체가 연결되어 있으면 전류가 흐르지 않는 것을 이용하여 P, Q, R, S 중 도체와 부도체를 파악한다.
 ㄱ. 부도체가 연결되어 있으면 회로에는 전류가 흐르지 않는다. S₁을 b에 연결하고, S₂를 c, d에 연결하였을 때 검류계에 전류가 흘렀으므로 Q, R, S는 도체이다. S₁을 a에 연결하였을 때는 검류계에 전류가 흐르지 않으므로 P는 부도체이다. 따라서 고체 막대 P, Q, R, S 중 도체는 3개이다.

② 도체와 부도체에서 물질 내 자유 전자 수의 차이를 안다.
 ㄴ. 단위 부피당 물질 내 자유 전자의 수는 부도체가 도체보다 적으므로 부도체인 P가 가장 적다.
 ③ 물질의 전기적 성질 활용의 예를 안다.
 ㄷ. R는 도체이고, 전선 피복은 부도체이다. R와 같은 전기적 성질은 전선 내부에서 전류를 흐르게 하는 역할을 한다.

08 **꼼꼼 문제 분석**

전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 특징이 있다. 전압을 걸면 자유 전자의 이동에 의해 전류가 흐르게 된다.

전자의 빈 자리가 존재하므로 p형 반도체이다. 자유 전자가 존재하므로 n형 반도체이다.

선택지 분석

- ㄱ X는 p형 반도체이다.
- ㄴ 스위치를 a에 연결하였을 때 Y에서 전류가 흐르는 원인은 전자의 이동 때문이다. n형 반도체
- ㄷ 스위치를 b에 연결하면 전구에서 빛이 방출되지 않는다. 다이오드에 의해 전류가 차단된다.

전략적 풀이 ① n형 반도체와 p형 반도체의 구조를 구분한다.

ㄱ. X는 전자의 빈 자리가 존재하므로 p형 반도체이다.
 ② n형 반도체에서 전류의 흐름은 자유 전자에 의한 것임을 안다.
 ㄴ. 스위치를 a에 연결하였을 때 Y에서 전류가 흐르는 원인은 공유 결합 후 남은 자유 전자의 이동에 의한 것이다.
 ③ 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 특징이 있음을 알고, 이 특징이 회로에서 어떻게 작용하는지 이해한다.
 ㄷ. 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 특징이 있다. 스위치를 a에 연결하였을 때 전구에서 빛이 방출되었다면 스위치를 b에 연결하면 전류의 흐름이 반대가 되므로 다이오드에 의해 회로에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 스위치를 b에 연결하면 전구에서 빛이 방출되지 않는다.



시스템과 상호작용

1 지구시스템

01 / 지구시스템의 구성과 상호작용

개념 확인문제

128쪽

- 1 지구시스템 2 지각 3 기온 4 수온 약층
5 외권 6 상호작용 7 에너지

- 1 (가) ㉠, (나) ㉡, (다) ㉢, (라) ㉣, (마) ㉤ 2 (1) × (2) ○
(3) ○ (4) × 3 (1) A: 대류권, B: 성층권, C: 중간권, D: 열권
(2) D 4 (1) ㉠ 혼합층, ㉡ 수온 약층, ㉢ 심해층 (2) ㉢ (3) ㉣
5 외권 6 (가) ㉠, (나) ㉡, (다) ㉢, (라) ㉣, (마) ㉤

- 1 (가) 빙하는 고체 상태의 물이므로 수권에 속한다.
(다) 오존층은 성층권에 존재하므로 기권에 속한다.
(라) 태양풍은 태양에서 방출된 전자, 양성자 등의 흐름이므로 외권에 속한다.
- 2 (1) 지권은 구성 성분과 물질의 상태에 따라 지각, 맨틀, 외핵, 내핵으로 구분한다.
(3) 맨틀은 지구 전체 부피의 80% 이상을 차지하고 있다.
(4) 외핵은 액체 상태, 내핵은 고체 상태이다.
- 3 (1) 기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 대류권(A), 성층권(B), 중간권(C), 열권(D)으로 구분한다.
(2) 열권(D)은 공기가 매우 희박하여 기온의 일교차가 가장 크게 나타난다.
- 4 (1) 수권은 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 혼합층(㉠), 수온 약층(㉡), 심해층(㉢)으로 구분한다.
(2) 수온 약층(㉡)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아져 밀도가 증가한다. 따라서 연직 운동이 거의 일어나지 않는 안정한 층이다.
(3) 해수에서 가장 많은 부피를 차지하는 층은 심해층(㉢)이다.
- 5 외권은 지상 1000 km 이상의 영역으로 지구를 둘러싸고 있는 우주 공간에 해당한다. 외권은 지구시스템의 다른 구성 요소에 비해 물질의 이동이 적다.
- 6 (가) 지진 해일은 주로 해저에서 발생한 지진으로 인해 거대

한 해파가 발생하는 현상이다. 따라서 지권과 수권의 상호작용에 해당한다.

(라) 오로라는 외권에서 유입된 태양풍 입자가 극지방 상공의 대기 입자와 충돌하면서 빛을 내는 현상이다. 따라서 외권과 기권의 상호작용에 해당한다.

개념 확인문제

131쪽

- 1 태양 2 평형 3 태양 4 잠열 5 평형
6 지권 7 일정

- 1 (1) ○ (2) × (3) × 2 (가) ㉢, (나) ㉣, (다) ㉤, (라) ㉠, (마) ㉡ 3 (1) × (2) × (3) ○ 4 가, 나 5 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × 6 (가) ㉠, (나) ㉡, (다) ㉢, (라) ㉣

- 1 (2) 지구시스템의 에너지원은 근원 에너지이므로 서로 전환되지 않는다.
(3) 지구 내부 에너지는 원시 지구에서 축적된 열과 방사성 동위원소의 붕괴열로 형성되었다.
- 2 자연 현상을 일으키는 에너지원이 태양 에너지인 경우에는 기상 현상, 표층 해류 발생 등이 있고, 지구 내부 에너지인 경우에는 맨틀 대류, 화산 활동, 지진 등이 있으며, 조력 에너지인 경우에는 밀물과 썰물이 있다.
- 3 (1) 물의 순환을 일으키는 주요 에너지원은 태양 에너지이다.
(2) 지구 전체에서 총 증발량과 총 강수량은 같다.
- 4 다. 저기압 지역에서 상승 기류가 발달하여 수증기가 응결하면 구름이 만들어진다. 이때 물이 기체에서 액체로 상태가 변하면서 숨은열(잠열)을 방출한다.
- 5 (4) 탄소는 지구시스템의 각 권역 사이를 순환하며, 지구시스템에서 탄소의 전체량은 일정하게 유지된다.
- 6 지구시스템에서 탄소는 다양한 형태로 분포하는데, 특히 지권에 석회암 형태로 가장 많이 존재한다. 지권에서는 주로 탄산염 광물(석회암)과 화석 연료, 기권에서는 주로 이산화 탄소와 메테인, 수권에서는 주로 탄산수소 이온과 탄산 이온, 생물권에서는 주로 유기물 형태로 존재한다.

내신 만점 문제

132쪽~135쪽

- 01 ② 02 ④ 03 ㄴ 04 ⑤ 05 ① 06 ①
 07 ⑤ 08 ③ 09 ① 10 ② 11 ④ 12 ①
 13 (가) 태양 에너지, (나) 지구 내부 에너지 14 ③ 15 ③
 16 ㉠ 25, ㉡ 9 17 (다) 18 ③ 19 ⑤
 20 해설 참고 21 해설 참고 22 해설 참고

01 ② (가) 기권의 성분은 질소와 산소가 90% 이상을 차지하고 있으므로 (가)는 기권이다. (나) 태양계 행성 중에서 유일하게 지구에만 존재하는 권역은 생물권이다. (다) 지구상에 존재하는 물을 수권이라고 하며, 대부분 해수로 이루어져 있다. 다른 행성이나 위성에 물이 얼음 형태로 존재하기도 하므로 지구에만 수권이 존재하는 것은 아니다.

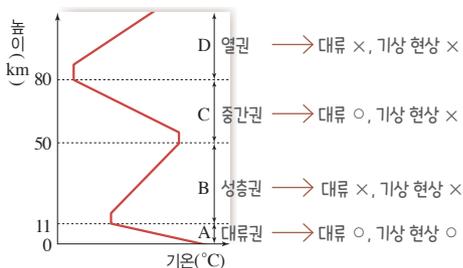
02 ④ 최초의 생물은 원시 바다에서 탄생하였으므로 지구시스템의 구성 요소 중에서 가장 늦게 형성된 권역은 생물권이다.

- 바로알기** ① 지권은 고체와 액체(외핵) 상태로 존재하며, 가장 풍부한 두 원소는 철과 산소이다.
 ② 기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 4개의 층으로 구분된다.
 ③ 수권은 비열이 큰 물로 이루어져 있어 온도가 쉽게 변하지 않는다.
 ⑤ 기상 현상은 기권의 최하부층인 대류권에서 일어난다. 외권은 지상 1000 km 이상의 영역으로 기권의 바깥쪽 공간이다.

03 ㄴ. 외권에 분포하는 지구 자기장은 태양풍이 지표로 직접 유입되는 것을 막아 주는 역할을 한다.

- 바로알기** ㄱ. 생명체가 호흡할 수 있게 산소를 공급해 주는 권역은 기권이다.
 ㄷ. 물질 순환을 통해 지구의 평균 기온을 일정하게 해주는 역할을 하는 권역은 기권과 수권이다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



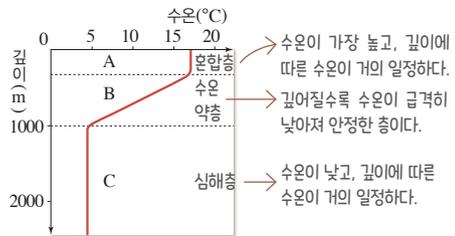
⑤ 공기의 평균 밀도는 지표 부근에서 가장 높고, 높이가 높아질수록 낮아진다.

- 바로알기** ① 대류권(A)에서는 높이가 높아질수록 기온이 낮아진다.
 ② 오존의 평균 농도는 성층권(B)에서 가장 크게 나타난다.
 ③ 중간권(C)에서는 높이가 높아질수록 기온이 낮아지므로 대류 현상이 활발하지만, 수증기가 거의 없어서 기상 현상은 일어나지 않는다.
 ④ 열권(D)에서는 공기가 희박하여 낮과 밤의 기온 차가 매우 크다.

05 ㄱ. A는 지각, B는 맨틀이다. 지각(A)과 맨틀(B)의 경계면을 모호면이라고 하는데, 모호면은 해양보다 대륙에서 깊은 곳에 위치한다.

- 바로알기** ㄴ. 맨틀(B)은 고체 상태이고, 외핵(C)은 액체 상태이다.
 ㄷ. 외핵(C)과 내핵(D)은 구성 성분이 비슷하다. 지구 내부에서 구성 성분이 가장 급격하게 변하는 곳은 맨틀(B)과 외핵(C)의 경계이다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 태양 복사 에너지는 대부분 해수의 표층에 해당하는 혼합층(A)에서 흡수한다.

- 바로알기** ㄴ. 해수의 연직 운동은 바람에 의한 혼합이 활발한 혼합층(A)에서 활발하다. 수온 약층(B)에서는 수심이 깊어짐에 따라 수온이 급격하게 낮아지므로 연직 운동이 거의 일어나지 않는다.
 ㄷ. 깊이에 따른 밀도 변화는 수온 변화가 크게 나타나는 수온 약층(B)에서 가장 크다.

07 ㄴ. (나)는 수권이다. ㉠은 혼합층으로, 바람이 강할수록 두껍게 발달한다.

ㄷ. (다)는 기권이다. 기권에서 안정한 층은 높이가 높아질수록 기온이 상승하는 성층권(㉡)과 열권이다.

- 바로알기** ㄱ. (가)는 지권이다. 지권은 구성 성분과 물질의 상태를 기준으로 지각, 맨틀, 외핵, 내핵으로 구분한다.

08 ③ 기권에 존재하는 오존(㉠)은 태양에서 오는 자외선을 흡수하면서 산소 분자와 산소 원자로 분해된다. 수권에 존재하는 액체 상태의 물(㉡)은 생명체에게 필수적인 물질이다. 외권에 분포하는 지구 자기장(㉢)은 태양풍과 우주선을 막아 주는 역할을 한다.

09 ㄱ. 지구시스템의 권역 사이에 상호작용이 일어날 때 물질과 에너지 이동이 함께 나타난다.

바로알기 ㄴ. 어느 두 권역 사이에 일어나는 상호작용은 다른 권역에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기권과 수권의 상호작용은 지권과 생물권의 상호작용에도 영향을 준다.

ㄷ. 최근 인간 활동이 활발해지면서 지구시스템의 상호작용에 미치는 영향이 점점 커지고 있다.

10 ② (가)의 태풍은 기권과 수권의 상호작용으로 발생하고, (나)의 황사는 기권과 지권의 상호작용으로 발생한다. 따라서 (가)와 (나)에서 공통으로 포함된 지구시스템의 구성 요소는 기권이다.

11 ④ 화산 가스 분출은 지권과 기권의 상호작용(A)에 해당한다. 엘니뇨는 무역풍이 약해지면서 동태평양 적도 부근 해역의 수온이 높아지는 현상이므로 기권과 수권의 상호작용(B)에 해당한다. 지진 해일은 해저에서 발생한 지진에 의해 해파가 일어나는 현상이므로 지권과 수권의 상호작용(C)에 해당한다.

12 ㄱ. 지구시스템의 에너지원을 크기 순으로 나열하면 태양 에너지 > 지구 내부 에너지 > 조력 에너지이다.

ㄷ. 조력 에너지는 태양과 달이 지구에 미치는 인력에 의해 생성된다.

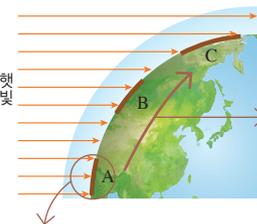
바로알기 ㄴ. 지구시스템의 에너지원은 상호 전환되지 않으므로 지구 내부 에너지가 조력 에너지로 전환될 수 없다.

ㄹ. 화산 활동이나 지진 등의 지각 변동을 일으키는 주요 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

13 (가)는 집중 호우에 의한 산사태이므로 기상 현상에 의한 자연 재해이다. 따라서 에너지원은 태양 에너지이다. (나)는 지각 변동에 해당하는 지진에 의해 발생한 피해이므로 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

14 ◀ **꼼꼼 문제 분석**

태양 고도: $A > B > C \Rightarrow$ 위도: $A < B < C$



A: 에너지 과잉, C: 에너지 부족
 \Rightarrow 대기와 해수의 순환에 의해 A에서 C 방향으로 에너지가 이동한다.

좁은 면적에 태양 복사 에너지가 집중된다.
 \Rightarrow 단위 면적당 지표면이 받는 태양 복사 에너지양: $A > B > C$

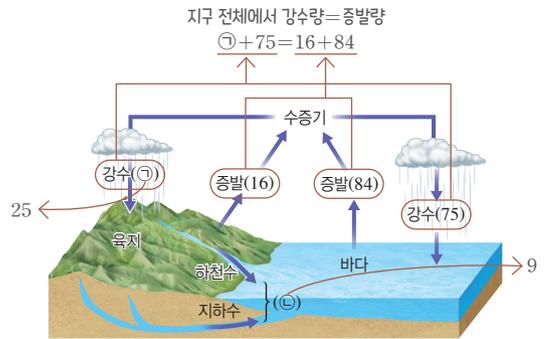
ㄷ. A는 태양 복사 에너지가 입사하는 각도가 큰 저위도 지역이고, C는 태양 복사 에너지가 입사하는 각도가 작은 고위도 지역이다. 대기에 의한 에너지 수송은 저위도 지역인 A에서 고위도 지역인 C로 일어난다.

바로알기 ㄱ. 태양 복사 에너지가 입사하는 각도는 $A > B > C$ 이므로 위도는 $A < B < C$ 이다.

ㄴ. 단위 면적당 입사되는 에너지량은 햇빛이 수직에 가까울수록 비출수록 많으므로 A에서 가장 많고 C에서 가장 적다.

15 ③ 물의 순환을 일으키는 주요 에너지원은 태양 에너지이다. 수권의 물이 증발할 때 태양 에너지를 흡수하면 수증기에 숨은열(잠열)로 에너지가 저장되고, 수증기가 응결할 때 숨은열이 방출된다. 물의 순환 과정 중 식물의 증산 작용을 통해 식물이 흡수한 물이 기권으로 이동한다.

16 ◀ **꼼꼼 문제 분석**



• 지구 전체에서 총 강수량은 총 증발량과 같다. $\Rightarrow \textcircled{1} + 75 = 16 + 84 \Rightarrow \textcircled{1} = 25$
 • 육지는 물수지 평형 상태이므로 '육지 강수 = 육지 증발 + 바다로 이동'이다.
 $\Rightarrow \textcircled{1} = 16 + \textcircled{2} \Rightarrow \textcircled{2} = 9$

지구 전체에서 증발량과 강수량이 같으므로 $\textcircled{1} + 75 = 16 + 84$ 이다. 따라서 $\textcircled{1}$ 은 25이다. 한편, 육지에 내린 강수량은 다시 증발하거나 하천수와 지하수로 바다로 이동한다. 따라서 $\textcircled{1} = 16 + \textcircled{2}$ 이고, $\textcircled{1}$ 이 25이므로 $\textcircled{2}$ 은 9이다.

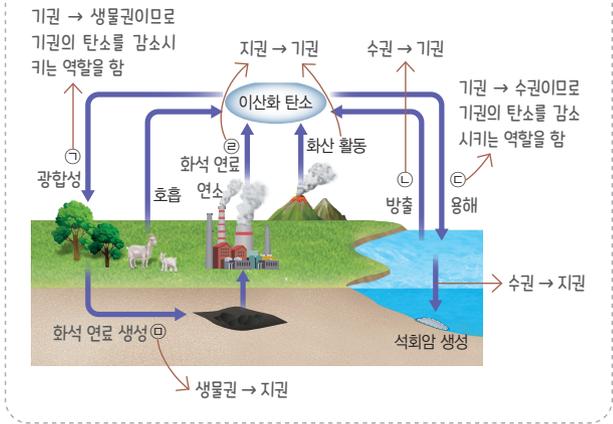
17 (가)의 벼섯바위는 사막 지역에서 바람에 의해 모래 알갱이가 이동하면서 바위의 아래쪽을 깎아 만들어진다. (나)의 습곡 산맥은 주로 지각 변동에 의해 지각이 서로 부딪칠 때 만들어진다. (다)의 V자곡은 경사가 비교적 큰 지역에서 물이 흘러갈 때 하천의 하부를 침식시켜 형성된다. 따라서 물의 순환 과정에서 형성된 지형은 (다)이다.

18 ㄱ. A에 존재하는 탄소의 주요 형태는 탄산 이온이다. 따라서 A는 수권이다.

ㄴ. 지구시스템의 각 권역에 존재하는 탄소량은 지권>수권>생물권>기권이다. 따라서 ㉠은 ㉡보다 크다.

바로알기 ㄷ. 호흡 작용이 일어날 때, 유기물로 존재하는 생물권의 탄소가 이산화 탄소 형태로 기권으로 이동한다. 따라서 호흡은 생물권에서 기권(B)으로 이동하는 예이다.

19 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 광합성(㉠)에 의해 기권의 탄소가 생물권으로 이동하고, 용해(㉡) 과정에서 기권의 탄소가 수권으로 이동한다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 기권의 탄소를 감소시키는 역할을 한다.

ㄴ. 해수의 온도가 높아지면 기체의 용해도가 감소하여 수권에서 기권으로 방출(㉢)되는 과정이 활발해진다.

ㄷ. 현재 지구에서 화석 연료를 사용함에 따라 지권 속 화석 연료의 양이 계속 감소하고 있다. 한편, 일부 지역에서는 화석 연료가 생성(㉣)되기도 하지만 화석 연료가 생성되려면 매우 오랜 시간이 필요하기 때문에 그 양은 극히 적다.

20 (1) 수권의 물은 대부분 해수로 이루어져 있고, 육수(육지의 물)는 빙하, 지하수, 하천과 호수 등으로 이루어져 있다. 따라서 A는 해수, B는 빙하이다.

(2) 액체 상태의 물은 생명체가 살아가기 위해 반드시 필요한 조건이다. 물은 비열이 커서 일정한 온도 유지에 유리하고, 다양한 물질을 용해시켜 생명체에게 필요한 성분을 제공해 줄 수 있다.

모범 답안 (1) A: 해수, B: 빙하 (2) 지구가 일정한 온도를 유지하는 데 기여한다. 물에는 생명체에게 필수적인 성분들이 녹아 있어 이를 제공해 주는 역할을 한다.

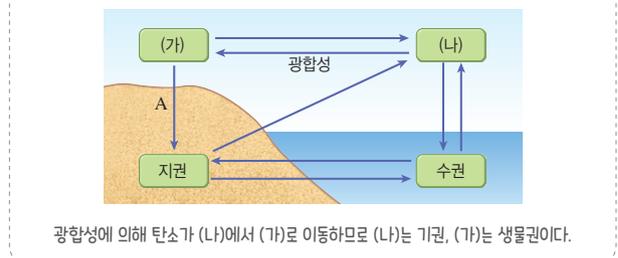
채점 기준	배점
(1), (2)를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(2)만 옳게 서술한 경우	60 %
(1)만 옳게 서술한 경우	40 %

21 황사의 발생(㉤)은 기권과 지권의 상호작용이고, 혼합층 형성(㉥)은 수권과 기권의 상호작용이다. 따라서 A는 기권, B는 지권, C는 수권이며, D는 생물권이다. ㉥은 기권과 생물권의 상호작용에 해당하는 예이다.

모범 답안 A는 기권, B는 지권, C는 수권, D는 생물권이고, ㉥에 들어갈 적절한 예는 광합성(또는 호흡)이다.

채점 기준	배점
A ~ D와 ㉥의 예를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
A ~ D만 옳게 서술한 경우	50 %
㉥만 옳게 서술한 경우	50 %

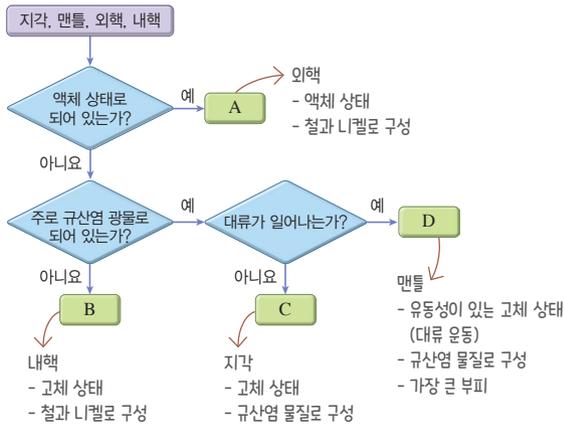
22 **꼼꼼 문제 분석**



모범 답안 (1) (가) 생물권, (나) 기권 (2) A는 생물권(가)에서 지권으로 탄소가 이동하는 예이므로 화석 연료 생성(또는 석회암 생성)이다.

채점 기준	배점
(1), (2)를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(2)만 옳게 서술한 경우	60 %
(1)만 옳게 서술한 경우	40 %

01 **꼼꼼 문제 분석**



A는 액체 상태인 외핵이고, B는 주로 철로 이루어져 있는 내핵이다. C는 단단한 암석으로 이루어진 지각이고, D는 대류가 일어나는 맨틀이다.

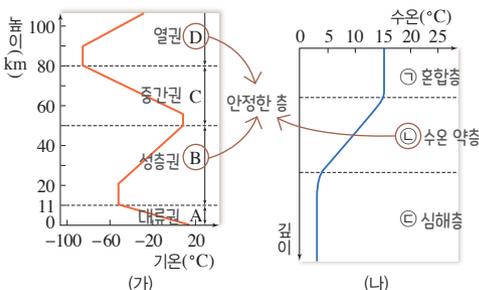
- ㄴ. 지권에서 가장 많은 부피를 차지하는 영역은 맨틀(D)이다.
- ㄷ. 지구 내부로 갈수록 밀도가 증가하므로 평균 밀도는 내핵(B) > 외핵(A) > 맨틀(D) > 지각(C)이다.

바로알기 ㄱ. 외핵(A)의 구성 성분은 철과 니켈로, 내핵(B)과 비슷하다.

02 ㄱ. (가)에서 A~D 중 수증기는 대부분 대류권(A)에 분포한다. 이로 인해 기상 현상도 대류권(A)에서 일어난다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 기권에서 오존이 가장 많이 분포하는 오존층이다. 이 영역에서는 태양의 자외선을 막아 주는 역할을 한다. 태양 풍 입자를 차단하는 역할을 하는 것은 외권의 지구 자기장이다. ㄷ. 기권을 4개의 층상 구조로 구분하는 기준은 높이에 따른 온도 분포이다. (나)의 오존 농도를 기준으로 기권의 층상 구조를 구분할 수 없다.

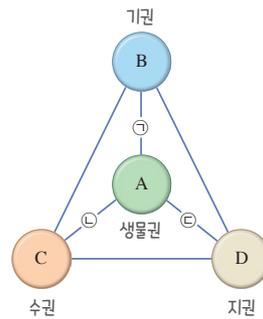
03 **꼼꼼 문제 분석**



- ② 낮과 밤의 온도 차는 열권(D)에서 가장 크게 나타난다.
- ③ 심해층(㉢)은 태양 복사 에너지가 거의 도달하지 않아 계절이나 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없다.
- ④ 성층권(B)은 높이 올라갈수록 기온이 높아지고, 수운 약층(㉡)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지므로 두 층 모두 아래쪽의 온도가 낮아 안정한 층이다.
- ⑤ 혼합층(㉠)은 바람의 세기에 따라 두께가 달라진다. 기권 중 바람이 불며 혼합층과 맞닿아 있는 층은 대류권(A)이다.

바로알기 ① 중간권(C)에서는 대류가 일어나지만 수증기가 거의 없어 기상 현상이 나타나지 않는다. 기상 현상이 나타나는 층은 대류권(A)이다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



상호 작용	예
㉠	광합성 생물권 ↔ 기권
㉡	적조 발생 생물권 ↔ 수권
㉢	석회암 생성 생물권 ↔ 지권, 수권 ↔ 지권

➔ A: 생물권

ㄱ. 광합성(㉠)은 생물권과 기권의 상호작용, 적조 발생(㉡)은 수권과 생물권의 상호작용, 석회암 생성(㉢)은 생물권과 지권 또는 수권과 지권의 상호작용이다. 따라서 A는 생물권이다.

ㄷ. A가 생물권이므로 B는 기권, C는 수권, D는 지권이다. 원시 지구에서 원시 지각이 생성된 이후에 원시 바다가 생성되었으므로 C가 D보다 나중에 형성되었다.

바로알기 ㄴ. B는 기권이며, 기권의 구성 물질은 기체 상태로 존재한다.

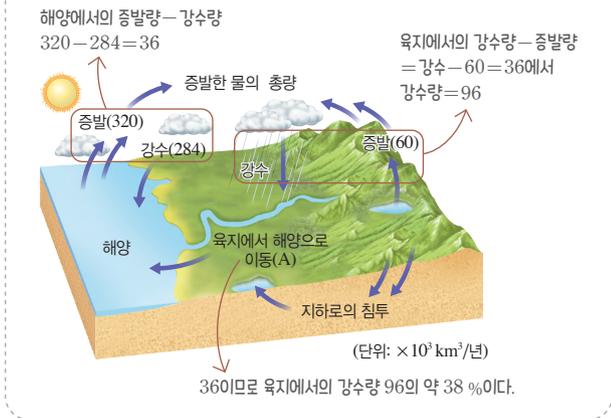
05 (가) U자곡은 빙하가 이동하는 과정에서 침식 작용이 일어나 형성되고, (나) 석회 동굴은 지하수에 의해 석회암이 용해되면서 형성된다.

ㄷ. (가)와 (나)는 각각 빙하와 지하수에 의해 지표 부근의 환경 변화로 형성되므로 지권과 수권의 상호작용에 해당한다.

바로알기 ㄱ. (가) U자곡을 형성한 빙하는 극지방에서 눈이 쌓여 형성되었으므로 물의 순환과 관계 있다. 따라서 (가)를 형성한 주요 에너지원은 태양 에너지이다.

ㄴ. (나) 석회 동굴은 석회암이 지하수에 용해되면서 형성되므로 지권의 탄소가 수권으로 이동하여 지권의 탄소량은 감소한다.

06 품공 문제 분석



나. 물의 순환에서 물이 태양 에너지를 흡수하여 증발이 일어나면, 태양 에너지가 수증기의 잠열로 전환된다.

다. 해양과 육지에서 총 증발량과 총 강수량이 같으므로 해양에서 (증발량 - 강수량) 값은 육지에서 (강수량 - 증발량) 값과 같아야 한다.

바로알기 가. 육지에서 해양으로 이동하는 물의 양 A는 해양에서 증발량과 강수량의 차이와 같다. 따라서 A는 36이며, 육지 증발량이 60이므로 육지 강수량은 96이다. 따라서 A는 육지 강수량의 약 38%이다.

07 지구시스템의 에너지원은 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지이다.

나. 화산 활동의 에너지원 A는 지구 내부 에너지이고, 대기 대순환의 에너지원 B는 태양 에너지이며, C는 조력 에너지이다. 에너지원의 크기는 태양 에너지(B) > 지구 내부 에너지(A) > 조력 에너지(C)이다.

바로알기 가. 지구 내부 에너지(A)는 원시 지구에서 축적된 열과 방사성 동위원소의 붕괴열로 생성된 에너지원이다.

다. 지열 발전의 근원 에너지는 지구 내부 에너지(A)이다.

08 석회암 생성은 탄소가 수권에서 지권 또는 생물권에서 지권으로 이동하는 예이고, 호흡은 탄소가 생물권에서 기권으로 이동하는 예이다. 따라서 (가)는 생물권, (나)는 지권, (다)는 기권이다.

나. 화산 기체 분출은 지권에서 기권으로 탄소가 이동하는 예이다. (나)는 지권, (다)는 기권이므로 화산 기체 분출은 ㉠의 예가 될 수 있다.

다. 산업 혁명 이후 화석 연료 사용량 증가로 지권(나)에 분포하는 탄소량이 계속 감소하는 추세이다.

바로알기 가. 호흡을 통해 탄소가 (가)에서 (다)로 이동하므로 (가)는 생물권이다.

02 지권의 변화와 영향

개념 확인문제

140쪽

- ① 변동대 ② 판 구조론 ③ 암석권 ④ 연약권 ⑤ 판
⑥ 작 ⑦ 경계 ⑧ 맨틀 ⑨ 지구 내부

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 ㉠ 대륙, ㉡ 해양, ㉢ 암석권,
㉣ 연약권 3 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 4 (1) 암석권 (2) 경계
(3) 맨틀 대륙 5 가, 나 6 (1) ○ (2) ×

- 1 (3) 화산 활동이 일어나면 마그마가 분출하는 과정에서 지반의 진동이 동반되므로 지진이 발생하지만, 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 일어나는 것은 아니다. 지진이 활발하더라도 화산 활동이 거의 일어나지 않는 지역이 있다. (예 판의 보존형 경계)
- (4) 지구상에서 화산 활동과 지진이 가장 활발한 곳은 태평양 가장자리로, 전 세계 화산 활동의 약 80%가 발생하고 있어서 불의 고리라고도 한다.
- 2 ㉠과 ㉡은 지구의 가장 겉부분을 이루는 지각이다. 대륙 지각인 ㉠이 해양 지각인 ㉡보다 평균 두께가 두껍다. ㉢은 지각과 맨틀 최상부로 이루어진 암석권이고, ㉣은 암석권 아래에 존재하는 연약권이다.
- 3 (2) 모호면은 지각과 맨틀의 경계면이다.
(3) 연약권은 부분 용융되어 있어 유동성이 있으며, 맨틀 대류가 일어나는 것으로 알려져 있다.
- 4 (1) 판은 암석권의 조각으로, 지구의 겉부분은 10여 개의 주요 판으로 이루어져 있다.
(2) 화산 활동과 지진이 활발한 지역은 판의 경계와 거의 일치한다.
- 5 나. 대륙판은 해양판보다 평균 두께가 두껍지만, 평균 밀도는 작다.
다. 대륙 지각이 해양 지각보다 평균 밀도가 작기 때문에 대륙 지각을 포함하는 대륙판이 해양 지각을 포함하는 해양판보다 평균 밀도가 작다.
- 6 (2) 판의 이동 속력은 약 1 cm/년 ~ 10 cm/년이다.

개념 확인 문제

145쪽

- 1 발산형 2 수렴형 3 보존형 4 해령 5 해구
6 변환 단층 7 광합성 8 지진

- 1 (가) ㄷ, (나) ㄱ, (다) ㄴ 2 (1) ○ (2) × (3) × 3 ㉠ 큰, ㉡ 작은, ㉢ 해구, ㉣ 깊어 4 (가) ㉡, (나) ㉠, (다) ㉢ 5 (1) ○ (2) ×

1 (가)는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계(ㄷ)로 해령이 발달한다.

(나)는 해령과 해령 사이를 수직하게 가로지르는 영역으로 두 판이 서로 어긋나는 보존형 경계(ㄱ)이다. 변환 단층이 발달한다.

(다)는 해양판과 대륙판이 서로 가까워지는 수렴형 경계(ㄴ)로 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 해구가 발달한다.

2 (2) 보존형 경계에서는 천발 지진이 활발하지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

(3) 발산형 경계에 발달하는 해령과 열곡대에서는 진원의 깊이가 얕은 천발 지진만 일어난다.

3 대륙판과 해양판이 서로 가까워지면 해양판이 밀도가 더 크므로 해양판이 대륙판 아래로 섭입한다. 이때 해구가 형성되고, 해구에서 대륙 쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 점점 깊어진다.

4 (가) 화산 가스가 기권으로 대량 분출되면 기권의 성분 변화를 일으킬 수 있다. (나) 화산재가 상층 대기로 유입되면 햇빛을 차단시켜 생물권의 광합성을 방해하는 역할을 한다. (다) 용암이 분출되면 굳어져 새로운 지각이 형성된다.

5 (2) 지진의 발생 시점을 정확하게 예측하는 것은 불가능하다. 따라서 평소에 지진 발생에 따른 피해를 줄이기 위한 노력과 대책이 중요하다.

완자샘 비법 특강

146쪽

- Q1 ⑤, ⑥, 판이 섭입한다. Q2 ⑥

Q1 밀도가 큰 해양판이 섭입하는 섭입형 수렴형 경계에서 심발 지진이 발생한다. ⑤ 쿠릴 해구는 밀도가 큰 해양판이 상대적으로 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하는 곳이고, ⑥ 페루-칠레 해구는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 곳이다.

Q2 두 판의 밀도 차가 가장 큰 곳은 해양판과 대륙판이 만나 밀도가 큰 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 판의 경계인 ⑥이다.

내신 만점 문제

147쪽-150쪽

- 01 ① 02 ③ 03 ② 04 ㄱ 05 ② 06 ④
07 ⑤ 08 ④ 09 ⑤ 10 ④ 11 ㄴ
12 ㄱ, ㄴ 13 ③ 14 ④ 15 ③ 16 ㄴ
17 ㄴ, ㄷ 18 ④ 19 ① 20 ③ 21 해설 참고
22 해설 참고 23 해설 참고

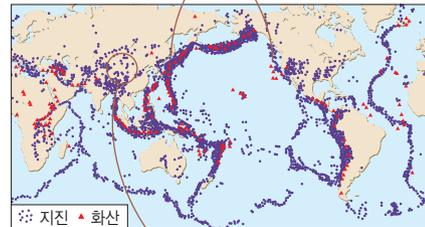
01 ㄱ. 변동대는 화산 활동, 지진, 조산 운동 등의 지각 변동이 활발하게 일어나는 지역이다.

④(바로알기) ㄴ. 변동대는 대륙의 중앙부보다 대륙의 가장자리에서 잘 발달한다.

ㄷ. 대서양 가장자리는 지각 변동이 거의 일어나지 않기 때문에 변동대에 해당하지 않는다.

02 품격 문제 분석

- 환태평양 화산대, 지진대
- 태평양 주변부를 따라 분포
- 전 세계 화산 활동의 약 80% 발생 ⇒ 불의 고리



지진이 활발하지만 화산 활동은 일어나지 않는다.

ㄱ. 지진대와 화산대는 판의 경계와 거의 일치하기 때문에 좁은 띠 모양으로 분포한다.

ㄷ. 화산 활동은 태평양 가장자리에서 가장 활발하며, 이 지역을 '불의 고리'라고도 한다.

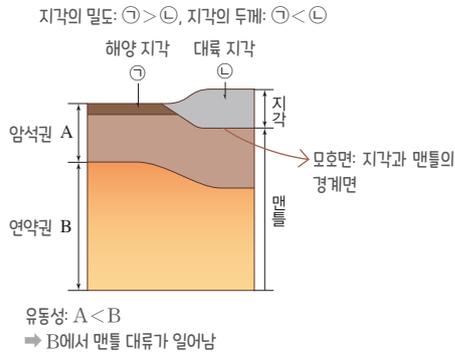
④(바로알기) ㄴ. 그림에서 화산 활동이 활발한 곳에서는 지진도 활발하지만, 지진이 활발한 곳에서 모두 화산 활동이 일어나는 것은 아닙니다.

03 나. 판의 경계에서는 두 판이 서로 멀어지거나 가까워지거나 서로 어긋나면서 지각 변동이 활발하게 일어난다.

바로알기 가. 지구의 겉부분을 이루는 암석권은 크고 작은 여러 개의 조각으로 나누어져 있는데, 이러한 암석권의 조각을 판이라고 한다.

다. 판의 운동이나 맨틀 대류의 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



가. 지각의 밀도는 해양 지각(㉠)이 대륙 지각(㉡)보다 크다.

바로알기 나. A는 암석권, B는 연약권이다. 모호면은 지각과 맨틀의 경계면이다.

다. A는 단단한 강체의 성질을 갖고 있지만, B는 부분 용융되어 있어 유동성이 있다.

05 판을 움직이는 주요 원동력 중 하나는 맨틀 대류이고, 맨틀 대류를 일으키는 근원 에너지는 지구 내부 에너지이다.

06 이 모형실험에서 가장 겉부분에 있는 ㉡ 코코아 가루층은 암석권에 해당하며, 대류가 일어나는 ㉠ 우유층은 연약권에 해당한다. 또한 우유층에서 일어나는 대류에 의해 코코아 가루층이 갈라져 여러 조각으로 이동하는 것은 판의 운동에 해당한다.

07 나. (나)에서 두 판은 서로 멀어지고 있다. 따라서 판의 경계 하부에서는 맨틀 대류의 상승이 나타난다.

다. (다)에서는 밀도가 큰 판이 다른 판 아래로 들어가고 있으므로 섭입대가 발달한다.

바로알기 가. (가)에서는 두 판이 서로 평행하게 어긋나고 있다. 따라서 두 판의 경계는 보존형 경계에 해당하며 판이 생성되거나 소멸되지 않는다.

08 해령(가)은 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계에서 발달하고, 열곡대(나)는 주로 두 대륙판이 서로 멀어지는 발산형 경계에서 발달한다. 한편, 해구(다)와 습곡 산맥(라), 호상 열도(바)

는 두 판이 수렴하는 경계에서 만들어지고, 변환 단층(㉠)은 두 판이 서로 어긋나는 보존형 경계에서 만들어진다.

09 ⑤ 발산형 경계의 중심부에는 두 판이 멀어지면서 폭이 좁고 깊은 V자 모양의 계곡이 만들어지는데 이를 열곡이라고 한다. 열곡이 길게 띠 모양으로 이어져 나타나면 열곡대라고 한다.

바로알기 ① 발산형 경계에서는 새로운 해양 지각이 생성되며, 오래된 해양 지각이 소멸하는 곳은 수렴형 경계이다.

②, ③ 발산형 경계는 맨틀 대류의 상승부에서 형성되며, 두 판이 서로 멀어지는 경계이다.

④ 발산형 경계에서는 천발 지진이 활발하고, 새로운 해양 지각이 만들어지므로 화산 활동도 활발하다.

10 (가)는 대륙판이 갈라지면서 좁고 깊은 협곡이 형성된 동아프리카 열곡대의 모습이고, (나)는 대륙판의 발산이 일어나는 모습을 나타낸 것이다.

④ 열곡대에서는 화산 활동이 활발하며, 천발 지진이 자주 발생한다.

바로알기 ①, ② 습곡 산맥은 판의 수렴형 경계에서 발달하고, 열곡대는 판의 발산형 경계에서 발달한다.

③, ⑤ 이 지역에서는 대륙판이 서로 멀어지고 있다.

11 나. 판의 평균 밀도는 섭입하는 판 A가 섭입하지 않는 판 B보다 크다.

바로알기 가. ㉠에는 해양판이 섭입하면서 만들어진 해구가 발달한다.

다. 섭입하지 않는 판 B에서는 판의 경계와 나란하게 부채꼴 모양의 호상 열도가 형성된다.

12 **꼼꼼 문제 분석**

- A. 히말라야산맥
 ⇒ 대륙판과 대륙판의 충돌
 ⇒ 지진 활발, 화산 활동 거의 없음
- B. 쿠릴 해구
 ⇒ 해양판과 해양판의 수렴
 ⇒ 지진과 화산 활동 모두 활발



- D. 변환 단층
 ⇒ 해양판과 해양판이 어긋남
 ⇒ 지진 활발, 화산 활동 거의 없음
- C. 동태평양 해령
 ⇒ 해양판과 해양판의 발산
 ⇒ 지진과 화산 활동 모두 활발

ㄱ. A에서는 두 대륙판이 서로 충돌하면서 습곡 산맥이 형성된다.
 ㄴ. 해양 지각의 나이는 오래된 해양 지각이 섭입하는 B가 새로운 해양 지각이 생성되는 C보다 많다.

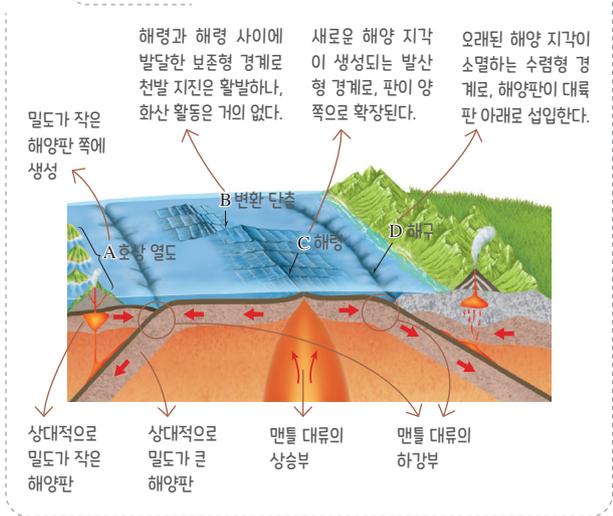
바로알기 ㄷ. B와 C에서는 화산 활동이 활발하지만, 보존형 경계인 D에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

13 ㄷ. 이 해역에는 발산형 경계와 보존형 경계가 존재하므로, 발생하는 지진은 모두 천발 지진이다.

바로알기 ㄱ. 구간 B는 두 판이 서로 어긋나고 있는 판의 보존형 경계에 해당하지만, 구간 A와 C는 판 내부에 존재하는 균열이므로 판의 경계에 해당하지 않는다.

ㄴ. B는 보존형 경계이므로 해양 지각이 생성되거나 소멸하지 않는다.

14 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. A는 해구와 나란하게 발달해 있는 호상 열도이다. 호상 열도는 섭입하지 않는 해양판에 형성된다.

ㄷ. 해령(C)에서 생성된 해양 지각은 판이 확장됨에 따라 해구(D) 쪽으로 이동한다. 따라서 C에서 D로 갈수록 해양 지각의 나이가 점점 많아진다.

ㄴ. 발산형 경계는 맨틀 대류의 상승부에 위치하므로 A~D 중 C가 맨틀 대류의 상승부에 위치한다.

바로알기 ㄴ. B는 해령과 해령 사이에 발달한 보존형 경계이므로 화산 활동이 거의 일어나지 않는다. 화산 활동은 C에서 활발하다.

15 ④ 화산 쇄설물은 입자의 크기에 따라 구분하는데, 입자의 크기는 화산진 < 화산재 < 화산력 < 화산암괴 순이다.

⑤ 다량의 용암이 분출되면 도로를 파괴하거나, 주택 화재 등으로 피해가 발생한다.

바로알기 ③ 화산 가스에 가장 많이 포함된 기체는 수증기이며, 이산화 탄소는 두 번째로 많은 성분이다.

16 ㄴ. 지진이 자주 발생하는 지역을 지진대라고 하며, 지진대는 판의 경계와 거의 일치한다.

바로알기 ㄱ, ㄷ. 지진은 암석에 축적된 에너지에 의해 암석이 변형되다가 한계를 넘어서는 순간 파괴되면서 짧은 시간 동안 에너지가 한꺼번에 분출되는 현상이다. 이때 암석에 쌓인 에너지원은 지구 내부 에너지이다. 지진은 아주 짧은 시간에 급격하게 지권의 변화를 일으킬 수 있다.

17 ㄴ. 용암류(나)는 화산 분출이 일어나는 지역 부근에 직접적인 피해를 주므로 우리나라에 피해를 줄 가능성이 작다. 하지만 지진 해일(가)은 매우 먼 거리까지 피해를 줄 수 있으므로 우리나라에 피해를 줄 가능성이 용암류(나)보다 크다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 생태 환경에 직접적인 피해를 줄 수 있으며, 해당 지역에 경제적 피해뿐만 아니라 기근, 실업, 질병 등의 사회적 피해도 일으킬 수 있다.

바로알기 ㄱ. 지구의 위도별 에너지 불균형의 원인은 위도에 따른 태양 에너지 차이 때문이다. 지진 해일(가)에 의해 방출되는 에너지는 지구 내부 에너지이며, 이 현상은 위도별 에너지 불균형과는 관련이 없다.

18 ㄱ. 화산 가스에 포함된 이산화 황, 질소 산화물 등은 산성비를 내리게 하는 원인 물질이다.

ㄷ. 많은 양의 용암이 분출되면 새로운 지각이 형성되는 등 지권 변화의 원인이 된다.

ㄴ. 해저 화산 활동을 통해 분출된 물질은 해수에 염류를 제공해주는 역할을 한다.

바로알기 ㄴ. 화산재는 햇빛을 차단시키는 역할을 하므로 식물의 광합성을 억제하는 역할을 한다.

19 (가) 탐보라 화산 폭발은 인류 역사상 가장 강력한 화산 폭발로 알려져 있다. 1815년에 일어난 폭발로 많은 양의 화산재가 성층권까지 이동하여 햇빛을 차단시켜 지구 전체의 평균 기온을 하강시켰다.

(나) 하와이에 위치한 킬라우에아 화산은 많은 양의 용암 분출로 유명하다. 분출된 다량의 용암은 산사면을 따라 천천히 이동하면서 주택, 도로, 농경지 등에 큰 피해를 일으켰다.

20 **바로알기** ㄷ. 지진은 화산 활동에 비해 전조 현상이 적기 때문에 지진의 발생을 미리 예측하는 것이 매우 어렵다. 따라서 지진 발생 전에 사람들을 대피시키는 것은 현실적인 방법이 될 수 없다.

21 지구의 겉부분을 이루는 암석권은 여러 조각으로 나누어져 있고 이를 판이라고 한다. 각각의 판은 서로 다른 방향과 속력으로 이동하기 때문에 판의 경계에서 서로 멀어지고, 어긋나고, 가까워지면서 지각 변동이 일어난다.

모범 답안 지각 변동은 대부분 판의 경계에서 일어나므로 화산 활동이나 지진 등이 일어나는 변동대는 판의 경계를 따라 좁은 띠 모양으로 분포한다.

채점 기준	배점
변동대와 판의 경계의 관계를 옳게 서술한 경우	100%
변동대와 판의 경계와의 관계를 언급하지 않은 경우	0%

22 판의 경계에서 나타나는 두 판의 상대적 이동 방향을 기준으로 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계로 나눈다. (가)는 수렴형(충돌형) 경계이고, (나)는 발산형 경계이다. (다)는 보존형 경계이다.

모범 답안 (가)에서는 대륙판이 서로 수렴하므로 습곡 산맥이 발달한다. (나)에서는 해양판이 서로 멀어지므로 해령(또는 열곡)이 발달한다. (다)에서는 두 판이 서로 어긋나므로 변환 단층이 발달한다.

채점 기준	배점
(가), (나), (다)를 모두 옳게 서술한 경우	100%
(가), (나), (다) 중 두 개만 옳게 서술한 경우	60%
(가), (나), (다) 중 한 개만 옳게 서술한 경우	30%

23 (1) 우리나라는 편서풍대에 속하여 대기 대순환에 의한 바람이 서쪽에서 동쪽 방향으로 분다. 따라서 백두산 화산 폭발로 분출한 화산재는 주로 동쪽으로 이동하여 쌓인다.

(2) 많은 양의 화산재가 대기 상층으로 분출되면 햇빛을 차단시켜 기온 하강, 광합성 억제 등을 일으킨다.

모범 답안 (1) 화산재
(2) 기관: 많은 양의 화산재가 대기 상공으로 분출하여 지구의 평균 기온을 하강시켰을 것이다. 생물권: 화산재가 지표로 들어오는 햇빛을 감소시켜 식물의 광합성이 어려워졌을 것이다.

채점 기준	배점
(1), (2)를 모두 옳게 서술한 경우	100%
(2)만 옳게 서술한 경우	60%
(1)만 옳게 서술한 경우	40%

실력UP문제

151쪽

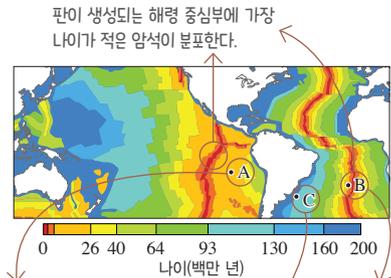
- 01 ④ 02 ③ 03 ② 04 ①

01 A는 두 대륙판이 충돌하면서 형성된 습곡 산맥(히말라야 산맥)이고, B는 해양판이 수렴하면서 만들어진 해구이다. C는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 과정에서 형성된 습곡 산맥(안데스산맥)이다.

세 지역 모두 지각 변동이 활발한 변동대에 해당하며, 판의 경계에 위치한다. 또한 세 지역은 모두 수렴형 경계에 위치하므로 맨틀 대류의 하강이 나타난다.

바로알기 ㉔. A에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않지만, B와 C에서는 화산 활동이 활발하다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



해령에서 먼 곳에도 나이가 적은 암석이 분포 → 판의 이동 속도가 빠르다.

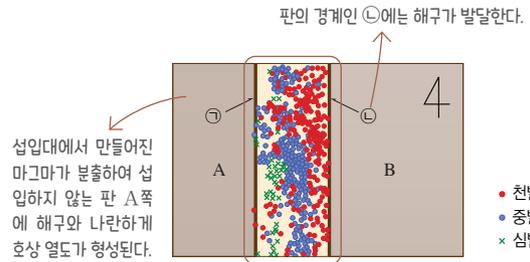
해령에서 먼 곳에는 나이가 많은 암석이 분포 → 판의 이동 속도가 느리다.

㉔. 해양 지각 중 나이가 2억 년 이상인 것은 거의 존재하지 않는다. 그 까닭은 2억 년 이상인 해양 지각은 대부분 해구 아래로 섭입하여 소멸했기 때문이다.

㉕. 판의 평균 이동 속도가 빠를수록 해령 중심에서 먼 곳에 나이가 적은 지각이 분포한다. 따라서 A가 속한 판이 B가 속한 판보다 이동 속도가 빠르다.

바로알기 ㉔. 대서양 가장자리에 위치한 C에는 판의 경계가 존재하지 않으므로 맨틀 대류의 하강이 일어나지 않는다.

03 **꼼꼼 문제 분석**



판 B에서 판 A로 갈수록 진원의 깊이가 깊어진다.
⇒ 판 B가 판 A 아래로 섭입하며, 섭입하는 판의 경계는 ④이다.

해양판이 다른 판 아래로 섭입하면, 섭입대를 따라 지진이 발생하는 깊이가 점점 깊어지기 때문에 천발 지진 → 중발 지진 → 심발 지진이 발생한다. 자료에서 ㉠에서 ㉡으로 갈수록 진원의 깊이가 대체로 깊어지므로 B가 A 아래로 섭입하고 있다.

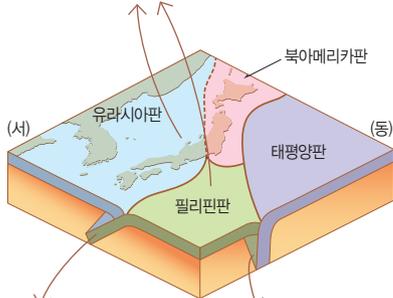
㉢. 섭입하는 판이 섭입하지 않는 판보다 평균 밀도가 크다. 따라서 판의 평균 밀도는 A보다 B가 크다.

바로알기 ㉣. 판의 경계는 천발 지진만 발생하는 ㉠이다.

㉤. 화산 활동은 섭입하지 않는 판에서 일어나므로 A에서 활발하다.

04 — 꼼꼼 문제 분석

호상 열도는 섭입하지 않는 판에서 형성되므로 필리핀판과 유라시아판의 경계에서는 유라시아판에, 필리핀판과 태평양판의 경계에서는 필리핀판에 형성된다.



판이 섭입하는 모습으로 보아 판의 밀도는 필리핀판 > 유라시아판이다. 판이 섭입하는 모습으로 보아 판의 밀도는 태평양판 > 필리핀판이다.

㉣. 섭입하는 판이 섭입하지 않는 판보다 평균 밀도가 크므로, 판의 평균 밀도는 태평양판이 필리핀판보다 크고, 필리핀판은 유라시아판보다 크다.

바로알기 ㉤. 호상 열도는 섭입하지 않는 판에서 형성되므로 태평양판과 필리핀판의 경계에서는 필리핀판에 호상 열도가 형성된다.

㉤. 우리나라는 판의 경계에서 벗어나 있다. 따라서 우리나라는 판의 섭입대 위쪽에 위치하지 않기 때문에 심발 지진이 발생하지 않는다. 우리나라에서 발생하는 지진은 주로 단층에 의한 천발 지진이다.

중단원 핵심정리

152쪽

- ① 맨틀 ② 기온 ③ 대류권 ④ 수권 ⑤ 수온 약층
- ⑥ 태양 ⑦ 평형 ⑧ 이산화 탄소 ⑨ 판의 경계 ⑩ 판
- ⑪ 연약권 ⑫ 맨틀 ⑬ 발산형 ⑭ 천발 지진 ⑮ 습곡 산맥
- ⑯ 화산재

중단원 마무리 문제

153쪽~156쪽

- 01 ② 02 ④ 03 ⑤ 04 A: 조력 에너지, B: 지구 내부 에너지, C: 태양 에너지 05 ① 06 ⑤
- 07 ㉣, ㉤, ㉥ 08 ④ 09 ③ 10 ②
- 11 해설 참고 12 ④ 13 ③ 14 해설 참고
- 15 ⑤ 16 ㉠ 상승, ㉡ 변환 단층, ㉢ 섭입형 17 ③
- 18 ④ 19 ② 20 ① 21 ㉠ 용암, ㉡ 화산재 22 ④
- 23 ㉣, ㉤, ㉥

01 ㉢. B는 생물권으로, 지구시스템의 구성 요소 중 가장 늦게 형성되었다.

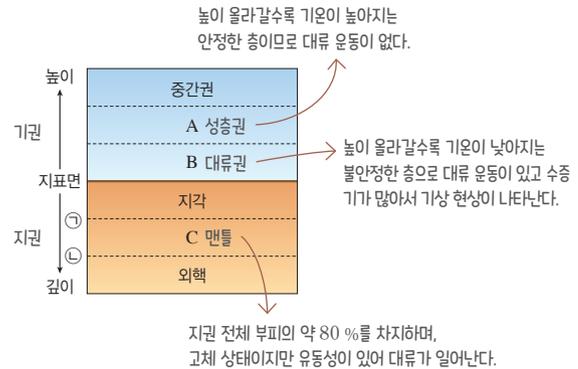
㉣. E는 외권이다. 태양 복사 에너지는 외권으로부터 지표로 유입되며, 지표 환경에 공급되는 에너지 중 대부분을 차지한다.

바로알기 ㉣. A는 지권이다. 지구 내부에는 액체 상태의 외핵도 존재한다.

㉤. C는 기권이다. 기권을 구성하는 주요 성분은 질소와 산소이다.

㉤. D는 수권이다. 수권은 대부분 해수로 이루어져 있으나, 일부는 고체 상태인 빙하로 존재하기도 한다.

02 — 꼼꼼 문제 분석

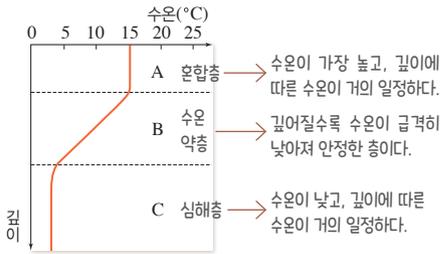


㉢. B는 대류권, C는 맨틀이다. B에서는 대류가 활발하고 기상 현상이 나타난다. C는 맨틀 대류가 일어나 판을 이동시키는 역할을 한다.

㉤. 지각과 맨틀은 모두 규산염 물질로 이루어져 있고, 외핵과 내핵은 철로 이루어져 있다. 따라서 지각과 맨틀의 경계인 ㉠보다 맨틀과 외핵의 경계인 ㉡에서 구성 물질의 성분 변화가 훨씬 크다.

바로알기 ㉣. A는 높이가 높아질수록 기온이 상승하는 성층권이다.

03 **꼼꼼 문제 분석**



⑤ 수심이 깊어질수록 태양 에너지가 도달하는 양이 적어진다. 심해층(C)은 태양 에너지가 거의 도달하지 못하여 수온이 매우 낮고 거의 일정하다.

- [바로알기]** ① A는 태양 복사 에너지를 흡수하여 수온이 높고, 바람의 혼합 작용으로 깊이에 따른 수온이 거의 일정한 혼합층이다.
 ② 수온 약층(B)은 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아져 안정한 층이다. 바람에 의해 해수의 혼합 작용이 일어나는 층은 혼합층(A)이다.
 ③ 수온 약층(B)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지므로 안정하여 해수의 연직 운동이 일어나기 어렵다.
 ④ 수온 약층(B)은 해수의 연직 운동이 일어나기 어려우므로 혼합층(A)과 심해층(C) 사이에서 물질 교환과 에너지 이동을 차단한다.

04 A는 밀물과 썰물 현상을 일으키는 조력 에너지이다. B는 지각 변동의 근원 에너지인 지구 내부 에너지이고, C는 기상 현상과 대기 및 해수 순환의 주요 에너지원인 태양 에너지이다.

05 ㄱ. 지구시스템은 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권으로 이루어져 있으므로, ㉠은 지권이다.

[바로알기] ㄴ. 지구시스템의 구성 요소 중 물질 교환이 가장 적은 영역은 외권이다. 따라서 A~D 중 물질 교환이 가장 적게 일어나는 상호작용은 A이다.

ㄷ. 오로라 발생은 외권과 기권의 상호작용에 해당하므로 A이다.

06 ㄱ. 태풍은 열대 해역에서 발생하여 대체로 북쪽으로 이동하여 우리나라에 영향을 미치기도 한다. 따라서 A는 태풍이며, 태풍은 기권과 수권의 상호작용으로 발생한다.

ㄴ, ㄷ. B는 봄철에 특히 많이 발생하는 황사이다. 황사는 건조한 토양에서 발생한 모래 먼지가 서풍 계열의 바람을 타고 동쪽으로 이동하여 우리나라에 영향을 미치는 현상이므로 기권과 지권의 상호작용으로 발생한다.

07 ㄱ. 지구시스템에서 상호작용이 일어날 때, 물질과 에너지의 이동이 함께 나타난다.

ㄴ. 대기와 해양의 순환 과정에서 물의 순환과 에너지 이동이 함께 일어나며, 이 과정에서 저위도의 과잉 에너지를 고위도로 이동시켜 지구의 에너지 평형에 기여한다.

ㄷ. 화산 활동이 일어날 때 다양한 화산 가스, 화산 쇄설물, 용암 등의 화산 분출물이 배출되며, 이 과정에서 지구 내부 에너지도 함께 방출된다.

08 ㄱ. 육지에서 강수량은 96이고, 증발량은 A, 바다로 흘러가는 양은 36이다. 따라서 $96 = A + 36$ 이며, A는 60이다.

ㄴ. B는 바다에서 해수가 증발하여 대기로 이동하는 과정이다. 이 과정에서 해수는 태양 에너지를 흡수하여 수증기가 되며, 태양 에너지는 숨은열(잠열)로 저장된다.

[바로알기] ㄷ. 바다에서는 물의 유출량과 유입량이 같은 물수지 평형 상태를 유지한다.

09 ③ (가) 나무가 광합성을 하면서 성장할 때, 기권의 이산화탄소가 나무에 유기물 형태로 전환된다. 따라서 탄소는 기권에서 생물권으로 이동한다. (나) 나무가 땅에 묻힌 후 열과 압력을 받아 화석 연료가 되는 과정에서는 생물권의 유기물이 지권의 화석 연료로 저장된다. (다) 산업 활동에서 화석 연료를 사용하면 기권으로 이산화 탄소를 방출한다.

10 ㄷ. 석회암은 수권에 녹아 있던 탄산 이온이 해저에 침전되어 형성되거나, 석회질 생명체의 껍데기가 해저에 퇴적되어 생성된다. A 과정은 수권에서 지권으로 탄소가 이동하는 예이므로 석회암의 생성은 A에 해당한다.

[바로알기] ㄱ, ㄴ. 지구의 탄소는 대부분 지권에 석회암과 화석 연료 형태로 존재한다. 화산 활동은 탄소가 지권에서 기권으로 이동하는 과정이므로 (가)는 지권, (나)는 기권이다. 따라서 지구의 탄소는 대부분 지권(가)에 분포한다.

11 인간 활동에 의한 화석 연료 사용량 증가로 지권, 기권, 수권의 탄소량 변화가 나타나며 이로 인해 지구 환경의 변화가 나타나고 있다. 특히 기권의 탄소량 증가로 인한 지구 온난화 현상, 수권의 탄소량 증가로 인한 해양 산성화 현상은 지구 환경 변화의 대표적인 현상이다.

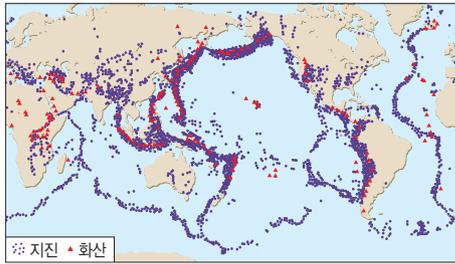
[모범 답안] 지권의 탄소가 기권으로 이동하므로 지권의 탄소량은 감소하고 기권의 탄소량은 증가한다. 또한 증가한 기권의 탄소 중 일부가 수권에 녹아들어 수권의 탄소량도 증가한다.

채점 기준	배점
지권, 기권, 수권을 모두 옳게 서술한 경우	100%
지권, 기권, 수권 중 두 곳만 옳게 서술한 경우	60%
지권의 탄소량 감소만 옳게 서술한 경우	30%

12 — **꼼꼼 문제 분석**

화산대와 지진대는
비교적 잘 일치

화산대와 지진대는 띠 모양으로
분포 ⇒ 판의 경계에서 발생



환태평양 화산대(지진대): 전 세계 화산의 80% 이상이 이 지역에 분포하여, 불의 고리라고도 한다.

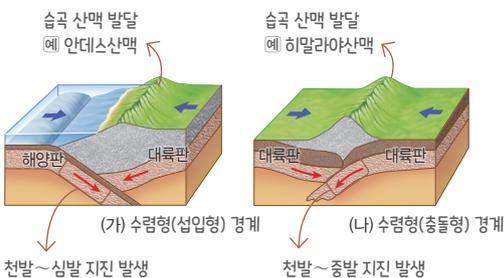
- ①, ③ 화산 활동과 지진이 활발한 지역은 대체로 띠 모양으로 분포하는데, 이들 지역은 변동대에 해당한다.
- ② 화산 활동이 일어나는 지역에서는 지진도 활발하다. 하지만 지진이 활발한 지역에서 모두 화산 활동이 활발한 것은 아니다.
- ⑤ 화산 활동은 태평양 가장자리(환태평양 화산대·지진대)에서 가장 활발하다.

바로알기 ④ 지진은 대륙의 가장자리에서 많이 발생한다. 이는 대륙의 중앙부에는 판의 경계가 상대적으로 매우 적기 때문이다.

13 **ㄷ.** D는 연약권이다. 연약권은 부분 용융 상태이므로 맨틀 대류가 일어난다.

- 바로알기** ㄱ. A는 대륙 지각, B는 해양 지각이다. 지각의 평균 밀도는 해양 지각(B)이 대륙 지각(A)보다 크다
- ㄴ. C는 지각과 맨틀 최상부층으로 이루어진 암석권이다.

14 — **꼼꼼 문제 분석**



(가)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이고, (나)는 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이다. (나)에서는 판의 섭입이 일어나지 않기 때문에 마그마가 생성되기 어려워 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

모범 답안 공통점: 지진이 활발하다. 차이점: (가)에서는 화산 활동이 활발하지만, (나)에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

채점 기준	배점
공통점과 차이점을 모두 옳게 서술한 경우	100%
공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50%

15 **ㄱ.** A는 판의 생성이나 소멸이 없어야 하므로 보존형 경계이다.

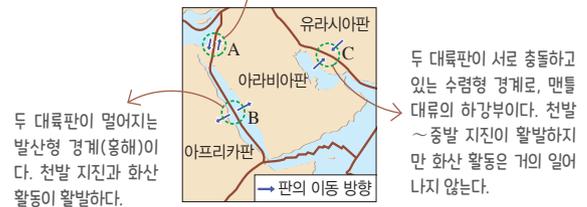
ㄴ. 판의 수렴형 경계와 발산형 경계 중 천발 지진과 심발 지진이 모두 발생할 수 있는 곳은 수렴형 경계이다. 따라서 B는 발산형 경계이며, 이곳에서 발달하는 지형은 해령 또는 열곡대이다.

ㄷ. C는 심발 지진이 발생하는 수렴형 경계이므로 화산 활동이 활발하다.

16 발산형 경계에서는 맨틀 대류의 상승(㉠)이 일어나며, 보존형 경계에서 발달하는 대표적인 지형은 변환 단층(㉡)이다. 한편, 판의 섭입(㉢)이 일어나는 경계에서는 해구와 호상 열도가 발달한다.

17 — **꼼꼼 문제 분석**

두 대륙판이 서로 어긋나는 보존형 경계(변환 단층)로, 천발 지진이 활발하지만 화산 활동은 거의 없다.



두 대륙판이 멀어지는 발산형 경계(홍해)이다. 천발 지진과 화산 활동이 활발하다.

두 대륙판이 서로 충돌하고 있는 수렴형 경계로, 맨틀 대류의 하강부이다. 천발~중발 지진이 활발하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

ㄷ. C에서는 두 대륙판이 충돌하고 있으므로 C의 하부에서는 맨틀 대류의 하강이 나타난다.

바로알기 ㄱ. A는 두 판이 서로 어긋나고 있는 보존형 경계이다. 따라서 이곳에서는 천발 지진이 자주 일어나며, 화산 활동은 거의 없다.

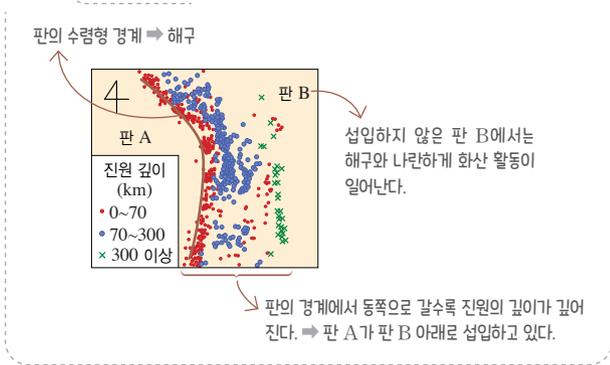
ㄴ. B는 두 대륙판이 멀어지는 발산형 경계(홍해)이다. 호상 열도는 수렴형 경계 부근에서 생성된다.

18 **ㄱ.** A는 호상 열도이다. A에서는 화산 활동과 함께 지진이 매우 활발하다.

ㄷ. C는 새로운 해양 지각이 생성되는 해령이다. 이곳은 발산형 경계로 맨틀 대류의 상승부이다. D는 오래된 해양 지각이 소멸하는 해구이다. 이곳은 수렴형 경계로 맨틀 대류의 하강부이다.

바로알기 ㄴ. C는 해양 지각이 생성되는 곳이므로 해양 지각의 평균 나이가 가장 적다.

19 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 이 지역에서는 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 대체로 깊어진다. 따라서 A가 B 아래로 섭입하고 있다. 화산 활동은 주로 섭입하지 않는 판에서 일어나므로 B에서 일어난다.
바로알기 ㄱ. A는 섭입하는 판이므로 밀도가 더 큰 해양판이다. 대륙판은 상대적으로 밀도가 작아 지구 내부로 섭입할 수 없다.
 ㄷ. 이 지역에는 판의 수렴형 경계가 발달한다.

20 ㄱ. A에서는 해양판이 대륙판 아래로 소멸한다.

바로알기 ㄴ. 맨틀 대류의 하강부인 A에서는 수심이 매우 깊어 해저 골짜기인 해구가 발달하고, 맨틀 대류의 상승부인 B에서는 주변보다 수심이 얇은 해저 산맥인 해령이 발달한다. 따라서 수심은 A보다 B에서 얕다.
 ㄷ. B(해령)에서 생성된 해양 지각이 이동하다가 A(해구)에서 소멸하므로 B에서 A로 갈수록 해양 지각의 나이는 증가한다.

21 화산 분출물 중 이동 속도가 상대적으로 느리고, 주택 화재 등의 피해를 일으키는 것은 용암(㉠)이다. 화산 분출물 중 햇빛을 차단시켜 지구의 평균 기온을 낮추는 역할을 하는 것은 화산재(㉡)이다.

22 ㄴ. 지진이 일어날 때 에너지는 지진파의 형태로 사방으로 방출된다. 이때 지진파의 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

ㄷ. 지진파가 사방으로 퍼져가는 과정에서 지각의 융기 또는 침강, 산사태 등 여러 가지 지권의 변화가 나타날 수 있다.

바로알기 ㄱ. B는 지진이 발생한 진원, A는 진원의 연직 위쪽에 위치한 지표 상의 지점인 진앙이다.

23 ㄱ. 화산재에는 여러 가지 무기물이 포함되어 있어, 화산재가 쌓인 지역에서는 오랜 시간이 지난 후 비옥한 토양이 만들어질 수 있다.
 ㄴ. 화산 지대에서는 지하의 열에 의해 가열된 물이 풍부하므로 온천이나 지역 난방 등에 이용할 수 있다.

ㄷ. 지진파가 전파될 때, 지구 내부를 통과해 진행하므로 이를 이용하여 지구 내부의 성층 구조를 알아낼 수 있다.

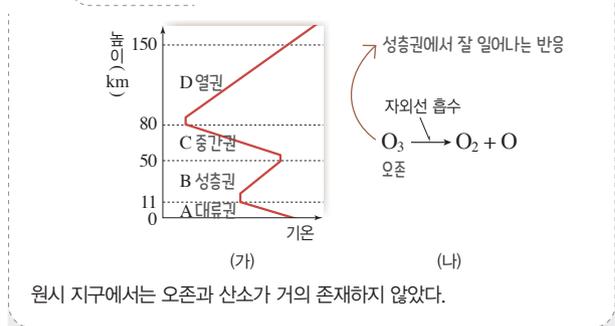
바로알기 ㄴ. 지진에 의한 에너지는 매우 짧은 시간에 급격한 진동 형태로 방출되기 때문에 이를 전력 생산에 활용하기는 어렵다.

중단원 고난도 문제

157쪽

01 ② 02 ③ 03 ② 04 ④

01 **꼼꼼 문제 분석**



선택지 분석

- 태풍의 구름은 B와 C의 경계 부근까지 발달한다. A와 B
- (나)의 반응이 가장 활발한 층은 B이다.
- (나)의 반응은 현재 지구보다 원시 지구에서 활발하였다.
원시 지구보다 현재 지구에서

전략적 풀이 ① 기권의 층상 구조에서 기상 현상이 일어나는 영역을 판단한다.

ㄱ. 기상 현상은 대륙권(A)에서 나타난다. 따라서 태풍에서 발달한 구름의 최상부는 A와 B의 경계 부근까지 발달한다.

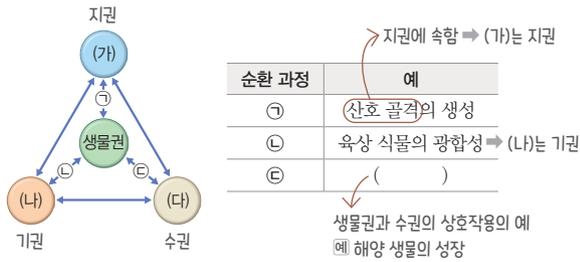
② 기권의 오존층에서 자외선이 흡수된다는 점을 기억한다.

ㄴ. (나)의 반응은 오존이 태양 자외선을 흡수하면서 산소 분자와 산소 원자로 분해되는 반응이다. 이 반응은 성층권(B)에서 가장 활발하다.

③ 오존층이 존재하려면 대기 중에 산소가 충분히 있어야 한다는 점을 기억한다.

ㄷ. (나)의 반응은 오존이 분해되는 반응이다. 원시 지구에서는 산소와 오존이 거의 존재하지 않았기 때문에 (나)의 반응이 거의 없었다.

02 — **꼼꼼 문제 분석**



선택지 분석

- ㉠ (가)는 지권이다.
- ㉡ (나)에서 탄소는 주로 기체 상태로 존재한다.
- ~~㉢ '석회 동굴의 생성'은 ㉢의 예로 적절하다. 적절하지 않다.~~

전략적 풀이 ① 산호 골격의 성분과 형성 과정을 파악한다.

- ㉠. 산호는 생물권에 속하지만, 산호 골격은 주성분이 탄산 칼슘이며 단단한 산호초를 형성하기도 한다. 따라서 산호 골격은 지권에 해당하며 (가)는 지권이다.
- ② 광합성에 의해 물질의 이동이 나타나는 두 권역을 파악한다.
 - ㉡. 광합성에 의해 탄소는 기권에서 생물권으로 이동하므로 (나)는 기권이며, (나)에서 탄소는 주로 기체 상태로 존재한다.
- ③ 석회 동굴은 지권과 수권의 상호작용으로 생성된다는 점을 기억한다.
 - ㉢. 석회암이 지하수에 녹아 석회 동굴이 생성되므로, 탄소는 지권에서 수권으로 이동한다. 따라서 '석회 동굴의 생성'은 ㉢의 예로 적절하지 않다.

03 — **꼼꼼 문제 분석**

예 히말라야산맥, 예 동아프리카 열곡대, 예 산아드레아스 단층
안데스산맥



(가) 습곡 산맥: 대륙판에서 형성
(나) 열곡대: 두 대륙판이 발산할 때 형성
(다) 변환 단층: 보존형 경계에서 형성 → 천발 지진

선택지 분석

- ~~㉠ (가)는 해양판과 해양판이 수렴할 때 잘 형성된다.~~
대륙판과 대륙판(또는 대륙판과 해양판)
- ~~㉡ (나)는 환태평양 지진대에서 잘 발달한다.~~ 동아프리카 열곡대
- ㉢ (다)에서는 판의 경계를 따라 천발 지진이 발생한다.

전략적 풀이 ① 습곡 산맥이 형성될 수 있는 판의 종류를 파악한다.

- ㉠. 습곡 산맥(가)은 해양판과 대륙판이 수렴하거나, 대륙판과 대

륙판이 수렴할 때 잘 만들어진다. 해양판과 해양판이 수렴할 경우에는 해구가 발달하며 습곡 산맥은 형성되지 않는다.

② 열곡대가 발달하는 판 경계의 종류를 파악하고, 환태평양 지진대에 주로 발달하는 판 경계의 종류를 기억한다.

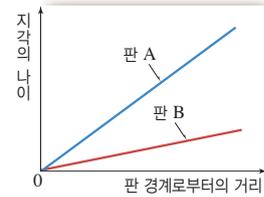
㉡. 열곡대(나)는 대륙판이 갈라지면서 서로 멀어질 때 형성된다. 환태평양 지진대에서는 주로 해양판이 섭입하는 해구가 잘 나타난다.

③ 보존형 경계에서 주로 발생하는 지각 변동의 종류를 기억한다.

㉢. 변환 단층은 보존형 경계에서 형성되며, 주로 천발 지진이 발생한다.

04 — **꼼꼼 문제 분석**

같은 거리만큼 이동하는 데 걸리는 시간은 A > B
판의 이동 속력은 기울기에 반비례
→ B가 A보다 빠르다



판 경계에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 증가한다.
→ 해령에서 지각이 생성된다.

선택지 분석

- ㉠ A와 B는 모두 해양판이다.
- ~~㉡ 판의 이동 속력은 A가 B보다 빠르다.~~ 느리다
- ㉢ A와 B는 모두 판 경계에서 V자 모양의 계곡이 나타난다.

전략적 풀이 ① 판의 경계로부터의 거리와 나이 관계로부터 판의 종류를 파악한다.

㉠. 해령에서는 새로운 해양 지각이 생성되고, 기존에 있던 해양 지각은 해령으로부터 멀어진다. 따라서 해령판에서는 해양 지각의 나이가 해령에서 멀어짐에 따라 점점 많아진다. 자료에서 A와 B에서 모두 해양 지각의 나이가 판의 경계에서 멀어질수록 점점 증가하고 있으므로 두 판은 모두 해양판이다.

② 그래프의 기울기와 판의 이동 속력과 관계를 파악한다.

㉡. 판의 이동 속력이 빠를수록 해령에서 먼 곳에 연령이 적은 암석이 분포한다. 즉, 판의 이동 속력이 빠를수록 해령으로부터 같은 거리만큼 멀어지는 데 시간이 조금 걸린다. 자료에서 해령에서 같은 거리에 위치한 지각의 나이를 비교하면 A가 B보다 많으므로 판의 이동 속력은 A가 B보다 느리다.

③ 판 경계의 종류와 주로 발달하는 지형을 기억한다.

㉢. A와 B는 모두 판 경계에서 해양 지각의 나이가 0이므로 이곳에 V자 모양의 계곡인 열곡이 나타난다.

2 역학 시스템

01 / 중력을 받는 물체의 운동

완자샘 비법 특강

162쪽

- Q1** 이동 거리: 14 m, 변위의 크기: 2 m
Q2 평균 속도: 7 m/s, 평균 속도의 크기: 3 m/s
Q3 20 cm/s²

Q1 물체가 동쪽으로 8 m를 이동한 후 서쪽으로 6 m를 되돌아왔으므로 물체의 이동 거리는 8 m + 6 m = 14 m이고, 변위의 크기는 8 m - 6 m = 2 m이다.

Q2 물체가 동쪽으로 200 m를 이동한 후 서쪽으로 80 m를 되돌아왔으므로 물체의 이동 거리는 200 m + 80 m = 280 m이고, 변위의 크기는 200 m - 80 m = 120 m이다. 이때 물체가 이동하는 데 걸린 시간이 40초이므로 평균 속도 = $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{280 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 7 \text{ m/s}$ 이고, 평균 속도의 크기 = $\frac{\text{변위의 크기}}{\text{걸린 시간}} = \frac{120 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}$ 이다.

Q3 가속도 = $\frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}} = \frac{20 \text{ cm/s}}{1 \text{ s}} = 20 \text{ cm/s}^2$ 이다.

완자샘 비법 특강

163쪽

- Q1** 기울기 **Q2** ㉠ 증가, ㉡ 기울기
Q3 ㄱ, ㄴ **Q4** ㄴ, ㄷ, ㄹ

Q1 위치-시간 그래프에서 기울기는 $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$ 이므로 속도를 나타낸다. 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로는 물체에 힘이 작용하지 않아 등속 직선 운동을 한다. 즉, 속도가 일정한 운동을 하므로 위치-시간 그래프에서 기울기가 일정하다.

Q2 속도-시간 그래프에서 기울기는 $\frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}}$ 이므로 가속도를 나타낸다. 수평 방향으로 던진 물체의 연직 방향과 자유 낙하 하는 물체는 중력만을 받아 가속도가 일정한 운동을 한다. 가속도가 일정하면 속도 변화량이 일정하고, 이때 가속도와 물체의 운동 방향이 같으므로 물체는 속도가 일정하게 증가(㉠)하는

운동을 한다. 즉, 속도-시간 그래프에서 기울기(㉡)가 일정하다.

Q3 등속 직선 운동은 속도가 일정한 운동이므로 위치-시간 그래프에서 기울기가 일정하거나 속도-시간 그래프에서 시간축과 나란한 직선 모양 또는 가속도가 0인 그래프이다. 따라서 등속 직선 운동 그래프는 ㄱ, ㄴ이다.

Q4 등가속도 운동은 가속도가 일정한 운동이므로 위치-시간 그래프에서 기울기가 증가하거나 속도-시간 그래프에서 기울기가 일정한 모양 또는 가속도-시간 그래프에서 시간축과 나란한 직선 모양인 그래프이다. 따라서 등가속도 운동 그래프는 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.

개념 확인 문제

165쪽

- ① 중력 ② 클수록 ③ 자유 낙하 ④ 증가 ⑤ 등속 직선
 ⑥ 등가속도 ⑦ 중심

- 1 ㄱ, ㄷ 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 ㉠ 중력, ㉡ 일정하게 증가, ㉢ 등속 직선 운동 4 (1) × (2) ○ (3) ○ 5 C 6 ㄱ, ㄷ

1 ㄱ. 중력은 질량이 클수록, 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. 따라서 물체 사이의 거리가 멀수록 중력의 크기는 작아진다.
 ㄴ. 중력은 물체가 멀리 떨어져 있어도 작용한다.
 ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 크기가 같고, 방향이 반대이다. 따라서 사과가 지구를 당기는 힘의 크기는 지구가 사과를 당기는 힘의 크기와 같다.

2 (1) 자유 낙하 운동은 물체가 중력만을 받으며 낙하하는 운동이다.
 (2) 지표면 근처에서 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 중력 가속도로 일정하다.
 (3) 같은 높이에서 동시에 자유 낙하 하는 물체는 질량에 관계없이 가속도가 같으므로 동시에 바닥에 도달한다.

3 ㉠ 자유 낙하 하는 물체와 수평 방향으로 던진 물체에 연직 방향으로 작용하는 힘은 중력이다.
 ㉡ B에 연직 방향으로 작용하는 힘은 중력이므로 연직 방향의 가속도가 일정하여 속도는 일정하게 증가한다.
 ㉢ B는 연직 방향으로만 힘을 받고, 수평 방향으로는 힘을 받지 않으므로 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 한다.

4 (1) 같은 높이에서 동시에 A는 자유 낙하 운동을 하고, B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 두 물체의 가속도가 같아 바닥에는 A, B가 동시에 도달한다.

(2) A, B의 연직 방향의 속도는 중력만을 받아 일정하게 증가한다. 즉 A, B의 연직 방향의 속도 변화량이 같으므로 같은 높이에서 동시에 운동한 A, B는 바닥에 도달하기 직전 연직 방향의 속력이 같다.

(3) A, B에 작용하는 힘은 중력으로, 방향은 연직 방향으로 같다.

5 수평 방향으로 발사한 속력이 빠를수록 물체는 같은 시간 동안 수평 방향으로 더 멀리 나아가므로 수평 방향으로 발사한 속력이 가장 빠른 물체는 C이다.

6 ㄱ. 달은 지구로부터 지구 중심 방향으로 중력을 받으므로 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다.

ㄴ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 크기가 같고, 방향이 반대이다. 따라서 지구가 달을 당기는 중력의 크기는 달이 지구를 당기는 중력의 크기와 같다.

ㄷ. 달은 지구의 중력에 의해 지구 주위를 공전하는 원운동을 한다.

나신 만점 문제

166쪽~168쪽

- 01 ① 02 ② 03 ⑤ 04 ③ 05 ③ 06 ④
 07 ② 08 ① 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ② 12 ④
 13 ② 14 ② 15 ③ 16 해설 참조 17 해설 참조

01 ㄱ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 크기가 같고, 방향이 반대이다. 즉, F_1 은 F_2 와 같다.

바로알기 ㄴ. r 가 커지면 물체 사이의 거리가 멀어지므로 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기 F_1 은 작아진다.

ㄷ. 중력은 질량이 클수록, 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. 따라서 m_1 이 작아지면 F_1 이 작아지므로 F_2 도 작아진다.

02 ㄴ. B는 중력에 의해 운동 방향으로 가속도 운동을 하므로 낙하하는 동안 속력이 증가한다.

바로알기 ㄱ. 질량을 가진 모든 물체에는 중력이 작용한다.
 ㄷ. 지표면 근처에서 운동하는 B에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

03 ① 비는 중력을 받아 아래로 내린다.

②, ④ 중력은 지구와 물체 사이에 상호작용 하는 힘으로 지구 중심 방향으로 작용한다.

③ 달이나 인공위성은 중력에 의해 지구 주위를 공전한다.

바로알기 ⑤ 지표면에서 멀리 떨어져 있어도 중력은 작용한다.

04 ①, ②, ⑤ 자유 낙하 하는 물체는 지구에 의한 중력만을 받으며 운동하므로 등가속도 운동을 한다. 즉, 가속도의 방향은 지구 중심 방향이고, 운동 방향은 연직 아래 방향으로 일정하다. 이때 중력의 방향과 운동 방향이 같으므로 속력이 증가한다.

④ 정지한 물체에도 중력은 작용한다.

바로알기 ③ 자유 낙하 하는 물체의 단위 시간당 속도 변화량은 중력 가속도로 질량과 관계없이 같다.

05 — **꼼꼼 문제 분석**

자유 낙하 운동을 하는 물체의 단위 시간당 속도 증가량(속도 변화량)은 일정하다.

시간(s)	속도(m/s)
0	0
1	9.8
2	①
3	29.4

속도 증가량 9.8 m/s
 속도 증가량 9.8 m/s
 속도 증가량 9.8 m/s
 → ① = 9.8 + 9.8 = 19.6

1초에 속도 증가량이 9.8 m/s로 일정하므로 가속도의 크기는 9.8 m/s²이다.
 → 물체의 속도는 일정하게 증가하므로 가속도가 일정한 등가속도 운동을 한다.

ㄱ, ㄷ. 자유 낙하 하는 물체는 1초에 속도 증가량이 9.8 m/s이므로 ① = 9.8 + 9.8 = 19.6이고, 가속도의 크기는 9.8 m/s²이다.

바로알기 ㄴ. 물체는 속도가 일정하게 증가하므로 가속도가 일정한 등가속도 운동을 한다.

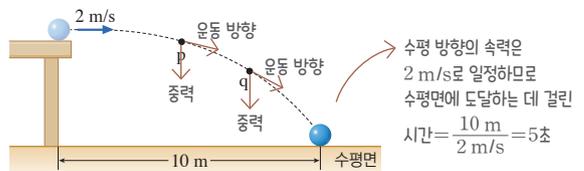
06 ㄱ. 중력 = 질량 × 중력 가속도이므로 A에 작용하는 중력의 크기는 5 kg × 9.8 m/s² = 49 N이다.

ㄴ. A, B는 자유 낙하 하므로 두 물체의 가속도가 같다. 따라서 같은 높이에서 동시에 운동하는 A, B는 수평면에 동시에 도달한다.

바로알기 ㄷ. A, B는 같은 높이에서 자유 낙하 운동을 하므로 가속도, 즉 단위 시간당 속도 변화량이 같아 수평면에 도달하는 순간 물체의 속력은 A, B가 같다.

07 — **꼼꼼 문제 분석**

- 수평 방향: 힘이 작용하지 않는다. → 등속 직선 운동을 하므로 수평 방향의 속력은 p에서와 q에서가 같다.
- 연직 방향: 지구에 의한 중력이 작용한다. → 속력이 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 하므로 연직 방향의 속력은 p에서가 q에서보다 작다.

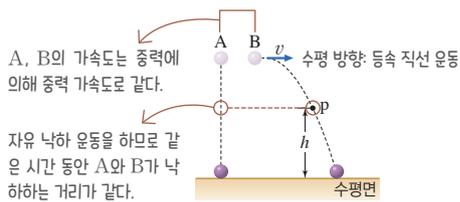


ㄷ. 물체는 수평 방향으로 2 m/s의 속력으로 운동을 하고, 수평 방향으로 이동한 거리는 10 m이므로 물체가 수평 방향으로 던진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간 = $\frac{10 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 5 \text{ 초}$ 이다.

바로알기 ㄱ. 물체는 중력에 의해 연직 방향으로 가속도 운동을 하고, 가속도의 방향은 연직 방향의 운동 방향과 같으므로 운동하는 동안 연직 방향의 속력은 증가한다. 따라서 물체의 연직 방향의 속력은 p에서 q에서보다 작다.

ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향이고, 운동 방향은 포물선 경로를 따라 운동하는 방향이므로 물체에 작용하는 중력의 방향과 운동 방향은 같지 않다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



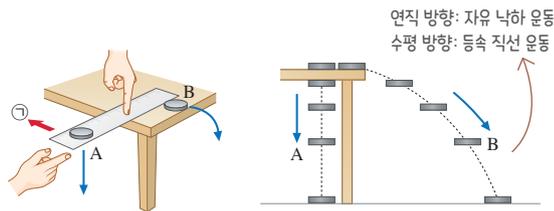
ㄱ. B의 수평 방향으로의 힘이 작용하지 않으므로 등속 직선 운동을 한다. 따라서 p에서 B의 수평 방향의 속력은 v이다.

바로알기 ㄴ. A, B에 작용하는 힘은 중력이므로 A, B의 가속도는 중력 가속도로 같다.

ㄷ. A와 B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 같은 시간 동안 낙하하는 거리가 같다. A, B가 같은 높이에서 출발하였으므로 B가 p를 지나는 순간, A의 높이는 h이다.

[09-10] **꼼꼼 문제 분석**

A는 자유 낙하 운동을 하고, B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 같은 높이에서 동시에 운동하는 A, B는 동시에 바닥에 도달한다.



09 ㄱ. A는 자유 낙하 운동을 하므로 낙하하는 동안 등가속도 운동을 하여 속력이 일정하게 증가한다.

ㄴ. A와 B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 같은 높이에서 동시에 운동하는 두 물체는 동시에 바닥에 도달한다.

ㄷ. A, B에 작용하는 중력의 방향은 연직 아래 방향으로 같다.

10 ① A는 자유 낙하 하므로 등가속도 운동을 한다.

② B는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

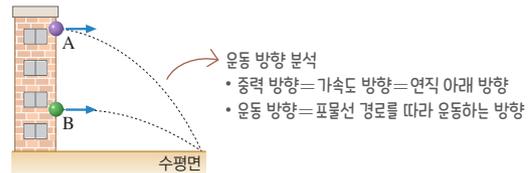
③ A, B의 가속도는 중력에 의한 것이므로 방향은 연직 아래 방향으로 같다.

④ 단위 시간당 속도 변화량은 가속도이다. A, B의 가속도가 같으므로 연직 방향의 단위 시간당 속도 변화량은 A, B가 같다.

바로알기 ⑤ 연직 방향으로 중력에 의해 자유 낙하 운동을 하므로 수평 방향의 속력과 관계없이 단위 시간당 속도 변화량이 일정하다. 따라서 B의 수평 방향의 속력이 커져도 지면에는 A와 B가 동시에 도달한다.

11 **꼼꼼 문제 분석**

수평 방향으로 던진 지점의 높이는 A가 B보다 높다. → 수평 방향으로 던진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B보다 크다.



ㄴ. A가 B보다 높은 곳에서 낙하하므로 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B보다 크다. 따라서 수평면의 같은 지점에 동시에 떨어지기 위해서는 A를 B보다 먼저 던져야 한다.

바로알기 ㄱ. 운동하는 동안 A에 작용하는 힘은 중력으로, 가속도의 방향은 연직 아래 방향이고, 운동 방향은 포물선 경로를 따라 운동하는 방향이다. 따라서 운동하는 동안 A의 가속도의 방향과 운동 방향은 같지 않다.

ㄷ. 중력의 크기는 질량에 비례한다. A, B의 질량이 같으므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 A, B가 같다.

12 ㄴ. 수평 방향으로 던진 속력이 빠를수록 멀리 나아간다. 따라서 같은 시간 동안 수평 방향으로 이동한 거리는 B가 C보다 작으므로 수평 방향의 속력은 B가 C보다 작다.

ㄷ. 물체에 작용하는 힘은 중력이므로 물체에 작용하는 힘의 방향은 연직 아래 방향으로 A와 C가 같다.

바로알기 ㄱ. A, B, C의 가속도는 중력 가속도로 같으므로 연직 방향의 가속도의 크기는 A와 B가 같다.

13 ① 물체에 작용하는 힘의 방향과 가속도의 방향이 같으므로 A, B, C의 가속도의 방향은 연직 아래 방향으로 모두 같다.

③ 중력의 크기는 질량이 클수록 크다. 따라서 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량이 가장 작은 C가 가장 작다.

④, ⑤ A, B, C 모두 연직 아래 방향으로 중력에 의한 등가속

도 운동을 하므로 가속도가 모두 같다. 따라서 단위 시간당 속도 변화량은 A, B, C가 같으므로 같은 높이에서 동시에 던져진 A, B, C는 수평면에 도달하기 직전 연직 방향의 속력이 같다.

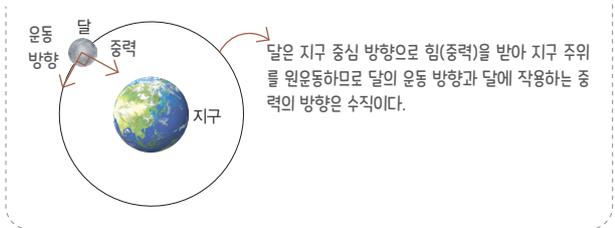
바로알기 ② 물체의 운동 방향은 포물선 경로를 따라 운동하는 방향이므로 A와 B가 같지 않다.

14 **ㄷ.** 물체를 수평 방향으로 발사하면 물체가 수평 방향으로 이동하는 동안 물체는 지구로 떨어진다. 물체를 충분히 빠른 속력으로 던지면 지구는 둥글기 때문에 지구와 물체 사이의 거리가 일정하게 유지되면서 물체는 지구 주위를 공전하게 된다. 달도 이러한 원리로 지구 주위를 공전한다. 즉, C의 운동은 달이 지구 주위를 공전하는 것과 같은 원리로 설명할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 수평 방향으로 발사한 속력이 클수록 바닥에 도달할 때까지 수평 방향으로 진행하는 거리가 커진다. 따라서 수평 방향으로 발사한 속력은 A가 B보다 작다.

ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량이 클수록, 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. B, C의 질량이 같으므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 B와 C가 같다.

15 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 달과 지구 사이에는 중력이 작용하여 서로 끌어당기는 힘이 작용한다. 이때 중력은 크기가 같고, 방향이 반대이다. 따라서 달과 지구는 서로 같은 크기의 힘으로 당긴다.

ㄴ. 달은 중력에 의해 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다.

바로알기 ㄷ. 달은 원운동을 하므로 달에 작용하는 중력의 방향은 달의 운동 방향과 수직이다.

16 **모범 답안** c. A, B의 가속도가 같으므로 A, B는 같은 시간 동안 낙하하는 거리가 같다. 따라서 A가 p를 지날 때 B의 위치는 b, c, d 중 하나이다. 또 B는 수평 방향으로의 등속 직선 운동을 하므로 수평 방향으로 1칸씩 이동한다. 즉, B는 던져진 위치로부터 수평 방향으로 3칸 이동하므로 A가 p를 지나는 순간, B의 위치로 가장 적절한 것은 c이다.

채점 기준	배점
B의 위치 c를 쓰고, B의 연직 방향과 수평 방향의 운동을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
B의 위치 c를 쓰고, B의 연직 방향의 운동만 서술한 경우	70 %
B의 위치 c를 쓰고, B의 수평 방향의 운동만 서술한 경우	70 %
B의 위치 c만 쓴 경우	30 %

17 **모범 답안** 지구 주위를 도는 인공위성은 지구 중력에 의해 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다. 즉, 인공위성이 수평 방향으로 이동하는 동안 인공위성은 지구로 떨어진다. 이때 지구는 둥글기 때문에 인공위성과 지구 중심 사이의 거리는 일정하게 유지되어 인공위성은 지구로 떨어지지 않고 지구 주위를 공전할 수 있게 된다.

채점 기준	배점
인공위성은 중력에 의해 지구 중심 방향의 가속도 운동을 하지만 지구가 둥글기 때문에 인공위성과 지구 중심 사이의 거리가 일정하게 유지된다고 옳게 서술한 경우	100 %
인공위성은 중력에 의해 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다고만 서술한 경우	70 %
중력 때문이라고만 서술한 경우	20 %

실력 UP 문제

169쪽

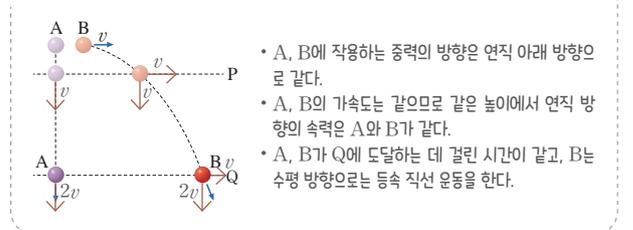
- 01 ④ 02 ⑤ 03 ① 04 ①

01 ㄴ. 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 질량이 클수록, 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. P, Q는 지구 중심으로부터 같은 거리에 있고, 질량은 P가 Q보다 크므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 P가 Q보다 크다. 따라서 지구가 물체를 당기는 힘의 크기는 P가 Q보다 크다.

ㄷ. P, Q의 가속도는 중력 가속도로 같다. 따라서 같은 높이에서 떨어뜨리면 단위 시간당 물체의 속도 변화량이 같으므로 지표면에 도달하는 순간, 물체의 속력이 같다.

바로알기 ㄱ. 물체는 중력에 의해 지구 중심 방향으로 힘을 받으므로 Q는 ㉠ 방향으로 운동한다.

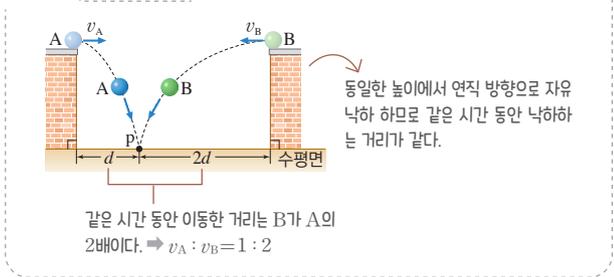
02 **꼼꼼 문제 분석**



- A, B에 작용하는 중력의 방향은 연직 아래 방향으로 같다.
- A, B의 가속도는 같으므로 같은 높이에서 연직 방향의 속력은 A와 B가 같다.
- A, B가 Q에 도달하는 데 걸린 시간이 같고, B는 수평 방향으로의 등속 직선 운동을 한다.

- ㄱ. A, B에 작용하는 중력의 방향은 연직 아래 방향으로 같다.
- ㄴ. A, B는 같은 높이에서 동시에 운동을 시작하고, A, B의 가속도가 같으므로 같은 높이에서 A, B의 연직 방향의 속력은 같다. P에서 B의 연직 방향의 속력이 v 이므로 P에서 A의 속력도 v 이다. 이때 A의 속력은 Q에서가 P에서의 2배이므로 Q에서 A의 속력은 $2v$ 이다.
- ㄷ. A, B는 같은 높이에서 동시에 운동하므로 A, B가 Q에 도달하는 데 걸린 시간은 t 로 같다. B는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 B가 Q에 도달하였을 때 출발 지점으로부터 수평 방향으로 이동한 거리는 이동 거리=속력×시간에서 vt 이다.

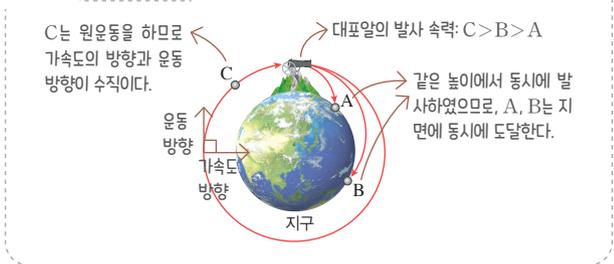
03 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. 등속 직선 운동하는 물체의 이동 거리=속력×시간이다. 같은 시간 동안 수평 방향으로 이동한 거리가 B가 A의 2배이므로 수평 방향으로 던져진 물체의 속력은 B가 A의 2배이다. 따라서 $v_A : v_B = 1 : 2$ 이다.

- 바로알기** ㄱ. A, B의 가속도는 중력 가속도로 같다.
- ㄷ. 중력=질량×중력 가속도이다. A, B의 가속도의 크기가 같으므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 질량에 비례한다. 따라서 질량은 A가 B보다 크므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 A가 B보다 크다.

04 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. 세 대포알은 중력에 의한 가속도 운동을 하므로 A, B의 가속도의 크기는 같다.
- 바로알기** ㄴ. A, B는 같은 높이에서 동시에 운동하므로 지면에 동시에 도달한다.
- ㄷ. C는 원운동을 하므로 C의 가속도의 방향과 운동 방향은 수직이다.

02 / 운동과 충돌

개념 확인 문제

173쪽

- ① 관성 ② 질량 ③ 운동량 ④ 충격량 ⑤ 총격량
- ⑥ 운동량 ⑦ 반비례 ⑧ 길게

- 1 ㄴ, ㄷ 2 $4.5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 3 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×
- 4 $15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 5 (1) 같다 (2) 같다 (3) 같다 (4) 크다 6 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

- 1 ㄱ, ㄴ. 관성은 운동 상태를 유지하려는 성질이므로 정지한 물체와 운동하는 물체 모두 관성이 있다.
- ㄷ. 관성의 크기는 물체의 질량이 클수록 크다.
- ㄹ. 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 관성에 의해 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있으려고 하고, 운동하던 물체는 계속 등속 직선 운동을 하려고 한다.

2 $108 \text{ km/h} = \frac{108 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{108 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 30 \text{ m/s}$ 이고, 운동량=질량×속도이다. 따라서 질량이 150 g 이고, 속력이 108 km/h 인 야구공의 운동량의 크기는 $0.15 \text{ kg} \times 30 \text{ m/s} = 4.5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

- 3 (1) 물체가 받은 충격량만큼 물체의 운동량이 변하므로 물체가 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같다.
- (2) 물체에 작용하는 힘의 크기가 커지면 물체가 받은 충격량이 커지므로 물체의 운동량의 변화량이 커진다. 이때 물체의 질량은 변화가 없으므로 물체의 속도 변화량이 커진다.
- (3) 물체에 큰 힘을 오랫동안 작용하면 충격량이 커져 물체의 속도 변화량이 커진다.
- (4) 대포의 포신이 길수록 포탄이 힘을 받는 시간이 길어져 포탄이 받는 충격량의 크기가 커진다.

4 나중 운동량의 크기=처음 운동량의 크기+충격량의 크기 $= 2 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} + 5 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

- 5 (1) 동일한 달걀 A, B를 같은 높이에서 떨어뜨렸으므로 바닥과 방석에 닿기 직전의 속력은 A, B가 같다. 따라서 달걀의 질량과 충돌 직전 속력이 같으므로 시멘트 바닥과 폭신한 방석에 닿기 직전 달걀의 운동량의 크기는 A, B가 같다.
- (2), (3) 두 달걀의 충돌 직전 운동량의 크기가 같고, 나중 운동량도 0으로 같으므로 충돌 과정에서 두 달걀의 운동량의 변화량의 크기가 같다. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충

격량과 같고, 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 $S_A = S_B$ 이다.
 (4) 충돌 과정에서 두 달걀이 받은 충격량의 크기는 같고, 힘을 받은 시간은 A가 B보다 작으므로 달걀이 받는 평균 힘의 크기는 평균 힘의 크기 = $\frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}}$ 에서 A가 B보다 크다.

6 헬멧, 에어백, 폭신한 매트, 자동차의 범퍼는 모두 충돌 시간을 길게 하여 평균 힘의 크기를 줄이는 장치이다. 병따개는 지레의 원리에 따라 작은 힘을 작용하여 큰 힘을 내는 도구이다. 대포의 긴 포신은 힘이 작용하는 시간을 길게 하여 충격량을 크게 하므로 운동량이 커진 포탄은 더 멀리 날아간다.

나신만점문제 174쪽~176쪽

01 ①	02 ⑤	03 ③	04 ⑤	05 ④	06 ④
07 ②	08 ③	09 ④	10 ⑤	11 ①	12 ①
13 ②	14 해설 참조	15 해설 참조			

01 정지한 버스가 갑자기 앞으로 출발하면 승객은 정지한 상태를 유지하려는 관성에 의해 뒤로 넘어지려고 한다.
 나. 휴지를 빠르게 잡아당기면 휴지는 정지한 상태를 유지하려는 관성에 의해 풀어지지 않고 중간이 끊어진다.
바로알기 가, 다. 관성은 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질이다. 물 로켓이나 수영 선수가 앞으로 나아가는 것은 알짜 힘에 의한 운동 상태의 변화에 의한 현상이다.

02 ⑤ 깔개를 털면 깔개는 움직이는데 먼지는 계속 제자리에 있으려 하는 관성에 의해 깔개에서 분리된다.
바로알기 ① 물체의 질량이 클수록 관성이 크다.
 ② 관성은 물체의 운동 상태를 유지하려는 성질이다.
 ③ 질량이 있는 물체는 운동 상태에 관계없이 관성이 있다.
 ④ 관성이 큰 물체는 질량이 크므로 물체의 운동 상태를 변화시키기 어렵다.

03 다. C는 마찰이 없는 수평면에서 일정한 속력으로 운동하므로 등속 직선 운동을 한다. 따라서 C에 작용하는 알짜힘은 0이다.
바로알기 가. 질량이 있는 물체는 운동 상태에 관계없이 관성이 있다. 즉, 정지해 있는 물체도 관성이 있기 때문에 계속 정지 상태를 유지한다.
 나. 물체의 질량이 클수록 관성이 크므로 관성은 질량이 가장 큰 C가 가장 크다.

04 운동량 = 질량 × 속도이므로 C의 운동량의 크기는 $0.05 \text{ kg} \times 60 \text{ m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 세 물체 A, B, C의 운동량의 크기가 모두 같으므로 A의 운동량의 크기는 ㉠ $\text{kg} \times 5 \text{ m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 에서 ㉠ = 0.6이고, B의 운동량의 크기는 $0.3 \text{ kg} \times \text{㉡} \text{ m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 에서 ㉡ = 10이다. 따라서 ㉠ : ㉡ = 0.6 : 10 = 3 : 50이다.

05 ① 운동량 = 질량 × 속도이므로 질량이 클수록, 속력이 빠를수록 크다.
 ② 물체가 힘을 받으면 속도가 변하므로 운동량이 변한다. 이때 물체가 받은 힘으로부터 받은 충격의 정도를 충격량이라고 하고, 충격량의 크기만큼 운동량이 변한다.
 ③, ⑤ 충격량 = 평균 힘 × 충돌 시간(힘을 받은 시간)이므로 힘이 클수록, 힘을 받은 시간이 길수록 크다. 이때 물체가 받은 충격량이 일정하면 평균 힘과 충돌 시간은 반비례하므로 충돌 시간이 길수록 평균 힘의 크기가 작아진다.

바로알기 ④ 두 물체의 충돌에서 두 물체가 받은 충격량은 크기가 같고, 방향이 반대이다.

06 — **꼼꼼 문제 분석**

나중 운동량 = $0.06 \text{ kg} \times (-50 \text{ m/s}) = -3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 처음 운동량 = $0.06 \text{ kg} \times 20 \text{ m/s} = 1.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 운동량의 변화량 = $-3 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 1.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -4.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

충격량은 운동량의 변화량과 같다. 오른쪽 방향을 (+)라고 하면 운동량의 변화량 = 나중 운동량 - 처음 운동량 = $0.06 \text{ kg} \times (-50 \text{ m/s}) - 0.06 \text{ kg} \times (20 \text{ m/s}) = -4.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -4.2 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이므로 공이 받은 충격량의 크기는 $4.2 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

07 — **꼼꼼 문제 분석**

A, B가 받은 충격량은 크기가 같고, 방향은 반대이다.
 • A의 나중 운동량 = $+40 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = +20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 ⇒ 운동량의 부호가 바뀌지 않았으므로 운동 방향의 변화가 없다.
 • B의 나중 운동량 = $0 + 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

나. 충돌 전 B는 정지해 있었고, B가 받은 충격량의 크기는 $20 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이므로 충돌 직후 B의 운동량의 크기는 $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

따라서 충돌 직후 B의 속도 = $\frac{20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}}{2 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}$ 이다.

바로알기 ㄱ. 충돌 전 A의 질량은 4 kg이고, 속력은 10 m/s이므로 운동량의 크기는 $4 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} = 40 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

ㄷ. A가 받은 충격량은 A의 운동 방향과 반대 방향으로 $20 \text{ N}\cdot\text{s}$ 이므로 충돌 직후 A의 운동량은 $40 \text{ kg}\cdot\text{m/s} - 20 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 즉, 부호의 변화가 없다. 따라서 A의 운동 방향은 변화 없이 오른쪽이다. B는 오른쪽으로 충격량을 받았으므로 충돌 직후 B의 운동 방향은 오른쪽이다. 따라서 충돌 직후 A, B의 운동 방향은 오른쪽으로 같다.

08 - 꼼꼼 문제 분석

야구공의 나중 속도가 0이므로 충돌 직전 운동량의 크기는 A는 S, B는 3S이다.
 ⇒ A, B의 질량이 같으므로 충돌 직전 속력은 B가 A의 3배이다.

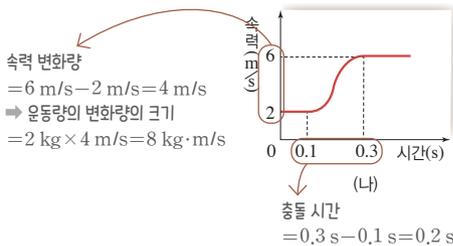
구분	야구공이 받은 충격량의 크기	충돌 시간	평균 힘의 크기 = $\frac{S}{t}$
A	S	t	→ 평균 힘의 크기 = $\frac{3S}{2t}$
B	3S	2t	

ㄱ. 운동량의 변화량은 충격량과 같다. 따라서 충돌하는 동안 운동량의 변화량의 크기는 A는 S, B는 3S이므로 A가 B보다 작다.

ㄴ. A, B의 나중 속도가 0이므로 나중 운동량이 0이다. 따라서 처음 운동량의 크기는 A는 S, B는 3S이다. A, B의 질량이 같으므로 m이라고 하면 운동량 = 질량 × 속도에서 충돌 직전 A의 속력은 $\frac{S}{m}$ 이고, B의 속력은 $\frac{3S}{m}$ 이다. 따라서 충돌 직전 야구공의 속력은 B가 A의 3배이다.

바로알기 ㄷ. 평균 힘 = $\frac{\text{충격량}}{\text{충돌 시간}}$ 이므로 충돌하는 동안 A가 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{S}{t}$ 이고, B가 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{3S}{2t}$ 이다. 따라서 충돌하는 동안 야구공이 받은 평균 힘의 크기는 A가 B보다 작다.

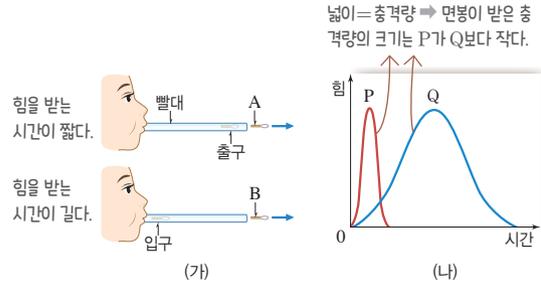
09 - 꼼꼼 문제 분석



운동량 = 질량 × 속도이므로 운동량의 변화량의 크기는 질량 × 속

력 변화량이다. 0.1초부터 0.3초까지 속력 변화량은 $6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$ 이므로 운동량의 변화량의 크기는 $2 \text{ kg} \times 4 \text{ m/s} = 8 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 충돌 시간 $0.3 \text{ s} - 0.1 \text{ s} = 0.2 \text{ s}$ 동안 공이 받은 충격량의 크기는 $8 \text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 따라서 공이 받은 평균 힘의 크기 = $\frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}} = \frac{8 \text{ N}\cdot\text{s}}{0.2 \text{ s}} = 40 \text{ N}$ 이다.

10 - 꼼꼼 문제 분석

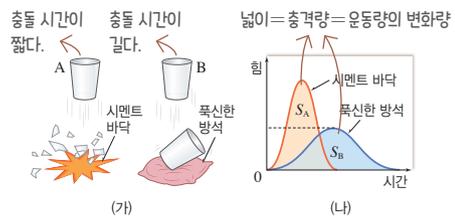


ㄱ. 면봉이 처음 위치에서 빨대를 빠져나가기까지 이동한 거리는 A가 B보다 짧다. 따라서 면봉이 힘을 받은 시간이 짧은 P가 A의 그래프이다.

ㄴ. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 나타낸다. 그래프 아랫부분의 넓이는 P가 Q보다 작으므로 빨대 속에서 받은 충격량의 크기는 A가 B보다 작다.

ㄷ. 운동량의 변화량은 충격량과 같다. 면봉이 받은 충격량의 크기는 B가 A보다 크고, 두 면봉의 처음 운동량이 0이므로 빨대를 빠져나오는 순간, 면봉의 운동량의 크기는 A가 B보다 작다. 따라서 빨대를 빠져나오는 순간, 면봉의 속력은 A가 B보다 작다.

11 - 꼼꼼 문제 분석



같은 높이에서 동일한 컵을 떨어뜨렸으므로 운동량의 변화량이 같다. 충격량 (운동량의 변화량)이 같을 때 평균 힘의 크기는 충돌 시간에 반비례한다.

ㄱ. 유리컵이 같은 높이에서 떨어졌으므로 시멘트 바닥과 폭신한 방석에 충돌 직전 속도는 같다. 또한 두 유리컵이 충돌 직후 정지 하였으므로 충돌 직후 속도도 같아 두 유리컵의 운동량의 변화량이 같다. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량과 같고, 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 S_A 와 S_B 는 같다.

바로알기 나. A, B는 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이가 같으므로 유리컵이 받은 충격량의 크기도 A, B가 같다.

다. 평균 힘 = $\frac{\text{충격량}}{\text{충돌 시간}}$ 이다. A, B가 받은 충격량은 같고, 충돌 시간은 A가 B보다 짧으므로 유리컵이 받은 평균 힘의 크기는 A가 B보다 크다.

12 가. 자동차의 범퍼는 충돌하는 동안 충돌 시간(충격을 받는 시간)을 길게 하여 자동차가 받는 평균 힘의 크기를 감소시킨다.

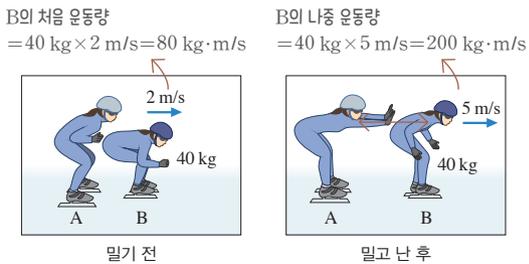
바로알기 나. 충돌이 일어날 때 범퍼는 자동차가 충격을 받는 시간을 길게 한다.

다. 충돌 시 운동량의 변화량은 물체의 질량과 충돌 전후의 속도에 의해 결정되므로 에어백은 탑승자의 운동량의 변화량을 감소시키지 않는다. 이때 탑승자가 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 탑승자가 받는 충격량도 감소시키지 않는다.

13 포수가 야구공을 받을 때 두꺼운 글러브를 착용하는 까닭은 운동량을 가진 물체가 멈추는 데 걸리는 시간을 길게 하여 힘의 크기를 작게 함으로써 충격을 완화시키는 원리를 이용한 것이다.

바로알기 ② 자동차를 탈 때 안전띠를 착용하는 것은 충돌할 때 사람이 관성에 의해 튀어 나가는 것을 방지하기 위한 것이다.

14 — **꼼꼼 문제 분석**



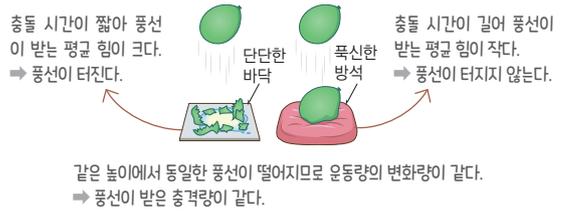
(1) A가 B를 밀기 전 B의 운동량의 크기는 $40 \text{ kg} \times 2 \text{ m/s} = 80 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 밀고 난 후 B의 운동량의 크기는 $40 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} = 200 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 방향이 같으므로 B의 운동량의 변화량의 크기는 $200 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 80 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

모범 답안 (1) $120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(2) 운동량의 변화량은 충격량과 같다. B가 받은 충격량의 크기는 $120 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이므로 B가 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}} = \frac{120 \text{ N} \cdot \text{s}}{2 \text{ s}} = 60 \text{ N}$ 이다.

채점 기준	배점
(1) $120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 라고 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 60 N 을 계산 과정과 함께 옳게 서술한 경우	60 %
60 N 이라고만 쓴 경우	40 %

15 — **꼼꼼 문제 분석**



모범 답안 충격량은 평균 힘과 충돌 시간의 곱이므로 충격량이 같을 때 충돌 시간이 더 짧은 단단한 바닥에 떨어진 풍선이 더 큰 힘을 받기 때문이다.

채점 기준	배점
충격량을 구하는 방법을 언급하고, 충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧은 단단한 바닥에서 풍선이 더 큰 힘을 받기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧은 단단한 바닥에서 풍선이 더 큰 힘을 받기 때문이라고만 서술한 경우	70 %

실력UP 문제

177쪽

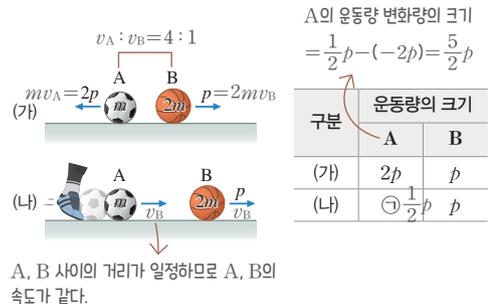
01 ② 02 ① 03 ⑤ 04 ③

01 다. B에서는 물체가 등속 직선 운동을 하므로 B를 지나는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

바로알기 가. 마찰이 없는 경사면에서 물체의 크기와 공기 저항을 무시하면 경사면에서 운동하는 물체는 처음 높이까지 올라가므로 기준선 P의 점 O에서 가만히 놓은 물체는 반대쪽 경사면을 따라 처음 높이인 기준선 P의 점 O와 같은 높이까지 올라간다. 즉, A를 지나는 물체는 기준선 P에 도달한다.

나. B를 지나는 물체에 작용하는 알짜힘이 0이므로 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

02 — **꼼꼼 문제 분석**

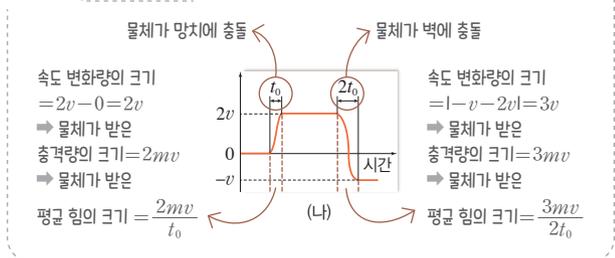


ㄱ. (가)에서 A, B의 속력을 각각 v_A, v_B 라고 하면 $2p = mv_A$, $p = 2mv_B$ 이다. 이를 정리하면 $v_A = 4v_B$ 이므로 (가)에서 공의 속력은 A가 B의 4배이다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 A, B 사이의 거리가 일정하게 유지되며, 운동하고 있으므로 A, B의 속도가 같다. (나)에서 B의 속력이 v_B 이므로 A의 속력도 v_B 이다. $p = 2mv_B$ 이므로 (나)에서 A의 운동량의 크기는 $mv_B = \frac{1}{2}p$ 이다. 따라서 ㉠은 $\frac{1}{2}p$ 이다.

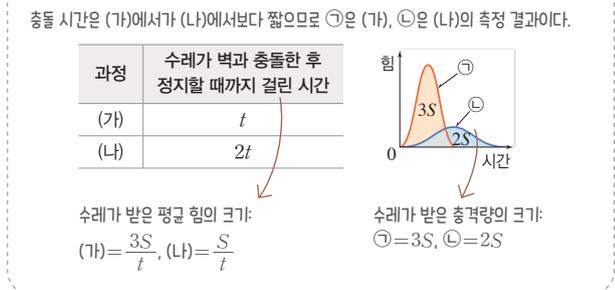
ㄷ. A의 운동 방향은 (가)에서와 (나)에서가 반대이므로 A가 발로부터 받은 충격량의 크기는 $\frac{1}{2}p - (-2p) = \frac{5}{2}p$ 이다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



물체의 질량을 m 이라고 하면 물체가 망치에 충돌하기 직전 운동량은 0이고, 충돌 후 운동량은 $2mv$ 이므로 물체의 운동량의 변화량은 $2mv - 0 = 2mv$ 이다. 이때 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 물체가 망치로부터 받은 충격량의 크기는 $2mv$ 이다. 따라서 물체가 망치로부터 받은 평균 힘의 크기 $F_1 = \frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}} = \frac{2mv}{t_0}$ 이다. 또 물체가 벽과 충돌하기 직전 운동량은 $2mv$ 이고, 충돌 후 운동량은 $-mv$ 이므로 물체의 운동량의 변화량은 $-mv - 2mv = -3mv$ 이다. 따라서 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $3mv$ 이므로 $F_2 = \frac{3mv}{2t_0}$ 이다. 즉, $F_1 : F_2 = \frac{2mv}{t_0} : \frac{3mv}{2t_0} = 4 : 3$ 이다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



ㄷ. 충돌하는 동안 수레가 받은 충격량과 충돌 시간은 각각 (가)에서는 $3S, t$ 이고, (나)에서는 $2S, 2t$ 이므로 수레가 받은 평균 힘의 크기는 (가)에서는 $\frac{3S}{t}$ 이고, (나)에서는 $\frac{2S}{2t} = \frac{S}{t}$ 이다. 따라서 충돌하는 동안 수레가 받은 평균 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

바로알기 ㄱ. 충돌 시간은 (가)에서가 (나)에서보다 짧으므로 힘-시간 그래프에서 시간이 짧은 ㉠은 (가)의 측정 결과이다.

ㄴ. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량이고, 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 이때 충돌 후 수레의 운동량은 0이므로, 즉 나중 운동량이 0이므로 충돌 직전 수레의 운동량의 크기는 (가)에서는 $3S$, (나)에서는 $2S$ 이다. 수레의 질량을 m 이라고 하면 (가)에서와 (나)에서의 수레의 질량이 같으므로 충돌 직전 수레의 속력은 (가)에서는 $\frac{3S}{m}$ 이고, (나)에서는 $\frac{2S}{m}$ 이다. 따라서 충돌 직전 수레의 속력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

중단원 핵심 정리

178쪽

- ① 클수록
- ② 지구 중심
- ③ 증가
- ④ 등가속도
- ⑤ 일정
- ⑥ 등가속도 운동
- ⑦ 가속도
- ⑧ 등속 직선 운동
- ⑨ 속도
- ⑩ 변화량
- ⑪ 충격량
- ⑫ 반비례
- ⑬ =
- ⑭ 길게

중단원 마무리 문제

179쪽~182쪽

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

01 ㄱ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 크기가 같고, 방향이 반대이다. 따라서 A, B에 작용하는 중력의 크기는 같다.

바로알기 ㄴ. A, B에 작용하는 중력의 방향은 서로 반대이다. ㄷ. 중력은 질량이 클수록, 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. 따라서 두 행성 사이의 거리가 가까워지면 A, B 사이에 작용하는 중력의 크기는 커진다.

02 ㄱ. 질량이 있는 물체 사이에 작용하며, 지구 중심 방향으로 작용하는 힘은 중력이다.

ㄴ. 중력은 물체를 지구 중심 방향으로 끌어당기는 힘이므로 물체가 지구 중심 방향으로 가속된다.

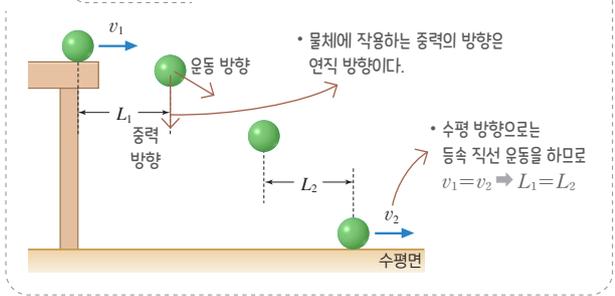
ㄷ. 중력에 의해 물이 높은 곳에서 낮은 곳, 즉 지면인 지구 중심 방향으로 물이 흐른다.

03 ㄱ. A, B의 가속도는 중력 가속도로 같으므로 단위 시간당 속도 변화량이 같다. 따라서 A, B를 같은 높이에서 동시에 떨어뜨리면 두 물체가 같은 시간 동안 낙하하는 거리가 같으므로 수평면에는 A, B가 동시에 도달한다.

ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량이 클수록 크므로 질량이 작은 A가 B보다 작다.

ㄷ. A, B의 속도 변화량이 같으므로 수평면에 도달하기 직전 물체의 속력은 A, B가 같다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ, ㄷ. 수평 방향으로 던져진 물체는 수평 방향으로의 등속 직선 운동을 하므로 $v_1 = v_2$ 이다. 이때 물체 사이의 시간 간격이 같으므로 $L_1 = L_2$ 이다.

바로알기 ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향이고, 물체의 운동 방향은 포물선 경로를 따라 운동하는 방향이다.

05 **꼼꼼 문제 분석**

결린 시간		수평 이동 거리
A	B	B
⊖1초	1초	3m

수평 방향으로 1초 동안 3m 이동 $\Rightarrow v = 3 \text{ m/s}$

같은 높이에서 A는 자유 낙하 운동을 하고, B도 연직 방향으로의 자유 낙하 운동을 한다. \Rightarrow 수평면에 도달하는 데 걸리는 시간이 같다.

ㄴ. B는 수평 방향으로의 등속 직선 운동을 한다. 1초 동안 수평 방향으로 3m 이동하였으므로 $v = 3 \text{ m/s}$ 이다.

ㄷ. A는 등가속도 운동을 하므로 속력이 일정하게 증가한다.

바로알기 ㄱ. A는 자유 낙하 운동을 하고, B는 연직 방향으로의 자유 낙하 운동을 한다. A, B가 같은 높이에서 자유 낙하 하므로 수평면에 도달하는 데 걸리는 시간이 같다. 따라서 ㉠은 1초이다.

06 ㄴ. $L_B > L_A$ 이므로 같은 시간 동안 물체가 이동한 거리는 B가 A보다 크다. 따라서 $v_B > v_A$ 이다.

ㄷ. A, B는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다. A, B가 수평면에 도달하는 데 걸린 시간을 t 라고 하면 A는 t 초 동안 v_A 의 속력으로 L_A 만큼, B는 t 초 동안 v_B 의 속력으로 L_B 만큼 이동하므로 $t = \frac{L_A}{v_A} = \frac{L_B}{v_B}$ 에서 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{L_A}{L_B}$ 이다.

바로알기 ㄱ. A, B의 질량이 달라 A, B에 작용하는 중력의 크기는 다르지만 중력 가속도는 같으므로 동일한 높이에서 연직 방향으로 동시에 자유 낙하 하는 A, B는 수평면에 동시에 도달한다.

07 ㄴ. 지표면 근처에 있는 물체는 지구에 의한 중력에 의해 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다.

바로알기 ㄱ. 포탄이 멀리 나아가 지면에 떨어질수록 발사 속도가 빠르므로 포탄을 발사한 속력은 C가 가장 크다.

ㄷ. C는 지표면 근처에서 운동하는 물체이므로 지구에 의한 중력이 작용한다.

08 ㄷ. 원 궤도의 반지름이 r 보다 커지면 인공위성과 지구 중심 사이의 거리가 멀어지므로 인공위성에 작용하는 중력의 크기는 작아진다.

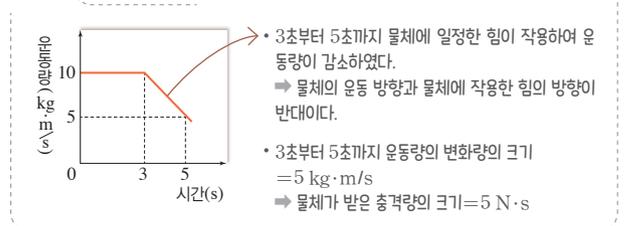
바로알기 ㄱ. 인공위성이 원 궤도를 따라 운동하면 지구 중심으로부터 거리가 일정하게 유지되므로 인공위성에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

ㄴ. 인공위성은 지구에 의한 중력에 의해 지구 중심 방향으로 힘을 받는다. 따라서 인공위성에 작용하는 힘의 방향은 계속해서 바뀐다.

09 **모범 답안** 휴지를 빠르게 잡아당기면 휴지는 정지해 있으려는 관성 때문에 휴지가 풀어지지 않고 끊어진다.

채점 기준	배점
휴지는 정지해 있으려는 관성 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
관성 때문이라고만 서술한 경우	50 %

10 **꼼꼼 문제 분석**



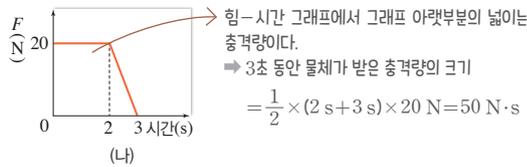
ㄱ. 3초일 때 물체의 운동량의 크기는 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 이때 물체의 속력은 $\frac{10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}$ 이다. 5초일 때 물체의 운동량

의 크기는 $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 이때 물체의 속력은 $\frac{5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2 \text{ kg}} = \frac{5}{2} \text{ m/s}$ 이다. 따라서 물체의 속력은 3초일 때가 5초일 때의 2배이다.

바로알기 나. 물체가 받은 충격량은 물체의 운동량의 변화량과 같다. 3초부터 5초까지 물체의 운동량의 변화량의 크기는 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 물체가 받은 충격량의 크기는 $5 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

다. 3초부터 5초까지 운동량의 크기가 감소하므로 물체의 속력이 감소한다. 따라서 4초일 때 물체에 작용하는 힘의 방향은 물체의 운동 방향과 반대이다.

11 푼김 문제 분석



힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량입니다. 3초 동안 물체가 받은 충격량의 크기는 $\frac{1}{2} \times (2 \text{ s} + 3 \text{ s}) \times 20 \text{ N} = 50 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다. 이때 처음 운동량의 크기는 $5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} = 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 힘은 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 작용하므로 3초일 때 물체의 운동량의 크기는 $50 \text{ kg} \cdot \text{m/s} + 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 3초일 때 물체의 속력은 $\frac{100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{5 \text{ kg}} = 20 \text{ m/s}$ 이다.

12 모범 답안 대포의 포신이 길면 포탄이 힘을 받는 시간이 길어져 포탄이 받는 충격량이 커지므로 포탄의 운동량의 변화량이 커지기 때문이다.

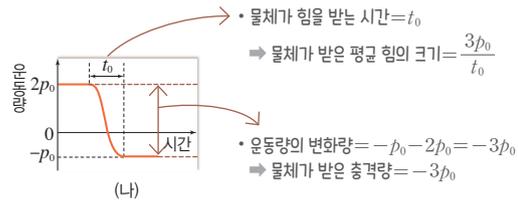
채점 기준	배점
충격량과 운동량의 관계를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
힘을 받는 시간과 충격량의 관계를 포함하여 서술한 경우	50 %
포탄이 힘을 받는 시간이 길어지기 때문이라고만 서술한 경우	30 %

13 나. 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 공이 방망이와 충돌하기 직전 방향을 (+)라고 하면 방망이와 충돌 직후 방향은 (-)이므로 공의 운동량의 변화량은 $-2mv - mv = -3mv$ 이다. 따라서 공이 방망이로부터 받은 충격량의 크기는 $3mv$ 이다.

다. 공이 방망이로부터 힘을 받는 시간(충돌 시간)을 T 라고 하면 평균 힘의 크기는 $\frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}}$ 이므로 $\frac{mv}{t} = \frac{3mv}{T}$ 에서 $T = 3t$ 이다.

바로알기 가. 운동량=질량×속도이다. 공은 방망이와 충돌 직후 속력이 증가하므로 운동량의 크기는 증가한다.

14 푼김 문제 분석



나. 물체가 벽으로부터 받은 충격량은 물체의 운동량의 변화량과 같으므로 A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $|-p_0 - 2p_0| = 3p_0$ 이다.

바로알기 가. 운동량=질량×속도이다. 물체는 벽과 충돌 후 운동량의 크기가 감소하므로 속력이 감소한다. 따라서 물체의 속력은 벽에 충돌하기 전이 충돌한 후보다 크다.

다. 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기가 $3p_0$ 이고, 물체가 벽으로부터 힘을 받는 시간(충돌 시간)이 t_0 이므로 A가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{\text{충격량의 크기}}{\text{충돌 시간}} = \frac{3p_0}{t_0}$ 이다.

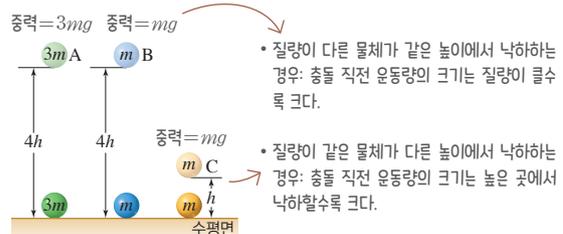
15 (1) 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량과 같다. (나)에서 그래프 아랫부분의 넓이는 B가 A보다 크므로 빨대를 통과하는 동안 면봉이 받은 충격량의 크기는 B가 A보다 크다.

모범 답안 (1) B

(2) B, 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량과 같다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 B가 A보다 운동량의 변화량의 크기가 크다. 처음 두 면봉은 정지한 상태이므로 처음 운동량은 0으로 같다. 따라서 운동량의 변화량의 크기는 나중 운동량의 크기와 같으므로 면봉이 빨대를 빠져나오는 순간, 운동량의 크기는 B가 A보다 크다. 운동량=질량×속도이다. 이때 두 면봉의 질량이 같으므로 면봉이 빨대를 빠져나오는 순간, 속력은 B가 A보다 크다.

채점 기준	배점
(1) B라고 옳게 쓴 경우	30 %
B를 쓰고, 충격량과 운동량의 관계를 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
(2) B를 쓰고, 충격량만 관련지어 서술한 경우	50 %
B라고만 쓴 경우	30 %

16 푼김 문제 분석



ㄷ. 수평면에 도달하기 직전 속력은 더 높은 곳에서 낙하하는 물체가 더 크므로 수평면에 도달하기 직전 속력은 B가 C보다 크다. 질량은 B, C가 같으므로 운동량=질량×속도에서 수평면에 도달하기 직전 운동량의 크기는 B가 C보다 크다. 이때 B, C의 나중 운동량은 0으로 같고, 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 수평면으로부터 받은 충격량의 크기는 B가 C보다 크다.

바로알기 ㄱ. 물체에 작용하는 중력=질량×중력 가속도이다. 이때 질량은 A가 B보다 크므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄴ. 같은 높이에서 자유 낙하 하는 두 물체는 질량에 관계없이 가속도가 같으므로 수평면에 도달하기 직전 속력이 같다. 운동량=질량×속도이므로 수평면에 도달하기 직전 운동량의 크기는 질량이 큰 A가 B보다 크다.

17 ① 같은 높이에서 동일한 두 달걀을 가만히 떨어뜨렸으므로 두 달걀이 충돌하기 직전 속력이 같고, 충돌 직후 정지하여 속력이 0으로 같으므로 두 달걀의 운동량의 변화량의 크기가 같다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 두 달걀이 받은 충격량의 크기는 같다.

② 그래프에서 방석에 떨어진 달걀의 충돌 시간이 더 길다.
 ③ 두 달걀이 충돌하기 직전 속력이 같고, 질량이 같으므로 바닥과 방석에 충돌하기 직전 두 달걀의 운동량의 크기는 같다.
 ⑤ 두 달걀이 받은 충격량의 크기는 같고, 충돌 시간은 A가 B보다 짧으므로 평균 힘 = $\frac{\text{충격량}}{\text{충돌 시간}}$ 에서 달걀이 받은 평균 힘의 크기는 단단한 바닥에 떨어진 달걀이 방석에 떨어진 달걀보다 크다.

바로알기 ④ 같은 높이에서 동일한 두 달걀을 가만히 떨어뜨렸으므로 두 달걀은 충돌하기 직전 운동량의 크기가 같고, 충돌 직후 정지하여 운동량이 0으로 같으므로 두 달걀의 운동량 변화량의 크기는 같다.

18 **모범 답안** 두 달걀이 받은 충격량이 같으므로 달걀이 받은 평균 힘의 크기는 충돌 시간에 반비례한다. 단단한 바닥에 떨어진 달걀은 폭신한 방석에 떨어진 달걀보다 충돌 시간이 짧으므로 더 큰 힘을 받아 깨진다.

채점 기준	배점
두 달걀이 받은 충격량이 같으므로 달걀이 받은 평균 힘의 크기는 충돌 시간에 반비례하고, 단단한 바닥에 떨어진 달걀의 충돌 시간이 짧아 더 큰 힘을 받는다고 옳게 서술한 경우	100 %
단단한 바닥에 떨어진 달걀의 충돌 시간이 짧기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

19 ㄷ. 에어 매트트는 떨어지는 사람의 충돌 시간을 길게 하여 사람이 받는 평균 힘의 크기를 감소시킨다.

바로알기 ㄱ. 뽕뽕이의 공기층은 충돌이 일어날 때 물건이 받는 충돌 시간을 길게 하여 물건이 받는 평균 힘의 크기를 감소시킨다.

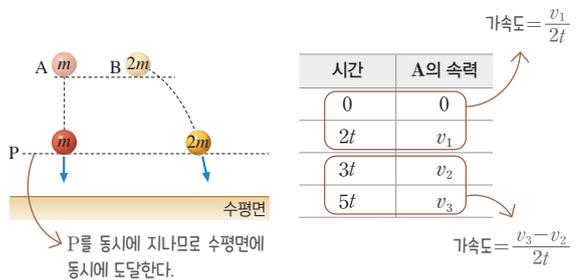
ㄴ. 안전띠는 관성에 의해 탑승자가 튀어 나가는 것을 방지하기 위한 안전장치로, 충격량의 크기는 변하지 않는다.

중단원 고난도 문제

183쪽

01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ①

01 **필름 문제 분석**



선택지 분석

- Ⓐ P에서 A에 작용하는 힘의 방향과 운동 방향은 같다.
- Ⓑ A는 B보다 수평면에 먼저 도달한다. 동시에
- Ⓒ $v_3 = v_1 + v_2$ 이다.

전략적 풀이 ① 자유 낙하 하는 물체의 운동을 분석한다.

ㄱ. 자유 낙하 하는 물체에 작용하는 힘의 방향과 운동 방향은 연직 아래 방향으로 같다.

② 수평 방향으로 던진 물체의 수평 방향과 연직 방향의 운동 상태를 구분하여 분석한다.

ㄴ. A와 B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다. 따라서 P를 동시에 지나는 A, B는 동시에 수평면에 도달한다.

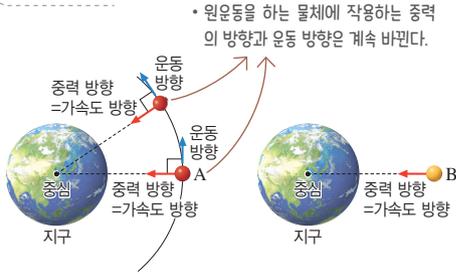
③ 중력에 의한 가속도의 크기는 일정하다는 것을 안다.

ㄷ. 물체의 가속도는 중력에 의한 중력 가속도로 크기가 일정하다. 0초부터 2t까지 물체의 가속도의 크기는 $\frac{v_1 - 0}{2t - 0} = \frac{v_1}{2t}$ 이고,

3t부터 5t까지 물체의 가속도의 크기는 $\frac{v_3 - v_2}{5t - 3t} = \frac{v_3 - v_2}{2t}$ 이다.

두 식이 같으므로 $\frac{v_1}{2t} = \frac{v_3 - v_2}{2t}$ 에서 $v_3 = v_1 + v_2$ 이다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ⓧ 공전하는 동안 A의 속도는 일정하다. 계속 바뀐다
- Ⓛ 공전하는 동안 A에 작용하는 중력의 방향과 A의 운동 방향은 수직이다.
- Ⓛ P에서 A와 B의 가속도의 방향은 같다.

전략적 풀이 ① 원운동의 특징을 안다.

ㄱ. A는 지구 주위를 공전하는 원운동을 하므로 운동 방향이 계속 바뀐다. 즉 속도가 계속 바뀌는 운동을 한다.

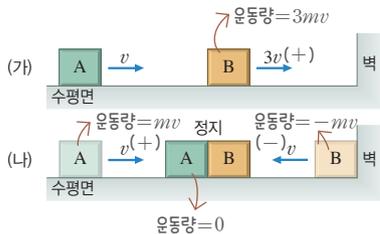
② 원운동을 하는 물체에 작용하는 힘의 방향과 운동 방향을 안다.

ㄴ. 원운동을 하는 물체에 작용하는 힘의 방향은 원의 중심 방향이고, 운동 방향은 원 궤도의 접선 방향이다. 즉, 지구 주위를 공전하는 A에 작용하는 중력의 방향은 운동 방향과 수직이다.

③ 물체에 작용하는 중력의 방향은 항상 지구 중심 방향임을 안다.

ㄷ. P에서 A, B는 같은 위치에 있으므로 두 물체에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심 방향으로 같다. 물체는 중력에 의해 가속되므로 P에서 A, B의 가속도의 방향은 지구 중심 방향으로 같다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



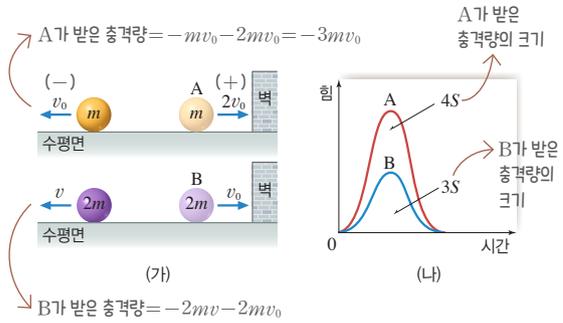
전략적 풀이 ① B가 벽으로부터 받은 충격량을 구한다.

물체 A, B의 질량을 m 이라고 하자. B의 처음 운동 방향을 (+)라고 하면 B의 처음 운동량은 $+3mv$ 이고, 벽과 충돌 후 운동량은 $-mv$ 이다. 이때 B가 벽으로부터 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 $-mv - (3mv) = -4mv$ 이다. 따라서 B가 벽으로부터 받은 충격량의 크기 $I_1 = 4mv$ 이다.

② A가 B로부터 받은 충격량을 구한다.

A의 처음 운동량은 $+mv$ 이고, A가 B와 충돌 후 정지하므로 나중 운동량은 0이다. 따라서 A가 B로부터 받은 충격량의 크기 $I_2 = |0 - (mv)| = mv$ 이므로 $I_1 : I_2 = 4mv : mv = 4 : 1$ 이다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



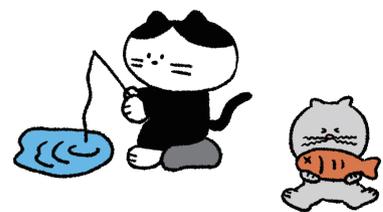
전략적 풀이 ① 충격량은 운동량의 변화량과 같음을 안다.

A의 운동량의 변화량은 $-mv_0 - 2mv_0 = -3mv_0$ 이므로 A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $3mv_0$ 이고, B의 운동량의 변화량은 $-2mv - 2mv_0$ 이므로 B가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $2mv + 2mv_0$ 이다.

② 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량임을 안다.

A, B가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 각각 $4S$, $3S$ 이므로 $3mv_0 = 4S$ 이고, $2mv + 2mv_0 = 3S$ 이다. 두 식을 연립하여 풀

면 $\frac{3mv_0}{4} = \frac{2mv + 2mv_0}{3}$ 에서 $9mv_0 = 8mv + 8mv_0$ 이다. 따라서 $mv_0 = 8mv$ 이므로 $v = \frac{1}{8}v_0$ 이다.



3 생명 시스템

01 / 생명 시스템의 기본 단위

개념 확인 문제

188쪽

- 1 생명 시스템 2 기관 3 핵 4 라이보솜 5 골지체
6 엽록체 7 미토콘드리아 8 세포막 9 세포벽

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ 2 (1) × (2) ○ (3) × 3 엽록체, 세포벽 4 A: 엽록체, B: 핵, C: 라이보솜, D: 미토콘드리아, E: 세포막 5 C 6 (가) A (나) D 7 ㉠ 핵, ㉡ 라이보솜, ㉢ 소포체, ㉣ 골지체

- (1) 지구상의 모든 생명체는 지구시스템의 생물권에 속한다.
(2) 생명체는 몸을 구성하는 여러 요소가 있고, 이들이 상호작용하여 생명 현상을 나타내는 생명 시스템이다.
(3) 세포는 생명체를 구성하는 기본 단위이며, 세포 또한 여러 세포소기관의 상호작용으로 생명 현상을 나타내는 하나의 생명 시스템이다.
(4) 세포막은 세포를 둘러싸 세포 내부를 외부와 효과적으로 분리하여 물질의 출입을 조절한다.
- (1) 조직(㉠)은 모양과 기능이 비슷한 세포들로 구성된다.
(2) 기관(㉡)은 여러 조직으로 구성되며, 일정한 형태를 가지고 특정 기능을 수행한다.
(3) 기관(㉢)은 식물과 동물에 공통적으로 있는 구성 단계이다. 식물에만 있는 구성 단계는 조직계, 동물에만 있는 구성 단계는 기관계이다.
- 엽록체와 세포벽은 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있는 세포소기관이다.
- A는 광합성 장소인 엽록체, B는 유전물질이 있는 핵, C는 단백질합성 장소인 라이보솜, D는 세포호흡으로 생명활동에 필요한 에너지를 생산하는 미토콘드리아, E는 세포막이다.
- 엽록체(A), 핵(B), 미토콘드리아(D)는 막으로 둘러싸여 있지만, 라이보솜(C)은 막으로 둘러싸여 있지 않다.
- 엽록체(A)에서는 광합성으로 포도당을 합성하고, 미토콘드리아(D)는 세포호흡으로 유기물을 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 생산한다.

7 핵(㉠) 속에 있는 DNA의 유전정보에 따라 라이보솜(㉡)에서 단백질을 합성한다. 합성된 단백질은 소포체(㉢)를 거쳐 골지체(㉣)로 운반된 후 세포 밖으로 분비된다.

개념 확인 문제

191쪽

- 1 인지질 2 선택적 투과성 3 확산 4 인지질 2중층
5 막단백질 6 삼투 7 많아 8 커 9 적어 10 작아

1 A: (막)단백질, B: 인지질 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 확산
4 A: 산소, 이산화 탄소, 지방산 등, B: Na⁺, 포도당, 아미노산 등
5 (1) 많다 (2) ㉠ 낮아지고, ㉡ 높아진다 6 (1) ○ (2) × (3) ○

- 인지질 2중층을 관통하고 있는 A는 (막)단백질이고, 2중층을 형성하고 있는 B는 인지질이다.
- (1) 인지질의 머리 부분 ㉠은 친수성이고, 꼬리 부분 ㉡은 소수성이다.
(2) 인지질의 머리 부분은 물이 풍부한 세포 안쪽과 바깥쪽으로 접하고 있고, 꼬리 부분은 서로 마주 보며 배열하여 2중층을 이룬다.
(3) 인지질은 유동성이 있어 세포막의 특정한 위치에 고정되어 있지 않다.
- 물질이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 현상을 확산이라고 한다.
- (가)에서와 같이 인지질 2중층을 직접 통과하는 물질의 예로는 산소, 이산화 탄소와 같은 기체 분자와 지방산과 같은 지용성 물질이 있다. (나)와 같이 막단백질을 통해 이동하는 물질의 예로는 포도당, 아미노산과 같은 수용성 물질과 Na⁺, K⁺과 같은 전하를 띠는 이온 등이 있다.
- (1) 물 분자는 막을 통과할 수 있지만 설탕 분자는 막을 통과할 수 없으므로 삼투가 일어난다. 따라서 막을 경계로 설탕 용액의 농도가 낮은 A 쪽에서 농도가 높은 B 쪽으로 이동하는 물의 양이 B 쪽에서 A 쪽으로 이동하는 물의 양보다 많다.
(2) 삼투에 의해 A 쪽에서 B 쪽으로 이동하는 물의 양이 많으므로 일정 시간 후 A 쪽 용액의 수면은 낮아지고, B 쪽 용액의 수면은 높아진다.

- 6** (1) 적혈구를 용액 X에 넣었을 때 적혈구의 부피 변화가 나타난 것은 삼투에 의해 물이 이동하였기 때문이다.
- (2) 적혈구를 용액 X에 넣었을 때 삼투에 의해 물이 적혈구 안으로 많이 들어와 부피가 증가하였다. 삼투에 의한 물의 이동은 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 일어나므로 용액 X는 적혈구 안보다 농도가 낮다.
- (3) 물은 적혈구 안팎으로 이동하지만 적혈구의 부피가 증가한 것은 적혈구 안으로 들어온 물의 양이 적혈구 밖으로 나간 물의 양보다 많기 때문이다.

내신 만점 문제

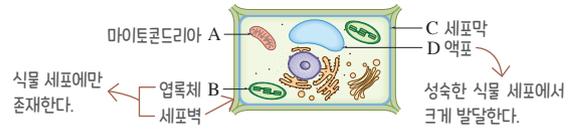
192쪽~194쪽

- 01** ④ **02** ① **03** ③ **04** ③, ⑤ **05** ⑤ **06** ④
07 골지체 **08** ④ **09** ⑤ **10** ⑤ **11** ⑤ **12** ③
13 ㄴ **14** ②, ④ **15** ① **16** ㄷ **17** 해설 참조
18 해설 참조 **19** 해설 참조

- 01** ① 세포는 여러 세포소기관으로 구성되어 있고, 이들 세포소기관이 상호작용하여 생명 현상을 나타내는 하나의 생명 시스템이다.
- ② 세포는 생명체를 구성하는 구조적·기능적 단위이다.
- ③ 생명체는 환경요인과 끊임없이 상호작용하여 생명 현상을 나타내는 생명 시스템이다.
- ⑤ 단세포생물은 세포가 곧 개체이므로 하나의 세포로 생명활동을 유지한다.
- 바로알기** ④ 세포도 하나의 생명 시스템으로, 외부 환경요인과 끊임없이 상호작용하여 생명 현상을 나타낸다.
- 02** ㄱ. 생명체를 구성하는 세포(A)는 모양, 크기, 기능이 다양하다.
- 바로알기** ㄴ. 기관(B)은 여러 조직으로 구성되며, 일정한 형태를 가지고 특정한 기능을 수행한다.
- ㄷ. C는 개체이고, 생명 시스템을 구성하는 구조적·기능적 단위는 세포(A)이다.

- 03** ㄱ. A는 조직이다. 조직은 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임이다.
- ㄴ. B는 일정한 형태를 가지고 특정한 기능을 수행하는 기관이다. 동물의 기관에는 심장, 간, 폐 등이 있다.
- 바로알기** ㄷ. C는 기관계이다. 기관계는 여러 기관이 모여 공통 기능을 하는 것으로, 식물에는 없고 동물에만 있는 구성 단계이다.

04 **표본 문제 분석**



- ③ 엽록체(B)에서는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 원료로 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.
- ⑤ 액포(D)는 물, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 성숙한 식물 세포일수록 액포가 크게 발달해 있다.
- 바로알기** ①, ② 미토콘드리아(A)에서는 세포호흡이 일어나고, 엽록체(B)에서는 광합성이 일어난다.
- ④ 세포막(C)은 인지질 2층층에 단백질이 박혀 있는 구조로, 유동성을 가진 막이다. 식물 세포의 세포막 바깥에 있는 세포벽은 단단하여 세포의 형태를 유지하고 지지하는 역할을 한다.

- 05** ㄱ. 골지체(A)는 소포체를 거쳐 운반되어 온 단백질을 막으로 싸서 세포 밖으로 분비한다.
- ㄴ. 라이보솜(B)은 아미노산을 펩타이드결합으로 연결하여 단백질을 합성한다.
- ㄷ. 핵(C) 속에는 유전정보를 저장하고 있는 유전물질인 DNA가 있다.

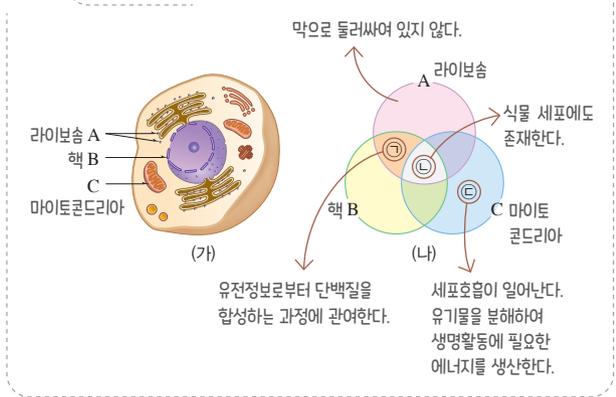
06 **표본 문제 분석**

구분	식물 세포에는 있고 동물 세포에는 없다.	동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 있다.
	엽록체	미토콘드리아
사람의 간세포 (가)	없음	있음
무궁화의 잎을 이루는 세포 (나)	있음	① 있음

- ㄴ. (가)는 엽록체가 없고 미토콘드리아는 있으므로 사람의 간세포이다.
- ㄷ. (나)는 엽록체가 있으므로 무궁화의 잎을 이루는 세포이고, 식물 세포에는 세포막 바깥에 세포벽이 있다.
- 바로알기** ㄱ. 미토콘드리아는 사람의 간세포와 무궁화의 잎을 이루는 세포에 공통적으로 있는 세포소기관이므로 ①은 '있음'이다.

07 막 구조를 갖고, 납작한 주머니가 포개진 모양으로 물질의 분비에 관여하는 세포소기관은 골지체이다.

08 — **꼼꼼 문제 분석**



나. ㉠은 리보솜(A), 미토콘드리아(C), 핵(B)의 공통적인 특징으로, '식물 세포에도 존재한다.'는 ㉠에 해당한다.

다. 세포호흡은 미토콘드리아(C)에만 해당하는 특징이다.

바로알기 ㄱ. '펩타이드결합이 일어난다.'는 리보솜(A)에는 해당하지만 핵(B)에는 해당하지 않는 특징이므로 ㉡에 해당하지 않는다.

09 — **꼼꼼 문제 분석**

특징	세포소기관	특징의 개수
• 세포호흡이 일어난다. → 미토콘드리아	A 리보솜	1
• 동물 세포에 존재한다. → 리보솜, 미토콘드리아, 소포체	B 소포체	2
• 막으로 둘러싸여 있다. → 소포체, 미토콘드리아	C 미토콘드리아	3

(가)

(나)

ㄱ. A가 갖는 특징의 개수는 1개이므로 A는 리보솜이다.

나. 리보솜(A)에서 합성된 단백질은 소포체(B)를 거쳐 골지체로 이동한다. 따라서 소포체(B)는 세포 내 물질 이동에 관여한다.

다. 미토콘드리아(C)는 유기물의 화학 에너지를 생명활동에 사용하는 형태의 화학 에너지(ATP)로 전환한다.

10 ㄱ. 세포막의 주성분은 인지질과 단백질이다.

나, 다. 세포막은 물질의 종류, 크기 등에 따라 투과도가 다른 선택적 투과성이 있어 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절한다.

11 A는 인지질이고, B는 단백질이다. ㉠은 인지질의 소수성 꼬리 부분이고, ㉡은 인지질의 친수성 머리 부분이다.

① 단백질(B)은 리보솜에서 합성된다.

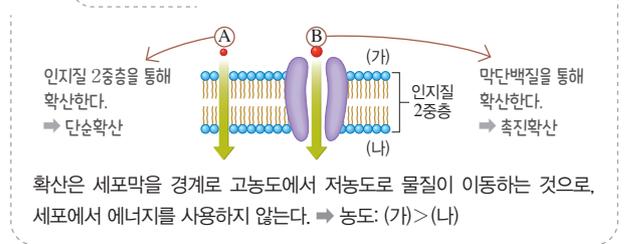
② 막을 관통하고 있는 단백질(B) 중에는 수용성 물질이나 전하를 띠는 물질의 이동에 관여하는 것이 있다.

③ 세포막에서 인지질은 유동성이 있으므로 단백질(B)도 위치가 고정되어 있지 않고 바뀔 수 있다.

④ 인지질의 ㉠은 소수성이어서 안쪽으로 마주 보며 배열하고, ㉡은 친수성이어서 바깥쪽으로 향한다.

바로알기 ⑤ 수용성 물질은 인지질 2중층의 소수성 부분을 투과하기 어려워 막단백질을 통해 세포막을 투과한다.

12 — **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 확산은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 물질이 이동하는 현상이므로 A의 농도는 (가)에서 (나)에서보다 높다.

나. 인지질 2중층을 통해 이동하는 물질 A의 예로는 산소, 이산화탄소 등이 있다. 막단백질을 통해 확산하는 B의 예로는 포도당, 아미노산, 전하를 띠는 이온인 Na^+ 등이 있다.

바로알기 ㄷ. 포도당, 아미노산과 같은 비교적 분자 크기가 작은 수용성 물질은 막단백질을 통해 이동하지만, 단백질과 같은 고분자 물질은 세포막을 통해 확산하지 못하고 막으로 싸여 이동한다.

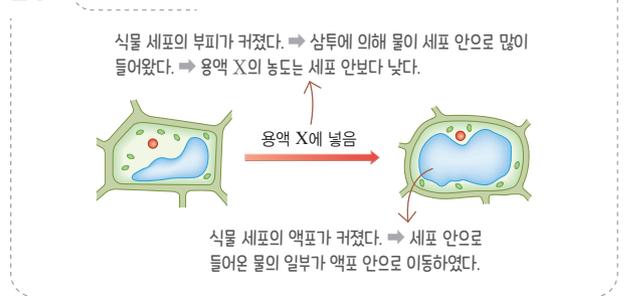
13 (가)는 막단백질을 이용하므로 막단백질을 통한 촉진확산이고, (나)는 인지질 2중층을 통한 단순확산이다.

나. 확산이 일어날 때에는 세포에서 에너지를 사용하지 않는다.

바로알기 ㄱ. 확산은 물질이 용액의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 현상이므로 ㉠은 '고농도 → 저농도'이다.

ㄷ. 산소, 이산화탄소와 같은 기체 분자가 세포막을 통해 이동할 때에는 세포막의 인지질 2중층을 통해 확산한다.

14 — **꼼꼼 문제 분석**



② 세포의 부피는 (나)에서가 (가)에서보다 큰 것으로 보아 물이 세포 안으로 많이 들어왔음을 알 수 있다. 따라서 세포의 질량은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

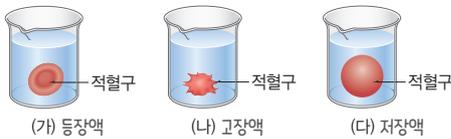
④ 물이 세포 안으로 많이 들어와 세포액의 농도가 낮아지면 세포질로부터 액포로 이동하는 물의 양이 증가하여 세포액의 농도가 지나치게 낮아지지 않게 한다. 따라서 액포의 부피는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

바로알기 ① 식물 세포를 용액 X에 넣었을 때 세포의 부피가 증가하였으므로 X의 농도는 (가)의 세포 안보다 낮다.

③ 세포 안으로 물이 많이 들어오면 세포액의 농도는 낮아진다. 따라서 세포액의 농도는 (나)에서가 (가)에서보다 낮다.

⑤ 식물 세포를 X에 넣으면 물은 세포 안팎으로 이동하지만, 세포 안으로 이동하는 물의 양이 세포 밖으로 이동하는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 증가한다.

15 **포집 문제 분석**



- (가) 소금물의 농도 = 적혈구 안의 농도 → 적혈구의 부피가 변하지 않았다.
- (나) 소금물의 농도 > 적혈구 안의 농도 → 적혈구에서 물이 많이 빠져나가 적혈구가 쪼그러들었다.
- (다) 소금물의 농도 < 적혈구 안의 농도 → 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구가 부풀었다.

ㄱ. 소금물의 농도는 적혈구의 부피가 증가한 (다)가 가장 낮고, 부피가 감소한 (나)가 가장 높으므로 (다) < (가) < (나)이다.

바로알기 ㄴ. (가)의 적혈구에서 부피가 변하지 않은 것은 적혈구의 세포막을 통한 물의 이동이 없기 때문이 아니라 적혈구 안팎으로 이동하는 물의 양이 같기 때문이다.

ㄷ. 적혈구를 (다)에 넣었을 때 물이 세포 안으로 많이 들어와 적혈구의 부피가 증가하였으므로 적혈구의 세포액 농도는 (다)에 넣기 전보다 낮아진다.

16 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 삼투가 일어나 물이 이동하여 나타나는 현상이다.

바로알기 ㄷ. 작은창자에서는 수용성 물질인 아미노산이 세포막의 막단백질을 통해 확산한다.

17 이산화 탄소와 물을 원료로 포도당을 합성하는 광합성은 엽록체에서 일어난다. 포도당과 같은 수용성 물질은 세포막의 막단백질을 통해 확산하고, 산소나 이산화 탄소와 같은 기체 분자는 세포막의 인지질 2중층을 통해 확산한다.

모범 답안 (1) 엽록체

(2) 이산화 탄소와 산소는 세포막의 인지질 2중층을 통해 용액의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다.

채점 기준	배점
(1) 엽록체를 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 이산화 탄소와 산소의 이동 방식을 옳게 서술한 경우	60 %
	이산화 탄소와 산소가 확산한다고만 서술한 경우

18 (가)와 (나)는 모두 물질의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산하는 것을 나타낸 것이다. 확산은 분자가 스스로 운동하여 이동하는 현상이므로 세포에서 에너지를 사용하지 않고 일어난다.

모범 답안 세포막을 경계로 물질이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동한다. 물질이 이동하는 데 세포에서 에너지를 사용하지 않는다.

채점 기준	배점
공통점 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
공통점 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

19 양파 표피세포의 모습이 변한 것은 삼투에 의해 물이 이동했기 때문이다. 삼투는 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동하는 것이므로 (가)는 (나)보다 설탕의 농도가 더 높다. (가)는 세포액보다 농도가 높아서 (가)에 넣어 둔 양파 표피세포는 물이 많이 빠져나가 세포질의 부피가 줄어들면서 세포막이 세포벽에서 분리되었다.

모범 답안 (1) (가), (가)에 넣어 둔 것이 (나)에 넣어 둔 것보다 양파 표피세포의 세포질이 많이 줄어들었기 때문이다.

(2) (가)는 양파 표피세포 안보다 농도가 높아 삼투에 의해 세포에서 물이 많이 빠져나가면서 세포막이 세포벽에서 분리되었다.

채점 기준	배점	
(1) (가)라고 쓰고, 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40 %	
	(가)라고만 쓴 경우	20 %
(2) 삼투에 의한 물의 이동 방향 및 세포의 모양 변화를 옳게 서술한 경우	60 %	
	삼투에 의해 물이 이동하였기 때문이라고만 서술한 경우	40 %
	세포막이 세포벽에서 분리(원형질분리)되었다고만 서술한 경우	20 %

실력 UP 문제

195쪽

- 01 ⑤ 02 ② 03 ① 04 ③

01 — **꼼꼼 문제 분석**

구분	A 기관계	B	C
(가) 장미	㉠ 없음	㉡ 있음	? 있음
(나) 개	? 있음	? 있음	㉢ 있음

개는 조직, 기관, 기관계가 모두 '있음'이고, 장미는 조직, 기관은 '있음'이지만 기관계는 '없음'이다.
 → 개는 ㉠이나 ㉡ 중 한 가지만 있어야 하지만, 장미는 ㉠과 ㉡이 모두 있을 수 있다.
 → ㉠과 ㉡이 모두 있는 (가)는 장미이고, (나)는 개이다. 개에 있는 ㉢이 '있음'이고 ㉠은 '없음'이며, 장미에 없는 A는 기관계이다.

- ㄱ. '있음'과 '없음'이 모두 있는 (가)는 장미이고, (나)는 개이다. (가)와 (나)에 모두 ㉢이 있으므로 ㉢은 '있음'이고 ㉠은 '없음'이다. 장미(가)에 없는 A는 기관계이다.
- ㄴ. 장미(가)는 식물이므로 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직체 → 기관 → 개체이고, 구성 단계 중 조직체가 있다.
- ㄷ. 기관계(A)는 여러 기관이 모여 공통 기능을 하는 것이므로 여러 기관으로 구성된다.

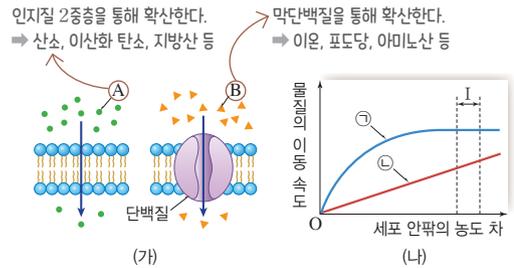
02 — **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
소포체	×	?○	㉠○	• 포도당을 합성한다. 엽록체 → ㉠
라이보솜 A	×	㉡○	?×	• 식물 세포에 존재한다. 소포체, 엽록체, 라이보솜 → ㉡
엽록체 B	㉢○	?○	×	• 합성된 단백질을 세포의 다른 곳으로 운반한다. 소포체 → ㉢

(○: 있음, ×: 없음)

- ㄴ. '식물 세포에 존재한다.'와 '합성된 단백질을 세포의 다른 곳으로 운반한다.'는 모두 소포체에 해당하는 특징이므로 ㉠은 '○'이다. '합성된 단백질을 세포의 다른 곳으로 운반한다.'는 소포체에만 해당하는 특징이므로 ㉢이고, '식물 세포에 존재한다.'는 ㉡이다. ㉠은 소포체, 엽록체, 라이보솜에 모두 해당하는 특징이므로 ㉡은 '○'이다. '포도당을 합성한다.'는 ㉠이고, ㉠은 엽록체에만 해당하는 특징이므로 B가 엽록체, A가 라이보솜이며, ㉢은 '○'이다.
- ㄱ. 라이보솜(A)은 유전정보에 따라 아미노산을 펩타이드결합으로 연결하여 단백질을 합성하는 장소이다. 단백질합성이 일어날 때에는 세포질에 존재하는 아미노산을 이용하는 것이지 라이보솜에서 아미노산이 합성되는 것은 아니다.
- ㄷ. 엽록체(B)는 광합성이 일어나는 장소로, 이 과정에서 이산화탄소를 흡수하고, 산소를 방출한다.

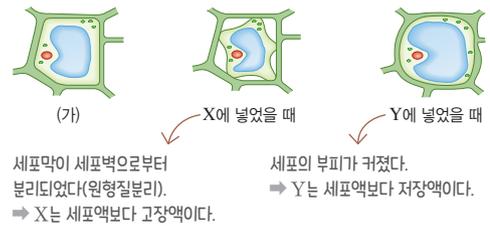
03 — **꼼꼼 문제 분석**



- ㉠: 세포 안팎의 농도 차가 클수록 물질의 이동 속도가 계속 증가한다. → A의 이동 속도
- ㉡: 세포 안팎의 농도 차가 클수록 물질의 이동 속도가 계속 증가하다가 어느 정도 이상에서는 더 이상 증가하지 않는다. → B의 이동 속도

- ㄱ. 산소, 이산화 탄소와 같은 기체 분자는 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산한다. 따라서 모세혈관에서 허파파리(폐포)로 이산화 탄소가 이동할 때는 A와 같은 방식으로 이동한다. **바로알기** ㄴ. ㉡은 세포 안팎의 농도 차에 비례하여 물질 이동 속도가 계속 증가하므로 인지질 2중층을 통해 확산하는 A의 이동 속도를 나타낸 것이다.
- ㄷ. 포도당, 아미노산과 같은 수용성 물질과 Na⁺, K⁺과 같은 전하를 띠는 물질은 막단백질을 통해 확산한다. ㉠은 막단백질을 통해 이동하는 B의 이동 속도를 나타낸 것이다. ㉠의 구간 I에서는 B의 이동에 관여하는 막단백질이 모두 B를 이동시키고 있어 세포 안팎의 농도 차가 증가하여도 이동 속도가 더 이상 증가하지 않는다.

04 — **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. 용액의 설탕 농도는 X가 세포액보다 높고, Y는 세포액보다 낮으므로 용액의 설탕 농도는 X가 Y보다 높다.
- ㄴ. (가)를 X에 넣었을 때 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나가 세포질의 부피가 감소하여 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 원형질분리가 일어났다. **바로알기** ㄷ. 물 분자는 세포막을 통과하지만, 설탕 분자는 세포막을 통과하지 않는다. (가)를 X에 넣었을 때보다 Y에 넣었을 때 액포의 부피가 커진 것은 액포 안으로 이동하는 물의 양이 많기 때문이다.

02 / 생명 시스템에서의 화학 반응

개념 확인 문제

198쪽

- 1 물질대사 2 효소 3 동화 4 이화 5 흡수
6 방출 7 활성화에너지 8 기질특이성 9 재사용

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 (1) L, C, B (2) G, R, M 3 (1) × (2) ○ (3) ○ 4 A: 반응물, B: 효소, C: 생성물, D: 생성물
5 기질특이성 6 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

- 1** (1) 물질대사는 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응이다.
(2) 물질대사가 일어날 때는 반드시 에너지가 흡수되거나 방출된다.
(3) 물질대사에는 생체촉매인 효소가 관여한다.
- 2** (1) 동화작용은 작고 간단한 분자로 크고 복잡한 분자를 합성하는 반응으로, 에너지를 흡수하며, 그 예로는 단백질합성이 있다.
(2) 이화작용은 크고 복잡한 분자를 작고 간단한 분자로 분해하는 반응으로, 에너지를 방출하며, 그 예로는 세포호흡이 있다.
- 3** (1) 효소는 활성화에너지를 낮추어 주므로 ㉠과 ㉡ 중 효소가 있을 때의 반응 경로는 활성화에너지가 작은 ㉡이다.
(2) 효소가 있을 때의 활성화에너지는 B이고, 효소가 없을 때의 활성화에너지는 A이다.
(3) C는 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열로, 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.
- 4** B는 반응 전후에 변화가 없으므로 효소이고, 효소와 결합하는 A는 반응물이며, C와 D는 A가 분해되어 형성된 생성물이다.
- 5** 효소가 구조가 맞는 특정 반응물에만 작용하는 특성을 기질 특이성이라고 한다.
- 6** (1) 효소는 생명체 밖에서도 작용하여 식품, 생활용품, 의약품 등 다양한 분야에 활용된다.
(2) 효소는 반응물과 결합하여 효소기질복합체를 형성하여 활성화에너지를 낮춘다.
(3) 효소는 촉매로서 반응 전후에 구조와 성질이 변하지 않는다.
(4) 식체를 만들 때에는 엽기름 속에 들어 있는 녹말분해효소인 아밀레이스가 활용된다.

완자샘 비법 특강

199쪽

- Q1** 반응물을 더 넣어 준다. **Q2** 효소를 더 넣어 준다.
Q3 S_1 일 때와 S_2 일 때 활성화에너지는 같다. **Q4** 2a일 때가 a일 때의 2배이다. **Q5** a일 때와 2a일 때 모두 0으로 같다.
Q6 a일 때와 2a일 때 활성화에너지는 같다.

- Q1** 반응물의 농도가 S_1 일 때에는 일부 효소만 반응물과 결합한 상태이므로 반응물을 더 넣어 주면 초기 반응 속도를 증가시킬 수 있다.
- Q2** 반응물의 농도가 S_2 일 때는 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이므로 반응물의 농도를 높여도 초기 반응 속도가 더 이상 증가하지 않는다. 이와 같이 반응물의 양이 충분할 때에는 효소의 농도를 높이면 초기 반응 속도를 증가시킬 수 있다.
- Q3** 동일한 효소의 반응에서는 반응물의 농도에 관계없이 반응의 활성화에너지가 같다.
- Q4** 반응물의 농도가 S_1 일 때 초기 반응 속도는 효소의 농도가 2a일 때가 a일 때의 2배이므로 단위 시간당 생성되는 효소기질 복합체의 양도 2a일 때가 a일 때의 2배이다.
- Q5** 반응물의 농도가 S_2 일 때는 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이다. 반응물과 결합한 효소의 양은 효소의 농도가 2a일 때가 a일 때보다 많지만, 반응물과 결합하지 않은 효소의 양은 효소의 농도가 a일 때와 2a일 때 모두 0이다.
- Q6** 동일한 효소의 반응에서는 효소의 농도에 관계없이 반응의 활성화에너지가 같다.

내신 만점 문제

200쪽~202쪽

- 01** G, L, C **02** G, L **03** ⑤ **04** ②, ④ **05** ⑤
06 ③ **07** ⑤ **08** ① **09** ② **10** ⑤ **11** ①
12 ③ **13** ④ **14** ② **15** ④ **16** 해설 참조
17 해설 참조 **18** 해설 참조

01 ㄱ. 물질대사는 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응으로, 물질을 합성하는 동화작용과 물질을 분해하는 이화작용으로 구분한다.

ㄴ. 물질대사는 화학 반응이므로 반드시 에너지가 흡수되거나 방출되는 에너지의 출입이 일어난다.

ㄷ. 생명체는 효소에 의해 물질대사가 원활하게 일어남으로써 생명 시스템을 유지한다.

02 (가)는 반응이 한 번에 일어나므로 연소이고, (나)는 반응이 단계적으로 일어나므로 세포호흡이다.

ㄱ. 생명체 내에서 일어나는 물질대사에는 효소가 관여한다. 따라서 효소가 관여하는 반응은 (나)이다.

ㄴ. 연소(가)는 400 °C 이상의 고온에서 일어나고 세포호흡(가)은 체온 범위에서 일어난다.

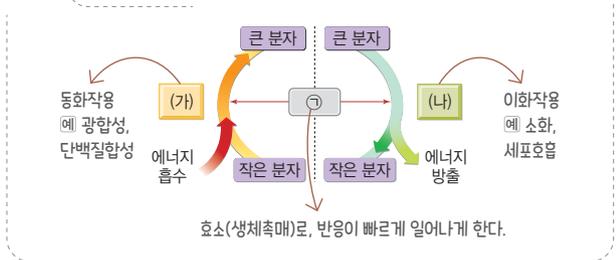
바로알기 ㄷ. 포도당 한 분자가 가진 에너지양은 같고, 생성물도 같으므로 방출되는 에너지의 총량은 연소(가)에서와 세포호흡(나)에서가 같다.

03 ㄱ. X는 작고 간단한 분자인 아미노산으로 크고 복잡한 폴리펩타이드를 합성하는 반응이므로 동화작용에 속한다.

ㄴ. 동화작용이 일어날 때에는 에너지가 흡수된다.

ㄷ. X는 아미노산 사이에 펩타이드결합이 일어나 폴리펩타이드가 되는 단백질합성 과정이다. 단백질합성은 라이보솜에서 일어난다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



② (나)는 큰 분자를 작은 분자로 분해하는 이화작용이며, 예로는 소화와 세포호흡 등이 있다.

④ ㉠은 생체촉매인 효소로, 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나게 한다.

바로알기 ① (가)는 작은 분자로 큰 분자를 합성하는 동화작용이다.

③ 동화작용(가)에서는 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 작아서 에너지가 흡수된다.

⑤ 화학 반응은 생명체 밖에서도 일어나지만, 동화작용과 이화작용 같은 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 화학 반응만을 일컫는다.

05 ㄱ, ㄴ. 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크다. 따라서 반응이 진행되면 에너지가 방출되므로, 이 반응은 이화작용에 해당한다.

ㄷ. 세포호흡은 유기물을 이산화 탄소와 물로 분해하는 반응으로 이화작용에 속하고, 그림과 같은 에너지 변화가 일어난다.

06 ㄱ. (가)는 광합성이고, (나)는 세포호흡이다. (가)와 (나)에는 모두 효소가 관여한다.

ㄴ. 광합성(가)은 빛에너지를 흡수하는 반응이고, 세포호흡(나)은 포도당에 저장된 에너지가 방출되는 반응이다.

바로알기 ㄷ. 광합성(가)은 엽록체에서, 세포호흡(나)은 주로 미토콘드리아에서 일어난다.

07 ① 효소의 주성분은 단백질이다.

②, ③ 효소는 그 구조에 맞는 반응물과 결합하여 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 한다.

④ 효소의 주성분인 단백질은 종류에 따라 고유의 입체 구조를 가진다.

바로알기 ⑤ 효소의 반응 속도는 어느 정도까지는 반응물의 농도가 높아질수록 증가하다가 모든 효소가 반응물과 결합하는 수준 이상에서는 반응 속도가 더 이상 증가하지 않고 일정해진다.

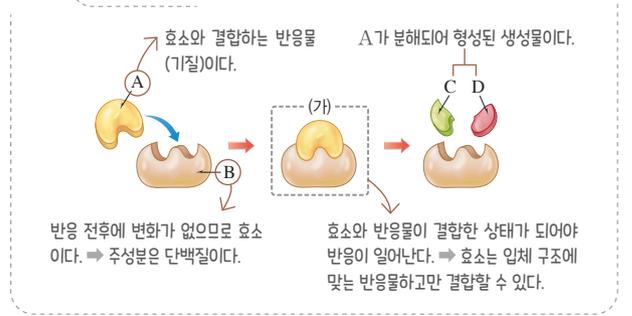
08 효소가 있을 때가 없을 때보다 활성화에너지가 작으므로 ㉠이 있을 때의 반응 경로는 ㉡이고, ㉠이 없을 때의 반응 경로는 ㉢이다.

ㄱ. 카탈레이스는 과산화 수소의 분해를 촉진하는 효소 ㉠에 해당한다.

바로알기 ㄴ. A는 ㉠이 없을 때의 활성화에너지이고, B는 ㉠이 있을 때의 활성화에너지이다. 따라서 'A - B'는 효소에 의해 감소한 활성화에너지의 크기이다.

ㄷ. 과산화 수소는 물, 산소보다 반응열(C)만큼 에너지가 크므로 과산화 수소의 에너지 크기는 물, 산소의 에너지에 반응열(C)을 더한 값과 같다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. (가)는 효소와 반응물이 결합한 것으로 효소기질복합체이다. 효소는 (가) 상태에서 활성화에너지를 낮추어 반응을 촉진한다.

바로알기 ㄱ. B는 효소이다.

ㄷ. 반응이 진행됨에 따라 반응물(A)의 양은 감소하고, 생성물(C와 D)의 양은 증가한다. 그러나 촉매 역할을 하는 효소(B)의 양은 반응 전후에 변하지 않고 일정하다.

10 ㄱ. 과산화 수소가 분해되면 산소 기체가 발생한다. (나)에서 감지침을 넣은 시험관에서는 기포가 발생하였으므로 감지침에는 과산화 수소 분해를 촉진하는 물질이 있다.

ㄴ. (나)의 A에서 발생한 기포의 성분은 과산화 수소가 분해되어 생성된 산소이다.

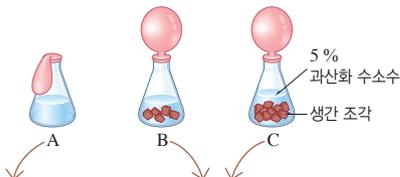
ㄷ. (나)의 반응이 끝난 후에도 A에는 감지침의 효소가 남아 있으므로 (다)에서 과산화 수소수를 더 넣으면 기포가 발생한다. 따라서 ㉠은 '기포가 발생함'이다.

11 **꼼꼼 문제 분석**

A와 B의 차이점은 생간 조각의 유무이다. B와 C의 차이점은 생간 조각의 양이다. B보다 C에 효소의 양이 많다.
 즉, A에는 효소가 없고, B에는 효소가 있다. → 간에는 과산화 수소 분해를 촉진하는 카탈레이스가 있다.

삼각 플라스크	A	B	C
과산화 수소수(mL)	100	100	100
생간 조각(개)	0	5	10

[실험 결과 예상]



효소가 없으므로 과산화 수소의 분해가 거의 일어나지 않아 고무풍선이 부풀지 않는다.

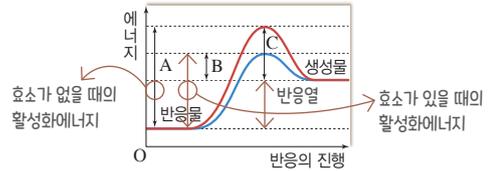
카탈레이스에 의해 과산화 수소가 물과 산소로 분해되어 고무풍선이 부풀다. → 산소 기체 총 발생량은 B와 C에서 같지만, 효소의 농도가 높을수록 반응 속도가 빠르므로 B보다 C에서 고무풍선이 더 빠르게 부풀다.

ㄱ. A에는 생간 조각을 넣지 않고, B에는 생간 조각을 넣었다. 간에는 과산화 수소의 분해를 촉진하는 효소가 있으므로 A보다 B에서 과산화 수소의 분해가 촉진되어 일정 시간 동안 발생한 산소 기체의 양이 많고, 그에 따라 고무풍선은 A보다 B에서 많이 부풀 것이다.

바로알기 ㄴ. 생간 조각을 B에는 5개 넣고, C에는 10개 넣었으므로 산소 발생 속도는 B보다 C에서 빠르다. 생성물의 총량은 반응물의 총량에 의해 결정되며, B와 C에 넣어 준 과산화 수소수의 농도와 양은 같으므로 발생한 기체의 총량은 B와 C에서 같다.

ㄷ. 삶은 간 속 카탈레이스는 변성되어 촉매 기능을 잃는다. 따라서 생간 대신 삶은 간으로 같은 실험을 하면 고무풍선이 부풀지 않으므로 A의 결과와 같을 것이다.

12 **꼼꼼 문제 분석**



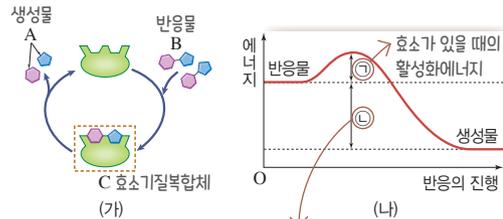
- 반응물의 에너지 < 생성물의 에너지 ⇒ 흡열 반응이다. ⇒ 동화작용이다.
- 반응열: 반응물과 생성물의 에너지 차이 ⇒ 반응열의 크기: A - C

ㄱ. 반응물보다 생성물의 에너지가 크므로 이 반응은 물질의 합성 반응이고, 반응물보다 생성물이 크고 복잡한 분자이다.

ㄷ. 반응열은 반응물과 생성물의 에너지 차이로, 'A - C'이다.

바로알기 ㄴ. 효소가 있을 때의 활성화에너지는 'A - C + B'로 나타낼 수 있다.

13 **꼼꼼 문제 분석**



큰 분자가 작은 분자로 분해되는 이화 작용이며, (나)로 알 수 있듯이 반응이 일어날 때 에너지를 방출하는 반응이다. ⇒ 에너지 크기: A < B

반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이다. ⇒ 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.

ㄱ. 이 반응은 B가 A로 되는 반응이므로 A는 생성물이고, B는 반응물이다.

ㄷ. ㉠은 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이다. 효소의 유무에 관계없이 반응열은 일정하다.

바로알기 ㄴ. 효소는 활성화에너지를 낮추므로 효소가 없으면 ㉠의 크기는 커진다.

14 ① 혈액 응고, ③ 영양소의 소화, ④ 광합성, ⑤ 암모니아를 요소로 전환하는 반응은 모두 물질대사로, 효소가 관여한다.

바로알기 ② 모세혈관에서 조직세포로 산소가 이동하는 것은 확산으로 분자 운동에 의해 일어나며, 효소는 관여하지 않는다.

15 ① 미생물의 효소를 이용하여 김치와 된장과 같은 발효식품을 만든다.

② 식혜를 만들 때는 엿기름의 아밀레이스가 밥 속의 녹말을 엿당으로 분해하는 반응을 이용한 것이다.

③ 키위즙에는 단백질분해효소가 있어 고기를 연하게 만든다.

⑤ 혈당 측정기에는 포도당 산화효소가 있어 혈액 속의 포도당 양을 측정한다.

바로알기 ④ 감자를 삶을 때 작게 자르면 부피에 대한 표면적 비가 커져서 빨리 익는다.

16 이 효소는 A와 B가 결합하여 C가 되는 반응을 촉진한다. 작은 분자인 반응물이 결합하여 큰 분자인 생성물이 되는 동화작용이다.

모범 답안 동화작용. 동화작용은 작은 분자로 큰 분자를 합성하는 반응으로, 반응물(A와 B)의 에너지는 생성물(C)의 에너지보다 작다. 따라서 이 반응이 일어날 때에는 에너지가 흡수된다.

채점 기준	배점
동화작용이라고 쓰고, 에너지 출입을 반응물과 생성물의 에너지와 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
동화작용이라고 쓰고, 에너지가 흡수된다고만 서술한 경우	60 %
동화작용이라고만 쓴 경우	30 %

17 (1), (2) 효소는 반응물과 결합하여 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 하며, 구조가 맞는 반응물에만 작용하는 기질특이성이 있다. 효소의 주성분은 단백질이므로 고온에서는 구조가 변하여 반응물과 결합할 수 없게 된다. 따라서 삶은 감자 조각을 넣은 시험관에서는 기포가 발생하지 않는다.

(3) 효소는 반응 전후에 변하지 않아 재사용되는데, 이것은 반응이 끝난 시험관에 반응물을 추가했을 때 다시 반응이 진행되는 것으로 확인할 수 있다.

모범 답안 (1) A에서는 반응이 느리게 일어나 기포가 발생하지 않으며, B에서는 효소가 활성화에너지를 낮추어 반응을 촉진하므로 기포가 발생한다.

(2) 효소의 주성분인 단백질은 고온에서 입체 구조가 변한다. 따라서 삶은 감자 조각 속 카탈레이스는 변성되어 반응물과 결합하지 못하므로 C에서는 기포가 발생하지 않는다.

(3) 기포 발생이 끝난 시험관 B에 과산화 수소수를 더 넣고 기포가 다시 발생하는지 관찰한다.

채점 기준	배점
(1) 효소는 활성화에너지를 낮추어 반응을 촉진한다는 것을 옳게 쓴 경우	30 %
	효소는 반응을 촉진한다고만 쓴 경우
(2) 효소의 단백질이 고온에서 변성된다는 것을 옳게 서술한 경우	40 %
	효소의 성분이 열에 약하기 때문이라고만 서술한 경우
(3) 실험 방법을 타당하게 서술한 경우	30 %

18 **모범 답안** 물질대사는 단계적으로 일어나고 단계마다 반응물이 달라지는데, 효소는 기질특이성이 있으므로 물질대사의 단계마다 작용하는 효소가 각기 다르기 때문이다.

채점 기준	배점
물질대사가 단계적으로 일어난다는 것과 효소는 기질특이성이 있어 단계마다 작용하는 효소가 각기 다르다는 것을 옳게 서술한 경우	100 %
물질대사가 단계적으로 일어나 다양한 종류의 효소가 필요하다고만 서술한 경우	50 %
효소는 기질특이성이 있어 많은 종류의 효소가 필요하다고만 서술한 경우	50 %

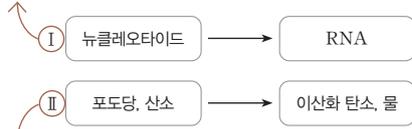
실력 UP 문제

203쪽

01 ① 02 ②, ⑤ 03 ③ 04 ①

01 - 꼼꼼 문제 분석

뉴클레오타이드가 결합하여 RNA를 합성하는 동화작용이다. 이 과정에서 에너지가 흡수된다.



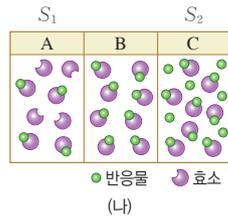
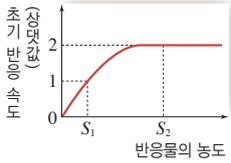
포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포호흡으로, 이화작용이다. 이 과정에서 에너지가 방출된다.

ㄱ. I은 기본 단위체인 뉴클레오타이드가 여러 개 결합하여 RNA를 합성하는 과정이므로 동화작용이다.

바로알기 ㄴ. 라이보솜에서는 아미노산을 펩타이드결합으로 연결하여 단백질을 합성하는 작용이 일어난다. DNA가 있는 핵에서 RNA가 합성되는 전사가 일어난다.

ㄷ. II는 세포호흡으로, 단계적으로 일어나며, 단계마다 반응물이 다르므로 여러 종류의 효소가 관여한다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



- S₁일 때 반응물의 농도가 증가하면 초기 반응 속도가 증가하므로 반응물과 결합하지 않은 효소가 있다. → A → 반응물을 첨가하면 초기 반응 속도가 증가한다.
- S₂일 때 반응물의 농도가 증가해도 초기 반응 속도는 일정하므로 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이며, 효소와 결합하지 않은 반응물이 있다. → C → 효소를 첨가하면 초기 반응 속도가 증가한다.

② 초기 반응 속도는 효소기질복합체의 형성 속도에 의해 결정되며, 초기 반응 속도가 빠를수록 생성물의 생성 속도가 빠르다. 따라서 생성물의 생성 속도는 S₂일 때가 S₁일 때보다 빠르다.

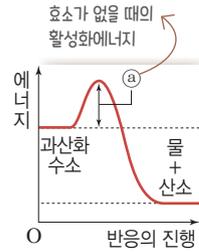
⑤ S₂일 때는 모든 효소가 반응물과 결합하고 있지만 S₁일 때는 일부 효소만 반응물과 결합하고 있다. 따라서 반응물과 결합하고 있는 효소의 비율은 S₂일 때가 S₁일 때보다 높다.

바로알기 ① S₁일 때에는 반응물의 농도가 증가하면 초기 반응 속도가 증가하므로 반응물과 결합하지 않은 효소가 있는 상태이다. 따라서 효소와 반응물의 결합 정도는 A이다.

③ 같은 효소가 관여하는 반응에서는 효소의 농도나 반응물의 농도에 관계없이 반응의 활성화에너지가 같다.

④ S₂일 때의 효소와 반응물의 결합 정도는 효소와 결합하지 않은 반응물이 있는 C이다. 따라서 반응물의 농도를 높여도 반응 속도는 2로 일정하며, 반응 속도를 증가시키기 위해서는 효소의 농도를 높여야 한다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



시험관	㉠	㉡	기포 발생 결과
A	2 mL	-	발생하지 않음
B	-	2 mL	발생함

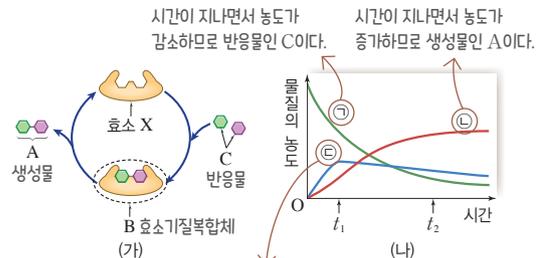
과산화 수소의 분해로 발생한 산소 기체로 인해 기포가 발생한다. → ㉠은 중류수, ㉡은 카탈레이스가 있는 감자즙이다.

ㄱ. 과산화 수소가 분해되면 산소 기체가 발생한다. ㉠을 넣은 시험관 A에서는 기포가 발생하지 않고, ㉡을 넣은 시험관 B에서는 기포가 발생하였으므로 B에서 과산화 수소가 분해되었다. 이는 ㉡에 과산화 수소의 분해를 촉진하는 물질(카탈레이스)이 들어 있기 때문이므로 ㉠은 중류수, ㉡은 감자즙이다.

ㄴ. 감자즙(㉡)에 들어 있는 카탈레이스는 반응의 활성화에너지 (a)를 낮추어 반응이 빠르게 일어나게 한다.

바로알기 ㄷ. 과산화 수소의 분해로 발생한 기포의 성분은 산소이므로 꺼져 가는 향불을 가까이 대면 다시 타오른다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



초기에 농도가 증가한 후 일정한 수준을 유지하다가 서서히 감소하므로 효소기질복합체인 B이다.

ㄱ. 생성물(A)은 반응이 진행되면서 농도가 증가하는 ㉡이다.

바로알기 ㄴ. t₁에서 ㉢의 농도가 최대이다. ㉢은 효소와 반응물이 결합한 상태인 B이며, B의 농도가 최대인 것은 모든 효소가 반응물과 결합한 상태라는 것을 의미한다. 따라서 t₁일 때 반응물(C)을 더 첨가하더라도 ㉢의 농도는 더 이상 증가하지 않는다.

ㄷ. t₁일 때는 ㉢의 농도가 최대이므로 모든 효소가 반응물(C)과 결합한 상태이고, t₂일 때는 일부 효소가 반응물(C)과 결합하지 않은 상태이다. 따라서 반응물(C)과 결합하지 않은 X의 농도는 t₁일 때가 t₂일 때보다 낮다.

03 / 생명 시스템에서 정보의 흐름

개념 확인 문제

208쪽

- 1 DNA 2 유전자 3 형질 4 3염기조합 5 전사
6 코돈 7 번역 8 라이보솜 9 유전부호 10 단백질

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 단백질 3 ㉠ RNA, (가) 번역
4 (1) × (2) ○ (3) ○ 5 (1) ㉠ 핵, ㉡ 세포질의 라이보솜
(2) 4개 (3) UAU 6 (1) ○ (2) × (3) ×

1 (1) 유전자는 DNA의 특정 부위에 염기서열 형태로 존재한다.
(2) 한 분자의 DNA에는 수많은 유전자가 있으므로 염색체에는 유전자 여러 개가 있다.
(3) 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위를 유전자라고 하며, 유전자마다 DNA의 고유한 위치에 자리하고 있다.

2 유전자에 저장된 유전정보에 따라 단백질이 합성되고, 단백질이 작용함으로써 형질이 나타난다.

3 DNA의 유전정보는 RNA(㉠)로 전사되고, RNA의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 번역(가)이 일어난다.

4 (1) DNA의 유전부호를 3염기조합이라고 한다.
(2) RNA의 유전부호는 코돈이며, 총 64종류가 있다.
(3) 생명체의 유전부호 체계는 공통성이 있어서 대장균과 사람에서 같은 유전부호는 같은 아미노산을 지정한다.

5 (1) 사람의 세포 내에서 전사(㉠)는 핵 속에서, 번역(㉡)은 세포질에 있는 라이보솜에서 일어난다.
(2) RNA 가닥의 염기 수는 12개이고, 이로부터 합성된 단백질의 아미노산은 4개이다. 3개의 염기로 이루어진 코돈 하나가 아미노산 하나를 지정하므로 RNA 가닥에서 코돈의 개수는 4개이다.
(3) 아미노산 3을 지정하는 코돈은 UAU이다.

6 (1) 유전자 이상은 유전자를 구성하는 DNA 염기서열에 이상이 생기는 것이다.
(2) 유전자에 이상이 생기면 전사된 RNA의 코돈이 달라지고, 그에 따라 아미노산 배열 순서가 달라진 비정상 단백질이 만들어진다. 단백질은 아미노산 배열 순서에 따라 고유의 입체 구조를 가지므로 비정상 단백질은 정상 단백질과 입체 구조가 달라 제 기능을 할 수 없다.

(3) 낫모양적혈구빈혈증은 헤모글로빈 유전자의 염기 1개가 바뀌어 RNA의 코돈 1개도 바뀌고 이로 인해 헤모글로빈의 아미노산 1개가 바뀌게 된 것이다. DNA의 염기서열이 바뀌었지만 전사와 번역 과정이 일어나 비정상 헤모글로빈이 만들어진다.

완자샘 비법 특강

209쪽

Q1 ㉠ CGTGGTTATTGG, ㉡ CGUGGUUAUUGG, ㉢ 아르지닌 - 글라이신 - 타이로신 - 트립토판

Q2 ㉠ CCU, ㉡ CGA, ㉢ 프롤린, ㉣ 아르지닌, ㉤ 아미노산 배열 순서가 바뀌어 이상 형질이 나타날 수 있다. ㉥ 아미노산 배열 순서가 바뀌지 않아 정상 형질이 나타난다.

Q3 ㉠ A, ㉡ CGUUGGUUAUUGG, ㉢ 아르지닌 - 트립토판 - 류신 - 류신

Q1 전사에 이용되지 않은 DNA 가닥 I과 RNA는 T 대신 U이 있는 것을 제외하고 염기서열이 같다. RNA에서 3개의 염기가 하나의 아미노산을 지정하는 코돈이 되므로 왼쪽 첫 번째 염기부터 염기 3개 조합에 해당하는 아미노산을 구한다.

Q2 정상 유전자의 염기서열에서 염기 1개가 바뀌었을 때 바뀐 코돈이 다른 아미노산을 지정하면 아미노산 배열 순서가 바뀌어 이상 형질이 나타날 수 있고, 바뀐 코돈이 같은 아미노산을 지정하면 아미노산 배열 순서가 바뀌지 않아 정상 형질이 나타난다.

Q3 DNA 염기서열 중간에 염기 1개가 끼어 들어간 경우, 끼어 들어간 위치부터 염기가 1개씩 밀려 번역틀이 바뀐다. 바뀐 번역틀에서도 왼쪽 첫 번째 염기부터 염기 3개 조합에 해당하는 아미노산을 찾는다.

내신 만점 문제

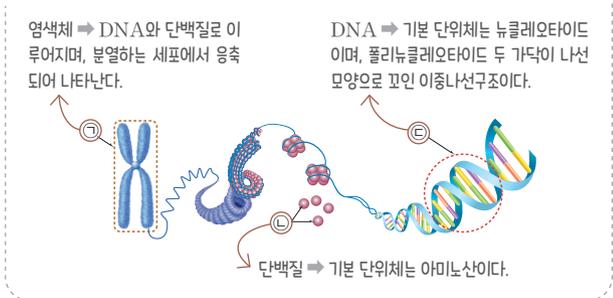
210쪽~212쪽

- 01 ㄱ, ㄷ 02 ⑤ 03 ④ 04 ② 05 ③ 06 ②
 07 ① 08 ① 09 ④ 10 ⑤ 11 ㄴ, ㄷ
 12 ㄱ, ㄴ 13 ④ 14 해설 참조 15 해설 참조
 16 해설 참조

01 ㄱ. 유전자는 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위이다.
 ㄷ. 단백질을 이루는 아미노산의 배열 순서에 대한 정보는 유전자에 저장되어 있다.

바로알기 ㄴ. 한 분자의 DNA에는 수많은 유전자가 존재한다.

02 — **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 염색체(㉠)는 DNA와 단백질로 구성된다.
 ㄴ. 단백질(㉡)은 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 형성된다.
 ㄷ. DNA(㉢)의 기본 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 결합한 물질이다.

03 ㄴ. 유전자에는 단백질을 이루는 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 염기서열 형태로 저장되어 있고, 단백질 A와 B는 입체 구조가 서로 다른 단백질이므로 유전자 A와 B의 염기서열도 다르다.

ㄷ. 유전자 B의 염기서열에 이상이 생겨 아미노산 배열 순서가 바뀌면 정상 단백질 B가 합성되지 않을 수 있다.

바로알기 ㄱ. DNA(㉠)는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)의 4종류 염기로 구성되며, 유라실(U)은 없다.

04 ㄴ. 당나귀의 털색은 멜라닌 합성량이 많으면 갈색을 띠고, 합성량이 적으면 흰색을 띤다.

바로알기 ㄱ. 유전자 A에는 멜라닌 합성 반응을 촉진하는 멜라닌합성효소에 대한 유전정보가 저장되어 있다.

ㄷ. 유전자 A와 유전자 B에서 합성되는 효소는 종류는 같으나 그 양이 다르다.

05 동물 세포에서는 핵(A) 속에 DNA(B)가 들어 있어 핵 속에서 RNA로 유전정보가 전사(C)된다. RNA는 세포질로 빠져 나가 단백질합성 과정인 번역(D)에 사용되는데, 번역은 세포질의 라이보솜(E)에서 일어난다.

바로알기 ③. 복제는 DNA로부터 유전정보가 똑같은 새로운 DNA를 합성하는 과정이다.

06 ㄴ. DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정 (가)는 전사이고, RNA의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 과정 (나)는 번역이다.

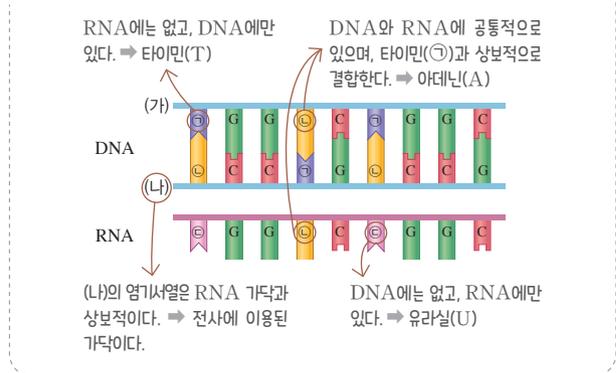
바로알기 ㄱ. ㉠은 DNA로부터 전사된 RNA이다. RNA에는 당으로 리보스가 있으며, 디옥시리보스는 DNA에 있는 당이다.

ㄷ. RNA(㉠)에서는 3개의 염기조합이 하나의 아미노산을 지정하는 유전부호가 되므로, RNA를 구성하는 염기의 개수는 단백질을 구성하는 아미노산의 개수보다 최소 3배 이상 많다.

07 ㄱ. 코돈은 RNA의 3개 염기로 이루어지며, RNA의 염기는 A, G, C, U의 4종류가 있다. 따라서 코돈은 $4^3=64$ 종류이다.

바로알기 ㄴ. 코돈은 RNA의 연속된 3개의 염기로 이루어진다. ㄷ. 코돈은 64종류이고, 아미노산은 20종류이다. 따라서 각 코돈은 하나의 아미노산을 지정하지만, 한 종류의 아미노산을 지정하는 코돈은 여러 개가 있을 수 있다.

08 — **꼼꼼 문제 분석**

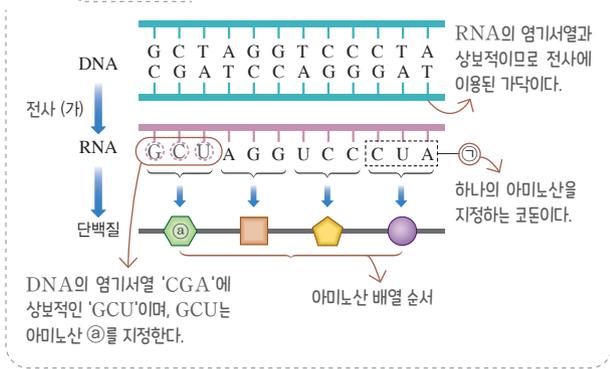


ㄱ. ㉠은 DNA에만 있고 RNA에는 없는 염기이므로 타이민(T)이다.

바로알기 ㄴ. 전사에 이용된 DNA 가닥은 염기서열이 RNA와 상보적이므로 (나)이다.

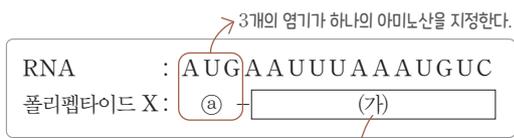
ㄷ. 전사에 이용된 DNA 가닥 (나)의 아데닌(A) 개수와 이에 상보적인 RNA의 유라실(U) 개수가 같고, (가)의 아데닌(A) 개수와 RNA의 아데닌(A) 개수가 같다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



- ㄴ. RNA에서 3개의 염기 조합인 ㉠은 코돈이다.
 ㄷ. 아미노산 ㉡를 지정하는 코돈은 전사에 이용된 가닥의 염기 CGA에 상보적인 GCU이다.
바로알기 ㄱ. DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정 (가)는 전사이다.

10 **꼼꼼 문제 분석**



코돈 AAU/ UUA / AAU / GUC가 지정하는 아미노산 배열 순서는 ㉠-㉡-㉢-㉣이다.

코돈	아미노산	코돈	아미노산
AUG	㉠	GUU, GUC	㉣
AAA, AAG	㉡	UUA, UUG	㉢
AAU, AAC	㉣	UGU, UGC	㉤

- ㄱ, ㄷ. (가) 부분의 아미노산 배열 순서는 ㉠-㉡-㉢-㉣-㉤이다. 따라서 X는 ㉠-㉡-㉢-㉣-㉤로, 4종류의 아미노산 5개로 구성된다.
 ㄴ. X는 ㉠과 (가) 부분의 4개의 아미노산이 연결되어 5개의 아미노산이 있으므로 아미노산 사이의 펩타이드결합은 4개이다.

11 ㄴ, ㄷ. 모든 생물은 전사와 번역 과정을 거쳐 유전정보를 해석하며, 모든 생물의 유전부호 체계는 공통적이므로 코돈이 같으면 모든 생물에서 같은 아미노산을 지정한다.

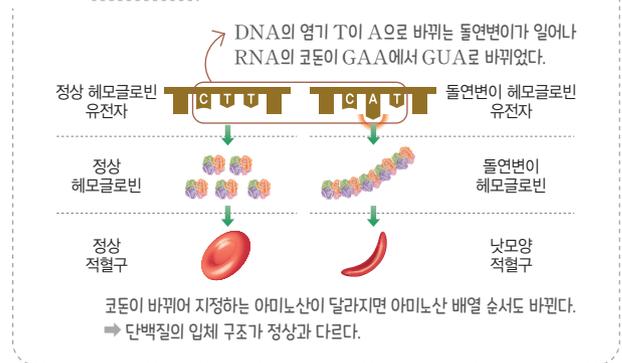
바로알기 ㄱ. 생물종에 관계없이 지구상의 모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용한다.

- 12** ㄱ. (가)는 페닐케톤뇨증으로, 유전자 이상으로 발생한다.
 ㄴ. 페닐케톤뇨증은 페닐알라닌을 분해하는 효소가 정상적으로 합성되지 않아 이 효소가 관여하는 물질대사가 정상적으로 일어나

지 않는 유전병으로, 지능 장애, 엷은 갈색 피부 등의 증상이 나타난다.

바로알기 ㄷ. 유전자 A에는 페닐알라닌의 합성에 대한 유전정보가 아니라 페닐알라닌분해효소에 대한 유전정보가 저장되어 있다.

13 **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. 정상 헤모글로빈과 돌연변이 헤모글로빈은 전체 아미노산 배열 순서에서 글루탐산이 발린으로 1개만 바뀐 것이다. 단백질의 입체 구조는 아미노산의 종류에 의해 결정되므로 아미노산 배열 순서가 1개만 바뀌어도 단백질의 입체 구조가 달라진다. 돌연변이 헤모글로빈을 갖는 적혈구는 낫 모양을 나타낸다.
 ㄷ. 돌연변이 헤모글로빈은 정상 헤모글로빈의 유전자에서 염기 1개만 바뀐 것이다. 이와 같이 DNA에서 염기 1개만 바뀌어도 비정상 단백질이 만들어져 낫모양적혈구빈혈증과 같은 유전병이 나타날 수 있다.

바로알기 ㄴ. 돌연변이 헤모글로빈은 DNA에서 염기 1개만 바뀐 후 단백질이 합성된 것이므로, 아미노산 개수는 정상 헤모글로빈과 같다.

14 유전자는 DNA의 특정 부위로, 단백질에 대한 정보가 염기서열의 형태로 저장되어 있다. DNA에 있는 유전자의 유전정보는 RNA로 전사되고, RNA의 유전정보가 번역되어 단백질이 합성된다. 유전자 A가 전사와 번역 과정을 거쳐 만들어진 붉은 색소 합성효소에 의해 붉은 색소가 합성되면 꽃 색깔이 붉은 색으로 나타난다.

모범 답안 DNA의 염기서열에 저장된 유전자 A의 유전정보는 RNA로 전사되고, 번역 과정을 통해 RNA의 유전정보로부터 단백질인 붉은 색소 합성효소가 합성된다. 이 효소의 작용으로 붉은 색소가 합성되어 꽃 색깔이 붉은색으로 나타난다.

채점 기준	배점
DNA와 유전자의 관계 및 전사와 번역을 포함하여 형질이 나타나는 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
DNA와 유전자의 관계 및 전사와 번역을 포함하지 않고 형질이 나타나는 과정을 효소와 붉은 색소의 합성으로만 서술한 경우	40 %

15 (가)는 아미노산으로 이루어진 단백질이고, (나)는 염기 유라실(U)이 있으므로 RNA이며, (다)는 DNA이다. 유전정보는 DNA에 저장되어 있고, RNA로 전사된 후 단백질로 번역된다. RNA의 염기서열은 전사에 이용된 DNA 가닥과 상보적인 염기서열을 가지므로 (다)에서 전사에 이용된 DNA 가닥은 III이다. 따라서 RNA의 ㉠ 부분의 염기서열은 AGA에 상보적인 UCU이다. RNA의 코돈 UGG/AAA/UCU/GGC가 지정하는 아미노산은 트립토판 - 라이신 - 세린 - 글라이신이다.

모범 답안 (1) UCU

(2) (나)는 유라실(U)이 있고 단일 가닥 구조인 RNA이고, (다)는 타이민(T)이 있고 이중나선구조인 DNA이다. RNA는 DNA의 가닥 III과 상보적인 염기서열을 가지므로 전사에 이용된 DNA 가닥은 III이다.

(3) 트립토판 - 라이신 - 세린 - 글라이신

채점 기준	배점
(1) 염기서열을 옳게 쓴 경우	30%
(2) 전사에 이용된 가닥이 III이라는 것을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40%
III이라고만 쓴 경우	20%
(3) 아미노산 배열 순서를 옳게 쓴 경우	30%

16 유전형질은 유전자가 전사와 번역 과정을 거쳐 합성된 단백질이 작용함으로써 나타난다. 유전자 이상이 유전병으로 나타나게 되는 것은 결과적으로 정상 단백질이 합성되지 않았기 때문이다.

모범 답안 유전자 이상으로 염기서열이 바뀌면 이로부터 전사된 RNA의 코돈이 바뀌어 지정하는 아미노산이 달라지고, 그에 따라 정상적인 기능을 하는 단백질이 합성되지 않아 유전병이 나타난다.

채점 기준	배점
유전병의 원리를 유전자 이상, RNA 코돈 이상, 단백질의 아미노산 배열 순서 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우	100%
유전자 이상으로 비정상 단백질이 합성되어 유전병이 나타난다고만 서술한 경우	50%

실력 UP 문제

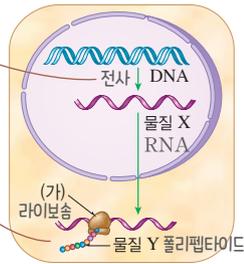
213쪽

- 01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ④

01 **꼼꼼 문제 분석**

DNA로부터 물질 X(RNA)가 합성되는 과정은 전사이며, 전사는 DNA가 있는 핵 속에서 일어난다.

번역은 물질 X(RNA)로부터 물질 Y(폴리펩타이드)가 합성되는 과정이며, 세포질의 리보솜에서 일어난다.



ㄱ. 전사 과정에서는 DNA의 전사에 이용된 DNA 가닥에 상보적인 염기를 가진 뉴클레오타이드가 결합하여 RNA(물질 X)가 합성된다.

ㄴ. DNA에는 폴리펩타이드(물질 Y)를 구성하는 기본 단위체인 아미노산의 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있다.

ㄷ. 라이보솜(가)은 세포질에 있다. 핵 속에 있는 DNA는 직접 단백질합성에 이용되지 않고, 유전정보가 RNA로 전사된 후 RNA가 핵을 빠져나와 라이보솜과 결합하여 단백질합성이 일어난다.

02 **꼼꼼 문제 분석**

구분	염기 조성(%)					계
	아데닌 (A)	구아닌 (G)	사이토신 (C)	타이민 (T)	유라실 (U)	
(가) X ₂	28	33	22	17	0	100
(나) X ₁	㉠ 17	22	㉡ 33	㉢ 28	0	100
(다) Y	㉣ 17	22	33	0	㉤ 28	100

- (가)와 (나)는 유라실(U)이 0%이다. → 각각 X₁과 X₂ 중 하나이고, (다)는 Y이다.
- DNA를 이루는 두 가닥은 염기가 상보결합을 하므로
 - (가)의 타이민(T)과 (나)의 아데닌(A)의 비율이 같다. → ㉠ = 17
 - (가)의 구아닌(G)과 (나)의 사이토신(C)의 비율이 같다. → ㉡ = 33
 - (가)의 아데닌(A)과 (나)의 타이민(T)의 비율이 같다. → ㉢ = 28
- RNA의 염기와 전사에 이용된 DNA 가닥의 염기는 상보적이다. (다)(Y)에서 구아닌(G)의 비율이 22%이고, (가)의 사이토신(C)의 비율이 22%이다. → (가)는 전사에 이용된 가닥 X₂이다.
- Y는 전사에 이용된 가닥 X₂와 상보적인 염기의 비율이 같다. → ㉣ = 17, ㉤ = 28

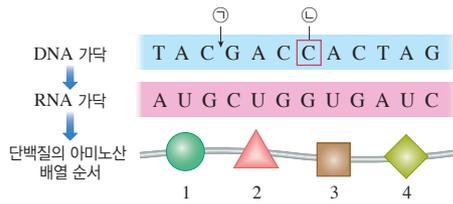
ㄴ. 위의 분석에 따라 구한 ㉠ ~ ㉤의 값을 이용하면,

$$\frac{㉠ + ㉤}{㉣ + ㉤} = \frac{17 + 28}{28 + 17} = 1 \text{이다.}$$

바로알기 ㄱ. (가)와 (나)는 타이민(T)이 있는 DNA 가닥이고, (다)는 타이민(T)이 없는 RNA 가닥이다. (가)와 (다)의 상보적인 염기의 비율이 같으므로 (가)는 전사에 이용된 가닥인 X₂, (나)는 X₁, (다)는 Y이다.

ㄷ. ㉡은 33이다.

03 **꼼꼼 문제 분석**



1. ㉠ 부분에 A이 삽입될 경우
 • DNA 염기서열 ⇒ TAC AGA CCA CTA G
 • RNA 염기서열 ⇒ AUG UCU GGU GAU C
2. ㉡ 부분의 염기 C이 G으로 바뀌는 경우
 • DNA 염기서열 ⇒ TAC GAC GAC TAG
 • RNA 염기서열 ⇒ AUG CUG CUG AUC
- 두 번째 코돈과 세 번째 코돈이 같아져 지정하는 아미노산이 같다.

나. ㉠ 부분에 염기 A이 삽입되면 뒤로 염기가 1개씩 밀려 번역틀이 바뀌면서 두 번째 코돈이 UCU, 세 번째 코돈이 GGU, 네 번째 코돈이 GAU로 바뀐다.

다. ㉡ 부분의 염기 C이 G으로 바뀌면 두 번째와 세 번째 코돈이 CUG로 같아지므로 지정하는 아미노산도 같아진다.

바로알기 ㄱ. 코돈은 RNA의 염기 3개의 조합이므로 아미노산 4를 지정하는 코돈은 AUC이다.

04 **꼼꼼 문제 분석**

정상 유전자	RNA : -CCU GAA GAG- 아미노산: - 프롤린 - 글루탐산 - 글루탐산 -
(가)	RNA : -CCU GUA GAG- 아미노산: - 프롤린 - 발린 - 글루탐산 -
(나)	RNA : -CCU GAG GAG- 아미노산: - 프롤린 - 글루탐산 - 글루탐산 -

- 정상 유전자에서 코돈 GAA와 GAG는 모두 글루탐산을 지정한다.
- (가)에서 GUA는 발린을 지정하므로 정상 단백질과 아미노산 배열 순서가 다른 단백질이 합성된다. ⇒ 낫모양적혈구빈혈증
- (나)에서 GAG는 글루탐산을 지정하므로 정상 단백질과 아미노산 배열 순서가 같다. ⇒ 정상 형질

ㄱ. (가)에서 합성되는 단백질은 글루탐산이 발린으로만 바뀐 것을 제외하고는 아미노산 배열 순서가 같으므로 아미노산 개수는 정상 단백질과 같다.

ㄴ. 코돈 GAA와 GAG는 모두 글루탐산을 지정하므로, 글루탐산을 지정하는 코돈은 2개 이상이다.

바로알기 ㄴ. (나)는 정상 단백질과 아미노산 배열 순서가 같으므로 정상 형질이 나타난다. 낫모양적혈구빈혈증을 일으키는 것은 정상 단백질과 아미노산 배열 순서가 다른 (가)이다.

중단원 **핵심정리**

214쪽~215쪽

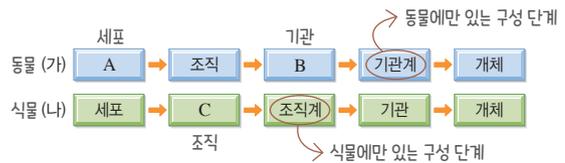
- ① 라이보솜 ② 마이토콘드리아 ③ 엽록체 ④ 인지질
 ⑤ 선택적 ⑥ 확산 ⑦ 삼투 ⑧ 세포벽 ⑨ 효소
 ⑩ 동화작용 ⑪ 활성화에너지 ⑫ 기질특이성 ⑬ 코돈
 ⑭ 전사 ⑮ 번역 ⑯ 유전자 이상

중단원 **마무리 문제**

216쪽~220쪽

- 01 ① 02 ① 03 해설 참조 04 ⑤ 05 ③
 06 해설 참조 07 ① 08 ③ 09 ① 10 ⑤
 11 ③ 12 ③ 13 해설 참조 14 ①
 15 해설 참조 16 ① 17 ⑤ 18 ①
 19 해설 참조 20 해설 참조 21 ① 22 ②
 23 ② 24 ⑤

01 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 세포(A)는 세포막으로 둘러싸여 있으며, 생명체의 구조적·기능적 단위이다.

바로알기 ㄴ. 동물의 구성 단계(가) 중 기관(B)의 예에는 심장, 폐 등이 있다. 잎, 뿌리, 줄기는 식물의 구성 단계(나) 중 기관의 예이다.

ㄴ. 조직(C)은 모양과 기능이 비슷한 세포로 이루어진다.

- 02 A는 핵, B는 액포, C는 마이토콘드리아, D는 엽록체, E는 세포벽이다.
- ② 액포(B)는 막으로 둘러싸여 있는 주머니로, 물, 색소, 노폐물 등이 저장되어 있다.
- ③ 마이토콘드리아(C)에서는 유기물을 분해하여 세포의 생명활동에 필요한 에너지를 생산한다.
- ④ 엽록체(D)에서는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 원료로 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다. 광합성 과정에서 빛에너지는 포도당의 화학 에너지로 전환된다.

⑤ 세포벽(E)은 식물 세포의 세포막 바깥에 있는 단단한 벽으로, 주성분은 셀룰로스이다.

바로알기 ① 핵(A)에는 DNA가 들어 있어 유전정보의 전사가 일어나 RNA가 합성된다. RNA의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 번역은 세포질의 리보솜에서 일어난다.

03 동물 세포와는 달리 식물 세포에는 엽록체와 세포벽이 있다.

모범 답안 식물 세포, 엽록체(D)와 세포벽(E)은 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있기 때문이다.

채점 기준	배점
두 가지 세포소기관의 이름을 포함하여 식물 세포라는 것을 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지 세포소기관의 이름을 포함하여 식물 세포라는 것을 옳게 서술한 경우	70 %
식물 세포라고만 쓴 경우	50 %

04 — **꼼꼼 문제 분석**

마이토콘드리아로, 유기물이 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포호흡(나)이 일어난다.

세포막으로, 주성분은 인지질과 단백질이며, 물질 출입을 조절한다.

구분	반응
(가) 단백질합성	 펩타이드결합
(나) 세포호흡	유기물 + 산소 → 이산화 탄소 + 물

라이보솜으로, 아미노산을 펩타이드결합으로 연결하는 (가) 반응이 일어나 단백질이 합성한다.

- ㄱ. (가)는 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되는 반응으로, 단백질합성 장소인 리보솜(C)에서 일어난다.
- ㄴ. (나)는 세포호흡으로 유기물이 분해되는 반응이며, 마이토콘드리아(A)에서 세포호흡을 통해 에너지를 생산한다.
- ㄷ. 세포호흡(나) 과정에서 생성된 이산화 탄소는 세포막(B)의 인지질 2중층을 통해 확산한다.

05 ㄱ. A는 인지질 2중층으로, 세포막을 구성하는 인지질은 유동성이 있다.

ㄷ. B는 세포막 곳곳에 파묻혀 있거나 관통하고 있는 단백질이며, 단백질은 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 형성된다.

바로알기 ㄴ. 인지질은 친수성 머리 부분과 소수성 꼬리 부분으로 되어 있는데, 친수성 부분은 물이 풍부한 세포 안쪽과 바깥쪽을 향하고, 소수성 부분은 세포막의 안쪽으로 모여 있다.

06 사람의 적혈구를 개구리의 혈장에 넣었을 때 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구가 부풀었으므로 사람 적혈구 안이 개구리 혈장보다 농도가 높다. 또 사람의 적혈구를 갈치의 혈장에 넣었을 때는 적혈구 밖으로 물이 많이 빠져나가서 적혈구가 쪼그리들었으므로 사람 적혈구 안보다 갈치 혈장이 농도가 높다. 따라서 각 동물의 혈장(적혈구) 농도를 비교하면 갈치 > 사람 > 개구리이다.

모범 답안 갈치의 혈장은 개구리의 혈장보다 농도가 높으므로 갈치의 적혈구를 개구리의 혈장에 넣으면 삼투에 의해 갈치의 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구가 부풀다.

채점 기준	배점
갈치와 개구리의 혈장 농도를 비교하고, 삼투에 의해 물이 적혈구 안으로 들어와 적혈구가 부풀다고 옳게 서술한 경우	100 %
갈치와 개구리의 혈장 농도 비교 없이 삼투에 의한 물의 이동으로 적혈구가 부풀다고만 서술한 경우	70 %
적혈구가 부풀다고만 서술한 경우	50 %

07 ㄱ. (가)는 포도당에는 해당하고, 산소와 이산화 탄소에는 해당하지 않는 특징이므로 '막단백질을 통해 이동한다.' 등이 해당한다.

바로알기 ㄴ. 산소와 이산화 탄소는 인지질 2중층을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는데 세포막을 경계로 안이나 밖으로 방향이 정해져 있는 것은 아니다. 따라서 '항상 세포 안에서 밖으로 이동한다.'는 (나)에 해당하지 않는다.

ㄷ. 산소와 이산화 탄소가 세포막을 통해 이동하는 방식은 확산이므로 세포에서 에너지를 사용하지 않는다.

08 — **꼼꼼 문제 분석**

지질에 대한 용해도는 낮지만, 막 투과성이 높다.
⇒ 막단백질을 통해 이동하는 수용성 물질

인지질 2중층

A

B 막단백질

(가)

투과성

지질에 대한 용해도

(나)

지질에 대한 용해도가 높다. ⇒ 인지질 2중층을 통해 이동하는 지용성 물질

- ㄱ. 단백질(B)의 기본 단위체는 아미노산이다.
- ㄴ. ㉠은 수용성 물질이고, ㉡은 지용성 물질이다. ㉠은 지질에 대한 용해도가 ㉡보다 낮아서 인지질 2중층(A)을 통해 이동하기 어렵다.

바로알기 ㄷ. ㉡은 지질에 대한 용해도가 높으므로 지용성 물질이고, 인지질 2중층(A)을 직접 통과하여 확산한다.

09 ㄱ. 세포막을 통한 산소의 이동은 인지질 2중층을 통해 일어나므로 I는 A이다.

바로알기 ㄴ. 포도당(㉠)은 지질과 잘 섞이지 않는 수용성 물질로, 인지질 2중층을 통과할 수 없고 막단백질을 통해 이동하므로 II는 B이다.

ㄷ. 막단백질을 통한 확산(II)에서 물질 이동 속도는 세포막 안팎의 농도 차에 따라 증가하지만, 물질 이동에 관여하는 막단백질의 수가 정해져 있어서 일정 수준 이상으로 증가하지 않는다.

10 **꼼꼼 문제 분석**

비커	A	B	C	D
감자 조각의 질량 변화(g)	+0.21	+0.18	0	-0.42

(+: 증가, -: 감소)

- 감자 세포액보다 설탕 용액의 농도가 낮으면 삼투에 의해 물이 세포 안으로 많이 들어와 감자 조각의 질량이 증가한다.
 - 세포막을 경계로 용액의 농도 차가 클수록 이동하는 물의 양이 많아 감자 조각의 질량 변화가 크다.
 - 감자 세포액보다 설탕 용액의 농도가 높으면 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나가 감자 조각의 질량이 감소한다.
- 설탕 용액의 농도는 D > C > B > A이다.

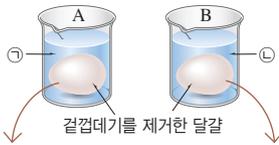
ㄱ. A에 넣은 감자 조각의 질량이 증가하였으므로 삼투에 의해 물이 감자 세포 안으로 많이 이동하였다. 따라서 A에 넣은 설탕 용액은 감자 세포액보다 농도가 낮다.

ㄴ. C에서 감자 조각의 질량 변화가 없는 것은 설탕 용액의 농도가 감자 세포액과 비슷하여 세포막 안팎으로 이동하는 물의 양이 같기 때문이다.

ㄷ. A ~ D 중 D에 넣은 감자 조각만 질량이 감소하였다. 이를 통해 D에 넣은 설탕 용액만 감자 세포액보다 농도가 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 A ~ D 중 D에 넣은 설탕 용액의 농도가 가장 높다.

11 **꼼꼼 문제 분석**

달걀은 하나의 세포이며, 달걀의 속껍질은 선택적 투과성이 있다. 달걀의 속껍질 안팎의 농도 차에 따라 삼투가 일어난다.



질량 증가 → 달걀의 세포액이 ㉠보다 농도가 높아 달걀 안으로 물이 많이 들어왔다. → ㉠ = 증류수

질량 감소 → 달걀의 세포액이 ㉡보다 농도가 낮아 달걀 밖으로 물이 많이 빠져나갔다. → ㉡ = 10% 소금물

ㄱ. A의 달걀은 질량이 증가하였고, B의 달걀은 질량이 감소하였으므로 ㉠은 증류수이고, ㉡은 10% 소금물이다.

ㄴ. 달걀 속껍질을 경계로 달걀 안과 바깥 용액의 농도 차가 있으면 삼투에 의해 농도가 낮은 용액에서 농도가 높은 용액 쪽으로 물 분자가 이동한다. 증류수(㉠)에 담가 둔 달걀은 밖에서 안으로 물이 많이 들어와 달걀의 질량이 증가하였으며, 10% 소금물(㉡)에 담가 둔 달걀은 안에서 밖으로 물이 많이 빠져나가 달걀의 질량이 감소하였다. 즉, 달걀의 질량 변화는 농도 차에 따른 물 분자의 이동으로 나타난다.

바로알기 ㄷ. 10% 소금물(㉡)에 넣은 달걀에서는 달걀 밖으로 이동한 물의 양이 달걀 안으로 이동한 물의 양보다 많아서 달걀의 질량이 감소하였다.

12 A는 이산화 탄소(CO₂)와 물(H₂O)을 원료로 포도당을 합성하는 광합성이고, B는 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포호흡이다.

ㄱ. 세포호흡(B)은 물질을 분해하는 과정이므로 이화작용의 예이다. 광합성(A)은 동화작용의 예이다.

ㄴ. 물질대사에는 모두 생체촉매인 효소가 관여한다.

바로알기 ㄷ. (나)는 에너지가 방출되는 발열 반응이며, 광합성(A)이 일어날 때에는 에너지가 흡수되는 흡열 반응이 일어난다.

13 A는 라이보솜, B는 미토콘드리아이다. 라이보솜에서는 아미노산을 펩타이드결합으로 연결하여 단백질을 합성한다. 미토콘드리아에서는 유기물을 분해하여 에너지를 생산한다.

모범 답안 A에서는 단백질합성이 일어나며, 이때 에너지가 흡수된다. B에서는 세포호흡이 일어나며, 이때 에너지가 방출된다.

채집 기준	배점
A와 B에서 일어나는 물질대사와 에너지 출입을 모두 옳게 서술한 경우	100%
A와 B 중 하나에서 일어나는 물질대사와 에너지 출입을 옳게 서술한 경우	50%

14 ㄱ. ㉠과 ㉡은 반응물이고, ㉢은 반응의 결과로 형성된 생성물이며, 반응 전후에 변화가 없는 ㉣은 효소이다.

바로알기 ㄴ. 이 반응은 ㉠과 ㉡이 ㉢로 합성되는 반응이므로 동화작용이고, 에너지가 흡수되는 흡열 반응이다.

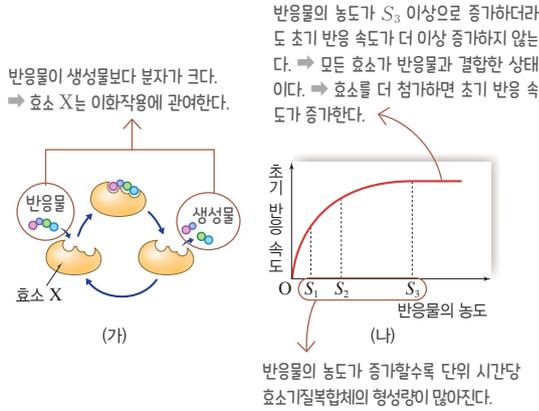
ㄷ. 반응이 진행됨에 따라 반응물(㉠과 ㉡)의 양은 감소하고 생성물(㉢)의 양은 증가하며, 효소(㉣)의 양은 반응 전후에 변화가 없다.

15 옛기름물에는 아밀레이스가 들어 있으며, 아밀레이스는 녹말을 옛당으로 분해하는 반응을 촉진한다. 효소에 의해 녹말이 계속 옛당으로 분해되면 맛이나 향이 변하는데, 끓여서 효소를 변성시키면 효소의 작용이 멈춘다.

모범 답안 식혜는 옛기름물(㉠)에 들어 있는 아밀레이스를 이용하여 밥속의 녹말을 옛당으로 분해하여 만드는데, 녹말이 어느 정도 분해되면 끓여서(㉡) 효소를 변성시켜 더 이상 반응이 진행되지 않도록 한다.

채점 기준	배점
아밀레이스의 작용과 효소의 변성을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
아밀레이스와 작용과 효소의 변성 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
아밀레이스만 옳게 쓴 경우	30 %

16 품고 문제 분석

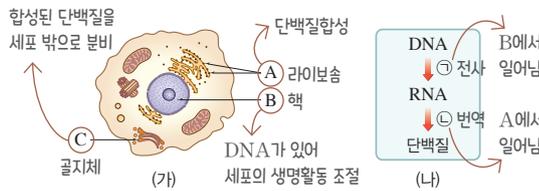


ㄱ. X가 관여하는 반응에서 반응물이 생성물보다 크고 복잡한 물질이다. 따라서 X는 물질을 분해하는 이화작용에 관여한다.

ㄴ. 동일한 효소가 관여하는 반응의 활성화에너지는 반응물의 농도에 관계없이 일정하다.

ㄷ. S_3 일 때는 초기 반응 속도가 최대인 상태로, 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이다. 반응이 끝나면 X는 새로운 반응물과 다시 결합한다.

17 품고 문제 분석

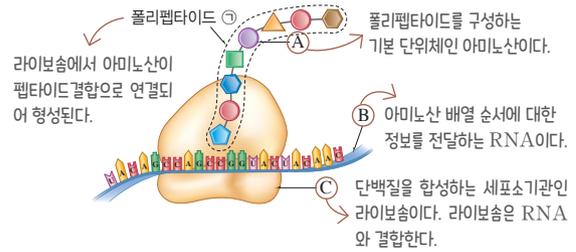


ㄱ. 라이보솜(A)에서는 RNA의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 번역(㉡) 과정이 일어난다.

ㄴ. DNA가 있는 핵(B) 속에서 전사(㉠)가 일어나며, 이중나선 DNA 중 한 가닥을 이용하여 RNA가 합성된다. RNA의 기본단위체는 뉴클레오타이드이고, 뉴클레오타이드가 차례로 결합하여 폴리뉴클레오타이드인 RNA가 형성된다.

ㄷ. 골지체(C)는 단백질의 이동과 분비에 관여하는 세포소기관으로, 전사와 번역을 거쳐 합성된 단백질을 막으로 싸서 세포 밖으로 분비한다.

18 품고 문제 분석



ㄱ. A는 단백질을 구성하는 기본 단위체인 아미노산으로, 20종류가 있다.

ㄴ. RNA의 코돈 1개는 3개의 염기로 구성되며, 코돈 1개당 아미노산 하나를 지정한다. 폴리펩타이드 ①은 8개의 아미노산으로 구성되어 있으므로 RNA(B)의 코돈 8개가 번역된 것이다.

ㄷ. 라이보솜(C)은 세포질에 있다.

19 모든 생명체는 공통조상으로부터 진화해왔으므로 같은 유전부호 체계를 사용한다. 즉, 서로 다른 생물이라도 코돈이 같으면 지정하는 아미노산이 같으므로 사람의 유전자를 대장균에 주입하였을 때 합성되는 단백질은 사람에서 합성되는 단백질과 같다.

모범 답안 모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용하기 때문에 생물종에 관계없이 같은 코돈은 같은 아미노산을 지정한다. 따라서 사람의 인슐린 유전자를 대장균에 주입하면 대장균 내에서 전사와 번역 과정을 거쳐 사람의 인슐린 단백질이 합성된다.

채점 기준	배점
모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용한다는 것을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
사람의 유전자가 대장균 내에서 전사, 번역되었다고만 서술한 경우	50 %

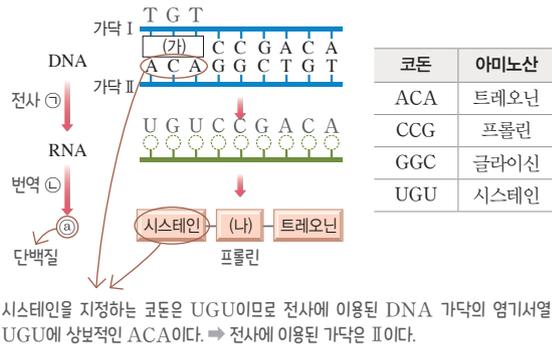
20 전사에 이용된 가닥 (가)의 염기서열은 RNA의 염기서열과 상보적이며 U 대신 T을 갖는다. 또한 RNA에서 아미노산을 지정하는 코돈은 연속된 3개의 염기로 이루어지므로 개시코돈과 종결코돈을 고려하지 않는다면 최대 RNA의 염기의 수를 3으로 나누어 수만큼 아미노산이 지정될 수 있다.

모범 답안 (1) GCCTTGATACGGAGG

(2) RNA의 염기 3개가 코돈이 되어 하나의 아미노산을 지정하므로 15개의 염기로 이루어진 RNA로부터 만들어진 폴리펩타이드는 최대 5개의 아미노산으로 구성된다.

채점 기준	배점
(1) (가)의 염기서열을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 폴리펩타이드를 이루는 아미노산의 수를 구하는 과정을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	60 %
	아미노산의 수만 옳게 쓴 경우

21 - 꼬집 문제 분석



㉑은 DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 전사, ㉒은 RNA의 유전정보에 따라 단백질(㉓)이 합성되는 번역이다.

① 아미노산이 연결되어 합성되는 단백질은 ㉓에 해당한다.

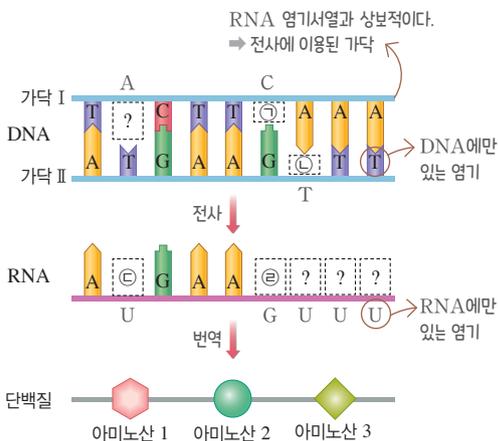
바로알기 ② (가)에 들어갈 염기서열은 ACA에 상보적인 TGT이다.

③ RNA의 염기서열은 시스테인을 지정하는 코돈 UGU, 트레오닌을 지정하는 코돈 ACA를 포함하므로 이와 상보적인 염기서열을 갖는 DNA 가닥 II로부터 RNA가 전사되었다. 따라서 RNA의 염기서열은 UGUCCGACA이다.

④ 동물 세포에서 전사(㉑)는 DNA가 있는 핵 속에서 일어나고, 번역(㉒)은 라이보솜이 있는 세포질에서 일어난다.

⑤ (나)에 들어갈 아미노산은 코돈 CCG가 지정하는 프롤린이다.

22 - 꼬집 문제 분석



㉑은 DNA에서 아데닌(A)과 상보결합하는 염기로 타이민(T)이고, ㉒은 RNA에만 있는 유라실(U)이다.

바로알기 ㉑. 전사에 이용된 DNA 가닥은 I이고, I과 RNA의 염기서열은 상보적이다. 따라서 ㉑은 사이토신(C)이고, ㉒은 구아닌(G)이다.

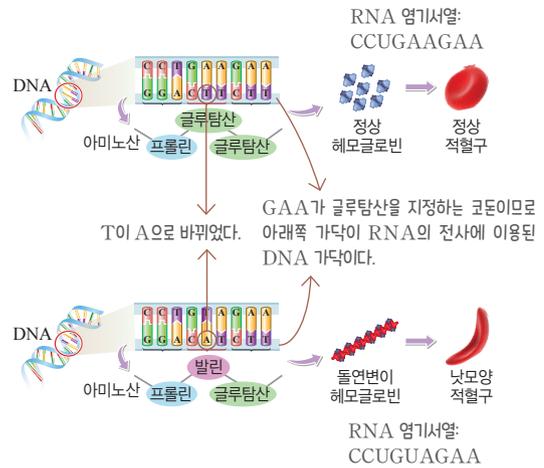
㉓. 아미노산 3을 지정하는 코돈은 UUU이다.

23 ㉑. 유전자 이상은 DNA 염기서열에 이상이 생기는 것이며, ㉒은 ㉑의 이상으로 나타나므로 ㉑과 ㉒의 염기서열은 다르다.

바로알기 ㉑. ㉑에는 멜라닌합성효소에 대한 유전정보가 저장되어 있다. 멜라닌은 멜라닌합성효소에 의해 생성되는 것이며, 멜라닌합성효소 유전자에 저장된 유전정보로부터 직접 만들어지는 것은 아니다.

㉓. 백색증 토끼는 멜라닌합성효소를 만들지 못하여 멜라닌이 생성되지 못한다. 따라서 백색증 토끼에서 멜라닌합성효소의 생성량은 정상 토끼에서와 같지 않다.

24 - 꼬집 문제 분석



㉑. GAA는 글루탐산을 지정하는 코돈이므로 DNA 중 아래쪽에 있는 가닥이 전사에 이용되었다. 돌연변이 헤모글로빈의 발린을 지정하는 RNA의 코돈은 GUA이다.

㉒. 유전자를 이루는 DNA의 염기가 바뀌어 염기서열이 달라지면 코돈이 바뀌어 지정하는 아미노산이 달라지고, 이에 따라 아미노산의 배열 순서가 바뀐다.

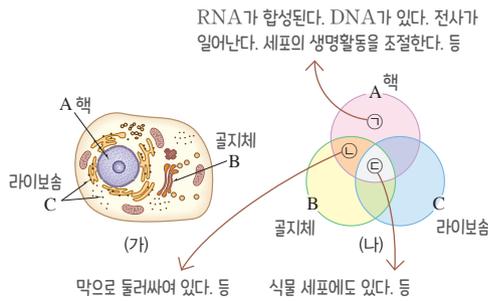
㉓. 아미노산의 배열 순서가 글루탐산에서 발린으로 바뀐 결과 정상 적혈구가 아닌 낫모양적혈구가 만들어졌다. 이처럼 단백질의 종류와 특성은 아미노산의 배열 순서에 따라 결정된다.

중단원 고난도 문제

221쪽

01 ㉑ 02 ①, ③ 03 ㉑, ㉓ 04 ㉑, ㉒

01 - 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ 'RNA가 합성된다.'는 ㉠에 해당한다.
- ㉡ '단백질의 합성에 관여한다.'는 ㉡에 해당한다.
- ㉢ '식물 세포에도 존재한다.'는 ㉢에 해당한다.

전략적 풀이 1 세포소기관의 모양을 보고 A~C를 알아낸다.

A는 핵, B는 골지체, C는 라이보솜이다.

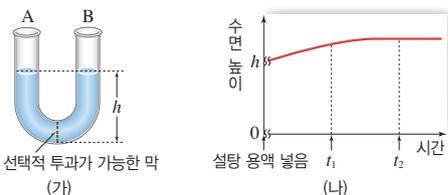
2 A~C의 특징을 고려하여 이들의 공통점과 차이점을 구분한다.

가. ㉠은 핵(A)에는 있지만 골지체(B)와 라이보솜(C)에는 없는 특징이다. 따라서 'RNA가 합성된다.'는 ㉠에 해당한다.

나. 핵(A)에서는 DNA로부터 단백질의 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 RNA로 전사되며, 라이보솜(B)에서는 RNA의 유전정보에 따라 단백질을 합성한다. 따라서 '단백질의 합성에 관여한다.'는 핵(A)과 라이보솜(C)의 공통 특징에 해당한다.

다. 핵(A), 골지체(B), 라이보솜(C)은 동물 세포와 식물 세포에 모두 있으므로 '식물 세포에도 존재한다.'는 ㉢에 해당한다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



선택적 투과가 가능한 막을 경계로 농도가 서로 다른 용액이 있으므로 삼투로 인한 물의 이동이 일어난다.

시간이 지나면서 B 쪽의 수면이 높아졌다. → A 쪽에서 B 쪽으로 이동한 물의 양이 많다. → (가)에서 넣어 준 용액의 설탕 농도는 B 쪽이 A 쪽보다 높다.

선택지 분석

- ㉠ (나)에서 B 쪽 수면의 높이 변화는 삼투에 의한 물의 이동으로 나타난다.
- ㉡ 용액의 설탕 농도는 $A > B$ 이다. $A < B$
- ㉢ A 쪽 용액의 설탕 농도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.
- ㉣ B 쪽의 설탕의 양은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다. 같다
- ㉤ t_1 일 때 A 쪽과 B 쪽의 용액의 설탕 농도는 같다.

전략적 풀이 1 U자관에서 양쪽의 수면 높이가 달라지는 것은 삼투에 의한 물 분자의 이동 때문임을 파악하고, B 쪽 수면 변화를 토대로 물 분자의 이동 방향을 파악하여 양쪽 용액의 농도를 비교한다.

㉠ U자관 사이의 선택적 투과가 가능한 막은 물 분자는 통과시키지만 설탕 분자는 통과시키지 않는다. 따라서 (나)에서 B 쪽 수면이 높아진 것은 삼투에 의해 A 쪽에서 B 쪽으로 물이 이동하여 나타난 현상이다.

㉡ 삼투에 의한 물의 이동이 A 쪽에서 B 쪽으로 많이 일어나 B 쪽의 수면이 높아졌으므로 용액의 설탕 농도는 $A < B$ 이다.

㉣ 설탕 분자는 막을 통해 통과할 수 없으므로 A 쪽과 B 쪽에 들어 있는 설탕의 양은 t_1 일 때와 t_2 일 때도 처음에 용액을 넣었을 때와 같게 유지된다.

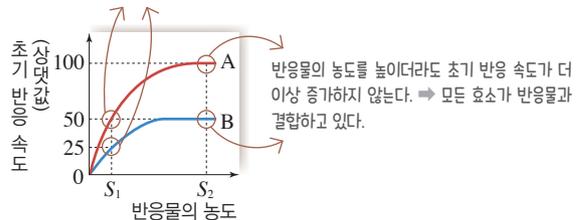
㉤ 물이 A 쪽 → B 쪽으로 많이 이동함에 따라 각 용액의 농도는 어떻게 변하는지 파악하고, 양쪽 용액의 농도 차가 있을 때 한 쪽의 수면이 높아진다는 것을 이해한다.

㉢ t_2 일 때가 t_1 일 때보다 A 쪽에서 B 쪽으로 이동한 물의 양이 많아서 B 쪽의 수면이 더 높다. 따라서 A 쪽 용액의 설탕 농도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.

㉤ t_1 이후에도 B 쪽의 수면이 높아지므로 용액의 설탕 농도는 B 쪽이 A 쪽보다 높다.

03 - 꼼꼼 문제 분석

반응물의 농도가 높아지면 초기 반응 속도가 증가한다.
→ 효소 중에 반응물과 결합하지 않은 것이 있다.



S_1 일 때와 S_2 일 때 각각 초기 반응 속도는 A가 B의 2배이다. → 반응물과 결합한 효소의 양이 많을수록 초기 반응 속도가 빠르므로 A는 E의 농도가 더 높은 II의 결과이고, B는 E의 농도가 낮은 I의 결과이다.

선택지 분석

- ㄱ. A는 II의 결과이다.
- ✗. S₁일 때 반응물과 결합한 E의 양은 A와 B에서 같다.
- ㄷ. I의 결과에서 $\frac{\text{반응물과 결합하지 않은 E의 양}}{\text{전체 E의 양}}$ 은 S₂일 때가 S₁일 때보다 작다.

전략적 풀이 ① 반응물의 농도가 같을 때, 효소의 농도가 높을수록 초기 반응 속도는 어떻게 되는지 생각한다.

ㄱ. 반응물의 농도가 S₁이나 S₂로 같을 때 초기 반응 속도는 A가 B의 2배이다. 초기 반응 속도가 빠를수록 반응물과 결합한 효소의 양이 많다는 것을 의미하므로 A는 효소의 농도가 높은 II의 결과이고, B는 I의 결과이다.

② 효소의 농도가 다를 때 효소기질복합체의 형성량은 어떠한지 비교한다.

나. S₁일 때 초기 반응 속도는 A에서가 B에서보다 빠르므로, 효소기질복합체의 형성량도 많다. 따라서 반응물과 결합한 E의 양은 A에서가 B에서보다 많다.

③ 효소의 농도가 같을 때, 각 시점에서 효소기질복합체의 형성량은 어떻게 다른지 파악한다.

ㄷ. S₂일 때는 반응물의 농도가 높아져도 초기 반응 속도가 증가하지 않으므로 모든 효소가 반응물과 결합하여 효소기질복합체를 형성한 상태(반응물과 결합하지 않은 E의 양=0)이고, S₁일 때는 반응물의 농도가 높아지면 초기 반응 속도가 증가하므로 효소 중에 반응물과 결합하지 않은 것이 있다(반응물과 결합하지 않은 E의 양≠0). 따라서 $\frac{\text{반응물과 결합하지 않은 E의 양}}{\text{전체 E의 양}}$ 은 S₁일 때는 0보다 크고, S₂일 때는 0이므로 S₂일 때가 S₁일 때보다 작다.

04 **꼼꼼 문제 분석**

x의 전사에 이용된 가닥	GGA CAT CTC GCT CGC
RNA의 염기서열	CCU GUA GAG CGA CGC
X의 아미노산 배열 순서	프롤린 발린 글루탐산 아르지닌 아르지닌

x가 전사와 번역을 거쳐 합성된 X는 4종류의 아미노산으로 구성되며, 5개의 아미노산 중 1개는 프롤린이고, 2개는 아르지닌이다. y가 전사와 번역을 거쳐 합성된 Y는 4종류의 아미노산으로 구성되며, 5개의 아미노산 중 2개는 프롤린이다.

→ X에 2개가 있는 아르지닌을 지정하는 코돈 중 하나가 프롤린을 지정하는 코돈으로 바뀌었으며, y는 x에서 염기 1개가 바뀐 것이고, 프롤린을 지정하는 코돈은 CCU, CCC이므로 5번째 코돈인 CGC가 CCC로 바뀌었다.

→ y에서 전사에 이용된 가닥에서 프롤린을 지정하는 염기는 GGG이고, 이것은 x에서 C(㉠)이 G(㉡)으로 바뀐 것이다.

y의 전사에 이용된 가닥	GGA CAT CTC GCT GGG
RNA의 염기서열	CCU GUA GAG CGA CCC
Y의 아미노산 배열 순서	프롤린 발린 글루탐산 아르지닌 프롤린

선택지 분석

- ㄱ. X의 3번째 아미노산은 글루탐산이다.
- ㉠. ㉠은 C이고, ㉡은 G이다.
- ✗. ㉠을 지정하는 코돈은 서로 같다.

전략적 풀이 ① RNA의 연속된 염기 3개가 하나의 코돈이 되어 하나의 아미노산을 지정한다는 것을 이해한다.

ㄱ. X의 3번째 아미노산은 코돈 GAG가 지정하는 글루탐산이다.

② DNA에서 염기가 다른 염기로 바뀌는 돌연변이가 발생하면 이상이 생긴 상태로 RNA로 전사되고, 그에 따라 코돈이 바뀌어 지정하는 아미노산이 달라질 수 있다는 것을 생각한다.

나. X는 아르지닌 2개를 포함하는 4종류의 아미노산으로 구성되고, Y는 프롤린 2개를 포함하는 4종류의 아미노산으로 구성되므로 아르지닌을 지정하는 코돈이 프롤린을 지정하는 코돈으로 바뀌는 돌연변이가 일어났다. 따라서 y는 x의 전사에 이용된 가닥에서 14번째 염기 C이 G으로 바뀐 것이므로 ㉠은 C, ㉡은 G이다.

ㄷ. Y를 구성하는 프롤린 2개를 지정하는 코돈은 CCU와 CCC로 서로 다르다.





Memo

A large white rectangular area with rounded corners, containing 20 horizontal dashed lines for writing.



Memo

A large white rectangular area with rounded corners, containing 20 horizontal dashed lines for writing.



Memo

A large white rectangular area with rounded corners, containing 20 horizontal dashed lines for writing.