미래엔 교과서

평가 문제집

고등학교 통합과학1

바른 답·알찬 풀이

Mirae N 에듀

I. 과학의 기초

1. 과학의 기본량

1 과학의 기본량

개념 다지기 10 쪽

1 규모 **2** 거시 **3** 기본량 **4** K(켈빈)

01 (1) 규모 (2) ㉠ 미시, ㉡ 거시 **02** (1) × (2) ○ (3) ○
03 (1) ㄱ (2) ㄹ (3) ㄷ **04** (1) × (2) ○ (3) ×
05 (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉡

01 (1) 자연 현상이 일어나는 시간과 공간의 크기의 범위를 규모라고 한다.
(2) 자연 세계는 물체나 현상의 규모에 따라 아주 작은 규모의 미시 세계와 큰 규모의 거시 세계로 나눌 수 있다.

02 시간이나 길이를 측정할 때는 규모에 적합한 방법을 사용한다.

03 (1) 조선 시대에는 앙부일구를 이용해 태양의 위치 변화에 따른 그림자의 길이로 시간을 측정했다.
(2) 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 인공위성으로 측정 대상의 위치, 이동 거리, 시각 등의 정보를 얻는다.
(3) 레이저 길이 측정기로 레이저 빛을 쏘아 빛이 왕복한 시간을 이용해 길이를 측정한다.

04 (1) 여러 가지 물리량 중에서 기본이 되는 물리량을 기본량이라고 한다.
(2) 기본량을 조합해 유도하는 물리량을 유도량이라고 하며, 유도량의 단위는 기본량의 단위를 조합해 사용한다.
(3) 속력은 길이와 시간으로 나타낼 수 있다.

05 기본량의 단위는 국제단위계(SI)를 사용하고, 유도량의 단위는 기본량의 단위를 조합해서 사용한다.
(1) 속력은 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 값이므로, 속력의 단위는 길이 단위를 시간 단위로 나누어 나타낼 수 있다.
(2) 부피는 길이를 세제곱한 물리량이므로 길이 단위의 세제곱으로 나타낼 수 있다.
(3) 밀도는 단위 부피당 질량이므로 질량 단위를 길이 단위의 세제곱으로 나누어 나타낼 수 있다.

실력 올리기 11 쪽

01 ⑤ **02** ③ **03** ⑤ **04** ① **05** ①
06 (1) ㉡ (2) 해설 참조

01 ⑤ 과학 기술의 발달로 측정할 수 있는 자연 세계의 시간과 공간의 범위가 늘어났다.
오답 피하기 ①, ② 자연 현상의 규모는 다양하므로 각 현상의 규모를 고려해 적절한 방법으로 관찰하고 측정해야 한다.
③ 자연 세계의 현상은 번개가 번쩍이는 것처럼 아주 짧은 시간에 나타나거나, 별이 새로 생겨나는 것처럼 아주 긴 시간에 걸쳐 나타나는 것도 있다.
④ 측정 도구의 발달로 이전에 다루기 어려웠던 매우 크거나 작은 규모의 현상도 측정할 수 있다.

02 ㄱ. 자연 현상을 탐구할 때는 측정 대상의 규모를 고려해 알맞은 도구와 방법을 사용한다.
ㄴ. 과거에는 해가 뜨고 지는 규칙성이나 달의 모양 변화의 주기성을 이용해 시간을 측정했다.
오답 피하기 ㄷ. 현재는 세슘 원자시계를 이용하여 시간을 정밀하게 측정한다.

03 ㄴ. 세슘 원자시계는 나노초와 같은 정밀한 시간을 측정하는 장치로 적절하다.
ㄷ. 레이저 길이 측정기는 물체에 빛을 쏘아 반사할 때 빛이 왕복하는 시간과 속력을 이용하여 길이를 알아낸다.
오답 피하기 ㄱ. 원자시계는 원자의 고유 진동수를 이용하여 만든 시계로 중력이나 온도 등의 외부 영향을 받지 않는다.

04 ㄱ. 지름은 적혈구가 은하보다 작으므로 공간의 규모는 (가)가 (다)보다 작다.
오답 피하기 ㄴ. 공간의 규모는 적혈구가 태풍보다 작으므로 측정을 위한 도구의 정밀도는 (가)가 (나)보다 높다.
ㄷ. μ(마이크로)는 10^{-6}을 의미한다. 우주의 크기는 매우 크므로 μ(마이크로) 단위의 접두어는 우주의 지름을 표현하는 데 적절하지 않다.

05 ① 과학에서는 기본량과 유도량을 모두 사용한다.
오답 피하기 ② 기본량마다 국제단위계(SI)를 따르는 기본 단위가 있다.
③ 질량 퍼센트 농도는 용액의 질량에 대한 용질의 질량비로 단위가 없는 유도량이다.
④ 밀도는 단위 부피당 질량이고, 부피는 길이의 세제곱으로 나타낼 수 있다. 따라서 밀도의 단위는 질량과 길이의 단위로 유도할 수 있다.
⑤ 넓이와 부피는 기본량 중 길이의 조합으로 유도하는 유도량이다.

06 (1) ㉠은 온도를 나타내므로 기본량이고, ㉡은 길이와 시간으로부터 유도된 유도량이다. ㉢은 기본량이나 유도량에 해당하지 않는다.

(2) 예시 답안 풍속은 바람이 단위 시간당 이동한 거리를 의미한다. 이를 나타내는 기본량은 시간과 길이이며, 속력의 단위는 길이의 단위인 m(미터)를 시간의 단위인 s(초)로 나눈 m/s(미터 매 초)를 사용한다.

평가 기준	배점(%)
유도량을 나타내는 기본량과 단위를 모두 옳게 서술한 경우	100
유도량을 나타내는 기본량 또는 단위 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

2. 측정 표준과 정보

1 측정 표준과 정보

개념 다지기 14 쪽

1 측정 **2** 측정 표준 **3** 신호 **4** 센서

01 ㄷ, ㄹ **02** (1) × (2) ○ (3) ×
03 (1) ○ (2) ○ (3) ○ **04** 디지털 **05** ㄱ, ㄴ, ㄷ

01 어림은 도구를 이용하지 않고 현재 알고 있는 정보를 이용해 그 양을 대략 가늠하고 논리적인 추론으로 근삿값을 얻는 것이다. 따라서 교실에 있는 학생 수를 세지 않고 대략적으로 추정하는 것과 요리를 할 때 맛을 보며 소금의 양을 조절해 음식의 간을 맞추는 것은 어림에 해당한다.

02 (1) 측정 표준은 정확하고 일관성 있는 측정을 하기 위해 만든 과학적 기준으로 과학 기술의 발전과 함께 점점 정밀해지고 있다.
(2) 측정 표준은 신뢰할 수 있는 측정 결과를 얻고, 원활한 의사소통과 공정한 거래를 하기 위해 필요하다.
(3) 측정 표준은 과학 및 산업 분야는 물론 일상생활에서도 활용된다.

03 (1) 신호를 사람의 감각 기관이나 다양한 도구를 이용하여 측정해 분석하면 유용한 정보를 얻을 수 있다.
(2) 아날로그 신호는 물리량이 연속적으로 변하는 신호이다.
(3) 디지털 신호는 전송 과정에서 변형이 거의 없고 오랫동안 보존할 수 있다.

04 디지털 정보는 센서로 얻은 전기 신호와 이를 분석한 정보를 디지털로 변환하는 기술을 활용해 얻은 정보이다. 디지털 정보를 활용한 정보 통신의 발전은 현대 문명에 많은 영향을 미쳤다.

05 로봇을 이용한 여러 작업 수행, 사회 관계망 서비스를 통한 정보 공유, 인터넷을 통한 물건 구매와 은행 거래 등은 모두 현대 문명에서 디지털 정보의 활용의 예이다.

실력 올리기 15 쪽

01 ⑤ **02** ⑤ **03** ③ **04** ㉠ 아날로그, ㉡ 디지털 **05** ④
06 해설 참조

01 어림은 도구를 이용하지 않고 현재 알고 있는 정보를 이용해 그 양을 대략 가늠하고 논리적인 추론으로 근삿값을 얻는 것이다.

02 ㄱ, ㄷ. 측정은 적절한 단위와 도구를 사용하여 어떤 대상의 물리량을 재는 것으로 자를 이용해 키를 재는 것은 측정의 예이다.
ㄴ. 어림을 활용해 측정에 필요한 단위와 도구를 선택할 수 있다.

03 ㄱ. 체온을 측정하고 분석하면 건강 상태를 알 수 있다.
ㄷ. 우주에서 온 빛을 연구하면 우주의 생성 과정을 알 수 있다.
오답 피하기 ㄴ. 대기의 기압을 측정하고 분석하면 날씨 정보를 알 수 있지만 대기 오염 정도는 알 수 없다.

04 아날로그 신호는 물리량이 연속적으로 변하는 신호이고, 디지털 신호는 물리량이 불연속적인 값으로 나타나는 신호이다.

05 ㄴ, ㄷ. 디지털 정보는 센서로 얻은 전기 신호와 이를 분석한 정보를 디지털로 변환하는 기술을 활용해 얻은 정보로 전송하기 쉬워 정보 통신에 활용된다.
오답 피하기 ㄱ. 디지털 정보는 저장과 분석이 쉬워 컴퓨터와 같은 전자 기기에서 이용된다.

06 예시 답안 측정 표준은 신뢰할 수 있는 측정 결과를 얻고, 원활한 의사소통과 공정한 거래를 하기 위해 필요하다.

평가 기준	배점(%)
측정 표준이 필요한 까닭 2 가지를 옳게 서술한 경우	100
측정 표준이 필요한 까닭을 1 가지만 서술한 경우	50

대단원 평가 16 쪽~19 쪽

01 ① **02** ④ **03** ④ **04** 해설 참조 **05** ① **06** ⑤
07 ⑤ **08** ② **09** ③ **10** (1) A (2) 해설 참조 **11** ②
12 ② **13** 측정 표준 **14** ⑤ **15** ③ **16** ①
17 해설 참조 **18** ④ **19** ⑤ **20** ⑤ **21** ③ **22** ⑤
23 해설 참조

01 ㄱ. (가)는 미시 세계이고, (나)는 거시 세계이다.
오답 피하기 ㄴ. T(테라)는 10^{12}을 나타내는 단위 접두어이다. (가)는 미시 세계에 해당하므로 (가)의 크기를 표현하기 위한 접두어는 T(테라)가 적절하지 않다.
ㄷ. 측정 도구는 측정 대상의 규모를 고려해야 한다. 규모의 크기는 (가)와 (나)가 다르므로 크기를 측정하기 위한 도구는 (가)에서와 (나)에서가 다르다.

02 학생 (가): 과거에는 태양과 같은 천체의 규칙성을 이용해 시간을 측정했다.
학생 (다): 세슘 원자시계를 이용하면 백만분의 1 초 단위까지 정밀한 시간을 측정할 수 있다.
오답 피하기 학생 (나): 진자를 이용한 괘종시계를 사용한 것은 천체의 규칙성을 이용해 시간을 측정한 것보다 나중의 일이다.

03 ㄱ. (가)의 GPS는 위성을 이용하여 위치를 측정하는 장치이다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 길이를 측정하는 장치이다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 공간 규모를 측정하는 데 이용된다.
오답 피하기 ㄴ. 전자 현미경은 미시 세계를 측정하기 위한 장치이다.

04 예시 답안 전자 현미경으로 혈액의 구성 성분이나 세포 등을 관찰하고 측정하면서 의학이 발전했다. 우주 망원경으로 태양계나 은하와 같은 큰 규모를 측정해 항공 우주 분야가 발전했다. 등

평가 기준	배점(%)
적절한 측정 도구를 이용해 자연에 대한 이해를 도운 사례를 옳게 서술한 경우	100
측정 도구를 언급하지 않고 사례만을 서술한 경우	30

05 압력은 단위 넓이당 작용하는 힘의 크기로 유도량에 해당한다. 기본량에는 시간, 길이, 질량, 전류, 온도, 광도, 물질량이 있다.

06 ⑤ ㉡은 부피로, 길이의 세제곱으로 나타내는 유도량이다.
오답 피하기 ①, ② 나무의 키는 길이로 나타내는 물리량이므로 ㉠은 기본량이다. 길이의 단위 m(미터)는 국제단위계의 기본 단위이다.
③ ㉡의 단위는 m^3로 부피를 나타낸다.
④ 부피의 단위는 기본량인 길이의 단위를 조합하여 사용한다.

07 ㄱ. m^2는 기본량인 길이 단위를 제곱한 것이므로 ㉠은 길이로부터 유도된 양이다.
ㄴ. 속력은 단위 시간 동안 이동한 거리이므로, 속력의 단위는 길이 단위와 시간 단위를 조합해 나타낸다.
ㄷ. 밀도는 단위 부피당 질량이므로 kg/m^3는 밀도의 단위이다.

08 ㄷ. 길이와 시간은 기본량에 해당하며, 속력은 길이와 시간을 이용해 유도된 양이다.
오답 피하기 ㄱ. 기본량은 다른 물리량을 활용해 표현할 수 없다.
ㄴ. 국제단위계(SI)에 따른 온도의 단위는 K(켈빈)이다.

09 ㄱ. (가)에 표시된 거리는 길이에 해당하는 기본량이다.
ㄴ. (나)에 표시된 속도는 이동 거리를 시간으로 나눈 유도량이다.
오답 피하기 ㄷ. (나)에서 표지판의 숫자로 표시한 제한 속도 '30'의 단위는 km/h이다.

10 (1) 전류의 SI 단위는 A(암페어)이다.
(2) 예시 답안 정해진 단위 체계를 사용하여 정확한 정보를 전달할 수 있다.

평가 기준	배점(%)
국제단위계가 필요한 까닭을 옳게 서술한 경우	100
혼란을 막기 위해서 국제단위계를 사용한다고 서술한 경우	30

11 학생 (나): 온도계를 이용해 체온을 재는 것은 측정이다.
오답 피하기 학생 (가): 자를 이용해 키를 재는 것은 측정이다.
학생 (다): 측정한 것이 어림한 것보다 신뢰도가 높다.

12 ② 측정은 적절한 단위와 도구를 사용하여 어떤 대상의 물리량을 재는 활동이다.
오답 피하기 ① 측정은 도구를 사용한다.
③ 측정은 기준이 되는 측정 표준을 이용하므로 사람에 따라 측정값의 차이가 크지 않다.
④ 측정값을 읽는 방법에는 한계가 있으므로 측정 과정에는 반올림과 같은 어림이 이용된다.
⑤ 현재 알고 있는 정보를 이용해 얻은 근삿값은 어림이다.

13 측정 표준은 어떤 양을 정확하고 일관성 있게 측정하려고 만든 과학적 기준으로 해시계, 물시계도 측정 표준에 해당한다.

14 ㄱ, ㄴ. 측정 표준은 어떤 양을 정확하고 일관성 있게 측정하려고 만든 과학적 기준으로 과학 및 산업 분야, 일상생활 등 다양한 곳에서 활용된다.
ㄷ. 측정 표준을 활용하면 원활한 의사소통과 공정한 거래가 가능하고 신뢰할 수 있는 측정 결과를 얻을 수 있다.

15 영화, 음악, 그림 등 예술 작품에 대한 감상이나 평가 기준은 개인에 따라 다르기 때문에 측정 표준이 적용되지 않는다.

16 과거 길이 측정 표준으로 활용된 미터원기는 1 m에 해당하는 길이를 금속으로 만든 기구이다. 현재는 빛이 진공에서 특정 시간 동안 진행한 거리를 1 m로 정의하고 측정 표준으로 활용하고 있다.

17 예시 답안 미터원기는 금속으로 만든 도구로 변하거나 마모하는 등 미터원기 자체에 문제가 생길 수 있지만 빛의 속도는 변하지 않고 항상 일정하다. 따라서 빛을 이용한 정의가 미터원기보다 더 정밀하므로 현재 길이 측정 표준으로 활용되고 있다.

평가 기준	배점(%)
빛을 이용한 정의가 미터원기보다 더 정밀해서 현재 길이 측정 표준으로 활용됨을 쓰고 더 정밀한 까닭을 옳게 서술한 경우	100
빛을 이용한 정의가 미터원기보다 더 정밀해서 현재 길이 측정 표준으로 활용된다고만 서술한 경우	50

18 ㄴ. 자연계에서 시간의 흐름에 따른 다양한 변화가 여러 가지 형태로 전달되는 것을 신호라고 한다.
ㄷ. 신호를 사람의 감각 기관이나 다양한 도구를 이용하여 측정하고 분석해 유용한 자료를 만드는 것을 정보라고 한다.
오답 피하기 ㄱ. 자연계의 신호는 대부분 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다.

19 ㄱ. 열화상 카메라에는 온도 센서가 이용된다.
ㄴ. 우주망원경에는 다양한 종류의 광센서가 이용된다.
ㄷ. 지진 관측 장비에는 속도, 가속도, 소리 센서 등이 이용된다.

20 ㄱ. 디지털 속력계에는 속력 센서가 포함되어 속력을 측정할 수 있다.
ㄴ. 자동차의 속력은 연속적으로 변하는 신호이므로 아날로그 신호이다.
ㄷ. 도로 주행 제한 속도보다 빠르게 달리는 차량을 확인하는 것은 디지털 정보이다.

21 ㄱ. 탐구에서 측정하는 기본량은 시간, 온도이다.
ㄴ. 스마트 기기로 측정해 얻은 자료는 디지털 정보이다.
오답 피하기 ㄷ. 실외의 정해진 장소에서만 온도를 측정하므로 실내와 실외의 온도 차이에 대해 설명할 수 없다.

22 종이 지도는 아날로그 형태의 정보이다.

23 예시 답안 디지털 정보는 저장과 분석이 쉬워서 컴퓨터와 같은 전자 기기에서 이용되어 다양한 분야에서 활용된다. 또 전송하기 쉬워서 정보 통신에 활용되어 시간과 공간의 제약 없이 빠르게 공유된다.

평가 기준	배점(%)
디지털 정보의 장점 2 가지를 옳게 서술한 경우	100
디지털 정보의 장점을 1 가지만 서술한 경우	50

Ⅱ. 물질과 규칙성

1. 원소의 생성과 규칙성

1 우주 초기에 생성된 원소

개념 다지기 25 쪽

1 방출 **2** 스펙트럼 **3** 기본 **4** 헬륨

01 (1) ㉢ (2) ㉡ (3) ㉠ **02** (1) × (2) × (3) ○
03 (1) ○ (2) × (3) × **04** (다) → (라) → (나) → (가)
05 (1) ㉠ 수소, ㉡ 헬륨 (2) 3 : 1

01 (1) 연속 스펙트럼은 모든 파장의 빛이 연속적으로 나타나 여러 가지 색의 띠로 보인다.
(2) 방출 스펙트럼은 고온의 기체에 포함된 원소가 특정한 파장의 빛을 방출하여 밝은 선(방출선)이 나타난다.
(3) 흡수 스펙트럼은 저온의 기체에 포함된 원소가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 연속 스펙트럼을 배경으로 검은 선(흡수선)이 나타난다.

02 (1) (가)는 흡수 스펙트럼이므로 검은 선은 흡수선이다.
(2) (나)와 (다)는 방출 스펙트럼이며, (나)와 (다)의 방출선 위치가 다르게 나타나므로 (나)와 (다)에는 같은 종류의 기체가 포함되어 있지 않다.
(3) (나)와 (다)의 방출선과 동일한 위치에 (가)의 흡수선이 나타나므로 (가)에는 (나)와 (다)의 기체가 모두 존재한다.

03 (1) 빅뱅 우주론에 따르면 약 138억 년 전 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 대폭발(빅뱅)이 일어나 우주가 시작되었다.
(2) 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때, 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아져 원자핵이 전자와 결합하여 원자가 생성되었다. 기본 입자는 빅뱅 직후 우주가 팽창하기 시작하면서 생성되었다.
(3) 지구에 존재하는 원소들은 대부분 별의 진화 과정을 거쳐 생성되었다.

04 빅뱅 직후 기본 입자인 쿼크와 전자가 생성되었고, 이후 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. 빅뱅 이후 약 3 분이 되었을 때, 양성자와 중성자의 핵융합 반응이 일어나 헬륨 원자핵이 생성되었다. 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때, 원자핵이 전자와 결합해 원자가 생성되었다.

05 (1) 오늘날 우주 전역에 분포하는 천체들의 스펙트럼을 분석하여 우주의 주요 구성 원소가 수소와 헬륨임을 알아냈다. 따라서 ㉠은 수소, ㉡은 헬륨이다.
(2) 우주를 구성하는 원소의 약 74 %는 수소이고, 약 24 %는 헬륨이므로 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다.

실력 올리기 26 쪽~29 쪽

01 ⑤ **02** ① **03** ③ **04** ⑤ **05** ② **06** ⑤ **07** ③
08 ③ **09** ② **10** ④ **11** ④ **12** ④ **13** ③ **14** ①
15 ⑤ **16** ② **17** 해설 참조 **18** 해설 참조
19 (1) 약 7 : 1 (2) 해설 참조 **20** 해설 참조
21 (1) 원자 (2) 해설 참조

01 원소마다 특정한 파장의 빛만 방출하거나 흡수하기 때문에 고유한 위치에 선이 나타난다. 따라서 원소의 스펙트럼에 나타나는 방출선이나 흡수선의 파장을 분석하면 원소의 종류를 알 수 있다.

02 A에서는 광원에서 방출한 빛이 프리즘을 통과하여 여러 가지 색의 띠가 연속적으로 나타나는 연속 스펙트럼이 관찰되고, B에서는 고온의 기체에서 방출한 빛이 프리즘을 통과하여 밝은 선이 나타나는 방출 스펙트럼이 관찰된다. C에서는 광원에서 방출한 빛이 저온의 기체를 통과한 후 프리즘을 통과하여 연속 스펙트럼을 배경으로 검은 선이 나타나는 흡수 스펙트럼이 관찰된다.

03 ㄱ. (가)는 백열등의 연속 스펙트럼이고, (나)는 형광등의 방출 스펙트럼이다.
ㄴ. 방출 스펙트럼인 (나)에서는 특정한 파장의 밝은 선인 방출선이 관측된다.
오답 피하기 ㄷ. 수소 기체 방전관에서는 방출 스펙트럼이 나타나므로 연속 스펙트럼인 (가)보다 방출 스펙트럼인 (나)에 가깝다.

04 별 S의 스펙트럼에 나타난 검은 선은 흡수선이며, 이는 별의 대기에서 특정한 파장의 빛이 흡수되어 만들어진 것이다. 별 S의 스펙트럼에 나타난 흡수선의 위치와 기체 ㉠, ㉡, ㉢의 스펙트럼에 나타난 방출선의 위치가 일치하기 때문에 별 S의 대기에는 기체 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 존재한다.

05 ㄷ. (가)와 (나)의 스펙트럼에 나타난 방출선과 흡수선의 위치가 일치하므로 (가)와 (나)의 선스펙트럼은 동일한 원소에 의해 나타난 것이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 방출 스펙트럼, (나)는 흡수 스펙트럼이다.
ㄴ. (나)의 검은 선은 흡수선이며, 방출선은 (가)의 밝은 선이다.

06 ㉠은 원자핵, ㉡은 전자, ㉢은 쿼크이다.
⑤ 전자(㉡)와 쿼크(㉢)는 기본 입자이며, 더 작은 입자로 나누어지지 않는다.

오답 피하기 ① ㉠은 양성자와 중성자로 이루어진 원자핵이다.
② ㉡은 원자핵 주변에 위치한 전자이다.
③ 전자(㉡)의 전하량은 −1이다.
④ ㉠~㉢ 중 질량은 원자핵(㉠)이 가장 크다.

07 빅뱅 이후 초기 우주에서 생성된 원소는 수소와 헬륨이다. 수소와 헬륨은 우주의 진화 과정에서 별과 은하를 만드는 재료가 되었고, 이후 별의 진화 과정을 거쳐 지구와 생명체를 구성하는 물질을 이루는 다양한 원소들이 생성되었다.

08 그림은 빅뱅 우주론 모형이다.
③ 우주가 팽창함에 따라 은하들은 서로로부터 멀어지므로 은하 사이의 평균 거리는 증가한다.

오답 피하기 ①, ② 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점점 낮아지고, 평균 밀도는 점점 감소한다.
④, ⑤ 우주가 팽창하면서 새로운 물질이 생성되지 않으므로 은하의 개수가 많아진다고 할 수 없다.

09 빅뱅 이후 초기 우주에서 입자들의 생성 과정은 (가) 쿼크와 전자의 생성 → (다) 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자의 생성 → (라) 양성자와 중성자의 핵융합 반응이 일어나 헬륨 원자핵의 생성 → (나) 원자핵이 전자와 결합하여 원자의 생성 순이다.

10 빅뱅 이후 약 1 초가 지났을 때, 양성자와 중성자의 비율은 약 7 : 1로 양성자가 많았다. 이때부터 약 3 분 동안 양성자 2 개와 중성자 2 개가 핵융합하여 헬륨 원자핵 1 개가 생성되었다.

11 헬륨 원자핵보다 무거운 원자핵은 헬륨 원자핵이 생성되는 온도보다 더 높은 온도 조건에서 원자핵들이 서로 융합해야 생성될 수 있다. 하지만 초기 우주에서 헬륨 원자핵이 생성된 이후 우주의 온도가 점점 낮아졌기 때문에 헬륨 원자핵보다 무거운 원자핵은 생성될 수 없었다.

12 ㉠ 시기에 헬륨 원자핵이 생성되었고, ㉡ 시기에 원자가 생성되었다.
ㄱ. ㉡ 시기는 ㉠ 시기보다 나중이므로 우주의 크기는 ㉠ 시기보다 ㉡ 시기에 더 크다.
ㄷ. ㉠ 시기에는 빛이 전기를 띤 입자에 의해 진행하기 어려웠으며, ㉡ 시기에는 빛이 전기를 띤 입자의 방해를 받지 않고 자유롭게 진행하게 되었다. 따라서 빛이 진행하는 평균 거리는 ㉠ 시기보다 ㉡ 시기에 더 길다.

오답 피하기 ㄴ. 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점점 낮아지므로 우주의 온도는 ㉡ 시기보다 ㉠ 시기에 더 높다.

13 ③ ㉠은 양성자이므로 그 자체로 수소 원자핵에 해당한다.

오답 피하기 ① ㉠은 양성자, ㉡은 중성자이다.
② 중성자(㉡)는 전기적으로 중성이다.
④ 양성자와 중성자의 질량이 비슷하므로 헬륨 원자핵의 질량은 양성자(㉠) 질량의 약 4 배이다.
⑤ 2 개의 양성자(㉠)와 2 개의 중성자(㉡)가 핵융합하여 헬륨 원자핵이 생성된다.

14 ㄱ. 우주 배경 복사는 원자가 생성된 이후 우주 공간에서 빛이 전기를 띤 입자의 방해를 받지 않고 자유롭게 진행하게 되었을 때 형성되었다.

오답 피하기 ㄴ. 빛이 전기를 띤 입자의 방해를 받아 계속 산란되었던 시기는 원자가 생성되기 이전이다.
ㄷ. 원자가 생성될 당시에 우주의 온도는 약 3000 K으로 낮아졌다.

15 ⑤ 현재 우주를 구성하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이며, 이 값은 초기 우주일 때 결정되었고 현재까지도 유지되고 있다.

오답 피하기 ① (가)는 헬륨 원자핵이 전자 2 개와 결합한 헬륨 원자이고, (나)는 수소 원자핵이 전자 1 개와 결합한 수소 원자이다.
② 원자의 질량은 (가)가 (나)의 약 4 배이다.
③ 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때 원자가 생성되었다.
④ 초기 우주에서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이었다.

16 ② B 시기 시작 이후 우주 공간에 전기를 띤 입자들이 거의 존재하지 않았으므로 빛은 우주 공간에 자유롭게 퍼져 나갔다.

오답 피하기 ① A 시기에 생성된 원소는 수소와 헬륨이다.
③ 우주에 존재하는 헬륨은 대부분 A 시기에 형성되었다.

④ 원자가 생성된 시기는 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때이며, 최초의 별과 은하가 생성된 시기는 빅뱅 이후 수억 년이 되었을 때이다. 따라서 시간의 길이는 A 시기가 C 시기보다 짧다.
⑤ 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점점 낮아지므로 우주의 온도는 B 시기가 C 시기보다 높다.

17 예시 답안 원소의 종류에 따라 특정한 파장의 빛만 방출하거나 흡수하여 원소마다 고유한 위치에 방출선이나 흡수선이 나타나기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
원소의 종류에 따라 특정한 파장의 빛만 방출하거나 흡수하여 원소마다 고유한 위치에 방출선이나 흡수선이 나타나기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100
선스펙트럼으로 원소의 종류를 구별할 수 있다는 내용만 옳게 서술한 경우	50

18 예시 답안 빅뱅 이후 약 3 분이 되었을 때, 우주의 온도는 매우 높았으므로 양성자와 중성자의 핵융합 반응이 일어나 헬륨 원자핵이 생성될 수 있었다. 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때, 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아졌으므로 헬륨 원자핵이 전자와 결합하여 헬륨 원자가 생성될 수 있었다.

평가 기준	배점(%)
빅뱅 이후 시간에 따라 생성되는 입자의 종류가 다른 까닭을 우주의 온도 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
우주의 온도가 낮아졌기 때문이라고만 서술한 경우	50

19 (1) 헬륨 원자핵이 생성되기 전 우주에 존재하던 양성자와 중성자의 개수비는 약 7 : 1이고, 양성자와 중성자의 질량이 거의 비슷하므로 질량비도 약 7 : 1이다.
(2) 예시 답안 양성자 2 개와 중성자 2 개가 결합하여 헬륨 원자핵 1 개를 생성하고, 결합하지 못한 양성자는 수소 원자핵으로 12 개가 남는다. 질량은 헬륨 원자핵이 수소 원자핵의 약 4 배이므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이다.

평가 기준	배점(%)
원자핵이 생성되는 과정, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비를 모두 옳게 서술한 경우	100
원자핵이 생성되는 과정, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

20 그림은 헬륨 원자핵이 전자 2 개와 결합한 헬륨 원자이다.
예시 답안 헬륨 원자, 기본 입자인 전자가 빅뱅 이후 가장 먼저 생성되었다.

평가 기준	배점(%)
헬륨 원자를 쓰고, 빅뱅 이후 가장 먼저 생성된 입자를 기본 입자와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
헬륨 원자만 쓴 경우	30

21 (1) 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때, 원자핵이 전자와 결합하여 원자가 생성되었다.
(2) 예시 답안 빅뱅 이후 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점점 낮아지므로 이 복사 에너지가 형성될 당시 우주의 온도는 약 3000 K였으며, 현재 우주의 온도보다 높았다.

평가 기준	배점(%)
우주 배경 복사가 형성될 당시 우주의 온도가 현재 우주의 온도보다 높다는 내용과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
우주 배경 복사가 형성될 당시 우주의 온도가 현재 우주의 온도보다 높다는 내용만 옳게 서술한 경우	50

2 별의 진화와 원소의 생성

개념 다지기 32 쪽

1 헬륨 **2** ㉠ 4, ㉡ 1 **3** 미행성체 **4** ㉠ 핵, ㉡ 맨틀

01 (1) ㉠ 커, ㉡ 상승 (2) 수소 (3) 탄소 (4) 큰 **02** ㄴ, ㅁ
03 (1) ○ (2) × (3) × **04** (1) ○ (2) × (3) ○
05 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡

01 (1) 성간 물질이 모여들어 밀도가 충분히 커지면 중력에 의해 수축하면서 온도가 점점 상승하여 원시별이 형성된다.
(2) 원시별이 중력 수축하여 중심부의 온도가 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이 탄생한다.
(3) 질량이 태양과 비슷한 별의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소까지 생성될 수 있다.
(4) 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 중심부에 철이 생성되면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않기 때문에 초신성 폭발이 일어난다.

02 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 금, 우라늄, 은 등의 원소가 생성된다.

03 (1) 태양계 성운의 회전 속도가 빨라지면서 중심부에 원시 태양이 형성되었다.
(2) 원시 원반에서 티끌 같은 고체 물질들이 뭉쳐 미행성체가 형성되었다.
(3) 태양과 가까운 곳에서는 주로 암석과 금속 성분의 지구형 행성이 형성되었다.

04 (1) 미행성체들이 계속 충돌하면서 원시 지구의 크기와 질량이 점점 증가했다.
(2) 마그마 바다가 형성된 이후 핵과 맨틀의 물질이 분리되었다.
(3) 원시 대기 중의 수증기가 응결하여 비로 내리면서 원시 바다가 형성되었다.

05 (1) 우주에 존재하는 가장 풍부한 원소는 수소이다.
(2) 지구에 존재하는 가장 풍부한 원소는 철이다.
(3) 생명체에 존재하는 가장 풍부한 원소는 산소이다.

실력 올리기 33 쪽~35 쪽

01 ① **02** ② **03** ⑤ **04** ③ **05** ④ **06** ① **07** ①
08 ① **09** ⑤ **10** ④ **11** ② **12** ③ **13** ① **14** ④
15 (1) ㉠ 수소, ㉡ 헬륨 (2) 해설 참조
16 (1) (다) → (라) → (나) → (가) (2) 해설 참조
17 (1) ㉠ 철, ㉡ 규소 (2) 해설 참조

01 성간 물질(㉠)은 수소, 헬륨과 같은 기체와 티끌로 이루어져 있으며, 성간 물질이 구름처럼 모여 있는 것을 성운이라고 한다. 성운 내에 중력(㉡)에 의해 수축이 일어나 밀도가 커지면 더욱 수축하면서 온도가 상승하여 원시별(㉢)이 형성된다.

02 ㄴ. 이 반응은 수소 원자핵 4 개가 융합해 헬륨 원자핵 1 개를 생성하는 수소 핵융합 반응이다.
오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 원시별이 중력 수축하여 중심부의 온도가 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이 탄생한다.

03 ⑤ 원시별의 중심부 온도가 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이 탄생하므로 원시별의 중심부 온도는 수소 핵융합 반응이 일어나는 별의 중심부 온도보다 낮다.
오답 피하기 ① 이 별은 초신성까지 진화하므로 질량이 태양보다 훨씬 크다.
② A 과정에서 중력 수축이 일어나므로 별의 크기가 점점 작아진다.
③ 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.
④ B 과정에서는 별의 중심부에서 연속적인 핵융합 반응이 일어나 헬륨보다 무거운 탄소, 산소, 마그네슘, 규소, 황 등을 포함해 최종적으로 철까지 생성된다.

04 ㄱ, ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별의 중심부에서는 탄소까지 생성될 수 있고, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 중심부에서는 탄소가 생성된 이후에도 연속적인 핵융합 반응이 일어나 철까지 생성될 수 있다. 따라서 별 A와 B에서 모두 탄소가 생성될 수 있고, 별 B에서는 마그네슘, 규소가 생성될 수 있다.
오답 피하기 ㄴ. 초신성 폭발은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별 B에서만 일어난다.

05 (가)는 질량이 태양과 비슷한 별이고, (나)는 질량이 태양보다 훨씬 큰 별이다.
④ 질량이 태양과 비슷한 별 (가)의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응까지 일어날 수 있으며, 탄소 핵융합 반응은 일어나지 않는다.
오답 피하기 ①, ② 별의 질량이 클수록 중심부의 온도가 높으므로 더 무거운 원소가 생성될 수 있다. 따라서 별의 질량은 더 무거운 원소가 생성되는 (나)가 (가)보다 크고, 중심부의 온도도 (나)가 (가)보다 높다.
③ 초신성 폭발은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 마지막 진화 단계에서 일어나므로 (나)가 진화하면 초신성 폭발이 일어난다.
⑤ (나)의 중심부에서 생성되는 가장 무거운 원소는 철이다.

06 ① 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 초신성 폭발 단계를 거치지만, 질량이 태양과 비슷한 별은 초신성 폭발 단계를 거치지 않는다.
오답 피하기 ②, ③, ④, ⑤ 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 중심부에 철이 생성된 이후 마지막 진화 단계인 초신성 폭발이 일어난다. 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 금, 은, 우라늄 등의 원소가 생성된다. 초신성 폭발로 별의 진화 과정에서 생성된 다양한 원소가 우주 공간으로 흩어져 이후 새로운 별을 만드는 재료가 된다.

07 ㄱ. 그림은 초신성 폭발로 남겨진 잔해의 모습이다.
ㄴ. 초신성 폭발 과정에서 금, 은, 우라늄 등의 원소가 생성되므로 이 천체에는 철보다 무거운 원소가 존재한다.
오답 피하기 ㄷ. 질량이 태양보다 훨씬 큰 별이 진화할 때 초신성 폭발이 일어나 잔해가 형성된다.

ㄹ. 초신성 폭발로 남겨진 잔해는 우주 공간으로 점점 흩어져 성간 물질로 되돌아간다.

08 ㄱ. 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 진화 과정에서 칼슘, 철 등의 원소들이 생성된 이후, 태양이 형성될 당시에 이 원소들은 태양계 성운에 포함되어 있었다.

오답 피하기 ㄴ. 태양의 스펙트럼에서 관측된 칼슘과 철의 흡수선은 태양 대기에 의해 나타난다.

ㄷ. 태양의 내부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨이 생성되며, 상대적으로 무거운 칼슘과 철은 태양의 내부에서 생성될 수 없다.

09 ⑤ 별의 진화 과정이 반복될수록 핵융합 반응을 거쳐 성간 물질에 헬륨보다 무거운 다양한 원소의 비율이 증가한다.

오답 피하기 ① 원시별은 중심부의 온도가 낮으므로 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

② 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

③, ④ 질량이 태양과 비슷한 별은 중심부에서 탄소까지 생성되며, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 중심부에서 철까지 생성된다. 따라서 별의 질량이 클수록 중심부의 온도가 높으므로 무거운 원소가 잘 생성된다.

10 태양계의 형성 과정은 (가) 태양계 성운이 회전하면서 수축 → (다) 성운의 회전 속도가 빨라지면서 원시 태양과 납작한 원시 원반 형성 → (라) 원시 원반에서 미행성체 형성 → (나) 미행성체들이 충돌하면서 성장해 원시 행성 형성 순이다.

11 ㄱ. (가)에서 성운을 수축시키는 주요 힘은 중력이다.

ㄷ. (다)의 원시 원반은 중심부(원시 태양) 주위를 빠르게 회전했다.

오답 피하기 ㄴ. 태양계 성운이 회전하면서 수축해 중심부에 원시 태양이 형성되었고, 주변부에 납작한 원시 원반이 형성되었다. 따라서 원시 태양은 (가) 이후에 형성되었다.

ㄹ. (라)의 미행성체는 원시 원반에서 주로 티끌 같은 고체 물질들이 뭉쳐 형성되었다.

12 ㄱ. 원시 지구는 미행성체들이 충돌하면서 크기와 질량이 점점 증가하고 성장했다.

ㄷ. 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표면이 식어 원시 지각이 형성된 이후에 원시 대기 중의 수증기가 응결하여 비로 내리면서 원시 바다가 형성되었다.

오답 피하기 ㄴ. 마그마 바다가 형성된 이후에 핵과 맨틀이 분리되었고, 이후 지표면이 식어 원시 지각이 형성되었다.

13 ㄱ. 생명체에서 많은 양을 차지하는 원소는 산소>탄소>수소 순이다.

오답 피하기 ㄴ. 지구 전체에서 많은 양을 차지하는 원소는 철>산소>규소 순이므로 지구 전체에서 가장 풍부한 원소는 철이다.

ㄷ. 생명체의 주요 구성 원소는 산소, 탄소, 수소 등이다. 이 중 산소를 제외한 나머지 원소들은 지구에서 상대적으로 희박한 원소이다.

14 빅뱅 이후 초기 우주에서 원자가 생성되었을 때 우주 배경 복사가 형성되었고, 수소와 헬륨으로 이루어진 성간 물질이 모여 최초의 별이 형성되었다. 수많은 별의 생성과 진화 과정을 거쳐 탄소, 산소, 규소, 철 등의 다양한 원소가 생성되었고, 이 원소들은 태양계 성운에 포함되어 있었다. 태양계 성운에서 원시 지구가 형성되었고, 원시 지구의 진화 과정을 거쳐 최초의 지구 생명체가 탄생했다. 따라서 빅뱅 이후 초기 우주에서부터 지구 생명체 탄생까지의 과정은 (라) → (나) → (다) → (가) → (마) 순이다.

15 (1) ㉠이 핵융합하여 헬륨이 생성되므로 ㉠은 수소이고, ㉡이 핵융합하여 탄소가 생성되므로 ㉡은 헬륨이다.

(2) 예시 답안 (다), 태양의 진화 과정에서 핵융합 반응으로 탄소까지 생성될 수 있기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(다)를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
(다)만 쓴 경우	30

16 (1) 원시 지구의 형성부터 생명체 탄생까지의 과정은 (다) 미행성체의 충돌에 의한 열로 마그마 바다 형성 → (라) 구성 성분에 따른 밀도 차이에 의해 핵과 맨틀이 분리되어 층상 구조 형성 → (나) 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표면이 식어 원시 지각이, 빗물이 모여 원시 바다 형성 → (가) 원시 바다에서 최초의 생명체 탄생 순이다.

(2) 예시 답안 (나)>(다), (나)의 원시 지구는 핵과 맨틀이 분리된 이후이고, (다)의 원시 지구는 핵과 맨틀이 분리되기 이전이기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(나)와 (다)의 중심부 밀도를 비교하여 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
(나)와 (다)의 중심부 밀도만 옳게 비교하여 쓴 경우	40

17 (1) 지구에서 많은 양을 차지하는 원소는 철>산소>규소 순이므로 ㉠은 철이고, ㉡은 규소이다.

(2) 예시 답안 철은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 진화 과정에서 생성된 이후, 태양계 성운에 포함되어 있었다. 태양계 성운에서 철을 포함한 미행성체가 형성되었고, 이들이 원시 지구를 형성하면서 철은 지구에서 가장 풍부한 원소가 되었다.

평가 기준	배점(%)
㉠의 유래를 별의 진화부터 원시 지구의 형성까지 관련지어 모두 옳게 서술한 경우	100
㉠의 유래를 별의 진화 과정만 관련지어 옳게 서술한 경우	50

3 원소의 주기성과 결합

개념 다지기 39 쪽

1 주기율표 **2** 할로젠 **3** 전자 껍질
4 원자가 전자 **5** 18 **6** 8

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × **02** (1) ㉣ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉠
03 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ **04** (1) D (2) B

01 (1) 주기율표의 가로줄은 주기라고 한다.
(2) 주기율표의 주기는 1주기~7주기로 구성된다.
(3) 비금속 원소는 주로 주기율표의 오른쪽에 위치한다.
(4) 주기율표의 같은 족 원소들은 화학적 성질이 유사하다.

02 (1) 수소(H)는 주기율표의 1족에 속하며, 비금속 원소이다.
(2) 리튬(Li)은 알칼리 금속이며, 실온에서 물과 격렬하게 반응한다.
(3) 질소(N)는 비금속 원소이며, 제품 포장용 충전 기체로 이용한다.
(4) 염소(Cl)는 할로젠이며, 반응성이 크고 비금속 원소이다.

03 (1) 같은 족에 속하는 원소는 원자의 전자 배치에서 원자가 전자 수가 같다.
(2) 같은 주기에 속하는 원소는 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
(3) 원소의 화학적 성질은 원자가 전자 수가 결정한다.
(4) 원자의 전자 배치 규칙에 따라 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문에 원소들의 성질은 주기성을 나타낸다.

04 (1) A~D 중 주기율표에서 18족에 속하는 원소는 D인 네온(Ne)이다.
(2) A~D 중 전자 2 개를 얻었을 때 18족 원소와 같은 전자 배치를 하는 원소는 B인 산소(O)이다.

실력 올리기 40 쪽~43 쪽

01 ① **02** ③ **03** ④ **04** ④ **05** ⑤ **06** (1) 리튬(Li), 마그네슘(Mg) (2) 플루오린(F), 염소(Cl) **07** ① **08** ③
09 ㉠ 2, ㉡ 8 **10** ② **11** ③ **12** ③ **13** ④ **14** ②
15 ① **16** ③ **17** ② **18** ③ **19** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조
20 해설 참조 **21** 해설 참조 **22** 해설 참조
23 (1) 질소, 산소, 이산화 탄소 (2) 해설 참조

01 ㄴ. 주기율표의 가로줄은 주기, 세로줄은 족이다.
오답 피하기 ㄱ. 주기율표는 110 여 가지의 원소를 배열한 표이다.
ㄷ. 각각의 주기에 존재하는 원소의 수는 모든 주기에서 같지 않다.

02 ③ 비금속 원소는 대부분 열을 잘 전달하지 않는다.
오답 피하기 ① 비금속 원소는 대부분 광택이 없다.
② 비금속 원소는 대부분 전기가 잘 통하지 않는다.
④ 산소, 할로젠 등의 비금속 원소는 다른 원소와 잘 반응한다.
⑤ 비금속 원소는 대부분 주기율표의 오른쪽에 위치한다.

03 ㄴ. B와 C는 같은 18족 원소로 화학적 성질이 유사하다.
ㄷ. A~D 중 원자 번호가 가장 큰 원소는 3주기 원소인 D이다.
오답 피하기 ㄱ. A는 수소(H)로 비금속 원소이다.

04 알칼리 금속 조각을 칼로 자르면 금속의 단면이 공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 색이 변하는 것을 관찰할 수 있다.

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

06 (1) 리튬(Li)과 마그네슘(Mg)은 금속 원소이다.
(2) 플루오린(F)과 염소(Cl)는 할로젠이다.

07 같은 족 원소는 유사한 화학적 성질을 갖는다.

08 ㄱ, ㄷ. 원자는 전기적으로 중성이므로 원자에 존재하는 양성자수와 전자 수가 같고, 전자는 전자 껍질에 존재한다.
오답 피하기 ㄴ. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다.

09 전자는 에너지 준위가 낮은 원자핵과 가까운 전자 껍질부터 채워진다. 이때 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2 개의 전자가 채워지고, 두 번째, 세 번째 전자 껍질에는 최대 8 개의 전자가 채워진다.

10 ② 원자가 전자는 원소의 화학적 성질을 결정하며 화학 결합에 관여한다.

오답 피하기 ① 원자가 전자 수는 원소에 따라 1부터 7까지의 값을 갖는다.
③ 원자가 전자 수는 원자 번호에 비례하여 증가하지 않는다.
④ 원자가 전자는 원자의 가장 바깥쪽 전자 껍질에 존재하는 전자이다.
⑤ 같은 주기에 속하는 원소는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 같다.

11 ㄱ. X는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 3 개이므로 3주기 원소이다.
ㄷ. (가)~(다) 중 원자핵에 가장 가까운 첫 번째 전자 껍질인 (가)의 에너지 준위가 가장 낮다.
오답 피하기 ㄴ. 원자가 전자는 (가)~(다) 중 가장 바깥쪽 전자 껍질인 (다)에 존재한다.

12 ③ B의 가장 바깥쪽 전자 껍질에 들어 있는 전자는 6 개이므로 원자가 전자 수는 6이다.
오답 피하기 ① A는 Li으로 1족 원소이다.
② B와 C는 같은 16족 원소이다.
④ A와 B는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 2 개이므로 2주기 원소이다.
⑤ A~C 중 3주기 원소인 C가 전자 껍질 수가 가장 많다.

13 원자가 전자 수는 원소의 족 번호에서 일의 자리 수와 같으므로 15족 원소의 원자가 전자 수는 5이다.

14 18족 원소인 네온은 빛을 내는 간판에 이용되고, 헬륨은 광고용 기구에 이용되며, 아르곤은 이중창의 유리 사이 충전재로 이용된다.

15 ㄴ. B와 C는 같은 2주기 원소로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같다.
오답 피하기 ㄱ. A는 비활성 기체로 실온에서 단원자 상태로 존재한다.
ㄷ. 18족 원소인 A를 제외한 나머지 원소들은 다른 원소와 잘 반응한다.

16 18족 원소는 화학적으로 안정하다.

17 ㄴ. A는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이고, C는 원자가 전자 수가 1이므로 1족 원소이다. 원소 A~C의 원자 번호가 연속이므로 A는 2주기 17족, B는 2주기 18족, C는 3주기 1족 원소이다.
오답 피하기 ㄱ. A는 17족 원소이므로 원자가 전자 수는 7이다.
ㄷ. 3주기 원소는 C 1 가지이다.

18 염소(Cl)는 3주기 원소로 전자가 채워진 전자 껍질 수가 3이고, 리튬(Li)은 1족 알칼리 금속이다. 따라서 설명하는 원소는 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)이다.

19 (1) 예시 답안 원자 번호 순서와 화학적 성질을 기준으로 배열하였다.

평가 기준	배점(%)
배열 기준으로 원자 번호 순서와 화학적 성질을 모두 서술한 경우	100
배열 기준으로 원자 번호 순서와 화학적 성질 중 하나만 서술한 경우	50

(2) 예시 답안 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문에 원소들의 성질은 주기성을 나타낸다.

평가 기준	배점(%)
원자가 전자 수의 주기적 변화를 옳게 서술한 경우	100
원자가 전자 수와 관련있다고만 서술한 경우	50

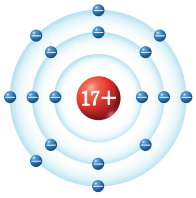
20 예시 답안 광택이 있다. 열을 잘 전달한다. 전기가 잘 통한다. 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 모양만 변한다. 등

평가 기준	배점(%)
금속 원소의 성질 3 가지를 옳게 서술한 경우	100
금속 원소의 성질을 2 가지만 옳게 서술한 경우	50

21 예시 답안 알칼리 금속은 반응성이 커서 공기 중의 산소 및 물과 빠르게 반응하므로 반응이 일어나지 않고 안전하게 보관하기 위하여 석유에 넣어 보관한다.

평가 기준	배점(%)
알칼리 금속의 반응성과 보관 방법의 목적을 옳게 서술한 경우	100
알칼리 금속의 반응성과 보관 방법의 목적 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

22 예시 답안 염소 원자의 전자는 17 개이므로 전자 배치 규칙에 따라 첫 번째 전자 껍질에 2 개, 두 번째 전자 껍질에 8 개, 세 번째 전자 껍질에 7 개의 전자가 배치된다.



평가 기준	배점(%)
전자 배치하는 방법을 옳게 서술하고 전자 배치 모형을 그림으로 옳게 표현한 경우	100
전자 배치하는 방법만 옳게 서술한 경우	50
전자 배치 모형만 그림으로 옳게 표현한 경우	50

23 (1) 질소(N_2), 산소(O_2), 이산화 탄소(CO_2)는 화학 결합으로 형성된 물질이고, 아르곤(Ar)은 단원자로 존재한다.

(2) 예시 답안 (1)의 물질을 이루고 있는 원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 하여 안정해지기 위해 화학 결합을 형성한다.

평가 기준	배점(%)
18족 원소의 전자 배치를 하여 안정해지기 위함을 모두 옳게 서술한 경우	100
18족 원소의 전자 배치를 갖는 것과 안정해지는 것 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

4 이온 결합과 공유 결합

개념 다지기 46 쪽

1 양이온 **2** 18 **3** 18 **4** 2 **5** 이온
6 흐르지 않는다

01 (1) × (2) ○ (3) ○ **02** ㉠ 잃어, ㉡ 얻어
03 (1) ○ (2) ○ (3) ○ **04** ㉠ 헬륨(He), ㉡ 네온(Ne)
05 염화 나트륨, 황산 구리(Ⅱ)

01 (1) 이온 결합은 금속 원소의 원자와 비금속 원소의 원자 사이에서 형성되는 결합이다.
(2) 이온 결합은 양이온과 음이온 사이에 정전기적 인력이 작용해 형성되는 결합이다.
(3) 염화 마그네슘은 금속인 마그네슘(Mg)과 비금속인 염소(Cl)가 이온 결합하여 형성된 물질이다.

02 나트륨 원자는 전자 1 개를 잃어 나트륨 이온이 되고, 염소 원자는 전자 1 개를 얻어 염화 이온이 된다.

03 (1) 공유 결합은 비금속 원소의 원자들 사이에서 형성되는 결합이다.
(2) 공유 결합은 원자들이 전자쌍을 공유하며 형성되는 결합이다.
(3) 설탕은 공유 결합으로 형성된 공유 결합 물질이다.

04 수소 원자는 전자 1 개를 얻어 18족 원소인 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 하여 안정해지고, 산소 원자는 전자 2 개를 얻어 18족 원소인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다.

05 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 수용액 상태에서는 전류가 흐르는 물질은 이온 결합 물질이고, 주어진 물질 중 이온 결합 물질은 염화 나트륨과 황산 구리(Ⅱ)이다.

실력 올리기 47 쪽~49 쪽

01 ③ **02** ② **03** 정전기적 인력 **04** ③ **05** Al_2O_3
06 ④ **07** ④ **08** ② **09** ⑤ **10** ④ **11** ② **12** ①
13 ㉠ 공유, ㉡ 이온 **14** ② **15** ⑤ **16** 해설 참조
17 해설 참조 **18** 해설 참조 **19** 해설 참조

01 리튬 원자가 안정한 이온이 될 때 전자 1 개를 잃고 양이온이 되며, 이때 전자 껍질 수는 줄어든다.

02 X^{2-}의 전자 수는 18이고, 원자 X의 전자 수는 X^{2-}보다 2 개 적은 16이다. 원자는 전기적으로 중성이므로 X의 양성자수는 전자 수와 같은 16이다.

03 양이온과 음이온 사이에는 정전기적 인력이 작용한다.

04 ㄱ. B는 비금속 원소로 음이온이 되기 쉽다.
ㄴ. A_2B는 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 이온 결합 물질이다.
오답 피하기 ㄷ. C가 안정한 이온이 될 때 전자 2 개를 잃고 양이온이 되므로 2주기 18족 원소와 같은 전자 배치를 한다.

05 알루미늄은 금속 원소로 전자 3 개를 잃어 Al^{3+}이 되고, 산소는 비금속 원소로 전자 2 개를 얻어 O^{2-}이 된다. Al^{3+}과 O^{2-}은 2 : 3의 개수비로 결합하여 Al_2O_3을 형성한다.

06 ㄱ, ㄷ. 이온 결합 물질인 염화 나트륨은 나트륨 이온과 염화 이온이 1 : 1의 개수비로 결합하여 형성되며, 전기적으로 중성이다.

오답 피하기 ㄴ. 나트륨 이온과 염화 이온은 규칙적인 배열의 입체 구조를 만든다.

07 ④ 공유 결합 물질을 이루고 있는 원자들은 모두 18족 원소와 같은 안정한 전자 배치를 한다.

오답 피하기 ① 공유 결합 물질은 대부분 고체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

②, ③ 공유 결합 물질은 비금속 원소들로 이루어져 있고, 원자들 사이에 전자쌍을 공유하며 결합이 형성된다.

⑤ 공유 결합 물질은 대부분 물에 녹아도 공유 결합이 끊어지지 않고 분자 상태로 존재한다.

08 산소 분자에 있는 공유 전자쌍 수는 2이다.

09 3주기 원소 중 이원자 분자가 되었을 때 공유 전자쌍 수가 1인 것은 염소(Cl)이므로 X는 Cl이고 X_2는 Cl_2이다.

ㄱ. Cl(X)는 17족 원소이다.

ㄴ. Cl(X)는 공유 결합하여 $Cl_2(X_2)$가 되면서 안정해진다.

ㄷ. $Cl_2(X_2)$에서 Cl(X)는 아르곤 원자의 전자 배치를 한다.

10 A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 산소(O), D는 네온(Ne)이다.

④ 공유 전자쌍 수는 $O_2(C_2)$가 $H_2(A_2)$의 2 배이다.

오답 피하기 ① H(A)는 최대 1 개의 전자쌍을 공유해 공유 결합을 형성한다.

② C(B)는 최대 4개의 H(A)와 공유 결합을 형성할 수 있다.

③ O(C)가 공유 결합을 형성하면 Ne(D)의 전자 배치를 갖는다.

⑤ $CO_2(BC_2)$의 공유 전자쌍 수는 4이다.

11 ㄷ. B는 원자가 전자 수가 6이고, C는 원자가 전자 수가 7이므로 18족 원소의 전자 배치를 갖기 위해 B와 C는 1 : 2의 개수비로 공유 결합한다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ. A는 금속 원소, B와 C는 비금속 원소이므로 AB와 AC_2는 이온 결합 물질이고 분자 형태로 존재하지 않는다.

12 공유 전자쌍 수는 N_2는 3, F_2과 HF는 1, H_2S와 OF_2는 2로 N_2가 가장 많다.

13 물(H_2O)은 공유 결합 물질로 전류가 흐르지 않지만 다양한 이온 결합 물질들이 녹으면 전류가 흐를 수 있다.

14 ㄴ. 이온 결합 물질은 물에 녹으면 양이온과 음이온으로 나뉘어 자유롭게 움직인다.

오답 피하기 ㄱ. 이온 결합 물질은 고체 상태일 때 전류가 흐르지 않는다.

ㄷ. 이온 결합 물질은 분자 형태가 아닌 무수히 많은 양이온과 음이온이 일정한 개수비로 결합한 결정으로 존재한다.

15 ㄱ. (+)극으로 이동하는 A는 (−)전하를 띠는 Cl^-이다.

ㄴ. 염화 나트륨(NaCl)은 전기적으로 중성이므로 수용액에서 Na^+과 Cl^-의 수는 서로 같다.

ㄷ. 염화 나트륨 수용액은 전류가 흐르므로 전선에 전구를 연결하면 전구에 불이 들어온다.

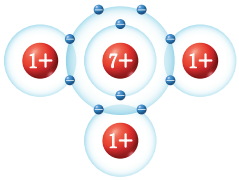
16 예시 답안 비금속 원소는 보통 원자가 전자 수가 5 이상이므로 18족 원소의 전자 배치를 하기 위해 전자를 잃는 것보다 얻는 것이 더 쉽다. 따라서 양이온보다 음이온이 되기 쉽다.

평가 기준	배점(%)
비금속 원소의 원자가 전자 수와 전자의 출입 경향을 모두 옳게 서술한 경우	100
비금속 원소의 원자가 전자 수와 전자의 출입 경향 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

17 예시 답안 칼슘은 이온이 될 때 Ca^{2+}이 되고, 염소는 이온이 될 때 Cl^-이 된다. 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 Ca^{2+}과 Cl^-이 1 : 2의 개수비로 결합한다.

평가 기준	배점(%)
각 이온의 전하와 이온 결합 물질의 전기적 성질을 모두 옳게 나타낸 경우	100
이온 결합 물질의 전기적 성질만 옳게 나타낸 경우	50

18 예시 답안 원자가 전자 수가 5인 질소 원자 1 개가 원자가 전자 수가 1인 3 개의 수소 원자와 각각 전자쌍 1 개를 공유하며 결합하여 모든 원자가 18족 원소의 전자 배치를 갖는 공유 전자쌍 수가 3 개인 암모니아 분자를 형성한다.



평가 기준	배점(%)
공유 전자쌍 수와 구성 원자들의 전자 배치를 모두 옳게 서술하고, 화학 결합 모형을 그림으로 옳게 표현한 경우	100
공유 전자쌍 수와 구성 원자들의 전자 배치만 옳게 서술한 경우	50
화학 결합 모형만 그림으로 옳게 표현한 경우	50

19 예시 답안 이온 결합 물질은 고체 상태에서 양이온과 음이온이 강하게 결합하여 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않지만 물에 녹으면 양이온과 음이온으로 나뉘져 자유롭게 이동하므로 전류가 흐른다.

평가 기준	배점(%)
이온의 움직임과 전기 전도성을 고체 상태와 수용액 상태 모두 옳게 서술한 경우	100
이온의 움직임과 전기 전도성을 고체 상태와 수용액 상태 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

중단원 평가 50 쪽~53 쪽

01 ④ **02** ③ **03** ① **04** ① **05** ④ **06** ② **07** ②
08 ③ **09** ② **10** ⑤ **11** ④ **12** ④ **13** ⑤
14 (1) 3 (2) 1 **15** ① **16** A, B, C **17** ②
18 해설 참조 **19** 해설 참조
20 (1) 중력 수축에 의한 에너지 (2) 해설 참조 **21** 해설 참조
22 해설 참조 **23** 해설 참조

01 수소 기체 방전관에서는 방출 스펙트럼이 나타난다. 이때 원소마다 고유한 위치에 방출선이 나타나므로 수소 기체의 고유한 밝은 선이 나타난다. 햇빛에서는 흡수 스펙트럼이 나타난다.

02 ㄱ. ㉠은 양성자와 중성자로 이루어진 원자핵이고, ㉡은 전자이다.
ㄷ. 원자의 질량은 대부분 원자핵이 차지한다. 따라서 원자의 질량은 원자핵(㉠)이 전자(㉡)보다 많이 차지한다.
오답 피하기 ㄴ. 전자(㉡)는 기본 입자이므로 더 작은 입자로 나누어지지 않는다.

03 ① ㉠ 시기에는 기본 입자인 쿼크와 전자, 빛만 존재했다.
오답 피하기 ② ㉡ 시기에는 양성자와 중성자가 존재했으며, 헬륨 원자핵이 생성되기 전이다.
③, ④ 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도가 낮아진다. 따라서 우주의 크기는 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 작고, 우주의 온도는 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 높다.
⑤ ㉠과 ㉡ 시기 사이에 빛은 전기를 띤 입자의 방해를 받아 우주 공간을 자유롭게 진행할 수 없었다.

04 ① 원시별은 중력 수축하면서 크기가 작아지는 별이다.
오답 피하기 ② 별의 중심부 온도가 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 원시별의 중심부 온도는 1000만 K보다 낮다.
③ 별의 일생 중 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별에서 가장 오랜 시간을 보낸다.
④ 성간 물질이 모여들어 밀도가 커지면 중력 수축으로 온도가 점점 상승하여 원시별이 형성된다.
⑤ 원시별의 에너지원은 중력 수축에 의한 에너지이다.

05 ④ (가)의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나고, (나)의 중심부에 탄소핵이 존재하며 그 주변에서 수소 핵융합 반응과 헬륨 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 이 별의 진화 순서는 (가) → (나) 순이다.
오답 피하기 ① (가)의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 (가)는 원시별이 중력 수축하여 탄생한 별이다.
② (나)의 중심부에 존재하는 탄소핵은 헬륨 핵융합 반응으로 탄소가 생성된 것이다. 또 질량이 태양과 비슷한 별에서는 탄소 핵융합 반응이 일어나지 않는다.
③ 별의 중심부 온도가 높을수록 무거운 원소가 생성될 수 있으므로 중심부의 온도는 탄소핵이 존재하는 (나)가 (가)보다 높다.
⑤ 질량이 태양과 비슷한 별은 초신성 폭발이 일어나지 않으며, 초신성 폭발은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 마지막 진화 단계에서 일어난다.

06 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 마지막 진화 단계에서 초신성 폭발이 일어나며, 이때 철보다 무거운 금, 은, 우라늄 등의 원소가 생성된다.

07 ㄴ. (가) → (나)에서 미행성체들이 충돌하면서 원시 지구의 질량이 점점 증가했다.
오답 피하기 ㄱ. 핵과 맨틀이 분리된 시기는 마그마 바다가 형성된 이후이므로 (나)와 (다) 시기 사이이다.
ㄷ. (나) → (다)에서 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표면의 온도가 하강하여 원시 지각이 형성되었다.

08 (가)는 지구의 구성 원소이고, (나)는 사람의 구성 원소이다.
ㄱ. 지구에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철>산소>규소 순이며, 사람에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소>탄소>수소 순이다. 따라서 ㉠은 산소, ㉡은 수소이다.
ㄴ. 우주에서는 수소(㉡)가 산소(㉠)보다 훨씬 풍부하다.
오답 피하기 ㄷ. 산소(㉠)는 별의 진화 과정에서 핵융합 반응으로 생성되었으며, 수소(㉡)는 대부분 빅뱅 이후 초기 우주에서 생성되었다.

09 ㄴ. 전자가 채워진 전자 껍질 수는 주기와 같다.
오답 피하기 ㄱ. 주기는 주기율표의 가로줄을 의미한다.
ㄷ. 화학적 성질이 유사한 것은 같은 족 원소들이다.

10 ㄱ, ㄴ. X는 원자가 전자 수가 2이므로 2족 원소인 금속 원소이다.
ㄷ. $a=3$이면 첫 번째 전자 껍질에 2 개, 두 번째 전자 껍질에 8 개, 세 번째 전자 껍질에 2 개의 전자가 채워져 있으므로 X의 원자 번호는 12이다.

11 A는 염화 나트륨이다. 염화 나트륨은 이온 결합 물질로 고체 상태일 때 전류가 흐르지 않는다.

12 18족 원소를 제외한 나머지 원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 하여 안정해지기 위해 화학 결합을 형성한다.

13 ㄱ. A는 18족 원소로 다른 원소와 잘 반응하지 않는다.
ㄴ. B와 C는 같은 족 원소로 화학적 성질이 유사하다.
ㄷ. C와 D는 같은 주기 원소로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

14 (1) 원자 X는 전자 1 개를 잃고 X^+의 전자 배치를 하므로, 원자 X의 전자 수는 3이고 원자 번호도 3이다.
(2) Y는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7이므로 Y_2는 1 개의 전자쌍을 공유하여 결합한 분자이다.

15 ㄱ. X는 원자가 전자 수가 4이므로 14족 원소이다.
오답 피하기 ㄴ. Y의 총 전자 수는 8이므로 양성자수는 8이다.
ㄷ. XY_2의 공유 전자쌍 수는 4이다.

16 A, B는 전자를 얻어 음이온이 되어 네온(Ne)의 전자 배치를 하고, C는 전자를 잃어 양이온이 되어 네온(Ne)의 전자 배치를 한다.

17 ② Na_2O은 분자 형태로 존재하지 않고 이온 결정 상태로 존재한다.
오답 피하기 ① 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 Na_2O과 LiF은 이온 결합 물질이다.
③ LiF은 이온 결합 물질이므로 수용액 상태에서 전류가 흐른다.
④ H_2O은 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.
⑤ 비금속 원소로만 이루어진 N_2와 H_2O은 공유 결합 물질이고 각각의 공유 전자쌍 수는 3과 2이다.

18 예시 답안 태양 스펙트럼에 검은 선(흡수선)이 나타나는 까닭은 태양에서 방출된 빛이 태양 대기층을 통과하는 과정에서 특정한 파장의 빛이 흡수되기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
스펙트럼에 검은 선이 나타나는 까닭을 태양 대기층과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
특정한 파장의 빛이 흡수되기 때문이라고만 서술한 경우	50

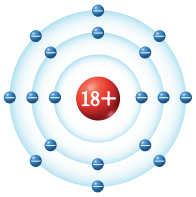
19 예시 답안 이 별은 원시별과 달리 크기가 일정하게 유지되며, 긴 시간 동안 수소 핵융합 반응에 의해 생성된 에너지를 빛의 형태로 방출한다.

평가 기준	배점(%)
이 별의 특징을 원시별과 비교하여 2 가지 모두 옳게 서술한 경우	100
이 별의 특징을 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

20 (1) 태양계 성운이 회전하면서 중력 수축에 의해 원시 태양이 형성되었다.
(2) 예시 답안 원시 지구를 형성한 미행성체는 주로 암석과 금속 성분으로 이루어져 있다.

평가 기준	배점(%)
원시 지구를 형성한 미행성체의 주성분을 옳게 서술한 경우	100
고체 물질이라고만 서술한 경우	50

21 예시 답안 원자 번호 18 번 아르곤 원자의 전자는 18 개이므로 전자 배치 규칙에 따라 첫 번째 전자 껍질에 2 개, 두 번째, 세 번째 전자 껍질에 각각 8 개의 전자가 배치된다.



평가 기준	배점(%)
전자 배치하는 방법을 옳게 서술하고, 전자 배치 모형을 그림으로 옳게 표현한 경우	100
전자 배치하는 방법만 옳게 서술한 경우	50
전자 배치 모형만 그림으로 옳게 표현한 경우	50

22 예시 답안 마그네슘은 전자 2 개를 잃어 마그네슘 이온(Mg^{2+})이 되고, 염소는 전자 1 개를 얻어 염화 이온(Cl^-)이 된다. Mg^{2+}과 Cl^- 사이에 정전기적 인력이 작용해 1 : 2의 개수비로 결합하여 염화 마그네슘($MgCl_2$)을 형성한다.

평가 기준	배점(%)
이온의 전하량과 정전기적 인력에 의한 결합, 결합하는 개수비를 모두 옳게 서술한 경우	100
이온이 정전기적 인력으로 결합한다고만 서술한 경우	50

23 예시 답안 전기 전도성이 없다, 고체 설탕은 물에 녹으면 설탕 분자들이 떨어져 나와 물속에서 움직이는 모습을 보이는데 설탕 분자들은 전하를 띠지 않기 때문에 수용액은 전류가 흐르지 않는다.

평가 기준	배점(%)
수용액 상태 설탕의 전기 전도성을 옳게 쓰고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
수용액 상태 설탕의 전기 전도성을 옳게 썼지만 그 까닭에 대한 서술이 미흡한 경우	50

2. 자연의 구성 물질

1 지각과 생명체를 구성하는 물질

개념 다지기 57 쪽

1 산소 **2** ㉠ 1, ㉡ 4 **3** 20 종류 **4** 다르다
5 뉴클레오타이드 **6** ㉠ DNA, ㉡ RNA

01 (1) ○ (2) × (3) ○ **02** (1) 아미노산 (2) 펩타이드결합
03 (1) ○ (2) × (3) ○ **04** (1) ㄴ (2) ㄷ (3) ㅂ

01 규산염 광물의 기본 단위체는 규산염 사면체이다. 규산염 사면체는 이웃하는 다른 규산염 사면체와 산소를 공유하면서 결합할 수 있다. 휘석은 규산염 사면체가 한 줄로 길게 결합한 (나)와 같은 결합 구조를 갖는다.

02 단백질의 기본 단위체는 아미노산(A)이며, 이웃한 2 개의 아미노산은 펩타이드결합(B)으로 연결된다.

03 기본 단위체인 아미노산이 길게 연결되어 폴리펩타이드가 형성된다. 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 따라 폴리펩타이드의 사슬이 구부러지고 접혀 고유한 입체 구조와 기능을 가진 단백질이 형성된다.

04 DNA는 이중나선구조이고, RNA를 구성하는 당은 라이보스이며, RNA에만 있는 염기는 유라실(U)이다.

실력 올리기 58 쪽~61 쪽

01 ⑤ **02** ㄱ, ㄴ **03** ③ **04** ③ **05** ④
06 ㉠ 아미노산, X: 단백질 **07** ② **08** ③ **09** ④ **10** ①
11 ③ **12** ④ **13** ㉠ 이중나선구조, ㉡ 디옥시라이보스, ㉢ 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U) **14** ④ **15** ⑤
16 ② **17** (1) A: 산소, B: 규소 (2) 해설 참조
18 (1) ㉠ 흑운모, ㉡ 감람석 (2) 해설 참조 **19** 해설 참조
20 해설 참조 **21** (1) 아미노산 (2) 해설 참조
22 해설 참조

01 ㄱ. ㉠은 지각을 구성하는 원소 중에서 가장 많은 양을 차지하는 산소이다.
ㄴ. ㉡은 규소이다. 규소는 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4이다.
ㄷ. 규소(㉡) 원자 1 개와 산소(㉠) 원자 4 개가 공유 결합 하여 규산염 광물의 기본 단위체인 규산염 사면체를 이룬다.

02 ㄱ. 규산염 사면체의 중심부에 규소 원자가 위치하고, 각 모서리에 산소 원자가 위치한다. 따라서 A는 산소, B는 규소이다.
ㄴ. 지각의 암석을 이루는 광물 중 90 % 이상이 규산염 광물이며, 규산염 광물은 모두 규산염 사면체를 기본 단위체로 한다.
오답 피하기 ㄷ. 규산염 사면체는 다른 규산염 사면체와 산소(A)를 공유하면서 결합한다.

03 ③ 규산염 광물에는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 석영 등이 있다. 방해석, 적철석, 석고는 규산염 광물이 아니다.
오답 피하기 ①, ⑤ 규산염 광물의 기본 단위체는 규산염 사면체이며, 규산염 사면체의 결합 구조에 따라 다양한 광물을 형성한다.
②, ④ 지각은 암석으로 이루어져 있으며, 암석은 광물로 이루어져 있다. 광물 중 가장 풍부한 것은 규산염 광물이다. 지각을 이루는 주요 암석인 화강암과 현무암도 대부분 규산염 광물로 이루어져 있다.

04 ㄷ. (가)~(다)는 모두 규산염 광물이므로 규산염 사면체를 기본 단위체로 한다.
오답 피하기 ㄱ. (가)는 독립형 구조를 가지므로 감람석이 여기에 해당한다. 석영은 망상 구조를 갖는다.
ㄴ. (다)는 기본 단위체인 규산염 사면체가 얇은 판 모양으로 결합한 형태(판상 구조)이다.

05 ④ 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 따라 폴리펩타이드의 사슬이 구부러지고 접혀 고유한 입체 구조를 가진 단백질이 형성된다.
오답 피하기 ① 단백질을 이루는 기본 단위체는 아미노산이다.
② 아미노산과 아미노산이 펩타이드결합으로 연결될 때 물 분자 1 개가 빠져나온다.
③ 일반적으로 여러 종류의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 폴리펩타이드가 형성된다.
⑤ 단백질의 입체 구조는 펩타이드결합으로 연결된 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다.

06 펩타이드결합으로 연결되는 기본 단위체 ㉠은 아미노산이다. 아미노산이 반복적으로 결합해 폴리펩타이드가 형성되고, 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 단백질 X가 형성된다.

07 ② 헤모글로빈은 적혈구에 있으며, 온몸의 조직 세포로 산소를 운반하는 단백질이다.

오답 피하기 ① 단백질인 헤모글로빈을 구성하는 기본 단위체 A와 B는 모두 아미노산이다.

③ 헤모글로빈은 많은 수의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 형성된 단백질이므로 헤모글로빈에는 펩타이드결합이 존재한다.

④ 아미노산 A와 B가 연결될 때 물 분자 1 개가 빠져나온다.

⑤ 헤모글로빈과 케라틴은 기능이 서로 다른 단백질이므로, 헤모글로빈과 케라틴을 구성하는 아미노산의 종류와 배열 순서는 서로 다르다.

08 ㄱ. 단백질은 모두 폴리펩타이드로 이루어져 있다.

ㄴ. 단백질은 종류에 따라 고유한 입체 구조와 기능을 가진다. 단백질이 종류에 따라 서로 다른 기능을 할 수 있는 것은 단백질을 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 그 기능에 알맞은 입체 구조를 가지기 때문이다. 케라틴은 머리카락과 손톱 등을 구성하고, 크리스탈린은 눈의 수정체를 구성한다.

오답 피하기 ㄷ. 단백질의 입체 구조는 단백질을 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다. 케라틴과 크리스탈린은 입체 구조가 다르므로, 두 단백질을 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서는 서로 다르다.

09 ㄱ, ㄷ. 핵산에는 유전정보를 저장하는 DNA와 세포 내에서 DNA의 유전정보를 전달하거나 단백질합성 과정에 관여하는 RNA가 있다.

오답 피하기 ㄴ. 핵산의 기본 단위체는 인산, 당, 염기가 하나씩 결합한 화합물인 뉴클레오타이드이다.

10 ㄱ. 인산, 당(㉠), 염기가 하나씩 결합한 화합물은 뉴클레오타이드이다.

오답 피하기 ㄴ. 물질 (가)는 기본 단위체가 뉴클레오타이드이므로 핵산이다.

ㄷ. 한 뉴클레오타이드의 인산이 다른 뉴클레오타이드의 당과 결합하는 방식으로 뉴클레오타이드가 연결된다.

11 ㄱ. 핵산 중에서 DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 이중나선구조이고, RNA는 한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 단일 가닥 구조이다. 따라서 ㉠은 DNA, ㉡은 RNA이다.

ㄷ. DNA(㉠)와 RNA(㉡)의 기본 단위체는 인산, 당, 염기가 하나씩 결합한 화합물인 뉴클레오타이드이다.

오답 피하기 ㄴ. DNA(㉠)는 유전정보를 저장하고, RNA(㉡)는 세포 내에서 DNA의 유전정보를 전달하거나 단백질합성 과정에 관여한다.

12 ㄴ. DNA에서 4 종류의 염기가 어떤 순서로 배열되어 있느냐에 따라 서로 다른 유전정보를 가진다.

ㄷ. DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 꼬여 있는 이중나선구조이다.

오답 피하기 ㄱ. DNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)의 4 종류이다.

13 (가)는 이중나선구조(㉠)이므로 DNA이고, (나)는 단일 가닥 구조이므로 RNA이다. DNA(가)를 구성하는 당(㉡)은 디옥시라이보스이고, RNA(나)를 구성하는 염기(㉢)는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이다.

14 인산, 당, 염기로 이루어진 화합물은 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드를 구성하는 염기에 유라실(U)이 포함되어 있는 물질 X는 핵산의 한 종류인 RNA이다.

15 많은 수의 기본 단위체로 구성되고 펩타이드결합이 존재하는 물질은 단백질이며, 많은 수의 기본 단위체로 구성되지만 펩타이드결합이 없는 물질은 핵산이다. 따라서 A는 단백질, B는 핵산이다.

⑤ 핵산(B) 중에서 DNA는 생명체의 유전정보를 저장하고, RNA는 DNA의 유전정보를 전달한다.

오답 피하기 ①, ③ DNA와 RNA는 모두 핵산(B)이다.

② 단백질(A)은 폴리펩타이드로 이루어져 있으며, 핵산(B)의 한 종류인 RNA가 한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어져 있다.

④ 단백질(A)에는 염기가 없고, 핵산(B)에만 염기가 있다.

16 ㄱ. 단백질(가)을 구성하는 아미노산은 약 20 종류가 있으며, 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 따라 고유한 입체 구조와 기능을 가진 단백질이 형성된다. 따라서 '기본 단위체의 종류와 수, 배열 순서에 따라 입체 구조와 기능이 달라진다.'는 단백질만의 특징인 ㉠에 해당한다.

ㄴ. 단백질의 기본 단위체는 아미노산이고, DNA의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다. 단백질(가)과 DNA(나)는 모두 기본 단위체들이 반복적으로 결합해 형성된 물질이다. 따라서 '기본 단위체들이 반복적으로 결합해 형성된 물질이다.'는 단백질과 DNA의 공통점인 ㉡에 해당한다.

오답 피하기 ㄷ. 케라틴은 머리카락과 손톱 등을 구성하는 단백질이므로 (가)의 예에 해당한다.

17 (1) 지각을 구성하는 원소 중에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 산소(A)이고, 그 다음으로 많은 것이 규소(B)이다.

(2) 예시 답안 규산염 사면체, 규산염 사면체는 중심부에 규소(B) 원자 1 개가 위치하고, 사면체의 각 모서리에 산소(A) 원자 4 개가 위치한다.

평가 기준	배점(%)
규산염 사면체를 쓰고, 규산염 사면체의 구조를 옳게 서술한 경우	100
규산염 사면체만 쓴 경우	30

18 (1) 감람석은 기본 단위체인 규산염 사면체가 하나씩 독립적으로 존재하는 형태이고, 흑운모는 규산염 사면체가 얇은 판 모양으로 결합한 형태이다. 따라서 ㉠은 흑운모, ㉡은 감람석이다.
(2) 방해석은 규산염 광물이 아니고, 감람석과 흑운모는 규산염 광물이다.
예시 답안 '규산염 광물인가?' 또는 '규산염 사면체를 기본 단위체로 하는 광물인가?'

평가 기준	배점(%)
구분 기준을 규산염 광물 또는 규산염 사면체와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
광물의 종류와 관련짓지 않고 일부만 옳게 서술한 경우	30

19 예시 답안 석영, 규산염 광물은 결합 구조가 복잡할수록 풍화에 강하다. 석영은 규산염 사면체가 입체적으로 결합한 형태인 망상 구조를 가지고 있어 규산염 사면체가 독립적으로 존재하는 형태인 감람석보다 풍화에 더 강하다.

평가 기준	배점(%)
석영을 쓰고, 그 까닭을 기본 단위체의 결합 구조와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
석영만 쓴 경우	30

20 예시 답안 (가)는 헤모글로빈, (나)는 DNA이다. 헤모글로빈(가)과 DNA(나)는 모두 기본 단위체들이 반복적으로 결합해 형성된 물질이다.

평가 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, 기본 단위체들이 반복적으로 결합해 형성되었음을 서술한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

21 (1) 폴리펩타이드를 구성하는 기본 단위체는 아미노산이다.
(2) 예시 답안 단백질의 입체 구조는 X를 구성하는 아미노산(㉠)의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다.

평가 기준	배점(%)
X를 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다고 서술한 경우	100
아미노산의 종류와 수, 배열 순서 중 일부만을 포함해 서술한 경우	50

22 DNA에서 한쪽 가닥의 아데닌(A)은 항상 다른 쪽 가닥의 타이민(T)과 결합하고, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 결합한다.
예시 답안 구아닌(G), DNA의 이중나선구조에서 한쪽 가닥의 사이토신(C)은 항상 다른 쪽 가닥의 구아닌(G)과 결합하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
구아닌(G)을 쓰고, 한쪽 가닥의 사이토신(C)은 항상 다른 쪽 가닥의 구아닌(G)과 결합하기 때문이라고 서술한 경우	100
구아닌(G)만 쓴 경우	30

2 물질의 전기적 성질

개념 다지기 63 쪽

1 자유 전자 **2** 도체 **3** 규소(Si), 저마늄(Ge) 등
4 구리 도선, 피뢰침, 정전기 방지 패드 등 **5** 태양 전지

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ **02** (1) (나) (2) (나)
03 (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉢ **04** (1) 통하는 (2) 반도체 (3) 부도체

01 도체는 자유 전자가 많이 있어 전류가 잘 흐르므로 전기 전도성이 크다. 부도체는 자유롭게 움직일 수 있는 전자가 거의 없어 전기 전도성이 매우 작다. 반도체는 전기적 성질이 도체와 부도체의 중간으로, 규소(Si), 저마늄(Ge) 등이 있다.

02 (가)와 같은 순수한 반도체는 원자가 전자가 4 개인 물질로, 원자들끼리 공유 결합을 하고 있어서 자유 전자가 거의 없다. 한편 순수한 반도체에 인(P)과 같은 불순물을 섞은 (나)와 같은 반도체는 (가)에 비해 자유 전자가 더 많아진다. 따라서 (나)는 (가)보다 전류가 더 잘 흐른다.

03 전지의 (−)극과 연결하는 용수철은 전지와 연결되어 내부 회로에 전류가 흐르게 해야 하므로 도체를 이용해 만든다. 마우스 단추 부분은 마우스 내부를 보호하면서 사람의 손가락이 닿아야 하므로 부도체를 이용해 만든다. 한편 집적 회로는 반도체를 이용해 만든다.

04 전기가 잘 통하는 도체 물질은 피뢰침, 정전기 방지 패드 등에 사용되고, 전기가 잘 통하지 않는 부도체 물질은 절연 장갑, 전선 피복 등에 사용된다. 반도체는 조건에 따라 전기적 성질이 변하기도 하는데, 빛을 받으면 전류를 흐르게 하는 성질이 있는 반도체 소자로 태양 전지를 만들기도 한다.

실력 올리기 64 쪽~65 쪽

01 ② **02** ② **03** ⑤ **04** ④ **05** ① **06** ③ **07** ②
08 해설 참조 **09** 해설 참조 **10** 해설 참조

01 ㄴ. 구리는 도체이고, 나무는 부도체이다. A를 연결한 (가) 회로에만 전류가 흘렀으므로 A는 구리이고, B는 나무이다. 따라서 전기 전도성은 A가 B보다 크다.
오답 피하기 ㄱ. B는 부도체이다.
ㄷ. 부도체는 전원 장치의 연결 방향과 관계없이 전류가 흐르지 않는다.

02 ㄴ. 규소(Si)는 반도체에 해당한다.
오답 피하기 ㄱ 전기 전도성은 B가 A보다 크므로 B는 A보다 전류가 잘 흐른다.
ㄷ. A는 부도체이고, B는 도체이다. 따라서 고무, 플라스틱은 부도체인 A에 해당한다.

03 ㄴ. 구리는 도체이고 규소는 반도체이다. 따라서 전기 전도성은 (나)가 (다)보다 크다.
ㄷ. (다)는 반도체이므로 특정 원소를 첨가하여 전기 전도성을 조절할 수 있다.
오답 피하기 ㄱ. (가)의 유리는 부도체에 해당한다.

04 ④ 물질 내 자유 전자의 이동에 따라 전기 전도성이 결정된다.
오답 피하기 ① 전기 전도성은 도체 > 반도체 > 부도체 순으로 크다.
② 철, 구리, 니켈과 같은 금속 물질은 도체에 해당한다.
③ 반도체는 빛, 전류 등 다양한 외부 조건에 따라 전기 전도성이 달라지기도 한다.
⑤ 부도체는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.

05 A는 C, D가 전원의 특정한 극에 연결될 때에만 빛을 낼 수 있도록 전기적 성질을 제어하므로 반도체로 만들어야 한다. B는 A를 비롯한 내부를 외부로부터 전기적으로 보호하는 역할을 하므로 전류가 거의 흐르지 않는 부도체로 만들어야 한다. C, D는 전원과 연결되어 전류가 잘 흘러야 하므로 도체로 만들어야 한다.

06 ㄱ. 피뢰침은 벼락의 피해를 막기 위해 금속으로 된 도체 막대를 건물이나 구조물의 높은 곳에 설치한 것이다.
ㄴ. 태양 전지는 빛을 받으면 전류가 흐르게 하는 반도체, 즉 빛을 전기 신호로 전환하는 반도체를 사용한다.
오답 피하기 ㄷ. 피뢰침의 금속 막대는 도체이고, 태양 전지판을 보호하기 위해 표면을 덮는 보호막은 부도체이다.

07 ㄴ. 발광 다이오드는 순수한 반도체에 인이나 붕소와 같은 불순물을 섞어 만든 반도체 소자이다.
오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 마우스 휠의 표면은 사람의 손이 닿는 부분이므로 부도체로 만들어야 한다. 따라서 마우스 휠의 표면은 불순물 반도체에 비해 자유 전자가 적은 물질로 만든다.

08 예시 답안 B, 전류가 A를 통해서만 흐르게 하고, A 바깥으로 흘러나오는 전류를 막아야 하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
B를 고르고, 그 까닭을 전선 밖으로 나오는 전류를 막기 위해서라고 옳게 서술한 경우	100
B를 고르고, 감전과 같은 전기 사고를 막기 위해서라고 서술한 경우에도 정답으로 인정	100
B를 고르고, 부도체로 만들어야 하기 때문이라고 서술한 경우	60
B만 고른 경우	20

09 예시 답안 전기 전도성은 (나)가 (가)보다 크다. (가)는 모든 원자가 전자가 공유 결합을 하고 있어 전자가 이동하기 어렵고, (나)는 공유 결합 하지 않은 자유 전자가 있어 전류가 잘 흐르기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
전기 전도성을 비교하고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100
전기 전도성만 옳게 비교한 경우	30

10 예시 답안 도체, 손에 있는 정전기가 잘 빠져나가려면 전류가 잘 흐르는 물질이어야 하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
도체를 쓰고, 그 까닭을 손에 있는 정전기가 잘 빠져나가게 하기 위해서라고 옳게 서술한 경우	100
도체를 쓰고, 그 까닭을 자유 전자가 많은 물질이어야 하기 때문이라고 서술한 경우	60
도체만 쓴 경우	30

중단원 평가 66 쪽~69 쪽

01 ③ **02** ④ **03** ㄱ, ㄴ **04** ④ **05** ④ **06** ⑤
07 ① **08** ㉠ 원자핵, ㉡ 자유 전자 **09** ② **10** ⑤ **11** ③
12 ③ **13** ② **14** (1) A: 산소, B: 규소 (2) 해설 참조
15 해설 참조 **16** 해설 참조 **17** 해설 참조
18 해설 참조 **19** (1) ㉢ (2) 해설 참조

01 ③ 지각을 구성하는 원소의 질량비는 산소>규소>알루미늄>철 등의 순이다. 따라서 ㉠은 산소, ㉡은 규소이다. 지각을 구성하는 암석의 90 % 이상이 산소와 규소가 결합한 규산염 사면체를 기본 단위체로 하는 규산염 광물로 이루어져 있다.

오답 피하기 ① 지각을 구성하는 원소 중에서 가장 많은 양을 차지하는 ㉠은 산소이다.
②, ④ 지구 전체에서 가장 풍부한 원소는 철이며, 철은 대부분 지구 중심부의 핵에 존재한다.
⑤ 산소(㉠)와 규소(㉡)는 별의 진화 과정에서 일어난 핵융합 반응으로 생성되었다.

02 ㄴ. 규산염 사면체는 중심부에 규소 원자 1 개가, 각 모서리에 산소 원자 4 개가 존재한다.
ㄷ. 규산염 사면체들은 서로 결합하면서 여러 가지 결합 구조를 이루며, 그에 따라 다양한 규산염 광물을 형성한다.

오답 피하기 ㄱ. 암석을 이루는 광물은 규산염 광물이 90 % 이상을 차지하며, 나머지는 비규산염 광물이다. 따라서 규산염 사면체가 암석을 이루는 모든 광물의 기본 단위체는 아니다.

03 ㄱ. 규산염 사면체는 이웃하는 다른 규산염 사면체와 산소를 공유하면서 결합한다.
ㄴ. (가)는 규산염 사면체가 얇은 판 모양으로 결합한 형태이다.

오답 피하기 ㄷ. (나)는 규산염 사면체가 입체적으로 결합한 형태이며, (나)의 결합 구조를 갖는 광물로 석영이 있다.

04 ④ 폴리펩타이드는 많은 수의 아미노산이 연결된 화합물이므로, 많은 수의 펩타이드결합이 존재한다.

오답 피하기 ① 펩타이드결합으로 연결되는 ㉠은 아미노산이다. 아미노산(㉠)은 단백질의 기본 단위체이다.
② 2 개의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결될 때 물 분자 1 개가 빠져나온다. 따라서 ㉡은 물이다.
③ 단백질은 생명체의 피부, 근육, 혈액 등을 구성하는 물질이다.
⑤ 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 따라 고유한 입체 구조를 가진 다양한 단백질이 형성된다.

05 ㄴ. 단백질인 콜라젠의 기본 단위체는 아미노산이며, (나)는 많은 수의 아미노산이 연결된 폴리펩타이드의 일부를 나타낸 것이다.
ㄷ. (나)에는 아미노산과 아미노산 사이의 결합인 펩타이드결합이 존재한다.

오답 피하기 ㄱ. 콜라젠과 헤모글로빈은 서로 다른 기능을 하므로 입체 구조가 다르다.

06 ㄱ. (가)는 이중나선구조이므로 X는 DNA이다. DNA는 핵산의 한 종류이다.
ㄴ, ㄷ. DNA에서 한쪽 가닥의 아데닌(A)은 항상 다른 쪽 가닥의 타이민(T)과, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 상보적으로 결합한다. (가)에서 ㉠은 아데닌(A)과 결합하므로 타이민(T)이고, ㉡은 사이토신(C)과 결합하므로 구아닌(G)이다.

07 (가)는 DNA, (나)는 단백질이다.
① ㉠은 이웃한 2 개의 아미노산을 연결하는 펩타이드결합이다.

오답 피하기 ② 소화효소의 주성분은 단백질(나)이다.
③ DNA(가)의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.
④ 유전정보를 저장하는 물질은 DNA(가)이다.
⑤ (나)는 많은 수의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결된 폴리펩타이드로 이루어져 있다.

08 원자핵에 속박되어 있던 전자가 떨어져 나와 자유롭게 이동하는 자유 전자가 된다. 물질 내 자유 전자의 이동에 따라 물질의 전기적 성질이 정해진다.

09 ㄴ. 전압이 같을 때 회로에 흐르는 전류의 세기는 A가 B보다 크다. 따라서 전기 전도성은 A가 B보다 크다.

오답 피하기 ㄱ. A와 B는 모두 전류가 흐르므로 B는 부도체가 아니다.
ㄷ. 자유 전자의 수가 많을수록 전기 전도성이 크다. 따라서 자유 전자의 수는 A가 B보다 많다.

10 ㄱ. 규소는 규산염 광물에 많이 포함되어 있다.
ㄴ. 순수한 반도체에 인, 붕소 등의 불순물을 섞으면 전기적 성질을 변화시킬 수 있다.
ㄷ. (나)는 불순물을 섞어 자유 전자가 생기므로 (가)에 비해 전류가 잘 흐른다.

11 학생 (가): 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는 것은 부도체이다.

학생 (나): 도체는 전류가 잘 흐르므로 전기 부품이나 전기 장치를 연결하는 소재로 사용된다.
학생 (다): 태양 전지에서 빛을 받아 전기를 발생시키는 것은 반도체의 특징이다.

12 ㄱ. 영상 표시 장치, 조명 장치 등에는 반도체에 전류가 흐를 때 빛을 내는 성질을 이용한다.
ㄷ. 반도체 기판에서 회로를 보호하고 오작동을 막기 위해 전류가 거의 흐르지 않는 물질로 표면을 코팅하기도 한다.
오답 피하기 ㄴ. 반도체 기판의 코팅 물질은 부도체를 활용하는 예이다.

13 ㄴ. 도체는 전류가 잘 흐르므로 전기 부품이나 장치를 연결하는 용도로 사용된다.
오답 피하기 ㄱ. 전선 피복은 부도체로 만들고, 도선은 도체로 만든다. 따라서 전기 전도성은 B가 A보다 크다.
ㄷ. 도체는 전류의 방향에 관계없이 전류가 잘 흐른다.

14 (1) 규산염 사면체는 중심부에 규소(B) 원자 1 개가 위치하고, 각 모서리에 산소(A) 원자 4 개가 위치한다.
(2) 예시 답안 규산염 사면체, 규산염 사면체는 독립적으로 존재하거나 다른 규산염 사면체와 산소(A)를 공유하면서 결합하는데, 규산염 사면체의 결합 구조에 따라 다양한 종류의 규산염 광물이 만들어진다.

평가 기준	배점(%)
규산염 사면체를 쓰고, 규산염 사면체가 산소를 공유하면서 결합한다는 것과 규산염 사면체의 결합 구조에 따라 다양한 규산염 광물이 만들어진다는 것을 모두 서술한 경우	100
규산염 사면체를 쓰고, 규산염 사면체의 결합 구조에 따라 다양한 규산염 광물이 만들어진다고만 서술한 경우	70
규산염 사면체만 쓴 경우	30

15 단백질은 아미노산의 종류와 수에 따른 다양한 조합의 배열에 의해 그 기능에 알맞은 입체 구조를 가진다. 따라서 입체 구조가 다른 단백질은 기능도 서로 다르다.
예시 답안 (가)~(다)의 입체 구조가 서로 다르므로 (가)~(다)의 기능은 서로 다르다.

평가 기준	배점(%)
(가)~(다)의 입체 구조가 서로 다르므로 기능이 서로 다르다고 서술한 경우	100
(가)~(다)의 기능이 서로 다르다고만 서술한 경우	50

16 예시 답안 (가)는 '기본 단위체가 뉴클레오타이드인가?'이고, (나)는 '한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 단일 가닥 구조인가?'이다.

평가 기준	배점(%)
(가)와 (나)를 제시된 단어를 포함하여 모두 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나) 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

17 예시 답안 스위치가 열려 있을 때 전구에 불이 켜지지 않았으므로 B는 전류가 흐르지 않는 부도체이다. 스위치를 닫을 때 전구에 불이 켜졌으므로 A는 전류가 잘 흐르는 도체이다. 전기 전도성은 도체인 A가 부도체인 B보다 크다.

평가 기준	배점(%)
전기 전도성을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
A와 B의 전기 전도성만 옳게 비교한 경우	50

18 예시 답안 부도체, 전선을 감싸는 피복, 절연 장갑, 콘센트 덮개 등은 외부로 전류가 흐르면 위험하므로 전류가 잘 흐르지 않는 물질로 만들어야 한다.

평가 기준	배점(%)
부도체를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
전류가 잘 흐르지 않는 물질이라고만 서술한 경우	70
부도체라고만 쓴 경우	30

19 (1) 트랜지스터는 불순물 반도체를 조합해 만든 반도체 소자이다.
(2) 예시 답안 트랜지스터는 회로에서 전류를 증폭시키거나 특정 조건에서만 전류가 흐르도록 한다.

평가 기준	배점(%)
전류를 증폭시키는 작용과 특정 조건에서만 전류를 흐르게 하는 작용을 모두 옳게 서술한 경우	100
1 가지 작용만 옳게 서술한 경우	50

대단원 핵심 정리

70 쪽~71 쪽

❶ 방출 스펙트럼 ❷ 빅뱅 ❸ 쿼크
❹ 수소 핵융합 ❺ 초신성 폭발 ❻ 미행성체 ❼ 철
❽ 주기 ❾ 원자가 전자 ❿ 18 ⓫ 흐른다
⓬ 공유 결합 ⓭ 규산염 사면체 ⓮ 아미노산
⓯ 펩타이드결합 ⓰ 뉴클레오타이드 ⓱ 라이보스
⓲ 타이민(T) ⓳ 유라실(U) ⓴ 자유 전자 ㉑ 순수한 반도체
㉒ 자유 전자 ㉓ 도체 ㉔ 반도체

대단원 평가 72 쪽~77 쪽

01 ⑤	**02** ①	**03** ③	**04** ①	**05** 해설 참조	**06** ⑤
07 ⑤	**08** ④	**09** ③	**10** ⑤	**11** ②	**12** 해설 참조
13 ②	**14** 해설 참조		**15** ①	**16** ①	**17** ②
18 해설 참조		**19** ①	**20** ②	**21** (1) 각섬석 (2) 해설 참조	
22 ④	**23** ⑤	**24** ③	**25** ③	**26** ⑤	**27** 해설 참조
28 ②	**29** ④	**30** ①	**31** ⑤	**32** 해설 참조	

01 ⑤ 한 종류의 원소에서 나타나는 흡수선과 방출선의 위치는 동일하다. 따라서 ㉠과 ㉡은 같은 종류의 원소에 의해 나타난 것이다.

오답 피하기 ① (가)는 별의 흡수 스펙트럼이다.
② (나)는 기체 방전관의 방출 스펙트럼이다.
③ ㉠은 특정한 파장의 빛을 흡수할 때 나타나는 흡수선이다.
④ ㉡은 특정한 파장의 빛을 방출할 때 나타나는 방출선이다.

02 ㄱ. (가) 시기에 생성된 쿼크와 전자는 더 작은 입자로 나누어지지 않는 기본 입자이다.

오답 피하기 ㄴ. (다) 시기에는 수소와 헬륨 원자가 생성되었으며, 탄소 원자는 별의 진화 과정에서 핵융합 반응으로 생성되었다.
ㄷ. 빅뱅 이후 시간이 흐를수록 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도가 낮아지므로 우주의 온도는 (나) 시기가 (다) 시기보다 높다.

03 수소 핵융합 반응이 진행되는 동안 질량이 감소하며, 감소한 질량만큼 에너지로 전환되어 빛의 형태로 방출된다.

04 성운 내에 밀도가 큰 부분에서 중력 수축이 잘 일어나 원시별이 형성된다. 원시별이 계속 중력 수축하여 중심부의 온도가 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이 탄생한다. 이후 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 중심부의 온도가 충분히 상승하기 때문에 중심부에서 연속적인 핵융합 반응이 일어나 탄소, 산소, 마그네슘, 규소 등을 포함해 최종적으로 철이 생성된다.

05 예시 답안 철보다 무거운 원소들은 태양계 성운에 존재했으며, 이 원소들을 포함한 미행성체들이 충돌하면서 원시 지구를 형성했기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
철보다 무거운 원소들이 지구에 존재하는 까닭을 태양계 성운, 미행성체와 모두 관련지어 옳게 서술한 경우	100
철보다 무거운 원소들이 지구에 존재하는 까닭을 태양계 성운과 미행성체 중 1 가지만 관련지어 옳게 서술한 경우	50

06 ㄱ. A 과정에서 태양계 성운이 중력 수축함에 따라 회전 속도가 점점 빨라지면서 중심부에 원시 태양이, 주변부에 납작한 원시 원반이 형성되었다.
ㄴ. B 과정의 원시 원반에서 티끌 같은 고체 물질들이 뭉쳐 미행성체가 형성되었다.
ㄷ. C 과정에서 미행성체들의 충돌과 병합이 일어나 원시 행성이 형성되었다.

07 ⑤ 최초의 생명체는 지구가 형성되고 나서 수억 년이 지난 후 원시 바다에서 탄생했다.

오답 피하기 ① A 시기에 미행성체들이 충돌하면서 지구의 질량이 점점 증가했다.
② B 시기에 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표면 온도가 하강하여 원시 지각이 형성되었다.
③ 원시 바다는 원시 지각이 형성된 이후인 C 시기에 원시 대기 중의 수증기가 비로 내려 형성되었다.
④ 마그마 바다가 형성되어 핵과 맨틀이 분리되기 전인 A 시기에 지구 내부는 상당한 깊이까지 완전히 녹아 있는 상태이다.

08 ④ 우주에서 풍부한 원소는 수소와 헬륨이므로 사람(생명체)에서 가장 풍부한 원소인 산소는 우주에서 풍부한 원소에 해당하지 않는다.

오답 피하기 ① 지구에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철 > 산소 > 규소 순이므로 지구에서 가장 풍부한 원소는 철이다.
② 생명체에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소 > 탄소 > 수소 순이므로 생명체에서 가장 풍부한 원소는 산소이다.
③ 원시 지구가 형성될 당시에 마그마 바다가 형성된 이후 무거운 철이 가라앉아 핵이 형성되었으므로 지구에 풍부한 철은 대부분 핵에 존재한다.
⑤ 지구와 생명체의 주요 구성 원소 중 철, 산소, 규소, 탄소는 별의 진화 과정에서 핵융합 반응으로 생성되었으며, 수소는 빅뱅 이후 초기 우주에서 생성되었다.

09 주기율표에서 금속 원소는 대부분 왼쪽과 가운데에 위치한다.

10 알칼리 금속 원소는 안정한 이온이 될 때 전자 1 개를 잃어 양이온이 되기 쉽다.

11 ② 원자 안의 전자는 에너지 준위가 낮은 원자핵에 가까이 존재하는 전자 껍질부터 채워지는데 이때 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2 개, 두 번째, 세 번째 전자 껍질에는 최대 8 개의 전자가 채워진다.

오답 피하기 ① 에너지 준위가 낮은 전자 껍질부터 전자가 채워진다.
③, ⑤ 각 전자 껍질에 최대로 채울 수 있는 전자 수는 정해져 있다. 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2 개, 두 번째 전자 껍질과 세 번째 전자 껍질에는 최대 8 개의 전자가 채워진다.

④ 원자가 전자는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자이다.

12 예시 답안 18족 원소들은 가장 바깥 전자 껍질에 최대로 전자가 채워져 있어 화학적으로 안정하기 때문에 화학 결합을 형성하지 않는다.

평가 기준	배점(%)
원자의 전자 배치와 화학적 안정성을 모두 옳게 서술한 경우	100
화학적 안정성만 서술한 경우	50

13 X는 마그네슘(Mg)이고, Y는 산소(O)이다.
② Y^{2-}의 전자 수가 10이므로 Y의 전자 수는 8이고 양성자수도 8이다.
오답 피하기 ① Mg(X)은 3주기 원소이다.
③ $O_2(Y_2)$는 공유 결합 물질이다.
④ $Mg^{2+}(X^{2+})$과 $O^{2-}(Y^{2-})$는 Ne의 전자 배치를 한다.
⑤ MgO(XY)는 이온 결합 물질이므로 수용액 상태에서 전류가 흐른다.

14 예시 답안 XY, X는 금속 원소이므로 전자 1 개를 잃어 X^+이 되고, Y는 비금속 원소이므로 전자 1 개를 얻어 Y^-이 된다. X^+과 Y^- 사이에 정전기적 인력이 작용해 1 : 1의 개수비로 결합하여 XY를 형성한다.

평가 기준	배점(%)
X와 Y가 결합하여 형성한 물질의 화학식을 쓰고, 그 형성 과정을 옳게 서술한 경우	100
X와 Y가 결합하여 형성한 물질의 화학식만 옳게 쓴 경우	30

15 공유 결합은 같은 원소 사이에서도 형성될 수 있다.

16 ㄱ. 암모니아(NH_3)를 구성하는 질소(N)는 수소(H) 3 개와 각각 공유 전자쌍을 1 개씩 이루므로 NH_3의 공유 전자쌍 수는 3 개이다.
오답 피하기 ㄴ. 공유 전자쌍 수는 N_2는 3이고, H_2는 1이므로 N_2가 H_2의 3 배이다.
ㄷ. NH_3 분자에서 N 원자는 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 하고, H 원자는 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 한다.

17 ㄷ. B와 C는 같은 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같다.
오답 피하기 ㄱ. A_2B는 비금속 원소끼리 결합한 공유 결합 물질이다.
ㄴ. D는 금속 원소인 나트륨(Na)으로 고체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

18 예시 답안 염화 칼륨은 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않고, 수용액 상태에서는 전류가 흐른다.

평가 기준	배점(%)
고체 상태와 수용액 상태에서의 전기 전도성을 모두 옳게 서술한 경우	100
고체 상태와 수용액 상태에서의 전기 전도성 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

19 ① 지각에 가장 풍부한 원소는 산소이다.
오답 피하기 ②, ③ 지각을 구성하는 암석은 광물로 이루어져 있으며, 암석을 이루는 광물의 90 % 이상은 규산염 광물이다.
④, ⑤ 규산염 광물은 규산염 사면체를 기본 단위체로 하며, 기본 단위체의 결합으로 다양한 광물을 형성한다.

20 ㄴ. (나)는 규소(㉠)와 산소(㉡)가 공유 결합 하여 만들어진 규산염 사면체이다. 규산염 사면체는 규산염 광물의 기본 단위체이다.
오답 피하기 ㄱ. A는 지각에 가장 많이 포함된 산소이고, B는 두 번째로 많은 규소이다. (나)의 규산염 사면체에서 ㉠은 규소(B)이고, ㉡은 산소(A)이다.
ㄷ. 휘석은 규산염 사면체(나)가 한 줄로 길게 결합한 형태이다.

21 (1) 규산염 광물의 기본 단위체인 규산염 사면체가 두 줄로 길게 결합한 형태의 결합 구조를 갖는 광물에는 각섬석이 있다.
(2) 예시 답안 기본 단위체인 규산염 사면체가 두 줄로 길게 결합한 복사슬 구조를 가지고 있으므로 외부에서 충격이 가해지면 특정 방향으로 쪼개지는 특성이 나타난다.

평가 기준	배점(%)
쪼개지는 특성이 나타남을 결합 구조와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
쪼개지는 특성이 나타난다고만 서술한 경우	40

22 ㄴ. A와 B는 모두 단백질의 기본 단위체인 아미노산이다. 2 개의 아미노산은 물 분자 1 개가 빠져나가면서 결합하므로 ㉠은 물이며, 물(H_2O)은 산소(O)와 수소(H)로 구성된다.
ㄷ. (가) 결합은 공유 결합의 한 종류인 펩타이드결합이다.
오답 피하기 ㄱ. A와 B는 모두 아미노산이다.

23 ㄱ. (가)와 (나)는 입체 구조가 서로 다르므로 그 기능이 서로 다르다.
ㄴ. 단백질의 입체 구조는 단백질을 구성하는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 의해 결정된다. 단백질 (가)와 (나)는 입체 구조가 다르므로 기본 단위체인 아미노산의 배열 순서가 서로 다르다.
ㄷ. 단백질 (가)와 (나)를 구성하는 기본 단위체인 아미노산은 펩타이드결합으로 연결된다.

24 (가)는 DNA, (나)는 RNA이다.
③ RNA(나)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이다.
오답 피하기 ①, ② (가)는 이중나선구조이므로 DNA이고, (나)는 단일 가닥 구조이므로 RNA이다.
④ (가)와 (나)를 구성하는 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.
⑤ DNA(가)를 구성하는 당은 디옥시라이보스이고, RNA(나)를 구성하는 당은 라이보스이다.

25 단백질과 DNA는 모두 구성 원소에 탄소가 있는 탄소 화합물이며, 유전정보를 저장하는 물질은 DNA이다. 따라서 A는 DNA, B는 단백질이다.
ㄱ. ㉠은 DNA(A)에만 있는 특징이므로, '유전정보를 저장한다.'이다.
ㄴ. DNA(A)는 유전정보를 저장하는 유전물질로, 단백질과 함께 염색체를 구성한다.
오답 피하기 ㄷ. 단백질(B)의 기본 단위체는 아미노산이며, 아미노산은 약 20 종류가 있다.

26 ㄴ. 전류가 잘 흐르는 A와 전류가 흐르지 않는 B를 직렬로 연결하면 회로에는 전류가 흐르지 않으므로 과정 (라)에서는 전구에 불이 켜지지 않는다.
ㄷ. 회로에 A를 연결했을 때 전구에 불이 켜졌고 B를 연결했을 때 불이 켜지지 않았으므로 전기 전도성은 A가 B보다 크다.
오답 피하기 ㄱ. B를 회로에 연결했을 때 전구에 불이 켜지지 않았으므로 B는 도체가 아니다.

27 (가)는 물질 내에서 자유롭게 움직이는 전자가 거의 없으므로 부도체이고, (나)는 자유롭게 이동하는 전자가 많은 도체이다.
예시 답안 (나), 자유 전자의 수가 더 많은 (나)가 도체이므로, 부도체인 (가)보다 전류가 잘 흐른다.

평가 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
(나)만 쓴 경우	30

28 A: 원소를 첨가하여 전기 전도성을 변화시킬 수 있는 것은 반도체이다. 규소(Si)는 반도체에 해당한다.
B: 도체는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐른다. 구리는 도체에 해당한다.
C: 플라스틱은 부도체에 해당한다.

29 다이오드, 트랜지스터, 발광 다이오드, 반도체 칩으로 만든 집적 회로 등은 전자 기기나 장치의 전기적 성질을 제어할 수 있는 반도체 소자이다.

30 ㄱ. A에서 한쪽 방향으로 전류가 흐를 때에만 빛을 내도록 하기 위해서는 전기적 성질을 쉽게 제어할 수 있는 반도체를 활용한다.
오답 피하기 ㄴ. 내부를 보호하면서 렌즈 역할을 하는 B는 투명한 재질의 부도체로 만드는 것이 좋다. 부도체에는 자유 전자가 거의 없다.
ㄷ. 전원의 단자에 연결하는 C, D는 전류가 잘 흐르는 도체로 만들어야 한다.

31 피뢰침의 금속 막대는 도체로 만들어 벼락이 칠 때 전기를 땅으로 흐르게 하여 피해를 막는다. 절연 장갑, 전선 피복, 콘센트 안전 덮개, 반도체 기판의 코팅은 모두 부도체를 활용하는 예이다.

32 예시 답안 도체: 스마트 기기에 전원을 공급하는 충전기의 단자 연결 장치, 내부 회로의 연결 부분 등
반도체: 화면의 영상 표시 장치, 내부의 반도체 칩 등
부도체: 스마트 기기를 보호하는 플라스틱 케이스 등

평가 기준	배점(%)
도체, 부도체, 반도체를 활용한 부분과 기능을 모두 옳게 쓴 경우	100
도체, 부도체, 반도체를 활용한 부분 중 2 가지만 옳게 쓴 경우	60
도체, 부도체, 반도체를 활용한 부분 중 1 가지만 옳게 쓴 경우	30

시스템과 상호작용

1. 지구시스템

1 지구시스템의 구성과 상호작용

개념 다지기 82 쪽

1 기권, 수권, 지권, 생물권, 외권 **2** 심해층
3 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지 **4** 상호작용

01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × **02** (1) ㄴ (2) ㄱ
03 (1) × (2) ○ (3) ○ **04** (1) ㉢ (2) ㉡ (3) ㉣ (4) ㉠
05 (1) A (2) F (3) C

01 (1) 외권은 지구를 둘러싸고 있는 기권 바깥의 우주이다.
(2) 고산 지대에 분포하는 빙하는 수권에 해당한다.
(3) 맨틀은 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지한다.
(4) 생물권은 지구상에 존재하는 모든 생명체이며, 기권, 수권, 지권에 이르는 넓은 영역에 분포한다.
(5) 기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 구분한다.

02 (1) 성층권에서는 높이 20 km ~ 30 km 부근에 오존층이 존재한다.
(2) 대류권에서는 대류 현상이 일어나고, 구름이 형성되어 비나 눈이 내리는 기상 현상이 일어난다.

03 (1) 물의 순환을 일으키는 에너지원은 태양 에너지이다.
(2) 지구 탄생 과정에서 축적된 열과 방사성 물질에서 방출된 열로 이루어진 지구 내부 에너지는 지진과 화산 활동을 일으킨다.
(3) 태양 에너지는 지구시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지한다.

04 탄소는 지구상에서 다양한 형태로 존재한다.
(1) 기권의 탄소는 이산화 탄소나 메테인의 형태로 존재한다.
(2) 수권의 탄소는 탄산 이온의 형태로 존재한다.
(3) 지권의 탄소는 탄산 칼슘(석회암)이나 화석 연료의 형태로 존재한다.
(4) 생물권의 탄소는 유기물의 형태로 존재한다.

05 (1) 바람에 의해 해류가 발생하는 현상은 기권과 수권의 상호작용이다.
(2) 지하수에 의해 석회 동굴이 형성되는 현상은 수권과 지권의 상호작용이다.
(3) 화산 활동이 일어나 화산 가스가 대기로 방출되는 현상은 지권과 기권의 상호작용이다.

실력 올리기 83 쪽~85 쪽

01 ④ **02** ① **03** ④ **04** ⑤ **05** ⑤ **06** ① **07** ②
08 ② **09** ② **10** ① **11** ②
12 (1) (가) 중간권, (나) 대류권, (다) 열권 (2) 해설 참조
13 해설 참조 **14** 해설 참조

01 지구시스템을 구성하는 각 권역은 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며, 끊임없이 상호작용 하면서 균형을 이루고 있다. 따라서 지구시스템의 어느 한 권역에서 일어난 변화는 다른 권역에 연쇄적으로 영향을 줄 수 있다.

02 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다. 대류권(A)에서는 고도가 높아질수록 기온이 하강하기 때문에 대류 현상이 일어나고, 구름이 형성되어 비나 눈이 내리는 기상 현상이 일어난다. 성층권(B)에서는 높이 20 km ~ 30 km 부근에 오존층이 존재한다.

03 ㄴ. 수권의 물은 대부분 액체 상태인 해수가 차지한다.
ㄷ. 육지에 있는 물은 대부분 고체 상태인 빙하가 차지하며, 빙하는 극지방과 고산 지대에 분포한다.
오답 피하기 ㄱ. A는 빙하, B는 지하수이다.

04 A는 혼합층, B는 수온 약층, C는 심해층이다.
⑤ 혼합층(A)은 여름철에 수온이 상승하고, 겨울철에 수온이 하강한다. 심해층(C)은 계절에 관계없이 수온 변화가 거의 없다. 따라서 혼합층(A)과 수온 약층(B)의 경계와 수온 약층(B)과 심해층(C)의 경계의 수온 차는 여름철이 겨울철보다 크다.

오답 피하기 ① 혼합층(A)은 바람에 의해 혼합되어 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없다.
② 심해층(C)은 태양 에너지가 도달하지 않아 수온이 낮다.
③ 혼합층은 태양 에너지에 의해 가열되고, 심해층은 태양 에너지가 도달하지 않으므로 계절에 따른 수온 변화는 혼합층(A)이 심해층(C)보다 크다.
④ 수온 약층은 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 안정한 층이다. 따라서 수온 약층(B)은 혼합층(A)과 심해층(C) 사이에 물질이나 에너지의 교환을 억제한다.

05 A는 지각, B는 맨틀, C는 외핵, D는 내핵이다.
⑤ 내핵(D)은 고체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있다.
오답 피하기 ① 지각(A)의 두께는 대륙 지각이 해양 지각보다 두껍다.
② 맨틀(B)은 유동성이 있는 고체 상태로, 오랜 시간에 걸쳐 서서히 움직이는 맨틀 대류가 일어난다.
③ 맨틀(B)의 부피는 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지하므로 $\frac{1}{2}$보다 크다.
④ 외핵(C)은 액체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있다.

06 (가)는 태양 에너지이고, (나)는 지구 내부 에너지이다.
ㄱ. 태양 에너지인 (가)는 지구시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지한다.
오답 피하기 ㄴ. 지구 내부 에너지인 (나)는 지구 탄생 과정에서 축적된 열과 방사성 물질에서 방출된 열로 이루어진 에너지이다.
ㄷ. 조력 에너지의 근원은 지구와 태양, 달 사이의 인력이다.

07 태풍과 같은 기상 현상을 일으키는 에너지원은 태양 에너지이고, 화산 활동을 일으키는 에너지원은 지구 내부 에너지이다. 밀물과 썰물을 일으키는 에너지원은 조력 에너지이다.

08 ② 물이 순환하는 과정에서 지표를 변화시켜 다양한 지형이 형성된다. C는 강의 하류 지점으로 하천수에 의해 모래나 점토가 쌓여 삼각주가 형성될 수 있다. 선상지는 강의 상류 지점에서 하천수에 의해 부채꼴 모양으로 형성되는 지형이다.
오답 피하기 ① A는 수권의 물이 증발하여 기권으로 이동하는 과정이며, B는 수증기가 응결하여 형성된 구름에서 강수가 일어나 기권의 물이 수권으로 이동하는 과정이다. 따라서 A는 증발이고, B는 강수이다.
③ 물이 수증기로 증발하는 과정에서 에너지를 흡수하고, 수증기가 물로 응결하는 과정에서 에너지를 방출한다. 따라서 물이 순환하는 과정에서 에너지의 수송이 일어난다.
④ 지권의 물 일부는 식물에 흡수되고, 식물의 증산 작용을 통해 물이 수증기가 되어 기권으로 이동한다.
⑤ 육지의 물이 바다로 이동하는 과정에서 하천수, 지하수 등의 형태로 풍화·침식 작용을 일으켜 지표를 변화시킨다.

09 ㄷ. 지권의 탄소는 석탄, 석유 등 화석 연료의 연소에 의해 기권으로 이동한다. 따라서 화석 연료 사용량이 증가하면 지권에서 기권으로 이동하는 탄소의 양이 증가할 것이다.
오답 피하기 ㄱ. A는 기권의 탄소가 식물의 광합성을 통해 생물권으로 이동하는 과정이며, B는 생물권의 탄소가 동물의 호흡을 통해 기권으로 이동하는 과정이다. 따라서 A는 광합성이고, B는 호흡이다.
ㄴ. C는 수권의 탄소가 기권으로 이동하는 과정이다. 해수의 수온이 상승할수록 기체의 용해도는 감소하므로 해수의 수온이 상승하면 C 과정으로 이동하는 탄소의 양이 증가할 것이다.

10 ㄱ. 바람에 의해 해류가 발생하는 현상은 기권과 수권의 상호작용으로 A에 해당한다.
오답 피하기 ㄴ. 빙하가 이동하는 과정에서 지표를 깎는 현상은 수권과 지권의 상호작용으로 C에 해당한다.
ㄷ. 물고기가 바닷물에 녹아 있는 성분을 흡수하는 현상은 생물권과 수권의 상호작용이다.

11 지하수에 의해 석회 동굴이 형성되는 현상(A)은 수권과 지권의 상호작용이고, 화산 활동에 의해 화산 가스가 방출되는 현상(B)은 지권과 기권의 상호작용이다. 따라서 (가)는 지권, (나)는 수권, (다)는 기권이다.

12 (1) 유성은 주로 중간권에서 나타나고, 구름은 대류권에서 생성된다. 오로라는 열권에서 나타난다.
(2) 예시 답안 열권, 열권에서는 고도가 높아질수록 태양에 의해 직접 가열되기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
열권을 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
열권만 쓴 경우	30

13 바다에 잠겨 있던 바닷길이 해수면 위로 드러나는 현상은 썰물에 의한 것이다.
예시 답안 조력 에너지, 조력 에너지는 지구와 태양, 달 사이의 인력에 의해 생긴다.

평가 기준	배점(%)
조력 에너지를 쓰고, 조력 에너지의 생성 원인을 옳게 서술한 경우	100
조력 에너지만 쓴 경우	30

14 예시 답안 ㉠은 수권과 지권(또는 지권과 수권)의 상호작용이며, ㉡은 지권과 생물권(또는 생물권과 지권)의 상호작용이다.

평가 기준	배점(%)
㉠과 ㉡의 상호작용을 모두 옳게 서술한 경우	100
㉠과 ㉡의 상호작용 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

2 지권의 변화와 판 구조론

개념 다지기 88 쪽

1 지진(또는 화산 활동) **2** 암석권 **3** ㉠ 하강, ㉡ 소멸
4 해령 **5** 지구 내부 **6** 화산재

01 (1) × (2) × (3) ○ **02** (1) A: 암석권, B: 연약권 (2) B
03 (1) B, C, D, G (2) A, H, I (3) E, F **04** (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×

01 (1) 지진대와 화산대는 지진과 화산 활동이 자주 일어나는 지역이며, 전 세계에 고르게 분포하지 않고 특정한 지역에 띠 모양으로 분포한다.
(2) 지각 변동을 일으키는 에너지원은 지구 내부 에너지이다. 지구 내부 에너지를 지표로 방출하면서 지진, 화산 활동, 대륙의 이동, 습곡 산맥의 형성과 같은 지각 변동이 일어난다.
(3) 판 구조론은 판의 상대적인 운동에 의해 판의 경계에서 다양한 지각 변동이 일어난다는 이론이다.

02 (1) 지각과 맨틀의 윗부분을 포함해 단단한 암석으로 이루어진 부분을 암석권이라고 하며, 암석권 아래에 있는 맨틀 물질의 일부가 녹아 유동성을 띠는 부분을 연약권이라고 한다. 따라서 A는 암석권, B는 연약권이다.
(2) 연약권(B)에서는 상부와 하부의 온도 차이로 맨틀 대류가 일어난다.

03 (1) 수렴형 경계는 두 판이 서로 가까워지는 경계로 B, C, D, G에 해당한다.
(2) 발산형 경계는 두 판이 서로 멀어지는 경계로 A, H, I에 해당한다.
(3) 보존형 경계는 두 판이 서로 어긋나게 이동하는 경계로 E, F에 해당한다.

04 (1) 지진파는 지하의 구조를 조사하거나 지하자원을 탐사하는 데 이용하기도 한다. 따라서 지진파를 분석하면 지구 내부 구조와 구성 물질에 대한 정보를 얻을 수 있다.
(2) 해저에서 발생한 지진을 해저 지진이라고 하며, 해저 지진으로 지진 해일이 발생할 수 있다.
(3) 화산 분출물이 풍화를 받으면 비옥한 토양이 생성되어 농업에 긍정적인 영향을 준다.
(4) 화산 가스는 산성비를 내리게 하여 생물의 성장을 방해한다.

실력 올리기 89 쪽~91 쪽

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

01 ① 지진대와 화산대는 판의 경계에 분포하며 대체로 일치한다.
오답 피하기 ② 화산은 대륙의 내부보다는 주로 대륙의 가장자리에 있는 판의 경계에 분포한다.
③ 지진은 해양의 중앙부뿐만이 아니라 해양의 가장자리, 대륙의 내부에서도 판의 경계를 따라 일어난다.
④ 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계와 두 판이 서로 어긋나게 이동하는 보존형 경계에서는 지진이 자주 일어나지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.
⑤ 화산 활동이 일어난 곳에서는 대체로 지진이 함께 일어난다.

02 ㄱ. A는 지각과 맨틀의 윗부분을 포함해 단단한 암석으로 이루어진 암석권이다.
ㄴ. B는 암석권 아래에 있는 깊이 약 100 km ~ 400 km 구간이므로 연약권이다. 연약권은 맨틀 물질의 일부가 녹아 유동성을 띠며, 연약권에서는 상부와 하부의 온도 차이로 맨틀 대류가 일어난다.
오답 피하기 ㄷ. 지구는 내부로 갈수록 밀도가 커지므로 평균 밀도는 암석권인 A가 연약권인 B보다 작다.

03 수렴형 경계에서는 밀도가 비슷한 두 대륙판이 충돌하거나 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 또는 대륙판 아래로 섭입하여 판이 소멸된다. 발산형 경계에서는 판이 갈라지는 틈 사이로 마그마가 올라와 새로운 판이 생성된다. 보존형 경계에서는 판의 생성이나 소멸이 일어나지 않는다.

04 ㄱ. A는 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계로 습곡 산맥이 형성된다.
ㄷ. D는 해양판과 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이며, E는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다. 해양판이 대륙판보다 밀도가 크므로 서로 접해 있는 두 판의 밀도 차는 D가 E보다 크다.
오답 피하기 ㄴ. B는 해양판과 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계로 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다. C는 두 해양판이 서로 어긋나게 이동하는 보존형 경계로 지진이 자주 일어나지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

05 ㄴ. B는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계로 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다.

오답 피하기 ㄱ. A는 해양판과 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이다. B는 발산형 경계이고, C는 두 판이 서로 어긋나게 이동하는 보존형 경계이다.
ㄷ. 보존형 경계인 C에서는 지진이 자주 일어나지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

06 ㄱ. A에서는 서로 접해 있는 두 판이 같은 방향으로 이동하므로 지진이 자주 일어나지 않는다. B에서는 서로 접해 있는 두 판이 반대 방향으로 어긋나게 이동하는 보존형 경계가 존재하므로 지진이 자주 일어난다.
ㄴ. 보존형 경계인 B에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않으며, 발산형 경계인 C에서는 화산 활동이 활발하게 일어난다.
오답 피하기 ㄷ. 발산형 경계(C)의 하부에서는 맨틀 대류의 상승이 일어난다.

07 ⑤ 동아프리카 열곡대에서 현재와 같은 판의 운동이 계속되면 홍해처럼 좁고 긴 바다가 형성될 것이다.
오답 피하기 ① 동아프리카 열곡대에서는 서로 접해 있는 두 대륙판이 멀어지므로 A와 B 사이에는 발산형 경계가 존재한다.
② 홍해는 아프리카판과 아라비아판이 서로 멀어지는 발산형 경계에 위치하므로 홍해의 하부에서는 맨틀 대류의 상승이 일어난다.
③ 열곡대는 발산형 경계에서 형성되는 지형이며, 습곡 산맥은 수렴형 경계에서 형성되는 지형이다. 따라서 동아프리카 열곡대를 따라 습곡 산맥이 형성되지 않는다.
④ 시간이 지남에 따라 아프리카판과 아라비아판은 점점 멀어져 홍해가 확장될 것이다.

08 ④ (나)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이므로 지진과 화산 활동이 모두 활발하게 일어난다.
오답 피하기 ①, ② (가)는 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이다. 따라서 (가)와 (나)는 수렴형 경계이다.
③ (가)에서는 지진이 자주 일어나지만, 화산 활동은 일어나지 않는다.
⑤ 안데스산맥은 (나)와 같은 판의 경계에서 형성된 습곡 산맥이다. (가)와 같은 판의 경계에서 형성된 습곡 산맥의 예로는 히말라야산맥이 있다.

09 그림에서 판의 경계는 해양판인 태평양판이 대륙판인 북아메리카판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이다.
⑤ 섭입형 경계에서 지진은 섭입대를 따라 일어나므로 태평양판보다 북아메리카판에서 많이 일어난다.
오답 피하기 ①, ② 판의 경계를 따라 해구가 형성되며, 북아메리카판 쪽인 판 경계의 북쪽으로 해구와 나란하게 호상열도가 분포한다.
③ 밀도가 큰 해양판인 태평양판이 밀도가 작은 대륙판인 북아메리카판 아래로 섭입한다.
④ 수렴형 경계의 하부에서는 맨틀 대류의 하강이 일어난다.

10 A는 발산형 경계, B는 수렴형 경계이다. ㉠과 ㉡ 사이에는 보존형 경계가 존재한다.
ㄷ. ㉠은 북서쪽으로 이동하고, ㉡은 남동쪽으로 이동하므로 시간이 지남에 따라 ㉠과 ㉡ 사이의 거리는 점점 멀어질 것이다.
오답 피하기 ㄱ. 발산형 경계인 A에서는 해령이 형성된다.
ㄴ. 수렴형 경계인 B에서는 해양판인 태평양판이 대륙판인 북아메리카판 아래로 섭입하므로 습곡 산맥은 북아메리카판에서 형성된다. 따라서 B의 동쪽에서 습곡 산맥이 형성된다.

11 ⑤ 화산 활동에 의해 대기로 분출된 화산재는 햇빛을 차단하여 지구의 기온을 하강시킨다.
오답 피하기 지진파를 분석하면 지구 내부 구조와 구성 물질에 대한 정보를 얻을 수 있다. 화산 활동이 일어나면 화산 쇄설물, 화산 가스, 용암 등이 분출된다. 화산 분출물은 큰 피해를 일으키기도 하지만, 풍화를 받으면 식물이 자라기 좋은 비옥한 토양이 생성된다.

12 예시 답안 발산형 경계인 해령에서 생성된 해양 지각은 해령을 중심으로 양쪽으로 이동하며, 시간이 지남에 따라 해령으로부터 멀어진 오래된 해양 지각은 수렴형 경계인 해구에서 다른 판 아래로 섭입하여 소멸되기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
해령(발산형 경계)에서 생성된 해양 지각이 해구(수렴형 경계)에서 소멸되는 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100
해구(수렴형 경계)가 존재하기 때문이라고만 서술한 경우	50

13 (1) 예시 답안 태평양판 > 필리핀판 > 유라시아판, 태평양판이 필리핀판 아래로 섭입하므로 태평양판이 필리핀판보다 밀도가 크며, 필리핀판이 유라시아판 아래로 섭입하므로 필리핀판이 유라시아판보다 밀도가 크다.

평가 기준	배점(%)
유라시아판, 필리핀판, 태평양판의 밀도를 비교하여 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
유라시아판, 필리핀판, 태평양판의 밀도만 옳게 비교하여 쓴 경우	40

(2) 예시 답안 우리나라는 유라시아판에 위치하지만, 일본은 유라시아판, 필리핀판, 태평양판, 북아메리아카판이 만나는 경계에 인접하게 위치하기 때문이다. 또 섭입하는 수렴형 경계에서 지진은 섭입대를 따라 일어나므로 우리나라보다 일본 주변에서 지진이 자주 일어난다.

평가 기준	배점(%)
우리나라보다 일본 주변에서 지진이 자주 일어나는 까닭 2 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100
우리나라보다 일본 주변에서 지진이 자주 일어나는 까닭을 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

14 예시 답안 대서양 중앙 해령에서 생성된 해양 지각은 시간이 지남에 따라 해령을 중심으로 양쪽으로 이동하기 때문에 A와 B 사이의 거리는 변하지 않고, B와 C 사이의 거리는 점점 멀어질 것이다. 따라서 시간이 지남에 따라 $\frac{\text{B와 C 사이의 거리}}{\text{A와 B 사이의 거리}}$의 값은 점점 증가할 것이다.

평가 기준	배점(%)
시간이 지남에 따라 $\frac{\text{B와 C 사이의 거리}}{\text{A와 B 사이의 거리}}$ 값의 변화와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
시간이 지남에 따라 A와 B 사이의 거리와 B와 C 사이의 거리 변화만 옳게 서술한 경우	50

중단원 평가 92 쪽~95 쪽

01 ③ **02** ① **03** ② **04** ③ **05** ⑤ **06** ⑤ **07** ④
08 ③ **09** ① **10** ① **11** ⑤ **12** ② **13** 해설 참조
14 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조
15 (1) A: 발산형 경계, B: 보존형 경계 (2) 해설 참조
16 (1) ㉠ 지권과 기권, ㉡ 기권과 생물권 (2) 해설 참조

01 A는 지각, B는 맨틀이다. ㉠은 대류권, ㉡은 성층권이다.
ㄱ. 대륙 지각이 해양 지각보다 두께가 두꺼우므로 지각인 A와 맨틀인 B의 경계는 해양보다 대륙에서 깊다.
ㄴ. 대류권의 높이는 적도 지방에서 높고, 극지방에서는 낮으므로 대류권인 ㉠의 두께는 극지방보다 적도 지방에서 두껍다.
오답 피하기 ㄷ. 오존층은 성층권인 ㉡에 존재한다.

02 A는 혼합층, B는 수온 약층, C는 심해층이다.
ㄱ. 혼합층인 A는 바람에 의해 혼합되며, 바람이 강하게 불수록 혼합층의 두께가 두껍다.
오답 피하기 ㄴ. 수온 약층인 B는 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 안정한 층으로 대류가 일어나지 않는다.
ㄷ. 심해층인 C에서는 태양 에너지가 도달하지 않아 수온이 낮고, 계절에 관계없이 수온 변화가 거의 없다.

03 ㄷ. 화산 활동에 의해 대기로 방출된 다량의 화산재는 햇빛을 차단하므로 태양 에너지가 반사되는 양(A)이 증가한다.
오답 피하기 ㄱ. 태양 에너지의 양은 17.3×10^{16} W이고, 지구 내부 에너지의 양은 5.4×10^{12} W이므로 태양 에너지의 양은 지구 내부 에너지의 양의 약 10^4 배이다.
ㄴ. 지구시스템의 에너지원은 상호 간에 전환되지 않는다.

04 ③ 지권의 물은 지표를 따라 낮은 곳으로 흐르면서 지형을 변화시키고, 지권의 물질을 수권으로 운반한다.
오답 피하기 ① 물의 순환을 일으키는 주요 에너지원은 태양 에너지이다.
② 지권으로 이동한 물은 수권으로 이동하고, 일부는 증발해 다시 기권으로 이동하거나 생물에 흡수되어 생물권으로 이동한다.
④ 수권의 물이 태양 에너지를 흡수하면 수증기가 되어 기권으로 이동한다. 기권의 수증기는 에너지를 방출하면서 응결해 구름이 되었다가 비나 눈의 형태로 지권으로 이동한다. 지권의 물은 고체 상태로 얼어붙어 빙하로 존재하기도 한다. 따라서 물은 액체, 기체, 고체 상태로 변하면서 지구시스템의 각 권역 사이를 순환한다.
⑤ 물이 순환하는 과정에서 에너지를 흡수하거나 방출하므로 물질의 순환과 에너지의 흐름이 함께 일어난다.

05 ㄱ. A는 기권의 탄소가 생물의 광합성을 통해 생물권으로 이동하는 과정이다. 따라서 열대 우림이 파괴되면 생물의 광합성량이 감소하므로 A의 값이 작아진다.
ㄴ. 기권으로 유입되는 탄소의 양은 $215.5(90+60+5.5+60)\times10^{12}$ kg이고, 기권에서 유출되는 탄소의 양은 $213(92+121)\times10^{12}$ kg이다.
ㄷ. 기권으로 유입되는 탄소의 양이 기권에서 유출되는 탄소의 양보다 많은 상태로 탄소의 이동이 지속된다면 지구 온난화로 인해 평균 해수면의 높이는 점점 상승할 것이다.

06 ㄱ. 수중 생물의 광합성은 생물권과 수권의 상호작용이고, 화석 연료의 형성은 생물권과 지권의 상호작용이므로 A는 수권, B는 생물권, C는 지권이다.
ㄴ. 파도에 의해 절벽이 형성되는 것은 수권과 지권의 상호작용이므로 ㉠에 해당한다.
ㄷ. 파도는 바람에 의해 발생하므로 파도에 의해 형성된 절벽은 태양 에너지에 의해 형성된다.

07 지구 내부 에너지에 의해 연약권에서 맨틀 대류가 일어나 판이 움직이고, 판의 상대적인 운동에 의해 판의 경계에서 지진, 화산 활동과 같은 다양한 지각 변동이 일어난다.

08 ㄱ. A에서는 두 해양판이 서로 멀어지면서 해령이 형성되며, 해령에서 새로운 해양 지각이 생성된다.
ㄴ. B에서는 두 대륙판이 서로 충돌하면서 거대한 습곡 산맥이 형성된다.
오답 피하기 ㄷ. C에서는 서로 접해 있는 두 판의 이동 속도 차이로 태평양판이 필리핀판 아래로 섭입하면서 판의 경계를 따라 해구(마리아나 해구)가 형성되며, 판 경계의 서쪽으로 해구와 나란하게 호상열도가 형성된다.

09 활동이 활발한 화산들이 분포해 있는 B를 중심으로 양쪽으로 멀어질수록 암석의 생성 시기가 대칭적으로 증가하므로 아이슬란드에서 발산형 경계인 열곡대의 존재를 확인할 수 있다.

ㄱ. 열곡대에서는 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다.

오답 피하기 ㄴ. 발산형 경계에서는 습곡 산맥이 형성되지 않으므로 A와 B 사이에서는 습곡 산맥이 형성되지 않는다.

ㄷ. 열곡대에서 생성된 새로운 판이 열곡대를 중심으로 양쪽으로 이동하므로 시간이 지남에 따라 B와 C 사이의 거리는 점점 멀어질 것이다.

10 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하는 수렴형 경계에서 지진은 섭입대를 따라 일어나므로 밀도가 작은 해양판 쪽으로 갈수록 지진이 발생한 지점의 깊이가 깊어진다.

ㄱ. B에서 A로 갈수록 지진이 발생한 지점의 깊이가 깊어지므로 판의 경계는 A보다 B에 가깝다.

오답 피하기 ㄴ. B가 속한 판이 A가 속한 판 아래로 섭입하므로 판의 밀도는 B가 속한 판이 A가 속한 판보다 크다.

ㄷ. 섭입대를 따라 마그마가 형성되기 때문에 화산 활동은 밀도가 작은 해양판 쪽에서 활발하게 일어난다. 따라서 이 지역에서 화산 활동은 주로 A가 속한 판에서 활발하게 일어난다.

11 ⑤ C가 속한 판보다 B가 속한 판의 이동 속도가 빠르므로 B에서 C를 관측하면 C는 서쪽으로 이동하는 것처럼 보인다.

오답 피하기 ①, ④ A가 속한 판보다 B가 속한 판의 이동 속도가 빠르므로 시간이 지남에 따라 A와 B 사이의 거리는 점점 멀어지고, (가)에서는 해령이 형성된다.

② B가 속한 판보다 C가 속한 판의 이동 속도가 느리므로 시간이 지남에 따라 B와 C 사이의 거리는 점점 가까워지고, (나)에서는 해구가 형성되어 오래된 해양판이 소멸된다.

③ 발산형 경계인 (가)와 두 해양판의 섭입형 경계인 (나)에서는 지진과 화산 활동이 모두 활발하게 일어난다.

12 A는 화산 가스, B는 용암, C는 화산 쇄설물이다.

② 용암(B)은 마그마가 지표로 분출하여 화산 가스(A)가 빠져나가고 남은 물질이다.

오답 피하기 ① 화산 가스(A)는 산성비를 내리게 하여 생물의 성장을 방해한다.

③ 용암(B)은 산불이나 산사태를 일으키기도 한다.

④ 화산 쇄설물(C) 중 화산재는 항공기의 엔진에 손상을 일으키므로 항공기의 운항에 지장이 생길 수 있다.

⑤ 화산 쇄설물(C)은 입자의 크기에 따라 화산암괴, 화산력, 화산재 등으로 구분한다.

13 예시 답안 (가)>(나), 동해에서 (나) 시기보다 (가) 시기에 바람의 속도가 더 빠르기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(가)와 (나) 시기에 동해의 혼합층 두께를 비교하여 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나) 시기에 동해의 혼합층 두께만 옳게 비교하여 쓴 경우	40

14 (1) 예시 답안 대기에서 물의 유입량(60+320)과 물의 유출량(A+284)이 같기 때문에 A의 값은 96이다.

평가 기준	배점(%)
A의 값을 쓰고, 그 까닭을 대기에서 '물의 유입량=물의 유출량'을 정량적으로 제시하여 옳게 서술한 경우	100
A의 값을 쓰고, 그 까닭을 대기에서 물의 유입량과 물의 유출량이 같기 때문이라고만 서술한 경우	50

(2) 예시 답안 바다에서 물의 유입량(284+36)과 물의 유출량(320)이 같기 때문에 평균 해수면의 높이는 일정하게 유지된다.

평가 기준	배점(%)
바다에서 '물의 유입량=물의 유출량'을 정량적으로 제시하여 옳게 서술한 경우	100
바다에서 물의 유입량과 물의 유출량이 같기 때문이라고만 서술한 경우	50

15 (1) A에서는 서로 접해 있는 두 판이 멀어지므로 발산형 경계이고, B에서는 서로 접해 있는 두 판이 어긋나게 이동하므로 보존형 경계이다.

(2) 예시 답안 시간이 지남에 따라 ㉠과 ㉡ 사이의 거리는 점점 멀어질 것이다. ㉠이 속한 판과 ㉡이 속한 판이 서로 반대 방향으로 어긋나게 이동하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
㉠과 ㉡ 사이의 거리 변화를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
㉠과 ㉡ 사이의 거리 변화만 옳게 쓴 경우	40

16 (1) 화산 활동으로 분출된 화산 분출물이 성층권까지 올라가는 현상은 지권과 기권의 상호작용이고, 기온 하강으로 곡물 생산량의 감소와 가축의 피해는 기권과 생물권의 상호작용이다.

(2) 예시 답안 탐보라 화산 폭발 당시 대기 중으로 분출된 다량의 화산재가 성층권까지 올라가 햇빛을 차단하여 지구로 들어오는 태양 에너지의 양이 감소했기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
화산재가 햇빛을 차단하여 지구로 들어오는 태양 에너지의 양이 감소했기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100
화산재가 햇빛을 차단했기 때문이라고만 서술한 경우	50

2. 역학 시스템

1 중력의 작용

개념 다지기 99 쪽

1 증가 **2** 끌어당기는 **3** 증가 **4** 0
5 지구 중심 방향 **6** 중력

01 (1) 동쪽 (2) 2 m/s² **02** (1) × (2) ○ (3) ×
03 (1) ○ (2) ○ (3) × **04** (1) 연직 (2) ㉠ 수평, ㉡ 연직 (3) 포물선
05 (1) × (2) ○

01 동쪽으로 운동하던 물체의 속력이 운동 방향과 같은 방향으로 증가했으므로 가속도의 방향은 동쪽이다. 가속도의 크기는 $\frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}}=\frac{8\text{ m/s}-4\text{ m/s}}{2\text{ s}}=2\text{ m/s}^2$이다.

02 (1) 중력은 질량을 가진 모든 물체 사이에 작용한다.
(2) 중력의 크기는 물체의 질량이 클수록 크다.
(3) 지구에 의한 중력의 방향은 지구 중심 방향이다.

03 자유 낙하 운동은 정지해 있는 물체가 연직 방향의 중력만을 받아 아래로 떨어지는 운동이다. 자유 낙하 운동 하는 물체의 속력은 시간에 따라 일정하게 증가한다.

04 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로는 등속 운동을 하고, 연직 방향으로는 중력이 작용하므로 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다.

05 지구 주위를 도는 인공위성은 지구 중심 방향의 중력에 의해 운동 방향이 매 순간 바뀌는 원운동을 한다.

실력 올리기 100 쪽~103 쪽

01 ③ **02** ④ **03** ④ **04** ② **05** ① **06** ② **07** ④
08 ⑤ **09** ③ **10** ① **11** ⑤ **12** ② **13** ③ **14** ⑤
15 (1) 서쪽 (2) 해설 참조 **16** 해설 참조
17 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 **18** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조
19 (1) 중력 (2) 해설 참조

01 ㄷ. 자동차의 가속도의 크기는 $\frac{4\text{ m/s}-0}{2\text{ s}}=2\text{ m/s}^2$이다.
오답 피하기 ㄱ. 0 초부터 2 초까지 속도 변화량은 4 m/s − 0 m/s = 4 m/s이고, 2 초부터 4 초까지 속도 변화량은 8 m/s − 4 m/s = 4 m/s이다. 따라서 0 초부터 2 초까지 속도 변화량은 2 초부터 4 초까지 속도 변화량과 같다.
ㄴ. 자동차의 속력은 증가하고 있으므로 자동차의 운동 방향과 가속도의 방향은 같다.

02 중력은 질량이 있는 물체가 서로 끌어당기는 힘이다.

03 중력은 지구상의 모든 물체에 끊임없이 작용하고 있다. 용수철이 압축되었다가 원래 모양으로 되돌아가는 것은 용수철의 탄성력과 관련이 있다.

04 ㄴ. 지표면 근처에서 자유 낙하 하는 물체의 가속도의 크기는 중력 가속도로 일정하므로, A, B는 지면에 동시에 도달한다.
오답 피하기 ㄱ. A와 B의 질량이 다르므로 두 물체에 작용하는 중력의 크기는 다르다.
ㄷ. 자유 낙하 하는 동안 두 물체의 가속도가 같으므로 지면에 도달하는 순간의 속력도 같다.

05 ① 자유 낙하 운동 하는 공의 속력은 시간에 따라 일정하게 증가한다. 따라서 시간당 속력 변화가 일정하다.
오답 피하기 ②, ③, ④ 공이 낙하하는 동안 작용하는 중력의 크기는 일정하고, 중력의 방향도 연직 방향으로 일정하다.
⑤ 자유 낙하 운동 하는 물체의 가속도의 크기는 물체의 질량과 관계가 없다.

06 자유 낙하 운동 하는 물체의 위치를 같은 시간 간격으로 나타낸 것이므로 P는 t, Q는 $2t$, R는 $3t$일 때 공의 위치이다. 자유 낙하 운동 하는 물체의 속력은 낙하하는 시간에 비례하므로 P, Q, R에서의 속력 비 $v_P : v_Q : v_R = 1 : 2 : 3$이다.

07 ㄱ. A가 낙하하는 동안 A의 질량은 변하지 않으므로 A에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.
ㄴ. A와 B에는 연직 방향으로 중력이 작용하며, 중력에 의한 가속도는 질량에 관계없이 일정하다.
오답 피하기 ㄷ. A와 B는 같은 높이에서 운동을 시작했고, 연직 방향의 가속도 크기는 A와 B가 같다. 따라서 A와 B는 지면에 동시에 도달한다.

08 ㄴ. B가 운동하는 동안 수평 방향의 힘이 작용하지 않으므로 B의 수평 방향 속력은 일정하다.
ㄷ. B의 연직 방향의 운동은 자유 낙하 운동과 같다. A와 B는 같은 높이에서 동시에 운동을 시작했으므로 지면에 도달하는 순간 연직 방향의 속력은 A와 B가 같다.
오답 피하기 ㄱ. A는 질량이 있는 물체이므로 A에는 항상 중력이 작용한다.

09 ㄱ. 물체가 운동하는 동안 연직 방향의 속력은 시간에 따라 일정하게 증가한다. 따라서 물체의 연직 방향의 속력은 3 초일 때가 1 초일 때의 3 배이다.

ㄷ. 물체는 수평 방향으로 등속 운동을 한다. 물체의 수평 방향 속력은 5 m/s이고, 수평 방향으로 이동한 거리는 20 m이다. 따라서 물체를 던진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 $\frac{20\ \text{m}}{5\ \text{m/s}}=4\ \text{s}$이다.

오답 피하기 ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향으로, 물체의 운동 방향과 나란하지 않다.

10 ㄱ. 물체가 낙하하는 동안 물체에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

오답 피하기 ㄴ. 물체가 운동을 시작한 순간부터 0.5 초가 지났을 때 물체의 속력이 4.9 m/s이므로 가속도의 크기는 $\frac{4.9\ \text{m/s}}{0.5\ \text{s}}=9.8\ \text{m/s}^2$이다.

ㄷ. 물체의 가속도는 중력 가속도인 9.8 m/s^2이다. t_1일 때 물체의 속력은 29.4 m/s이므로 $\frac{29.4}{t_1}=9.8$이고, t_2일 때 물체의 속력은 49.0 m/s이므로 $\frac{49}{t_2}=9.8$이다. 따라서 $t_2=\frac{5}{3}t_1$이다.

11 ㄴ. A와 B를 같은 높이에서 동시에 수평 방향으로 던졌으므로 수평면에 동시에 도달한다.

ㄷ. A와 B는 수평면에 동시에 도달하고, 수평 방향으로 등속 운동을 한다. 수평 방향으로 이동한 거리는 B가 A의 3 배이므로 $v_B=3v_A$이다.

오답 피하기 ㄱ. 낙하하는 동안 A와 B의 가속도는 중력 가속도로 같다.

12 ㄴ. 물체에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

오답 피하기 ㄱ. 수평 방향으로 물체에 작용하는 힘은 0이므로, 물체의 수평 방향 속력은 일정하다. 따라서 수평 방향의 속력은 p에서와 q에서가 같다.

ㄷ. 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향이다. 따라서 r에서 물체의 운동 방향과 물체에 작용하는 중력의 방향은 같지 않다.

13 ㄱ, ㄷ. 지구와 인공위성 사이에 작용하는 중력은 서로 끌어당기는 힘으로, 크기는 일정하다.

오답 피하기 ㄴ. 인공위성에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심 방향이므로, p에서와 q에서 중력의 방향은 다르다.

14 ㄱ. 물체를 발사한 순간부터 지표면에 도달할 때까지 진행한 거리는 A가 B보다 작으므로 발사 속력은 A가 B보다 작다.

ㄷ. B의 속력이 특정한 속력에 이르면 지표면으로 떨어지지 않고 지구 주위를 원운동하게 된다.

오답 피하기 ㄴ. C가 원운동하는 동안 위치에 따라 중력의 방향은 계속 변한다.

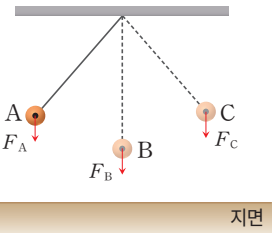
15 (1) 물체의 운동 방향이 바뀌지 않고 속력이 감소했으므로 가속도의 방향은 운동 방향과 반대인 서쪽이다.

(2) 예시 답안 가속도는 속도 변화량을 걸린 시간으로 나누어 구하므로 $\frac{|2-5|}{2}=1.5(\text{m/s}^2)$이다.

평가 기준	배점(%)
풀이 과정과 함께 가속도를 옳게 구한 경우	100
가속도만 옳게 쓴 경우	30

16 A, B, C 어느 지점에서나 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향이고, 물체의 질량이 변하지 않으므로 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

예시 답안



F_A, F_B, F_C의 크기는 모두 같다.

평가 기준	배점(%)
F_A, F_B, F_C의 방향을 화살표로 옳게 표시하고, 크기를 옳게 비교한 경우	100
F_A, F_B, F_C의 방향만 옳게 표시한 경우	50
F_A, F_B, F_C의 크기만 옳게 비교한 경우	50

17 (1) 예시 답안 공은 수평 방향으로 등속 운동 하므로 p에서와 q에서 수평 방향 속력은 같다.

평가 기준	배점(%)
p, q에서 공의 수평 방향 속력이 같다는 것을 등속 운동을 언급해 옳게 서술한 경우	100
p, q에서 공의 수평 방향 속력이 같다고만 쓴 경우	30

(2) 예시 답안 공은 연직 방향으로 속력이 일정하게 증가하는 운동을 하므로 연직 방향 속력은 p에서보다 q에서 크다.

평가 기준	배점(%)
p에서보다 q에서 공의 연직 방향 속력이 크다는 것을 연직 방향의 속력 변화를 언급해 옳게 서술한 경우	100
p에서보다 q에서 공의 연직 방향 속력이 크다고만 쓴 경우	30

18 (1) 예시 답안 $t_A=t_B=t_C$, A, B, C는 운동을 시작한 높이가 모두 같고, 중력을 받아 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 모두 같다.

평가 기준	배점(%)
A, B, C가 수평면에 도달하는 데 걸린 시간을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
A, B, C가 수평면에 도달하는 데 걸린 시간만 옳게 비교한 경우	50

(2) 예시 답안 $v_B < v_C$, 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간이 같고, 수평면에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리는 C가 B보다 크므로 $v_B < v_C$이다.

평가 기준	배점(%)
B와 C의 수평 방향 속력을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
B와 C의 수평 방향 속력만 옳게 비교한 경우	50

19 (1) 지표면 근처나 지구 주위에서 질량을 가진 물체에는 중력이 작용한다.

(2) 예시 답안 B에는 운동 방향으로 중력이 작용하므로 B의 속력은 증가한다.

평가 기준	배점(%)
B의 운동 방향과 중력 방향이 같다는 것을 언급하여 속력 변화를 옳게 서술한 경우	100
B에 중력이 작용하기 때문이라고만 서술한 경우	50

2 역학 시스템과 안전

개념 다지기 106 쪽

1 알짜힘 **2** 질량 **3** 속도 **4** 힘 **5** 작다 **6** 힘

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ×

02 (1) ㉠ 질량, ㉡ kg·m/s (2) 충격량 (3) ㉠ 시간, ㉡ N·s

03 (1) 50 N·s (2) 50 kg·m/s **04** ㉠ 길게, ㉡ 작게

05 ㉠ 운동량, ㉡ B

01 (1) 운동 중이거나 정지한 물체도 관성이 있다.

(2) 관성은 물체의 속력과는 관계없는 성질이다.

(3), (4) 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 물체는 운동 상태를 계속 유지하려는 관성을 가진다.

02 운동량은 운동하는 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량으로 단위는 kg·m/s를 사용하고, 충격량은 물체에 작용한 힘과 시간을 곱한 물리량으로 단위는 N·s를 사용한다.

03 (1) 충격량 = 힘 × 시간 = 10 × 5 = 50(N·s)

(2) 운동량 변화량의 크기는 충격량의 크기와 같으므로 50 kg·m/s이다.

04 자동차의 에어백은 충돌 시 운전자가 충격을 받는 시간을 길게 하므로 운전자가 받는 힘의 크기를 감소시켜 피해를 줄인다.

05 A, B를 놓는 순간부터 충돌할 때까지 운동량의 변화량이 같으므로 A, B가 받는 충격량의 크기도 같다. 충돌할 때 힘을 받는 시간은 푹신한 방석에 떨어지는 B가 나무판에 떨어지는 A보다 길어 B가 받는 힘의 크기가 더 작다.

실력 올리기 107 쪽~109 쪽

01 ① **02** ③ **03** ③ **04** ② **05** ③ **06** ④ **07** ⑤
08 ③ **09** ① **10** ③ **11** ④ **12** ② **13** 해설 참조
14 해설 참조 **15** 해설 참조

01 ① 관성은 정지해 있는 물체와 운동하는 물체가 모두 가지고 있다.

오답 피하기 ② 물체의 질량이 클수록 관성이 크다.

③, ④ 관성은 물체가 운동 상태를 유지하려는 성질이므로, 관성이 클수록 운동 상태가 변하기 어렵다.

⑤ 외부와 상호작용이 없으면 물체는 관성에 의해 일정한 속도로 계속 운동한다.

02 ㄱ. 사람은 운동 방향으로 계속 움직이려고 하는데 발이 돌부리에 걸려 넘어진다.
ㄴ. 버스가 갑자기 출발하는데 사람은 제자리에 있으려는 관성에 의해 뒤로 넘어진다.
오답 피하기 ㄷ. 깨지기 쉬운 물건을 공기가 충전된 포장재로 감싸면 충돌 시 충돌 시간을 길게 하여 작용하는 힘의 크기를 감소시킨다.

03 동전이 그 자리에 멈추어 있으려는 관성을 가지기 때문에 종이를 튕기면 동전이 컵 속으로 떨어지게 된다. 버스에 타고 있는 승객은 정지 상태를 계속 유지하려는 성질인 관성 때문에 버스가 출발하면 몸이 뒤로 쏠린다.

04 $p_A=1\ \text{kg}\times3\ \text{m/s}=3\ \text{kg·m/s}$이고, $p_B=5\ \text{kg}\times2\ \text{m/s}=10\ \text{kg·m/s}$이고, $p_C=3\ \text{kg}\times2\ \text{m/s}=6\ \text{kg·m/s}$이다. 따라서 $p_A<p_C<p_B$이다.

05 $p_A=4\ \text{kg}\times2\ \text{m/s}=8\ \text{kg·m/s}$이고, $p_B=3\ \text{kg}\times3\ \text{m/s}=9\ \text{kg·m/s}$이다. 따라서 $\frac{p_A}{p_B}=\frac{8}{9}$이다.

06 S는 물체가 벽에 충돌하는 동안 벽으로부터 받은 충격량의 크기, 즉 운동량의 변화량이다. 벽에 충돌하기 전 물체의 운동량은 $5\ \text{kg}\times2\ \text{m/s}=10\ \text{kg·m/s}$이고 벽에 충돌한 후 물체는 정지하였으므로, 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 10 N·s이다.

07 ㄴ. 1 초일 때 물체의 속력은 2.5 m/s이고, 3 초일 때 물체의 속력은 5 m/s이다. 따라서 물체의 운동량의 크기는 3 초일 때가 1 초일 때의 2 배이다.
ㄷ. 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 4 초부터 5 초까지 물체의 속도의 변화량이 5 m/s이므로 물체가 받은 충격량의 크기는 $3\ \text{kg}\times5\ \text{m/s}=15\ \text{kg·m/s}=15\ \text{N·s}$이다.
오답 피하기 ㄱ. 0 초부터 2 초까지 물체의 속력이 증가하므로 물체의 운동 방향과 물체에 작용하는 힘의 방향은 같다.

08 ㄱ. 2 초일 때 A의 운동량의 크기는 1 kg·m/s이다. A의 질량이 1 kg이므로 2 초일 때 A의 속력은 1 m/s이다.
ㄴ. 운동량의 크기는 속력과 질량의 곱이므로 4 초일 때 A의 속력은 $\frac{2\ \text{kg·m/s}}{1\ \text{kg}}=2\ \text{m/s}$이고, B의 속력은 $\frac{1\ \text{kg·m/s}}{2\ \text{kg}}=0.5\ \text{m/s}$이다. 따라서 4 초일 때 속력은 A가 B의 4 배이다.
오답 피하기 ㄷ. 0 초부터 4 초까지 A의 운동량의 변화량의 크기는 2 kg·m/s이므로 물체가 받은 충격량은 2 N·s이다. 따라서 0 초부터 4 초까지 A가 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{2\ \text{N·s}}{4\ \text{s}}=0.5\ \text{N}$이다.

09 ㄱ. 벽에 충돌하기 전 운동량의 크기는 $2\ \text{kg}\times3\ \text{m/s}=6\ \text{kg·m/s}$이고, 벽에 충돌한 후 운동량의 크기는 $2\ \text{kg}\times1\ \text{m/s}=2\ \text{kg·m/s}$이다. 따라서 물체의 운동량의 크기는 벽에 충돌하기 전이 충돌한 후보다 크다.
오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 충돌 전후 물체의 운동 방향은 반대이다. 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 물체의 운동량 변화량의 크기와 같으므로 충돌 과정에서 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $|2\times(-1)-2\times3|=8(\text{N·s})$이다. 따라서 충돌 과정에서 물체가 벽으로부터 받은 힘의 크기는 $\frac{8\ \text{N·s}}{0.1\ \text{s}}=80\ \text{N}$이다.

10 충돌하는 동안 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $|(-mv)-2mv|=3mv$이다. 물체의 충돌 시간은 $2t$이므로 물체가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $F=\frac{I}{\Delta t}=\frac{3mv}{2t}$이다.

11 ㄱ. 동일한 공 A와 B를 같은 높이에서 가만히 떨어뜨렸으므로 A가 방석에 충돌하는 순간의 속력과 B가 바닥에 충돌하는 순간의 속력이 같다. 따라서 B가 바닥에 충돌하는 순간 운동량의 크기는 A가 바닥에 충돌하는 순간의 운동량과 같은 p이다.
ㄷ. 충돌 과정에서 B가 바닥으로부터 받은 충격량의 방향은 연직 위 방향이다. B는 바닥에 충돌한 후 튀어 올랐으므로 B가 바닥에 충돌하는 동안 바닥으로부터 받은 충격량의 방향은 충돌 후 B의 운동 방향과 같다.
오답 피하기 ㄴ. A는 방석에 충돌한 후 정지했고, B는 바닥에 충돌한 후 튀어 올랐으므로 충돌 과정에서 받은 충격량의 크기는 A가 B보다 작다. 충돌 시간은 A가 B보다 크므로 충돌 과정에서 받은 평균 힘의 크기는 A가 B보다 작다.

12 ㄴ. 범퍼는 힘의 크기를 감소시키기 위해 충돌 시간을 길게 한다.
오답 피하기 ㄱ. 에어백은 충돌할 때 받는 충격량의 크기를 변화시키지 않는다.
ㄷ. 에어백과 범퍼는 충돌 시간을 길게 하여 충돌할 때 받는 힘의 크기를 감소시킨다.

13 예시 답안 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 나타내므로 스타이로폼 공이 받은 충격량의 크기는 힘을 받은 시간이 긴 A가 B보다 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 빨대를 빠져나오는 순간 스타이로폼 공의 속력은 A에서가 B에서보다 크다.

평가 기준	배점(%)
A와 B의 속력을 옳게 비교하고, 그래프로부터 근거를 옳게 서술한 경우	100
A와 B의 속력만 옳게 비교한 경우	50

14 예시 답안 물체가 벽에 충돌하기 전과 후의 운동량 크기는 각각 10 kg·m/s, 6 kg·m/s이므로, 물체가 벽에 충돌하는 동안 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $|-6-10|=16$ N·s이다. 따라서 물체가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{16}{0.1}=160$ N이다.

평가 기준	배점(%)
풀이 과정과 함께 평균 힘의 크기를 옳게 구한 경우	100
평균 힘의 크기만 옳게 쓴 경우	50

15 공을 받을 때 글러브를 몸 쪽으로 당기면 공을 받는 동안 충돌 시간이 길어진다. 이때 충격량은 일정하므로 충돌 시간이 길어지면 힘이 작아진다.

예시 답안 글러브와 공의 충돌 시간을 길게 하여 선수가 받는 힘의 크기를 줄이기 위해서이다.

평가 기준	배점(%)
충돌 시간과 힘을 언급하여 까닭을 옳게 서술한 경우	100
힘을 줄이기 위해서라고만 쓴 경우	50

중단원 평가 110 쪽~113 쪽

01 ③ **02** ③ **03** ② **04** v_x: ㄷ, v_y: ㄴ **05** ⑤ **06** ②
07 ④ **08** ④ **09** ⑤ **10** ④ **11** ① **12** ① **13** ⑤
14 ① **15** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 **16** 해설 참조
17 해설 참조 **18** 해설 참조 **19** 해설 참조

01 지표면 근처에서 물체가 낙하하거나 물이 낮은 곳으로 흐르는 것, 인공위성과 달이 지구 주위를 원운동하는 것은 모두 중력에 의한 현상이다. 플라스틱 자에 먼지가 달라붙는 것은 전기력 때문이다.

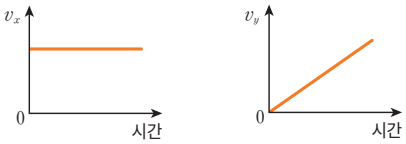
02 ③ 물체가 낙하하는 동안 물체에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

오답 피하기 ①, ⑤ 자유 낙하 운동 하는 물체의 속력은 시간에 따라 일정하게 증가하며, 가속도는 중력 가속도로 일정하다.
② 물체의 운동 방향은 연직 방향으로 일정하다.
④ 자유 낙하 운동 하는 물체에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향이다.

03 ㄷ. 자유 낙하 운동 하는 물체에 작용하는 중력의 방향은 물체의 운동 방향과 같다.

오답 피하기 ㄱ. 물체가 낙하하는 동안 질량은 일정하므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.
ㄴ. 중력 가속도는 9.8 m/s^{2}이므로 2 초일 때 물체의 속력은 19.6 m/s이다.

04 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속 운동을 하고, 연직 방향으로 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다. 따라서 시간에 따른 v_x의 그래프 모양은 ㄷ과 같고, v_y의 그래프 모양은 ㄴ과 같다.



05 ㄴ. 단위 시간 동안의 속도 변화량은 가속도이다. A와 B는 자유 낙하 운동을 하고, 자유 낙하 운동 하는 물체의 가속도의 크기는 질량에 관계 없이 중력 가속도로 같다.
ㄷ. A와 B를 같은 높이에서 동시에 가만히 놓았으므로 A와 B는 수평면에 동시에 도달한다. A와 B의 가속도의 크기가 같으므로 수평면에 도달하는 순간의 속력은 A와 B가 같다.

오답 피하기 ㄱ. 질량은 A가 B보다 크므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 A가 B보다 크다.

06 ㄴ. A와 B는 같은 지점에서 수평 방향으로 던졌으므로 수평면에 도달하는 순간 연직 방향의 속력은 A와 B가 같다.

오답 피하기 ㄱ. 물체를 수평 방향으로 던진 지점의 높이는 A와 B가 같으므로 A와 B가 수평면에 동시에 도달한다.
ㄷ. A와 B는 수평면에 동시에 도달하고, 수평 방향으로 이동한 거리는 B가 A의 2 배이다. 따라서 물체를 수평 방향으로 던진 속력은 B가 A의 2 배이다.

07 ㄱ. A에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심 방향이므로 A에 작용하는 중력의 방향과 A의 운동 방향은 서로 수직이다.
ㄷ. A와 B의 질량은 같고, 지구로부터 떨어진 거리는 A가 B보다 작다. 따라서 인공위성에 작용하는 중력의 크기는 A가 B보다 크다.
오답 피하기 ㄴ. A와 B에는 지구 중심 방향으로 중력이 작용하므로 A와 B에 작용하는 중력의 방향은 위치에 따라 달라진다.

08 ㄱ. 물체가 처음의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질을 관성이라고 한다.
ㄷ. 자동차가 충돌할 때 속력이 갑자기 감소하면 탑승자는 계속 운동하려는 관성 때문에 앞으로 튀어 나가 큰 피해를 입을 수 있다. 이를 방지하기 위해 탑승자는 안전띠를 착용해야 한다.
오답 피하기 ㄴ. 물체의 질량이 클수록 관성이 크게 나타난다. 속력은 관성의 크기와 관계가 없다.

09 ㄱ. 물체가 빗면을 내려가는 동안 중력의 영향으로 물체의 속력이 증가한다.
ㄴ. O점에서 빗면을 따라 내려온 물체는 반대편의 같은 높이까지 올라가므로, 수평면에서는 영원히 일정한 방향으로 등속 운동을 할 것이다.
ㄷ. 수평면에서 등속 운동을 하는 것은 물체가 운동 상태를 유지하려는 성질인 관성으로 설명할 수 있다.

10 운동량의 크기는 속력에 비례하므로 속력이 가장 빠른 0 초~3 초 구간에서 운동량의 크기가 최대이다. 이때 운동량의 크기는 2 kg×3 m/s=6 kg·m/s이다.

11 0 초부터 3 초까지 물체의 속력은 3 m/s이므로 운동량의 크기는 2 kg×3 m/s=6 kg·m/s이고, 3 초부터 5 초까지 속력은 2 m/s이므로 운동량의 크기는 2 kg×2 m/s=4 kg·m/s이다. 0 초부터 5 초까지 받은 충격량의 크기는 운동량의 변화량과 같은 2 kg·m/s=2 N·s이다.

12 ㄱ. 물체가 받은 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 그래프에서 힘과 시간 축이 이루는 넓이, 즉 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 받은 충격량이다. 0 초부터 2 초까지 물체가 받은 충격량의 크기는 $\frac{1}{2}\times2\times2=2$ N·s이다. 0 초일 때 물체의 운동량이 2 kg×1 m/s=2 kg·m/s이므로 2 초일 때 운동량은 4 kg·m/s이다.
오답 피하기 ㄴ. 물체에는 운동 방향과 같은 방향으로 힘이 작용하므로 물체의 속력은 증가한다. 따라서 물체의 운동량의 크기는 2 초일 때가 5 초일 때보다 작다.
ㄷ. 0 초부터 5 초까지 물체가 받은 충격량의 크기는 그래프 아랫부분의 넓이에 해당하는 8 N·s이다. 0 초일 때 물체의 운동량의 크기는 2 kg·m/s이므로 5 초일 때 물체의 운동량의 크기는 10 kg·m/s이다.
따라서 5 초일 때 물체의 속력은 $v=\frac{p}{m}=\frac{10\text{ kg·m/s}}{2\text{ kg}}=5$ m/s이다.

13 ㄴ. A, B는 모두 벽에 충돌한 뒤 정지하므로 A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $3mv$이고, B가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $2mv$이다. 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 A가 B보다 크므로, X는 A가 받은 힘을 시간에 따라 나타낸 것이다.
ㄷ. A가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{3mv}{t_0}$이고, B가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{2mv}{2t_0}=\frac{mv}{t_0}$이다. 따라서 충돌하는 동안 자동차가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 A가 B의 3 배이다.
오답 피하기 ㄱ. 벽에 충돌하기 전 A의 운동량의 크기는 $3mv$이고 B의 운동량의 크기는 $2mv$이다.

14 안전 매트는 충돌 시간을 길게 하여 사람이 받는 힘의 크기를 감소시키는 장치로, 자동차의 범퍼, 에어백, 놀이 매트, 모서리 쿠션 등도 이와 같은 원리를 이용한 장치에 해당한다. 안전띠는 자동차가 갑자기 속력을 줄일 때 탑승자가 운동 상태를 유지하려는 성질인 관성 때문에 앞으로 튀어 나가는 것을 방지하는 장치이다.

15 (1) 예시 답안 A의 연직 방향의 속력은 시간에 따라 일정하게 증가하고, 수평 방향의 속력은 일정하다.

평가 기준	배점(%)
A가 낙하하는 동안 연직 방향 속력과 수평 방향 속력을 모두 옳게 서술한 경우	100
연직 방향 속력과 수평 방향 속력 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

(2) 예시 답안 수평면으로부터의 높이는 p가 q보다 크므로 물체를 수평 방향으로 던진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B보다 크다. 수평 도달 거리는 A와 B가 같으므로 $v_A<v_B$이다.

평가 기준	배점(%)
A, B의 수평 방향 속력 v_A와 v_B의 크기를 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
v_A와 v_B의 크기만 옳게 비교한 경우	30

16 예시 답안 물체 A는 수평 방향으로 날아가면서 중력에 의해 지표면으로 떨어진다. 물체를 더 빠르게 던져 특정한 속력이 되면 지표면으로 떨어지지 않고 물체 B와 같이 지구 주위를 원운동한다. 따라서 v_B가 v_A보다 크다.

평가 기준	배점(%)
A와 B의 운동 경로가 다른 까닭을 옳게 서술하고, v_A와 v_B를 옳게 비교한 경우	100
v_A와 v_B의 크기만 옳게 비교한 경우	30

17 예시 답안 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이 5 N·s는 물체가 받은 충격량이다. 물체의 운동량 변화량은 물체가 벽으로부터 받은 충격량과 같고, 충돌 후 물체가 멈추었으므로 속력은 0이 된다. 따라서 $|2\times(0-v)|=5$에서 $v=2.5$ m/s이다.

평가 기준	배점(%)
충돌 전 물체의 속력을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100
충돌 전 속력만 옳게 쓴 경우	30

18 예시 답안 같은 높이에서 떨어진 공이 시멘트 바닥과 모래 바닥에 충돌하는 순간의 속력은 같다. 시멘트 바닥에 충돌한 공은 튀어 오르고, 모래 바닥에 충돌한 공은 정지하기 때문에 운동량 변화량은 시멘트 바닥에 충돌한 공이 더 크다. 따라서 충격량도 시멘트 바닥에 충돌한 공이 더 크다.

평가 기준	배점(%)
두 공의 충격량 크기를 속력 변화와 운동량으로 옳게 비교하여 서술한 경우	100
두 공의 충격량의 크기만 비교한 경우	30

19 예시 답안 사람이 낙하한 뒤 줄이 늘어나는 동안 사람이 줄로부터 힘을 받는 시간을 길게 하여 줄이 사람에 작용하는 힘의 크기를 줄여 준다.

평가 기준	배점(%)
늘어나는 줄을 사용하는 까닭을 시간과 힘을 언급하여 옳게 서술한 경우	100
늘어나는 줄을 사용하는 까닭을 시간이나 힘 중에서 1 가지만 언급하여 서술한 경우	50

3. 생명 시스템

1 생명 시스템에서의 화학 반응

개념 다지기 116 쪽

1 세포 **2** 엽록체 **3** 물질대사 **4** 효소 **5** 활성화에너지 **6** 과산화 수소

01 (1) B, 라이보솜 (2) E, 마이토콘드리아 (3) A, 핵
02 (1) × (2) ○ (3) ○ **03** (1) A (2) 물질을 분해하는 반응
04 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

01 A는 유전물질인 DNA가 있으며, 세포의 생명활동을 조절하는 핵, B는 아미노산을 연결해 단백질을 합성하는 라이보솜, C는 라이보솜에서 합성한 단백질을 운반하는 통로 역할을 하는 소포체, D는 세포에서 합성한 단백질을 세포 밖으로 분비하는 데 관여하는 골지체, E는 세포호흡이 일어나 생명활동에 필요한 에너지를 생성하는 마이토콘드리아이다.

02 물질대사에는 물질을 합성하는 반응과 분해하는 반응이 있으며, 물질을 합성할 때 에너지를 흡수하고, 물질을 분해할 때 에너지를 방출한다.

03 A는 효소가 있을 때의 활성화에너지, B는 효소가 없을 때의 활성화에너지이다. 이 화학 반응은 크기가 큰 반응물 1개를 크기가 작은 생성물 2 개로 분해하는 반응이다.

04 효소는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나도록 한다. 효소는 그 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합해 작용하며, 화학 반응이 끝난 뒤 생성물과 분리된 효소는 다시 반응에 이용된다. 효소는 생명체 안에서뿐만 아니라 생명체 밖에서도 작용해 화학 반응을 빠르게 할 수 있으므로 일상생활에서 효소를 다양하게 활용한다.

실력 올리기 117 쪽~119 쪽

01 ⑤ **02** ② **03** ④ **04** ①
05 ㉠ 핵, ㉡ 라이보솜, ㉢ 소포체, ㉣ 골지체 **06** ③ **07** ③
08 ⑤ **09** ㉠ 효소, ㉡ 단백질, ㉢ 활성화에너지 **10** ④
11 ㄱ, ㄷ **12** 카탈레이스 **13** ④ **14** ③ **15** ③
16 ④ **17** 해설 참조 **18** 해설 참조 **19** 해설 참조

01 ⑤ 하나의 세포만으로도 독립적인 생명체를 이루고 생명 활동을 수행할 수 있다.

오답 피하기 생명 시스템은 세포로 구성되어 있으며, 세포는 생명 유지에 필요한 화학 반응이 일어나는 기능적 단위이다. 세포는 핵과 세포질이 세포막에 둘러싸여 있으며, 세포질에는 고유한 기능을 하는 엽록체, 마이토콘드리아, 라이보솜 등과 같은 세포소기관이 있다.

02 A는 골지체, B는 라이보솜, C는 세포막, D는 핵, E는 마이토콘드리아이다.

03 ④ 세포막(C)은 주변 환경과 세포를 구분하는 경계이며, 세포 안팎의 물질 출입을 조절한다.

오답 피하기 ① 유전물질인 DNA를 합성하는 세포소기관은 핵(D)이다.
② 세포막(C)은 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.
③ 세포호흡으로 에너지를 생성하는 세포소기관은 마이토콘드리아(E)이다.
⑤ 이산화 탄소와 물로 포도당을 만드는 광합성이 일어나는 세포소기관은 식물 세포에 있는 엽록체이다.

04 우리 몸이 성장할 때 세포분열이 일어나 세포 수가 늘어난다. 세포분열이 일어나려면 DNA가 합성(복제)되어야 하는데, DNA의 합성은 핵 안에서 일어난다.

05 핵 안의 DNA에는 유전정보가 저장되어 있으며, 이 유전정보에 따라 세포질의 라이보솜에서 아미노산을 연결해 단백질을 합성한다. 합성된 단백질의 일부는 소포체를 통해 운반되어 골지체를 통해 세포 밖으로 분비된다.

06 A는 마이토콘드리아, B는 엽록체, C는 골지체이다.
ㄱ. 마이토콘드리아(A)에서는 생명활동에 필요한 에너지를 생성하는 세포호흡이 일어난다.
ㄴ. 엽록체(B)에서는 빛에너지를 흡수해 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

오답 피하기 ㄷ. 골지체(C)는 동물 세포와 식물 세포에 모두 있지만, 엽록체(B)는 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있다.

07 ㄱ. 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 하며, 물질대사에는 효소가 관여한다.
ㄴ. 물질대사에는 물질을 합성하는 반응과 분해하는 반응이 있다.

오답 피하기 ㄷ. 물질을 합성하는 반응이 일어날 때에는 에너지를 흡수하고, 물질을 분해하는 반응이 일어날 때에는 에너지를 방출한다.

08 ㄱ. 물질을 합성하는 반응이 일어날 때 에너지를 흡수한다.
ㄴ. 세포호흡에서는 포도당과 같은 영양소가 분해되어 에너지가 생성된다.
ㄷ. 모든 물질대사에는 효소가 관여한다.

09 물질대사가 체온 범위에서도 쉽게 일어날 수 있는 것은 생체촉매인 효소(㉠)가 있기 때문이다. 효소의 주성분은 단백질(㉡)이며, 효소는 활성화에너지(㉢)를 낮추어 생명체 내에서 화학 반응이 빠르게 일어나도록 한다.

10 ④ 효소는 그 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합해 작용하고 다른 물질과는 결합하지 않는다.

오답 피하기 ①, ②, ③ 효소는 생명체 내에서 촉매 역할을 하는 단백질이며, 체온 범위의 낮은 온도에서도 물질대사가 빠르게 일어나도록 한다.
⑤ 화학 반응이 끝난 뒤 생성물과 분리된 효소는 반응 전과 같은 상태가 되므로 새로운 반응물과 결합해 다시 반응에 이용될 수 있다.

11 ㄱ. 효소는 활성화에너지를 낮추는 작용을 하므로 A는 효소가 없을 때의 에너지 변화이고, B는 효소가 있을 때의 에너지 변화이다.
ㄷ. 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크므로 반응물이 생성물로 되는 과정에서 에너지를 방출한다.

오답 피하기 ㄴ. 활성화에너지가 낮을수록 화학 반응이 빠르게 일어나므로 A일 때보다 B일 때 화학 반응이 빠르게 일어난다.

12 간세포, 감자 세포 등 대부분의 세포에는 카탈레이스가 들어 있다. 카탈레이스는 생명체 내 독성 물질인 과산화 수소를 물과 산소로 빠르게 분해하여 세포가 손상되는 것을 막는다. 카탈레이스의 작용으로 과산화 수소가 분해되어 산소가 생성되면 거품이 발생한다.

13 ㄴ. 시험관 A에는 카탈레이스가 없고, B에는 카탈레이스가 있다. 효소인 카탈레이스는 활성화에너지를 낮추는 작용을 하므로 과산화 수소 분해 반응의 활성화에너지는 A에서가 B에서보다 높다.
ㄷ. 카탈레이스와 같은 효소는 주성분이 단백질이므로 높은 온도에서 입체 구조가 변해 효소로서의 기능을 잃는다. 따라서 삶은 간을 넣은 시험관 C에서는 거품이 발생하지 않는다.

오답 피하기 ㄱ. 과산화 수소가 분해되면 산소가 생성되므로 거품이 발생하는 시험관 B에 불씨를 넣으면 불씨가 꺼지지 않는다.

14 ㄱ. 크기가 큰 반응물 1 개를 크기가 작은 생성물 2 개로 분해하는 반응이다.
ㄷ. (나)에서 효소는 반응물과 결합해 화학 반응의 활성화에너지를 낮춘다.

오답 피하기 ㄴ. 효소는 자신의 입체 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합할 수 있다.

15 학생 (가): 주성분이 단백질인 효소는 세포 안에서 만들어진 뒤 세포 밖으로 분비될 수 있다.
학생 (다): 오늘날 여러 연구를 통해 다양한 종류의 효소를 발견했으며, 세제, 의약품, 식품 등을 만드는 데 효소를 활용하고 있다.
오답 피하기 학생 (나): 효소는 생명체 안에서뿐만 아니라 생명체 밖에서도 작용할 수 있기 때문에 다양한 분야에서 활용하고 있다.

16 레몬 음료수는 탄산수와 레몬즙을 섞어 만든 것으로, 효소를 활용한 사례가 아니다.

17 A는 소포체, B는 마이토콘드리아, C는 엽록체, D는 세포벽, E는 세포막이다. 소포체, 마이토콘드리아, 세포막은 동물 세포와 식물 세포에서 모두 관찰할 수 있다.
예시 답안 C, 엽록체: 빛에너지를 흡수해 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다. D, 세포벽: 세포를 보호하고 형태를 유지한다.

평가 기준	배점(%)
엽록체와 세포벽의 기호와 이름, 기능을 모두 옳게 서술한 경우	100
엽록체와 세포벽 중 1 가지의 기호와 이름, 기능을 옳게 서술한 경우	50
엽록체와 세포벽의 기호와 이름만 옳게 쓴 경우	30

18 (가)는 작고 간단한 물질인 아미노산을 크고 복잡한 물질인 단백질로 합성하는 반응이고, (나)는 크고 복잡한 물질인 단백질을 작고 간단한 물질인 아미노산으로 분해하는 반응이다.
예시 답안 (가)는 물질을 합성하는 반응이고, (나)는 물질을 분해하는 반응이다. (가)에서는 에너지를 흡수하고, (나)에서는 에너지를 방출한다.

평가 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 반응을 모두 쓰고, 에너지 출입을 모두 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나)에서의 에너지 출입만 옳게 서술한 경우	60
(가)와 (나)의 반응만 옳게 쓴 경우	40

19 예시 답안 B, C, 생간 조각과 감자 조각에는 모두 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 카탈레이스가 들어 있기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
B와 C를 모두 쓰고, 그 까닭을 카탈레이스와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
B와 C만 쓴 경우	30

2 세포막을 통한 물질 출입

개념 다지기 122 쪽

1 세포막 **2** 인지질 **3** ㉠ 높은, ㉡ 낮은 **4** 삼투

01 (1) A: 인지질, B: (막)단백질 (2) A **02** (1) ○ (2) × (3) ○
03 (1) ㉡ (2) ㉠ **04** (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉠

01 A는 친수성을 띠는 부위와 소수성을 띠는 부위를 함께 가져 이중층 구조를 형성하고 있는 인지질이고, B는 인지질 이중층에 파묻혀 있거나 인지질 이중층을 관통하는 막단백질이다.

02 세포막은 세포와 환경 사이에서 물질의 출입을 조절하는데, 세포막을 통해 물질이 이동할 때 물질의 종류, 크기 등에 따라 물질의 이동 방식이 다르게 나타나는 선택적 투과성이 있다. 세포막을 구성하는 막단백질의 일부는 포도당, 아미노산, 나트륨 이온 등과 같은 물질의 이동 통로로 작용한다.

03 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질은 인지질 이중층을 직접 통과하여 확산한다(㉠). 포도당과 같이 크기가 큰 물질이나 전하를 띠는 이온은 막단백질을 통해 확산한다(㉡).

04 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 있을 때에는 삼투에 의해 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포의 부피가 작아지고, 세포 안과 용질의 농도가 같은 용액에 있을 때에는 세포 안팎으로 이동하는 물의 양이 같아 세포의 부피가 변하지 않는다. 또 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액에 있을 때에는 삼투에 의해 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커진다.

실력 올리기 123 쪽~125 쪽

01 ④ **02** ㉠ 선택적 투과성, ㉡ 구조 **03** ④ **04** ①
05 ④ **06** ① **07** ⑤ **08** ⑤ **09** ③ **10** ② **11** ②
12 (다) **13** (1) A: 산소, 이산화 탄소 등, B: 포도당, 아미노산, 나트륨 이온 등 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조 **14** 해설 참조

01 ④ 세포막은 세포를 둘러싸고 있는 얇은 막으로, 세포와 환경 사이에서 물질의 출입을 조절한다.

오답 피하기 ① 세포막은 인지질과 단백질로 구성되어 있다.

② 단단하고 두꺼워 세포를 보호하는 것은 식물 세포에 있는 세포벽이다.

③ 세포의 생명활동에 필요한 에너지를 생성하는 것은 마이토콘드리아이다.

⑤ 아미노산과 같이 크기가 큰 물질은 세포막의 막단백질을 통해 이동할 수 있다.

02 세포막은 선택적 투과성이 있어서 물질의 종류, 크기 등에 따라 세포막을 통해 물질이 이동하는 방식이 다르다. 세포막이 이처럼 선택적 투과성을 나타내는 것은 세포막의 구조와 관련 있다.

03 ㄴ. 세포막을 구성하는 성분은 인지질(A)과 막단백질(B)이다. 인지질(A)은 친수성을 띠는 부위와 소수성을 띠는 부위를 함께 가지며, 친수성 부위는 세포막 바깥쪽에 배열되고, 소수성 부위는 안쪽으로 서로 마주 보고 배열되어 이중층 구조를 형성한다.

ㄷ. 막단백질(B)은 인지질 이중층에 파묻혀 있거나 인지질 이중층을 관통한다.

오답 피하기 ㄱ. A는 인지질, B는 막단백질이다.

04 ㄱ. A는 인지질, B는 막단백질이며, 인지질(A)에서 ㉠은 친수성을 띠는 머리 부분이고, ㉡은 소수성을 띠는 꼬리 부분이다.

오답 피하기 ㄴ. B는 막단백질이므로 B를 구성하는 기본 단위체는 아미노산이다.

ㄷ. 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질은 인지질(A) 이중층을 직접 통과하고, 크기가 비교적 큰 물질이나 전하를 띠는 이온은 막단백질(B)을 통해 이동한다.

05 ㄴ, ㄷ. (가)는 물질이 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 인지질 이중층을 직접 통과해 확산하는 방식이고, (나)는 인지질 이중층을 직접 통과하지 못하는 크기가 큰 물질이나 전하를 띠는 이온이 막단백질을 통해 확산하는 방식이다.

오답 피하기 ㄱ. A는 크기가 작은 기체 분자인 산소이고, B는 크기가 큰 포도당이다.

06 ㄱ. (가)에서는 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포막과 세포벽이 분리되었으므로 (가)는 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 넣었을 때이다. (나)에서는 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커졌으므로 (나)는 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액에 넣었을 때이다.

오답 피하기 ㄴ. 식물 세포는 세포막 바깥쪽에 단단한 세포벽이 있어서 세포 안으로 물이 많이 들어와도 세포가 터지지 않는다.

ㄷ. 용질 입자의 크기가 커서 용질이 세포막을 통과할 수 없을 때 물 분자가 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동하는데, 이를 삼투라고 한다. 따라서 (가)와 (나)에서 모두 물은 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동한다.

07 겉껍데기가 제거된 달걀을 증류수에 넣으면 삼투에 의해 용질의 농도가 낮은 세포 밖에서 용질의 농도가 높은 세포 안으로 물이 들어와 달걀의 질량이 증가한다. 반면 겉껍데기가 제거된 달걀을 10 % 소금물에 넣으면 삼투에 의해 용질의 농도가 낮은 세포 안에서 용질의 농도가 높은 세포 밖으로 물이 빠져나가 달걀의 질량이 감소한다.

08 ㄱ, ㄴ. 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커진 A는 적양파의 표피 조각을 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 증류수에 담갔을 때의 결과이다. 반면 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포막과 세포벽이 분리된 B는 적양파의 표피 조각을 세포 안보다 용질의 농도가 높은 10 % 소금물에 담갔을 때의 결과이다.

ㄷ. 세포막을 경계로 하여 세포 안팎의 용질의 농도가 다르면 물 분자가 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동하는 삼투가 일어난다. 적양파의 표피 조각을 10 % 소금물에 담갔을 때 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포막과 세포벽이 분리된 것은 10 % 소금물이 적양파의 표피세포 안보다 용질의 농도가 높기 때문이다.

09 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질이나 나트륨 이온과 같이 전하를 띠는 이온은 세포막의 막단백질을 통해 이동하는데, 물질의 종류에 따라 통로 역할을 하는 막단백질이 다르다. 따라서 포도당과 나트륨 이온은 서로 다른 종류의 막단백질을 통해 이동한다.

10 ㄷ. 증류수는 양파의 표피세포나 적혈구 안보다 용질의 농도가 낮은 용액이므로 양파의 표피세포와 적혈구를 각각 증류수에 넣으면 세포 밖에서 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커진다.

오답 피하기 ㄱ. 세포막과 세포벽이 분리되는 것은 식물 세포를 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 넣었을 때이다.

ㄴ. 식물 세포인 양파의 표피세포는 세포벽이 있어서 증류수에 넣었을 때 세포의 부피가 커지지만 세포가 터지지는 않는다. 그러나 동물 세포인 적혈구는 세포벽이 없어서 증류수에 넣으면 세포의 부피가 커지다가 결국에는 터지게 된다.

11 ② 적혈구 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 적혈구를 넣으면 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 적혈구가 쭈그러든다. 따라서 (나)는 적혈구 안보다 용질의 농도가 높은 용액이다.

오답 피하기 ① (가)에서 적혈구의 모양이 변하지 않는 것은 적혈구 안과 (가)의 용질의 농도가 같아서 적혈구 안팎으로 이동하는 물의 양이 같기 때문이다.

③, ④ (다)에서 적혈구가 터진 것은 적혈구 안으로 들어오는 물의 양이 많기 때문이다. 따라서 (다)는 적혈구 안보다 용질의 농도가 낮은 용액이다.

⑤ (가)~(다) 중에서 용질의 농도가 가장 낮은 용액은 (다)이고, 용질의 농도가 가장 높은 용액은 (나)이다.

12 겉껍데기가 제거된 달걀을 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 달걀의 질량이 증가하고, 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 넣으면 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 달걀의 질량이 감소한다. 그리고 세포 안과 용질의 농도가 같은 용액에 넣으면 세포 안팎으로 이동하는 물의 양이 같아 달걀의 질량에 변화가 없다. 따라서 (가)는 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액이고, (나)는 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액이며, (다)는 세포 안과 용질의 농도가 같은 용액이다.

13 (1) 인지질 이중층을 직접 통과하는 A는 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질이고, 막단백질을 통해 이동하는 B는 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질이나 나트륨 이온과 같이 전하를 띠는 이온이다.

(2) 예시 답안 (가), 확산은 물질의 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 일어나는데, A가 (가)에서 (나)로 확산하므로 A의 농도가 더 높은 곳은 (가)이다.

평가 기준	배점(%)
(가)를 쓰고, 그 까닭을 확산이 일어나는 방향과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
(가)만 쓴 경우	30

(3) 예시 답안 세포 안팎은 물이 풍부하므로 인지질(㉠)에서 친수성을 띠는 머리 부분은 세포막의 바깥쪽에 배열되고, 소수성을 띠는 꼬리 부분은 안쪽으로 서로 마주 보고 배열되어 인지질 이중층 구조를 형성한다.

평가 기준	배점(%)
제시된 단어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
제시된 단어 중 3 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	70
제시된 단어 중 2 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30

14 세포가 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액에 있을 때에는 삼투에 의해 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커지고, 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 있을 때에는 삼투에 의해 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포의 부피가 작아진다.

예시 답안 (가), (가)는 삼투에 의해 세포 밖으로 물이 많이 빠져나가 세포의 부피가 작아지다가 세포막과 세포벽이 분리된 상태이므로 세포 안보다 용질의 농도가 높은 용액에 넣었을 때의 모습이다. (나)는 삼투에 의해 세포 안으로 물이 많이 들어와 세포의 부피가 커진 상태이므로 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액에 넣었을 때의 모습이다. 따라서 농도가 더 높은 소금물에 넣었을 때의 모습은 (가)이다.

평가 기준	배점(%)
(가)를 쓰고, 그 까닭을 삼투 및 세포의 부피 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
(가)를 쓰고, 그 까닭을 삼투와 세포의 부피 변화 중 1 가지와 관련지어 옳게 서술한 경우	70
(가)만 쓴 경우	30

3 세포 내 정보의 흐름

개념 다지기 129 쪽

1 유전자 **2** 단백질 **3** 번역 **4** 전사

01 (1) ○ (2) × (3) × **02** ㉠ 유전자, ㉡ 단백질
03 ㉠ RNA, ㉡ 단백질 **04** (1) ㄴ (2) ㄷ (3) ㄹ (4) ㄱ
05 (1) × (2) ○ (3) ×

01 고양이의 털 무늬, 사람의 머리카락 색깔 등과 같이 생물이 나타내는 여러 가지 특징을 형질이라고 하며, 부모로부터 물려받는 유전형질은 DNA에 저장되어 있는 유전정보에 의해 결정된다. DNA에서 각각의 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있는 특정 부위를 유전자라고 하며, 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.

02 DNA의 각 유전자에 저장되어 있는 유전정보에 의해 특정한 단백질이 합성되고, 합성된 단백질의 작용으로 특정한 형질이 나타난다.

03 세포 내에서 DNA → RNA → 단백질 순으로 유전정보가 흐른다.

04 DNA의 이중나선가닥 중 한 가닥을 사용해 전사가 일어나 RNA가 만들어지며, RNA의 정보를 이용해 단백질이 합성되는 과정은 번역이다. 연속된 3 개의 염기로 이루어진 DNA의 유전부호는 3염기조합이고, RNA의 유전부호는 코돈이다.

05 유라실(U)은 RNA에만 있는 염기이다. 전사가 일어나면 DNA의 염기 배열 순서가 RNA의 염기 배열 순서로 바뀌며, RNA의 염기 배열 순서에 따라 아미노산이 연결되어 단백질이 합성된다. 즉, 번역이 일어날 때 DNA의 유전정보가 직접 단백질합성에 이용되지 않고, 전사로 만들어진 RNA의 정보가 단백질합성에 이용된다.

실력 올리기 130 쪽~133 쪽

01 ④ **02** ③ **03** (나), (다) **04** ③ **05** ①
06 ㉠ DNA, ㉡ RNA, (가) 전사, (나) 번역 **07** ⑤ **08** ①
09 ㄱ, ㄴ **10** ② **11** ② **12** ③ **13** ② **14** ⑤ **15** ①
16 해설 참조 **17** (1) 붉은 색소 합성 효소 유전자 (2) 해설 참조
18 해설 참조 **19** 해설 참조
20 해설 참조 **21** (1) TTACCG (2) 해설 참조

01 ㄱ. 고양이의 털 무늬와 사람의 머리카락 색깔은 모두 생물의 고유한 특징인 형질에 해당한다.
ㄷ. 제시된 두 형질은 모두 DNA(유전자)에 저장된 유전정보에 의해 결정된다.
오답 피하기 ㄴ. 제시된 두 형질은 유전물질인 DNA에 의해 결정되는 유전형질이므로 부모로부터 물려받았으며, 자손에게 유전된다.

02 ③ 사람의 세포 하나에는 여러 개의 DNA가 있으며, 하나의 DNA에는 수많은 유전자(㉠)가 각각 정해진 위치에 있다.
오답 피하기 ① ㉠은 단백질을 만드는 데 필요한 유전정보가 저장되어 있는 유전자이다.
② 유전자(㉠)는 각각의 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있는 DNA의 특정 부위이다.
④ ㉡은 유전자(㉠)에 의해 만들어지며, 피부색, 혈액형 등과 같은 형질이 나타나게 하는 단백질이다.
⑤ 단백질(㉡)은 효소의 주성분으로 이용된다.

03 학생 (나): 세포 내에서 단백질이 만들어질 때 유전자에 저장된 유전정보를 이용하며, 이 과정에서 정보의 흐름이 일어난다.
학생 (다): 세포 내 정보의 흐름이 일어나 유전자로부터 단백질이 만들어져야 생명활동이 일어나고 형질이 나타나면서 생명 시스템이 유지된다.
오답 피하기 학생 (가): 유전자에는 단백질을 만드는 데 필요한 유전정보가 저장되어 있다. 아미노산은 단백질을 만드는 데 이용되는 기본 단위체이다.

04 ㄱ. 유전자는 각각의 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있는 DNA의 특정 부위이며, 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 각각 정해진 위치에 있다.
ㄷ. 유전자에는 단백질을 만드는 데 필요한 유전정보가 저장되어 있다.
오답 피하기 ㄴ. 유전자(DNA)를 구성하는 기본 단위체는 뉴클레오타이드이고, 단백질을 구성하는 기본 단위체는 아미노산이다.

05 ㄱ. ㉠은 이중나선구조이며, 생물의 형질을 결정하는 유전정보가 저장되어 있는 DNA이다.
오답 피하기 ㄴ. ㉡은 DNA(㉠)에서 특정한 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있는 유전자이다. 생명 시스템에서는 유전자에 저장된 유전정보를 이용해 만들어진 단백질의 작용으로 형질이 나타난다.
ㄷ. ㉢은 유전자(㉡)에 저장된 유전정보에 따라 만들어진 단백질이다. 단백질은 고유한 기능을 수행해 형질이 나타나게 하며, 유전정보를 저장하고 있지 않다.

06 세포 내에서 DNA에 저장된 유전정보가 RNA로 옮겨지는 전사가 일어나고, RNA의 정보를 이용해 단백질을 합성하는 번역이 일어난다. 따라서 ㉠은 DNA, ㉡은 RNA, (가)는 전사, (나)는 번역이다.

07 ⑤ (가)는 RNA(㉠)의 염기 배열 순서가 단백질의 아미노산(ⓐ) 배열 순서로 바뀌는 번역이고, (나)는 DNA(㉡)의 염기 배열 순서가 RNA의 염기(ⓑ) 배열 순서로 바뀌는 전사이다. 세포 내 유전정보의 흐름은 전사(나) → 번역(가) 순으로 일어난다.
오답 피하기 ① (가)는 RNA의 정보를 이용해 단백질을 합성하는 번역이다.
② ㉠은 단일 가닥 구조의 물질인 RNA이다. 이중나선구조의 물질은 DNA(㉡)이다.
③ ⓐ는 아미노산, ⓑ는 염기이다.
④ DNA(㉡)는 부모로부터 자손에게로 전달되는 유전물질이다.

08 ㄱ. ㉠은 핵 안에 있으며, 이중나선구조이므로 수많은 유전자가 있는 DNA이다.

오답 피하기 ㄴ. (가)는 DNA(㉠)에 저장된 유전정보가 RNA(㉡)로 옮겨지는 전사이다.
ㄷ. (나)는 번역이다. 번역에서는 RNA(㉡)의 염기 배열 순서가 단백질(㉢)의 아미노산 배열 순서로 바뀐다.

09 ㄱ. 사람의 세포에서 핵 안에 DNA가 있으므로 핵 안에서 DNA의 유전정보가 RNA로 옮겨지는 전사가 일어난다.
ㄴ. 핵 안에서 전사가 일어나 만들어진 RNA가 세포질로 이동한 뒤 라이보솜에서 번역이 일어난다.
오답 피하기 ㄷ. 전사는 DNA로부터 RNA가 만들어지는 과정이며, RNA의 정보를 이용해 단백질이 합성되는 과정은 번역이다.

10 ㄴ. RNA의 유전부호는 연속된 3 개의 염기로 이루어진 코돈(㉡)이다.
오답 피하기 ㄱ. DNA의 유전부호와 RNA의 유전부호는 모두 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있으므로 ⓐ와 ⓑ는 모두 3이다.
ㄷ. ㉠은 DNA의 유전부호인 3염기조합이다. 따라서 전사가 일어나면 DNA의 3염기조합(㉠)으로부터 RNA의 코돈(㉡)이 만들어진다.

11 ② (나)에 유라실(U)이 있으므로 (나)는 RNA의 유전부호인 코돈이고, (가)는 DNA의 유전부호인 3염기조합이다. (나)의 코돈 UAC에 대응되는 (가)의 3염기조합은 ATG이므로 ㉠은 타이민(T)이다.
오답 피하기 ① (가)는 3염기조합이다.
③ ㉡은 구아닌(G)이며, DNA와 RNA에 모두 있는 염기이다.
④ 코돈인 (나)가 1 개의 아미노산으로 번역된다.
⑤ 3염기조합인 (가)가 전사되어 코돈인 (나)가 만들어졌다.

12 ③ (가)는 DNA의 유전정보가 RNA로 옮겨지는 전사이다.
오답 피하기 ① ㉠은 RNA를 구성하는 염기이다.
② ㉡은 단백질을 구성하는 아미노산이다.
④ (나)는 RNA의 정보를 이용해 단백질을 합성하는 번역이다. 사람의 세포에서 번역(나)은 세포질에 있는 라이보솜에서 일어난다.
⑤ ⓐ가 구아닌(G)이면 ⓑ는 전사 과정에서 이에 대응되는 염기인 사이토신(C)이다.

13 ㄴ. 전사가 일어날 때 유전자를 구성하는 DNA의 두 가닥 중 전사에 사용되는 가닥의 염기 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이 각각 유라실(U), 사이토신(C), 구아닌(G), 아데닌(A)으로 대응되어 RNA가 만들어진다. 따라서 ㉠은 전사에 사용된 가닥이다.
오답 피하기 ㄱ. DNA와 RNA의 유전부호는 서로 겹치지 않는다. ⓑ가 RNA의 첫 번째 코돈(AUG)이므로 ⓐ는 이 유전자의 두 번째 3염기조합이 아니다. 전사에 사용된 가닥 ㉠에서 이 유전자의 첫 번째 3염기조합은 TAC이고, 두 번째 3염기조합은 TTG이다.
ㄷ. ㉢는 ㉠의 AGT에 대응되는 UCA이다. RNA에는 타이민(T) 대신 유라실(U)이 있다.

14 ㄱ. ㉠~㉣ 중에 사이토신(C)은 없으므로 ㉢은 RNA의 사이토신(C)에 대응되는 구아닌(G)이다. 따라서 DNA의 두 가닥 중 위쪽 가닥이 전사에 사용된 가닥이다. 전사에 사용된 DNA 가닥의 ㉡과 RNA의 ㉣이 대응되므로 ㉡은 아데닌(A)이고, ㉣은 유라실(U)이다. 따라서 ㉠은 타이민(T)이다. 유라실(U, ㉣)은 RNA에만 있고, DNA에는 없는 염기이다.
ㄴ. RNA의 염기 배열 순서는 AAUUCGGGU이다. 따라서 아미노산 ⓐ를 지정하는 코돈은 AAU이다.
ㄷ. DNA의 이중나선구조에서 한쪽 가닥의 타이민(T, ㉠)은 항상 다른 쪽 가닥의 아데닌(A, ㉡)과 상보적으로 결합한다.

15 ㄱ. DNA의 이중나선구조에서 ㉠은 위쪽 가닥의 AGC에 대응되는 TCG이다.
오답 피하기 ㄴ. RNA의 오른쪽 끝부분의 염기 배열 순서가 UUG이므로 DNA에서 오른쪽 끝부분의 염기 배열 순서가 AAC인 아래쪽 가닥이 전사에 사용된 가닥이다. 따라서 ㉡은 염기 배열 순서가 CUGAGC이므로 ㉡에서 유라실(U)의 수는 1이다.
ㄷ. RNA의 염기 배열 순서가 CUGAGCUUG이므로 (가)에서 아미노산 배열 순서는 ⓓ－ⓑ－ⓓ이다.

16 유전물질인 DNA의 특정 부위에 유전자가 있으며, 유전자에는 단백질합성에 필요한 유전정보가 저장되어 있다. 유전자에 의해 합성된 단백질의 작용으로 형질이 나타난다.
예시 답안 유전자에 저장된 유전정보를 이용해 단백질이 합성된다.

평가 기준	배점(%)
제시된 단어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
제시된 단어 중 1 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50

17 (1) ㉠은 DNA에 있는 붉은 색소 합성 효소 유전자, ㉡은 ㉠에 의해 만들어진 붉은 색소 합성 효소, ㉢은 ㉡의 작용으로 만들어진 붉은 색소이다.
(2) 예시 답안 붉은 색소 합성 효소(㉡)의 작용으로 붉은 색소(㉢)가 만들어진다.

평가 기준	배점(%)
붉은 색소 합성 효소(㉡)에 의해 붉은 색소(㉢)가 만들어진다고 서술한 경우	100
㉡에 의해 ㉢이 만들어진다고 서술했으나, 붉은 색소 합성 효소와 붉은 색소 중 어느 하나의 이름을 포함하지 않은 경우	50

18 예시 답안 (가) 전사, (나) 번역, 전사(가)에서는 DNA의 유전 정보가 RNA로 옮겨지고, 번역(나)에서는 RNA의 정보를 이용해 단백질이 합성된다.

평가 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)에서 일어나는 유전 정보의 흐름을 모두 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나) 중 하나에서 일어나는 유전정보의 흐름만 옳게 서술한 경우	70
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

19 예시 답안 ㉠을 지정하는 코돈은 CGA, ㉡을 지정하는 코돈은 GCU, ㉢을 지정하는 코돈은 AAA이다. (가)로부터 전사된 RNA의 염기 배열 순서가 CGAGCUAAAGGU이고, RNA에서 연속된 3 개의 염기가 1 개의 아미노산을 지정하는 코돈이기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
㉠~㉢을 지정하는 코돈을 모두 쓰고, RNA의 염기 배열 순서와 RNA에서 연속된 3 개의 염기가 1 개의 아미노산을 지정한다는 것을 모두 서술한 경우	100
㉠~㉢을 지정하는 코돈을 모두 쓰고, 그 까닭을 RNA의 염기 배열 순서로만 서술한 경우	70
㉠~㉢을 지정하는 코돈만 모두 옳게 쓴 경우	30

20 예시 답안 7 개, DNA에서 연속된 3 개의 염기가 1 개의 아미노산을 암호화하는 유전부호이기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
7 개를 쓰고, DNA의 유전부호는 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있다는 것과 각 유전부호가 1 개의 아미노산을 암호화한다는 것을 모두 서술한 경우	100
7 개를 쓰고, DNA의 유전부호는 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있다는 것만 서술한 경우	70
7 개만 쓴 경우	30

21 (1) (나)는 유라실(U)이 있는 RNA이므로 (가)와 (다)는 이 유전자를 구성하는 DNA의 두 가닥이다. DNA에서 한쪽 가닥의 아데닌(A)은 항상 다른 쪽 가닥의 타이민(T)과 결합하고, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 결합하므로 ㉠은 (가)의 AATGGC에 대응되는 TTACCG이다.

(2) 예시 답안 (가), (가)의 염기 배열 순서에서 타이민(T)이 있는 부위가 RNA(나)의 염기 배열 순서에서는 유라실(U)로 바뀌어 있다.

평가 기준	배점(%)
(가)를 쓰고, (가)에서 타이민(T)이 있는 부위에 RNA에서는 유라실(U)이 있다는 것을 서술한 경우	100
(가)만 쓴 경우	30

중단원 평가 134 쪽~137 쪽

01 ① **02** ⑤ **03** ⑤ **04** ② **05** ③ **06** ③ **07** ②
08 ① **09** ① **10** ③ **11** ㉠ 멜라닌 합성 효소 유전자, ㉡ 멜라닌 합성 효소 **12** ⑤ **13** ② **14** ①
15 (1) (가) A, 엽록체, (나) C, 마이토콘드리아 (2) 해설 참조
16 (1) ㉢ (2) 해설 참조 **17** 해설 참조
18 해설 참조 **19** (1) ㉡ (2) 해설 참조
20 (1) CCTGCGAGTTGTGGAT (2) 해설 참조

01 A는 핵, B는 라이보솜, C는 마이토콘드리아, D는 엽록체, E는 세포막이다.

① 핵(A)은 유전물질인 DNA가 있으며, 세포의 생명활동을 조절한다.

오답 피하기 ② 라이보솜(B)은 아미노산을 연결해 단백질을 합성한다.

③ 마이토콘드리아(C)는 식물 세포와 동물 세포에 모두 있다.

④ 엽록체(D)에서는 빛에너지를 흡수해 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

⑤ 세포막(E)은 물질의 종류나 크기 등에 따라 어떤 물질은 통과시키고 어떤 물질은 통과시키지 않는 선택적 투과성이 있다.

02 ⑤ 세포호흡에서는 포도당과 같은 영양소가 분해되어 생명활동에 필요한 에너지를 생성하는 화학 반응이 일어난다.

오답 피하기 ① 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.

② 물질대사에는 물질을 분해하는 반응과 합성하는 반응이 있으며, 물질을 분해하는 반응에서는 에너지를 방출하고, 물질을 합성하는 반응에서는 에너지를 흡수한다.

③ 물질대사에는 효소가 관여한다. 효소는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나도록 하기 때문에 체온 범위에서도 물질대사가 활발하게 일어날 수 있다.

④ 생명체는 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

03 ㄴ. 효소는 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나도록 하는 생체촉매이다.

ㄷ. 효소는 자신의 입체 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합해 작용하며, 다른 물질과는 결합하지 않는다.

오답 피하기 ㄱ. 효소는 생명체 밖에서도 작용할 수 있어 일상생활에서 사용하는 세제, 의약품, 식품 등을 만드는 데 활용된다.

04 ㄴ. 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 작으므로 이 화학 반응은 에너지를 방출하는 반응이다. 물질을 분해하는 반응이 일어날 때 에너지를 방출한다.

오답 피하기 ㄱ. 효소는 활성화에너지를 낮추는데, A가 B보다 크므로 A는 효소가 없을 때의 활성화에너지이고, B는 효소가 있을 때의 활성화에너지이다.

ㄷ. 효소가 있어 활성화에너지가 낮을 때 화학 반응 속도가 빠르므로 (가)에서가 (나)에서보다 화학 반응이 느리게 진행된다.

05 ㄱ. X는 화학 반응 과정에서 변하지 않으므로 효소이다.
ㄴ. (가)는 효소가 반응물과 결합한 상태이다. 효소가 반응물과 결합하면 활성화에너지가 낮아진다.
오답 피하기 ㄷ. (나)에서 생성물과 분리된 효소 X는 반응 전과 같은 상태가 되므로 새로운 반응물과 결합해 다시 화학 반응에 이용될 수 있다.

06 ㄱ, ㄷ. 카탈레이스는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 효소이며, 과산화 수소가 분해되어 산소가 생성되면 거품이 발생한다. 시험관 (나)와 (다)에서 거품이 발생한 것으로 보아 생간 조각과 감자 조각에는 모두 카탈레이스가 들어 있음을 알 수 있다. (가)에서 거품이 발생하지 않은 것은 효소인 카탈레이스가 없어 활성화에너지가 높아 과산화 수소 분해 반응이 거의 진행되지 않기 때문이다.
오답 피하기 ㄴ. 카탈레이스는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하므로 (나)와 (다)에서 발생하는 거품은 이산화 탄소가 아니라 산소이다.

07 ② A는 막단백질이므로 A에는 펩타이드결합이 있다.
오답 피하기 ① B가 인지질이다.
③ 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 기체 분자는 막단백질(A)을 통해 이동하지 않고 인지질(B) 이중층을 직접 통과한다.
④ 라이보솜에서 합성되는 것은 단백질인 A이다.
⑤ 인지질(B)에서 친수성 부분은 세포막의 바깥쪽에 배열되고, 소수성 부분이 세포막의 안쪽으로 서로 마주 보고 배열되어 이중층 구조를 형성한다.

08 ㄱ. A는 인지질 이중층을 직접 통과하므로 산소와 같이 크기가 작은 기체 분자이거나 지용성 물질이다.
오답 피하기 ㄴ. B는 막단백질을 통해 이동하므로 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질이거나 전하를 띠고 있는 이온이다. 크기가 작은 지용성 물질은 인지질 이중층을 직접 통과한다.
ㄷ. A와 B는 모두 세포 밖에서 세포 안으로 확산하므로 A와 B의 농도는 모두 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높다.

09 ㄱ. 적혈구를 용액 A에 넣어 둔 결과 적혈구가 쭈그러든 것은 적혈구 밖으로 이동하는 물의 양이 많기 때문이다. 따라서 용액 A는 적혈구 안보다 용질의 농도가 높다. 생리식염수는 사람의 세포 안과 용질의 농도가 같은 용액이므로 용액 A는 생리식염수보다 용질의 농도가 높다.
오답 피하기 ㄴ. (가)에서 적혈구의 모양에 변화가 없는 것은 생리식염수와 적혈구 안의 용질 농도가 같아 세포막을 통해 적혈구 안팎으로 이동하는 물의 양이 같기 때문이다.
ㄷ. (나)에서 적혈구 안으로 들어오는 물의 양보다 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 적혈구가 쭈그러들었다.

10 ③ ㉠은 유전자, ㉡은 단백질이다. 따라서 (가)는 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정이며, 이 과정에서 전사와 번역이 모두 일어난다.
오답 피하기 ①, ② ㉠은 각각의 형질을 결정하는 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위인 유전자이다.
④, ⑤ ㉡은 유전자(㉠)에 저장된 유전정보를 이용해 만들어지며, 형질이 나타나게 하는 단백질이다. 3염기조합이 있고, 자손에게 전달되는 유전물질은 DNA이다.

11 DNA에 있는 멜라닌 합성 효소 유전자(㉠)에 저장된 정보를 이용해 단백질인 멜라닌 합성 효소(㉡)가 만들어지고, 멜라닌 합성 효소(㉡)의 작용으로 멜라닌이 만들어진다.

12 (가)는 기본 단위체인 아미노산이 펩타이드결합으로 연결된 단백질이다. 단백질의 작용으로 형질이 나타난다. (나)는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 구성된 이중나선구조의 DNA이다. DNA의 특정 부위에 유전자가 있다. 따라서 (다)는 RNA이다. RNA를 구성하는 염기(㉠) 중에 유라실(U)이 있다. 세포 내에서 유전정보는 전사와 번역을 통해 DNA(나) → RNA(다) → 단백질(가) 순으로 흐른다.

13 ㄴ. DNA에서 한쪽 가닥의 염기 ㉠은 다른 쪽 가닥의 염기 ㉡과 결합하므로 ㉠과 ㉡은 각각 아데닌(A)과 타이민(T) 중 하나인데, RNA에는 타이민(T)이 없으므로 ㉠은 타이민(T)이고, ㉡은 아데닌(A)이다. 따라서 ㉢은 RNA에 있고 DNA에 없는 유라실(U)이다.
오답 피하기 ㄱ. DNA 가닥 I의 왼쪽에서 세 번째 염기가 사이토신(C)이고, RNA의 왼쪽에서 세 번째 염기도 사이토신(C)이므로 가닥 I은 전사에 사용되지 않은 가닥이고, 가닥 Ⅱ가 전사에 사용된 가닥이다.
ㄷ. ㉡은 아데닌(A), ㉢은 유라실(U)이므로 ⓐ는 코돈 AUG에 의해 지정된 아미노산이다.

14 ㄱ. DNA에서 위쪽 가닥의 오른쪽 끝에 있는 염기가 사이토신(C)이고, RNA(가)에서 오른쪽 끝에 있는 염기가 구아닌(G)이므로 DNA의 위쪽 가닥이 전사에 사용된 가닥이다. 따라서 ㉠은 RNA의 AGC에 대응되는 TCG이다.
오답 피하기 ㄴ. RNA의 염기 배열 순서는 AGCUCCACG이다. 따라서 단백질의 아미노산 배열 순서는 ⓐ－ⓐ－ⓑ이므로 ㉡은 ⓐ－ⓑ이다.
ㄷ. (가)는 핵 안에서 전사가 일어나 만들어진 RNA이며, 이 RNA는 핵 바깥인 세포질로 이동해 번역에 이용된다.

15 (1) A는 엽록체, B는 핵, C는 마이토콘드리아, D는 라이보솜이고, (가)는 포도당을 합성하는 광합성, (나)는 포도당을 분해하는 세포호흡이다. 광합성은 엽록체(A)에서 일어나고, 세포호흡은 마이토콘드리아(C)에서 일어난다.

(2) 예시 답안 식물 세포, 광합성이 일어나는 엽록체(A)가 있기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
식물 세포를 쓰고, 광합성이 일어나는 엽록체(A)가 있기 때문이라고 서술한 경우	100
식물 세포를 쓰고, 엽록체(A)가 있기 때문이라고만 서술한 경우	70
식물 세포만 쓴 경우	30

16 (1) 효소는 반응물과 결합해 화학 반응을 촉매하며, 반응에 직접 참여하지는 않는다. 따라서 효소는 반응 전후에 변화가 없는 ㉢이고, ㉠은 생성물, ㉡은 반응물이다.
(2) 예시 답안 (나), 효소(㉢)가 있으면 효소가 없을 때보다 활성화에너지가 낮아지기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, 효소가 있으면 효소가 없을 때보다 활성화에너지가 낮아지기 때문이라고 서술한 경우	100
(나)만 쓴 경우	30

17 예시 답안 (가)에서는 물질(나트륨 이온)이 세포막에 있는 막단백질을 통해 이동하고, (나)에서는 물질(이산화 탄소)이 세포막의 인지질 이중층을 직접 통과해 이동한다.

평가 기준	배점(%)
(가)에서는 물질이 막단백질을 통해 이동하고, (나)에서는 인지질 이중층을 직접 통과해 이동한다고 서술한 경우	100
(가)에서의 이동과 (나)에서의 이동 중 1 가지만 옳게 서술한 경우	50

18 이 식물 세포에서는 세포 밖으로 물이 많이 빠져나가 세포막과 세포벽이 분리되었으므로 ㉠은 세포 안보다 용질의 농도가 높은 10 % 소금물이다.
예시 답안 10 % 소금물, 세포막을 통해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나가 세포의 부피가 작아지다가 세포막과 세포벽이 분리되었기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
10 % 소금물을 쓰고, 세포막을 통해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나간 것과 세포의 부피가 작아진 것을 모두 서술한 경우	100
10 % 소금물을 쓰고, 세포막을 통해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나간 것과 세포의 부피가 작아진 것 중 1 가지만 서술한 경우	70
10 % 소금물만 쓴 경우	30

19 (1) ㉠은 DNA, ㉡은 RNA이고, (가)는 전사, (나)는 번역이다. 그림은 유라실(U)이 있으므로 RNA(㉡)이다.
(2) 예시 답안 (나), RNA의 염기 배열 순서가 단백질의 아미노산 배열 순서로 바뀌면서 단백질이 합성된다.

평가 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, RNA의 염기 배열 순서가 단백질의 아미노산 배열 순서로 바뀌는 것과 단백질이 합성되는 것을 모두 서술한 경우	100
(나)를 쓰고, RNA의 염기 배열 순서를 이용해 단백질이 합성된다고만 서술한 경우	70
(나)만 쓴 경우	30

20 (1) ㉠은 사이토신(C)에 대응되는 구아닌(G)이고, ㉢은 RNA에 없는 염기이므로 타이민(T)이다. 따라서 ㉡은 아데닌(A)이다. (가)의 염기 배열 순서는 다른 가닥의 염기 배열 순서 GGACGCTCAACACCTA에 대응되는 CCTGCGAGTTGTGGAT이다.
(2) 예시 답안 6 개, DNA의 유전부호는 연속된 3 개의 염기로 이루어진 3염기조합이고, 1 개의 3염기조합이 1 개의 아미노산을 암호화하므로 단백질 X는 최대 7 개의 아미노산으로 이루어진다. 아미노산과 아미노산은 펩타이드결합으로 연결되므로 단백질 X에는 최대 6 개의 펩타이드결합이 있다.

평가 기준	배점(%)
6 개를 쓰고, DNA의 유전부호가 연속된 3 개의 염기로 이루어진 것과 단백질 X가 최대 7 개의 아미노산으로 이루어진 것을 모두 서술한 경우	100
6 개를 쓰고, DNA의 유전부호가 연속된 3 개의 염기로 이루어진 것과 단백질 X가 최대 7 개의 아미노산으로 이루어진 것 중 1 가지만 서술한 경우	70
6 개만 쓴 경우	30

대단원 핵심 정리 138 쪽~139 쪽

❶ 성층권 ❷ 수온 약층 ❸ 태양 에너지 ❹ 균형
❺ 판 구조론 ❻ 암석권 ❼ 맨틀 ❽ 섭입
❾ 상승 ❿ 보존형 ⓫ 변환 단층 ⓬ 중력
⓭ 클수록 ⓮ 지구 중심 ⓯ 중력 가속도 ⓰ 중력
⓱ 등속 운동 ⓲ 관성 ⓳ 질량 ⓴ 평균 힘
㉑ 운동량 변화량 ㉒ 충격량 ㉓ 힘
㉔ 충돌 시간 ㉕ 세포 ㉖ 라이보솜
㉗ 마이토콘드리아 ㉘ 광합성 ㉙ 활성화에너지
㉚ 선택적 투과성 ㉛ (인지질) 이중층
㉜ (막)단백질 ㉝ 삼투 ㉞ 유전자 ㉟ 단백질
㊱ RNA ㊲ 코돈 ㊳ U(유라실) ㊴ 번역

대단원 평가 140 쪽~148 쪽

01 ④ **02** ⑤ **03** ④ **04** ② **05** ④ **06** ① **07** ③
08 (1) A: 수권, B: 지권, C: 기권, D: 생물권 (2) 해설 참조 **09** ③
10 ① **11** ④ **12** ① **13** ③ **14** ⑤ **15** ④ **16** ⑤
17 해설 참조 **18** ④ **19** ① **20** ④ **21** ⑤
22 해설 참조 **23** ⑤ **24** ㉠ 관성, ㉡ 충돌 시간, ㉢ 힘
25 ② **26** ㄱ, ㄷ **27** 해설 참조 **28** ①
29 (1) 산소 (2) 해설 참조 **30** ④ **31** ⑤ **32** ⑤ **33** ④
34 ④ **35** ④ **36** (1) (가) 4 가지, (나) 16 가지, (다) 64 가지
(2) 해설 참조 **37** ③ **38** ① **39** ⑤

01 ④ 생물권은 지구상에 존재하는 모든 생명체이며, 기권, 수권, 지권에 이르는 넓은 영역에 분포한다.

오답 피하기 ① 기권의 대류 현상은 대류권과 중간권에서 일어난다.
② 수권의 물은 대부분 해수가 차지하며, 해수에는 염류가 포함되어 있다.
③ 지권에서 외핵은 액체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있다.
⑤ 외권과 지구 사이에는 에너지의 출입이 일어난다. 예를 들면 외권에서 지구로 들어오는 태양 에너지는 대기와 물을 순환시키고, 생명활동에 필요한 에너지를 공급한다.

02 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다. ㉠은 혼합층, ㉡은 수온 약층, ㉢은 심해층이다.

⑤ 성층권(B)은 고도가 높아질수록 기온이 상승하는 안정한 층이며, 수온 약층(㉡)은 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 안정한 층이다. 따라서 성층권(B)과 수온 약층(㉡)은 대류 현상이 거의 일어나지 않는다.

오답 피하기 ① 오존층은 성층권(B)에 존재한다.
② 오로라는 열권(D)에서 나타난다.
③ 열권(D)은 공기가 매우 희박하기 때문에 기온의 일교차가 가장 크게 나타난다.
④ 혼합층(㉠)은 태양 에너지에 의해 가열되므로 계절에 따라 수온 변화가 일어나며, 심해층(㉢)은 태양 에너지가 도달하지 않아 계절에 따른 수온 변화가 거의 없다.

03 A는 지각, B는 맨틀, C는 외핵, D는 내핵이다.

ㄴ. 외핵(C)은 액체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있으며, 내핵(D)은 고체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있다.
ㄷ. 액체 상태인 외핵(C)에서는 철과 니켈의 대류로 지구 자기장이 형성된다.

오답 피하기 ㄱ. 지각(A)과 맨틀(B)은 규산염 광물로 이루어져 있다.

04 (가)는 태양 에너지, (나)는 지구 내부 에너지, (다)는 조력 에너지이다.

ㄴ. 태양 에너지는 지구시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하므로 태양 에너지인 (가)의 양은 지구 내부 에너지인 (나)나 조력 에너지인 (다)의 양보다 크다.

오답 피하기 ㄱ. 밀물과 썰물은 조력 에너지인 (다)에 의해 발생한다.
ㄷ. 지구시스템의 에너지원은 상호 간에 전환되지 않는다.

05 ㄴ. 바다에서 물의 유입량(284+C)과 물의 유출량(320)이 같기 때문에 C는 36이다. 또 육지에서도 물의 유입량(96)과 물의 유출량(60+C)이 같기 때문에 C가 36이라는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 육지로 이동한 물은 지하로 스며들거나 지표를 따라 낮은 곳으로 흐르면서 풍화·침식 작용으로 지형을 변형시킨다.

오답 피하기 ㄱ. 육지 쪽 대기에서 물의 유입량(60+B)과 물의 유출량(96+A)이 같기 때문에 B가 A보다 크다. 또 바다 쪽 대기에서도 물의 유입량(320+A)과 물의 유출량(284+B)이 같기 때문에 B가 A보다 크다는 것을 알 수 있다.

06 탄소는 기권에서 이산화 탄소의 형태, 생물권에서 유기물의 형태, 지권에서 석회암의 형태로 존재한다.
ㄱ. 기권의 탄소는 해수에 용해되어 탄산 이온의 형태로 수권으로 이동한 뒤 해저에 가라앉거나 해양 생물에 흡수되었다가 석회암의 형태로 지권에 저장된다. 따라서 ㉠은 수권의 탄소 존재 형태인 탄산 이온이다.

오답 피하기 ㄴ. A는 기권의 탄소가 생물의 광합성을 통해 생물권으로 이동하는 과정이며, B는 생물권의 탄소가 생물의 호흡을 통해 기권으로 이동하는 과정이다. 따라서 A는 광합성, B는 호흡이다.
ㄷ. 조개껍데기가 쌓여 석회암이 생성되는 과정은 생물권의 탄소가 지권으로 이동하는 과정이다.

07 습곡 산맥은 판의 수렴형 경계에서 형성되는 지형으로 지권과 지권의 상호작용에 해당한다. 오로라는 태양에서 방출되는 고속·고에너지 입자(대전 입자)가 지구의 상층 대기와 충돌하면서 발생하므로 외권과 기권의 상호작용에 해당한다.

08 (1) 지진 해일의 발생은 지권과 수권의 상호작용이고, 표층 해류의 발생은 기권과 수권의 상호작용이다. 화석 연료의 형성은 생물권과 지권의 상호작용이다. 따라서 A는 수권, B는 지권, C는 기권, D는 생물권이다.
(2) 예시 답안 ㉠ 태양 에너지, ㉡ 지구 내부 에너지, 태양 에너지는 대기의 순환을 일으키므로 바람에 의해 표층 해류가 발생한다. 지구 내부 에너지는 지진을 일으키므로 해저에서 지진이 일어나면 지진 해일이 발생한다.

평가 기준	배점(%)
㉠과 ㉡을 발생시키는 지구시스템의 주요 에너지원을 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
㉠과 ㉡을 발생시키는 지구시스템의 주요 에너지원만 쓴 경우	40

09 ③ C는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계이며, 맨틀 대류의 상승으로 맨틀 물질이 상승하고 새로운 해양 지각이 생성된다.

오답 피하기 ① A는 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이다.

② B는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이며, B에서는 해구가 형성된다.

④ D는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이며, D에서는 오래된 해양 지각이 소멸된다.

⑤ 암석권과 연약권의 경계는 해양에서보다 대륙에서 깊게 나타난다.

10 ㄱ. A는 밀도가 큰 해양판인 태평양판이 밀도가 작은 대륙판인 북아메리카판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이며, A에서는 해구가 형성된다.

오답 피하기 ㄴ. B는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계이며, B에서는 마그마가 올라와 새로운 판이 생성된다. 판의 소멸이 일어나는 곳은 해구인 A이다.

ㄷ. C는 두 해양판이 서로 어긋나게 이동하는 보존형 경계이다.

11 A, D는 수렴형 경계이고, B, C, E는 발산형 경계이다.

④ D는 서로 접해 있는 두 판이 충돌하는 수렴형 경계이므로 지진이 자주 일어난다.

오답 피하기 ① A는 서로 접해 있는 두 판이 충돌하는 수렴형 경계이다.

② B는 서로 접해 있는 두 판이 멀어지는 발산형 경계이므로 시간이 지남에 따라 B의 바다(홍해) 영역은 점점 확장될 것이다.

③ C는 서로 접해 있는 두 대륙판이 멀어지는 발산형 경계이므로 판의 경계를 따라 열곡대(동아프리카 열곡대)가 형성된다.

⑤ E는 서로 접해 있는 두 해양판이 멀어지는 발산형 경계이므로 판이 갈라지는 틈 사이로 마그마가 올라와 새로운 해양 지각이 생성된다. 오래된 해양 지각이 소멸되는 곳은 해구이다.

12 ㄱ. A를 중심으로 양쪽으로 멀어질수록 해양 지각의 생성 시기가 대칭적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 A는 맨틀 대류의 상승으로 새로운 해양 지각이 생성되는 해령이다.

오답 피하기 ㄴ. B에서 Y로 갈수록 해양 지각의 생성 시기가 감소하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 Y의 남동쪽에 있는 판의 경계에는 해령이 존재하고, B는 해령과 해령 사이에 형성되는 변환 단층이다. 변환 단층에서는 지진이 자주 일어나지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다. 즉, 화산 활동은 변환 단층인 B보다 해령인 A에서 활발하다.

ㄷ. Y의 남동쪽에 있는 판의 경계에는 해령이 존재하므로 Y가 속한 해양 지각은 북서쪽으로 이동한다.

13 ㄱ. 깃털은 가볍고 표면적이 넓어서 공기 중에서 낙하할 때 공기 저항의 영향을 많이 받으므로 쇠구슬보다 천천히 떨어진다. 진공 중에서는 공기 저항이 없기 때문에 낙하하는 물체에는 중력만 작용하므로 쇠구슬과 깃털이 동시에 떨어진다. 따라서 (가)는 공기 중에서 낙하하는 모습이고, (나)는 진공 중에서 낙하하는 모습이다.

ㄴ. 지표 근처에서 중력만 받아 자유 낙하 운동을 하는 물체의 중력 가속도는 물체의 질량에 관계 없이 9.8 m/s^2로 일정하므로, (나)에서 쇠구슬과 깃털의 중력 가속도가 같다.

오답 피하기 ㄷ. 깃털의 질량은 (가)에서와 (나)에서가 같으므로 깃털에 작용하는 중력의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

14 ㄱ. 물체의 질량은 변하지 않으므로 자유 낙하 운동 하는 동안 물체에 작용하는 중력의 크기는 위치에 관계없이 일정하다.

ㄴ. 물체는 낙하하면서 속력이 일정하게 증가한다. 따라서 물체의 속력은 p에서가 q에서보다 작다.

ㄷ. 물체의 가속도의 크기는 $\frac{\text{속도 변화량의 크기}}{\text{걸린 시간}}$이다. 물체의 가속도의 크기는 일정하고 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 p에서 q까지가 q에서 r까지와 같으므로 속도 변화량의 크기도 같다.

15 ㄱ. 질량은 B가 A의 4 배이므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 B가 A의 4 배이다.

ㄷ. A를 가만히 놓은 순간으로부터 t만큼의 시간이 지났을 때 A의 속력은 v이므로 A의 가속도의 크기는 $\frac{v}{t}$이다. A와 B는 자유 낙하 운동을 하므로 B의 가속도의 크기는 A의 가속도와 같은 $\frac{v}{t}$이다.

오답 피하기 ㄴ. 가속도의 크기는 A와 B가 같으므로 t일 때 B의 속력은 v이다.

16 ⑤ 물체를 수평 방향으로 던진 지점의 높이가 같으므로 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간이 같다.

오답 피하기 ①, ③ 수평 방향으로 던진 물체에 작용하는 힘은 연직 방향의 중력뿐이므로 운동하는 동안 수평 방향의 속력은 일정하다.

② 수평 방향의 속력은 (나)에서가 (가)에서보다 크다. 따라서 (나)에서 수평 도달 거리는 L보다 크다.

④ 물체를 수평 방향으로 던진 지점의 높이는 (가)에서와 (나)에서가 같으므로 수평면에 도달하는 순간 물체의 연직 방향의 속력은 (가)에서와 (나)에서가 같다.

17 예시 답안 (나)에서 A와 B는 같은 높이에서 운동을 시작했으므로 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A와 B가 같다. 따라서 ㉠은 0.45이다. 발사 장치의 높이는 (다)에서가 (나)에서보다 크므로 A와 B가 발사된 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 (다)에서가 (나)에서보다 길다. 이를 정리하면, ㉠<㉡=㉢이다.

평가 기준	배점(%)
㉠~㉢을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
㉠~㉢의 크기만 옳게 비교한 경우	50

18 ㄱ. B의 발사 속력은 (나)에서와 (다)에서가 같고, 수평면에 도달하는 데 걸리는 시간은 (나)가 (다)보다 짧다. 따라서 ㉣은 1.2보다 작다.

ㄷ. 물체를 수평 방향으로 발사한 지점의 높이가 높을수록 수평면에 도달하기 직전의 연직 방향의 속력이 크다. 따라서 수평면에 도달하기 직전 B의 연직 방향의 속력은 (나)에서가 (다)에서보다 작다.

오답 피하기 ㄴ. 발사 장치의 높이와 관계없이 지표 근처에서 중력 가속도의 크기는 일정하다.

19 ㄱ. 발사 장치에서 지표면에 도달할 때까지 진행한 거리는 A가 B보다 작으므로 발사 속력은 A가 B보다 작다.

오답 피하기 ㄴ. A, B에 작용하는 중력은 지구 중심을 향하는 방향이다. 지구는 구형이고 A, B가 지면에 떨어진 위치는 다르므로 지표면에 도달했을 때 A, B에 작용하는 중력의 방향은 다르다.

ㄷ. A가 운동하는 동안 A에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심을 향하는 방향이다. 따라서 A에 작용하는 중력의 방향과 A의 운동 방향이 항상 수직인 것은 아니다.

20 ④ 관성은 운동 상태를 계속 유지하려는 성질이므로 정지해 있는 승객도 관성을 갖는다.

오답 피하기 ① 물체의 질량이 클수록 관성이 크다.

②, ③ 정지해 있는 버스의 승객은 계속 정지해 있으려는 관성을 갖고, 운동하는 버스의 승객은 계속 운동하려는 관성을 갖는다.

⑤ 버스가 갑자기 출발하거나 정지할 때 관성 때문에 몸이 쏠려 넘어지는 것을 막기 위해 손잡이를 반드시 잡고 있어야 한다.

21 ㄱ. 물체가 받은 충격량의 크기는 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이와 같다. A, B 각각의 넓이를 구해 보면 0 초부터 6 초까지 A, B가 받은 충격량의 크기는 18 N·s로 같다.

ㄴ. 0 초부터 3 초까지 A, B가 받은 충격량의 크기는 각각 6 N·s, 9 N·s이므로, 3 초일 때 A, B의 운동량의 크기는 각각 6 kg·m/s, 9 kg·m/s이다.

ㄷ. 0 초부터 6 초까지 A, B가 받은 충격량의 크기가 18 N·s로 같으므로 6 초일 때 운동량의 크기는 같다. 따라서 6 초일 때 A와 B의 속력은 같다.

22 예시 답안 충돌 과정에서 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 운동량 변화량과 같으므로 $\left|m\times\frac{4}{3}v-m\times4v\right|=\frac{8mv}{3}$이고 충돌 시간은 T이므로, 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{8mv}{3T}$이다.

평가 기준	배점(%)
A가 B로부터 받은 평균 힘의 크기를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100
A가 B로부터 받은 평균 힘의 크기만 옳게 쓴 경우	30

23 ㄱ. 장애물에 충돌하기 전 A의 운동량의 크기는 $2mv$이고 B의 운동량의 크기는 mv이다. 따라서 장애물에 충돌하기 전 물체의 운동량의 크기는 A가 B의 2 배이다.

ㄴ. A와 B는 장애물에 충돌한 후 정지하므로 운동량이 0이 된다. A, B가 각각 P, Q로부터 받은 충격량의 크기는 운동량의 변화량과 같으므로 충돌하는 동안 A가 P로부터 받은 충격량의 크기는 B가 Q로부터 받은 충격량의 크기의 2 배이다.

ㄷ. A가 P로부터 받은 평균 힘의 크기는 $F=\frac{2mv}{㉠}$이고, B가 Q로부터 받은 평균 힘의 크기는 $3F=\frac{mv}{T}$이다. 따라서 ㉠은 $6T$이다.

24 안전띠는 범퍼카의 충돌 시 속력이 급격하게 줄어들면서 관성에 의해 탑승자의 몸이 쏠리거나 튀어 나가는 것을 막아 준다. 고무로 만든 범퍼는 충돌 시간을 길게 하여 범퍼카를 탄 사람이 받는 힘의 크기를 감소시킨다.

25 ② 소포체, 골지체, 라이보솜은 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.

오답 피하기 ①, ③, ⑤ 생명체는 외부 환경 요소와 상호작용 하면서 하나의 정교한 체계를 이루는데, 이를 생명 시스템이라고 한다. 생명 시스템의 구조적, 기능적 기본 단위는 세포이며, 하나의 세포만으로도 독립적인 생명체를 이루고 생명활동을 수행할 수 있다.

④ 식물 세포의 세포질에는 라이보솜, 소포체, 골지체, 엽록체, 마이토콘드리아와 같은 여러 세포소기관이 있다.

26 ㄱ. 동물 세포에 있고 세포호흡이 일어나는 A는 마이토콘드리아, 동물 세포에 있고 세포호흡이 일어나지 않는 B는 라이보솜, 동물 세포에 없는 C는 엽록체이다.
ㄷ. 핵은 유전물질인 DNA가 있으며, 세포의 생명활동을 조절한다.
오답 피하기 ㄴ. 빛에너지를 흡수해 포도당을 합성하는 광합성이 일어나는 세포소기관은 엽록체(C)이며, 라이보솜(B)은 아미노산을 연결해 단백질을 합성한다.

27 예시 답안 연소 반응과 달리 생명체에서 일어나는 물질대사에는 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나도록 하는 효소가 관여하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
물질대사에는 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나도록 하는 효소가 관여하기 때문이라고 서술한 경우	100
물질대사에는 효소가 관여하기 때문이라고만 서술한 경우	30

28 ① 효소 B에 의해 크기가 큰 반응물 A가 크기가 작은 생성물 C와 D로 분해되는 반응이다.
오답 피하기 ② 효소인 B의 주성분은 단백질이다.
③ 효소는 자신의 입체 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합한다.
④ 효소는 반응물과 결합해 활성화에너지를 낮추므로 (가)에서 활성화에너지가 낮아진다.
⑤ 반응이 끝난 뒤 생성물과 분리된 효소 B는 새로운 반응물(A)과 결합해 다시 반응에 이용될 수 있다.

29 (1) 카탈레이스는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 반응을 촉매하는 효소이다.
(2) 예시 답안 발생하지 않는다. 감자 세포에 들어 있는 카탈레이스는 과산화 수소 분해 반응에만 관여하고, 에탄올과는 반응하지 않기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
거품이 발생하지 않는다고 쓰고, 카탈레이스는 에탄올과는 반응하지 않기 때문이라고 서술한 경우	100
거품이 발생하지 않는다는 것만 쓴 경우	30

30 ㄴ. 화장지나 종이를 만들 때 섬유소를 분해하는 효소를 활용한다.
ㄷ. 새롭게 발견한 효소 중에는 환경, 에너지 등과 같은 미래 사회의 문제를 해결하는 데 기여할 것으로 예상되는 것이 많다.
오답 피하기 ㄱ. 일상생활에서 효소를 활용할 수 있는 것은 효소가 생명체 밖에서도 작용하기 때문이다. 생명체 밖에서도 효소는 생명체 안에서와 마찬가지로 다른 물질로 변하지 않는다.

31 ㄱ. A는 인지질로, 친수성 부위와 소수성 부위를 함께 가지고 있어 세포막에서 이중층 구조를 이루고 있다.
ㄴ. B는 세포막을 구성하는 막단백질로, 인지질 이중층에 파묻혀 있거나 인지질 이중층을 관통한다.
ㄷ. 인지질(A) 이중층을 통해서는 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질이 이동하고, 막단백질(B)을 통해서는 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질이나 전하를 띠는 이온 등이 이동한다.

32 ㄱ. ㉠과 같이 막단백질을 통해 이동하는 물질에는 포도당, 나트륨 이온 등이 있다.
ㄴ. ㉡은 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 인지질 이중층을 직접 통과한다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산하는 물질이다.

33 ㄴ. B에서 적혈구의 모습에 변화가 없는 것으로 보아 B는 적혈구 안과 용질의 농도가 같은 용액이다.
ㄷ. A에서는 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구의 부피가 커지다가 적혈구가 터졌고, C에서는 적혈구 밖으로 물이 많이 빠져나가 적혈구가 쭈그러들었다.
오답 피하기 ㄱ. A에서는 적혈구 안으로 물이 많이 들어오므로 A는 적혈구 안보다 용질의 농도가 낮은 용액이고, C에서는 적혈구 밖으로 물이 많이 빠져나가므로 C는 적혈구 안보다 용질의 농도가 높은 용액이다.

34 세포막을 경계로 하여 세포 안팎의 용질의 농도가 다를 때, 물 분자가 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동하는 현상을 삼투라고 한다. 산소는 농도가 높은 허파꽈리에서 농도가 낮은 모세혈관으로 확산하며, 이는 삼투와 관련이 없다.

35 ④ 코돈은 연속된 3 개의 염기로 이루어진 RNA(㉡)의 유전부호이다.
오답 피하기 ① ㉠은 유전물질인 DNA이다. DNA의 특정 부위에 유전정보가 저장된 유전자가 있다.
② ㉡은 전사가 일어나 만들어지는 RNA이다.
③ ㉢은 번역이 일어나 만들어지는 단백질이다. 효소, 호르몬과 같은 단백질의 작용으로 형질이 나타난다.
⑤ 소화효소의 성분은 단백질이며, 이 효소의 작용으로 영양소가 소화되는 것은 단백질의 작용으로 일어나는 생명활동(ⓐ)에 해당한다.

36 (1) DNA의 염기는 4 종류(A, G, C, T)이므로 만들어질 수 있는 유전부호의 최대 가짓수는 (가)에서는 4 가지, (나)에서는 $4\times4=16$ 가지, (다)에서는 $4\times4\times4=64$ 가지이다.

(2) 예시 답안 (다), 단백질을 구성하는 아미노산은 약 20 종류이므로 이를 모두 암호화하기 위해서는 DNA의 유전부호가 20 가지보다 많아야 하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(다)를 쓰고, 단백질을 구성하는 아미노산이 약 20 종류인 것과 DNA의 유전부호가 20 가지보다 많아야 한다는 것을 모두 서술한 경우	100
(다)를 쓰고, 단백질을 구성하는 아미노산이 약 20 종류이기 때문이라고만 서술한 경우	70
(다)만 쓴 경우	30

37 ㄱ. (가)는 이중나선구조의 DNA이고, (나)는 단일 가닥 구조의 RNA이다. ㉠은 DNA와 RNA에 모두 있는 아데닌(A)이고, ㉡은 DNA에만 있는 타이민(T), ㉢은 RNA에만 있는 유라실(U)이다.

ㄷ. DNA(가) 이중나선구조에서 한쪽 가닥의 아데닌(A)은 항상 다른 쪽 가닥의 타이민(T)과 결합한다. 따라서 (가)의 이중나선구조에서 아데닌(A, ㉠)과 타이민(T, ㉡)의 수는 같다.

오답 피하기 ㄴ. ⓐ는 DNA의 유전정보가 RNA로 옮겨지는 전사이며, 전사는 핵 안에서 일어난다.

38 ㄱ. (가)에 유라실(U)이 있으므로 (가)는 전사되어 만들어진 RNA이다. (나)는 DNA 이중나선가닥 중 한 가닥인데, (가)와 (나)의 염기 배열 순서가 상보적이므로 (나)는 전사에 사용된 DNA 가닥이다.

오답 피하기 ㄴ. ㉠은 RNA의 염기 유라실(U)에 대응되는 아데닌(A)이다.

ㄷ. ㉡은 RNA의 염기 아데닌(A)에 대응되는 타이민(T)이다. 타이민(T)은 DNA(나)에는 있지만, RNA(가)에는 없다.

39 ㄱ. (다)를 지정하는 코돈이 GUU이므로 ⓐ는 코돈 CUG에 의해 지정되는 (나)이다.

ㄴ. DNA 위쪽 가닥의 왼쪽에서 4 번째 염기가 구아닌(G)이고, RNA의 왼쪽에서 4 번째 염기도 구아닌(G)이므로 DNA의 위쪽 가닥은 전사에 사용되지 않은 가닥이고, 아래쪽 가닥이 전사에 사용된 가닥이다. 따라서 ㉠은 TTCTG이고, ㉡은 AGG이므로 ㉠에서 구아닌(G)의 수와 ㉡에서 아데닌(A)의 수는 같다.

ㄷ. (라)는 코돈 AUG에 의해 지정되는 아미노산이므로 ㉢은 TAC이다.