

바른답·알찬풀이

개념학습편 2

시험대비편 104

개념학습편

I 물질의 규칙성과 결합

01 우주 초기에 만들어진 원소

확인문제

10~12쪽

1 팽창 2 빅뱅 우주론 3 기본 입자 4 수소, 헬륨 5 원자
6 우주 배경 복사 7 스펙트럼

기본 문제로 개념 다지기

13쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 02 (1) × (2) ○ (3) ○ 03 A: 전자, B: 쿼크 04 ㉠ 쿼크, ㉡ 양성자, ㉢ 헬륨 원자핵 05 우주 배경 복사 06 (가) 연속 스펙트럼, (나) 흡수 스펙트럼, (다) 방출 스펙트럼

01 빅뱅 우주론에서는 우주가 특정한 시점에 생성되어 팽창함에 따라 우주의 온도와 밀도는 모두 감소한다고 주장한다.

02 빅뱅 우주론에 따르면 우주는 한 점에서 팽창하기 시작하여 현재의 우주가 되었으며 현재도 계속 팽창하고 있다. 만약 시간을 거꾸로 되돌린다면 우주의 모든 물질이 한 점에 모인다. 빅뱅 우주론의 증거로는 예측한 우주 배경 복사의 존재와 관측된 수소와 헬륨의 질량비(약 3 : 1)가 이론값과 잘 일치한다는 점이다.

03 물질을 이루는 기본 입자는 전자(A)와 쿼크(B)이다. 기본 입자인 쿼크 3개가 결합하여 양성자와 중성자를 만들었고, 이들이 결합하여 원자핵을 생성하였다. 원자핵은 전자와 결합하여 원자를 생성하였고, 원자의 결합에 따라 물질이 만들어진다.

04 고온의 초기 우주에서 쿼크, 전자와 같은 기본 입자가 생겨나고, 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 생성된 후, 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다.

05 빅뱅 이후 우주의 온도가 약 3000 K일 때 방출된 빛이 우주가 팽창하여 온도가 낮아지면서 빛의 파장이 길어져 현재는 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사로 관측된다.

06 흡수 스펙트럼은 저온의 기체가 특정한 파장의 빛을 흡수할 때 만들어져 연속 스펙트럼 위에 검은 선으로 나타난다. 방출 스펙트럼은 고온의 기체가 특정한 파장의 빛을 방출할 때 만들어진다.

탐구 자료로 기본 다지기

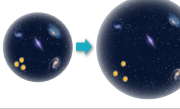
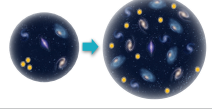
14~15쪽

자료 1 01 (가) 빅뱅 우주론, (나) 정상 우주론 02 ⑤
03 ④
자료 2 04 크기 증가, 온도 감소 05 헬륨 원자핵 06 ③
자료 3 07 (가) 08 (나) 09 ③
자료 4 10 (가) 11 원소의 종류 12 ③

01 (가)의 빅뱅 우주론에서는 우주가 팽창하면서 밀도가 점점 작아진다고 주장하고, (나)의 정상 우주론에서는 우주가 팽창하더라도 새로운 은하가 생성되어 밀도가 일정하다고 주장한다.

02 (나)의 우주론은 우주가 팽창하여 늘어난 공간에 은하와 별이 생겨나 우주의 온도와 밀도가 일정하다고 주장하였다.

자료 분석하기 빅뱅 우주론과 정상 우주론

구분	(가) 빅뱅 우주론	(나) 정상 우주론
모형		
주장한 학자	가모프 등	호일 등
우주의 나이	약 138억 년	우주는 영원
밀도와 온도	점점 낮아지고 있다.	항상 일정하다.

03 초기 우주에서 만들어진 원소는 거의 대부분 수소와 헬륨이었다. 헬륨보다 무거운 원소들은 별이 형성된 이후에 별 내부의 핵융합 반응에 의해 만들어졌다.

04 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점차 낮아졌다.

05 헬륨 원자핵은 양성자 2개, 중성자 2개가 결합하여 생성되었다.

06 ㄱ. 물질을 구성하는 기본 입자에는 6종류의 쿼크와 6종류의 렙톤이 있다.

ㄴ. 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵(A)이 생성되었다.

오답 피하기 ㄷ. (다) 시기 이후에 우주에 존재하는 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1, 개수비는 약 12 : 1이었다.

07 우주의 온도가 낮아짐에 따라 원자핵과 전자가 결합하여 원자를 생성하였다. 따라서 우주의 온도는 원자가 생성되기 전인 (가)의 온도가 더 높다.

08 원자가 생성된 이후에 빛이 전자의 방해를 받지 않고 자유롭게 진행할 수 있게 되었고, 이 빛이 우주 배경 복사로 방출되었다.

09 초기 우주가 팽창하면서 (가)에서 (나)와 같은 변화가 일어났으므로, 우주의 나이는 (나)일 때 더 많았고 우주의 크기도 컸다.

- 10 백열등에서 방출되는 빛에서는 연속 스펙트럼이 나타난다.
- 11 원소는 고유한 파장의 빛을 흡수하거나 방출한다. (나)와 (다)에서 나타난 방출선의 파장이 다르므로 이로부터 원소의 종류를 알 수 있다.
- 12 선 스펙트럼에 나타나는 빛의 파장과 그 세기를 분석하면 물질의 정체를 알아낼 수 있다. 별빛 스펙트럼의 흡수선은 A와 B 원소의 선 스펙트럼을 합한 것과 같다. 따라서 별의 대기에 포함된 원소는 A와 B이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

16~19쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ② 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ㉠ 전자, ㉡ 양성자, ㉢ 중성자, ㉣ 헬륨 원자핵 07 ㉠ 헬륨 원자핵, ㉡ 양성자
08 (나) → (가) → (다) → (라) 09 ④ 10 (나) → (가) → (다)
11 해설 참조 12 ③ 13 ④ 14 (라) 15 해설 참조 16 ③
17 ① 18 ② 19 해설 참조

고난도 문제 도전하기

- 20 ③ 21 ②

- 01 ⑤ 허블은 멀리 있는 외부 은하들이 우리은하로부터 멀어지고 있다는 관측 결과를 통해 우주의 팽창을 증명하였다.
- 오답 피하기** 아인슈타인과 프리드만의 논쟁점은 우주의 팽창 여부이므로 원소의 종류와 선 스펙트럼, 기본 입자의 구성, 우리 은하의 구성원, 태양 스펙트럼 연구 등을 통해서서는 어느 주장이 옳은지 판단할 수 없다.

개념 더하기 정적인 우주와 동적인 우주

- 정적인 우주: 뉴턴, 아인슈타인 등이 주장한 이론으로 우주는 균질하며, 정지한 상태에 있고 시간에 따라 변하지 않는다.
- 동적인 우주(팽창하는 우주): 프리드만과 르메트르 등이 주장한 이론으로 우주는 팽창하고 있으며, 미래의 팽창 여부는 우주의 밀도에 의해 결정된다.
- 1929년 미국의 과학자 허블의 관측: 외부 은하들의 거리와 멀어지는 속도의 관계를 파악하여 우주가 팽창하고 있다는 사실을 확인하였다. → 우주가 팽창하고 있음이 확인되었다.

- 02 ④ 빅뱅 이후 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도는 계속 낮아지고 있다.
- 오답 피하기** ①, ② 약 138억 년 전에 매우 높은 에너지 상태의 한 점에서 대폭발(빅뱅)에 의해 시간과 공간이 만들어지면서 우주가 탄생하였다.
- ③, ⑤ 빅뱅 직후에는 물질이 존재할 수 없는 초고온 상태였으며 우주가 급격히 팽창함에 따라 온도가 낮아지고 기본 입자가 생성되었다.

- 03 ㉡. 빅뱅 우주론에서는 우주가 팽창함에 따라 단위 부피에 존재하는 물질의 양인 우주의 밀도는 계속 감소한다고 주장한다.

오답 피하기 ㉠. 빅뱅 우주론에서 우주의 질량은 일정하다.

㉢. 우주의 크기가 계속 커짐에 따라 우주의 온도는 계속 감소한다. 따라서 우주 배경 복사의 온도도 계속 감소하고 있다.

- 04 ㉠. (가)는 빅뱅 우주론 모형으로, 이에 따르면 우주는 한 점에서 시작되었다.
- ㉢. (나)는 정상 우주론 모형으로, 우주가 팽창함에 따라 새로운 별과 은하가 계속 탄생하므로 우주의 밀도가 일정하다.
- ㉡. (가)와 (나) 모두 우주가 팽창하고 있음을 설명하는 우주론이다.

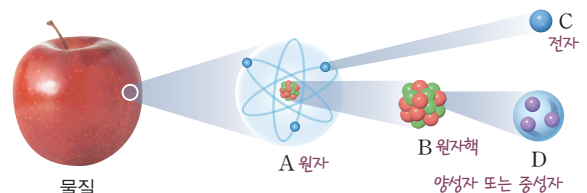
- 05 ⑤ 물질을 구성하는 기본 입자는 쿼크와 전자이다. C는 원자핵 주변을 돌고 있는 전자이고, D는 원자핵을 구성하는 양성자 또는 중성자이다.

오답 피하기 ①, ② A는 원자핵과 전자로 이루어진 원자이다.

③ B는 원자핵으로, 양성자와 중성자로 이루어져 있다.

④ 전자 C의 질량은 원자핵 B의 질량보다 훨씬 작다.

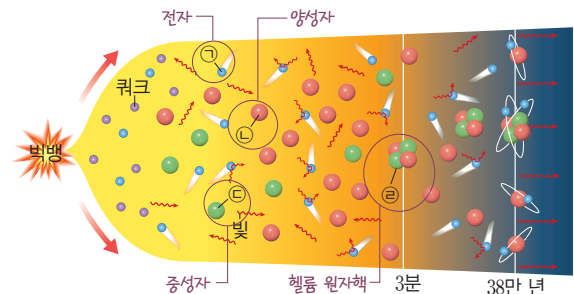
자료 분석하기 물질의 구성



모든 물질은 원자로 이루어져 있다. 원자는 전자와 원자핵으로, 원자핵은 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 쿼크로 구성되어 있다.

- 06 ㉠은 빅뱅 이후 생성된 기본 입자인 전자이고, ㉡과 ㉢은 쿼크가 결합하여 만들어진 양성자와 중성자이다. ㉣은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵이다.

자료 분석하기 빅뱅 후 초기 우주에서의 입자 생성 과정



- 빅뱅(대폭발): 시간과 공간이 생성되었다.
- 기본 입자: 물질을 형성하는 기본 입자인 쿼크와 전자가 생성되었다.
- 양성자와 중성자: 쿼크가 결합하여 양성자 또는 중성자가 생성되었다.
- 원자핵: 양성자, 중성자가 결합하여 원자핵이 생성되었다.

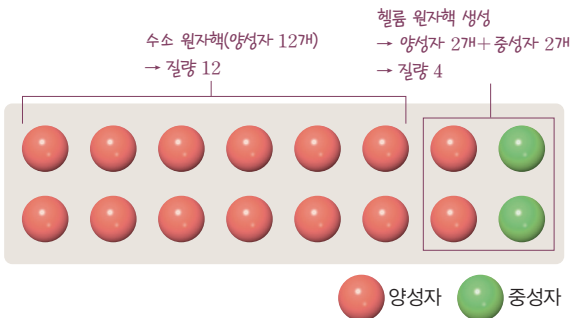
07 초기 우주가 팽창하여 온도가 낮아지면서 물질의 결합이 일어난다. 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자를 생성하고, 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵을 생성한다. 이때 결합하지 못한 양성자는 그대로 수소 원자핵이 된다.

08 기본 입자가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었고, 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 그 후 온도가 낮아져 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다.

09 ㄴ. 양성자와 중성자의 질량은 거의 같으며, 헬륨 원자핵은 양성자(수소 원자핵) 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성되므로 헬륨 원자핵의 질량은 수소 원자핵의 질량보다 약 4배 크다.
ㄷ. (나) 시기 이후 결정된 수소와 헬륨의 질량비는 현재까지 거의 비슷하게 유지되므로 현재 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다.

오답 피하기 ㄱ. A는 양성자, B는 중성자이다.

개념 더하기 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비



- 양성자와 중성자의 질량은 거의 같다. 따라서 양성자 1개인 수소 원자핵 12개와 양성자 2개, 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵 1개의 질량비는 약 12 : 4 = 3 : 1이다.
- 우주에 존재하는 헬륨은 초기 우주에서 빅뱅 핵합성으로 형성되었거나 별의 내부에서 만들어졌다. 별의 내부에서 만들어진 헬륨의 양은 상대적으로 매우 적기 때문에 현재 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 초기 우주에서의 질량비와 거의 같은 약 3 : 1이다.

10 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었고, 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다. 따라서 생성된 순서는 (나) → (가) → (다)이다.

11 빅뱅 핵합성으로 생성된 헬륨이 핵융합 반응하려면 높은 온도가 유지되어야 한다. 하지만 이 시기에 우주는 빠르게 팽창하면서 온도가 낮아졌기 때문에 헬륨 원자핵보다 무거운 원자핵은 거의 합성될 수 없었다.

예시 답안 헬륨 원자핵이 생성되었을 당시의 우주 온도가 헬륨 원자핵보다 무거운 원자핵을 생성하기 어려울 정도로 낮아졌기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
우주의 온도가 낮아져서 헬륨 원자핵보다 무거운 원소를 생성하기 어려워졌음을 옳게 설명한 경우	100
우주의 온도가 낮아졌다고만 설명한 경우	50

12 ㄱ. 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에서 관측된다.
ㄷ. 최근 관측 정밀도가 증가하면서 방향에 따른 미세한 차이를 더욱 분명하게 알아내었다.

오답 피하기 ㄴ. 우주 배경 복사는 우주의 나이가 약 38만 년이 되었을 때 원자가 생성되면서 방출된 빛으로, 초기 우주의 온도가 매우 높았다는 사실을 나타내는 관측 증거이다.

13 ㄴ. 빅뱅 우주론에서 예측한 우주 배경 복사를 실제로 관측함으로써 빅뱅 우주론이 옳다는 것이 증명되었다.

ㄷ. 빅뱅 우주론에서 예측한 수소와 헬륨의 질량비와 우주 전역의 빛을 실제로 분석하여 확인한 수소와 헬륨의 질량비가 잘 일치하는 것이 확인되었다.

오답 피하기 ㄱ. 은하의 분포가 모든 방향에 대하여 거의 균질하다는 것은 빅뱅 우주론뿐만 아니라 정상 우주론에서도 설명 가능하다.

14 초기 우주에서 원자가 생성된 (라) 시기 이후부터 빛이 전자의 방해를 받지 않고 자유롭게 진행할 수 있게 되었고, 이 빛을 우주 배경 복사라고 한다.

15 **예시 답안** 현재 우주를 구성하고 있는 물질은 대부분 초기 우주에서 만들어진 수소와 헬륨이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
초기 우주에서 형성된 수소와 헬륨을 현재의 우주 구성 물질과 관련지어 설명한 경우	100
현재의 우주에 수소와 헬륨이 풍부하다고 설명한 경우	50

16 ㄱ. (가) 시기는 원자가 생성되기 이전으로 빛이 전자의 방해를 받아 직진할 수 없었으므로 우주가 불투명하였다.

ㄷ. (나) 시기에는 빛이 물질과 분리되어 자유롭게 진행할 수 있었고, 이 시기의 빛이 현재 지구에서 우주 배경 복사로 관측된다.

오답 피하기 ㄴ. (나) 시기는 우주의 온도가 3000 K 이하로 낮아져 전자가 원자핵과 결합하여 원자를 형성하였으므로 빛은 전자와 상호 작용하지 않고 우주 공간으로 퍼져 나갈 수 있었다.

17 ㄱ. 태양의 스펙트럼에 나타난 검은색 선들은 모두 태양 대기에서 특정한 파장의 빛이 흡수되어 만들어진 흡수선이다.

오답 피하기 ㄴ. 빛의 파장은 파란색에서 붉은색 쪽으로 갈수록 길어진다.

ㄷ. 태양의 스펙트럼에 나타난 흡수선들은 태양 대기에 의해 만들어진다.

18 ㄷ. (가)는 방출 스펙트럼, (나)는 흡수 스펙트럼이다. (가)와 (나)에서 나타나는 방출선과 흡수선의 파장이 같으므로 같은 원소에서 나타난 스펙트럼이라는 것을 알 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 특정한 파장의 빛이 방출되어 밝은 선으로 나타나는 방출 스펙트럼이다.

ㄴ. (나)는 특정한 파장의 빛이 흡수되어 나타나는 흡수 스펙트럼이므로 전자가 에너지를 흡수할 때 나타난다.

개념 더하기 방출 스펙트럼과 흡수 스펙트럼의 형성 원리

방출 스펙트럼	흡수 스펙트럼
전자가 높은 에너지 궤도에서 낮은 에너지 궤도로 이동 → 특정한 파장의 빛을 방출 → 방출 스펙트럼 형성	전자가 낮은 에너지 궤도에서 높은 에너지 궤도로 이동 → 특정한 파장의 빛을 흡수 → 흡수 스펙트럼 형성

19 [예시 답안] 약 3 : 1, 빅뱅 우주론에서 예측한 값과 우주 전역의 빛을 스펙트럼 관측을 통해 분석한 값이 잘 일치하므로 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

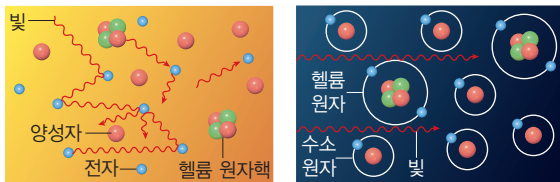
채점 기준	배점(%)
수소와 헬륨의 질량비와 빅뱅 우주론의 증거가 되는 까닭을 옳게 설명한 경우	100
수소와 헬륨의 질량비만 옳게 쓴 경우	50

20 ㄱ. (가)의 빛은 전자의 방해를 받지 않고 자유롭게 진행할 수 있었으며, 현재 지구에서 이 빛이 우주 배경 복사로 관측된다. ㄴ. (나)에서 빛은 전기를 띤 전자와 끊임없이 상호 작용하여 직진할 수 없었다.

[오답 피하기] ㄴ. 우주의 팽창으로 우주의 온도가 낮아짐에 따라 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다. 따라서 우주의 크기는 (가) 시기에 더 컸다.

통합형 문제 분석하기

우주 배경 복사의 형성



원자 생성 이전

원자 생성 이후

- 원자 생성 이전: 수소 원자핵(양성자), 헬륨 원자핵, 전자, 빛이 뒤섞여 존재하였으며, 빛이 끊임없이 산란되어 우주가 불투명했다.
- 원자 생성 이후: 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아졌을 때, 전자가 원자핵과 결합하여 원자가 생성되었다. 더 이상 전자의 방해를 받지 않고 직진할 수 있게 된 이 시기의 빛은 현재 우주에서 약 3 K의 우주 배경 복사로 관측된다.

21 ㄴ. (가)와 (나)에서는 같은 원자 내의 전자가 동일한 궤도를 이동하면서 에너지를 흡수, 방출하고 있으므로 선 스펙트럼에 나타나는 흡수선과 방출선의 파장은 같다.

[오답 피하기] ㄱ. (가)에서 전자는 에너지 준위가 낮은 궤도에서 높은 궤도로 이동하므로 빛을 흡수한다. 따라서 흡수 스펙트럼이 나타난다.

ㄴ. 궤도의 에너지 준위는 원자핵에서 멀어질수록 크다. 따라서 (나)에서 전자는 낮은 에너지 상태로 이동하면서 그 차이에 해당하는 파장의 빛을 방출한다.

02 별의 진화와 원소의 생성

확인문제

20~22쪽

- 1 수소 2 주계열성 3 탄소, 철 4 초신성 폭발 5 증가
6 태양, 행성 7 지구형, 목성형 8 미행성체, 마그마 바다

기본 문제로 개념 다지기

23쪽

- 01 ㉠ 성간 물질, ㉡ 중력, ㉢ 원시별 02 (1) ○ (2) ○ (3) ×
03 (가) 주계열성, (나) 적색 거성, (다) 행성상 성운과 백색 왜성
04 (1) × (2) × (3) ○ 05 (1) (다) → (가) → (나) (2) ㉠ 금속과 암석(철, 규산염 물질), ㉡ 가스(수소와 헬륨) 06 (1) × (2) ○ (3) ○

- 01 성간 물질이 모여 있는 성운 내부에서 중력에 의한 수축이 일어나 원시별이 생성된다.
02 주계열성은 중심부로 향하는 중력과 중심에서 별의 바깥으로 밀어내는 내부 압력(기체 압력)이 균형을 이루고 있어 크기가 일정하게 유지되고 있다.
03 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정은 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운과 백색 왜성 순이다.
04 질량이 태양 정도인 별은 진화의 마지막 단계에서 백색 왜성과 행성상 성운을 남기고, 태양보다 질량이 훨씬 큰 별은 마지막 단계에서 초신성 폭발이 일어나 중성자별(또는 블랙홀)과 초신성 잔해를 남긴다.
05 (1) 태양계가 형성된 순서는 (다) 성운의 수축 → (가) 원시별 형성 → 원시 행성 형성 순이다.
(2) 태양에서 가까운 곳은 온도가 비교적 높았기 때문에 주로 금속과 암석 성분의 행성이, 태양에서 먼 곳은 가스 성분의 행성이 형성되었다.
06 태양계 원반에서 생성된 미행성체들이 서로 충돌하여 원시 지구가 탄생하였다.

탐구 자료로 기본 다지기

24~25쪽

- 자료 1** 01 저온·고밀도 02 중력 수축 에너지 03 ㉠
자료 2 04 ㉠ 수소 원자핵, ㉡ 헬륨 원자핵
05 질량이 감소한다. 06 ㉢
자료 3 07 (가) < (나) 08 ㉠ 탄소, ㉡ 철
09 ㉡
자료 4 10 금속, 암석 11 ㉡
12 (나) → (라) → (가) → (다)

01 성운 내부에서 중력 수축이 쉽게 일어나려면 밀도가 높고, 온도가 낮아야 한다.

02 원시별에서는 중력 수축이 일어나면서 열에너지가 발생하는데, 이 열은 별 자체의 온도를 높이거나 별의 바깥으로 방출된다. 따라서 원시별의 에너지원은 중력 수축에 의해 발생하는 열이다.

03 성간 물질의 구성 성분은 약 99 %의 기체(주로 수소와 헬륨)와 1 %의 티끌이다. 성운에서 별이 잘 형성될 수 있는 영역은 밀도가 높고 온도가 낮아 중력 수축이 잘 일어나는 곳이다. 원시별은 중력 수축에 의해 크기가 작아진다.

04 수소 핵융합 반응에 의해 수소 원자핵 4개가 헬륨 원자핵 1개를 생성한다.

05 수소 원자핵 4개가 핵융합 하여 헬륨 원자핵 1개를 생성하면서 질량이 감소하며, 감소된 질량이 에너지로 전환된다.

06 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나므로 시간이 지날수록 수소가 줄어들고, 헬륨의 비율이 증가한다. 주계열성의 중심부에서 수소가 모두 소진되면 별이 팽창하여 적색 거성이나 초거성이 된다.

07 별 (가)는 내부에 수소, 헬륨과 탄소(㉠)가 생성된 별이므로, 중심에 더 무거운 원소들이 생성된 별 (나)보다 질량이 작다.

08 질량이 태양 정도인 별이 진화한 별 (가)의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응에 의해 탄소(㉠)가 생성될 수 있고, 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이 진화한 별 (나)의 중심부에서는 철(㉡)까지 생성될 수 있다.

09 ㄷ. 별의 수명은 별의 질량이 작을수록 길다. 따라서 주계열성에 머문 시간은 (가)가 (나)보다 길다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 적색 거성, (나)는 초거성이며 별의 질량은 (가)가 (나)보다 작다. 중심부의 온도는 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어나는 (나)가 더 높다.

ㄴ. (가)는 최후 단계 직전에 별의 중심부에서 탄소까지만 형성되었으므로 초신성 폭발을 일으키지 않지만, (나)는 별의 중심부에서 철까지 형성되므로 초신성 폭발을 일으키면서 철보다 무거운 원소를 생성시킬 수 있다.

10 태양에서 가까운 곳에서는 주로 금속이나 암석 성분의 미행성체들이 충돌하여 지구를 형성하였다.

11 태양계 성운이 수축하면서 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 원반에서는 미행성체가 형성되었다. 원시 지구는 원반에서 형성된 미행성체들의 충돌 과정을 거쳐 형성되었다.

12 원시 지구의 형성 순서는 미행성체 충돌 및 병합 → 마그마 바다 형성 → 핵과 맨틀 분리 → 원시 지각 형성 → 원시 바다 형성 순이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

26~29쪽

01 ④ 02 ① 03 ⑤ 04 ③ 05 ④ 06 별의 질량 07 ②
08 ④ 09 (라) → (나) → (가) → (다) 10 ③ 11 ③ 12 ②
13 해설 참조 14 ⑤ 15 ① 16 ② 17 해설 참조 18 ④
19 ⑤

고난도 문제 도전하기

20 ② 21 ①

01 ㄱ. 성간 물질이 모여 구름처럼 보이는 것을 성운이라고 한다. 성운은 약 99 %의 기체(수소와 헬륨)와 1 %의 티끌로 이루어져 있다.

ㄷ. 원시별은 중력 수축에 의해 크기가 작아짐에 따라 중심부의 온도가 계속 높아진다.

오답 피하기 ㄴ. 성운 내부에서 밀도가 높고, 온도가 낮은 곳에서 별이 잘 만들어진다.

02 원시별은 중력이 내부 압력보다 커서 수축이 일어나고, 주계열성은 중력과 내부 압력이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지된다.

03 ㄱ. 성운에서 중력 수축이 일어나 원시별이 형성되므로 (가) → (나) 과정에서 성운의 밀도는 증가한다.

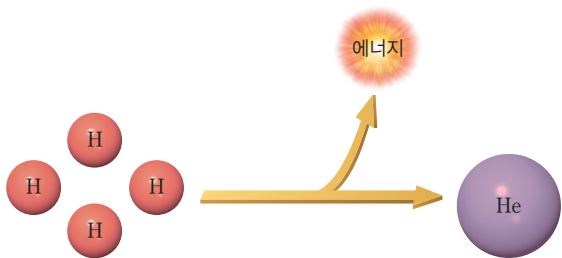
ㄴ. 중력 수축이 일어나면 밀도가 증가하면서 온도가 높아지기 때문에 별의 내부 압력은 증가한다.

ㄷ. 원시별은 주계열성이 될 때까지 중력 수축이 일어나 크기가 계속 작아지는 별이다.

04 ㄱ, ㄴ. 수소 핵융합 반응은 내부 온도가 1000만 K 정도인 주계열성의 중심부에서 일어나는 반응이다.

오답 피하기 ㄷ. 수소 원자핵 4개가 핵융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 될 때 질량이 감소하며, 감소된 질량이 에너지로 방출된다. 따라서 수소 핵융합 반응 전보다 반응 후에 질량이 작다.

자료 분석하기 수소 핵융합 반응



• 수소 원자핵 4개의 상대적 질량은 4.032이고, 헬륨 원자핵 1개의 상대적 질량은 4.003이다. 따라서 반응 후 질량이 감소한다.

• 감소한 질량이 에너지로 전환되어 방출되는데, 이 에너지가 주계열성의 에너지원이다.

• 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 단계는 주계열성이며, (적색) 거성 단계에서는 별의 외곽에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

05 ④ 수소 핵융합 반응은 내부 온도가 1000만 K 정도가 되었을 때 일어나는 반응으로, 주계열성의 중심부에서 일어난다.

오답 피하기 ①, ② 주계열성은 중력과 내부 압력이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지되는 별이며, 태양은 주계열성에 속한다.

③ 주계열성은 질량이 클수록 중심부 온도가 높으므로 수소 핵융합 반응이 급격하게 일어난다. 따라서 질량이 큰 별일수록 수명이 짧다.

⑤ 주계열성은 중력과 내부 압력이 평형을 이루는 평형 상태를 유지하게 되어 크기가 유지되는 안정적인 별이 되며, 별의 일생 중 가장 오랜 기간을 머무르는 단계이다.

06 별은 일생의 대부분을 주계열성으로 보낸다. 한편, 질량이 작은 별일수록 수소 핵융합 반응의 효율이 낮기 때문에 중심부의 수소 연료를 천천히 소모한다. 따라서 질량이 작을수록 주계열성으로 보내는 시간이 길다.

07 ㄷ. C층은 수소를 모두 소진하여 대부분 헬륨 원자핵으로 이루어져 있다.

오답 피하기 ㄱ. A층에서는 팽창이 일어나므로 중력보다 내부 압력에 의한 힘이 더 크다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. C층에서는 헬륨핵이 수축하면서 온도가 점점 상승하므로 B층은 C층보다 온도가 낮다.

08 ④ 초신성이 폭발할 때 발생하는 막대한 에너지에 의해 철보다 무거운 금, 우라늄 등의 원소들이 생성된다.

09 (가)는 적색 거성 단계, (나)는 주계열성 단계, (다)는 최종 단계(행성상 성운), (라)는 원시별의 수축 단계에 해당한다. 따라서 태양의 진화 과정은 (라) → (나) → (가) → (다)이다.

10 ㄱ, ㄴ. 질량이 태양보다 매우 큰 별의 내부 구조이다. 이 별은 중심부의 온도가 매우 높기 때문에 핵융합 반응에 의해 철까지 만들어질 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. 중심부를 이루고 있는 철은 매우 안정한 원소로 온도가 높아지더라도 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

11 ㄱ. (가)는 행성상 성운, (나)는 초신성 잔해이다. 태양의 마지막 모습은 (가)와 비슷할 것이다.

ㄷ. 철보다 무거운 원소들은 질량이 매우 큰 별의 마지막 단계에서 초신성 폭발이 일어날 때 만들어지므로 (나)의 성간 물질에는 철보다 무거운 원소가 존재한다.

오답 피하기 ㄴ. (가)는 질량이 태양 정도인 별의 최후 단계 모습이고, (나)는 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 최후 단계 모습이다.

12 ② 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 단계는 주계열성 단계이다.

오답 피하기 ① 별은 일생의 대부분을 주계열성 단계에서 보낸다.

③ 주계열성에서 적색 거성으로 진화할 때는 크기가 증가하고, 표면 온도는 낮아진다.

④ 태양 정도의 질량을 갖는 별의 최후 단계에 별의 외곽은 행성상 성운이 되어 우주 공간으로 서서히 흩어지고 중심핵은 백색 왜성이 된다.

⑤ 백색 왜성은 별의 일생 중 최후 단계의 별로, 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

13 초신성 폭발로 방출된 물질이 성간 물질로 흩어져 있다가 다시 수축하여 태양을 형성하였다. 따라서 현재 태양에 있는 헬륨보다 무거운 원소들은 태양 내부에서 핵융합 반응에 의해 만들어진 것이 아니라 태양을 형성한 성운을 이루고 있던 물질이다.

예시 답안 초신성 잔해였던 성운이 수축하여 태양을 형성하였기 때문에 태양 스펙트럼에서 헬륨보다 무거운 원소들의 흡수선이 나타날 수 있다.

채점 기준	배점(%)
태양은 초신성 잔해가 수축하여 형성되었다고 설명한 경우	100
성간 물질에 포함되어 있었다고 설명한 경우	30

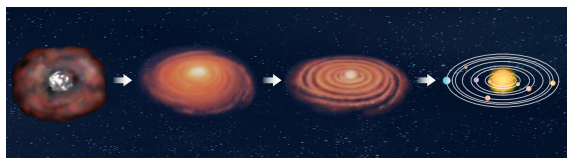
14 ⑤ 원시 태양과 가까운 곳에서는 녹는점이 높은 암석과 금속 성분으로 이루어진 지구형 행성이, 먼 곳에서는 주로 가스 성분의 목성형 행성이 형성되었다.

오답 피하기 회전하는 성운이 수축한 결과 중심부에서 원시 태양이, 성운의 원반에서 미행성체가 형성되었다. 이후 미행성체가 충돌하면서 성장하여 원시 지구를 비롯한 원시 행성이 형성되었다.

15 ㄱ. (가) → (나) 과정에서 성운이 수축하면서 회전한다. 이때 중력과 원심력에 의해 중심이 볼록하고 주변이 납작한 원반 모양이 된다.

오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 태양과 가까운 곳에는 녹는점이 높은 암석과 금속 성분의 물질이 분포하였으며, 원시 행성은 미행성체들의 충돌로 성장하였다.

자료 분석하기 태양계 형성 과정



- (가) → (나): 성운의 회전과 수축이 진행됨에 따라 중심부의 밀도, 압력, 온도가 점점 높아졌으며, 원심력에 의해 바깥쪽으로 밀려난 물질은 원반 모양을 형성하였다.
- (나) → (다): 중심부로 모여든 물질이 원시 태양을 형성하였고, 원반에서 고체 입자들이 성장하여 미행성체를 형성하였다.
- (다) → (라): 충돌 과정을 거쳐 크기가 커진 일부 미행성체는 주변의 물질들을 끌어당겨 더욱 커졌고, 이들이 원시 행성을 형성하였다.

16 나. 지구 중심부의 밀도는 핵이 형성된 이전보다 이후에 컸으므로 (가)보다 (나)일 때 컸다.

오답 피하기 ㄱ. (가) → (나) 과정에서는 원시 지구의 표면 온도가 높아졌고, (나) → (다) 과정에서는 원시 지구의 표면 온도가 낮아졌다.

ㄷ. (다)일 때 대기의 주요 성분은 이산화 탄소와 질소였다. 산소는 광합성 생명체가 해양에 등장하고 난 이후 한참 지나서 대기 중에 쌓이기 시작하였다.

17 **예시 답안** 지구형 행성은 태양의 가까운 곳에서 밀도가 큰 암석과 금속 성분이 모여 형성되었고, 목성형 행성은 태양의 먼 곳에서 밀도가 작은 기체(주로 수소와 헬륨) 성분이 모여 형성되었기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
태양과의 거리에 따른 행성의 성분 차이를 관련지어 설명한 경우	100
행성의 성분 차이에 대해서만 설명한 경우	50

18 나. 지각에는 산소 > 규소 > 알루미늄 > 철 등의 순으로 풍부하다.

ㄷ. 지구 전체에서 가장 풍부한 원소는 철이고, 그 다음으로 산소, 규소, 마그네슘 등의 순으로 풍부하다.

오답 피하기 ㄱ. 지구의 주요 구성 성분은 철과 산소, 규소 등이고, 태양계 성운의 주요 구성 성분은 수소와 헬륨이므로 주요 구성 성분은 거의 일치한다고 볼 수 없다.

19 ㄱ. 마그마 바다 상태에서 밀도가 큰 금속 성분이 가라앉아 핵을 형성하였으므로 지구 중심부의 밀도는 (나) 시기 이전보다 이후에 컸다.

나. 원시 바다는 지표가 식은 이후에 대기 중의 수증기가 응결하여 비로 내려 형성되었다.

ㄷ. 원시 지각은 마그마가 굳어져 만들어졌으므로 대부분 화성암이다.

통합형 문제 분석하기

원시 지구의 형성과 생명체의 탄생

형성 과정	특징
미행성체의 충돌	미행성체의 충돌과 병합으로 원시 지구가 점점 커졌다.
마그마 바다	미행성체의 충돌에 의한 열, 방사성 원소의 붕괴 열로 인해 마그마 바다가 형성되었다.
핵과 맨틀의 분리	밀도가 큰 물질(철)은 가라앉아 핵을 형성하였고, 가벼운 물질(산소, 규소 등)은 맨틀을 형성하였다.
원시 지각의 형성	미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표면이 냉각되었고, 지표가 굳어 원시 지각이 형성되었다.
원시 바다의 형성	대기 중의 수증기가 응결하여 비가 내렸고, 저지대에 모여 원시 바다가 형성되었다.
생명체 탄생	원시 바다에서 최초의 생명체가 탄생하였다.

20 ㄱ. 별의 수명은 질량이 작은 A가 E보다 길다.

ㄷ. 철보다 무거운 금, 우라늄 등의 원소는 초신성 폭발 단계에서 만들어질 수 있다.

오답 피하기 나. 질량이 큰 별일수록 중심부의 온도가 높고, 주계열성 단계에서 진화하여 팽창했을 때 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어날 수 있다. 따라서 중심부의 온도는 F가 B보다 높다.

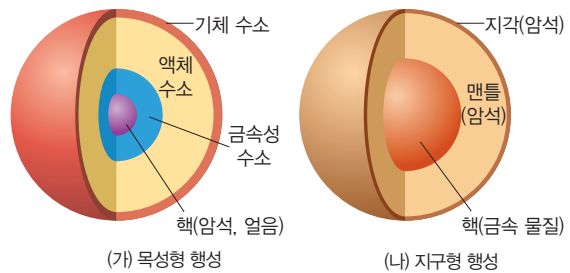
ㄷ. D는 별 전체가 주로 탄소로 이루어져 있으며 중심부의 온도가 탄소 핵융합 반응을 일으킬만큼 높지 않기 때문에 핵융합 반응은 일어나지 않는다.

21 ㄱ. (가)는 목성형 행성이고, (나)는 지구형 행성이므로 평균 밀도는 (가)가 (나)보다 작다.

오답 피하기 나. 태양계 행성들은 모두 같은 방향(서 → 동)으로 공전한다.

ㄷ. 태양으로부터의 거리는 목성형 행성인 (가)가 지구형 행성인 (나)보다 멀다.

자료 분석하기 지구형 행성과 목성형 행성



- 목성형 행성: 태양에서 먼 곳은 원시 행성의 성장이 비교적 빠르게 일어났으며, 질량이 커진 후 주변에 있는 기체(주로 수소)를 끌어 모아 거대한 목성형 행성이 형성되었다.
- 지구형 행성: 태양에서 가까운 곳은 온도가 비교적 높았기 때문에 주로 금속이나 암석 성분으로 이루어진 지구형 행성이 형성되었다.

03 원소들의 주기성

확인문제

30~32쪽

- 1 원자 번호 2 주기, 족 3 금속, 비금속 4 원자가 전자
5 원자가 전자 수, 전자 껍질 수 6 1, 알칼리 금속 7 17

기본 문제로 개념 다지기

33쪽

- 01 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 02 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×
03 ㉠ 원자핵, ㉡ 전자 껍질, ㉢ 낮, ㉣ 높 04 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×
05 (1) A: 2, B: 7, C: 5 (2) A: 3주기, B: 3주기, C: 2주기 06 (1) 할 (2) 알 (3) 알 (4) 할 (5) 알 (6) 알

- 01 (1) 주기율표에서 주기는 1~7주기가, 족은 1~18족이 있다.
(2) 주기율표의 같은 세로줄에 있는 원소는 같은 족 원소이고, 같은 족에 있는 원소는 원자가 전자 수가 같다.

- (3) 원소를 원자 번호 순서와 화학적 성질을 기준으로 배열하였다.
- (4) 금속 원소는 대부분 왼쪽과 가운데에 위치하고, 비금속 원소는 대부분 주기율표의 오른쪽에 위치하지만 수소는 주기율표의 왼쪽에 위치한다.

02 (1) 금속 원소인 수은과 비금속 원소인 브로민은 실온에서 액체 상태로 존재한다.

- (4) 흑연은 비금속 원소로 이루어져 있지만, 자유롭게 움직일 수 있는 전자가 있어 전기가 통한다.

03 원자핵 주위의 전자가 운동하는 특정한 에너지 준위의 궤도를 전자 껍질이라고 하며, 전자는 에너지 준위가 낮은 안쪽 전자 껍질부터 차례로 채워진다.

04 (1), (2) 원자 X의 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이고, 원자가 전자 수가 1이므로 1족 원소이다.

- (3) A 전자 껍질이 B 전자 껍질보다 원자핵에서 멀므로 에너지 준위도 높다.

- (4) 전자는 첫 번째 전자 껍질에 최대 2개, 두 번째와 세 번째 전자 껍질에 최대 8개가 배치된다. 따라서 전자는 A 전자 껍질에 최대 8개, B 전자 껍질에 최대 2개가 배치된다.

05 (1) 원자가 전자는 원자의 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자이다.

- (2) 원자의 바닥상태 전자 배치에서 전자 껍질 수는 주기 번호와 같다.

06 알칼리 금속은 주기율표의 1족에 속하는 원소이고, 칼로 쉽게 잘릴 만큼 무르며, 원자 번호가 클수록 반응성이 크다. 할로젠 원소는 주기율표의 17족에 속하는 원소이고, 원자가 전자 수가 7이며, 반응성이 매우 커서 금속과 잘 반응한다.

탐구 자료로 기본 다지기 34~35쪽

자료 1 01 ④	02 D, E	03 ③
자료 2 04 해설 참조	05 ②	
06 원자 번호: 4, 원자가 전자 수: 2		
자료 3 07 알칼리 금속: Li, Na, K, 할로젠 원소: F, Cl		
08 ③	09 ⑤	
자료 4 10 ⑤	11 C, 탄소	12 ㄱ

01 ㄴ. A~F 중에서 A, B, C, F가 비금속 원소이므로 총 4가지이다.

- ㄷ. C와 F는 모두 17족 원소이므로 원자가 전자 수가 7로 같다.

오답 피하기 ㄱ. A는 수소이고, D는 알칼리 금속인 나트륨이므로 화학적 성질이 다르다.

02 D와 E는 실온에서 고체 상태인 금속 원소이다. 비금속 원소인 A, B, C, F는 실온에서 기체 상태이다.

03 • 학생 A, B: C는 2주기 17족 원소인 플루오린이므로 전자가 채워진 전자 껍질 수가 2이다. 또한 플루오린은 비금속 원소이므로 실온에서 기체 상태로 존재한다.

오답 피하기 • 학생 C: 고체 상태의 물질에 힘을 가하면 부서지지 않고 모양이 변하는 것은 금속 원소의 성질이다.

04 원자의 바닥상태 전자 배치에서 전자 껍질 수는 주기 번호와 같고, 원자가 전자 수는 족 번호의 끝자리 수와 같다(단, 18족 제외).

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

• B는 전자 껍질이 2개이고, 원자가 전자가 3개이므로 2주기 13족 원소이다.

• C는 전자 껍질이 2개이고, 원자가 전자가 4개이므로 2주기 14족 원소이다.

• D는 전자 껍질이 3개이고, 원자가 전자가 1개이므로 3주기 1족 원소이다.

• E는 전자 껍질이 3개이고, 원자가 전자가 4개이므로 3주기 14족 원소이다.

05 ㄴ. C와 E는 같은 족 원소이므로 원자가 전자 수가 같다.

오답 피하기 ㄱ. D는 1족 원소이고, 금속 원소이다. B는 13족 원소, E는 14족 원소이고, 모두 준금속 원소이다.

ㄷ. B의 원자가 전자 수는 3, D의 원자가 전자 수는 1이므로 B가 D보다 원자가 전자 수가 많다.

06 원자 번호는 양성자 수와 같고, 양성자 수는 원자의 전자 수와 같다. 원자가 전자 수는 가장 바깥 전자 껍질에 배치된 전자 수이다.

07 알칼리 금속은 수소를 제외한 1족 원소이고, 할로젠 원소는 17족 원소이다.

08 ③ 알칼리 금속은 모두 같은 족에 속하며, 주기는 모두 다르다.

오답 피하기 ①, ② 주어진 주기율표에서 알칼리 금속은 Li, Na, K의 3가지이고, 할로젠 원소는 2주기의 F, 3주기의 Cl이다.

④ 알칼리 금속은 1족 원소이므로 원자가 전자 수가 1이고, 할로젠 원소는 17족 원소이므로 원자가 전자 수가 7이다. 따라서 할로젠 원소가 알칼리 금속보다 원자가 전자 수가 크다.

⑤ 원자가 전자는 화학적 성질을 결정하는 데 관여한다. 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

- 09 나. 알칼리 금속은 원자가 전자 수가 1로 같다.
 다. 알칼리 금속은 반응성이 매우 크기 때문에 석유나 액체 파라핀에 넣어 보관한다.
 르. 알칼리 금속은 산소와 잘 반응하므로 칼로 자르면 광택이 바로 사라진다.
오답 피하기 ㄱ. 알칼리 금속은 수소를 제외한 1족 원소이다.
- 10 실온에서 금속 원소인 철, 구리, 금은 고체로 존재하고, 비금속 원소 중 탄소는 고체로, 헬륨과 수소는 기체로 존재한다.
- 11 다이아몬드와 흑연은 비금속 원소인 탄소로 이루어져 있다. 탄소는 생명체를 구성하는 주요 원소 중 하나이며, 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4이다.
- 12 아이오딘은 흑자색의 고체로 상처 소독약에 이용하고, 황록색을 띠는 염소는 수돗물을 정수하거나 표백제로 이용한다. 엷은 황색을 띠는 플루오린은 충치 예방 치약에 이용한다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

36~39쪽

- 01 ① 02 (1) C, E, G (2) C, D (3) C (4) D, F 03 ③
 04 (나), (다) 05 (가) 06 해설 참조 07 A: 6, B: 7
 08 해설 참조 09 ④ 10 ① 11 ④ 12 ② 13 ②
 14 ③ 15 ③ 16 ⑤

고난도 문제 도전하기

- 17 ② 18 ①

- 01 ㄱ. 현대의 주기율표에서 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.
 나. 주기 번호와 전자 껍질 수는 같으며, 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다.
오답 피하기 ㄷ. 현대의 주기율표는 원자를 원자 번호 순으로 배열하여 성질이 비슷한 원소를 같은 세로줄에 오도록 한 것이다.
 르. 18족 원소를 제외한 원소들의 족 번호 끝자리 수와 원자가 전자 수는 같다.
- 02 (1) C, E, G는 금속 원소, A, B, D, F는 비금속 원소이다.
 (2) 전자 껍질 수는 주기 번호와 같으므로 2주기 원소인 C, D의 전자 껍질 수가 2이다.
 (3) 원자가 전자 수는 족 번호의 끝자리 수와 같다(단, 18족 제외). 따라서 2족 원소인 C의 원자가 전자 수가 2이다.
 (4) 17족 원소인 D, F의 원자가 전자 수가 7이다.
- 03 (가) 금속 원소는 Na과 Mg이고, 비금속 원소는 He과 C이다.
 (나) Na은 1족 원소이고, Mg은 2족 원소이다.
 (다) He은 실온에서 기체이고, C는 실온에서 고체이다.

자료 분석하기 He, C, Na, Mg의 분류

분류 기준	원소
실온에서 고체	C, Na, Mg
1족 원소	Na
금속 원소	Na, Mg
비금속 원소	He, C
3주기 원소	Na, Mg

- 04 나트륨과 구리는 금속 원소이고, 플루오린과 염소는 비금속 원소이다.

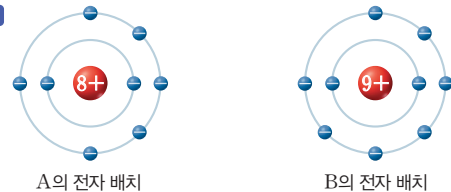
자료 분석하기 원소의 이용

구분	(가) 치약	(나) 가로등	(다) 전선	(라) 표백제
이용되는 원소	플루오린	나트륨	구리	염소

- 05 원자가 전자 수가 7인 17족 원소 중에서 반응성이 가장 큰 것은 원자 번호가 가장 작은 플루오린이다.

- 06 전자는 바닥상태에서 에너지 준위가 낮은 전자 껍질부터 차례로 채워진다. 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2개, 두 번째와 세 번째 전자 껍질에는 최대 8개의 전자가 채워진다.

예시 답안



채점 기준	배점(%)
A와 B의 전자 배치를 모두 옳게 나타낸 경우	100
A와 B 중 1가지의 전자 배치만 옳게 나타낸 경우	50

- 07 원자가 전자는 원자의 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자이다. 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자 수는 원자 A는 6, 원자 B는 7이다.

- 08 **예시 답안** 같은 주기에 속하는 원소는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 같고, 같은 족에 속하는 원소는 원자가 전자 수가 같다.

채점 기준	배점(%)
주어진 단어를 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100
같은 주기와 같은 족 중 1가지에 대해서만 주어진 단어를 일부 포함하여 옳게 설명한 경우	50

- 09 나. B는 3주기 2족 원소인 Mg으로, 금속 원소이므로 전기 전도성이 있다.

다. B와 C는 전자 껍질 수가 3이므로 3주기 원소이다.

오답 피하기 ㄱ. A는 He으로 18족 원소이고, B는 Mg으로 2족 원소이므로 서로 다른 족 원소이다.

- 10 ① A의 원자가 전자 수는 4, C의 원자가 전자 수는 1이므로 원자가 전자 수는 A가 C보다 크다.

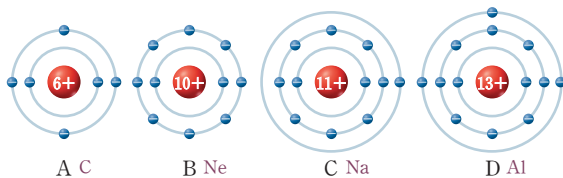
오답 피하기 ② A는 14족 원소이고, B는 18족 원소이므로 A와 B의 화학적 성질은 다르다.

③ D는 알루미늄으로 금속 원소이지만, A는 탄소로 비금속 원소이다.

④ A는 원자가 전자 수가 4이므로 14족 원소이고, D는 원자가 전자 수가 3이므로 13족 원소이다. 따라서 A와 D는 서로 다른 족 원소이다.

⑤ B는 18족 원소인 네온으로 다른 원소와 거의 반응하지 않는다. 따라서 B를 나트륨인 C와 반응시켜도 반응이 일어나지 않는다.

자료 분석하기 원자의 바닥상태 전자 배치



- 바닥상태 전자 배치에서 전자 껍질 수는 주기 번호와 같고, 원자가 전자 수는 족 번호의 끝자리 수와 같다(단, 18족 제외).
- A는 2주기 14족, B는 2주기 18족, C는 3주기 1족, D는 3주기 13족 원소이다.

- 11 주어진 원소 카드에 해당하는 원소들은 각각 헬륨, 인, 플루오린, 탄소이다. 주기율표의 (가)는 헬륨, (나)는 탄소, (다)는 플루오린, (라)는 마그네슘, (마)는 인이므로 주기율표의 (라)에 카드가 배치되지 않는다.

- 12 ㄷ, C는 3주기 1족 원소, D는 3주기 17족 원소이다. 주기가 같으면 전자 껍질 수가 같다.

오답 피하기 ㄱ, A, B, D는 비금속 원소, C는 금속 원소이다. 따라서 비금속 원소는 3가지이다.

ㄴ, A는 수소, C는 나트륨이다. 수소를 제외한 1족 원소는 알칼리 금속으로 화학적 성질이 비슷하다.

- 13 A는 헬륨, B는 리튬, C는 질소, D는 마그네슘, E는 염소, F는 브로민이다.

(가) 화학적 성질이 비슷한 원소는 같은 족에 속하는 원소이므로 E와 F가 해당된다.

(나) 고체 상태에서 전기 전도성이 있는 원소는 금속 원소이므로 B와 D가 해당된다.

(다) 실온에서 기체 상태로 존재하는 원소는 비금속 원소 중 A, C, E이다. F(브로민)는 실온에서 액체 상태로 존재한다. 따라서 (가)는 2, (나)는 2, (다)는 3이다.

- 14 ㄱ, A는 수소, B는 플루오린이다. 플루오린은 할로젠 원소로 수소와 매우 빠르게 반응한다.

ㄷ, C는 나트륨, D는 염소이다. 염소는 할로젠 원소로, 나트륨과 격렬하게 반응하여 흰색의 고체 염화 나트륨(NaCl)을 생성한다.

오답 피하기 ㄴ, B는 플루오린, C는 나트륨으로, 플루오린은 나트륨과 매우 격렬하게 반응한다.

- 15 ㄱ, 리튬, 나트륨, 칼륨 모두 물과 격렬하게 반응하며, 페놀프탈레인 용액의 색이 붉은색으로 변하였으므로 화학적 성질이 비슷하다는 것을 알 수 있다.

ㄷ, 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 나타낸다. 리튬, 나트륨, 칼륨 모두 반응 후 수용액의 색이 붉은색으로 변하였으므로 염기성을 나타낸다.

오답 피하기 ㄴ, 물과의 반응 정도가 리튬 < 나트륨 < 칼륨 순이므로 반응성은 리튬 < 나트륨 < 칼륨 순이다.

- 16 ⑤ (나)는 아이오딘(I_2)으로, 5주기 17족 원소이다.

오답 피하기 ① (가)는 브로민(Br_2)으로, 실온에서 액체이다.

② (나)는 아이오딘(I_2)으로, 실온에서 고체이다.

③ (나)의 아이오딘(I_2)을 수소와 반응시키면 반응이 일어난다.

④ (가)는 브로민(Br_2)이고, 표백제의 성분으로 이용되는 할로젠 원소는 염소(Cl_2)이다. 브로민(Br_2)은 사진 인화 시 감광제로 이용된다.

개념 더하기 알칼리 금속과 할로젠 원소의 반응성

- 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다.
➔ 리튬 < 나트륨 < 칼륨
- 할로젠 원소는 원자 번호가 클수록 반응성이 작다.
➔ 플루오린 > 염소 > 브로민 > 아이오딘

- 17 ㄷ, 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 나타내는데, (라)에서 용액이 붉은색으로 변한 것으로 보아 나트륨이 물과 반응하여 생성된 수용액은 염기성이다.

오답 피하기 ㄱ, (가)에서 나트륨은 칼로 쉽게 잘리므로 무른 금속이다.

ㄴ, (가)에서 나트륨의 광택이 곧 사라지는 것은 공기 중의 산소와 반응하기 때문이다.

자료 분석하기 알칼리 금속(나트륨)의 성질

실험 과정	알 수 있는 성질
(가)	칼로 자를 수 있을 만큼 무르고, 공기 중의 산소와 쉽게 반응한다.
(나)	물과 격렬하게 반응한다.
(다)	물과 반응하여 수소 기체를 발생한다.
(라)	물과 반응한 후 수용액이 염기성을 나타낸다.

- 18 A는 수소, B는 리튬, C는 산소, D는 네온, E는 마그네슘, F는 염소이다. 리튬은 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 나트륨과 화학적 성질이 비슷하다. 따라서 비슷한 실험 결과를 얻을 수 있다.

원소의 주기적 성질

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

- 나트륨은 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이다.
- 주기율표에서 1족에 속하는 원소는 A와 B이다.
- A는 비금속 원소인 수소이다.
- ➔ 나트륨과 화학적 성질이 비슷한 원소는 B이다.

04 원소의 결합

확인문제

40~42쪽

1 18 2 비활성 3 이온 결합 4 공유 결합 5 이온

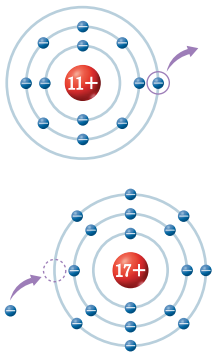
기본 문제로 개념 다지기

43쪽

- 01 ㉠ 비활성, ㉡ 18 02 (1) 해설 참조, ㉢ 1, ㉣ 잃 (2) 해설 참조, ㉤ 1, ㉥ 얻 03 (1) Na^+ (2) Ca^{2+} (3) S^{2-} (4) F^- 04 ㉠ 양, ㉡ 음, ㉢ 비금속 05 (1) 이온 결합 (2) 공유 결합 06 (1) KCl (2) Li_2O (3) Al_2O_3 07 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

01 18족 비활성 기체에 속하지 않는 원소들은 화학 결합을 통해 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루려는 경향이 있다.

02



(1) 나트륨 원자는 전자 1개를 잃고, 18족 원소인 네온과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다.

(2) 염소 원자는 전자 1개를 얻고, 18족 원소인 아르곤과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다.

- 03 (1) Na는 1족 원소로, 전자 1개를 잃어 Na^+ 이 된다.
 (2) Ca는 2족 원소로, 전자 2개를 잃어 Ca^{2+} 이 된다.
 (3) S는 16족 원소로, 전자 2개를 얻어 S^{2-} 이 된다.
 (4) F는 17족 원소로, 전자 1개를 얻어 F^- 이 된다.

04 이온 결합은 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 결합이다. 공유 결합은 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 공유하여 형성되는 결합이다.

- 05 (1) A(마그네슘)는 금속 원소, B(염소)는 비금속 원소이므로 A와 B가 결합하면 이온 결합을 형성한다.
 (2) B(염소)와 C(탄소)는 모두 비금속 원소이므로 B와 C가 결합하면 공유 결합을 형성한다.

06 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 이온 결합이 형성될 때 (+)전하량의 총합과 (-)전하량의 총합이 같아야 한다. 따라서 K^+ 과 Cl^- 은 1 : 1의 개수비, Li^+ 과 O^{2-} 은 2 : 1의 개수비, Al^{3+} 과 O^{2-} 은 2 : 3의 개수비로 결합한다.

개념 더하기 이온 결합 물질의 화학식

이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량의 합이 0이 되는 개수비로 결합한다.

➔ (양이온의 전하량 × 양이온의 수) + (음이온의 전하량 × 음이온의 수) = 0

- 07 (2) 공유 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 비교적 낮으므로 실온에서 대부분 액체 또는 기체 상태이다.
 (3) 이온 결합 물질은 대부분 물에 잘 녹지만, 공유 결합 물질은 물에 잘 녹는 물질도 있고 잘 녹지 않는 물질도 있다.

탐구 자료로 기본 다지기

44~45쪽

- 자료 1 01 A^{2+} , B^{2-} 02 ⑤ 03 ⑤
 자료 2 04 (1) 공유 결합 (2) 이온 결합 05 ⑤
 06 이온 결합 물질: 염화 칼륨(KCl), 공유 결합 물질: 물(H_2O), 산소(O_2)
 자료 3 07 (1) 다 (2) 가, 나 08 ③ 09 ②
 자료 4 10 ④ 11 ③ 12 ④

01 A는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개가 채워져 있으므로 이 전자 2개를 잃으면 네온(Ne)과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다. B는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 6개가 채워져 있으므로 전자 2개를 얻으면 네온(Ne)과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.

- 02 가. A는 금속 원소인 마그네슘의 전자 배치이고, B는 비금속 원소인 산소의 전자 배치이다.
 나. B는 전자 2개를 얻으면 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자가 채워져 안정해진다.
 다. A는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 2개를 잃어 양이온이 되기 쉽고, B는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 얻어 음이온이 되기 쉽다.

03 ⑤ 알루미늄(Al)은 가장 바깥 전자 껍질의 전자 3개를 잃어 Al^{3+} 이 된다.

오답 피하기 ① 황(S)은 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 얻어 S^{2-} 이 된다.

② 칼슘(Ca)은 가장 바깥 전자 껍질의 전자 2개를 잃어 Ca^{2+} 이 된다.

③ 나트륨(Na)은 가장 바깥 전자 껍질의 전자 1개를 잃어 Na^{+} 이 된다.

④ 플루오린(F)은 가장 바깥 전자 껍질에 전자 1개를 얻어 F^{-} 이 된다.

04 (1) A는 수소이고, C는 염소이다. 수소와 염소는 모두 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성한다.

(2) B는 나트륨이고, C는 염소이다. 나트륨은 금속 원소이고, 염소는 비금속 원소이므로 이온 결합을 형성한다.

05 ㄱ. B는 나트륨, C는 염소이다. 따라서 BC는 이온 결합 물질인 염화 나트륨($NaCl$)이다. 이온 결합 물질은 (+)전하량의 총합과 (-)전하량의 총합이 같으므로 전기적으로 중성이다.

ㄴ. B(Na)는 전자 1개를 잃어 안정해지고, C(Cl)는 전자 1개를 얻어 안정해진다. 따라서 $B^{+}(Na^{+})$ 과 $C^{-}(Cl^{-})$ 은 1 : 1의 개수비로 이온 결합을 한다.

ㄷ. 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 3차원적 구조를 이룬다.

06 • 물(H_2O): 수소(H)와 산소(O)는 모두 비금속 원소이므로 수소와 산소는 공유 결합을 형성한다.

• 산소(O_2): 산소(O)는 비금속 원소이므로 산소끼리는 공유 결합을 형성한다.

• 염화 칼륨(KCl): 칼륨(K)은 금속 원소, 염소(Cl)는 비금속 원소이므로 칼륨과 염소는 이온 결합을 형성한다.

07 (1) (다)는 두 종류의 입자가 규칙적으로 배열된 이온 결합 물질이다.

(2) (가)와 (나)는 비금속 원소인 질소와 질소, 질소와 수소의 결합으로 형성된 공유 결합 물질이다.

08 ③ (가)와 (나)를 이루는 공유 결합은 비금속 원소의 원자들이 서로 전자를 공유하며 형성되는 결합이다.

오답 피하기 ① (가)는 질소(N_2), (나)는 암모니아(NH_3)이다.

②, ④, ⑤ 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 이온 결합 물질에 대한 설명이다.

09 ㄴ. (다)는 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 이온 결합 물질이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 양이온과 음이온으로 서로 반대 전하를 띤다.

오답 피하기 ㄱ. (다)는 이온 결합 물질로, 금속 원소와 비금속 원소 사이에 형성되는 결합이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 금속 원자가 전자를 잃고 형성된 양이온과 비금속 원자가 전자를 얻고 형성된 음이온이다.

ㄷ. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온들이 자유롭게 이동할 수 없으므로 전기 전도성이 없다.

10 ㄴ. (가)의 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않고, (나)의 수용액 상태에서는 전류가 흐르는 것으로 보아 물질 X는 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 비교적 높아 실온에서 주로 고체 상태로 존재한다.

ㄷ. 이온 결합 물질은 외부에서 힘을 가할 때 힘을 받은 층이 밀리면서 같은 전하를 띤 이온들이 만나 반발력이 작용하므로 쉽게 쪼개지거나 부서진다.

오답 피하기 ㄱ. 이온 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 비교적 높다.

11 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소가 결합할 때 생성된다. CO_2 , NH_3 , H_2O , C_4H_{10} 은 공유 결합 물질이다.

12 포도당은 공유 결합 물질이므로 고체 상태와 수용액 상태에서 모두 전류가 흐르지 않는다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

46~49쪽

01 ④ 02 ③ 03 (가) -2, (나) -1 04 A^{2-} , B^{-} , C^{2+}
05 ⑤ 06 ㄱ, ㄷ 07 ⑤ 08 ⑤ 09 ④ 10 ④ 11 문
항: (1), 옳은 답: A, B 12 ④ 13 ③ 14 ① 15 ②
16 ② 17 해설 참조

고난도 문제 도전하기

18 ③ 19 ③

01 ④ 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar)은 18족 원소로 매우 안정하여 다른 원소와 화학 결합을 거의 형성하지 않는다.

오답 피하기 ①, ③ 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar)은 안정한 전자 배치를 이루므로 다른 물질과 반응하지 않는 비활성 기체이며, 실온에서 기체 상태로 존재한다.

② 비금속 원소이므로 전기 전도성이 없다.

⑤ 주기율표의 18족에 위치하는 원소이므로 같은 주기의 원소 중 원자 번호가 가장 크다.

02 ㄱ. 이온 결합은 원자가 전자를 잃거나 얻어서 이온이 되고, 그 이온들 사이에 정전기적 인력이 작용하여 형성되는 화학 결합이다. 공유 결합은 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 서로 공유하여 형성되는 화학 결합이다.

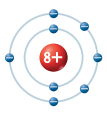
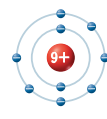
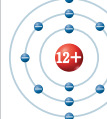
ㄷ. 금속 원소는 전자를 잃어 양이온이 되기 쉽고, 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온이 되기 쉬우므로 금속 원소와 비금속 원소 사이에 이온 결합이 형성된다.

오답 피하기 ㄴ. 원소들은 화학 결합에 의해 비활성 기체인 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.

- 03 (가) Ca^{2+} 1개와 음이온 1개가 결합했으며, 이온 결합 물질에서 양이온의 총 (+)전하량과 음이온의 총 (-)전하량의 합은 같으므로 음이온 1개가 띠는 전하는 -2이다.
(나) Ca^{2+} 1개와 음이온 2개가 결합했으므로 음이온 1개가 띠는 전하는 -1이다.

- 04 A는 원자가 전자 수가 6이므로 전자 2개를 얻어 A^{2-} 이 되고, B는 원자가 전자 수가 7이므로 전자 1개를 얻어 B^{-} 이 된다. C는 원자가 전자 수가 2이므로 전자 2개를 잃어 C^{2+} 이 된다.

자료 분석하기 안전한 이온

구분	A	B	C
전자 배치 모형			
원자가 전자 수	6	7	2
이온식	A^{2-}	B^{-}	C^{2+}

- A는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 얻으면 네온(Ne)과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.
- B는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 1개를 얻으면 네온(Ne)과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.
- C는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 2개를 잃으면 네온(Ne)과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.

- 05 ㄱ. A는 2주기 16족 원소인 산소(O)로 비금속 원소이고, B는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)으로 비금속 원소이며, C는 3주기 2족 원소인 마그네슘(Mg)으로 금속 원소이다. 따라서 금속 원소는 C 1가지이다.
ㄴ. A와 B는 전자 껍질이 2개이므로 같은 2주기 원소이다.
ㄷ. 비금속 원소인 A와 금속 원소인 C는 이온 결합을 한다.

- 06 이온 결합은 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합으로, 금속 원소와 비금속 원소 사이에 형성된다.

- ㄱ. K는 금속 원소, Cl는 비금속 원소이다.
ㄷ. Na는 금속 원소, Br은 비금속 원소이다.
오답 피하기 ㄴ. H와 O는 모두 비금속 원소이다.
ㄹ. H와 Cl는 모두 비금속 원소이다.
ㅁ. C와 H는 모두 비금속 원소이다.
ㅂ. C, H, O는 모두 비금속 원소이다.

- 07 ㄱ. A는 가장 바깥 전자 껍질에 1개의 전자가 채워져 있으므로 전자 1개를 잃어 He과 같은 전자 배치를 한다. B는 가장 바깥 전자 껍질에 2개의 전자가 채워져 있으므로 전자 2개를 잃어 He과 같은 전자 배치를 한다.
ㄴ. C는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 6개가 채워져 있으므로 전자 2개를 얻어 Ne과 같은 전자 배치를 한다.

ㄷ. A는 Li으로 금속 원소이고, C는 O로 비금속 원소이므로 A는 C는 이온 결합을 형성한다.

자료 분석하기 이온의 형성

원자	A	B	C
원자가 전자 수	1	2	6
이온식	A^{+}	B^{2+}	C^{2-}

- A는 전자 1개를 잃고 안정한 이온이 되며, 이때 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개가 채워진 He과 같은 전자 배치를 한다.
- B는 전자 2개를 잃고 안정한 이온이 되며, 이때 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개가 채워진 He과 같은 전자 배치를 한다.
- C는 전자 2개를 얻고 안정한 이온이 되며, 이때 Ne과 같은 전자 배치를 한다.

- 08 ㄱ. 수소와 산소는 모두 비금속 원소이며, 서로 전자쌍을 공유하여 물을 형성하므로 물은 공유 결합 물질이다.

ㄴ. 수소 원자와 산소 원자는 1개의 전자쌍을 공유하므로 단일 결합을 형성한다.

ㄷ. 물 분자의 전자 배치 모형에서 수소 원자와 산소 원자는 전자쌍을 공유함으로써 18족 원소의 전자 배치를 한다. 따라서 수소는 헬륨과 같은 전자 배치를 한다.

- 09 (가), (다), (마)는 비금속 원소이고, (라)는 금속 원소이다. 공유 결합은 비금속 원소 사이에 형성되는 화학 결합이므로 (가), (다), (마) 중 2가지 이상이 결합할 때 공유 결합을 형성한다. (나)는 전자 껍질이 모두 채워진 18족 원소이므로 화학 결합을 형성하지 않는다.

- 10 A는 산소, B는 나트륨, C는 염소이다.

- (1) 산소(A)는 원자가 전자 수가 6이므로 전자 2개를 얻어 안정한 이온이 되고, 나트륨(B)은 원자가 전자 수가 1이므로 전자 1개를 잃고 안정한 이온이 된다. 이때 A와 B의 안정한 이온은 Ne과 같은 전자 배치를 한다.
(2) 비금속 원소인 탄소와 공유 결합을 형성하는 것은 비금속 원소이므로 A, C이다.
(3) 나트륨(B)은 전자 1개를 잃고 양이온이 된다.

- 11 (1)에서 안정한 이온의 전자 배치가 Ne과 같은 것은 A와 B이다. C는 전자 1개를 얻고 안정한 이온이 되며, 이때 Ar과 같은 전자 배치를 한다.

- 12 (가)는 고체 물질에 전극을 대고 전원 장치를 연결하여 전류가 흐르는지 확인할 수 있고, (나)는 수용액에 전극을 넣고 전원 장치를 연결하여 전류가 흐르는지 확인할 수 있다.

ㄴ. (나)의 실험 장치로 적절하며, 수용액에 전류가 흐르면 전선으로 연결된 발광 다이오드에 불이 켜진다.

오답 피하기 ㄱ. 수용액을 전기 분해하는 장치이다.

ㄷ. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 나타내는 지시약이므로 용액의 액성을 알아보는 장치이다.

13 외부에서 힘을 가했을 때 같은 전하를 띤 입자 사이의 반발력에 의해 결정이 쪼개지는 것으로 보아 물질 X는 이온 결합 물질이다. HF와 CH₄는 구성 원소가 모두 비금속 원소이므로 공유 결합 물질이고, MgO와 CaCl₂은 구성 원소가 금속 원소와 비금속 원소이므로 이온 결합 물질이다.

14 마그네슘(Mg)은 금속 원소, 산화 마그네슘(MgO)은 이온 결합 물질, 산소(O₂)는 공유 결합 물질이다. 금속 원소인 마그네슘과 이온 결합 물질인 산화 마그네슘은 실온에서 고체 상태이고, 공유 결합 물질인 산소는 실온에서 기체 상태이다. 금속 원소인 마그네슘은 고체 상태에서 전류가 흐르지만, 이온 결합 물질인 산화 마그네슘은 고체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

개념 더하기 물질의 분류

물질	Mg	MgO	O ₂
물질의 분류	금속 원소	이온 결합 물질	공유 결합 물질
실온에서의 상태	고체	고체	기체
전기 전도성	고체 : 있다. 액체 : 있다.	없다. 있다.	없다. 없다.
광택	있다.	없다.	—

15 ② 염화 나트륨은 이온 결합 물질이다. 고체 상태의 염화 나트륨은 이온이 자유롭게 이동하지 못하므로 전류가 흐르지 않는다. 따라서 전기 전도성이 없다.

오답 피하기 ① 산소의 화학식은 O₂이다.

③ 염화 나트륨은 물에 녹으면 염화 이온과 나트륨 이온으로 나누어져 자유롭게 이동할 수 있으므로 전원 장치를 연결하면 전류가 흐른다.

④ 산소(O₂)는 비금속 원소인 산소(O) 2개가 결합한 공유 결합 물질이고, 염화 나트륨(NaCl)은 비금속 원소인 염소(Cl)와 금속 원소인 나트륨(Na)이 결합한 이온 결합 물질이다.

⑤ 산소는 공유 결합 물질로 녹는점과 끓는점이 낮아 실온에서 기체 상태로 존재한다. 염화 나트륨은 이온 결합 물질로 녹는점과 끓는점이 높아 실온에서 고체 상태로 존재한다.

16 나. 고체 상태에서는 전기 전도성이 없으나, 수용액 상태에서 전기 전도성이 있는 염화 나트륨과 염화 구리(II)는 모두 이온 결합 물질이고, 전기 전도성이 없는 설탕과 포도당은 공유 결합 물질이다.

오답 피하기 가. 실험 결과 모든 물질이 물에 잘 녹으므로 물에 대한 용해성으로 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 구별할 수 없다.

다. 실험 결과 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 수용액 상태에서는 전기 전도성이 있다. 공유 결합 물질은 고체 상태와 수용액 상태 모두에서 전기 전도성이 없다. 따라서 이 실험으로 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 구별할 수 있다.

개념 더하기 화학 결합에 따른 전기 전도성

구분	이온 결합 물질의 전기 전도성	공유 결합 물질의 전기 전도성
고체 상태	없다.	없다.
액체, 수용액 상태	있다.	없다(단, HCl, NH ₃ 등은 수용액에서 전기 전도성이 있다.).

17 Mg는 금속이고, NaCl은 금속이 아니다.

예시 답안 고체 상태에서 전기 전도성을 측정하여 전류가 흐르면 마그네슘, 전류가 흐르지 않으면 염화 나트륨이다. 힘을 가했을 때 부서지면 염화 나트륨, 부서지지 않으면 마그네슘이다. 등

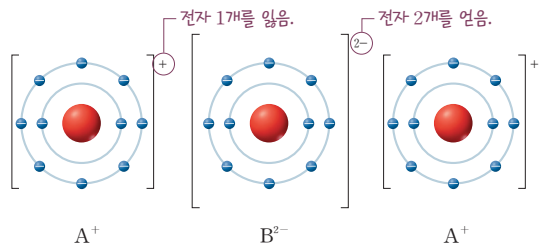
채점 기준	배점(%)
구별 방법을 2가지 모두 옳게 설명한 경우	100
구별 방법을 1가지만 옳게 설명한 경우	50

18 다. 물질의 화학식이 A₂B이므로 중심에 있는 이온이 B²⁻이며, B²⁻은 네온(Ne)의 전자 배치와 같다. 즉, B 원자가 전자 2개를 얻고 안정한 이온이 되므로 B는 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자가 6개인 16족 원소이다. 따라서 B₂는 공유 전자쌍이 2개인 공유 결합 물질(O₂)이다.

오답 피하기 가. 원자 A의 원자가 전자 수는 1이다.

나. A는 3주기 원소이고, B는 2주기 원소이다.

자료 분석하기 이온 결합 물질의 결합 모형



- 이온 결합 물질의 화학식이 A₂B이므로 A 이온과 B 이온이 2 : 1의 개수비로 결합한 것임을 알 수 있다. 따라서 전자 배치 모형 중 가운데가 B²⁻, 양옆이 A⁺이다.
- A⁺은 A가 전자 1개를 잃고 생성된 이온이므로 A는 3주기 1족 원소이다.
- B²⁻은 B가 전자 2개를 얻어 생성된 이온이므로 B는 2주기 16족 원소이다.

19 가. C는 14족 원소, A는 1족 원소이므로 C 원자 1개는 A 원자 4개와 공유 결합을 형성할 때 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치를 이룬다. 따라서 A와 C로 이루어진 안정한 물질의 화학식은 CA₄이다.

다. A, C, D는 비금속 원소이고, B, E, F는 금속 원소이므로 비금속 원소인 A와 C로 이루어진 안정한 물질은 공유 결합 물질이고, 비금속 원소인 D와 금속 원소인 F로 이루어진 안정한 물질은 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성은 D와 F로 이루어진 안정한 물질이 더 크다.

오답 피하기 ㄴ. 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다. 따라서 E가 B보다 물과 격렬하게 반응한다.

통합형 문제 분석하기

원소의 결합과 화학 결합 물질의 성질

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

- A는 수소, B는 리튬, C는 탄소, D는 플루오린, E는 나트륨, F는 마그네슘이다.
- A, C, D는 비금속 원소이고, B, E, F는 금속 원소이다.
- 주기율표의 1족에 속하는 B와 E는 알칼리 금속이다. 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 커진다.
- A와 C로 이루어진 물질: 비금속 원소인 수소(A)와 탄소(C)가 결합하여 생성된 물질이다.
⇒ 공유 결합 물질이다.
- D와 F로 이루어진 물질: 비금속 원소인 플루오린(D)과 금속 원소인 마그네슘(F)이 결합하여 생성된 물질이다.
⇒ 이온 결합 물질이다.

I 단원 마무리
50~55 쪽

핵심 정리 단원 마무리하기

① 감소 ② 전자 ③ 3 ④ 방출 ⑤ 파장 ⑥ 수소
 ⑦ 철 ⑧ 초신성 폭발 ⑨ 원시 태양 ⑩ 철 ⑪ 원자 번호
 ⑫ 세로줄 ⑬ 가로줄 ⑭ 왼쪽 ⑮ 오른쪽 ⑯ 원자가 전자
 ⑰ 원자가 전자 ⑱ 1 ⑲ 17 ⑳ 산소 ㉑ 염기성
 ㉒ 산성 ㉓ 18족 ㉔ 이온 ㉕ 공유 ㉖ 금속 ㉗ 비금속
 ㉘ 높 ㉙ 없 ㉚ 있 ㉛ 낮 ㉜ 없

실력 점검 I 단원 평가하기

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

서술형 문제 대비하기
 15~17 해설 참조

- 01** ㄱ. (가)는 빅뱅 우주론, (나)는 정상 우주론 모형이다. (가)에서 은하들은 우주 팽창으로 인해 서로 멀어지고 있다.
- 오답 피하기** ㄴ. (나)의 정상 우주론에서는 우주의 팽창으로 생겨난 은하와 은하 사이의 공간에 끊임없이 새로운 은하들이 생성된다고 설명한다. 즉, 밀도는 일정하게 유지된다.
- ㄷ. 우주 배경 복사는 (가)의 이론으로만 설명 가능하다.

- 02** ㄷ. 빅뱅 핵합성에 의해 생성된 수소와 헬륨의 이론적인 질량비와 현재 우주에서 관측되는 실제 질량비는 거의 일치한다.

오답 피하기 ㄱ. 우주의 온도가 낮아지면서 중성자에서 양성자로 전환되는 비율이 증가하였다. 따라서 중성자 수에 대한 양성자 수의 비율은 A보다 B일 때 크다.

ㄴ. 원자가 생성되기 이전(C 시기)에는 빛과 전자의 상호 작용이 매우 활발하였다. 원자가 생성된 이후(D 시기)에는 빛은 자유롭게 우주 공간으로 퍼져 나갈 수 있게 되었다.

- 03** ㄱ. 우주 배경 복사는 우주의 온도가 수천(약 3000) K일 때 방출된 빛이다.

오답 피하기 ㄴ. 우주가 팽창함에 따라 우주 배경 복사의 파장이 더 길어지면서 복사의 세기는 약해질 것이다.

ㄷ. 우주 배경 복사가 방출될 때 우주는 원자들로 채워져 있었다.

- 04** ㄱ. (가)와 (나)는 수소와 헬륨에서 방출된 방출 스펙트럼이다.

ㄴ. (다)의 ㉠과 ㉡의 파장은 (가)의 수소 방출 스펙트럼의 파장과 일치하므로, ㉠과 ㉡은 수소에 의해 만들어진 흡수선임을 알 수 있다.

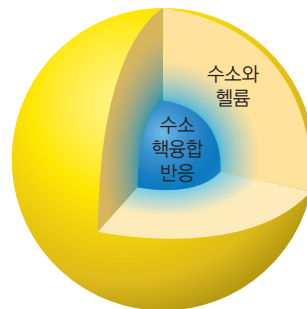
ㄷ. 태양의 스펙트럼에 나타난 흡수선으로부터 (가)의 수소와 (나)의 헬륨 이외에도 여러 가지 원소가 포함되어 있음을 알 수 있다.

- 05** ㄱ. 이 별은 최종 단계에서 백색 왜성이 되므로 태양과 질량이 비슷한 별이다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 주계열성 단계(A)에 해당한다.

ㄷ. 철보다 무거운 원소는 태양보다 질량이 훨씬 큰 별이 초신성 폭발을 일으킬 때 생성된다.

자료 분석하기 주계열성의 내부 구조



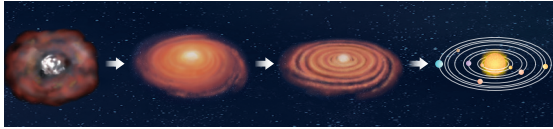
- 주계열성의 에너지원: 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응
- 크기: 수축하려는 중력과 팽창하려는 내부 압력이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지된다.
- 수명: 별은 일생 중 약 90 %를 주계열성으로 보낸다. 질량이 큰 별일수록 에너지 생성률이 커서 주계열성에 머무는 시간이 짧기 때문에 수명이 짧다.

- 06** ㄴ. (나) → (다) 과정에서 원시 태양과 가까운 곳에서는 금속 성분의 미행성체가 성장하여 지구형 행성이 만들어졌다.

ㄷ. 원시 행성들은 납작한 원반에서 형성되었으며 원반의 회전 방향과 같은 방향으로 공전하였다.

오답 피하기 ㄱ. 성운의 수축은 온도가 낮고 밀도가 높은 곳에서 활발하게 일어난다.

자료 분석하기 태양계 형성 과정



- (가): 태양계 성운의 형성
- (나)~(다): 태양계 성운의 회전 → 원시 태양과 원반 형성
- (라): 태양계 형성

07 ㄱ. ①은 지구 전체에서 가장 풍부한 원소인 철이다.

ㄴ. ①은 대기에서 질소 다음으로 많은 비율을 차지하고 있는 산소이다. 산소는 지질 시대 동안 생물의 광합성에 의해 생성되었다.

오답 피하기 ㄷ. 지각에 가장 풍부한 원소는 산소이고, 철은 주로 지구의 핵에 분포한다.

08 ㄱ, ㄷ. 주기율표에서 (가)에 속하는 원소는 금속 원소이다. 금속 원소는 전기 전도성이 있고, 양이온이 되기 쉽다.

오답 피하기 ㄴ. 화학적 성질은 원자가 전자 수에 따라 다르며, 원자가 전자 수는 족에 따라 다르다. 따라서 모든 금속 원소의 화학적 성질이 같은 것은 아니다.

09 A는 나트륨(Na), B는 염소(Cl), C는 칼슘(Ca), D는 브로민(Br)이다.

ㄱ. A는 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)이다. 나트륨은 물과 격렬하게 반응한다.

ㄷ. B는 비금속 원소이므로 B끼리 결합한 B₂는 공유 결합 물질이다.

ㄴ. C는 금속 원소, B는 비금속 원소이고, C의 이온은 C²⁺, B의 이온은 B⁻이므로 C와 B는 1 : 2의 개수비로 이온 결합을 한다.

오답 피하기 ㄴ. A는 금속 원소, D는 비금속 원소이므로 AD는 이온 결합 물질이다. 따라서 AD는 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

10 헬륨, 질소, 아르곤은 반응성이 매우 작아 다른 물질과 잘 반응하지 않는 공통점이 있다.

개념 더하기 비활성 기체의 이용

- 헬륨: 공기보다 밀도가 매우 작고, 반응성도 작아 광고용 풍선 등에 이용된다.
- 네온: 반응성이 작고, 빛을 내므로 간판 등에 이용된다.
- 아르곤: 반응성이 작으므로 고온에서 금속을 용접할 때 금속과 산소의 반응을 막는 보호 기체로 이용된다.

11 A는 산소(O), B는 플루오린(F), C는 나트륨(Na), D는 마그네슘(Mg)이다. 따라서 A와 B는 비금속 원소이고, C와 D는 금속 원소이다.

ㄱ. A는 비금속 원소이고, C는 금속 원소이므로 A와 C는 이온 결합 물질을 형성한다.

ㄴ. B는 원자가 전자 수가 7이므로 전자 1개를 얻어 안정한 이온이 되고, D는 원자가 전자 수가 2이므로 전자 2개를 잃어 안정한 이온이 된다. 이때 B와 D의 안정한 이온은 모두 Ne과 같은 전자 배치를 한다.

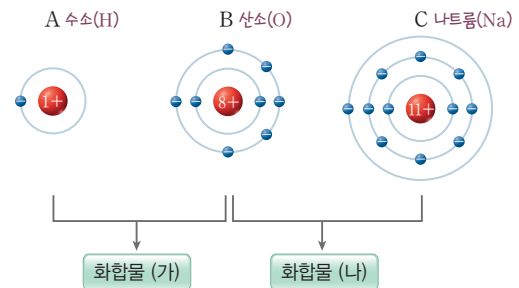
오답 피하기 ㄷ. A는 전자 2개를 얻어 안정한 이온이 되므로 A의 안정한 이온은 A²⁻이다. D는 전자 2개를 잃어 안정한 이온이 되므로 D의 안정한 이온은 D²⁺이다. 따라서 A와 D는 1 : 1의 개수비로 결합하고, A와 D로 이루어진 안정한 물질의 화학식은 DA이다.

12 ㄴ. (나)는 비금속 원소인 B와 금속 원소인 C가 결합하여 생성된 화합물이므로 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 액체 상태와 수용액 상태에서 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 비금속 원소인 A와 B가 결합하여 생성된 화합물이므로 공유 결합 물질이다.

ㄷ. 공유 결합 물질은 액체 상태에서 전기 전도성이 없으므로 액체 상태에서 이온 결합 물질인 (나)가 공유 결합 물질인 (가)보다 전류가 잘 흐른다.

자료 분석하기 원소의 결합



- A와 B는 비금속 원소이고, C는 금속 원소이다.
- 화합물 (가): 비금속 원소인 A와 B가 결합하여 생성되었다. → 공유 결합 물질
- 화합물 (나): 비금속 원소인 B와 금속 원소인 C가 결합하여 생성되었다. → 이온 결합 물질

13 ㄱ. A는 전자 1개를 얻어 A⁻이 되었을 때 Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 2주기 17족 원소이다. C는 3주기 17족 원소이다. 따라서 A와 C의 원자가 전자 수는 7로 같다.

오답 피하기 ㄴ. B는 전자 1개를 잃어 B⁺이 되었을 때 Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 1족 원소이다.

ㄷ. A는 비금속 원소, B는 금속 원소, C는 비금속 원소이다. 따라서 BA는 이온 결합 물질이고, C₂는 공유 결합 물질이다. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질은 고체 상태에서 전기 전도성이 없다(단, 흑연 제외).

- 14 (가)는 K, (나)는 Mg, (다)는 O₂, (라)는 Br₂와 I₂이다.
 ㄱ. (가)는 칼륨(K), (다)는 산소(O₂)이다. 1족 원소인 칼륨(K)과 16족 원소인 산소(O)는 2 : 1의 개수비로 결합하므로 형성되는 물질은 K₂O이다.
 ㄴ. (나)는 마그네슘(Mg), (다)는 산소(O₂)이다. 마그네슘(Mg)은 금속 원소, 산소(O)는 비금속 원소이므로 마그네슘과 산소로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.
 ㄷ. (라)에 속하는 물질은 브로민(Br₂)과 아이오딘(I₂)의 2가지이다. 실온에서 브로민은 액체, 아이오딘은 고체이다.

- 15 수소 원자핵은 양성자 1개로 이루어져 있으며, 헬륨 원자핵은 양성자 2개, 중성자 2개로 이루어져 있다. 양성자와 중성자의 질량은 거의 같으므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비가 12 : 1일 때, 질량비는 약 3 : 1이 된다.

예시 답안 (나)에서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1, (가)에서 양성자와 중성자의 개수비가 14 : 2(=7 : 1)라면, 양성자 2개와 중성자 2개가 헬륨 원자핵 1개를 형성하였으므로 남아 있는 수소 원자핵(양성자)과 생성된 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이 된다.

채점 기준	배점(%)
(나)에서의 질량비를 옳게 쓰고, (가)에서 (나)로 진행될 때 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비가 12 : 1이 되는 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100
(나)에서의 질량비만 옳게 쓴 경우	30

- 16 초신성 폭발로 형성된 초신성 잔해에는 다양한 종류의 원소가 포함되어 있다. 초신성 잔해는 우주 공간으로 흩어져 성운으로 되돌아가는데, 나중에 이들이 다시 뭉쳐 새로운 별을 형성하기도 한다. 태양계를 형성한 성운은 과거에 초신성 폭발로 형성된 무거운 원소들을 포함하고 있었다.

예시 답안 태양계를 형성한 성운에는 과거에 초신성 폭발로 만들어진 철보다 무거운 원소들이 포함되어 있었다. 이 성운이 수축하여 태양계가 형성되었기 때문에 지구에 철보다 무거운 원소들이 존재할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
초신성 폭발로 무거운 원소들이 만들어졌고, 이 성운이 수축하여 태양계를 형성한 내용을 포함하여 옳게 설명한 경우	100
초신성 폭발로 무거운 원소들이 만들어졌다고만 설명한 경우	50

- 17 2주기 17족 원소인 A는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 1개를 얻어 안정한 이온이 되고, 3주기 2족 원소인 B는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 2개를 잃어 안정한 이온이 된다.

예시 답안 $x=1$, $y=20$ 이다. B는 2족 원소이므로 B의 안정한 이온은 B²⁺이고, A는 17족 원소이므로 A의 안정한 이온은 A⁻이다. 따라서 B와 A는 1 : 2의 개수비로 결합하므로 화합물의 화학식은 BA₂이다.

채점 기준	배점(%)
x 와 y 를 모두 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
x 와 y 만 옳게 쓴 경우	30

II 자연의 구성 물질

05 지각과 생명체를 구성하는 물질

확인문제

58~60쪽

1 규산염 2 1, 4 3 탄소 화합물 4 4, 4

기본 문제로 개념 다지기

61쪽

01 규산염 광물 02 (1) × (2) × (3) ○ 03 (1) ㉠ 규소, ㉡ 산소 (2) A: Si, B: O 04 탄소 화합물 05 (1) ○ (2) ○ (3) ×
 06 (1) 4개 (2) (다)

- 01 규산염 광물은 지각에 풍부한 규소와 산소를 주성분으로 하는 광물이며, Si—O 사면체를 기본 골격으로 한다.

- 02 (1) 지각을 구성하는 원소 중 질량비가 가장 큰 원소는 산소이다. 규소는 두 번째로 질량비가 큰 원소이다.
 (2) 규소(Si)는 주기율표의 14족에 속하는 원소이다. 따라서 규소의 원자가 전자 수는 4이다.
 (3) 규산염 광물은 규소 원자 1개를 중심으로 산소 원자 4개가 공유 결합을 한 Si—O 사면체를 기본 골격으로 한다.

- 03 (1) 지각을 구성하는 주요 원소 중 가장 많은 양을 차지하고 있는 원소는 산소와 규소이다. 산소는 규산염 광물뿐만 아니라 다른 광물에도 많이 포함되어 있어 지각에서 가장 많은 양을 차지하는 원소이다. 따라서 ㉠은 규소, ㉡은 산소이다.
 (2) 규소 원자 1개는 산소 원자 4개와 공유 결합 하여 Si—O 사면체를 형성한다. 따라서 A는 규소(Si), B는 산소(O)이다.

- 04 생명체를 구성하거나 에너지원으로 사용되는 지질, 단백질, 탄수화물 등은 탄소가 수소, 산소, 질소, 인 등과 공유 결합 하여 만들어진 탄소 화합물이다.

- 05 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이고, 그 다음으로 많은 원소는 탄소이며, 세 번째로 많은 원소는 수소이다. 따라서 A는 산소, B는 탄소, C는 수소이다.
 (1) 규산염 광물은 규소와 산소를 주성분으로 하는 광물이다. A는 산소로 규산염 광물의 기본 골격을 이루는 원소이다.
 (2) B는 탄소이고, 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 원자당 최대 4개의 원자와 공유 결합을 형성한다.
 (3) C는 수소이고, 수소는 우주를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하지만 지각에는 그 양이 많지 않다. 지각을 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 A인 산소이다.

- 06** (1) 탄소(C)는 주기율표의 14족 원소로, 원자가 전자 수가 4이다. 따라서 최대 다른 원자 4개와 공유 결합을 한다.
 (2) 탄소 원자 수는 (가)~(다) 모두 4개이고, 수소 원자 수는 (가)가 10, (나)가 8, (다)가 6이다. 따라서 $\frac{\text{탄소 원자 수}}{\text{수소 원자 수}}$ 의 값은 (가) $\frac{2}{5}$, (나) $\frac{1}{2}$, (다) $\frac{2}{3}$ 이므로 (다)가 가장 크다.

탐구 자료로 기본 다지기				62~63쪽
자료 1	01 ①	02 ③		
자료 2	03 공유 결합	04 ⑤	05 ⑤	
자료 3	06 (나)	07 ㉠ 규소, ㉡ 탄소	08 ④	
자료 4	09 ②	10 ⑤		

- 01** ㄱ. 우주를 구성하는 주요 원소에는 수소와 헬륨이 있다. 따라서 A는 우주를 구성하는 원소의 질량비이다.
오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 지각을 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이고, 지구를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철이다. 따라서 B는 지구를 구성하는 원소의 질량비이고, C는 지각을 구성하는 원소의 질량비이다.

- 02** ③ 규소와 산소는 공유 결합 하여 Si-O 사면체를 형성한다. 지질, 단백질 등은 탄소 화합물로, 탄소를 기본 골격으로 한다.

오답 피하기 ① 알루미늄과 철은 금속 원소이므로 전기 전도성이 있다.

② 나트륨과 칼륨은 1족 원소이므로 원자가 전자 수가 1로 같다.

④ 산소는 비금속 원소, 알루미늄은 금속 원소이므로 이온 결합을 하여 화합물을 형성한다.

⑤ 산소는 음이온이 되기 쉽고, 나트륨은 양이온이 되기 쉬우므로 산소와 나트륨이 결합할 때 전자는 나트륨에서 산소로 이동하여 이온 결합을 형성한다.

- 03** Si의 원자가 전자와 O의 원자가 전자가 전자쌍을 이루고, Si와 O는 이 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.

- 04** ㄱ. Si-O 사면체는 전체적으로 (-)전하를 띠고 있어 인접해 있는 양이온과 결합하거나 Si-O 사면체의 산소를 다른 Si-O 사면체와 공유하여 전기적으로 중성이 된다.

ㄴ. 규산염 광물은 Si-O 사면체를 기본 골격으로 하여 규칙적인 결정 구조를 이룬다.

ㄷ. 규산염 광물은 Si-O 사면체가 이웃한 Si-O 사면체와 산소를 공유하는 형태로 결합한다. Si-O 사면체는 여러 방식으로 공유 결합 하여 다양한 광물을 만든다.

- 05** ⑤ (라)는 얇은 판이 쌓인 형태이지만, (나)는 단일 사슬 모양, (다)는 2중 사슬 모양의 구조로, 기동 모양 결정으로 생성된다.

오답 피하기 ① 규소는 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4이다.

② 규소와 산소는 비금속 원소이므로 공유 결합을 한다.

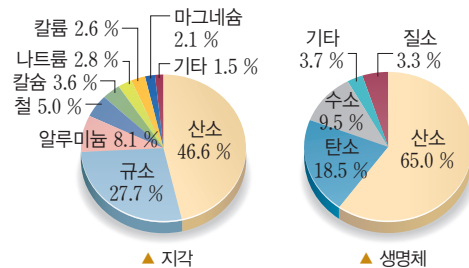
③ (가)는 Si-O 사면체가 독립적으로 존재하는 규산염 광물의 구조이다. Si-O 사면체는 전체적으로 (-)전하를 띠고 있어 인접한 양이온과 결합하거나 각 사면체의 산소를 다른 사면체와 공유하여 결합한다.

④ (가)~(라)는 모두 Si-O 사면체를 기본 골격으로 하는 규산염 광물의 구조이다.

- 06** 생명체를 구성하는 주요 원소는 산소(O), 탄소(C), 수소(H)등이므로 생명체를 구성하는 원소의 질량비를 나타낸 그래프는 (나)이다.

개념 더하기 지각과 생명체를 구성하는 원소의 질량비

- 공통점: 가장 많은 양을 차지하는 원소가 산소(O)이다.
- 지각의 경우, 규산염 광물을 구성하는 주요 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소가 산소이고, 규산염 광물 이외의 광물에도 산소가 다수 포함되어 있다.
- 생명체의 경우, 탄수화물, 단백질, 지질 등의 탄소 화합물이 생명체를 이루는 기본 성분이기 때문에 탄소가 가장 많을 것이라고 생각할 수 있다. 그러나 생명체는 물이 차지하는 비중이 매우 높으므로 산소가 가장 많은 양을 차지한다.



- 07** 산소와 결합하여 광물을 구성하는 데 중요한 역할을 하는 원소는 규소(Si)이다. 생명체를 구성하는 물질의 중심 원자이며, 생명 활동과 유지에 매우 중요한 역할을 하는 원소는 탄소(C)이다. 따라서 ㉠은 규소, ㉡은 탄소이다.

- 08** A는 산소, B는 규소, C는 탄소이다.

ㄴ. 산소와 규소는 공유 결합으로 Si-O 사면체를 형성한다.

ㄷ. 규소와 탄소는 모두 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4로 같다.

오답 피하기 ㄱ. 지구에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철(Fe)이다. 규소는 지구에서 세 번째로 많은 양을 차지하는 원소이다.

- 09** ② 탄소 원자는 다른 탄소 원자와 단일 결합, 2중 결합, 3중 결합을 형성할 수 있다.

오답 피하기 ① 탄소는 비금속 원소이므로 탄소 원자 사이에는 공유 결합이 형성된다.

- ③ 탄소 원자끼리 사슬 모양, 고리 모양 등 다양한 형태의 결합을 형성할 수 있다.
- ④ 탄소 원자끼리 1개의 전자쌍을 공유하여 단일 결합을 형성하고, 2개의 전자쌍을 공유하여 2중 결합을 형성하며, 3개의 전자쌍을 공유하여 3중 결합을 형성한다. 따라서 탄소 원자끼리 최대 3개의 전자쌍을 공유할 수 있다.
- ⑤ 탄소 원자는 연속으로 결합할 수 있으므로 생명체를 구성하는 지질, 단백질 등과 같은 복잡한 유기물을 만드는 데 유리하다.

10 ㄱ. (가)와 (나)의 탄소 골격은 사슬 모양이다.

- ㄴ. 탄소 원자에 결합된 수소 원자 수는 (가)는 $8(=3+2+3)$, (나)는 $6(=3+1+2)$ 이므로 (가)가 (나)보다 많다.
- ㄷ. 탄소 원자 1개는 4개의 공유 결합을 할 수 있으므로 (가)에 포함된 총 공유 결합 수는 10이고, (나)에 포함된 총 공유 결합 수는 9이다. 따라서 화합물에 포함된 총 공유 결합 수는 (가)가 (나)보다 많다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

64~67쪽

- 01 ③ 02 철, Fe 03 ② 04 ③ 05 ④ 06 ⑤
07 (가) 탄소 화합물, (나) Si, O 08 해설 참조 09 ④ 10 ④
11 ⑤ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ③ 15 ③ 16 해설 참조
17 ④

고난도 문제 도전하기

- 18 ④ 19 ③

01 ㄱ. 대부분의 수소(H), 헬륨(He)은 빅뱅 우주에서 생성되었다.

ㄴ. 규산염 광물의 주요 구성 원소는 산소(O)와 규소(Si)이다. 산소와 규소는 별 내부의 핵융합 반응으로 생성된 원소이다.

오답 피하기 ㄷ. 지구를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철이다. 철은 별 내부에서 일어나는 핵융합 반응으로 생성되는 원소이며, 철이 생성된 후 초신성 폭발이 일어나 별의 내부에서 생성된 원소들은 우주 공간으로 방출되고, 이 폭발의 순간에 막대한 에너지가 발생하면서 철(Fe)보다 무거운 원소들이 생성되었다.

02 지각을 구성하는 원소 중 질량비가 4번째이고, 지구를 구성하는 원소 중 질량비가 가장 큰 원소는 철(Fe)이다.

03 A는 지각을 구성하는 원소 중 질량비가 가장 큰 원소이므로 산소이고, B는 지각을 구성하는 원소 중 두 번째로 질량비가 큰 원소이므로 규소이며, C는 지구를 구성하는 원소 중 질량비가 가장 큰 원소이므로 철이다.

ㄷ. 지각은 암석으로 이루어져 있으며, 암석은 대부분 산소(A)와 규소(B)를 주성분으로 하는 규산염 광물로 이루어져 있다.

오답 피하기 ㄱ. A는 비금속 원소인 산소이고, C는 금속 원소인 철이다.

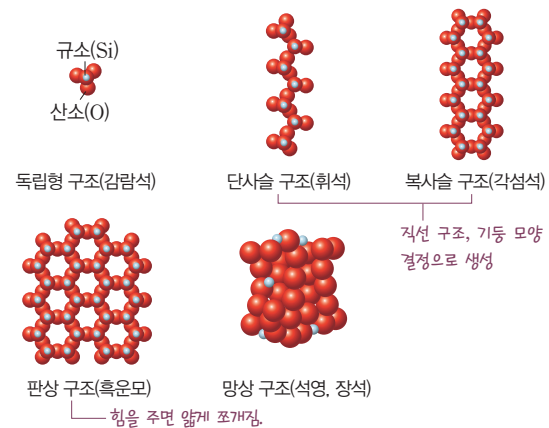
ㄴ. 알루미늄은 13족 원소이므로 원자가 전자 수가 3이고, 규소(B)는 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4이다. 따라서 규소의 원자가 전자 수는 알루미늄의 2배가 아니다.

04 ㄱ. (가)는 감람석, (나)는 휘석, (다)는 각섬석의 결합 구조이다. 감람석, 휘석, 각섬석은 모두 Si-O 사면체를 기본 골격으로 한 규산염 광물이다.

ㄷ. (나) 휘석과 (다) 각섬석은 직선으로 결합한 구조로, 기둥 모양 결정으로 생성된다.

오답 피하기 ㄴ. (가)는 Si-O 사면체가 독립적으로 존재하는 감람석의 결합 구조이다.

개념 더하기 규산염 광물의 결합 구조



05 ④는 판상 구조이다. 흑운모는 Si-O 사면체가 서로 3개의 산소를 공유하여 얇은 판 모양으로 결합하여 생성된 판상 구조를 이룬다.

오답 피하기 ①은 독립형 구조, ②는 단사슬 구조, ③은 복사슬 구조, ⑤는 망상 구조이다.

06 ㄱ. 생명체를 구성하는 원소의 질량비는 산소>탄소>수소>질소 순이다. 따라서 A는 산소, B는 탄소, C는 수소이다.

ㄴ. 탄소의 원자가 전자 수가 4이므로 탄소 원자 1개는 최대 다른 원자 4개와 공유 결합을 형성할 수 있다.

ㄷ. 산소(A)와 수소(C)는 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성한다.

07 규산염 광물은 산소와 규소가 공유 결합 하여 만들어진 광물이고, 탄소 화합물은 탄소가 수소, 산소, 질소, 인 등과 공유 결합 하여 만들어진 화합물이다.

08 (가)는 Si-O 사면체, (나)는 메테인 분자의 구조를 모형으로 나타낸 것이다.

예시 답안 사면체 모양이다. 중심 원자가 모두 14족 원소이다. 중심 원자의 원자가 전자 수가 4이다. 공유 결합으로 형성된다. 중 2가지

채점 기준	배점(%)
공통점을 2가지 모두 옳게 설명한 경우	100
공통점을 1가지만 옳게 설명한 경우	50

09 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이다. 철은 지구를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소이다.

10 지각과 생명체를 구성하는 주요 원소 중 원자가 전자 수가 같은 원소는 규소와 탄소이고, 규산염 광물의 구성 원소는 규소와 산소이므로 A는 규소, B는 탄소, C는 산소이다.
 나. B는 탄소로, 원자가 전자 수가 4이므로 원자 1개당 최대 4개의 다른 원자와 결합할 수 있다.
 다. B와 C가 결합한 화합물 중 $BC_2(CO_2)$ 는 지구 온난화의 원인 물질이다.

오답 피하기 나. 지각을 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 산소인 C이다. A는 규소이다.

11 ⑤ 탄소 화합물을 구성하는 원소의 종류는 적으나 탄소 원자 1개가 최대 4개의 다른 원자와 결합할 수 있고, 탄소 원자끼리도 결합이 가능하므로 화합물의 종류가 매우 다양하다.

오답 피하기 ① 탄소는 비금속 원소이므로 탄소 원자 사이에는 공유 결합이 형성된다.

② 탄소 원자는 14족 원소로 원자가 전자 수가 4이다. 따라서 탄소 원자 1개당 최대 4개의 결합을 할 수 있다.

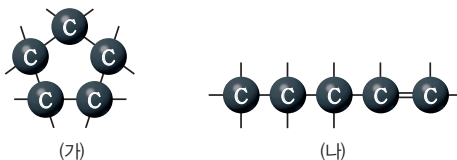
③, ④ 탄소 원자의 결합 방식에는 사슬 모양, 가지 달린 사슬 모양, 고리 모양, 2중 결합, 3중 결합이 있다.

12 나. (가)와 (나)는 모두 탄소(C) 5개와 수소(H) 10개가 결합하여 이루어진 탄소 화합물이므로 탄소와 수소의 질량비가 같다.

나. (가)의 분자에 결합한 수소 원자가 10개, (나)의 분자에 결합한 수소 원자가 10개이므로 분자당 결합한 수소 원자 수는 같다.

다. (가)와 (나)는 결합의 형태가 다르지만 탄소 원자 1개는 4개의 공유 결합을 하므로 탄소 원자 사이의 공유 결합 수는 5로 모두 같다.

자료 분석하기 탄소 화합물의 골격



- (가)에 결합된 수소 원자의 수: 10
- (나)에 결합된 수소 원자의 수: 10
- (가)와 (나)의 탄소 원자 수와 탄소 원자에 결합된 수소 원자 수가 같으므로 (가)와 (나)에서 탄소와 수소의 질량비는 같다.

13 X는 규소, Y는 탄소, Z는 산소이다.

나. 규소(X)와 탄소(Y)는 모두 원자가 전자 수가 4인 14족 원소이다. 따라서 (가)와 (나)에서 규소와 탄소 모두 원자당 최대 4개의 공유 결합을 형성한다.

다. Y와 Z로 이루어진 화합물인 YZ_2 는 이산화 탄소(CO_2)로 지구 온난화의 원인 물질이다.

라. 규산염 광물은 Si-O 사면체가 이웃한 Si-O 사면체와 산소를 공유하는 형태로 결합하며, 결합된 방식에 따라 여러 종류의 광물이 생성된다.

14 A는 탄소, B는 산소, C는 규소의 전자 배치 모형이다.

나. 생명체를 구성하는 지질, 단백질, 탄수화물 등은 탄소(A)로 이루어진 기본 골격에 다른 원자가 결합하여 이루어진 탄소 화합물이다.

다. 규산염 광물은 지각을 이루는 주요 원소인 산소(B)와 규소(C)가 결합한 광물이다.

오답 피하기 다. 지각을 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 산소(B)이다.

15 A는 수소, B는 붕소, C는 탄소, D는 산소, E는 규소이다.

나. 탄소 화합물은 탄소가 수소, 산소, 질소, 인 등과 공유 결합 하여 만들어진 화합물이다. 따라서 수소(A)와 산소(D)가 탄소(C)와 결합하면 탄소 화합물이 생성된다.

다. C는 탄소, E는 규소이고, 탄소와 규소는 14족 원소로 원자가 전자 수가 4이다. 따라서 탄소와 규소는 각각 원자 1개당 최대 4개의 결합을 한다.

오답 피하기 다. 지각의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소(D)이다. B는 붕소이다.

16 C는 2주기 14족 원소인 탄소이다. 탄소 화합물은 탄소를 중심으로 수소, 산소, 질소, 인 등이 결합하여 형성된 화합물이므로 탄소 화합물의 중심 원소는 탄소이다.

예시 답안 C, C는 원자가 전자 수가 4인 탄소로 최대 4개의 원자와 결합할 수 있고, 다른 탄소 원자와 규칙적으로 결합하거나 탄소 이외의 다양한 원자와 결합할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
탄소 화합물의 중심이 되는 원소를 옳게 골라 쓰고, 다양한 화합물을 형성할 수 있는 까닭을 옳게 설명한 경우	100
탄소 화합물의 중심이 되는 원소만 옳게 골라 쓴 경우	40

17 A는 수소, B는 산소, C는 탄소이다.

④ 지구의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철이다. B(산소)는 지각과 생명체의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지한다.

오답 피하기 ① A(수소)의 원자가 전자 수는 1, B(산소)의 원자가 전자 수는 6, C(탄소)의 원자가 전자 수는 4이므로 원자가 전자 수는 B(산소)가 가장 크다.

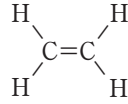
② A(수소)와 C(탄소)는 비금속 원소이므로 전자쌍을 공유하여 공유 결합을 이룬다.

- ③ A는 수소로, 우주의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지한다.
 ⑤ C는 탄소 화합물의 중심 원자인 탄소로, 최대 4개의 원자와 결합할 수 있다.

18 A는 수소, B는 탄소이다.

ㄴ. 탄소(B) 원자 1개는 최대 다른 원자 4개와 공유 결합을 하므로 수소(A) 4개와 결합할 수 있다.

ㄷ. 수소(A) 4개와 탄소(B) 2개가 결합한 화합물은 탄소 2개가 나란히 2중 결합으로 골격을 형성하고, 탄소에 수소가 단일 결합으로 결합하여 형성된다.



오답 피하기 ㄱ. 수소(A)와 탄소(B)는 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성한다.

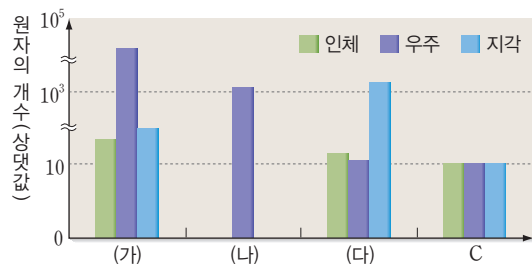
19 (가)는 H(수소), (나)는 He(헬륨), (다)는 O(산소)이다.

ㄱ. H와 O는 모두 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성한다.
 ㄷ. O는 Si와 결합하여 규산염 광물을 이룬다.

오답 피하기 ㄴ. 우주 전역에서 오는 빛의 스펙트럼 분석을 통해 우주 공간의 H와 He의 질량비가 약 3 : 1임을 알 수 있다. 이는 빅뱅 우주론에서 예측한 비율과 잘 일치하므로 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

통합형 문제 분석하기

인체, 우주, 지각을 구성하는 원소



- (가)는 인체, 우주, 지각에 모두 존재하며, 우주에 가장 많이 존재하는 원소이므로 H(수소)이다.
- (나)는 우주에만 존재하는 원소이므로 He(헬륨)이다.
- (다)는 인체, 우주, 지각에 모두 존재하며, 지각에 가장 많이 존재하는 원소이므로 O(산소)이다.

06 생명체 구성 물질의 형성

확인문제

68~69쪽

- 1 탄소 화합물 2 단위체 3 펩타이드 4 뉴클레오타이드

기본 문제로 개념 다지기

70쪽

- 01** (1) B (2) C (3) C (4) A (5) A (6) B **02** ㉠ 아미노산, ㉡ 뉴클레오타이드 **03** (1) ○ (2) × (3) ○ **04** 아미노산 **05** 뉴클레오타이드 **06** ㉠ 디옥시리보스, ㉡ U **07** (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉡ (4) ㉡

01 A는 물, B는 단백질, C는 핵산이다. 물(A)은 생명체의 체온 유지와 조절에 관여하며, 생명체를 구성하는 물질 중에서 가장 많은 양을 차지한다. 단백질(B)은 에너지원으로 쓰이며, 호르몬과 효소의 주성분이다. 핵산(C)에는 유전 정보를 저장하는 DNA와 유전 정보를 전달하는 RNA가 있다.

02 생명체를 구성하는 녹말(탄수화물), 단백질, 핵산은 단위체들이 공유 결합으로 연결된 중합체이다.

03 (1) 단백질을 구성하는 단위체는 아미노산이며, 생명체를 구성하는 단백질을 이루는 아미노산은 20종류이다.
 (2) 단위체인 아미노산의 결합 순서가 달라지면 단백질의 입체 구조가 달라지고 이에 따라 단백질의 종류가 달라진다.
 (3) 단백질을 구성하는 아미노산은 탄소(C)를 중심으로 산소(O), 질소(N), 수소(H)가 결합한 구조이다.

05 핵산을 구성하는 단위체는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 화합물인 뉴클레오타이드이다.

06 DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이며, RNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 유라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)이다.

07 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합한다.

탐구 자료로 기본 다지기

71쪽

- 자료 1** **01** 펩타이드 결합 **02** ㉠ 배열 순서, ㉡ 입체 구조 **03** ㉡
자료 2 **04** 인산, 당, 염기 **05** ATGAC **06** ㉡

01 단백질의 단위체인 아미노산은 펩타이드 결합(A)으로 서로 연결되어 단백질을 형성한다.

02 단백질은 구성하는 아미노산의 수, 종류, 배열 순서에 따라 입체 구조가 달라져 서로 다른 기능을 가진 다양한 단백질이 형성된다.

03 아미노산은 결사슬에 따라 종류가 달라지며, 단백질은 아미노산의 수, 종류, 배열 순서에 따라 종류가 달라진다. 사람을 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 물이다.

- 04** 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이며, 핵산(DNA)의 단위체이다.
- 05** DNA를 구성하는 염기 중 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하므로 DNA 이중 나선의 빈칸에 들어갈 염기는 위에서부터 ATGAC이다.
- 06** DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 꼬여 있는 이중 나선 구조, RNA는 한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 단일 가닥 구조이다. DNA의 염기 중 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하므로 DNA에서 한쪽 가닥의 염기 서열을 알면 나머지 가닥의 염기 서열을 알 수 있다.

학교 시험 문제로 실력 올리기 72~73쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ① 04 (가) 단백질(폴리펩타이드), (나) DNA 05 ⑤ 06 ④ 07 해설 참조

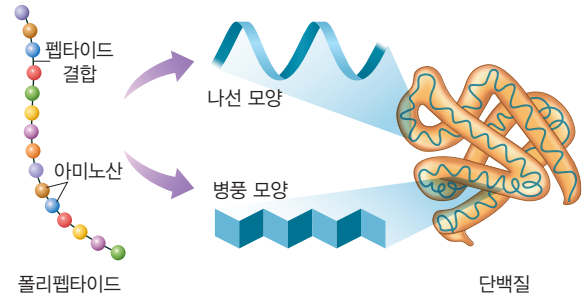
고난도 문제 도전하기

08 ④ 09 ①

- 01** ㄱ. 탄소 화합물은 탄소(C)가 수소(H), 산소(O), 질소(N) 등과 공유 결합 하여 이루어진 화합물이다. 탄수화물과 핵산은 탄소 화합물이고, 물은 탄소 화합물이 아니다. 따라서 '탄소 화합물인가?'는 (가)에 해당한다.
오답 피하기 ㄴ. 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드는 질소(N)를 포함하므로 A는 핵산, B는 탄수화물이다. 생명체에서 핵산(A)은 유전 정보의 저장과 전달 기능을 하며, 탄수화물(B)은 주요 에너지원으로 쓰인다.
 ㄷ. 펩타이드 결합은 단백질의 단위체인 아미노산과 아미노산을 연결하는 결합이다.
- 02** ㄱ, ㄴ. (가)는 단백질의 단위체인 아미노산, (나)는 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드이다.
 ㄷ. (나)는 염기로 사이토신(C)을 가지므로 DNA에서 구아닌(G)을 염기로 갖는 뉴클레오타이드와 상보적으로 결합한다.
- 03** ㄱ. A와 B는 단백질의 단위체이므로 아미노산이다. 아미노산은 탄소(C)를 중심으로 산소(O), 질소(N), 수소(H)가 결합한 구조이다.
오답 피하기 ㄴ. 단백질 형성 과정에서 2개의 아미노산이 결합(㉓)할 때 물 분자 1개가 빠져나가면서 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성된다.
 ㄷ. 단백질은 종류에 따라 아미노산의 수, 종류, 배열 순서가 다르다.

개념 더하기 단백질의 구조

- 아미노산 간의 펩타이드 결합으로 형성된 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 고유의 입체 구조와 기능을 가진 단백질이 된다.
- 단백질을 구성하는 아미노산의 수, 종류, 배열 순서에 따라 단백질의 입체 구조가 달라져 서로 다른 기능을 가진 다양한 단백질이 형성된다.



- 04** (가)는 여러 개의 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 단백질(폴리펩타이드), (나)는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 꼬여 이중 나선 구조를 이룬 DNA이다.
- 05** ㄱ, ㄷ. 단백질과 DNA는 각각 단위체인 아미노산과 뉴클레오타이드가 공유 결합으로 연결되어 형성된 중합체이다.
 ㄴ. 단백질과 DNA는 모두 탄소 화합물이다.
- 06** ㄱ. (가)는 DNA를 구성하는 뉴클레오타이드, (나)는 RNA를 구성하는 뉴클레오타이드이다.
 ㄷ. 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.
오답 피하기 ㄴ. DNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 당은 디옥시리보스, RNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 당은 리보스이다.

개념 더하기 뉴클레오타이드의 구성

구분	당	염기
DNA	디옥시리보스	아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)
RNA	리보스	아데닌(A), 유라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)

- 07** **예시 답안** A: 단백질, B: DNA, C: RNA, DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이고, RNA를 구성하는 당은 리보스이다, DNA를 구성하는 염기는 A, T, G, C이고, RNA를 구성하는 염기는 A, U, G, C이다, DNA는 이중 나선 구조이고, RNA는 단일 가닥 구조이다. 등

채점 기준	배점(%)
A~C의 이름을 모두 옳게 쓰고, B와 C의 차이점을 2가지 모두 옳게 설명한 경우	100
A~C의 이름을 모두 옳게 쓰고, B와 C의 차이점을 1가지만 옳게 설명한 경우	70
A~C의 이름만 옳게 쓴 경우	30

08 ㄱ. DNA(가)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이고, RNA(나)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 유라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)이다. ㉠은 DNA와 RNA에 공통으로 있으므로 아데닌(A)이고, ㉡은 아데닌(A)과 상보적으로 결합하므로 타이민(T)이다. ㉢은 DNA(가)에는 없고 RNA(나)에는 있으므로 유라실(U)이다. ㉣. 핵산인 DNA와 RNA의 단위체는 모두 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 화합물인 뉴클레오타이드이다.

오답 피하기 ㄴ. DNA(가)에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 각각 상보적으로 결합하므로, 염기 중 아데닌(㉠)의 비율이 35 %이면 타이민(T)의 비율도 35 %이다. 따라서 염기 중 '구아닌(G)+사이토신(C)'의 비율은 $100 - 70 = 30(\%)$ 이고, 구아닌(G)과 사이토신(C)의 비율은 서로 같으므로 각각 15 %이다.

개념 더하기 핵산의 구조

- 염기쌍: DNA에서 한 폴리뉴클레오타이드의 염기는 마주 보고 있는 다른 폴리뉴클레오타이드의 염기와 상보적으로 결합한다.
- DNA 염기의 상보결합: DNA를 구성하는 염기 중 아데닌(A)은 항상 타이민(T)과 상보적으로 결합하고, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 상보적으로 결합한다.

DNA	두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 꼬여 있는 이중 나선 구조
RNA	한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 단일 가닥 구조

09 단백질은 특징 ㉠~㉢을 모두 가지므로 B는 단백질이다. 글리코젠은 '단위체의 결합으로 형성된다.'는 특징 하나만 가지므로 C는 글리코젠, A는 DNA이다.

ㄱ. DNA(A), 단백질(B), 글리코젠(C)은 모두 단위체의 결합으로 형성된 물질이다. ㉠은 A와 C에 없고 ㉡은 C에 없으므로 ㉢이 '단위체의 결합으로 형성된다.'이다.

오답 피하기 ㄴ. DNA(A)의 이중 나선 구조는 단위체인 뉴클레오타이드의 배열 순서가 달라져도 변하지 않는다.

㉣. 글리코젠(C)의 단위체는 포도당 1종류이다.

자료 분석하기 생명체를 구성하는 탄소 화합물

특징	㉠	㉡	㉢
A DNA	×	○	?○
B 단백질	○	?○	○
C 글리코젠	×	×	?○

(○ 있음, × 없음)
(가)

특징(㉠~㉢)

- 효소의 주성분이다. ㉠
- 단위체의 결합으로 형성된다. ㉢
- 구성 원소에 질소(N)가 포함된다. ㉡

(나)

- DNA는 단위체인 뉴클레오타이드의 결합으로 형성되며, 구성 원소에 질소(N)가 포함된다.
- 글리코젠은 단위체인 포도당의 결합으로 형성된다.
- 단백질은 효소의 주성분이며, 단위체인 아미노산의 펩타이드 결합으로 형성되고, 구성 원소에 질소(N)가 포함된다.
- 특징 ㉠~㉢ 중 단백질은 3가지, DNA는 2가지, 글리코젠은 1가지를 가진다. → A는 DNA, B는 단백질, C는 글리코젠이다.

07 신소재

확인문제

74~76쪽

1 반도체 2 초전도체 3 그래핀 4 자연 5 유리 코팅제

기본 문제로 개념 다지기

77쪽

01 신소재 02 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 03 (1) 초전도체
(2) 자기 공명 영상 장치(MRI) 04 ㉠ 탄소, ㉡ 그래핀 05 액정
06 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤

01 기존 물질을 변화시켜 다른 새로운 성질을 띠게 만든 물질을 신소재라고 한다.

02 (1) 반도체의 전기 저항은 온도를 낮출수록 커진다. 온도를 낮출 때 전기 저항이 점점 감소하다가 특정 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 성질을 가진 물질은 초전도체이다.
(4) 반도체는 저온에서는 전기 저항이 크지만 빛 또는 열에너지를 가하거나 불순물을 첨가하면 전기 저항이 작아져서 전기 전도성이 증가한다.

03 (1) 초전도체는 임계 온도 이하에서 내부 자기장이 0이 되는 성질을 갖는다. 따라서 자석 위에 올려 놓으면 자석의 자기장을 밀어내므로, 자석과 반발력이 생겨 자석 위에 뜬다.
(2) 자기 공명 영상 장치(MRI)는 초전도체에 전류가 흐를 때 발생하는 강한 자기장을 이용하여 인체 각 부분의 영상을 얻어 건강 상태를 진단하는 의료 장비이다.

04 탄소 원자가 육각형 모양으로 결합한 한 층의 평면 구조를 그래핀이라 하고, 그래핀과 풀러렌은 모두 흑연과 같은 원소로 이루어져 있다.

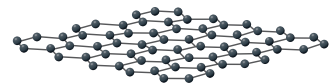
개념 더하기 그래핀

- 그래핀의 발견: 2004년 영국의 가임과 노보셀로프 연구팀이 셀로 판테이프의 끝부분에 흑연 샘플을 붙인 후, 반대쪽 끝부분과 맞닿게 테이프를 접었다가 꼭 누르고 다시 떼기를 여러 번 반복하여 그래핀을 얻는 데 성공하였다.

- 그래핀의 특징: 탄소 원자 한 층으로 이루어진 벌집 구조이며, 두께가 얇고 매우 가볍다. 또한 탄소의 강력한 전자 공유 결합 때문에 강도가 강철의 200배 이상이다.

- 그래핀의 장점과 단점

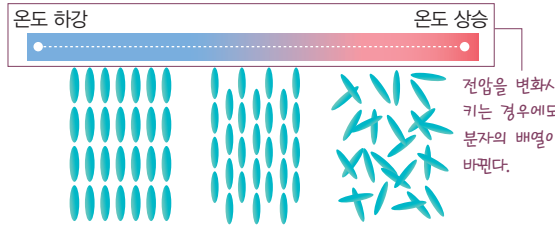
장점	단점
유연성, 투명성, 높은 열전도성, 화학적 안정성, 높은 전기 전도성(낮은 전기 저항), 우수한 강도	전기적 성질을 변화시키기 어렵고, 대형 크기 제작과 대량 생산이 어렵다.



- 05** 액정은 고체와 액체의 성질을 모두 가진 물질이다. 액정은 일반적으로 고체와 같이 규칙적인 분자 배열을 하고 있지만 열을 가하면 액체와 같이 분자 배열이 바뀐다.

개념 더하기 액정

- 액정의 발견: 1888년 오스트리아의 라이니처가 실온에서는 투명하지만 146 °C로 가열하면 불투명해지고, 179 °C에 이르면 다시 투명해지는 물질을 발견하였다.
- 액정: 고체와 같은 결정 구조를 갖지만, 액체와 같이 움직일 수 있는 성질을 가지고 있다.
- 액정의 모양: 가늘고 긴 막대나 편평한 형태이다.
- 온도에 따른 액정의 변화



- 06** (1) 물속에서도 바위에 단단히 붙어 있을 수 있도록 하는 홍합의 족사는 수중 또는 물기가 많은 곳에서도 접착력이 뛰어나 물속에서 사용하는 밴드나 수술용 봉합실 등에 응용된다.
 (2) 도꼬마리 열매의 작은 갈고리는 섬유의 올가미 구조에 걸려 쉽게 떨어지지 않는데, 이러한 성질을 모방한 것이 벨크로 테이프이다.
 (3) 물의 저항을 줄이는 상어의 삼각형 모양 미세 돌기 비늘을 모방하여 전선 수영복이 만들어졌다.
 (4) 게코 테이프는 도마뱀붙이의 발바닥 구조를 모방한 것이다.
 (5) 방수 코팅제는 연잎의 미세 돌기가 물을 밀어내는 원리를 모방한 것이다.

탐구 자료로 기본 다지기

78~79쪽

- | | | |
|-------------|------------------------------------|--|
| 자료 1 | 01 ⑤ | 02 ⑤ |
| 자료 2 | 03 ㉠ 초전도, ㉡ 임계 | 04 마이스너 효과 |
| | 05 ③ | |
| 자료 3 | 06 (가) 흑연, (나) 그래핀, (다) 풀러렌 | 07 ⑤ |
| | 08 ② | |
| 자료 4 | 09 ④ | 10 (나), 홍합의 단백질이 젖은 표면에도 잘 달라붙는 성질 |
| | | 11 유리 코팅제, 자가 세정 페인트(또는 습기가 차지 않는 자동차 유리, 스마트 창문 등) |

- 01** ㄱ, ㄴ. 반도체는 저온에서는 전기 저항이 커서 거의 절연체와 같지만 빛 또는 열에너지를 가하거나 불순물을 첨가하면 도체와 같이 전류가 잘 흐른다.
 ㄷ. 반도체의 전기 저항은 도체와 절연체의 중간 정도이다.

- 02** 다이오드, 발광 다이오드(LED), 태양 전지, 집적 회로(메모리, CPU)와 같은 반도체 소자는 순수 반도체에 불순물을 첨가하여 만든 불순물 반도체를 기반으로 한다.

- 03** 물질의 전기 저항이 0에 가까워지면 전기 전도성이 매우 커지는데, 이러한 현상을 초전도 현상이라 하며, 초전도 현상이 나타나기 시작하는 온도를 임계 온도라고 한다.

- 04** 임계 온도 이하에서 초전도체 위에 자석을 올려놓으면 초전도체가 외부 자기장을 밀어내므로 자석은 반발력을 받아 초전도체 위에 뜬다. 이러한 현상을 마이스너 효과라고 한다.

- 05** ㄱ. 자기 부상 열차는 자석에 반발하는 성질을 이용하여 열차를 레일 위에 띄워 마찰 없이 운행한다.

ㄴ. 자기 공명 영상 장치(MRI)는 센 전류를 흘릴 때 생기는 강한 자기장을 이용하여 인체 각 부분의 영상을 얻어 건강 상태를 진단한다.

오답 피하기 ㄷ. 초전도 전력 케이블은 임계 온도 이하에서 초전도체의 전기 저항이 0이므로, 열이 발생하지 않아 에너지 손실이 거의 없는 성질을 이용한 것이다.

- 06** (가) 흑연은 탄소가 육각형으로 결합된 그물 구조가 겹겹이 층을 이룬 모양이다.

(나) 그래핀은 흑연의 한 층을 분리해 낸 것이다.

(다) 풀러렌은 그래핀을 휘어 축구공 모양으로 만든 것이다.

- 07** 그래핀은 면적을 10 % 이상 늘이거나 접어도 전기 전도성을 잃지 않기 때문에 휘어지는 디스플레이의 재료로 사용할 수 있다.

- 08** 그래핀은 투명하고 플라스틱처럼 휘 수 있으며 반도체보다 전자 이동 속도가 빠른 특성이 있으므로, 이를 이용하여 성능이 좋고 휘어지는 영상 표현 장치를 만들 수 있다.

- 09** ㄱ. (가) 벨크로 테이프는 갈고리 형태의 도꼬마리 열매의 성질을 모방한 것이다.

ㄴ. (나) 수중 접착제는 바닷물 속에서도 바위에 잘 달라붙는 홍합 분비물의 성질을 모방한 것이다.

ㄷ. (라) 게코 테이프는 도마뱀붙이의 발바닥에 있는 미세 섬모의 접착력을 모방한 것이다.

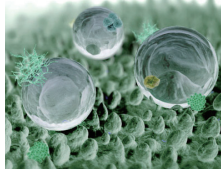
오답 피하기 ㄷ. (다) 모르포텍스 섬유는 색소가 없어도 아름다운 색을 나타내는 모르포 나비 날개의 구조를 모방한 것이다.

- 10** 홍합의 족사 단백질이 젖은 표면에도 잘 달라붙는 것을 모방한 수중 접착제는 인체 수술시 젖어 있는 절개 부위의 접착제 또는 봉합사로 활용된다.

- 11** 유리 코팅제는 물방울이 굴러 떨어져 연잎이 젖지 않는 성질을 이용한다. 또, 자가 세정 페인트는 물방울이 떨어져 내릴 때 표면에 있던 먼지까지 함께 굴러 떨어져 연잎이 스스로 깨끗함을 유지하는 성질을 이용한다.

개념 더하기 연잎의 성질

연잎의 표면에는 미세한 나노미터 크기의 돌기가 나 있고, 돌기 표면에는 기름 성분이 묻어 있다. 따라서 연잎에 물방울이 떨어지더라도 물방울이 흡수되지 않고 뭉쳐져 아래로 굴러 떨어져 연잎은 깨끗한 상태를 유지한다.



학교 시험 문제로 실력 올리기

80~83쪽

01 ③ 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 해설 참조 06 ④
07 ④ 08 ⑤ 09 해설 참조 10 ③ 11 ② 12 ⑤
13 ③ 14 ⑤ 15 ③ 16 ④ 17 ③ 18 해설 참조

고난도 문제 도전하기

19 ④ 20 ②

- 01 ㄱ. 전기 저항이 작은 도체와 전기 저항이 큰 절연체의 중간 정도의 전기 저항을 가진 물질을 반도체라고 한다.
ㄷ. 반도체에 불순물을 첨가하면 전기 저항이 감소한다.

오답 피하기 ㄴ. 반도체는 온도가 올라가면 자유 전자가 생기기 때문에 전기 저항이 감소한다.

- 02 ㄷ. 불순물 반도체는 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로 등을 만드는 데 이용된다.

오답 피하기 ㄱ. 순수 반도체인 규소에 불순물을 첨가하여 만든 불순물 반도체의 전기 저항은 규소보다 작다.

ㄴ. 전기 저항을 변화시킨 경우이므로, 불순물 반도체는 전기적 성질을 변화시킨 신소재이다.

- 03 발광 다이오드는 p-n접합 다이오드에 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 성질을, 트랜지스터는 약한 신호를 큰 신호로 증폭시키는 성질을, 집적 회로는 조건을 달리 할 때 전기 전도성을 조절할 수 있는 성질을 이용한다.

- 04 전기 저항이 매우 큰 A는 절연체, 전기 저항이 도체와 절연체의 중간 정도인 B는 반도체, 전기 저항이 가장 작은 C는 도체이다.

ㄴ. 발광 다이오드, 태양 전지 등은 반도체를 이용하여 만든다.

오답 피하기 ㄱ. 규소, 저마늄은 B에 속하는 물질이다.

ㄷ. 도체는 온도가 높아질수록 전기 저항이 커지므로 전기 전도성이 작아지는 물질이다.

- 05 **예시 답안** 빛을 비추면 전류가 흐르는 성질을 이용한다.

채점 기준	배점(%)
빛을 비추면 전류가 흐르는 성질을 이용한다고 옳게 설명한 경우	100
태양 에너지가 전기 에너지로 전환된다고만 설명한 경우	50

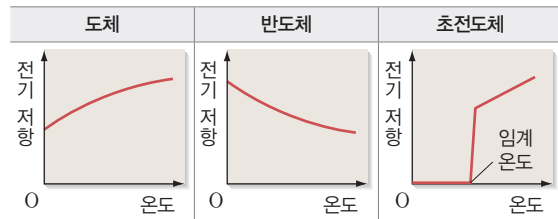
- 06 초전도체는 임계 온도 이하에서 초전도 현상이 나타나므로, 임계 온도 이하에서만 자석을 뜨게 할 수 있다.

- 07 ㄴ. A는 초전도체로, 임계 온도 이하에서 외부 자기장과 반대 방향의 자기장을 만들어 자석 위에 떠 있을 수 있다.

ㄷ. B는 온도가 높을수록 전기 저항이 작으므로 온도가 높을수록 전기가 잘 통하는 물질이다. B에 해당하는 물질로 절연체와 반도체가 있다.

오답 피하기 ㄱ. A는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0인 초전도체이다.

자료 분석하기 물질의 온도에 따른 전기 저항



- 08 ㄴ, ㄷ. (가) 분야는 임계 온도 이하에서 초전도체의 전기 저항이 0일 때 센 전류가 흘러 강한 자기장이 발생하는 성질을 이용한 것이다.

오답 피하기 ㄱ. 임계 온도 이하에서 초전도체의 전기 저항이 0이므로 열이 발생하지 않아 센 전류가 흐르게 할 수 있다.

- 09 **예시 답안** 임계 온도 이하에서 초전도체의 전기 저항이 0이므로, 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않아 에너지 손실이 거의 발생하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이므로, 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않는다고 옳게 설명한 경우	100
전류가 흐를 때 열이 발생하지 않는다고만 설명한 경우	50

- 10 ㄱ. 고온 초전도체는 임계 온도가 상대적으로 높은 초전도체를 말한다.

ㄴ. 낮은 온도를 유지하기 위해서는 비용이 많이 든다. 따라서 임계 온도가 높은 고온 초전도체를 사용하면 경제적이기 때문에 실용화 가능성이 높다.

오답 피하기 ㄷ. 고온 초전도체는 저온 초전도체보다 초전도 현상이 계속 나타나게 하는 데 비용이 적게 든다.

- 11 ㄷ. 그래핀은 반도체보다 전자의 이동 속도가 약 100배 이상 빨라서 초고속 트랜지스터나 고효율의 태양 전지를 만드는 데 활용된다.

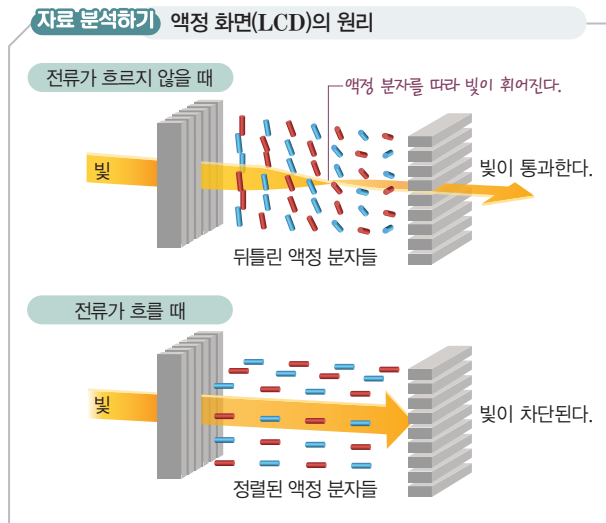
오답 피하기 ㄱ. 그래핀은 구리보다 열전도율이 높고 빛을 잘 투과시켜 투명하다.

ㄴ. 그래핀은 강도가 우수하며, 구부러지거나 휘 수 있다.

- 12 ㄱ. (가)는 액정이 발견된 사례를, (나)는 초전도체의 초전도 현상을, (다)는 그래핀을 얻어낸 사례를 설명한 글이다.
 ㄴ. 초전도체를 이용하면 전기 저항이 0이어서 센 전류를 흐르게 할 수 있기 때문에 강력한 전자석을 만들 수 있다.
 ㄷ. 그래핀은 반도체보다 전자의 이동 속도가 매우 빨라 초고속 컴퓨터를 만들 수 있다.

- 13 그래핀은 탄소 원자가 육각형 모양으로 결합하여 한 층으로 펼쳐진 평면 구조를 한 신소재이다. 얇고 빛을 잘 투과시켜 투명하며 강철보다 강도가 세고 열 전도성이 높고 반도체보다 전기 전도성이 크다. 면적이 늘어나거나 휘어져도 전기적 성질이 변하지 않아 휘어지는 디스플레이 등에 이용된다.

- 14 ㄴ. (가)는 액정에 전압을 걸지 않아서 액정의 배열 방향이 점차 휘어지고, 이러한 액정 분자를 따라 빛이 90°까지 휘어져 통과하는 것을 나타낸 것이다. (나)는 액정에 전압을 걸어 액정 분자의 배열 방향을 일치시켰기 때문에 빛이 통과하지 못하는 것을 나타낸 것이다.
 ㄷ. 액정은 두께를 얇게 만들 수 있고 다양한 크기로 제작할 수 있어서 휴대하기 편리하다. 또한 전력 소모가 작다.
오답 피하기 ㄱ. (가)와 같이 빛이 통과할 때와 (나)와 같이 빛이 통과하지 않을 때, 액정 분자의 배열 방향이 서로 다르다.



- 15 ③ 태양 전지는 빛을 비출 때 전류가 흐르는 성질의 반도체를 활용한 예이다.

오답 피하기 ①, ②, ④, ⑤ 액정은 휴대 전화, 온도계, 전자 계산기의 화면이나 내비게이션에 활용된다.

- 16 ㄴ. 네오디뮴 자석은 철 원자 사이에 네오디뮴과 붕소를 첨가하여 만든다.
 ㄷ. 네오디뮴은 가공하기 쉽고 저렴하나, 열에 약하고 녹이 잘 슬어 부식되기 쉽다.
오답 피하기 ㄱ. 네오디뮴 자석은 강한 자기력을 지니고, 이러한 자기적 성질을 이용해 다양한 장치에 사용된다.

- 17 ㄱ. (가)는 갈고리 형태의 도꼬마리 열매로 털에 붙으면 잘 떨어지지 않는다. 이러한 성질을 모방하여 일명 '찍찍이'라고 부르는 벨크로 테이프를 만든다.
 ㄷ. (다)와 같은 혼합에서 분비하는 단백질은 수중에서도 사용할 수 있는 접착제의 원료로 사용된다.

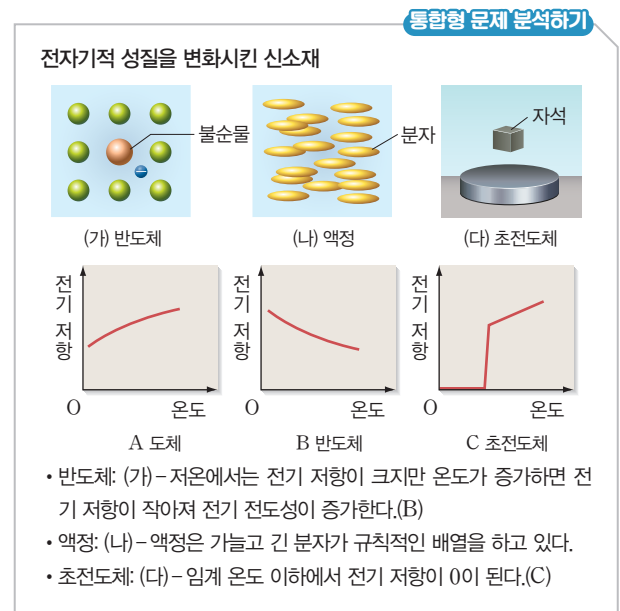
오답 피하기 ㄴ. (나)는 모르포 나비이며, 색소가 없어도 아름다운 색을 나타내는 날개의 성질을 모방하여 염료를 사용하지 않아도 여러 가지 색깔로 변하는 모르포텍스 섬유를 만든다.

- 18 **예시 답안** 연잎, 연잎 표면의 미세 돌기가 물을 밀어내어 표면이 물에 젖지 않고 물방울이 흘러내리며 먼지를 제거한다.

채점 기준	배점(%)
모방 대상과 생명체의 특성을 모두 옳게 설명한 경우	100
모방 대상을 옳게 썼으나 생명체의 특성에 대한 설명이 미흡한 경우	70
모방 대상만 옳게 쓴 경우	30

- 19 ㄴ. (나)는 분자가 가늘고 긴 형태이며 분자 배열이 고체와 액체의 중간 상태이므로 액정이다. 액정은 LCD와 같은 디스플레이의 재료로 사용된다.
 ㄷ. (다)와 같이 자석과 반발력이 작용하는 물질은 임계 온도 이하에서 초전도 현상을 보이는 초전도체이다. 초전도체는 임계 온도 이하에서 내부 자기장이 0이 된다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 불순물의 첨가로 자유 전자가 생겨 전기 저항이 감소하는 불순물 반도체이다. 반도체는 온도가 올라갈수록 전기 저항이 감소하므로 B와 같다.



- 20 ㄷ. 액정 화면의 구조상 액정은 빛이 통과하는 양만 조절할 수 있으므로 (가)에 컬러 필터를 부착해야 컬러 화면이 된다.

오답 피하기 ㄱ. 액정 화면의 구조상 (가)의 A와 같이 빛이 통과하는 경우는 액정에 전압이 걸리지 않은 상태이다.

ㄴ. (나)의 어두운 부분은 빛이 통과하지 못한 경우이므로 (가)의 B와 같은 상태이다.

핵심 정리 단원 마무리하기

- ① 산소(O) ② 4 ③ 규산염 ④ Si-O ⑤ 독립형
⑥ 복사슬 ⑦ 판상 ⑧ 탄소 ⑨ 4 ⑩ 공유 결합 ⑪ 4
⑫ 물 ⑬ 핵산 ⑭ 아미노산 ⑮ 폴리펩타이드 ⑯ 뉴클레오타이드 ⑰ 당 ⑱ 인산 ⑲ 리보스 ⑳ 타이민(T)
㉑ 반도체 ㉒ 임계 온도 ㉓ 마이스너 ㉔ 그래핀
㉕ 네오디뮴 자석 ㉖ 벨크로 테이프 ㉗ 홍합

실력 점검 II 단원 평가하기

- 01 ① 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ④ 06 ④ 07 ⑤
08 ③ 09 ② 10 ③ 11 ② 12 ④ 13 ④ 14 ④
15 ④ 16 ⑤

서술형 문제 대비하기

17~19 해설 참조

- 01 (가)는 우주, (나)는 지구, (다)는 지각을 구성하는 원소의 질량비를 나타낸 것이다.

ㄱ. 우주의 주요 구성 원소는 수소와 헬륨으로 빅뱅 초기에 만들어졌다.

오답 피하기 ㄴ. 지각을 구성하는 원소 중 많은 양을 차지하는 원소는 산소와 규소이므로 지각을 구성하는 원소의 질량비를 나타낸 것은 (다)이다.

ㄷ. (다)는 지각을 구성하는 원소의 질량비이므로 A는 산소, B는 규소이다. 따라서 B 원자 1개는 A 원자 4개와 공유 결합 하여 Si-O 사면체 구조를 이룬다.

- 02 ㄱ. II에 해당하는 원소는 C이다.

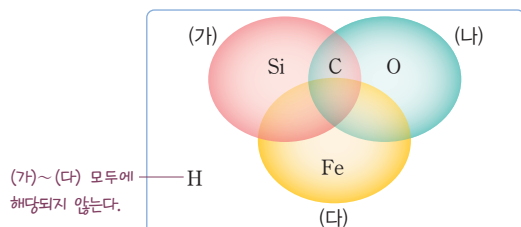
ㄴ. 규산염 광물의 주요 구성 원소는 Si와 O이므로 I과 III에 해당하는 원소이다.

오답 피하기 ㄷ. IV에 해당하는 원소는 Fe로 지구를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하며, 지각을 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 O이다.

자료 분석하기 원소의 분류

- (가) 원자가 전자가 4개인 원소: C, Si
- (나) 2주기 원소: C, O
- (다) 금속 원소: Fe

→ I에는 Si, II에는 C, III에는 O, IV에는 Fe이 해당된다.



- 03 ㄴ. (가)는 규소, (나)는 산소의 전자 배치 모형이다. 따라서 (가)와 (나)는 규산염 광물의 주요 구성 원소이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)의 규소는 원자가 전자 수가 4이고, (나)의 산소는 원자가 전자 수가 6이므로 원자가 전자 수는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이므로 (나)이다.

- 04 수소 원자(H)는 최대 1개의 원자와 공유 결합을 할 수 있고, 탄소 원자(C)는 최대 4개의 원자와 공유 결합을 할 수 있다.

ㄴ. 한 분자당 수소 원자 수는 10으로 같다.

오답 피하기 ㄱ. (가)와 (나)에서 한 분자당 공유 결합 수는 15로 같다.

ㄷ. 수소와 탄소의 구성 원자 수비는 (가)와 (나) 모두 H : C = 10 : 5 = 2 : 1로 같다.

- 05 • 학생 A, C: 탄소는 수소, 산소, 질소 등 다양한 원자와 결합할 수 있고, 다른 탄소와 사슬 모양, 고리 모양 등 여러 가지 형태로 결합을 형성하므로 다양한 탄소 화합물이 존재한다.

오답 피하기 • 학생 B: 지구에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 철이다.

- 06 A는 수소, B는 탄소, C는 산소, D는 규소이다.

ㄴ. C는 산소이고, D는 규소이다. 따라서 C와 D는 규산염 광물의 주요 구성 원소이다.

ㄷ. B와 D는 14족 원소이므로 원자가 전자 수가 4로 같으며, 원자 1개당 최대 4개의 다른 원자와 결합할 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 탄소 화합물은 탄소 원자(B)가 수소, 산소, 질소 등과 결합하여 형성된 화합물이므로 B를 포함해야 한다. A는 수소, C는 산소이므로 A와 C로 이루어진 화합물은 탄소 화합물이 아니다.

- 07 여러 개의 아미노산이 결합하여 폴리펩타이드를 형성하고, 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 고유의 입체 구조와 기능을 가진 단백질이 된다. 따라서 (가)의 A, B, C는 아미노산, (나)는 폴리펩타이드, (다)는 단백질이다.

ㄱ. 아미노산(A, B, C)은 탄소(C)를 중심으로 산소(O), 질소(N), 수소(H)가 결합한 구조이다.

ㄴ. 아미노산(가)이 결합하여 폴리펩타이드(나)를 형성할 때 아미노산과 아미노산 사이에서 물 분자 1개가 빠져나가면서 펩타이드 결합이 형성된다.

ㄷ. 폴리펩타이드(나)를 이루는 단위체인 아미노산의 배열 순서가 달라지면 단백질(다)의 입체 구조가 달라지고 그에 따라 단백질(다)의 기능이 바뀔 수 있다.

- 08 ㄱ. (가)는 핵산(DNA)을 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드, (나)는 단백질을 구성하는 단위체인 아미노산이다.

ㄷ. 아미노산 여러 개가 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질을 형성한다.

오답 피하기 ㄴ. (가)는 타이민(T)을 가지므로 DNA에만 존재하며, RNA에는 타이민(T) 대신 유라실(U)이 존재한다.

09 (가)는 이중 나선 구조이므로 DNA, (나)는 단일 가닥 구조이므로 RNA이다.

ㄷ. DNA의 이중 나선에서 각 가닥의 염기들은 나선 안쪽에서 마주 보며 상보적으로 결합하고 있다. 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 각각 상보적으로 결합한다.

오답 피하기 ㄱ. 한 뉴클레오타이드의 당은 다른 뉴클레오타이드의 인산과 공유 결합 하여 긴 뉴클레오타이드 사슬인 폴리 뉴클레오타이드를 만든다.

ㄴ. DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스, RNA를 구성하는 당은 리보스이다.

10 ㄱ. T_c 는 초전도체의 전기 저항이 0이 되는 온도로 초전도 현상이 나타나기 시작하는 임계 온도이다.

ㄷ. 임계 온도 이하에서 초전도체의 내부 자기장은 0이 되므로 자석을 올려놓으면 주변의 자기장을 밀어내 자석이 뜬다.

오답 피하기 ㄴ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이므로, 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않는다.

11 제시된 신소재는 불순물 반도체이며, 이를 이용하는 예로 태양 전지와 발광 다이오드가 있다.

오답 피하기 ㄱ. 액정은 온도와 전압에 따라 액정 분자의 배열이 달라져 빛을 투과하는 정도가 달라지는 신소재이다.

ㄷ. 전력 손실이 없는 송전선은 초전도체를 이용한다.

12 ㄴ. 자기 공명 영상 장치(MRI)는 센 전류가 흐를 때 발생하는 강한 자기장을 이용한다.

ㄷ. 초전도 전력 케이블은 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않으므로 전기 에너지의 손실이 거의 없다.

오답 피하기 ㄱ. 핵융합 장치는 초전도 코일에 센 전류가 흐를 때 발생하는 강한 자기장을 이용한다.

13 그래핀은 면적이 늘어나거나 휘어지더라도 전기적 성질이 변하지 않는다.

14 ㄴ. 액정에 걸린 전압에 따라 분자의 배열 방향이 바뀌므로 액정을 통과하는 빛의 양을 조절할 수 있다.

ㄷ. 액정은 스스로 빛을 내지 못하므로 배경 광원으로 형광등을 필요로 한다.

오답 피하기 ㄱ. 액정 화면(LCD)은 전압에 따라 액정 분자의 배열이 바뀌는 전기적 성질을 이용한다.

15 연잎의 나노 돌기는 표면 장력이 커서 물방울을 맺히게 하여 오염물을 제거하거나 오염물이 묻지 않도록 한다. 이러한 성질은 발수 코팅 페인트, 물에 젖지 않는 섬유, 비가 내리면 저절로 깨끗해지는 유리창, 김이 서리는 것을 방지하는 코팅 필름 등에 적용된다.

오답 피하기 ㄱ. 감압 접착제는 접착면에 접착제를 접착시키기 위한 압력이 작용하여 접착되는 물질이다.

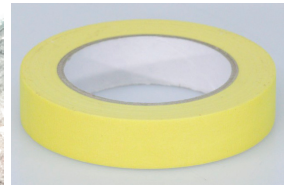
ㄴ. 수술용 봉합사는 홍합의 단백질을 모방하여 수중에서도 접착이 잘 되는 성질을 이용한 것이다.

16 도마뱀붙이의 발바닥은 발바닥 표면에 촘촘히 박혀 있는 미세 털의 끝부분이 구부러져 있기 때문에 벽에 매달려 있을 때는 미끄러지지 않지만 걸음을 옮길 때는 쉽게 떨어진다.

개념 더하기 도마뱀붙이의 발바닥



▲ 도마뱀붙이



▲ 게코 테이프

- 도마뱀붙이: 도마뱀붙이는 벽에 달라붙을 때 발가락을 벽면에 붙인 다음 미끄러지듯 아래로 당긴다. 반대로 발가락을 떼 때는 미세 털을 수직 방향으로 세워 떨어지게 한다.
- 게코 테이프: 도마뱀붙이의 성질을 모방한 게코 테이프는 일반 테이프처럼 위에서 누를 때는 접착력이 생기지 않고, 아래로 미끄러지듯 잡아당길 때 접착력이 생긴다. 따라서 수직으로 잡아당기면 거의 힘을 들이지 않고 떼어 낼 수 있다.

17 **예시 답안** 생명체를 구성하는 탄수화물, 단백질, 지질은 모두 탄소로 이루어진 기본 골격에 다른 원소가 결합하여 이루어진 탄소 화합물이다.

채점 기준	배점(%)
탄소로 이루어진 기본 골격을 갖는 탄소 화합물이라고 설명한 경우	100
탄소 화합물이라고만 설명한 경우	50

18 DNA를 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드는 염기가 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)으로 서로 다른 4종류가 있다. DNA 형성 시 염기가 서로 다른 4종류의 뉴클레오타이드가 다양한 순서로 결합하여 염기 서열이 다양한 DNA가 만들어진다. 따라서 DNA의 염기 서열에 다양한 유전 정보를 저장할 수 있다.

예시 답안 유전 정보는 DNA의 염기 서열에 저장되어 있는데, DNA 형성 시 염기가 서로 다른 4종류의 뉴클레오타이드가 다양한 순서로 결합하여 염기 서열이 다양한 DNA가 만들어지기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
유전 정보가 DNA의 염기 서열에 저장되며, 염기가 서로 다른 4종류의 뉴클레오타이드(단위체)가 다양한 순서로 결합하기 때문이라고 설명한 경우	100
단위체가 다양한 순서로 결합하기 때문이라고만 설명한 경우	50

19 **예시 답안** 반도체에 열을 가한다, 빛을 비춘다, 불순물을 첨가한다. 등

채점 기준	배점(%)
반도체의 전기 전도성을 증가시키는 방법을 두 가지 모두 옳게 쓴 경우	100
반도체의 전기 전도성을 증가시키는 방법을 한 가지만 옳게 쓴 경우	50

III 역학적 시스템

08 역학적 시스템과 중력

확인문제

92~94쪽

1 역학적 시스템 2 중력 3 등가속도 4 등속 직선, 자유 낙하 5 중력 6 산소 7 대류

기본 문제로 개념 다지기

95쪽

01 역학적 시스템 02 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ 03 (1) (가) (2) 공기 저항력 04 ㉠ 공기 저항, ㉡ 중력, ㉢ 9.8, ㉣ 자유 낙하 운동 05 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 06 중력

01 자연에 존재하는 여러 가지 힘들이 물체 사이에 상호 작용 하면서 전체적으로 일정한 운동 체계를 유지하고 있는 시스템을 역학적 시스템이라고 한다.

02 (2) 중력은 질량이 있는 모든 물체 사이에 상호 작용 하는 힘으로, 다른 행성에서도 작용한다.

(4) 중력은 지표면에서 높은 곳으로 올라갈수록 작아지고, 적도에서 극지방으로 갈수록 커진다.

03 (1) 자유 낙하 운동은 공기 저항을 무시할 때, 물체가 중력만을 받으며 낙하하는 운동이다. 따라서 (가)와 같이 물체의 종류에 관계없이 속력이 일정하게 증가한다.

(2) 공기 저항력은 중력과 반대 방향으로 작용하며, 깃털은 쇠구슬보다 공기 저항력의 영향을 더 많이 받아 늦게 떨어진다.

04 공기 저항을 무시할 때 물체에 중력만 작용하여 매초 9.8 m/s 씩 속력이 빨라지는 운동을 자유 낙하 운동이라고 한다.

개념 더하기 가속도 법칙

물체에 힘이 작용하면 물체는 가속도 운동을 한다. 이때 가속도(a)는 물체에 작용하는 힘(F)에 비례하고 질량(m)에 반비례한다.

$$a = \frac{F}{m}, F = ma$$

힘 F 가 일정하면 물체는 가속도 a 가 일정한 등가속도 운동을 한다.

05 (1) 수평 방향으로의 힘은 작용하지 않으므로 공은 등속 직선 운동을 한다.

(2) 공기 저항을 무시할 때 수평 방향으로 던진 공에 작용하는 힘은 연직 방향(↓)의 중력뿐이다.

(3) 연직 방향으로 중력이 작용하므로 공은 자유 낙하 운동과 동일한 운동을 한다.

(4) 수평 방향으로 공을 던지는 속력이 클수록 공이 멀리 날아가지만, 연직 방향의 가속도는 중력 가속도 9.8 m/s²으로 같으므로 공이 떨어지는 시간은 동일하다.

자료 분석하기 수평 방향으로 던진 물체의 운동

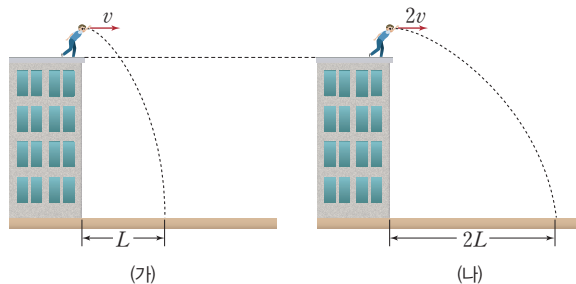


그림 (가)와 같이 수평 방향으로 던진 물체의 속력이 v 일 때 수평 방향으로 이동한 거리가 L 이라면, (나)와 같이 수평 방향으로 던진 속력이 $2v$ 일 때 수평 방향으로 이동한 거리는 $2L$ 이 된다. 그러나 물체를 던진 높이가 같다면 수평 방향의 속력에 관계없이 물체의 낙하 시간은 동일하다.

06 (가) 지구와 달 사이에 작용하는 중력에 의해 달이 지구 주위를 공전한다.

(나), (다) 지구에서 중력에 의해 대기가 순환하며, 중력은 모든 물체에 작용하여 연직 방향으로 떨어지게 한다. 즉, 중력은 지구상의 모든 물체와 생명체에 끊임없이 작용하면서 지구와 생명체를 유지하는 중요한 역할을 한다.

탐구 자료로 기본 다지기

96~97쪽

자료 1 01 ㉢ 02 ㉣ 03 자유 낙하 운동 04 ㉢ 05 ㉣
자료 2 06 해설 참조 07 ㉠ 등속 직선, ㉡ 등가속도 08 ㉤
자료 3 09 A와 B에 모두 9.8 N의 힘이 연직 아래 방향으로 작용한다. 10 동시에 떨어진다. 11 ㉡, ㉣

01 ㉣. 중력은 지구가 물체를 당기는 힘으로 항상 지구 중심(연직 아래) 방향으로 작용한다. 지표 부근의 물체뿐만 아니라 멀리 떨어진 물체에도 작용하며, 지구상의 모든 물체에 끊임없이 작용하면서 일정한 질서와 지속성을 유지하게 하므로, 역학적 시스템에서 매우 중요한 역할을 한다.

오답 피하기 ㉠. 중력은 물체의 운동 방향에 관계 없이 항상 지구 중심 방향으로 작용한다.

㉡. 중력은 지표 근처의 물체뿐만 아니라 지표에서 멀리 떨어진 물체에도 작용한다.

02 ㉠. 중력은 밀도 차에 의한 대류 현상을 일으키므로 대기와 해수가 순환하도록 한다. 또한 중력은 강수 현상, 높은 곳에

서 낮은 곳으로 흐르는 물과 빙하에 의한 지표면의 변화를 일으키기도 한다.

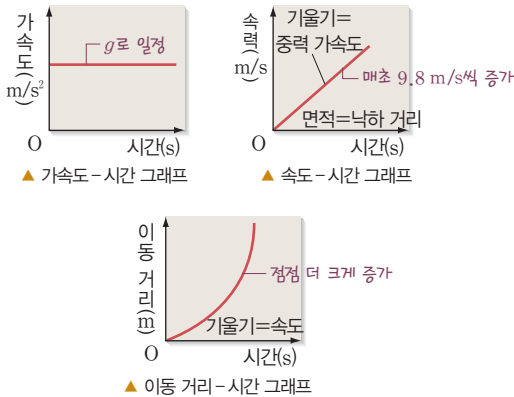
ㄷ. 중력은 생명체의 구조에도 영향을 미쳐, 무거운 육상 동물의 경우 중력을 견딜 수 있는 강한 골격 구조를 갖게 되었다.

오답 피하기 ㄴ. 대기를 이루는 기체들은 지구 중력에 의해 지표 부근에 모여 있으므로 높은 곳으로 올라갈수록 공기가 희박해진다.

03 물체가 중력만을 받으며 낙하하는 운동을 자유 낙하 운동이라고 한다. 자유 낙하 운동은 공기의 저항을 무시했을 때 물체가 중력에 의해 낙하하는 운동이다.

04 자유 낙하 운동을 하는 물체의 속력은 매초 9.8 m/s씩 일정하게 증가한다.

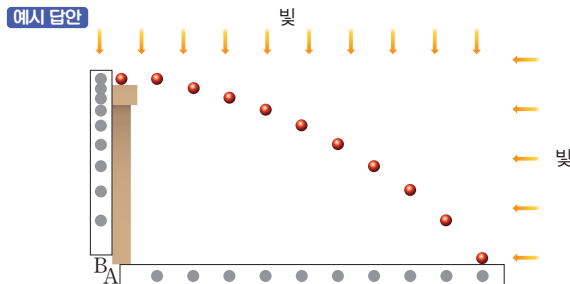
개념 더하기 자유 낙하 운동 그래프



05 ㄴ, ㄷ. 자유 낙하 하는 물체에는 연직 방향으로 일정한 크기의 중력이 작용하므로 물체는 중력 가속도가 $9.8 m/s^2$ 인 등가속도 운동을 한다.

오답 피하기 ㄱ. 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 질량에 관계없이 $9.8 m/s^2$ 로 일정하므로, 같은 높이에서 물체의 모양이나 질량에 관계없이 동시에 떨어진다.

06 수평 방향으로 던진 공은 수평 방향의 등속 직선 운동과 연직 방향의 등가속도 운동이 합쳐진 포물선 운동을 한다. A에는 공이 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한 결과 같은 간격의 그림자가 생기고, B에는 공이 연직 방향으로 등가속도 운동을 한 결과 그림자의 간격이 일정하게 증가한다.



07 수평 방향으로 던진 공의 경우 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않으므로 속도가 일정한 등속 직선 운동을 하며, 연직 방향으로는 중력이 작용하여 속도가 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

08 ㄱ. 공에는 수평 방향으로 힘이 작용하지 않으므로 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 한다.

ㄴ. 수평 방향으로 던진 공에는 연직 방향으로 지구에 의한 중력이 작용한다.

ㄷ. 수평 방향으로 던진 공은 수평 방향의 등속 직선 운동과 연직 방향의 등가속도 운동이 합쳐진 포물선 운동을 한다.

09 A와 B에 모두 중력만 작용한다. A와 B의 질량이 1 kg으로 같으므로 A와 B에는 모두 9.8 N의 힘이 연직 아래 방향으로 작용한다.

10 자유 낙하 하는 공과 수평 방향으로 던진 공은 연직 방향의 가속도가 같으므로 처음 높이가 같다면 동시에 바닥에 떨어진다.

11 ㄴ, ㄷ. A~C에는 모두 연직 방향으로 중력이 작용하므로, 연직 방향의 가속도는 모두 중력 가속도와 같다. 따라서 A~C가 바닥에 도달하는 시간도 같다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ. 물체를 수평 방향으로 던졌을 때 수평 방향으로 날아간 거리는 수평 방향의 속도에 비례한다. 그림에서 수평 방향의 거리는 $A < B < C$ 이므로 수평 방향의 속도는 $A < B < C$ 이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

98~101쪽

- 01 ① 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 해설 참조 06 ③ 07 ④
 08 수평 방향: 등속 직선 운동, 연직 방향: 등가속도 운동 09 해설 참조
 10 수평 방향의 속력: 2 m/s, 연직 방향의 속력: 19.6 m/s 11 A=B 12 ② 13 해설 참조 14 ②
 15 ㉠ 중력, ㉡ 등속 직선, ㉢ 등가속도(자유 낙하), ㉣ 클 16 ⑤
 17 ⑤ 18 ③

고난도 문제 도전하기

- 19 ⑤ 20 ③

01 (가), (나)에는 탄성력과 중력, (다)에는 자기력과 중력, (라)에는 중력이 작용한다. 따라서 (가)~(라)에는 지구가 물체를 지구 중심 방향으로 당기는 중력이 공통으로 작용한다.

02 ㄱ, ㄷ. 중력은 두 물체의 질량이 클수록 크게 작용하고, 서로 접촉해 있거나 멀리 떨어져 있어도 작용한다.

오답 피하기 ㄴ. 중력은 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크게 작용한다.

개념 더하기 두 물체 사이에 작용하는 중력

지구의 중력은 보통 지구가 물체를 당기는 힘을 의미하지만 일반적으로는 질량이 있는 모든 물체 사이에 상호 작용 하는 힘이다. 그림은 A와 B 사이에 작용하는 중력을 나타낸 것이다.

A와 B 사이에는 서로 당기는 중력이 쌍으로 나타난다.



- A가 B를 당기는 중력과 B가 A를 당기는 중력은 서로 크기가 같고 방향은 반대이다.
- 중력의 크기는 두 물체의 질량이 클수록, 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 커진다.
- 중력은 물체가 서로 접촉해 있거나 멀리 떨어져 있어도 작용한다.

03 작용 반작용 법칙에 의해 지구가 물체를 당기는 힘의 크기는 물체가 지구를 당기는 힘의 크기와 같다.

04 ㄴ. 지표면 근처의 물체에는 일정한 크기의 중력($=9.8m$)이 계속 작용하여 등가속도 운동을 하므로 물체에 작용하는 중력의 크기는 $2\text{ kg} \times 9.8\text{ m/s}^2 = 19.6\text{ N}$ 이다.

오답 피하기 ㄱ. 자유 낙하 하는 물체의 속력은 매초 9.8 m/s 씩 증가하므로 1초 후 물체의 속력은 9.8 m/s 이다.

ㄷ. 공기의 저항 없이 자유 낙하 운동을 하는 물체는 물체의 질량에 관계없이 가속도가 9.8 m/s^2 으로 일정하다.

05 물체가 자유 낙하 하는 동안 물체에는 일정한 크기의 중력이 계속 작용하므로 물체는 등가속도 운동을 한다.

예시 답안 물체가 자유 낙하 하는 동안 물체에 일정한 크기의 중력이 계속 작용하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
물체가 자유 낙하 하는 동안 물체에 일정한 크기의 중력이 계속 작용하기 때문이라고 설명한 경우	100
물체에 힘이 작용한다고만 설명한 경우	50

06 ㄱ, ㄴ. 쇠구슬과 깃털은 동시에 떨어지므로 자유 낙하 운동이며, 쇠구슬과 깃털에 작용하는 힘은 중력뿐이다.

오답 피하기 ㄷ. 자유 낙하 하는 물체에 작용하는 가속도의 크기는 질량과 관계없이 9.8 m/s^2 으로 일정하다.

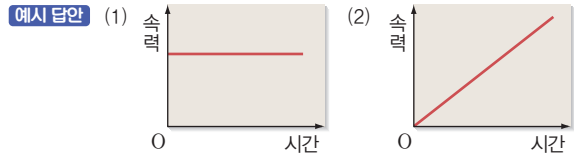
07 철수: 자유 낙하 하는 물체에는 중력만 작용하고 크기는 일정하다.

영희: 일정한 크기의 중력이 작용하므로 물체는 등가속도 운동을 한다.

오답 피하기 민수: 물체의 중력 가속도의 크기는 질량에 관계없이 약 9.8 m/s^2 으로 일정하다.

08 공기 저항을 무시할 때 수평 방향으로 던진 물체에는 연직 방향으로 일정한 크기의 중력이 계속 작용한다. 따라서 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

09 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 속력은 시간에 따라 일정하며, 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 속력은 시간에 따라 일정하게 증가한다.

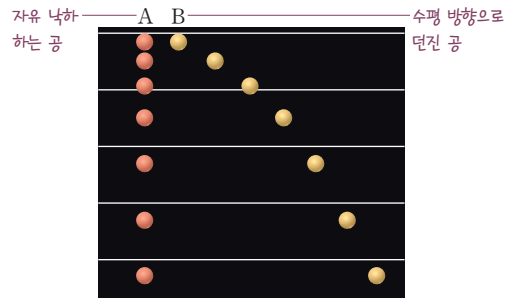


10 수평 방향으로 던진 물체의 수평 방향의 속력은 변하지 않으며, 연직 방향 속력은 매초 9.8 m/s 씩 증가한다. 따라서 2초 후 물체의 수평 방향의 속력은 2 m/s 이고, 연직 방향의 속력은 $2 \times 9.8\text{ m/s} = 19.6\text{ m/s}$ 이다.

11 휘어진 자가 퍼지는 순간 A는 자유 낙하 하고 B는 수평 방향으로 튀어 나간다. B의 연직 방향 운동이 A의 자유 낙하 운동과 같으므로 A와 B는 동시에 바닥에 떨어진다.

12 수평 방향으로 던진 B에는 연직 방향으로 중력만 작용하므로 수평 방향으로 힘은 작용하지 않는다.

자료 분석하기 자유 낙하 하는 공과 수평 방향으로 던진 공의 운동



구분	자유 낙하 운동(A)	수평 방향으로 던진 물체의 운동(B)	
		수평 방향	연직 방향
힘	중력	0	중력
운동	등가속도 운동	등속 직선 운동	등가속도 운동

13 **예시 답안** 달의 중력이 지구에 비해 훨씬 작아 기체가 달의 중력에서 벗어나 우주로 날아가 버렸기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
달과 지구의 중력의 크기를 비교하여 기체에 작용하는 중력의 영향을 옳게 설명한 경우	100
지구에 비해 달의 중력이 작다고만 설명한 경우	50

14 ㄴ, ㄷ. 세 물체 모두 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 시간에 따른 연직 방향의 속력이 같고 동시에 h 지점을 통과한다.

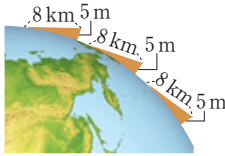
오답 피하기 ㄱ. 세 물체의 수평 방향 속력은 변하지 않으므로 $A(=0) < B < C$ 이다.

ㄷ. 중력의 크기는 질량에 비례하므로 $A < B < C$ 이다.

- 15** 수평 방향으로 던진 물체는 중력을 받아 수평 방향으로의 등속 직선 운동, 연직 방향으로의 등가속도(자유 낙하) 운동을 하며 포물선 궤도를 그리며 떨어진다. 속력이 클수록 수평 방향 이동 거리가 길어지고, 특정 속력으로 던지면 지구가 둥글기 때문에 원운동을 하게 된다.

개념 더하기 뉴턴의 사고 실험과 지구의 곡률

지구의 곡률은 수평 방향으로 8 km 진행할 때마다 약 5 m씩 구부러진 정도이다. 물체를 수평 방향으로 던진 속력이 8 km/s 정도라고 하면, 물체가 지구 중력을 받아 연직 방향으로 1초에 약 5 m씩 낙하한 만큼 지표면이 휘어져 있으므로 바닥에 닿을 수가 없게 된다. 즉, 이 경우 지표면을 스치듯 원운동을 한다.



- 16** 원소가 물질을 구성하는 현상은 전기력과 관계된다. 원자나 분자 사이에서는 전기력이 중요한 역할을 한다.
- 17** ㄱ. 식물의 뿌리는 중력을 받아 땅속을 향해 자란다.
 ㄴ. 대기는 지구 중력에 붙잡혀 지표 부근에 형성되므로 생명체가 호흡을 할 수 있다.
 ㄷ. 육상의 무거운 동물은 강한 근육과 단단한 골격으로 중력에 적응한다.

- 18** ㄱ. 물체에는 중력만 작용하여 연직 방향으로의 자유 낙하 운동을 하므로 연직 방향 가속도는 일정하다.
 ㄴ. 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 2 m/s의 속력으로 6 m를 이동하는 데 3초가 걸린다.
오답 피하기 ㄷ. 운동하는 동안 물체에 작용하는 중력은 일정하다.

- 19** 표로부터 공이 5 m를 자유 낙하 하는 데 걸린 시간은 1초임을 알 수 있다. 즉, 공은 1초 동안 수평 방향으로 15 m를 운동해야 한다. 따라서 수평 방향으로 던진 공의 속력 = $\frac{\text{거리}}{\text{시간}} = \frac{15 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}$ 이다.

- 20** ㄷ. (나)와 같이 밀폐시켰을 경우 (가)의 B는 무중력 상태의 불꽃으로 공기가 대류하지 않아 주변 공기의 산소를 계속 공급받을 수 없으므로 먼저 꺼진다.
오답 피하기 ㄱ. 무중력 상태에서는 뜨거워졌다고 하더라도 가볍고 무겁다는 개념이 없기 때문에 대류에 의한 상승 기류가 발생하지 않는다. 따라서 기체로 바뀐 초와 주변의 공기가 심지 주위에 모여 있게 되어 촛불은 둥근 모양이 된다. 즉, (가)에서 무중력 상태의 불꽃은 B이다.
 ㄴ. 중력이 작용하는 장소에서 초에 불을 붙이면 촛불에서 발생하는 열에 의한 대류가 일어나 불꽃의 모양이 길쭉해진다. 즉, (가)에서 불꽃 주위의 기체가 대류하는 것은 A이다.

09 운동량과 충격량

확인문제

102~104쪽

1 관성 2 속도 3 시간 4 크다 5 길 6 길

기본 문제로 개념 다지기

105쪽

- 01** 관성 **02** (1) ○ (2) ○ (3) × **03** 6 kg·m/s **04** ㉠ 충격량, ㉡ 클, ㉢ 길 **05** 60 N·s **06** ㉠ 크, ㉡ 운동량의 변화량 **07** (1) 충격량(또는 운동량의 변화량) (2) 해설 참조 **08** ㉠ 길, ㉡ 작

- 01** 관성은 물체가 원래의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질로, 물체의 질량이 클수록 크다.

- 02** 운동량은 운동하는 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량이다.
 (1) 운동하는 물체의 질량이 클수록 운동량이 커서 충돌 효과가 크다.
 (2) 운동하는 물체의 속도가 클수록 운동량이 커서 충돌 효과가 크다.
 (3) 운동량이 작을수록 충돌 효과가 작으므로, 다른 물체와 충돌할 때 물체의 모양이나 운동 상태를 크게 변화시키지 못한다.

- 03** 운동량 = 질량 × 속도 = $0.4 \text{ kg} \times 15 \text{ m/s} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

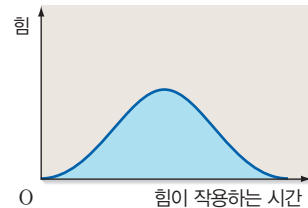
- 04** 물체가 충돌할 때 충격을 받는 정도를 충격량이라고 한다. ‘충격량 = 힘 × 시간’이므로, 충돌할 때 받는 힘이 클수록 힘을 받는 시간이 길수록 충격량이 커진다.

- 05** 충격량 = 힘 × 시간 = $20 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 60 \text{ N} \cdot \text{s}$

- 06** 물체가 다른 물체와 충돌할 때 받는 충격량이 클수록 운동량이 크게 변하므로, 충격량은 운동량의 변화량과 같다.

- 07** (1) 힘 - 시간 그래프 아랫부분의 면적은 물체가 받은 충격량과 같고, 충격량은 운동량의 변화량과 같다.
 (2) 충격량이 같을 때 힘이 작용한 시간이 길수록 물체가 받는 힘의 크기는 작아진다.

예시 답안



- 08** ‘충격량 = 평균 힘 × 충돌 시간’이므로 운동량의 변화량이 같아 충격량이 같은 경우에 충돌 시간을 길게 하면 힘을 작게 하여 피해를 줄일 수 있다.

탐구 자료로 기본 다지기

106~107쪽

자료 1 01 질량이 큰 쇠구슬

02 ㉠ 클, ㉡ 높 03 ㉢

자료 2 04 ㉠ 충격량, ㉡ N·s 05 ㉣

06 충돌 시간

자료 3 07 ㉣ 08 B 09 ㉣

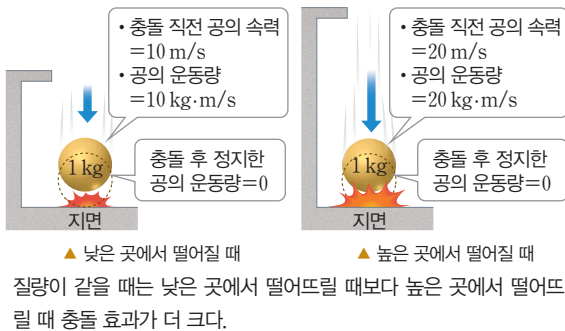
자료 4 10 ㉠ 길, ㉡ 작아 11 ㉠

01 운동하는 물체의 질량이 클수록 운동량이 커서 충돌 효과가 크므로, 질량이 큰 쇠구슬을 떨어뜨리는 경우에 고무찰흙이 변형되는 정도가 더 크다.

02 '운동량=질량×속도'이므로 질량이 같을 경우 속도가 클수록 운동량이 커서 충돌 효과가 더 크게 나타난다.

자료 분석하기 운동량의 크기

공이 가진 운동량이 클수록 지면에서 받는 충돌 효과가 크게 나타난다.



03 ㄱ, ㄴ. 운동량은 질량과 속도의 곱이므로 쇠구슬의 질량과 속도가 클수록 크다. 따라서 낙하하는 쇠구슬의 속도가 빨라짐에 따라 운동량은 점점 증가한다.

ㄷ. 쇠구슬의 운동량이 클수록 고무찰흙을 변형시키는 정도가 크므로, 운동량이 클수록 충돌할 때 나타나는 효과가 크다.

04 충격량은 힘과 시간의 곱이므로, 충격량의 단위는 힘의 단위(N)와 시간의 단위(s)를 곱한 N·s를 사용한다.

05 ㉣ (가)와 (나)에서 빨대를 같은 세기로 불 때, (나)와 같이 입근처에 넣은 면봉이 빨대 끝으로 빠져나오는 시간 동안 계속 힘을 받으므로 힘을 받는 시간이 (가)에서보다 더 길어진다.

오답 피하기 ① 면봉이 받는 힘의 크기는 빨대를 부는 세기에 비례한다.

② 빨대를 세게 불수록 면봉이 받는 힘의 크기가 커서 면봉이 더 멀리까지 날아간다.

③ (가)와 (나)에서 빨대를 같은 세기로 불면 면봉이 받는 힘의 크기는 같다.

⑤ (가)와 (나)에서 빨대를 같은 세기로 불면 면봉이 힘을 받는 시간이 더 긴 (나)에서가 (가)에서보다 더 멀리 날아간다.

06 테니스 라켓을 앞으로 밀듯이 끝까지 휘두르면 라켓과 공의 충돌 시간이 길어져 공이 힘을 받는 시간이 증가하므로 공이 받는 충격량이 증가한다.

07 ㄱ. 질량이 같은 달걀을 같은 높이에서 낙하시켰으므로 충돌 전 운동량이 같아 충돌 시 운동량의 변화량 및 충격량이 같다.
ㄷ. 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적이 충격량을 의미하므로 면적이 같다.

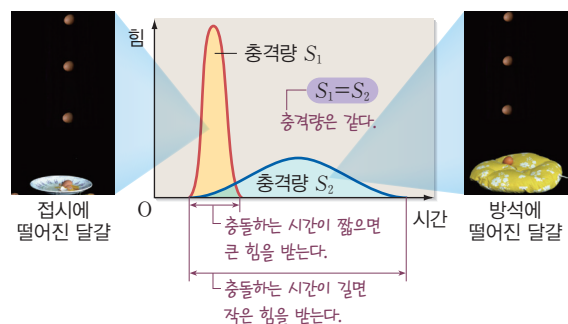
오답 피하기 ㄴ. 충격량=평균 힘×충돌 시간에서 충돌 시간이 길수록 평균 힘이 작아진다.

08 달걀이 정지하는 데 걸리는 시간은 방석에서가 접시에서보다 길다. 따라서 B가 방석 위에 떨어진 달걀이 받는 힘의 크기를 나타낸다.

09 ㄴ, ㄷ. 충격량이 같을 때, 방석 위에 떨어지는 달걀의 충돌 시간이 더 길기 때문에 달걀이 받는 평균 힘이 더 작다.

오답 피하기 ㄱ. 두 달걀이 같은 높이에서 각각 접시와 방석에 떨어져 정지하므로 운동량의 변화량이 같아 충격량도 같다.

자료 분석하기 충돌 시 작용하는 힘과 시간의 관계



10 충격량이 같을 때 힘을 받는 시간이 길수록 힘의 크기가 작아지므로, 충돌 관련 안전장치의 대부분은 충돌이 일어났을 때 충돌 시간을 길게 하여 사람이 받는 힘의 크기를 줄이도록 설계되어 있다.

11 손을 뒤로 빼면서 야구공을 받으면 힘을 받는 시간이 길어져 손에 작용하는 힘의 크기가 작아지므로 충격을 최소화할 수 있다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

108~111쪽

01 ㉣ 02 ㉡ 03 해설 참조 04 ㉣ 05 ㉢ 06 ㉢
07 ㉢ 08 ㉣ 09 40 N·s 10 ㉣ 11 ㉠ 12 ㉢
13 ㉢ 14 ㉠ 15 ㉢ 16 해설 참조 17 ㉠ 18 ㉣

고난도 문제 도전하기

19 ㉢ 20 ㉢

01 ㄱ. 관성은 물체가 현재의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질이므로, 자동차 충돌 사고가 났을 때 관성에 의해 몸이 튕겨 나가는 것을 막기 위해 안전띠를 매야 한다.

ㄴ. 정지해 있던 버스가 출발할 때 사람의 몸은 정지 상태를 유지하려는 관성에 의해 뒤로 쏠린다.

ㄷ. 움직이는 자전거의 페달을 밟지 않아도 운동 상태를 유지하려는 관성에 의해 얼마 동안 계속 달릴 수 있다.

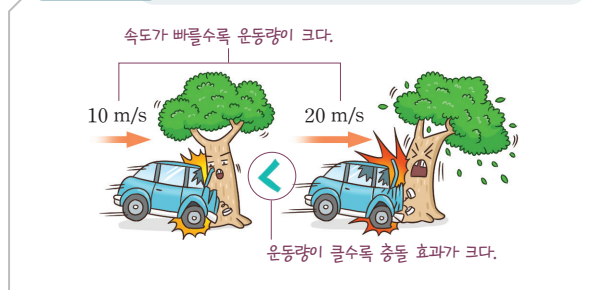
오답 피하기 ㄴ. 큰 힘으로 던진 공이 더 멀리 날아가는 것은 큰 힘을 작용했을 때 운동 상태의 변화가 더 커지는 현상이다.

02 물체의 질량이 클수록 관성이 커서 운동 상태를 변화시키기 어렵다.

03 **예시 답안** 자동차의 운동량은 속도에 비례하므로, 속도가 작을수록 운동량이 작아져서 충돌할 때 충격량이 작아 피해를 줄일 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
속도가 작을수록 운동량이 작아져 충격량이 작아짐을 옳게 설명한 경우	100
운동량과 속도의 관계 또는 속도와 충격량의 관계 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

자료 분석하기 운동량의 크기와 충돌 효과



04 운동량은 질량과 속도의 곱이므로, 거북의 속도를 v 라고 하면 거북의 운동량은 $200 \text{ kg} \times v$, 토끼의 운동량은 $4 \text{ kg} \times 10v$ 이다. 따라서 거북의 운동량은 토끼보다 5배 크다.

05 ㄱ, ㄴ. 대롱의 길이가 길수록 화살이 힘을 받는 시간이 길어지므로 화살이 받는 충격량이 커진다. 따라서 화살이 더 멀리 날아간다.

오답 피하기 ㄴ. 대롱의 길이가 길어 화살이 받는 충격량이 클수록 화살의 운동량의 변화량도 커진다. 따라서 대롱의 길이가 달라지면 대롱을 떠나는 화살의 운동량은 달라진다.

06 운동량의 변화량=충격량이므로, $0.04 \text{ kg} \times 125 \text{ m/s} = F \times 0.01 \text{ s}$ 에서 $F = 500 \text{ N}$ 이다.

07 A와 B의 운동량의 변화량이 같으므로 충격량은 같다. 충격량은 힘과 시간의 곱이므로 충격량이 같을 때 힘과 시간은 반비례한다. 따라서 A와 B가 정지하는 데 걸린 시간의 비가 1 : 3이므로 물체에 작용한 힘의 크기의 비 $F_A : F_B = 3 : 1$ 이다.

08 ㄴ. 충돌 후 공의 운동량의 크기는 $0.5 \text{ kg} \times 3 \text{ m/s} = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 충격량=‘평균 힘×시간’이므로 0.1초 동안 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{4 \text{ N} \cdot \text{s}}{0.1 \text{ s}} = 40 \text{ N}$ 이다.

오답 피하기 ㄱ. 충돌 전 공의 운동량이 $0.5 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} = 2.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 충돌 후 운동량이 $0.5 \text{ kg} \times (-3 \text{ m/s}) = -1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 충격량(=운동량의 변화량)의 크기는 $4 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

09 충격량은 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적과 같으므로, 물체가 4초 동안 받은 충격량은 $10 \text{ N} \times 4 \text{ s} = 40 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

10 충격량=운동량의 변화량이므로, 4초 후 물체의 속력은 $40 \text{ N} \cdot \text{s} = 5 \text{ kg} \times v$ 에서 $v = 8 \text{ m/s}$ 이다.

11 ㄱ. 유리컵의 속도가 감소하여 멈출 때까지 걸린 시간은 카펫에서가 마룻바닥에서보다 길다.

오답 피하기 ㄴ. 충격량이 같을 때 유리컵에 힘이 작용한 시간이 길수록 유리컵이 받는 평균 힘의 크기는 작아진다.

ㄷ. 두 유리컵의 질량과 떨어진 높이가 같고, 마룻바닥과 카펫에 떨어져 모두 정지하므로 운동량의 변화량은 같다.

12 ㄱ, ㄴ. A와 B가 충돌할 때 서로 주고받는 힘의 크기가 같고 접촉하여 힘을 받는 시간도 같으므로, 충격량의 크기가 같고 운동량 변화량의 크기도 같다.

오답 피하기 ㄴ. 운동량의 변화량이 같을 때 속도 변화량은 질량이 클수록 작으므로, 속도 변화량의 크기는 질량이 더 큰 A가 B보다 작다.

자료 분석하기 두 물체가 충돌할 때의 물리량

힘의 크기는 같고, 방향은 반대이다.

충돌 시간

작용하는 힘	작용 반작용 법칙에 의해 두 물체가 받는 힘은 크기가 같고 방향이 반대이다.
충돌 시간	충돌할 때 두 물체의 접촉 시간이 같으므로 물체가 힘을 받는 시간은 같다.
충격량의 크기	두 물체가 받는 힘의 크기가 같고 힘을 받는 시간도 같으므로 충격량의 크기는 같다.
운동량 변화량의 크기	운동량 변화량은 충격량과 같으므로 두 물체의 운동량 변화량의 크기는 같다.
속도 변화량의 크기	운동량은 질량과 속도의 곱이므로, 운동량 변화량이 같을 때 질량이 작을수록 속도 변화량이 크다.

13 ㉠, ㉡. 펄스를 넘어 착지할 때 무릎을 많이 구부리더라도 운동량의 변화량과 충격량은 변화가 없다.

㉢ 착지할 때 무릎을 많이 구부리면 지면으로부터 힘을 받는 시간이 길어져 다리의 뼈에 가해지는 힘의 크기가 작아진다.

- 14 ㄱ. 속도-시간 그래프에서 공 A, B의 처음 속도는 v_0 으로 같고, 나중 속도도 0으로 같다. 따라서 A, B의 운동량의 변화량은 같다.

오답 피하기 ㄴ. A, B의 운동량의 변화량이 같으므로 포수가 받은 충격량도 같다.

ㄷ. 충격량이 같을 때 시간이 길수록 평균 힘의 크기가 작아지므로, 공이 정지할 때까지 포수가 받는 평균 힘의 크기는 시간이 긴 B가 시간이 짧은 A보다 더 작다.

- 15 ㄱ, ㄴ. 충돌 직전 두 달걀의 속력과 질량이 같으므로 두 달걀의 운동량은 같다. 충돌 후 두 달걀이 모두 정지하므로 충돌 후 운동량은 0이다. 따라서 운동량의 변화량이 같아서 충격량이 같다. 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적이 충격량을 나타내므로 $S_1 = S_2$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. 유리판의 경우 충돌 시간이 짧아 힘을 크게 받아 달걀이 깨졌으므로 그래프 A에 해당한다.

- 16 야구공이 받는 충격량이 클수록 운동량의 변화량이 커서 반대 방향으로 더 멀리 날아간다.

예시 답안 야구 방망이가 공에 가하는 힘을 크게 한다. 야구 방망이가 공에 힘을 가하는 시간을 길게 한다.

채점 기준	배점(%)
두 가지 방법을 모두 옳게 설명한 경우	100
한 가지만을 옳게 설명한 경우	50

- 17 ㄱ. 자동차와 마네킹의 질량, 자동차의 충돌 전 속도는 모두 동일하므로, 마네킹이 정지할 때까지 받은 충격량의 크기는 (가)~(다)의 경우 모두 같다.

오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 마네킹이 받은 충격량이 같을 때, 마네킹이 정지할 때까지 걸린 시간이 가장 짧은 (가)에서 받은 충격이 가장 크고 마네킹의 파손 정도도 가장 크다.

- 18 ㄱ, ㄴ. 에어백과 범퍼는 힘을 받는 시간을 길게 하여 사람에게 가해지는 힘의 크기를 감소시키는 안전장치이다.

오답 피하기 ㄷ. 에어백과 범퍼는 운동량이 감소하는 시간을 길게 한다.

- 19 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적은 충격량이고, 운동량의 변화량과 같다. 그래프 아랫부분의 면적을 구하면 $\frac{1}{2} \times 10 \text{ N} \times 8 \text{ s} = 40 \text{ N} \cdot \text{s} = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 물체의 속력은 $40 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4 \text{ kg} \times (v - 0)$ 에서 $v = 10 \text{ m/s}$ 이다.

- 20 ㄴ. 충격량은 $10 \text{ N} \cdot \text{s} = F \times 5 \text{ s}$ 에서 $F = 2 \text{ N}$ 이다.
ㄷ. 5초일 때 물체의 운동량은 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로, $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 5 \text{ kg} \times (v - 0)$ 에서 5초일 때 물체의 속도 $v = 2 \text{ m/s}$ 이다.

오답 피하기 ㄱ. 운동량의 변화량=충격량이므로, 물체가 5초 동안 받은 충격량의 크기는 그래프의 세로축의 변화량인 $10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

핵심 정리 단원 마무리하기

- ① 중력 ② 지구 중심 방향 ③ 무게 ④ 연직 방향
⑤ 공기 저항력 ⑥ 등속 직선 ⑦ 등가속도 ⑧ 일정
⑨ 대류 ⑩ 생명 ⑪ 크다 ⑫ 운동량 ⑬ 크다 ⑭ 클
수록 ⑮ 길수록 ⑯ 충격량 ⑰ 시간 ⑱ 길수록
⑲ > ⑳ 같다 ㉑ 길게

실력 점검 III 단원 평가하기

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ④ 05 ⑤ 06 ③ 07 ③
08 ③ 09 ① 10 ② 11 ① 12 ① 13 ② 14 ④
15 ⑤ 16 ③

서술형 문제 대비하기

17~19 해설 참조

- 01 ㄱ. 각 높이에서 질량이 2배인 B의 무게가 A의 2배이므로 무게는 질량에 비례한다.

ㄴ. 표에서 중력의 크기인 무게는 높이 올라갈수록 작아진다.

ㄷ. 지표 근처에서 질량 2 kg 인 물체의 무게가 19.6 N 이므로 중력 가속도는 $\frac{19.6 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 9.8 \text{ m/s}^2$ 이다.

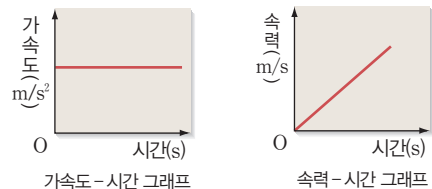
- 02 ③ 자유 낙하 운동은 공기 저항을 무시할 때 중력만을 받으며 낙하하는 운동이다. 공기 중에서 물체의 낙하 운동은 중력뿐만 아니라 공기 저항력을 함께 받으므로 자유 낙하 운동이 아니다.

오답 피하기 ① 진공 중에서 낙하하는 물체에는 중력만 작용하므로 속도가 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

② 진공 중에서 자유 낙하 하는 물체는 일정한 가속도로 운동하므로 질량과 관계없이 동시에 떨어진다.

④, ⑤ 공기 중에서는 공기 저항력이 중력과 반대 방향으로 작용하며, 공기 저항력의 영향을 크게 받는 물체일수록 늦게 떨어진다.

- 03 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 중력 가속도로 일정(ㄱ)하고, 속력은 일정하게 증가(ㄷ)한다.



- 04 물체를 1초 동안에 수평 방향으로 8 km 를 날아가는 속력으로 던져야 물체가 매 순간 연직 방향으로 5 m 를 자유 낙하하여 지구 표면에 닿지 않고 원운동을 할 수 있다. 따라서 물체의 수평 방향의 속력은 $\frac{\text{거리}}{\text{시간}} = \frac{8 \text{ km}}{1 \text{ s}} = 8 \text{ km/s}$ 이다.

05 지구 복사 에너지의 평형은 중력과 관계없는 현상이다.

06 ㄱ, ㄴ. A와 B가 운동하는 동안 연직 방향으로 중력이 작용하므로, 연직 방향의 가속도가 같다.

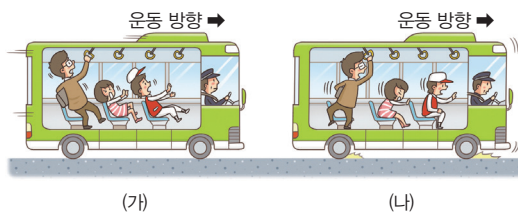
오답 피하기 ㄷ. A의 운동과 B의 연직 방향 운동이 같기 때문에 A와 B는 바닥에 동시에 도달한다.

07 ㄷ. 물체의 질량이 클수록 관성의 크기가 크다. 따라서 질량이 큰 자동차의 경우 질량이 작은 자전거보다 멈추기 어렵다.

오답 피하기 ㄱ. 정지해 있는 물체에는 계속 정지해 있으려는 관성이 나타난다.

ㄴ. 움직이는 물체에 힘이 작용하지 않으면 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

자료 분석하기 관성



(가) 정지한 버스가 갑자기 출발할 때: 버스는 앞으로 움직이지만 사람의 몸은 정지 상태를 유지하려는 관성 때문에 뒤로 쏠린다.

(나) 달리던 버스가 갑자기 정지할 때: 버스는 멈추지만 사람의 몸은 운동 상태를 유지하려는 관성 때문에 앞으로 쏠린다.

08 철수와 영희의 운동량이 같으므로, $50 \text{ kg} \times 6 \text{ m/s} = 100 \text{ kg} \times v$ 에서 철수의 속도 $v = 3 \text{ m/s}$ 이다.

09 같은 세기로 면봉을 볼 때 길이가 긴 빨대를 사용하면 면봉이 힘을 받는 시간이 길어져 충격량이 커지므로 면봉이 더 멀리 날아간다.

ㄱ. 대포의 포신이 길수록 포탄이 더 멀리 날아가는 현상은 힘을 받는 시간을 길게 하여 충격량을 증가시키는 것이다.

오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 야구공을 받을 때 손을 뒤로 빼면 손이 덜 아픈 현상과 번지 점프에 사용하는 줄을 잘 늘려나는 것을 사용하는 것은 충격량이 같을 때 힘을 받는 시간을 길게 하여 충격을 줄이기 위한 것이다.

10 시간에 따른 힘의 크기를 나타낸 그래프 아랫부분의 면적이 충격량이므로 2초 동안 받은 충격량은 $2 \text{ N} \cdot \text{s}$, 4초 동안 받은 충격량은 $8 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다. 충격량의 크기는 운동량의 변화량과 같으므로 운동량의 변화량의 비가 1 : 4이고, '운동량 = 질량 × 속도'이므로 속력의 비도 1 : 4이다.

11 ㄱ. 0초일 때 물체의 운동량 $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 2 \text{ kg} \times v$ 에서 물체의 속도 $v = 1 \text{ m/s}$ 이다.

ㄴ. 0~2초 동안 물체가 받은 충격량의 크기는 운동량의 변화량과 같으므로 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 6 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. 0~2초 동안 물체가 받은 충격량 $6 \text{ N} \cdot \text{s} = F \times 2 \text{ s}$ 에서 물체에 작용한 평균 힘 $F = 3 \text{ N}$ 이다.

ㄴ. 2~3초 동안에는 운동량의 변화가 없으므로 물체에는 힘이 작용하지 않았다.

12 ㄱ. 자동차가 받는 충격량의 크기는 힘과 충돌 시간의 곱이 가장 큰 A가 가장 크다.

오답 피하기 ㄴ. 충격량이 커서 운동량의 변화량이 가장 큰 A의 충돌 전 속력이 가장 크다.

ㄷ. 자동차의 운동량의 변화량은 충격량과 같으므로, 힘과 충돌 시간의 곱이 큰 A가 B보다 크다.

13 ㄷ. 두 차가 충돌할 때 받는 충격량의 크기가 같으므로 운동량 변화량의 크기도 같다. 운동량 변화량의 크기가 같을 때 속도 변화량의 크기는 질량이 작을수록 크다. 따라서 승용차 운전자의 속도 변화량이 트럭 운전자의 속도 변화량보다 크며, 같은 시간 동안 속도 변화량이 클수록 더 위험하다.

오답 피하기 ㄱ. 두 차가 충돌할 때 받는 힘은 작용 반작용 관계이므로 크기가 같다.

ㄴ. 두 차가 충돌할 때 받는 힘의 크기가 같고 충돌 시간이 같으므로, 두 차가 받는 충격량의 크기도 같다.

14 ㄱ. 질량이 같은 달걀이 같은 높이에서 떨어졌으므로 충돌 직전 A와 B의 속도가 같아 운동량은 같다.

ㄷ. B가 깨지지 않은 것은 충돌 시간이 길어 충격력을 적게 받았기 때문이다.

오답 피하기 ㄴ. 충돌 전 운동량이 같고 충돌 후 두 달걀이 모두 정지하였으므로 A와 B의 운동량의 변화량, 즉 충격량도 같다.

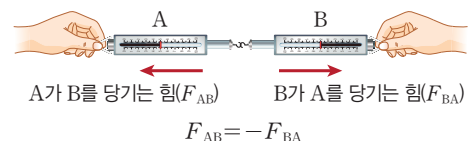
15 물 풍선을 받을 때 손을 뒤로 빼면서 받으면 물 풍선이 손에 충돌하는 시간이 길어지므로, 물 풍선이 받는 충격이 작아져 터지지 않는다. 번지 점프의 줄, 야구장 펜스, 몸통 보호대는 모두 힘을 받는 시간을 길게 하여 사람이 받는 힘의 크기를 줄이는 예이다.

16 ㄱ, ㄴ. 에어백이나 도롯가에 설치하는 충격 흡수 장치는 충돌 시간을 길게 하여 충격을 줄여주는 원리를 이용한다.

오답 피하기 ㄷ. 물로켓을 발사하는 것은 작용 반작용 원리를 이용한 것이다.

개념 더하기 작용 반작용 법칙

힘은 항상 두 물체 사이에서 상호 작용 한다. 즉, A가 B를 당기는 힘(F_{AB})과 동시에 B가 A를 당기는 힘(F_{BA})이 있으며, 두 힘 F_{AB} 과 F_{BA} 는 서로 크기가 같고 방향이 반대이다. 이때 F_{AB} 를 작용이라 하면 F_{BA} 는 반작용이라고 한다.



- 17 운동하는 물체에 힘이 작용하지 않으면 등속 직선 운동을 하고, 일정한 힘이 작용하면 등가속도 운동을 한다.

예시 답안 수평 방향으로의 힘이 작용하지 않으므로 물체는 속력이 일정한 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로의 중력이 작용하므로 물체는 속력이 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

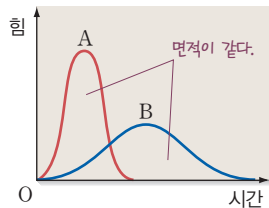
채점 기준	배점(%)
수평 방향과 연직 방향으로 작용하는 힘과 운동을 모두 옳게 설명한 경우	100
수평 방향과 연직 방향 중 한 방향의 힘과 운동만 설명한 경우	50

- 18 충격량 = 운동량의 변화량 = 힘 × 시간이다.

예시 답안 $800 \text{ kg} \times (25 - 20) \text{ m/s} = F \times 4 \text{ s}$ 에서 $F = 1000 \text{ N}$ 이다.

채점 기준	배점(%)
풀이 과정과 답을 모두 옳게 쓴 경우	100
답만 옳게 쓴 경우	50

- 19 (1) 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적은 충격량으로, 운동량의 변화량과 같다. A, B의 경우 같은 속력으로 날아오는 야구공이 정지하므로 운동량의 변화량이 같다.



예시 답안 $A=B$, A, B의 경우 같은 속력으로 날아오는 야구공이 정지하므로 운동량의 변화량이 같고, 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적은 야구공의 운동량의 변화량과 같으므로 A와 B의 면적은 같다.

채점 기준	배점(%)
힘-시간 그래프 아랫부분의 면적을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
힘-시간 그래프 아랫부분의 면적만 옳게 비교한 경우	50

- (2) **예시 답안** B, 손을 뒤로 빼면서 받는 경우 공에 힘이 작용하는 시간이 길어지기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
손을 뒤로 빼면서 받는 경우를 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
손을 뒤로 빼면서 받는 까닭만 옳게 설명한 경우	50
손을 뒤로 빼면서 받는 경우만 옳게 쓴 경우	20

- (3) **예시 답안** A, 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적이 같을 때 시간이 짧을수록 작용하는 힘의 크기가 크기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
손에 작용하는 힘이 더 큰 경우를 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
손에 작용하는 힘이 더 큰 까닭만 옳게 설명한 경우	50
손에 작용하는 힘이 더 큰 경우만 옳게 쓴 경우	20

IV 지구 시스템

10 지구 시스템의 구성 요소와 물질 순환

확인문제

120~122쪽

- 1 지구 시스템 2 생물권 3 내부 4 에너지 5 태양 에너지 6 탄소

기본 문제로 개념 다지기

123쪽

- 01 ㉠ 지구 시스템, ㉡ 지권 02 (1) × (2) ○ (3) × 03 (1) A, 혼합층 (2) C, 심해층 (3) B, 수온 약층 04 기권과 수권 05 (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉡ 06 (1) 태양 에너지 (2) 수권 → 기권 07 ㉠ 탄산염, ㉡ 탄산 이온, ㉢ 이산화 탄소 08 (1) A, B (2) 기권 → 수권

- 04 태풍은 열대 해상에서 수증기를 공급받아 형성되므로 수권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

- 06 (1) 물을 순환시키는 근원 에너지는 태양 에너지이다.
(2) 해양에서 물이 증발할 때 해수는 태양 에너지를 흡수하여 수증기가 되어 기권으로 이동한다. 이 과정에서 에너지는 수권에서 기권으로 이동한다.

- 07 지구 시스템에 존재하는 탄소는 지권에서는 석회암(탄산염)과 화석 연료, 기권에서는 이산화 탄소, 수권에서는 탄산 이온, 생물권에서는 유기 화합물의 형태로 분포한다.

- 08 A는 화석 연료가 연소하면서 지권에서 기권으로 탄소가 이동하는 과정이고, B는 화산이 분출하면서 지권에서 기권으로 탄소가 이동하는 과정이다. C는 기권의 탄소가 광합성에 의해 생물권으로 이동하는 과정이고, D는 기권의 탄소가 수권으로 용해되는 과정이며, E는 수권의 탄소가 지권에 저장되는 과정이다.

탐구 자료로 기본 다지기

124~125쪽

- 자료 1** 01 구성 성분과 상태 02 맨틀과 외핵의 경계 03 외핵 04 ㉡
자료 2 05 ㉡ 06 ㉢
자료 3 07 육지: 유입량=유출량, 해양: 유입량=유출량, 대기: 유입량=유출량 08 변화가 없다. 09 수권 → 기권 10 ㉡
자료 4 11 지권: 석회암(탄산염), 화석 연료, 기권: 이산화 탄소, 수권: 탄산 이온, 생물권: 유기 화합물 12 생물권 → 지권 → 기권 13 ㉢

- 01** 지권은 구성 성분에 따라 지각, 맨틀, 핵으로 구분할 수 있으며, 핵은 물질의 상태에 따라 외핵과 내핵으로 구분할 수 있다. 따라서 지권을 4개의 층상 구조로 구분한 기준은 구성 성분과 상태이다.
- 02** 맨틀은 주로 규산염 물질, 외핵은 주로 철로 이루어져 있기 때문에 맨틀과 외핵의 경계에서 밀도가 가장 급격하게 증가한다.
- 03** 핵은 철, 니켈 등의 무거운 물질로 구성되어 있으며, 이 중 외핵은 액체 상태이다.
- 04** ④ 대류 현상과 기상 현상이 활발하게 일어나는 층은 대류권이고, 중간권은 수증기가 거의 없어서 기상 현상이 일어나지 않는다.
오답 피하기 ① 공기의 밀도는 높이 올라갈수록 낮아지므로 대류권은 중간권보다 공기의 밀도가 크다.
 ② 기온의 일교차가 가장 크게 나타나는 층은 공기가 가장 희박한 열권이다.
 ③ 성층권에 있는 오존층에서 태양 복사의 자외선이 흡수된다.
 ⑤ 지표에서 방출되는 복사 에너지를 가장 많이 흡수하는 층은 대류권이다.
- 05** ㄴ. 지구 시스템의 구성 요소 중 생물권은 바다가 생성된 이후에 가장 늦게 형성되었다.
 ㄷ. 지구계의 구성 요소들은 서로 물질과 에너지를 교환하면서 끊임없이 상호 작용하고 있다.
오답 피하기 ㄱ. 지구 시스템의 구성 요소는 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권이다.
- 06** 지하수에 의해 석회 동굴이 만들어지는 것은 수권과 지권 사이의 상호 작용(C)이다.
- 07** 육지(지권), 해양(수권), 대기(기권)에서 물의 유입량과 방출량은 각각 같으므로 지구 시스템 전체에서는 물의 평형을 이루고 있다.
- 08** 물은 각 요소들 사이를 상태 변화하면서 이동하지만, 지구 시스템 전체 물의 양은 변하지 않는다.
- 09** 해수(수권)의 물이 증발하여 기권의 구름을 생성하므로 이 과정을 통해 물은 수권에서 기권으로 이동한다.
- 10** 육지에서는 증발량이 강수량보다 적다.
- 11** 탄소는 지구 시스템에서 각 권마다 존재하는 형태가 다르다. 지권에서는 석회암(탄산염), 화석 연료, 기권에서는 이산화탄소, 수권에서는 탄산 이온, 생물권에서는 유기 화합물로 존재하며, 지권에서 탄소의 양이 가장 많다.
- 12** 생물의 유해(생물권)는 화석 연료가 되면서 지권에 저장되었다가 화석 연료의 연소로 기권으로 이동한다.

- 13** ㄱ. 탄소는 주로 석회암(탄산염)의 형태로 지권에 저장되어 있다.
 ㄷ. 화석 연료 사용량이 증가하면 지권에서 기권으로 탄소가 이동하여 기권의 탄소량이 증가한다.

오답 피하기 ㄴ. 수온이 상승하면 기체의 용해도가 감소하므로 해수에 용해되는 이산화 탄소의 양은 줄어든다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

126~129쪽

- 01** ④ **02** ⑤ **03** 생물권 **04** ④ **05** 해설 참조 **06** ②
07 ③ **08** ① **09** ③ **10** (가) 수권-지권, (나) 수권-생물권, (다) 수권-기권 **11** ③ **12** 해설 참조 **13** ③ **14** ③ **15**
 ① 기권, ② 숨은열 **16** ③ **17** ⑤ **18** ② **19** 해설 참조
20 ④

고난도 문제 도전하기

- 21** ④ **22** ⑤

- 01** 지구 시스템의 각 권은 에너지와 물질을 주고 받으면서 상호 작용하고 있으며, 특히 기권, 수권, 지권, 생물권의 상호 작용은 생명체가 살아가는 데 중요한 역할을 하고 있다.
- 02** ⑤ A는 지권, B는 수권, C는 생물권, D는 기권, E는 외권이다. 지구는 태양 복사 에너지를 흡수하고 지구 복사 에너지를 방출하는 과정을 통해 외권과 에너지의 이동이 일어난다.
오답 피하기 ① 지권(A)은 암석과 토양으로 이루어진 지각과 지구 내부를 포함하며, 지구에서 가장 큰 질량을 차지한다.
 ② 수권(B)은 해수와 빙하, 지하수, 하천수, 호수 등의 육수로 이루어져 있다. 수권의 대부분은 해수이고, 육수(육지의 물) 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이다.
 ③ 생물권(C)은 인간은 물론 미생물을 포함하여 지구상에 존재하는 모든 생물의 영역으로 공간적으로 지권, 기권, 수권에 겹쳐 있다.
 ④ 기권(D)은 지구를 둘러싸고 있는 대기층으로, 성층권의 오존층에서 태양 복사의 자외선을 흡수한다.
- 03** 생물권은 미생물을 포함한 지구상의 모든 생물로 지권, 기권, 수권에 걸쳐 분포하고 있다.
- 04** ㄴ. 성층권(B)에는 오존층이 존재하며, 오존이 태양의 자외선을 흡수하여 지표의 생명체를 보호한다.
 ㄷ. 중간권(C)에서는 대류 현상이 나타나는 반면, 수증기가 거의 없어 기상 현상은 나타나지 않는다.
오답 피하기 ㄱ. 대류권(A)에서 높이에 따라 기온이 하강하는 주요 원인은 높이 올라갈수록 지구 복사 에너지량이 적게 도달하기 때문이다.

ㄹ. 기권에서는 높이 올라갈수록 대기가 희박해지므로 D는 기권에서 기압이 가장 낮은 영역이다.

- 05** 대류권에서 높이가 높아질수록 하강하던 기온이 성층권에서 상승하는 까닭은 성층권에 존재하는 오존층이 자외선을 흡수하기 때문이다.

예시 답안 성층권에 있는 오존층이 태양으로부터 오는 자외선을 흡수하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
성층권의 오존층을 언급하여 올바르게 설명한 경우	100
성층권과 오존층 중 1가지만 언급하여 설명한 경우	50

- 06** ② B층은 맨틀로 지권에서 가장 큰 부피를 차지한다.

오답 피하기 ① A층은 지각으로 대륙 지각은 주로 화강암질 암석으로, 해양 지각은 주로 현무암질 암석으로 이루어져 있다.

③, ⑤ C와 D는 각각 외핵, 내핵이다. 외핵과 내핵의 구성 성분은 철과 니켈로 같으며, 물질의 상태는 외핵(C)은 액체, 내핵(D)은 고체이다.

④ D층은 내핵으로 무거운 철과 니켈로 이루어져 있다.

- 07** A는 혼합층, B는 수온 약층, C는 심해층이다.

ㄱ. A(혼합층)는 바람에 의해 해수가 혼합되면서 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없는 층으로, 바람이 강할수록 두께가 두꺼워진다.

ㄴ. B(수온 약층)는 매우 안정한 층이므로 해수의 연직 운동이 거의 일어나지 않는다. 따라서 혼합층과 심해층 사이에서 물질 교환이 일어나지 않는다.

오답 피하기 ㄷ. C(심해층)는 태양 에너지가 거의 도달하지 않는 층이므로 계절에 따른 수온 변화가 거의 나타나지 않는다.

- 08** 생물권은 미생물을 포함한 지구상의 모든 생물을 말한다. 토양에서 자라는 식물의 뿌리는 풍화 작용을 일으키고, 미생물은 토양의 성분을 변화시킨다.

- 09** A는 성층권, B는 대류권, C는 핵이다.

ㄱ. 대류권이 성층권보다 대류 현상이 활발하게 일어난다.

ㄴ. 핵은 구성 성분은 같으나 액체 상태인 외핵과 고체 상태인 내핵으로 구분된다.

오답 피하기 ㄷ. (나)는 구성 성분과 상태에 따라 지각, 맨틀, 핵으로 구분한 것이다.

- 10** (가): 해파(수권)에 의해 해식 절벽(지권)이 형성되는 것은 수권과 지권의 상호 작용이다.

(나): 해수(수권)의 온도가 상승하면서 적조(생물권)가 발생하는 것은 수권과 생물권의 상호 작용이다.

(다): 한류(수권)가 흐르는 해안 지역에서 안개(기권)가 자주 발생하는 것은 수권과 기권의 상호 작용이다.

- 11** ㄱ. 수권에 용해되어 있는 탄산염이 침전되어 석회암이 형성되는 것은 수권과 지권 사이의 상호 작용(C)에 해당한다.

ㄴ. 화산 분출로 화산 가스가 방출되는 것은 지권과 기권의 상호 작용(A)에 해당한다.

ㄷ. 수증기를 공급하여 각종 기상 현상이 일어나는 것은 수권과 기권의 상호 작용(B)에 해당한다.

- 12** **예시 답안** 화산 분출로 방출된 화산재가 대기 중에 머물면서 햇빛을 차단하여 기온이 하강하였다. 이는 지권과 기권 사이의 상호 작용에 해당한다.

채점 기준	배점(%)
화산재와 기온 사이의 관계와 상호 작용하는 구성 요소를 모두 올바르게 설명한 경우	100
화산재와 기온 사이의 관계, 또는 상호 작용하는 구성 요소 중 1가지만 올바르게 설명한 경우	50

- 13** A는 태양 에너지, B는 지구 내부 에너지, C는 조력 에너지이다.

ㄱ. 태양 에너지는 물의 순환을 일으키는 에너지이다.

ㄴ. 지구 내부 에너지는 맨틀 대류와 지진과 화산 활동을 일으키는 에너지이다.

오답 피하기 ㄷ. 해류는 주로 바람에 의해 발생하므로 태양 에너지가 근원 에너지이다.

- 14** ③ (가)의 조석 현상은 조력 에너지에 의해, (나)의 기상 현상은 태양 에너지에 의해, (다)의 지각 변동은 지구 내부 에너지에 의해 일어난다.

- 15** 지구상에서 일어나는 물의 순환은 순환이 일어날 때 물질과 에너지가 함께 이동하면서 지구 전체 에너지 평형에 기여한다. 물이 지구 시스템의 각 권을 이동할 때 숨은열의 형태로 이동한다.

- 16** ㄱ. A는 유수에 의해 물이 육지에서 해수로 이동하는 과정이고, C는 빙하가 녹아 해수로 이동하는 과정이다. 유수나 빙하(수권)가 바다로 이동하는 동안 지형(지권)을 변화시킨다.

ㄴ. 해수에서 증발(B)이 일어날 때 필요한 열에너지는 태양 에너지로부터 공급된다.

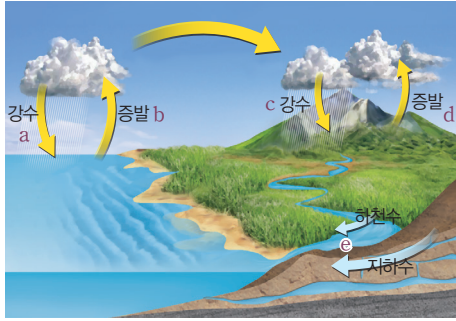
오답 피하기 ㄷ. 지구 온난화가 심해져 지구의 온도가 상승하면 빙하가 녹는 양이 많아져 해수로 이동하는 물의 양은 증가한다.

- 17** ㄱ. 증발은 물이 태양 에너지를 흡수하여 수증기가 되는 과정이다. 따라서 증발 과정에서 에너지는 수권에서 기권으로 이동한다.

ㄴ. 바다에는 하천수와 지하수가 계속 유입되고 있다. 따라서 바다에서 물 평형을 이루기 위해서는 연간 강수량보다 연간 증발량이 많아야 한다.

ㄷ. 물의 순환 과정에서 에너지도 함께 이동하며, 이 과정은 지구의 에너지 평형에 기여한다.

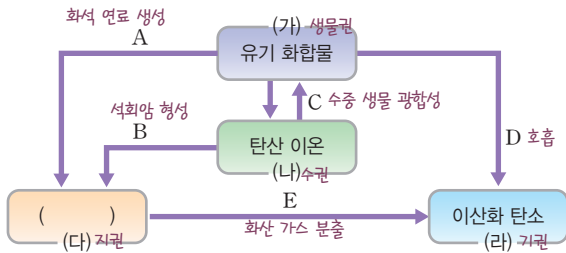
자료 분석하기 물의 순환과 물의 평형



1. 총 강수량=총 증발량 $\Rightarrow a+c=b+d$
2. 해양 유입량=해양 유출량 $\Rightarrow a+e=b$
3. 육지 유입량=육지 유출량 $\Rightarrow c+d=e$

- 18 ② 석회 동굴은 석회암이 지하수에 녹아 형성된다. 따라서 이 과정에서 탄소가 지권에서 수권으로 이동한다. B의 예로는 석회암 형성 과정 등이 있다.

자료 분석하기 물의 순환과 물의 평형



- (가)는 생물권, (나)는 수권, (다)는 지권, (라)는 기권이다.
- 지권의 탄소는 대부분 탄산염 광물과 화석 연료의 형태로 존재한다.

- 19 [예시 답안] 화석 연료가 연소할 때 발생하는 이산화 탄소에 의해 기권의 탄소량이 증가하여 지구 온난화가 진행되면, 수권의 수온이 상승하여 해수 중에 녹아 있던 탄소가 기권으로 빠져나오면서 수권의 탄소량은 감소한다. 그러나 지구 전체의 탄소의 양은 변하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
기권에 이산화 탄소의 형태로 탄소가 많아지게 되는 변화 과정과 지구 전체에 분포하는 탄소의 양에 대해 옳게 설명한 경우	100
기권에 탄소가 많아지는 과정이나 지구 전체에 분포하는 탄소의 양 중에서 1가지만 옳게 설명한 경우	50

- 20 ㄴ. 지구 온난화는 주로 화석 연료의 연소와 같이 지권에서 기권으로의 탄소 이동량(B)이 증가하여 기권에 이산화 탄소의 양이 많아지면서 일어난다.
- ㄷ. 해수 중의 탄산 이온이 침전되어 탄산염을 형성하는 것은 C 과정에 의해 탄소가 지권에 저장되는 것이다.
- 오답 피하기** ㄱ. A 과정이 활발해지면 기권에서의 탄소의 양은 감소하지만 그 만큼 생물권의 탄소의 양이 증가하면서 지구 전체에 있는 탄소의 양이 일정하게 유지된다.

통합형 문제 분석하기

지구 온난화와 탄소의 순환

- 지구 온난화의 가장 큰 원인은 화석 연료의 사용량 증가이다.
- 화석 연료는 생물권의 탄소가 지권으로 이동하는 과정에서 생성된다.
- 화석 연료의 사용으로 인해 지권의 탄소가 기권으로 이동한다.
- 기권에 존재하는 탄소의 양이 증가하면 온실 효과가 증대되어 지구 온난화가 나타난다.
- 지구 온난화가 나타나면 기권에 존재하는 탄소의 양이 증가하고, 지권과 수권에 존재하는 탄소의 양은 감소한다. 하지만 지구 시스템 전체 탄소의 양은 일정하게 유지된다.

- 21 ㄱ. 적조 현상은 수권과 생물권의 상호 작용, 화석 연료 생성은 지권과 생물권의 상호 작용에 해당한다. 따라서 (가)는 생물권, (나)는 수권, (다)는 지권이다.
- ㄷ. 지진 해일은 수권과 지권의 상호 작용에 해당하므로 ㉠의 예가 될 수 있다.
- 오답 피하기** ㄴ. 탄소의 분포량은 (나)보다 (다)에 많다.

- 22 ㄱ. (가) 과정은 대기 중의 이산화 탄소가 생물체의 몸속으로 흡수되는 과정이다. 이 과정은 식물의 광합성 작용으로 일어나는 것이므로 이때 태양 에너지가 화학 에너지로 저장된다.
- ㄴ. (나) 과정은 화산이 분출되는 과정이다. 화산 분출은 지구 내부 에너지에 의해 일어나는 현상이다.
- ㄷ. (다) 과정은 물의 순환을 의미한다. 물은 순환하면서 에너지를 이동시키며 위도별 에너지의 불균형을 해소시킨다.

11 지권의 변화

확인문제

130~132쪽

- 1 지구 내부 2 일치 3 암석권, 판 4 화산, 지진 5 습곡 산맥 6 기권 7 지진 해일

기본 문제로 개념 다지기

133쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) × 02 (1) 판 (2) 이동 방향 (3) 호상 열도 (4) 보존형 03 (1) ⊕ (2) ⊙ (3) ⊖ (4) ⊗ 04 A: ㄷ, B: ㄹ, C: ㄱ, D: ㄴ 05 (1) 생물권 (2) 기권 (3) 수권 (4) 지권 06 내진 설계

- 01 (2) 지진이 자주 발생하는 지역과 화산 활동이 활발한 지역은 좁고 긴 띠 모양으로 분포하며, 거의 일치한다.
- (3) 지진과 화산 활동은 지구 내부 에너지를 방출하는 과정에서 일어난다.

04 A는 두 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계(충돌형)이고, B는 해양판이 대륙판 밑으로 섭입하는 수렴형 경계(섭입형)이다. C는 해양판이 생성, 확장되어 가는 발산형 경계이고, D는 해령에 직각 방향으로 발달되어 있는 변환 단층인 보존형 경계이다.

06 건물의 기둥 밑에 지지대를 넣어서 지진의 진동을 견뎌낼 수 있도록 내진 설계를 하면 지진에 의한 피해를 줄일 수 있다.

탐구 자료로 기본 다지기
134~135쪽

자료 1 01 판의 경계 02 환태평양 지진대
03 ④

자료 2 04 (가) 발산형 경계, ㄱ, (나) 발산형 경계, ㄴ, (다) 보존형 경계, ㄷ 05 ③ 06 C

자료 3 07 (가) ㄱ, (나) ㄷ, (다) ㄴ
08 ㉠ 수렴, ㉡ 큰, ㉢ 작은, ㉣ 해구, ㉤ 충돌, ㉥ 습곡
09 ③

자료 4 10 지구 내부 에너지
11 긍정적인 영향: (가), (나), 부정적인 영향: (가), (다)
12 ④

01 지진이나 화산 활동과 같은 지각 변동은 판의 상대적인 운동에 의해 일어나기 때문에 지진대와 화산대는 주로 판의 경계를 따라 분포한다.

02 태평양 가장자리를 따라 분포하는 지진대를 환태평양 지진대라고 한다.

03 ④ 지진과 화산 활동이 활발한 곳은 대체로 판의 경계와 일치한다.

오답 피하기 ① 지진대와 화산대는 대체로 일치한다.

② 대륙의 중심부에서는 지진과 화산 활동의 발생 빈도가 낮은 편이다.

③ 화산 활동이 일어나는 곳에서는 지진이 발생하지만, 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.

⑤ 지진과 화산 활동은 대서양 연안보다 판의 경계가 분포하는 태평양 연안에서 더 활발하다.

04 (가)는 해양판이 생성, 확장되는 발산형 경계로 해령(대서양 중앙 해령)이 발달한다. (나)는 대륙판이 갈라지는 발산형 경계로 열곡대(동아프리카 열곡대)가 형성되어 있다. (다)는 판이 갈라져 이동하는 해령에 직각으로 발달한 보존형 경계로 변환 단층이 형성되어 있다.

05 태평양 가장자리를 따라서는 수렴형 경계가 잘 발달되어 있으며, 보존형 경계인 (다)에서는 새로운 판이 생성되거나 소멸하지 않고 보존된다.

06 A는 수렴형 경계인 해구, B는 발산형 경계인 해령, C는 보존형 경계인 변환 단층이다.

07 (가)는 해양판이 대륙판 밑으로 섭입하고 있는 수렴형 경계이고, 안데스산맥이 이와 같은 방법으로 생성되었다. (나)는 대륙판과 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계로, 히말라야산맥이 대표적인 예이다. (다)는 해양판과 해양판의 수렴형 경계로, 상대적으로 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 다른 해양판 밑으로 섭입하며, 마리아나 해구가 이에 해당한다.

08 (가)~(다)는 모두 두 판이 가까워지는 수렴형 경계에 해당한다. 이 중 (가)와 (다)는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 다른 판 밑으로 섭입되는 수렴형 경계로 판의 경계를 따라 해구가 발달하고 섭입대 위에서 화산 활동이 일어난다. (나)는 대륙판끼리 충돌하는 수렴형 경계로 판의 경계에서 습곡 산맥이 형성된다.

09 ㄱ, ㄷ. 맨틀 대류가 하강하는 곳에 형성되는 수렴형 경계에서는 공통적으로 지진이 일어난다.

오답 피하기 ㄴ. 대서양 중앙을 따라서는 발산형 경계인 해령이 발달되어 있다.

10 화산 활동과 지진 등의 지각 변동을 일으키는 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

11 화산 활동에 의한 화산재가 농경지나 마을을 뒤덮어 피해를 주기도 하지만, 무기질이 풍부하여 토양을 비옥하게 만들어 주기도 한다. 또한 화산 활동 주변에 지열에 의해 만들어진 온천은 관광 자원 등을 제공해 준다. 해저에서 지진이 발생하면 그 충격으로 지진 해일이 발생하여 해안가의 인명 및 생태계를 파괴할 수 있다.

12 ㄱ. (가)의 화산재는 식물 생장에 필요한 성분을 공급하므로 시간이 지나면서 토양을 비옥하게 만들 수 있다.

ㄷ. (다)의 지진 해일은 해저 지진으로 발생한 해파이므로 지권과 수권의 상호 작용에 해당한다.

오답 피하기 ㄴ. (나)의 온천수는 지구 내부 에너지에 의해 가열된 물이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기
136~139쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 암석권: A, B, 연약권: C, 판 이동의 원동력: 맨틀 대류 04 ③ 05 A 06 해설 참조 07 ③ 08 ③
09 C-D 구간 10 해설 참조 11 ③ 12 ② 13 ① 14 ⑤
15 ① 16 ③ 17 ⑤ 18 ④

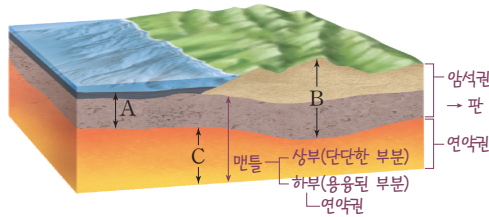
고난도 문제 도전하기

19 ① 20 ④

01 지진이 일어나는 지역 중에서 화산 활동이 일어나지 않는 곳이 있으므로 지진의 발생 지역이 더 넓게 분포한다.

02 A는 해양판, B는 대륙판, C는 연약권이다. 판은 연약권 위에 떠 있으며, 맨틀 대류를 따라 이동한다.

자료 분석하기 판의 구조



→ 판은 맨틀 대류가 일어나는 연약권 위에 떠서 맨틀 대류를 따라 이동하면서 크고 작은 지각 변동을 일으킨다.

03 암석권은 지각과 맨틀 상부를 포함한 단단한 부분으로, 암석권의 조각을 판이라고 한다. 판이 이동하는 원동력은 연약권에서 일어나는 맨틀 대류이다.

04 C는 두 판이 서로 어긋나는 보존형 경계로 판의 생성이나 소멸이 일어나지 않는다.

05 판과 판이 모여드는 경계는 수렴형 경계인 A, B, D이다. 그 런데 B에서는 일본 열도와 같은 호상 열도가 만들어지고 A, D에서는 습곡 산맥이 형성된다. 이 중 화산 활동이 거의 일어나지 않는 지점은 대륙판끼리 충돌하는 A이다.

06 A 지역은 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계이고, D 지역은 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이다. A 지역에서는 지진은 활발하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다. D 지역에서는 지진과 화산 활동이 모두 활발하다.

예시 답안 공통점: 천발 지진이 활발하다. 차이점: A 지역에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않지만, D 지역에서는 화산 활동이 활발하다.

채점 기준	배점(%)
공통점과 차이점을 모두 옳게 설명한 경우	100
공통점과 차이점 중에서 1가지만 옳게 설명한 경우	50

07 판의 경계 중 변환 단층은 판의 생성이나 소멸이 일어나지 않는다. 해령에서는 진원의 깊이가 얇은 천발 지진이 발생하고, 해령을 따라 열곡이 발달해 있다. 진원의 깊이가 깊은 심발 지진은 수렴형 경계에서 발생한다.

08 ㄱ. A는 변환 단층, B는 해령, C는 해구이다.
ㄴ. 해령에서는 새로운 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 확장되어 간다.

오답 피하기 ㄷ. 해구에서 해양판이 섭입하면서 대륙 쪽으로 갈수록 지진 발생 깊이는 깊어진다.

09 A-C와 D-E는 발산형 경계인 해령이고, C-D 구간은 보존형 경계인 변환 단층이다. 보존형 경계에서는 화산 활동이 거의 없는 반면 지진은 활발하다.

10 태평양 연안에서는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 해구가 발달하지만, 대서양 연안에서는 대륙 지각과 해양 지각이 하나의 판을 이루고 있어서 판의 경계가 존재하지 않는다.

예시 답안 태평양 연안에는 판의 수렴형 경계가 발달하지만, 대서양 연안에는 판의 경계가 발달하지 않는다. 따라서 지각 변동은 태평양 연안에서는 매우 활발하지만, 대서양 연안에서는 거의 발생하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
지각 변동의 발생 여부를 판의 경계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
판의 경계 유무에 대해서만 언급한 경우	50

11 ③ 화산 활동은 충돌형 수렴형 경계인 (가)에서는 거의 일어나지 않고 섭입형 수렴형 경계인 (나)에서는 활발하게 일어난다.

오답 피하기 ① 수렴형 경계에서는 판이 충돌하면서 지진이 일어나므로 (가)에서는 지진이 일어난다.

② (가)와 (나)는 판이 모여드는 수렴형 경계이다.

④ 안데스 산맥은 해양판과 대륙판의 수렴형 경계이므로 (나)와 같은 판의 경계에 형성되었다.

⑤ (가)는 대륙판과 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계이고 (나)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이므로 판 경계 아래서는 맨틀 대류가 하강한다.

12 ㄱ. A-C 구간과 D-E 구간은 새로운 해양 지각이 생성되는 해령으로 발산형 경계에 해당한다.

ㄴ. 해령의 중앙부에는 주변보다 수심이 깊은 V자 모양의 계곡(열곡)이 발달한다.

오답 피하기 ㄴ. B-C 구간은 판의 경계가 아니므로 지진이 거의 일어나지 않는다.

ㄷ. C-D 구간은 두 판이 서로 어긋나는 변환 단층으로 보존형 경계에 해당한다. 변환 단층에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

13 ㄴ. A는 동아프리카 열곡대로 대륙판이 갈라지는 발산형 경계에 해당한다.

오답 피하기 ㄱ. A에서는 장력에 의한 정단층, B에서는 판이 서로 어긋나면서 변환 단층이 발달한다.

ㄷ. A에서는 화산 활동이 일어나지만, B에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

14 ㄴ. 일본의 동쪽 해안에 판의 경계인 해구가 존재하며, 우리나라와 일본은 같은 판(유라시아판)에 속한다.

ㄷ. 태평양판이 유라시아판 아래쪽으로 비스듬히 섭입하므로 일본 해구에서 우리나라 쪽으로 갈수록 진원 깊이가 점차 깊어진다.

오답 피하기 ㄱ. 화산 활동은 섭입당하는 판의 위쪽에서 활발하므로 태평양판이 아니라 유라시아판에서 활발하다.

15 ① 화산 활동과 지진의 근원 에너지는 지구 내부 에너지이다.

오답 피하기 ② 화산 활동이 일어나는 주변 일대에서 발생하는 지열 에너지를 이용하여 난방을 하거나 온천과 같은 관광지를 개발할 수 있다.

③ 화산이 폭발하면 학교나 공공 기관 파괴 및 항공기와 같은 교통 수단의 마비, 은행 업무 중단 등 사회적, 경제적으로 피해가 발생한다.

④ 화산 활동으로 발생한 화산재는 햇빛을 차단하여 농작물에 피해를 입히고, 식물의 생명 활동 및 인간을 비롯한 생물의 생활 터전까지 피해를 입힌다.

⑤ 해저 지진은 지진 해일을 유발하여 해안가의 생태계나 해안가 주변의 거주 지역에 큰 피해를 입힌다. 이는 지권이 수권에, 수권이 다시 생물권에 영향을 미친 것이다.

16 ㄱ. 화산재는 상층 대기에서 햇빛을 차단할 수 있고, 지표에 두껍게 쌓여 식물의 광합성을 어렵게 만들 수 있다.

ㄴ. 산사태와 지진 해일은 모두 화산 활동이나 지진에 의해 발생할 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. (가)~(다)를 일으킨 근원 에너지는 지구 내부 에너지이다.

17 ㄱ. 지진에 의해 지반이 흔들리면서 불안정한 산사면 토양이 무너져 내리는 산사태가 발생하여 피해를 준다.

ㄴ. 해저 지진이 일어나면 지진 해일이 발생하여 해안으로 해수가 유입되면서 해안 지역이 침수 피해를 입는다.

ㄷ. 지진으로 건물 붕괴 등이 일어나면 가스 누출, 전기 누출 등으로 화재가 발생할 수 있다.

18 ④ 전기가 끊어지거나 건물이 붕괴되면 엘리베이터 안에 갇힐 수도 있으므로 엘리베이터 대신 계단을 이용하여 건물 밖으로 빠져 나오도록 한다.

19 ㄱ. B 판에서 A 판 쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 점점 깊어진다. 따라서 B 판이 A 판 아래로 섭입하고 있으며 수렴형 경계인 해구는 ㉠ 부근에 위치한다.

오답 피하기 ㄴ. B 판이 A 판 아래로 섭입하고 있으므로 판의 밀도는 B 판이 더 크다.

ㄷ. 화산 활동은 섭입하는 판 위에 놓여 있는 판에서 일어난다. 따라서 호상 열도는 주로 A 판에 분포한다.

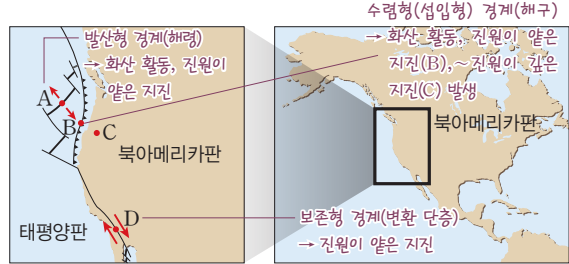
20 ㄱ. A는 발산형 경계인 해령으로 맨틀 대류의 상승부이다. ㄴ. B는 수렴형 경계인 해구로, 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하여 소멸한다.

ㄷ. 해구에서는 해양판이 대륙판 아래로 비스듬하게 섭입하므로 해구에서 대륙 쪽으로 갈수록 진원의 평균 깊이가 점점 깊어진다.

오답 피하기 ㄴ. D는 변환 단층인 산안드레아스 단층이다. 변환 단층은 두 판이 서로 엇갈리게 이동하는 곳으로, 진원이 얇은 지진이 발생하고 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

자료 분석하기 판의 경계

북아메리카 서부 지역에는 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계가 모두 나타난다.



IV 단원 마무리

140~145쪽

핵심 정리 단원 마무리하기

- ① 성층권 ② 맨틀 ③ 혼합층 ④ 에너지 ⑤ 대기
⑥ 화산 ⑦ 조력 ⑧ 태양 ⑨ 이산화 탄소 ⑩ 화석 연료
⑪ 일치 ⑫ 판 ⑬ 대륙 지각 ⑭ 해령 ⑮ 변환 단층
⑯ 호상 열도 ⑰ 습곡 산맥 ⑱ 토양 ⑲ 지진파

실력 점검 IV 단원 평가하기

- 01 ② 02 ② 03 ③ 04 ⑤ 05 ③ 06 (가) 조력 에너지, (나) 지구 내부 에너지, (다) 태양 에너지 07 ① 08 ②
09 ③ 10 ④ 11 ③ 12 ④ 13 ③ 14 ⑤ 15 ④

서술형 문제 대비하기

16~18 해설 참조

01 A는 지권, B는 수권, C는 기권, D는 외권이다.

ㄱ. A는 암석 등으로 이루어진 지권으로 지구 시스템에서 차지하는 질량이 가장 크다.

ㄷ. 생물권은 지권, 수권, 기권에 모두 분포하므로 A, B, C 영역에 분포한다.

오답 피하기 ㄴ. 육지에서 수권의 대부분은 빙하가 차지한다.

ㄹ. D의 자기장은 태양에서 오는 대전 입자를 대부분 차단한다.

02 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다.

② A층에서는 높이 올라갈수록 지표 복사의 흡수량이 감소하면서 기온이 낮아진다.

오답 피하기 ① 기온의 일교차는 공기가 가장 희박한 D층에서 가장 크다.

- ③ A층과 C층에서는 모두 대류 현상이 일어나지만 기상 현상은 A층에서만 일어난다.
 ④ 대기 중의 수증기량은 지표면과 접해 있는 A층에서 가장 많다.
 ⑤ 태양 자외선을 흡수하는 오존층은 성층권인 B층에 분포한다.

03 A는 혼합층, B는 수온 약층, C는 심해층이다.

ㄱ. A층(혼합층)은 바람에 의해 해수가 혼합되면서 깊이에 따른 수온이 일정하게 나타나는 층으로 바람이 강할수록 두께가 두꺼워진다.

ㄴ. 혼합층의 수온은 겨울철보다 여름철에 높으므로 B층(수온 약층)에서의 깊이에 따른 수온 변화는 여름철이 겨울철보다 크다.

오답 피하기 ㄷ. C층(심해층)은 태양 복사 에너지가 도달하지 않는 깊이이므로 계절에 따른 수온 변화가 거의 없다.

04 ㄱ. 곡류는 경사가 매우 완만한 곳에서 하천수의 침식과 퇴적에 의해 만들어지므로 지권과 수권의 상호 작용에 해당한다.

ㄴ. 습곡 산맥은 지각 변동에 의해 형성되므로 습곡 산맥을 형성한 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

ㄷ. 갯벌은 밀물과 썰물을 일으키는 조력 에너지에 의해 형성된다. 조력 에너지는 태양과 달의 인력에 의해 형성된다.

05 ㄷ. 해식 절벽은 해안가의 지층이나 암석이 해파에 의한 침식 작용을 받아 만들어지므로 지권과 수권의 상호 작용에 의해 형성된다.

오답 피하기 ㄱ. A는 태양 복사 에너지, B는 지구 복사 에너지이다. 물의 순환을 일으키는 주요 에너지원은 태양 복사 에너지 A이다.

ㄴ. 지구 시스템을 구성하는 권역들은 끊임 없이 상호 작용을 하면서 서로에게 영향을 주고받는다. 따라서 상호 작용 ㉠은 상호 작용 ㉡에게 영향을 준다.

06 (가)의 밀물과 썰물에 의한 해안 지형 변화는 조력 에너지를 근원으로 하여 일어나는 현상이다.

(나)의 판의 이동에 따른 화산 활동은 지구 내부 에너지를 근원으로 하여 일어나는 현상이다.

(다)의 지하수에 의해 석회 동굴이 형성되는 것은 물의 순환 과정에서 일어나므로 이 과정에서 태양 에너지가 이용된다.

07 A는 태양 에너지, B는 조력 에너지, C는 지구 내부 에너지이다.

ㄱ. 지구 환경의 에너지량은 태양 에너지(A)>지구 내부 에너지(C)>조력 에너지(B) 순이다.

오답 피하기 ㄴ. 판의 운동을 일으키는 주된 에너지원은 지구 내부 에너지(C)이다.

ㄷ. 밀물과 썰물에 의한 해수면 변화는 조력 에너지(B)에 의해 일어난다.

08 ㄷ. 식물은 광합성을 통해 대기 중의 탄소를 감소시키는 역할을 한다.

오답 피하기 ㄱ. 화석 연료는 고갈 가능한 자원으로, 생성되는 양(C)보다 소비되는 양(A)이 많다.

ㄴ. 수온이 높을수록 기체의 용해도는 감소하므로 B가 억제된다.

09 ㄱ. 바다의 물이 태양 에너지를 흡수해 증발하여 수증기가 되고, 수증기가 응결하여 구름이 된다.

ㄴ. 비가 내려 하천을 형성하면서 지표를 변화시키는 동안 지권과 수권이 상호 작용 하면서 지권의 물질을 이동시킨다.

오답 피하기 ㄷ. 증산 작용은 태양 에너지를 흡수하여 식물(생물권)의 물이 기권으로 이동하는 현상이다.

10 ㄴ. 태평양의 가장자리를 따라 둥근 띠 모양으로 분포하는 화산대와 지진대를 환태평양 화산대·지진대라고 하며, 전 세계 화산과 지진이 가장 많이 분포하고 있다.

ㄷ. 화산대와 지진대는 지구상의 전 지역에 고르게 분포하는 것이 아니라 판의 경계 지역에 좁은 띠 모양으로 분포한다.

오답 피하기 ㄱ. 화산 활동은 항상 지진을 동반하지만, 지진이 발생할 때 항상 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.

11 A, B, D는 판의 수렴형 경계이고, C는 발산형 경계이다.

ㄱ. A는 수렴형 경계로 두 판이 충돌하면서 습곡 산맥을 형성하였다.

ㄷ. C는 발산형 경계이므로 맨틀 대류가 상승하는 곳에 위치한다.

오답 피하기 ㄴ. B와 D는 해양판과 대륙판이 만나는 수렴형 경계로 베니오프대에서 발생한 마그마가 분출하면서 화산 활동이 일어나지만 B에는 호상 열도가, D에는 습곡 산맥이 형성된다.

12 ㄱ. 두 대륙판이 이동함에 따라 두 판 사이의 거리는 멀어진다. 따라서 두 판의 경계는 발산형 경계에 해당하며, 두 대륙판이 서로 멀어질 때 열곡대가 발달한다.

ㄷ. 발산형 경계에 해당하는 열곡대에서는 화산 활동과 지진이 모두 활발하게 일어난다.

오답 피하기 ㄴ. 두 판이 서로 멀어지므로 두 판의 경계는 발산형 경계이다.

13 ㄱ. A는 동아프리카 열곡대로 발산형 경계이며, 이곳에서는 화산 활동이 활발하다.

ㄷ. C는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계로, 이곳에서는 해저 산맥인 해령이 발달한다.

오답 피하기 ㄴ. B에서는 두 대륙판이 서로 충돌하여 습곡 산맥이 발달하는데, 대륙판은 맨틀 속으로 섭입하지 않는다. 판이 맨틀 속으로 섭입하는 경우는 섭입형 수렴 경계로, 대륙판과 해양판이 수렴하거나, 밀도가 다른 두 해양판이 수렴할 때 밀도가 더 큰 해양판이 맨틀 속으로 섭입한다.

14 ⑤ B는 변환 단층, C는 해령, D는 해구로, 모두 판의 경계이므로 지진이 활발하게 일어난다.

오답 피하기 ① 변환 단층은 판과 판이 어긋나서 스쳐 지나가는 경계로, B에 발달한다.

② B는 변환 단층이므로 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

③ C는 맨틀 대류가 상승하여 새로운 지각이 형성되는 해령이다. 발산형 경계인 해령에서는 화산 활동과 지진이 일어나는데 주로 얇은 깊이에서 발생한다.

④ D는 해양판이 대륙판 밑으로 섭입하는 해구로, 판이 소멸된다.

15 ㄱ. (가)의 용암류에 의해 새로운 지각이 형성되면서 지표 환경의 변화가 나타난다.

ㄷ. 화산 활동과 지진은 환경적 피해뿐만 아니라 경제적 피해와 사회적 피해를 함께 발생시킨다.

오답 피하기 ㄴ. 용암은 암석이 용융된 마그마가 지표로 분출되면서 가스 성분이 빠져나가고 남은 액체 상태의 물질이며, 물에 비해 점성이 커서 이동 속도가 느린 편이다. 한편 쓰나미는 이동 속도가 매우 커서 미리 대피하지 않으면 큰 피해가 발생할 수 있다.

16 화석 연료를 사용하면 기권으로 이산화 탄소가 배출되므로 탄소는 지권에서 기권으로 이동한다.

예시 답안 화석 연료 사용으로 지권의 탄소량은 감소하고, 기권의 탄소량은 증가한다.

채점 기준	배점(%)
지권, 기권의 탄소량 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100
지권, 기권의 탄소량 변화 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

17 우리나라는 겨울철에 북서풍이 우세하고, 여름철에 남풍 계열의 바람이 우세하다. 따라서 화산재는 겨울철에 더 남쪽으로 많이 확산될 것이다.

예시 답안 우리나라는 여름철과 겨울철에 계절풍의 영향을 크게 받는다. 여름철에는 남풍 계열의 바람이 우세하고, 겨울철에는 북풍 계열의 바람이 우세하므로 백두산 화산 폭발 시 우리나라에서 화산재에 의한 피해는 겨울철에 더 클 것이다.

채점 기준	배점(%)
계절에 따른 바람의 방향과 관련지어 겨울철에 피해가 크다는 것을 옳게 설명한 경우	100
적절한 설명 없이 겨울철이라고만 쓴 경우	40

18 (가)는 발산형 경계, (나)는 수렴형 경계이다.

예시 답안 (가)에서는 해양판과 해양판이 서로 멀어지면서 해령이 형성된다. (나)에서는 해양판이 대륙판 밑으로 섭입되면서 해구가 형성되고, 해구와 나란하게 호상 열도나 습곡 산맥이 형성된다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에서 일어나는 판의 움직임과 지형을 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

V 생명 시스템

12 생명 시스템의 기본 단위

확인문제

148~150쪽

1 세포 2 핵 3 선택적 투과성 4 삼투

기본 문제로 개념 다지기

151쪽

- 01 ㉠ 세포, ㉡ 상호 작용 02 (1) A: 기관체, B: 조직계 (2) 기관
03 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉢ (4) ㉠ (5) ㉢ (6) ㉠ (7) ㉢ 04 ㉠ ㉠, ㉡ ×,
㉢ ㉠, ㉢ ㉠ 05 A: (막)단백질, B: 인지질 06 (1) ㉠ (2) ㉠
(3) × (4) × 07 ㉠ 저장액, ㉢ 세포벽, ㉢ 고장액
08 (가) 등장액, (나) 고장액, (다) 저장액

01 생명 시스템을 구성하는 단위는 세포이며, 개체에서는 조직, 기관 등의 각 구성 단계가 상호 작용 하며 균형을 이룬다.

02 (1) 동물에서는 서로 연관된 기능을 하는 기관이 모여 기관계(A)를 이루고, 식물에서는 여러 가지 조직이 모여 특정 기능을 수행하는 조직계(B)를 이룬다.

(2) 기관은 여러 가지 조직이나 조직계가 모여 특정한 형태를 가지고 고유한 기능을 수행하는 단계이다.

04 엽록체와 세포벽은 식물 세포에만 존재한다.

06 (3) 포도당과 같이 크기가 비교적 큰 수용성 물질은 인지질 2층층을 직접 통과할 수 없어 막단백질을 통해 이동한다.

(4) 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 물질은 인지질 2층층을 직접 통과한다.

08 적혈구를 저장액에 넣으면 적혈구 안으로 들어오는 물의 양이 많아 적혈구가 부풀어 오르고(다), 고장액에 넣으면 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 적혈구가 쪼그라든다(나).

탐구 자료로 기본 다지기

152~153쪽

- 자료 1 01 (가) 02 D: 엽록체, E: 세포벽 03 ㉠
자료 2 04 A 05 ㄴ, ㄹ 06 ㉢
자료 3 07 단순 확산 08 ㉠ 높은, ㉡ 낮은 09 ㉡
자료 4 10 ㉠ 고장액, ㉡ 많아, ㉢ 작아진다 11 ㉠

01~02 A는 세포질, B는 핵, C는 미토콘드리아, D는 엽록체, E는 세포벽이다. 엽록체(D)와 세포벽(E)은 식물 세포에만 존재하므로 (가)는 동물 세포, (나)는 식물 세포이다.

- 03** 리보솜에서 합성한 단백질을 골지체나 세포의 다른 곳으로 운반하는 세포 소기관은 소포체이다.
- 04** A는 인지질의 친수성 부분이고, B는 소수성 부분이다.
- 05** 포도당과 같이 크기가 비교적 큰 수용성 물질, 칼륨 이온과 같이 전하를 띠는 물질은 세포막을 관통하고 있는 단백질(C)을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다(촉진 확산).
- 06** 인지질은 친수성 부분(A)과 소수성 부분(B)으로 구성되므로 물이 풍부한 세포 안팎의 환경에서 소수성 부분이 마주 보며 배열되어 2중층 구조를 형성하며, 세포막을 구성하는 인지질과 단백질(C)은 유동성이 있다.
- 07** 물질 A는 세포막의 인지질 2중층을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다(단순 확산).
- 08** 단순 확산은 물질이 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 인지질 2중층을 직접 통과하는 이동 방식이다.
- 09** 칼륨 이온은 소장 융털에서 촉진 확산에 의해 흡수된다.
- 10** 고장액은 세포 내부의 용액보다 농도가 높기 때문에 양파 세포를 고장액에 넣으면 양파 세포 밖으로 나가는 물의 양이 세포 안으로 들어오는 물의 양보다 많다. 그 결과 세포의 부피가 작아지다가 세포막이 세포벽에서 분리된다.
- 11** ㄱ. 적혈구를 고장액에 넣으면 적혈구 밖으로 나가는 물의 양이 적혈구 안으로 들어오는 물의 양보다 많아 적혈구가 A와 같이 쭈그러든다.
 ㄴ. 적혈구를 등장액에 넣으면 적혈구의 안과 밖으로 이동하는 물의 양이 같아 B와 같이 적혈구의 부피가 변하지 않는다.
오답 피하기 ㄷ. 적혈구를 저장액에 넣으면 적혈구 밖으로 나가는 물의 양보다 적혈구 안으로 들어오는 물의 양이 많아 적혈구가 부풀어 오르다가 C와 같이 터질 수 있다.

학교 시험 문제로 실력 올리기 154~157쪽

01 ④ **02** ④ **03** ③ **04** ④ **05** A: 소포체, B: 미토콘드리아, D: 핵, E: 골지체 **06** D: 핵 **07** ④ **08** ③ **09** ② **10** ③ **11** 해설 참조 **12** ⑤ **13** A: 단순 확산, B: 촉진 확산 **14** ⑤ **15** ⑤ **16** 해설 참조 **17** ④ **18** ② **19** ①

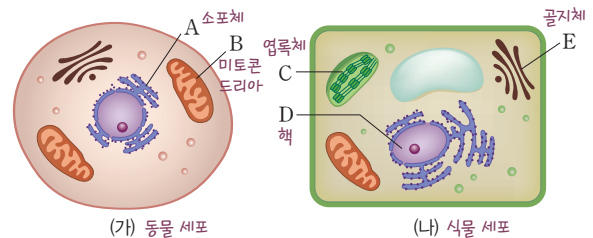
고난도 문제 도전하기

20 ① **21** ④

- 01** ㄴ. 세포는 생명 시스템을 이루는 구조적·기능적 단위면서 여러 세포 소기관이 상호 작용 하는 하나의 생명 시스템이다.
 ㄷ. 생명 시스템의 구성 단계 중 기관계는 동물에만, 조직계는 식물에만 존재한다.
오답 피하기 ㄱ. 생명 시스템을 구성하는 구조적·기능적 단위는 기관이 아니라 세포이다.
- 02** ④ 세포에서는 세포막을 통해 끊임없이 물질 출입이 일어나며 외부와 상호 작용을 한다.
오답 피하기 ① 모든 생물은 세포로 이루어져 있다.
 ②, ③ 세포는 생명 시스템을 구성하는 구조적 단위이며 생명 활동이 일어나는 기능적 단위이다.
 ⑤ 동물 세포와 식물 세포의 세포질에는 막으로 싸여 있는 여러 세포 소기관이 존재한다.
- 03** ㄱ, ㄷ. A는 모양과 기능이 비슷한 세포들로 이루어진 조직 단계이고, B는 여러 조직(A)이 모여 특정한 형태를 가지고 고유한 기능을 수행하는 기관 단계이다.
오답 피하기 ㄴ. 단세포 생물은 몸이 한 개의 세포로 이루어져 있으므로 조직(A)을 갖지 않는다.
- 04** 미토콘드리아에서는 세포 호흡이 일어나 생명 활동에 필요한 에너지를 공급하며, 엽록체에서는 광합성이 일어난다.
- 05** A는 소포체, B는 미토콘드리아, C는 엽록체, D는 핵, E는 골지체이며, (가)는 동물 세포, (나)는 식물 세포이다. 엽록체(C)는 식물 세포에만 존재하는 세포 소기관이다.
- 06** 핵(D)에는 유전 물질이 들어 있어 세포의 구조와 기능을 결정하며, 핵막은 소포체와 연결되어 있다.

자료 분석하기 세포의 구조와 세포 소기관의 기능

동물 세포와 식물 세포는 핵, 세포막, 세포질로 이루어져 있으며, 세포질에는 여러 세포 소기관이 존재한다.



소포체(A)	리보솜에서 합성한 단백질을 골지체나 세포의 다른 곳으로 운반한다.
미토콘드리아(B)	생명 활동에 필요한 에너지를 공급하는 세포 호흡이 일어나는 장소이다.
엽록체(C)	빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 광합성이 일어나는 장소이다.
핵(D)	유전 물질인 DNA가 있어 세포의 구조와 기능을 결정하며, 생명 활동을 조절한다.
골지체(E)	소포체에서 전달된 단백질을 변형시키고 운반하여 세포 밖으로 분비하는 데 관여한다.

07 A는 미토콘드리아, B는 리보솜, C는 핵이다.

ㄴ. 리보솜(B)에서는 DNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는데, 이 과정에서 단백질의 단위체인 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된다.

ㄷ. 핵(C)에는 DNA가 존재하며, DNA는 많은 수의 뉴클레오타이드로 이루어진 물질이다.

오답 피하기 ㄱ. 미토콘드리아(A)는 동물 세포와 식물 세포에 모두 존재한다.

08 ㄱ. 미토콘드리아(가)에서는 세포 호흡이 일어나 생명 활동에 필요한 에너지를 공급한다.

ㄴ. 엽록체(나)는 빛에너지를 이용해 물과 이산화 탄소를 원료로 포도당을 합성하는 광합성이 일어나는 장소이다.

오답 피하기 ㄷ. 엽록체(나)는 동물 세포에 존재하지 않는다.

09 세포막은 모든 세포에 존재하며, 세포 안을 주변 환경과 분리시키고 물질의 출입을 조절한다.

10 ㄱ. A는 인지질의 친수성 머리 부분, B는 인지질의 소수성 꼬리 부분이다.

ㄴ. C는 크기가 비교적 큰 수용성 물질이나 이온과 같이 전하를 띤 물질이 이동하는 통로가 되는 막단백질이다.

오답 피하기 ㄷ. (가)는 세포막의 인지질 2중층으로, 전하를 띤 이온은 인지질 2중층을 직접 통과할 수 없어 막단백질(C)을 통해 세포막을 통과한다.

11 **예시 답안** 인지질은 친수성인 머리 부분과 소수성인 꼬리 부분으로 구성되어 있기 때문에 물이 풍부한 세포 안팎의 환경에서 친수성인 머리 부분이 양쪽 바깥으로 배열되고, 소수성인 꼬리 부분이 안쪽으로 마주 보며 배열되어 2중층 구조를 이룬다.

채점 기준	배점(%)
세포막이 인지질 2중층 구조를 이루는 까닭을 인지질의 구조적 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
인지질이 친수성 부분과 소수성 부분을 함께 갖는다고 설명한 경우	40

12 ⑤ 세포막을 경계로 물 분자는 용질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동한다.

오답 피하기 ① A는 인지질로, 머리 부분은 친수성이고 꼬리 부분은 소수성이다.

② 크기가 비교적 큰 수용성 물질인 포도당은 세포막을 통과할 때 막단백질(B)을 통해 이동한다.

③, ④ 일반적으로 분자의 크기가 작은 물질일수록 인지질 2중층을 잘 통과하며, 전하를 띤 물질은 인지질 2중층을 직접 통과하기 어렵고 주로 막단백질을 통해 이동한다.

13 A는 인지질 2중층을 직접 통과해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 단순 확산하며, B는 막단백질을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 촉진 확산한다.

14 ㄱ. 단순 확산하는 A는 산소, 촉진 확산하는 B는 포도당이다.

ㄴ. 산소(A)와 포도당(B)은 모두 세포 밖에서 안으로 확산하므로 산소와 포도당의 농도는 모두 세포 밖이 세포 안보다 높다.

ㄷ. 세포막에는 물질의 이동에 관여하는 막단백질이 있다.

개념 더하기 확산의 종류

확산은 분자가 세포막을 경계로 세포 안팎의 농도 차에 따라 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 스스로 이동하는 현상이다.

단순 확산	• 물질이 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과하는 방식 • 이동 물질: 지용성 물질, 지질 입자, 크기가 작은 물질(산소, 이산화 탄소) 등
촉진 확산	• 물질이 세포막에 있는 막단백질을 통해 이동하는 방식 • 이동 물질: 전하를 띤 이온, 크기가 비교적 큰 수용성 물질(포도당, 아미노산) 등

15 ㄱ, ㄷ. A는 막단백질이 관여하지 않으므로 단순 확산이고, B는 막단백질이 관여하는 촉진 확산이다.

오답 피하기 ㄴ. 확산에서 물질의 이동 방향은 항상 고농도 → 저농도이다.

16 **예시 답안** 배추를 소금물에 담가 두면 배추 세포 밖의 소금 농도가 세포 안보다 높아 삼투에 의해 세포 밖으로 물이 빠져나가므로 배추가 숨이 죽는다.

채점 기준	배점(%)
배추 세포 밖의 소금 농도가 더 높아 삼투에 의해 세포 밖으로 물이 빠져나가므로 배추의 숨이 죽는다고 옳게 설명한 경우	100
배추 세포에서 물이 빠져나갔다고만 설명한 경우	40

17 ④ 콩팥의 세뇨관과 모세 혈관 사이에서 일어나는 물의 재흡수는 삼투에 의한 물질 이동의 예이다.

오답 피하기 ① 양파 세포를 고장액에 넣어 두면 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많아 세포막이 세포벽에서 분리된다.

② 세포를 등장액에 넣으면 세포 안팎으로 이동하는 물의 양이 같아 세포의 부피가 변하지 않는다.

③ 삼투는 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물 분자가 이동하는 현상이다.

⑤ 동물 세포를 저장액에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포가 부풀어 오르다가 터질 수 있다.

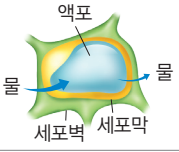
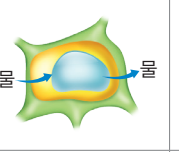
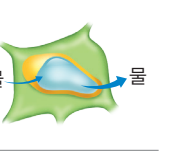
18 ② 등장액에 담가 둔 양파 세포를 증류수(저장액)에 넣으면 양파 세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 커져 세포가 팽창해진다.

오답 피하기 ① 양파 세포는 세포벽이 있어 세포의 부피가 커져도 터지지 않는다.

③, ④ 양파 세포를 고장액에 넣으면 양파 세포 밖으로 물이 빠져나가지만 양파 세포는 세포벽이 있기 때문에 고장액에서 세포가 쭈그러들지 않고, 세포의 부피가 작아지다가 세포막이 세포벽에서 분리된다.

⑤ 양파 세포를 등장액에 넣으면 양파 세포 안과 밖으로 이동하는 물의 양이 같아 세포의 부피가 변하지 않는다.

개념 더하기 식물 세포(양파 세포)에서 일어나는 삼투

저장액	등장액	고장액
		
세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 커지지만 세포벽이 있어 터지지 않는다.	세포 안으로 들어오는 물의 양과 세포 밖으로 나가는 물의 양이 같아 세포의 부피에 변화가 없다.	세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 적어 세포의 부피가 작아 지다가 세포막이 세포 벽에서 분리된다.

- 19 ㄱ. 달걀의 겉껍데기를 제거하고 남은 막은 세포막과 같은 선택적 투과성 막이므로 삼투에 의해 물이 이동하여 달걀의 질량이 변한다.

오답 피하기 ㄴ. 달걀의 질량이 A에서 증가하고, B에서 감소했으므로 A에 넣은 증류수는 달걀의 내부 용액과 비교하여 저장액이며, B에 넣은 10 % 소금물은 고장액이다.

ㄷ. 10 % 소금물이 고장액이므로 15 % 소금물도 고장액이다. 따라서 15 % 소금물에서는 10 % 소금물에 넣었을 때보다 달걀의 질량이 더 많이 감소한다.

- 20 ㉠은 인지질, ㉡은 핵산(DNA), ㉢은 단백질이고, A는 리보솜, B는 핵, C는 세포벽이다.

① 인지질(㉠)과 단백질(㉢)은 세포막의 주성분이다. 세포벽(C)의 주성분은 탄수화물의 일종인 셀룰로스이다.

오답 피하기 ② 핵(B) 속에 DNA와 같은 핵산(㉡)이 존재한다.

③ 핵산을 구성하는 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 타이민(T), 사이토신(C), 유라실(U) 5종류이다.

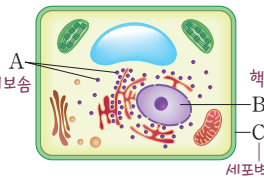
④ 효소의 주성분인 단백질(㉢)은 리보솜(A)에서 합성된다.

⑤ 효소 단백질(㉢)에 대한 유전 정보는 핵산(㉡)의 일종인 DNA에 저장되어 있다.

통합형 문제 분석하기

탄소 화합물의 특성과 세포의 구조

구분	특성
㉠	친수성 부분과 소수성 부분을 모두 갖는다. 인지질
㉡	유전 정보를 저장한다. 핵산
㉢	효소의 주성분이다. 단백질



- 세포막은 주로 인지질과 단백질로 구성되어 있다. → 세포막에서 인지질은 친수성인 머리 부분이 물과 접하여 바깥쪽을 향하고 소수성인 꼬리 부분은 마주 보며 배열하여 인지질 2중층 구조를 이루며, 단백질은 인지질 2중층 곳곳에 박혀 있다.
- 세포의 유전 정보는 핵 속의 DNA(핵산)에 저장되어 있고, 리보솜에서는 DNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성된다. → 효소의 주성분인 단백질에 대한 정보는 핵산(DNA)에 저장되어 있고, 이 정보에 따라 리보솜에서 효소 단백질이 합성된다.

- 21 감자 조각을 세포와 농도가 다른 용액에 넣으면 감자의 세포막을 통해 물이 이동하는 삼투가 일어나 감자 조각의 질량이 변한다.

ㄱ. 감자 조각을 저장액에 넣으면 감자 세포 안으로 들어오는 물의 양이 감자 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 감자 조각의 질량이 증가한다. 따라서 0.1 % 소금물은 감자 세포에 대해 저장액이다.

ㄷ. 3.0 % 소금물에서 감자 조각의 질량이 감소한 까닭은 삼투에 의해 감자 세포에서 물이 빠져나갔기 때문이다.

오답 피하기 ㄴ. 3.0 % 소금물에 넣어 둔 감자 조각을 저장액인 증류수로 옮겨 넣으면 감자 세포 안으로 물이 들어와 감자 조각의 질량이 증가한다.

13 생체 촉매

확인문제

158~160쪽

- 1 효소 2 물질대사 3 에너지 4 활성화 에너지
5 기질 특성 6 발효 식품

기본 문제로 개념 다지기

161쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × 02 (1) ㉠, ㉢ (2) ㉠, ㉢
03 (1) 물 (2) 물 (3) 연 (4) 연 04 ㉠ 낮춰, ㉡ 빠르게 05 B
06 반응물: B, 생성물: D 07 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○

- 01 물질대사는 생명체 내에서 물질이 분해되거나 합성되는 모든 화학 반응을 의미하며, 물질대사가 일어날 때는 에너지가 소량씩 단계적으로 방출되거나 흡수된다.

- 03 연소는 물질대사와 달리 효소가 관여하지 않으며, 높은 온도에서 반응이 일어나 다량의 에너지가 한꺼번에 방출된다.

- 05 효소는 활성화 에너지를 낮추어 주므로 A는 효소가 없을 때의 활성화 에너지, B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다.

- 06 A는 효소, B는 반응물, C는 반응에 참여하지 못하는 물질, D는 생성물이다.

- 07 (1) 효소는 생명체 밖에서도 촉매로 작용할 수 있어 다양한 분야에 활용된다.

(2) 식체는 엽기름 속의 녹말 분해 효소로 밥알을 분해하여 만든다.

- (3) DNA를 재조합할 때 DNA를 자르고 붙이는 데 효소가 이용된다.
- (4) 김치, 된장, 치즈, 술 등의 발효 식품은 젖산균이나 효모와 같은 미생물의 효소를 이용하여 만든다.

탐구 자료로 기본 다지기

162쪽

자료 1 01 ㉠ 동화, ㉡ 이화

02 (가) 광합성, (나) 세포 호흡 03 ㉠

자료 2 04 반응물: 과산화 수소, 생성물: 물, 산소

05 ㉠ A, ㉡ B, ㉢ C 06 ㉢

- 01 물질을 합성하는 과정은 동화 작용(가), 물질을 분해하는 과정은 이화 작용(나)이다.
- 02 광합성은 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 동화 작용, 세포 호흡은 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 이화 작용에 해당한다.
- 03 ㉠. 물질대사에는 항상 효소가 관여한다.
오답 피하기 ㉡. 효소는 반응이 끝나면 반응 전과 같은 상태가 되므로 촉매 작용을 반복할 수 있다.
 ㉢. 물질대사에는 효소가 관여하므로 낮은 압력과 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 일어날 수 있다.
- 04 간에서 카탈레이스가 관여하는 화학 반응의 반응물은 과산화 수소이고, 생성물은 물과 산소이다.
- 05 A는 카탈레이스가 없을 때의 활성화 에너지, B는 카탈레이스가 있을 때의 활성화 에너지, C는 반응열이다.
- 06 ㉠. 카탈레이스는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 이화 작용에 관여한다.
 ㉡. 카탈레이스는 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지인 활성화 에너지를 'A-B'만큼 낮추어 반응을 촉진한다.
 ㉢. 카탈레이스가 없을 때보다 카탈레이스가 있을 때 활성화 에너지가 낮아지므로 반응이 빠르게 일어난다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

163~165쪽

- 01 ㉢ 02 ㉣ 03 ㉢ 04 동화 작용, (가) 05 B, E 06 ㉠
 07 ㉡ 08 효소: A, 반응물: B 09 해설 참조 10 ㉠ 11 ㉢
 12 ㉠ 13 ㉢ 14 해설 참조

고난도 문제 도전하기

- 15 ㉠ 16 ㉠

- 01 폐포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환은 확산에 의해 일어나며, 효소가 관여하지 않는다.
- 02 자동차가 연료를 소비하여 에너지를 얻는 것은 생명체 밖에서 일어나는 화학 반응으로, 연소에 해당한다.
- 03 (가)는 동화 작용인 광합성, (나)는 이화 작용인 세포 호흡이며, (가)와 (나) 모두 효소가 관여한다. 식물 세포에는 엽록체와 미토콘드리아가 모두 존재하므로 광합성과 세포 호흡이 모두 일어난다.
- 04 포도당이 결합하여 글리코젠을, 아미노산이 결합하여 단백질을 합성하는 것은 동화 작용이며, (가)는 에너지를 흡수하는 흡열 반응, (나)는 에너지를 방출하는 발열 반응이다. 동화 작용이 일어날 때에는 (가)와 같이 에너지가 흡수되어 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 높다.
- 05 A는 반응물의 에너지 크기, C와 D는 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열, F는 생성물의 에너지 크기이므로 A, C, D, F는 효소의 유무에 관계없이 일정하다. B와 E는 활성화 에너지이므로 효소가 있을 때 낮아진다.
- 06 ㉠. (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용에서의 에너지 변화이다.
오답 피하기 ㉡. 동화 작용은 에너지가 흡수되는 흡열 반응이고, 이화 작용은 에너지가 방출되는 발열 반응이다.
 ㉢. 효소는 반응의 활성화 에너지를 낮추어 주므로 효소가 있을 때 (가)의 활성화 에너지는 B보다 작고, (나)의 활성화 에너지는 E보다 작다.

통합형 문제 분석하기

물질대사와 효소의 작용

- 물질대사: 생명체 내에서 물질이 분해되거나 합성되는 모든 화학 반응으로, 동화 작용과 이화 작용이 있다.

동화 작용	저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 과정으로, 에너지가 흡수된다(흡열 반응).
이화 작용	고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 과정으로, 에너지가 방출된다(발열 반응).

- 효소: 생명체에서 일어나는 화학 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 증가시키는 생체 촉매이다.

- 07 ㉠. 효소는 종류에 따라 입체 구조가 달라 특정 반응물과만 결합하여 작용한다.
 ㉡. 효소는 생명체에서 합성되어 물질대사를 촉진하는 물질로, 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 빠르게 일어나도록 하며 체온보다 너무 높은 온도에서는 작용하지 못한다.
오답 피하기 ㉢. 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.
 ㉣. 효소는 반응 후에도 구조와 성질이 변하지 않아 새로운 반응물과 결합하여 다시 반응을 촉매할 수 있다.

개념 더하기 효소

- 효소의 작용 원리: 효소는 활성화 에너지를 낮추어 체온 정도의 낮은 온도에서도 화학 반응이 빠르게 일어나게 한다.
- 효소의 기질 특이성: 효소는 자신의 입체 구조에 맞는 반응물(기질)하고만 결합하여 촉매 작용을 한다.

08 A는 효소, B는 반응물(기질), D는 생성물이며, C는 효소(A)의 입체 구조와 맞지 않아 반응물이 될 수 없다.

09 **예시 답안** 한 종류의 효소는 자신의 입체 구조에 맞는 한 종류의 반응물(기질)하고만 결합하여 촉매 작용을 하는 기질 특이성이 있다.

채점 기준	배점(%)
한 종류의 효소는 한 종류의 반응물하고만 작용한다는 것을 입체 구조를 언급하여 옳게 설명한 경우	100
효소는 기질 특이성이 있다고만 설명한 경우	50

10 ㄱ. 효소(A)의 주성분은 단백질이다.

오답 피하기 ㄴ. 반응물(B)은 활성화 에너지에 영향을 미치지 않는다.

ㄷ. C는 반응물이 아니므로 효소(A)와 반응할 수 없다.

11 ㄱ, ㄷ. A는 효소, B는 반응물(기질)이며, 효소(A)가 반응물(B)과 결합하여 C가 형성되면 활성화 에너지가 낮아진다.

오답 피하기 ㄴ. 반응물(B)은 효소(A)에 의해 분해되므로 반응 후 재사용될 수 없다.

12 ㄱ. 시간이 지남에 따라 농도가 증가하는 A는 생성물, 농도가 감소하는 B는 반응물이다.

오답 피하기 ㄴ. 효소는 화학 반응 초기에 반응물과 결합하여 농도가 줄어들다가 시간이 지나면서 농도가 증가한다.

ㄷ. 반응물(B)은 활성화 에너지에 영향을 미치지 않는다.

13 ㄱ. 감자즙에는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 카탈레이스가 들어 있다.

ㄴ. 카탈레이스는 생간에도 들어 있으므로 감자즙 대신 생간을 넣어도 비슷한 결과를 얻을 수 있다.

ㄷ. B에서 고무풍선이 부풀어 올라 두 점 사이의 거리가 늘어났으며, 이는 과산화 수소의 분해로 생성된 산소 때문이다.

14 **예시 답안** 효소 세제에 들어 있는 단백질 분해 효소와 지방 분해 효소가 섬유에 붙어 있는 때의 주성분인 단백질과 지방의 분해를 도와 주므로, 빨래를 할 때 효소 세제를 이용하면 섬유에 붙어 있는 때를 더 쉽게 제거할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
효소 세제에 들어 있는 단백질 분해 효소와 지방 분해 효소가 섬유에 붙어 있는 단백질과 지방의 분해를 돕는다고 옳게 설명한 경우	100
세제에 들어 있는 효소가 때를 분해하기 때문이라고 설명한 경우	50

15 ㄱ. (가)에서 크기가 작은 분자 2개가 큰 분자 1개로 합성되었으므로 (가)는 동화 작용이다.

오답 피하기 ㄴ. 효소의 주성분은 단백질이므로 온도가 체온 범위 이상으로 높아지면 효소의 입체 구조가 변한다. 그 결과 효소가 촉매 기능을 하지 못하게 되어 반응 속도가 느려진다.
ㄷ. 활성화 에너지는 반응이 일어나기 위해 넘어야 할 에너지 언덕에 해당하며, 효소는 활성화 에너지의 크기를 낮추어 반응을 촉진한다. 따라서 (나)에서 'A+C'가 효소 ㉠이 있을 때의 활성화 에너지이고, 'B+C'가 효소 ㉠이 없을 때의 활성화 에너지이다.

16 A는 반응 전후 변화가 없으므로 효소이고, B는 반응물(기질), C는 생성물이다.

ㄱ. 효소(A)의 주성분은 단백질이므로 리보솜에서 합성된다.

오답 피하기 ㄴ. ㉠은 시간이 지남에 따라 농도가 증가하므로 생성물(C)이고, ㉡은 시간이 지남에 따라 농도가 감소하므로 반응물(B)이다.

ㄷ. 활성화 에너지의 크기는 반응물이나 생성물의 농도에 따라 변하지 않고 일정하다.

14 세포 내 정보의 흐름

확인문제

166~167쪽

1 유전자 2 단백질 3 DNA 4 단백질

기본 문제로 개념 다지기

168쪽

01 C: 유전자 **02** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ **03** ㉠ 3염기 조합, ㉡ 코돈 **04** ㉠ 전사, ㉡ 번역 **05** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○
06 가닥 I **07** ㉠ A, ㉡ C, ㉢ U, ㉣ G **08** 낮 모양 적혈구 빈혈증

01 A는 염색체, B는 염색체를 구성하는 단백질, C는 유전 정보가 저장된 DNA의 특정 부위인 유전자이다.

02 (2) 한 분자의 DNA에는 여러 개의 유전자가 들어 있다.

05 (1) DNA로부터 RNA가 합성되는 과정이 전사이며, 동물 세포와 식물 세포는 모두 핵 안에서 전사가 일어난다.

(2), (3) 번역은 RNA로부터 단백질이 합성되는 과정으로, 세포질의 리보솜에서 일어난다.

(4) 지구에 사는 거의 모든 생명체는 동일한 유전부호(3염기 조합, 코돈)를 사용한다.

06 RNA의 염기 서열이 DNA의 가닥 I에 상보적이므로 전사에 사용된 것은 가닥 I이다.

07 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하므로 ㉠은 A, ㉡은 C이다. DNA로부터 전사된 RNA의 염기 서열은 DNA의 가닥 I에 상보적이므로 ㉢은 U, ㉣은 G이다.

탐구 자료로 기본 다지기

169쪽

- 자료 1 01 ㉠ 전사, ㉡ 번역 02 ACCTTTCCG
03 ㉣
자료 2 04 ㉤ 05 ㉠ 아데닌, ㉡ 감소 06 ㉤

01 유전자에 저장된 유전 정보는 DNA로부터 RNA가 합성되는 전사(㉠) 과정과 RNA로부터 단백질이 합성되는 번역(㉡) 과정을 거쳐 발현된다.

02 RNA의 염기 A, U, G, C에 상보적인 DNA의 염기는 각각 T, A, C, G이다.

03 ㄴ. 전사(㉠) 과정에서 합성된 RNA의 염기 서열은 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열에 상보적이므로 RNA의 염기 서열로부터 DNA의 염기 서열을 알 수 있다.
ㄷ. 번역(㉡) 과정에서는 RNA의 코돈이 지정하는 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 합성된다.

오답 피하기 ㄱ. 전사(㉠)는 핵 안에서, 번역(㉡)은 세포질의 리보솜에서 일어난다.

04 DNA의 염기 아데닌(A)에 상보적인 RNA의 염기는 유라실(U)이다.

05 낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자의 DNA 염기 서열 중 1개의 타이민(T)이 아데닌(A)으로 바뀔으로써 만들어지며, 낫 모양 적혈구가 모세 혈관을 막으면 기관으로 공급되는 혈액의 양이 감소한다.

06 ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈 유전자의 DNA 염기 서열 중 1개의 염기(T)가 다른 염기(A)로 바뀌어 비정상 헤모글로빈이 만들어지고, 그 결과 적혈구가 낫 모양으로 바뀌어 나타난다.

ㄴ. 유전자는 다음 세대로 물려지므로 부모의 유전자 이상 질환은 자손 세대로 전달될 수 있다.

ㄷ. 염기 서열이 바뀌어 비정상 단백질로 번역되면 효소가 결핍되거나 세포를 구성하는 단백질이 정상적으로 만들어지지 않아 유전자 이상 질환이 나타날 수 있다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

170~171쪽

- 01 ㉣ 02 ㉢ 03 ㄱ, ㄴ 04 해설 참조 05 ㉣ 06 ㉢
07 AGCATGCCTAGT 08 ㉣

고난도 문제 도전하기

- 09 ㉣ 10 ㉤

01 A는 염색체, B는 DNA, C는 유전자이다.

ㄱ. 염색체(A)는 DNA와 단백질로 구성된다.

ㄷ. DNA의 특정 유전자(C)에는 특정 단백질의 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 염기 서열의 형태로 저장되어 있다.

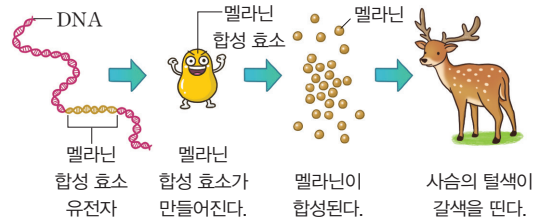
오답 피하기 ㄴ. DNA(B)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이다.

02 ㄱ. 사슴의 털색이 갈색을 띠는 것은 색소 단백질인 멜라닌 때문이다.

ㄷ. 멜라닌 합성 효소 유전자 ㉠에 이상이 생겨 멜라닌 합성 효소가 정상적으로 만들어지지 않으면 멜라닌이 합성되지 않아 사슴의 털색이 흰색을 띠 수 있다.

오답 피하기 ㄴ. 멜라닌 합성 효소 유전자 ㉠에는 멜라닌 합성 효소에 대한 유전 정보가 들어 있다.

자료 분석하기 사슴의 털색이 다른 까닭



• 정상적인 경우: 멜라닌 합성 효소 유전자의 유전 정보에 따라 멜라닌 합성 효소가 만들어진다. → 멜라닌 합성 효소의 촉매 작용으로 멜라닌이 합성된다. → 멜라닌에 의해 사슴의 털색 형질이 갈색으로 나타난다.

• 이상이 생긴 경우: 멜라닌 합성 효소 유전자에 이상이 생겨 유전 정보가 달라진다. → 멜라닌 합성 효소가 만들어지지 않는다. → 사슴의 털색 형질이 흰색으로 나타난다.

03 ㄱ. (가)는 DNA의 유전 정보가 RNA(㉠)로 전달되는 전사 과정으로, 핵 안에서 일어난다.

ㄴ. (나)는 전사를 통해 합성된 RNA(㉠)가 세포질로 빠져나와 리보솜과 결합한 후 RNA의 코돈에 따라 단백질이 합성되는 번역 과정이다.

오답 피하기 ㄷ. ㉠은 RNA이므로 ㉠을 구성하는 염기는 A, U, G, C이다.

04 **예시 답안** DNA에 저장된 유전 정보는 핵 안에서 RNA로 전사되고, 전사된 RNA가 세포질로 이동하여 리보솜과 결합하면 이 RNA의 유전 정보에 따라 아미노산이 순서대로 결합하여 단백질이 합성되는 번역 과정이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100
제시된 용어 중 3가지만 포함하여 옳게 설명한 경우	60
제시된 용어 중 2가지만 포함하여 설명한 경우	30

05 나. 전사된 RNA는 총 4개의 코돈으로 구성되므로 4개의 아미노산으로 구성된 단백질로 번역된다.

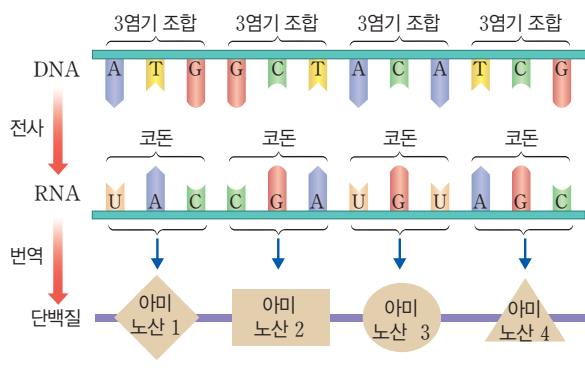
다. RNA는 핵 안에서 DNA로부터 전사되어 세포질로 이동한 후 리보솜과 결합하여 번역에 사용된다.

오답 피하기 가. 전사된 RNA의 염기 서열은 UAC CGA UGU AGC이다.

자료 분석하기 유전 정보의 흐름

세포에서 유전 정보는 DNA에서 RNA를 거쳐 단백질로 전달된다.

- 전사: DNA로부터 RNA가 합성되는 과정으로, 핵 안에서 일어난다.
- 번역: RNA로부터 단백질이 합성되는 과정으로, 세포질의 리보솜에서 일어난다.



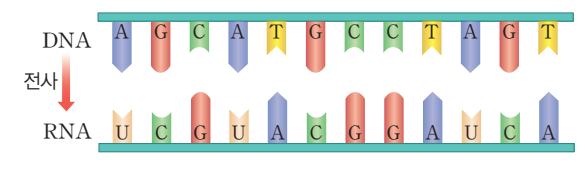
06 가, 나. 대부분의 생명체에서 유전 정보는 DNA를 구성하는 4가지 염기 서열의 형태로 저장되어 있으며, 동일한 유전부호(3염기 조합, 코돈)를 사용한다. 따라서 유전부호가 지정하는 아미노산의 종류는 생명체의 종류에 관계없이 동일하다.

오답 피하기 다. 대부분의 생명체는 동일한 유전부호를 사용하므로 사람의 유전자를 세균의 DNA에 삽입하면 세균에서 전사와 번역이 모두 일어나 사람의 단백질이 만들어진다.

07 RNA의 염기 A, U, G, C은 각각 DNA의 염기 T, A, C, G에 상보적이므로 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열은 AGCATGCCTAGT이다.

자료 분석하기 전사

전사는 DNA로부터 RNA가 합성되는 과정으로, RNA의 염기 서열을 알면 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열도 알 수 있다.



08 나, 다. 낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자에 이상이 생겨 만들어지며, 정상 적혈구보다 산소 운반 능력이 떨어져 빈혈을 일으킨다.

오답 피하기 가. 낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자의 DNA 염기 서열 중 1개의 염기가 다른 염기로 바뀐 결과 아미노산 하나가 정상과 달라져 만들어진 것이다. 따라서 낫 모양 적혈구의 헤모글로빈을 구성하는 아미노산의 수는 정상 적혈구의 헤모글로빈을 구성하는 아미노산의 수와 같다.

09 가, 다. (나)에 유라실(U)이 있으므로 (나)는 전사된 RNA 가닥이고, (가)와 (다)는 DNA 가닥이다. 따라서 (가)와 (다)는 상보적으로 결합하는 염기의 개수가 같다. (가)에서 타이민(T)이 17개이므로 T에 상보적인 아데닌(A)은 (다)에서 17개이다. DNA의 아데닌(A)은 RNA의 유라실(U)로 전사되는데, (나)에서 유라실(U)이 17개이므로 (나)는 (다)로부터 전사된 것이다. (가)와 (나)의 염기는 모두 (다)의 염기와 상보적이므로, (가)와 (나)는 타이민(T)과 유라실(U)의 개수가 같고, 나머지 염기(A, G, C)의 개수가 같다. 따라서 (나)의 구아닌(G) 개수 ①은 (가)의 구아닌(G) 개수와 같은 33이다.

오답 피하기 나. (나)에서 DNA의 아데닌(A)으로부터 전사된 유라실(U)이 17개이므로 전사에 이용된 DNA 가닥은 아데닌(A)이 17개인 (다)이다.

자료 분석하기 DNA와 전사된 RNA의 염기 조성

구분	염기 조성(개)					
	A	G	T	C	U	계
(가)	? 23	33	17	? 27	? 0	100
(나)	? 23	① 33	? 0	? 27	17	100
(다)	? 17	27	? 23	? 33	0	100

- DNA에는 염기 T이 있고, RNA에는 U이 있다. ➡ (나)는 전사된 RNA 가닥이고, (가)와 (다)는 DNA 가닥이다.
- 하나의 DNA를 이루는 두 가닥은 염기 서열이 서로 상보적이며, 전사된 RNA 가닥은 전사에 이용된 DNA 가닥에 상보적인 염기 서열을 가진다. 따라서 전사에 이용되지 않은 DNA 가닥과 전사된 RNA 가닥은 T와 U의 개수가 같고, 나머지 염기(A, G, C)의 개수가 같다. ➡ (가)의 T와 (나)의 U 개수가 17로 같으므로, (가)는 전사에 이용되지 않은 DNA 가닥, (다)는 전사에 이용된 DNA 가닥이며, (가)와 (나)의 A, G, C의 개수는 같다.

10 RNA에서 연속된 3개의 염기인 코돈이 하나의 아미노산을 지정한다.

가. 아미노산 1을 지정하는 첫 번째 코돈은 UGG이다.

나. ① 부분의 염기 T이 A으로 바뀌면 두 번째 코돈이 ACA에서 UCA로 바뀐다. 아미노산 4를 지정하는 코돈이 UCA이므로 아미노산 2가 아미노산 4로 바뀐다.

다. ② 부분에 염기 A이 삽입되면 세 번째 코돈이 GGC에서 UGG로 바뀐다. 아미노산 1을 지정하는 코돈이 UGG이므로 아미노산 3이 아미노산 1로 바뀐다.

V 단위 마무리 172~177쪽

핵심 정리 단위 마무리하기

① 생명 시스템 ② 세포 ③ 기관 ④ 핵 ⑤ 엽록체
 ⑥ 세포벽 ⑦ 인지질 ⑧ 촉진 확산 ⑨ 물 ⑩ 촉매
 ⑪ 동화 작용 ⑫ 유전자 ⑬ 코돈 ⑭ 전사 ⑮ 낮 모양
 적혈구 빈혈증

실력 점검 V 단위 평가하기

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

서술형 문제 대비하기
 15~17 해설 참조

01 ④ C는 기관계이며, 기관계는 식물에는 없고 동물에만 있는 구성 단계이다.

오답 피하기 ①, ② A는 모양과 기능이 비슷한 세포의 모임인 조직이다.

③ B는 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 구성 단계인 기관이다. 심장은 기관의 예에 해당한다.

⑤ 세포는 생명 시스템을 구성하는 구조적·기능적 기본 단위이다.

02 A는 엽록체, B는 리보솜, C는 미토콘드리아이다.

ㄱ. 엽록체(A)에서는 광합성이 일어나 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환된다.

ㄴ. 리보솜(B)에서는 RNA의 코돈에 따라 아미노산이 결합하여 단백질이 합성되므로 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 동화 작용이 일어난다.

ㄷ. 미토콘드리아(C)에서는 세포 호흡이 일어나 포도당의 화학 에너지가 생명 활동에 사용되는 형태의 화학 에너지로 전환된다.

03 A는 단백질, B는 인지질이다.

ㄱ. ㉠은 인지질의 친수성 부분, ㉡은 소수성 부분이므로 ㉠은 ㉡보다 물과의 친화력이 크다.

ㄷ. 단백질(A)과 인지질(B)은 모두 물질의 출입을 조절하는데 관여한다.

오답 피하기 ㄴ. 단백질(A)과 인지질(B)은 모두 세포막의 한 자리에 고정되어 있는 것이 아니라 어느 정도 유동성이 있어 움직일 수 있다.

04 ㄴ. A는 인지질 2중층을 직접 통과하는 단순 확산에 의해 세포막을 통과하며, B는 막단백질을 통해 이동하는 촉진 확산에 의해 세포막을 통과한다.

오답 피하기 ㄱ. A와 B는 모두 확산에 의해 (가)에서 (나)로 이동하므로 (가)에서보다 (나)에서 농도가 낮다.

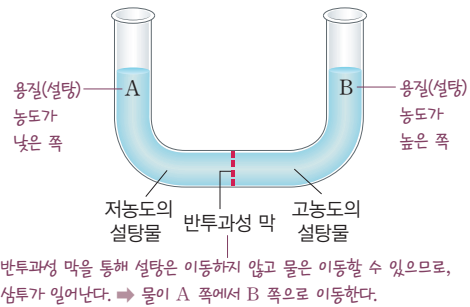
ㄷ. 확산에는 에너지가 사용되지 않는다.

05 ㄱ. 설탕은 반투과성 막을 통과하지 못하므로 설탕 분자의 수는 항상 A보다 B에 많다.

ㄴ. A보다 B의 설탕물 농도가 높으므로 반투과성 막을 통해 A 쪽에서 B 쪽으로 이동하는 물의 양이 B 쪽에서 A 쪽으로 이동하는 물의 양보다 많아 B의 수면이 A의 수면보다 높아진다.

오답 피하기 ㄷ. A와 B의 설탕 농도가 같아지면 반투과성 막을 통해 양쪽으로 이동하는 물의 양이 같아진다.

자료 분석하기 반투과성 막을 통한 삼투 현상



• 삼투: 용질은 통과시키지 않고 용매(물)만 통과시키는 반투과성 막을 경계로 농도가 다른 용액이 있을 때 용질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매(물)가 이동하는 현상이다.

• 반투과성 막을 통해 삼투가 일어나 물이 A(저농도의 설탕물) 쪽에서 B(고농도의 설탕물) 쪽으로 이동한다. ⇒ A의 수면은 내려가고 B의 수면은 올라간다.

• 삼투가 일어나 물이 A 쪽에서 B 쪽으로 이동하므로 A의 설탕 농도는 높아지고 B의 설탕 농도는 낮아진다. 하지만 설탕은 반투과성 막을 통해 이동하지 않기 때문에 A와 B에서 설탕 분자의 수는 변하지 않는다.

06 양파 세포를 저장액인 증류수에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 (가)와 같이 세포가 팽팽해진다. 양파 세포를 고장액에 넣으면 세포 밖으로 나가는 물의 양이 세포 안으로 들어오는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 작아지다가 (나)와 같이 세포막이 세포벽에서 분리된다. 따라서 양파 세포 내부의 용액 농도는 (가)에서보다 (나)에서가 높다.

07 ㄷ. 효소는 활성화 에너지를 낮추어 화학 반응의 반응 속도를 증가시키므로, 생성물의 생성 속도는 효소가 없을 때보다 효소가 있을 때 빠르다.

오답 피하기 ㄱ. 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 높으므로 반응이 진행되면서 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

ㄴ. E_2 는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이며, 활성화 에너지는 온도에 따라 변하지 않는다.

08 A는 반응물(기질), B는 효소, C는 생성물이다.

ㄴ. 효소(B)는 반응 후 생성물과 분리되어 반응 전 상태로 돌아가므로 재사용될 수 있다.

오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 이 반응은 반응물(A)이 생성물(C)로 분해되는 이화 작용이므로 A는 C보다 에너지가 크다.

- 09** ㄱ, ㄴ. 생간에는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 카탈레이스가 들어 있으므로 A에서는 거품이 발생하지 않고, B에서만 거품이 발생한다.

오답 피하기 ㄷ. 효소의 주성분은 단백질이므로 간에 열을 가해 익히면 카탈레이스가 촉매 기능을 잃어 과산화 수소수에서 거품이 잘 발생하지 않는다.

- 10** 섬유소 분해 효소를 이용해 청바지를 탈색할 수 있고, 미생물의 유류 분해 효소를 이용해 오염된 바다를 정화할 수 있다. 포도당 산화 효소는 혈당 측정기와 소변 검사지에 이용된다.

- 11** A는 리보솜, B는 핵, ㉠은 전사, ㉡은 번역, ㉢은 단백질이다. ㄱ. 리보솜(A)에서 아미노산 간에 펩타이드 결합이 형성되어 단백질이 합성된다.

ㄷ. 단백질(㉢)의 단위체인 아미노산에는 질소(N)가 포함된다.

오답 피하기 ㄴ. 전사(㉠)는 핵(B) 안에서 일어나고, 번역(㉡)은 세포질의 리보솜(A)에서 일어난다.

- 12** ④ 아미노산 1과 아미노산 2를 지정하는 3염기 조합은 각각 ACC와 TTT로 염기 서열이 서로 다르다.

오답 피하기 ① ㉠은 핵 안에서 일어나는 전사, ㉡은 세포질에서 일어나는 번역 과정이다.

② 번역 과정에서 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성된다.

③ (가)와 (나) 중 전사된 RNA 가닥과 상보적인 가닥은 (가)이므로 전사에 사용된 것은 (가)이다.

⑤ 유전자 이상으로 아미노산 3이 정상과 다른 아미노산으로 바뀌면 단백질의 입체 구조가 변할 수 있다.

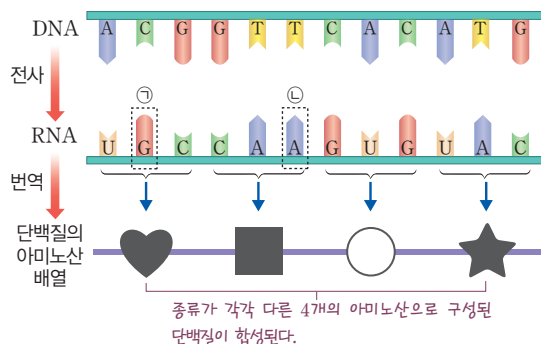
- 13** ㄷ. ㉠ 부분의 A가 U로 바뀌면 두 번째 코돈이 CAA에서 CAU로 바뀌므로 두 번째 아미노산이 ■에서 △로 바뀐다.

오답 피하기 ㄱ. 이 RNA의 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열은 ACGGTTTCACATG이다.

ㄴ. ㉡ 부분의 염기 G가 A로 바뀌면 첫 번째 코돈이 UGC에서 UAC로 바뀌므로 첫 번째 아미노산이 ♥에서 ★로 바뀌어 3종류의 아미노산으로 구성된 단백질로 번역된다.

자료 분석하기 유전 정보의 흐름

RNA의 염기 서열을 알면 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열을 알 수 있다.



- 14** ㄴ. 헤모글로빈 유전자의 DNA 염기 서열 중 1개의 염기(T)가 다른 염기(A)로 바뀌으로써 헤모글로빈을 구성하는 아미노산 하나가 정상과 달라져 적혈구가 낫 모양이 된다.

ㄷ. 낫 모양 적혈구는 정상 적혈구에 비해 산소를 운반하는 능력이 떨어져 빈혈을 일으킨다.

오답 피하기 ㄱ. (가)와 (나)로부터 각각 전사된 RNA의 염기 서열은 GAA, GUA이다.

- 15** 뿌리 세포 안의 농도보다 흙 속의 농도가 낮아야 삼투에 의해 흙 속의 물이 뿌리 세포 안으로 흡수된다. 흙 속의 농도가 뿌리 세포 안의 농도보다 높아지면 삼투에 의해 뿌리 세포 안의 물이 흙 속으로 빠져나와 식물이 말라 죽는다.

예시 답안 비료를 너무 많이 주면 흙 속의 농도가 뿌리 세포 안의 농도보다 높아져 삼투에 의해 뿌리 세포 안에서 밖(흙 속)으로 물이 빠져나오기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
삼투에 의해 뿌리 세포에서 물이 빠져나오기 때문이라고 설명한 경우	100
삼투 때문이라고만 쓴 경우	30

- 16** 그림에서 효소는 물질 A하고만 결합하여 반응을 촉매하고, 물질 B하고는 결합하지 않아 반응을 촉매하지 않는다. 이처럼 한 종류의 효소는 효소의 입체 구조에 들어맞는 특정 반응물(기질)하고만 결합하는 특성을 갖는데, 이러한 특성을 기질 특이성이라고 한다. 또한, 효소는 반응 후에도 구조와 성질이 변하지 않아 생성물과 분리된 다음 새로운 반응물과 결합하여 다시 반응을 촉매할 수 있다.

예시 답안 효소는 입체 구조에 맞는 특정 반응물(기질)하고만 결합하여 작용한다(또는 기질 특이성을 갖는다). 효소는 반응 후에 구조와 기능이 변하지 않아 재사용될 수 있다. 등

채점 기준	배점(%)
특정 반응물(기질)에만 작용한다(기질 특이성). 반응 후에 변화가 없어 재사용된다는 내용을 모두 포함하여 설명한 경우	100
특정 반응물(기질)에만 작용한다(기질 특이성). 반응 후에 변화가 없어 재사용된다는 내용 중 1가지만 설명한 경우	50

- 17** 효소의 주성분은 단백질이며, 유전자에는 단백질의 아미노산 서열에 대한 정보가 DNA 염기 서열의 형태로 저장되어 있다. 따라서 유전자에 이상이 생기면 효소나 몸을 구성하는 단백질 등이 정상적으로 생성되지 못한다.

예시 답안 물질대사에는 효소가 필요한데, 효소(단백질)를 만드는 정보는 유전자에 저장되어 있다. 따라서 물질대사에 필요한 효소에 대한 정보를 저장하고 있는 유전자에 이상이 생기면 물질대사에 관여하는 특정 효소가 만들어지지 않아 선천성 대사 이상 질환이 발생하게 된다.

채점 기준	배점(%)
선천성 대사 이상 질환이 발생하는 까닭을 유전자에 이상이 생겨 특정 효소(단백질)가 만들어지지 않기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
유전자와 단백질의 관계와 관련지어 설명하지 않은 경우	0

VI 화학 변화

15 산화와 환원

확인문제

180~182쪽

1 산소 2 연, 잃, 잃, 얻 3 동시 4 산화 5 환원 6 산화 환원

기본 문제로 개념 다지기

183쪽

01 (1) 산화 (2) 환원 (3) 산화 (4) 환원 02 (1) ㉠ 산화, ㉡ 환원
(2) ㉠ 산화, ㉡ 환원 (3) ㉠ 환원, ㉡ 산화 (4) ㉠ 산화, ㉡ 환원
03 (1) ○ (2) × (3) ○ 04 (1) ㉠ 환원, ㉡ 산화 (2) ㉠ 환원,
㉡ 산화 (3) ㉠ 환원, ㉡ 산화 05 ㉠ 환원, ㉡ 산화 06 (1) ×
(2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○

- 01 (1), (2) 물질이 산소를 얻는 반응을 산화, 물질이 산소를 잃는 반응을 환원이라고 한다.
(3), (4) 붉은색의 구리(Cu)를 산소가 많은 겉불꽃에 넣으면 구리가 산소를 얻고 산화되어 검은색의 산화 구리(II)(CuO)가 된다. 속불꽃에는 산소가 부족하므로 연소하지 않은 탄소(C)가 존재한다. 따라서 검은색의 산화 구리(II)를 속불꽃에 넣으면 산소를 잃고 붉은색의 구리(Cu)로 환원된다.
- 02 물질이 산소를 얻는 반응을 산화, 물질이 산소를 잃는 반응을 환원이라고 한다. 반응식에서 O_2 가 다른 물질과 반응하는 경우 산소를 잃는 것과 같으므로 환원이다.
- 03 (2) 어떤 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃으면 산화, 산소를 잃거나 전자를 얻으면 환원이다.
- 04 물질이 전자를 잃는 반응은 산화, 전자를 얻는 반응은 환원이다.

개념 더하기 산화와 환원

구분	산소(O)의 이동	전자(e^-)의 이동
산화	산소를 얻는 반응	전자를 잃는 반응
환원	산소를 잃는 반응	전자를 얻는 반응

• 산화와 환원의 동시성: 화학 반응이 일어날 때 산소를 주는 물질이 있으면 반드시 산소를 얻는 물질이 있다. 또한 화학 반응이 일어날 때 전자를 주는 물질이 있으면 반드시 전자를 받는 물질이 있다. 따라서 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.

- 06 (1) 설탕이 물에 녹는 것은 용해 현상이다.
(3) 생선 비린내를 없애기 위해 레몬즙을 뿌리는 것은 중화 반응을 이용한 예이다.

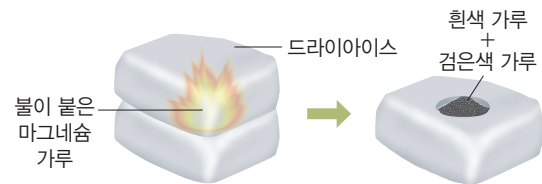
탐구 자료로 기본 다지기

184쪽

자료 1 01 ㉠ 산화되는 물질: Cu, 환원되는 물질: O_2 , ㉡ 산화되는 물질: C, 환원되는 물질: CuO 02 ㉢
자료 2 03 ㉤ 04 ㉤ 05 Mg

- 01 물질이 산소를 얻는 반응을 산화, 물질이 산소를 잃는 반응을 환원이라고 한다.
㉠ Cu가 O를 얻어 CuO로 되므로 산화되는 물질은 Cu이다. O_2 가 Cu에 O를 주고 CuO가 되므로 환원되는 물질은 O_2 이다.
㉡ CuO는 O를 잃고 Cu가 되므로 환원되는 물질은 CuO이고, C는 O를 얻어 CO_2 가 되므로 산화되는 물질은 C이다.
- 02 ㄱ. (나)에서 Mg은 전자 2개를 잃고 Mg^{2+} 으로 산화된다. 반응 전 황산 구리(II) 수용액의 파란색은 Cu^{2+} 에 의한 것이다. 반응이 진행됨에 따라 파란색이 없어지는 것은 Cu^{2+} 이 전자를 얻고 환원되어 Cu로 되기 때문이다. Cu^{2+} 이 얻은 전자는 Mg이 산화되면서 잃은 전자이다.
ㄷ. (다)에서 CO_2 는 Mg에게 산소(O)를 준다.
오답 피하기 ㄴ. (다)에서 Mg은 드라이아이스(CO_2)로부터 산소(O)를 얻어 산화된다. CO_2 는 Mg에게 산소를 주었으므로 산소를 잃고 환원된다.

자료 분석하기 드라이아이스와 마그네슘의 반응



- 드라이아이스에 흠을 파서 마그네슘을 넣고 불을 붙이면 반응이 끝난 후 흰색 가루와 검은색 가루가 남는다.
- 화학 반응식: $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$
- 산화되는 물질: $Mg \Rightarrow Mg$ 이 O를 얻어 MgO(흰색 가루)이 된다.
- 환원되는 물질: $CO_2 \Rightarrow C$ 가 O를 잃어 C(검은색 가루)가 된다.

- 03 ㄱ. (가)의 생성물인 포도당과 산소가 반응하여 (가)의 반응물인 이산화 탄소와 물로 되는 반응은 호흡이다. 즉, 광합성과 호흡은 서로 반대 반응이다.
ㄴ. (나)에서 코크스(C)는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화된다.
ㄷ. (다)에서 메테인(CH_4)은 산소를 얻어 이산화 탄소(CO_2)로 산화된다.
- 04 철의 제련 과정에서 철광석의 주성분인 산화 철(III)은 산소를 잃고 철로 환원된다.
- 05 $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ 에서 Mg은 전자 2개를 잃고 Mg^{2+} ($Mg^{2+} + 2Cl^-$)으로 산화된다.

학교 시험 문제로 실력 올리기 185~187쪽

01 ⑤ 02 ③, ④ 03 해설 참조 04 ⑤ 05 $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 06 ⑤ 07 ① 08 ③ 09 ③

10 ③ 11 ③ 12 ②

고난도 문제 도전하기

13 ② 14 ④

01 ㄱ. (가)는 광합성, (나)는 화석 연료의 연소, (다)는 철의 제련 반응이다.

ㄴ, ㄷ. 광합성으로 대기 중에 산소가 방출되어 대기 중의 산소 농도가 증가하여 산소 호흡 동물이 출현하고, 오존층이 생성되었다. 화석 연료가 연소하면 물과 이산화 탄소가 생성된다. 산화 철에서 산소를 분리하여 철을 생성할 때 분리된 산소와 일산화 탄소가 반응하여 이산화 탄소가 생성된다. 따라서 (가)~(다) 모두 산소가 관여하고, () 안에 공통으로 들어갈 물질은 이산화 탄소이다.

02 ③ Cu가 산소를 얻어 CuO로 산화된다.

④ H₂가 산소를 얻어 H₂O로 산화된다.

오답 피하기 ① C가 산소를 얻어 CO₂로 산화되므로 O₂는 환원된다.

② SO₃은 SO₂이 산소를 얻어 산화되어 생성된 물질이다.

⑤ H⁺은 전자를 얻어 H₂로 환원된다.

03 Mg는 CO₂로부터 산소를 얻어 MgO으로 산화되고, CO₂는 산소를 잃어 C로 환원된다.

예시 답안 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$, 산화되는 물질: Mg, 환원되는 물질: CO₂

채점 기준	배점(%)
화학 반응식을 옳게 나타내고, 산화되는 물질과 환원되는 물질을 옳게 쓴 경우	100
화학 반응식만 옳게 쓴 경우	60
산화되는 물질과 환원되는 물질만 옳게 쓴 경우	40

04 ㄱ. (가)에서 CH₄는 C가 산소를 얻어 CO₂로 산화된다.

ㄴ. (나)에서 Fe₂O₃은 산소를 잃어 Fe로 환원되고, CO는 산소를 얻어 CO₂로 산화된다.

ㄷ. (가)의 CO₂는 CH₄의 C가 산화되어 생성되며, (나)의 CO₂는 CO가 산화되어 생성된다.

05 (가)에서 구리판을 겔볼꽃에 넣었을 때 산화 구리(II)가 생성된다. 겔볼꽃은 겔볼꽃보다 산소가 충분히 공급되지 않아 알코올의 연소가 불완전하게 일어나므로 아직 연소되지 않은 탄소(C)가 존재한다. 따라서 (나)에서 산화 구리(II)(CuO)는 탄소(C)와 반응하여 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원되고, 탄소는 산화 구리(II)가 잃은 산소를 얻어 이산화 탄소(CO₂)로 산화된다.

06 ㄱ. 겔볼꽃에는 산소가 충분히 공급된다. (가)에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ 이고, 구리(Cu)는 겔볼꽃의 산소를 얻어 산화된다. 이는 전자의 이동으로도 설명할 수 있다. 구리(Cu)는 전자 2개를 잃고 Cu²⁺(Cu²⁺ + O²⁻)으로 산화된다.

ㄴ. (나)에서 산화 구리(II)(CuO)는 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원된다.

ㄷ. (가)에서는 구리(Cu)가 산화되고, 산소(O₂)가 환원된다. 그리고 (나)에서는 산화 구리(II)(CuO)가 환원되고, 탄소(C)가 산화된다. 따라서 (가)와 (나) 모두에서 산화 환원 반응이 일어난다.

07 (가)에서 Cu는 산소를 얻어 CuO로 산화되고, O₂는 환원된다. (나)에서 CuO가 산소를 잃고 Cu로 환원되고, H₂가 산소를 얻고 H₂O로 산화된다.

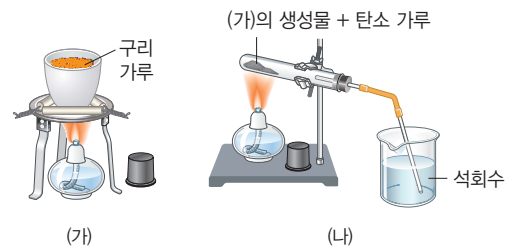
(다)에서 Cu가 전자를 2개 잃고 Cu²⁺(Cu²⁺ + 2NO₃⁻)으로 산화된다.

08 ③ (나)에서 (가)의 생성물인 산화 구리(II)(CuO)는 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원된다.

오답 피하기 ①, ② (가)에서 붉은색의 구리(Cu)는 산소를 얻어 검은색의 산화 구리(II)(CuO)로 산화된다.

④, ⑤ (나)에서 산화 구리(II)(CuO)는 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원되고, 탄소(C)는 산화 구리(II)(CuO)로부터 산소를 얻고 이산화 탄소(CO₂)로 산화된다. 따라서 (나)에서 산소를 주고받는 반응이 일어난다.

자료 분석하기 구리의 산화 환원 반응



• (가) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO} \Rightarrow \text{Cu}$ 는 산소를 얻어 CuO로 산화된다.

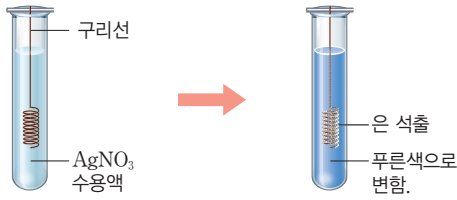
• (나) $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CuO}$ 는 산소를 잃어 Cu로 환원되고, C는 산소를 얻어 CO₂로 산화된다.

09 ㄱ. 구리(Cu)는 전자를 잃고 산화하여 구리 이온(Cu²⁺)이 되고, 질산 은 수용액의 은 이온(Ag⁺)은 전자를 얻고 환원되어 은(Ag)으로 석출된다.

ㄴ. 구리 이온(Cu²⁺)이 생성되므로 용액의 색이 푸른색으로 변한다.

오답 피하기 ㄷ. 수용액에서 일어나는 반응의 화학 반응식이 $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ 이므로 Cu²⁺이 1개 생성될 때 Ag⁺이 2개 없어진다. 따라서 수용액 속 양이온의 수는 감소한다.

자료 분석하기 질산 은(AgNO_3) 수용액과 구리의 반응



- 질산 은(AgNO_3)은 은 이온(Ag^+)과 질산 이온(NO_3^-)이 결합한 이온 결합 물질이다.
- 화학 반응식: $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$
- 산화되는 물질: $\text{Cu} \Rightarrow \text{Cu}$ 가 전자를 잃어 Cu^{2+} 이 된다.
- 환원되는 물질: $\text{Ag}^+ \Rightarrow \text{Ag}$ 이 전자를 얻어 Ag이 된다.
- 용액의 색 변화: Cu^{2+} 이 생성되므로 용액이 푸른색으로 변한다.

10 화학 반응식은 $2\text{HCl} + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ 이다.

ㄱ. 아연(Zn)은 전자 2개를 잃고 Zn^{2+} ($\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$)으로 산화된다.

ㄷ. 아연 이온(Zn^{2+}) 1개가 수용액 속으로 녹아 들어갈 때, 수소 이온(H^+) 2개가 기체가 되어 날아가고, 염화 이온(Cl^-)은 반응에 참여하지 않아 그 수가 일정하므로 수용액 속 전체 이온의 수는 점점 감소한다.

오답 피하기 ㄴ. 수소 이온(H^+)은 아연이 잃은 전자를 얻어 수소 기체(H_2)로 환원되어 날아가고, 아연(Zn)은 아연 이온(Zn^{2+})으로 수용액 속에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 점점 감소한다.

11 ㄱ, ㄴ. 황산 구리(II) 수용액이 마그네슘과 반응함에 따라 Cu^{2+} 이 Cu로 환원되고 Mg이 Mg^{2+} 으로 산화되며, 용액의 색이 무색으로 변하므로 황산 구리(II) 수용액의 푸른색은 Cu^{2+} 에 의한 것이다.

오답 피하기 ㄷ. 반응이 일어나면 마그네슘 표면에 Cu가 석출된다. 따라서 마그네슘 표면에 기포가 생기지 않는다.

자료 분석하기 황산 구리(II) 수용액과 마그네슘의 반응



- 산화 반응: 마그네슘이 전자 2개를 잃고 마그네슘 이온이 되어 수용액 속에 녹아 들어간다. $\Rightarrow \text{Mg} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
- 환원 반응: 수용액 속 구리 이온이 마그네슘으로부터 전자 2개를 얻어 금속 구리로 석출된다. $\Rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

12 ㄴ. 철(Fe)과 메테인(CH_4) 모두 공기 중의 O_2 와 반응한다.

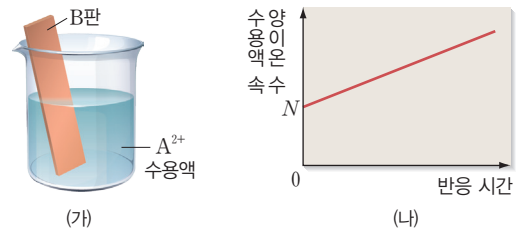
오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 철(Fe)은 공기 중의 산소(O_2), 수분과 서서히 반응하여 부식된다. 메테인(CH_4)은 빛과 열을 내면서 O_2 와 빠르게 반응하여 연소한다.

13 ㄴ. A^{2+} 은 금속 B에서 전자를 얻어 금속 A가 되어 B의 표면에 석출된다.

오답 피하기 ㄱ. A^{2+} 은 전자를 얻고 환원되어 금속 A가 된다.

ㄷ. 결과 그래프에서 수용액 속 양이온 수가 증가하는 것은 A^{2+} 이 1개 없어질 때 생성되는 B 이온의 수가 1개보다 많기 때문이다. 따라서 B의 전하는 +2보다 작으므로 B 이온은 B^+ 이다. 즉, A와 B의 이온은 각각 A^{2+} , B^+ 이므로 이온의 전하는 A가 B보다 크다.

자료 분석하기 금속의 산화 환원 반응과 양이온 수의 변화



• (나)에서 수용액 속 양이온 수가 증가하므로 (가)에서 반응이 일어난 것이다.

• 산화되는 물질: 금속 B $\Rightarrow$ B가 전자를 잃어 B 이온이 된다.

• 환원되는 물질: $\text{A}^{2+} \Rightarrow \text{A}$ 이 전자를 얻어 금속 A가 된다.

• 수용액 속 양이온 수의 변화: 증가한다. $\Rightarrow \text{A}^{2+}$ 이 1개 없어질 때 생성되는 B 이온의 수가 1개보다 많다.

14 ㄴ. 철광석의 주성분은 철이 산소와 결합한 산화 철(III)(Fe_2O_3)이다. 이 산화 철(III)을 환원시켜 산소를 떼어내고 순수한 철(Fe)을 얻는 과정이 제련이다.

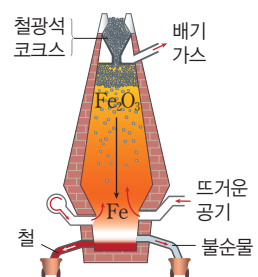
ㄷ. (가)와 (나) 모두 산소(O)의 이동이 일어나는 산화 환원 반응이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 $2\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$ 이고, (나)는 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 이다. 따라서 ㉠은 CO이고, ㉡은 CO_2 이다.

통합형 문제 분석하기

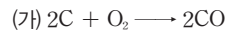
철의 제련

- 철의 제련: 철광석에서 산소(O)를 떼어내서 순수한 철(Fe)을 얻는 과정을 철의 제련이라고 한다. 철을 제련하기 위해서는 높은 온도가 필요하므로 용광로에서 반응시킨다.
- 철광석: 철은 자연에서 주로 산소와 결합한 산화 철(III)(Fe_2O_3)로 존재한다.

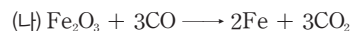


- 코크스: 산화 철(III)(Fe_2O_3)에서 산소(O)를 떼어내기 위해 넣는다.

• 용광로에서 일어나는 화학 반응



$\Rightarrow$ 코크스(C)가 산소(O_2)와 반응하여 일산화 탄소(CO)가 된다.



$\Rightarrow$ 일산화 탄소(CO)가 산화 철(III)(Fe_2O_3)에서 산소를 떼어내어 순수한 철(Fe)과 이산화 탄소(CO_2)가 된다.

16 산과 염기

확인문제

188~190쪽

1 산성, 염기성 2 수소, 수산화 3 지시약 4 붉은, 파란

기본 문제로 개념 다지기

191쪽

- 01 (1) 수산화 칼륨, 염기 (2) 황산, 산 (3) 수산화 나트륨, 염기
 (4) 탄산, 산 (5) 아세트산, 산 02 (1) 공통 (2) 염기성 (3) 공통
 (4) 염기성 (5) 산성 (6) 산성 (7) 산성 03 (1) × (2) ○ (3) ○
 04 (1) Cl^- (2) OH^- (3) NH_4^+ (OH^-), OH^- (NH_4^+) (4) SO_4^{2-}
 (5) 2OH^- (6) H^+ (CH_3COO^-), CH_3COO^- (H^+)
 05 (1) ㄱ, ㄷ, ㄹ (2) ㄴ, ㄱ, ㅂ 06 ㉠ 푸른색, ㉡ 파란색,
 ㉢ 빨간색, ㉣ 무색 07 (1) × (2) ○ (3) ○

02 (1), (3) 산과 염기는 모두 수용액에서 이온화하므로 수용액에서 전류를 흘려 주면 전류가 흐른다.

03 (1) 산이 공통적인 성질을 나타내는 까닭은 수소 이온(H^+) 때문이므로 공통된 양이온을 내놓기 때문이다.

04 (4) 황산(H_2SO_4)은 수용액에서 2개의 H^+ 과 1개의 SO_4^{2-} 으로 이온화한다.
 (5) 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)은 칼슘 이온(Ca^{2+})과 수산화 이온(OH^-)이 1 : 2의 개수비로 결합한 이온 결합 물질이다. 따라서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 은 수용액에서 1개의 Ca^{2+} 과 2개의 OH^- 으로 이온화한다.
 (6) 아세트산(CH_3COOH)은 맨 끝에 있는 H가 H^+ 이 되므로 H^+ 과 CH_3COO^- 으로 이온화한다.

05 식초, 해열제나 진통제, 탄산음료는 산성을 나타내는 물질이다. 제산제, 베이킹파우더, 하수구 세정제는 염기성을 나타내는 물질이다.

07 (1) 페놀프탈레인 용액은 산성 용액과 중성 용액에서 모두 무색을 띠므로 산성 용액과 중성 용액의 구별에 사용할 수 없다.
 (2) 붉은 양배추즙은 천연 지시약으로, 용액의 액성에 따라 다른 색깔을 나타낸다.
 (3) pH가 7보다 작으면 산성, 7이면 중성, 7보다 크면 염기성이다.

탐구 자료로 기본 다지기

192쪽

자료 1 01 수소 이온 02 ③ 03 ③

자료 2 04 OH^- 05 ②

06 이동하는 방향: (-)극, 이온의 이온식: H^+

01 수용액에서 염산은 $\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 로 이온화하고, 황산은 $\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 로 이온화한다. 따라서 공통으로 존재하는 이온은 수소 이온(H^+)이다.

02 (가)와 (나)는 모두 산이다. 단백질을 녹이는 성질이 있어 손으로 만지면 미끈거리는 것은 염기의 성질이다.

03 (가)는 염기, (나)는 산이다.

ㄱ. (가)의 하수구 세정제와 베이킹파우더는 우리 주변에서 볼 수 있는 염기이다.

ㄷ. 산과 염기는 수용액에서 이온화하므로 수용액은 각각 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 산이므로 수용액에서 공통으로 양이온인 수소 이온(H^+)을 내놓는다.

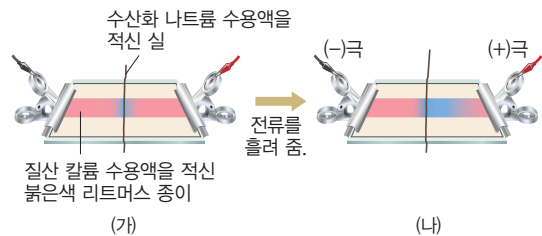
04 (나)에서 리트머스 종이의 색 변화가 일어나는 쪽이 실의 오른쪽이므로 실의 오른쪽, 즉 (+)극 쪽으로 이동하는 이온인 음이온(OH^- , NO_3^-) 중 하나가 리트머스 종이의 색을 변화시키는 이온이다. NO_3^- 은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

05 ㄷ. (나)에서 수산화 이온(OH^-)은 음이온이므로 (+)극 쪽으로 이동한다.

오답 피하기 ㄱ. (가)에서 실에 염기성인 수산화 나트륨 수용액을 적셨고, 실 주변의 붉은색 리트머스 종이 푸른색으로 변했으므로 실 주변은 염기성이다.

ㄴ. (나)에서 나트륨 이온(Na^+)은 양이온이므로 (-)극 쪽으로 이동한다.

자료 분석하기 이온의 이동과 지시약의 색 변화



- 수산화 나트륨 수용액: Na^+ 과 OH^- 이 들어 있다.
- 실 주변의 붉은색 리트머스 종이는 염기에 의해 푸른색이 되었다.
- 전류를 흘려 줄 때 이온의 이동: 양이온은 (-)극 쪽으로, 음이온은 (+)극 쪽으로 각각 이동한다.
- 전류를 흘려 줄 때 붉은색 리트머스 종이의 색 변화: 실에서부터 (+)극 쪽으로 푸른색으로 변화했다.
- 실험 결과로 알 수 있는 사실: (+)극 쪽으로 이동하는 이온은 음이온인 OH^- 이므로, 붉은색 리트머스 종이가 푸른색으로 변한 것은 OH^- 때문이다.

06 푸른색 리트머스 종이가 붉은색으로 변하는 까닭은 H^+ 때문이다. 붉은 염산은 H^+ 과 Cl^- 으로 이온화하고, 전류를 흘려 주었을 때 H^+ 은 (-)극 쪽으로 이동하므로 붉은색은 (-)극 쪽으로 이동한다.

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

고난도 문제 도전하기

14 ③ 15 ③

- 01 ⑤ 산은 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이며, 마그네슘, 철 등의 금속과 반응하여 수소(H_2) 기체를 발생한다.

오답 피하기 ① 산은 대부분 신맛이 난다. 일상적으로 볼 수 있는 산의 예에는 식초, 레몬즙 등이 있다.

②, ③ 산이 물에 녹으면 수소 이온(H^+)과 음이온으로 이온화한다. 따라서 전류를 흘려 주면 수소 이온은 (-)극 쪽으로, 음이온은 (+)극 쪽으로 이동하므로 전류가 흐른다.

④ 산의 수소 이온(H^+)은 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시킨다.

- 02 염기가 공통적인 성질을 나타내는 까닭은 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓기 때문이고, 염기가 서로 다른 성질을 나타내는 까닭은 염기를 구성하고 있는 양이온이 다르기 때문이다.

- 03 • 학생 B: BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색으로 변한다. 따라서 BTB 용액을 넣었을 때 노란색으로 변하면 그 물질은 산이다.

오답 피하기 • 학생 A: 산과 염기 모두 수용액에서 이온화하여 전류가 흐르므로 수용액에 전류가 흐르는 것으로 산을 확인할 수 없다.

• 학생 C: 수용액에 금속 아연을 넣었을 때 수소 기체가 발생하는 것은 산의 성질이다.

- 04 • (가), (라) 산과 염기는 물에 녹아 이온화하여 양이온과 음이온으로 나누어지므로 모두 전기 전도성이 있다. 즉, 산과 염기의 공통된 성질이다. - II

• (나), (다) 염기 수용액은 BTB 용액을 파란색으로 변화시키고, 페놀프탈레인 용액을 붉은색으로 변화시킨다. 암모니아수는 염기 수용액이다. - III

• (마) 산 수용액에 금속 아연 조각을 넣으면 금속 아연은 수소 이온에게 전자를 주고 아연 이온(Zn^{2+})으로 수용액 속에 녹아 들어간다. 그리고 산 수용액의 수소 이온(H^+)이 금속 아연(Zn)으로부터 전자를 얻고 환원되어 수소(H_2) 기체가 된다. 따라서 산화 환원 반응이 일어난다. 아세트산 수용액은 산 수용액이다. - I

- 05 달걀 껍데기의 주성분은 탄산 칼슘($CaCO_3$)이며, 묽은 염산(HCl)과 반응하면 이산화 탄소(CO_2)가 발생한다.
 $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

ㄱ. 이산화 탄소(CO_2) 기체를 석회수($Ca(OH)_2$ 수용액)에 통과시키면 석회수가 뿌옇게 흐려진다.



이 반응에서 생성된 탄산 칼슘($CaCO_3$)은 물에 녹지 않는 흰색 고체이므로 수용액이 뿌옇게 흐려진다.

ㄴ. 묽은 염산(HCl)과 반응하여 이산화 탄소(CO_2) 기체가 발생하므로 달걀 껍데기에는 이산화 탄소(CO_2)의 구성 원소인 탄소(C)와 산소(O)가 들어 있다. 달걀 껍데기의 주성분은 탄산 칼슘($CaCO_3$)이다.

오답 피하기 ㄴ. 발생하는 기체는 이산화 탄소 기체이다.

- 06 에탄올(C_2H_5OH)은 수용액에서 이온화하지 않고, 염화 나트륨(NaCl)은 수용액에서 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 이온화하므로 두 물질 모두 산도 염기도 아니다.

예시 답안 B, C, 에탄올은 수용액에서 이온화하지 않고, 염화 나트륨은 수용액에서 이온화하지만 수산화 이온(OH^-)을 내놓지 않아 염기가 아니므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변하지 않는 수용액을 옮겨 고르고, 그 까닭을 옮겨 설명한 경우	100
수용액만 옮겨 고른 경우	40

- 07 ㄱ. 아세트산 수용액은 산 수용액이며, 산은 물에 녹아 수소 이온(H^+)과 음이온으로 이온화하므로 전류가 흐른다. 따라서 전기 전도성 측정기의 발광 다이오드에 불이 들어온다.

오답 피하기 ㄴ. 아세트산 수용액은 산 수용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색 변화가 나타나지 않는다. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 나타낸다.

ㄴ. 암모니아수(NH_4OH)는 염기 수용액이며, 염기는 물에 녹아 양이온과 수산화 이온(OH^-)으로 이온화하므로 전류가 흐른다. 따라서 발광 다이오드에 불이 들어온다.

- 08 ㄴ. 산마다 다른 성질이 나타나는 까닭은 산의 음이온이 다르기 때문이다.

ㄴ. 황산이 산성을 나타내는 까닭은 수소 이온(H^+) 때문이다.

오답 피하기 ㄱ. 황산이 이온화할 때 양이온(H^+)과 음이온(SO_4^{2-})이 2 : 1의 개수비로 생성되므로 묽은 황산에 들어 있는 양이온과 음이온의 개수비도 2 : 1이다.

- 09 ㄱ. 산은 물에 녹아 수소 이온(H^+)과 음이온으로 이온화한다. 따라서 수용액 속에 들어 있는 양이온인 A는 수소 이온이고, B는 음이온이다.

ㄴ. 수용액 속에 A 4개, B 2개가 있으므로 A와 B의 개수비는 2 : 1이다. A가 수소 이온이므로 A 1개의 전하는 +1이고, B 1개의 전하는 -2이다. 따라서 전하량의 절댓값은 B가 A의 2배이다.

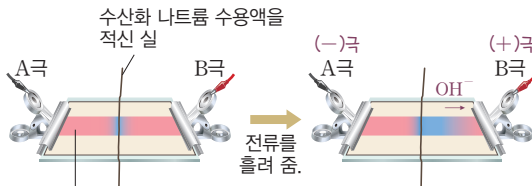
오답 피하기 ㄴ. BTB 용액의 색 변화는 수소 이온인 A 때문에 일어난다.

- 10 나. 수산화 나트륨은 수용액에서 Na^+ 과 OH^- 으로 이온화하므로 전류를 흘려 주면 Na^+ 은 (-)극 쪽으로, OH^- 은 (+)극 쪽으로 이동한다. A극과 B극의 위치를 서로 바꾸면 (+)극과 (-)극의 위치가 서로 바뀌는 것이므로 실에서부터 왼쪽으로 색 변화가 일어난다.

오답 피하기 ㄱ. 붉은색 리트머스 종이의 색 변화가 B극 방향으로 일어나고, 붉은색 리트머스 종이가 푸른색으로 변하는 까닭은 OH^- 때문이므로 OH^- 이 이동하는 B극은 (+)극이고, A극은 (-)극이다.

ㄴ. 푸른색 리트머스 종이는 염기성에서 색 변화가 없다.

자료 분석하기 이온의 이동



- 수산화 나트륨(NaOH)이 수용액에서 이온화하는 과정의 반응식:
 $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- 붉은색 리트머스 종이가 푸른색으로 변하는 까닭은 수산화 이온(OH^-) 때문이다.
 ➔ 푸른색이 이동하는 B극은 (+)극이고, A극은 (-)극이다.

- 11 리, 무. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다. 따라서 염기인 암모니아수(NH_4OH)와 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 수용액에서 파란색을 나타낸다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ, 무. 염산(HCl), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH)은 산이므로 수용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

ㄴ. 질산 칼륨(KNO_3)은 중성이므로 수용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 나타낸다.

- 12 ㄱ. 메틸 오렌지 용액은 산성에서 빨간색을 나타낸다. 식초는 산성 물질이므로 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 빨간색을 나타낸다.

오답 피하기 ㄴ, ㄴ. 제산제, 유리 세정제, 하수구 세정제는 모두 염기성 물질이므로 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

- 13 ㄱ, ㄴ. 페놀프탈레인 용액이 붉은색으로 변하고, BTB 용액이 파란색으로 변하는 것은 염기성 물질이다. 따라서 편지는 염기 수용액인 수산화 칼륨(KOH) 수용액이나 수산화 나트륨(NaOH) 수용액으로 쓴 것이다.

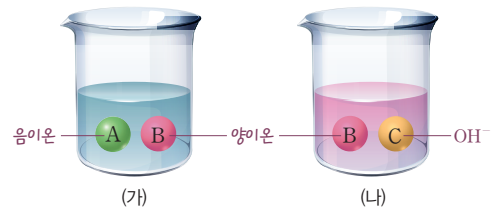
오답 피하기 ㄴ, 리. H_2CO_3 수용액과 CH_3COOH 수용액은 모두 산 수용액이므로 페놀프탈레인 용액은 색 변화가 나타나지 않고, BTB 용액은 노란색으로 변한다.

- 14 ㄱ. (나) 수용액은 염기성이므로 (나) 수용액에만 들어 있는 C는 염기성을 나타내는 이온인 OH^- 이다. 따라서 B는 양이온이다.

ㄴ. (나) 수용액은 염기성으로, 전하를 운반할 수 있는 이온이 존재하므로 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄴ. 마그네슘을 산성 용액에 넣었을 때 수소 기체가 발생한다. (가)는 중성 용액이므로 마그네슘 조각을 넣어도 수소 기체가 발생하지 않는다.

자료 분석하기 수용액의 이온 모형



- 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 (가) 수용액은 색 변화가 없으므로 산성 또는 중성이고, (나) 수용액은 붉은색으로 변했으므로 염기성이다.
- (나)에만 OH^- 이 있으므로 C는 OH^- 에 해당한다. ➔ B는 양이온이고, A는 음이온이다.
- B는 양이온이지만 (나) 수용액은 염기성이므로 H^+ 일 수 없다. 따라서 (가) 수용액의 양이온도 H^+ 이 아니므로 (가) 수용액은 산성이 아니라 중성이다.

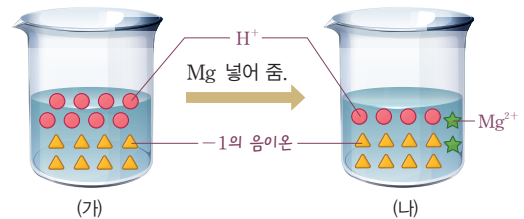
- 15 ㄱ. ★은 마그네슘을 넣었을 때 반응 후 새로 생성된 이온이므로 Mg^{2+} 이다.

ㄴ. 산 수용액에 마그네슘을 넣었을 때 일어나는 반응의 화학 반응식은 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$ 이므로 Mg이 전자 2개를 내놓고 Mg^{2+} 이 되고, 이 전자를 H^+ 이 받아 H_2 이 된다. 따라서 마그네슘이 H^+ (●)에게 전자를 주는 것이다.

오답 피하기 ㄴ. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서는 무색, 염기성에서는 붉은색을 나타낸다. (나)는 ●(H^+)이 들어 있는 산성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 넣었을 때 무색이다.

통합형 문제 분석하기

산과 마그네슘의 반응



- 화학 반응식: $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$
- (가) → (나)에서 줄어든 이온: ● → ●은 H^+ 에 해당한다.
- (가) → (나)에서 생성된 이온: ★ → ★은 Mg^{2+} 에 해당한다.
- (가) → (나)에서 변화없는 이온: ▲ → ▲은 -1의 음이온에 해당한다.
- (가), (나) 모두 ●(H^+)이 들어 있으므로 산성 용액이다.

17 중화 반응

확인문제

196~198쪽

1 산, 염기 2 중화열 3 색, 온도 4 염기성 5 산, 염기

기본 문제로 개념 다지기

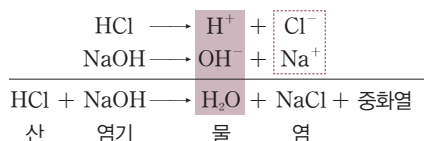
199쪽

01 (1) 중화 (2) 수소, 수산화 (3) 염 (4) 중화열 (5) 높아 02 (1) ○
(2) × (3) ○ (4) × (5) ○ 03 (1) 염기성 (2) 파란색 04 (1) ○
(2) ○ (3) × (4) × 05 B 06 (1) ○ (2) ○ (3) ×

- 01 (1), (2) 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 반응하여 물이 생성되는 반응을 중화 반응이라고 한다.
(3) 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 염이 생성된다.
(4), (5) 같은 온도의 산성 용액과 염기성 용액을 혼합하면 중화 반응을 하며, 중화열을 방출한다. 따라서 혼합 용액의 온도가 높아진다. 이때 중화되는 양이 많을수록 열이 많이 발생한다.

개념 더하기 중화 반응

- 중화 반응: 산의 양이온(H^+)과 염기의 음이온(OH^-)이 반응하여 물(H_2O)이 생성되는 반응 $\Rightarrow$ 산 + 염기 $\longrightarrow$ 물 + 염
- 염: 산의 음이온과 염기의 양이온으로 이루어진 물질로, 염은 이온 결합 물질이고, 중화 반응한 산과 염기에 따라 다른 종류의 염이 생성된다.
- 중화열: 중화 반응이 일어날 때 방출하는 열
- 중화 반응의 예: 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 반응



- 모형으로 나타내기



- 02 (1) 산과 염기가 중화 반응을 하면 물과 염이 생성된다. 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합한 물질이므로 생성되는 염의 종류는 산과 염기의 종류에 따라 다르다.
(2) 중화 반응이 일어날 때 H^+ 과 OH^- 은 항상 1 : 1의 개수 비로 반응한다.
(3) 중화열은 산의 수소 이온(H^+)과 염기의 수산화 이온(OH^-)이 반응하여 물(H_2O)이 생성될 때 발생하는 열이므로 생성되는 물의 양에 비례한다.

(4), (5) 산과 염기가 완전히 중화된 지점에서 혼합 용액에 산의 음이온과 염기의 양이온이 있으므로 혼합 용액에 전류가 흐른다.

- 03 (1) 혼합 용액 속에 OH^- 이 존재하므로 염기성을 나타낸다.
(2) BTB 용액은 염기성에서 파란색을 나타낸다.
- 04 (3) (가)의 H^+ 과 (나)의 OH^- 은 반응하여 H_2O 을 생성하고, 용액 속에는 Na^+ 과 Cl^- 이 남으므로 2종류의 이온이 존재한다.
(4) (가)와 (나)를 혼합한 후 반응이 끝났을 때 수용액 속에는 Na^+ , Cl^- , H_2O 이 존재하므로 혼합 용액은 중성이다. BTB 용액은 중성에서 초록색을 나타낸다.
- 05 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하고, 산과 염기가 완전히 중화된 지점에서 중화되는 양이 가장 많아서 중화열이 가장 많이 발생하므로 온도가 가장 높다.
- 06 (3) 하수구 세정제는 염기성 물질로, 단백질을 녹이는 성질이 있다.

탐구 자료로 기본 다지기

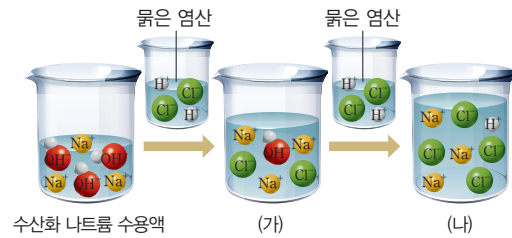
200~201쪽

- 자료 1 01 Na^+ , Cl^- 02 ③
03 (가) Na^+ , Cl^- , OH^- , (나) Na^+ , Cl^- , H^+
- 자료 2 04 (1) 일정하다. (2) 증가한다. 05 (다)
06 ④
- 자료 3 07 BTB 용액 08 ②
09 (가) 파란색, (나) 파란색, (다) 초록색, (라) 노란색
- 자료 4 10 ③ 11 B

- 01 H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 H_2O 을 생성하고, Na^+ 과 Cl^- 은 이온 상태로 용액 속에 들어 있다.
- 02 ㄱ. (가)는 묽은 염산으로 H^+ 이 들어 있는 산성 용액이므로 마그네슘을 넣으면 수소(H_2)가 발생한다.
 $Mg + 2H^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2$
ㄴ. (가) 수용액에는 H^+ 1개와 Cl^- 1개가 들어 있고, (나) 수용액에는 Na^+ 1개와 OH^- 1개가 들어 있으므로 (가)와 (나) 수용액에 들어 있는 이온 수는 2개로 같다.
- 오답 피하기** ㄷ. (다)는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응한 혼합 용액으로, Na^+ 과 Cl^- 이 들어 있으므로 전류가 흐른다.
- 03 수산화 나트륨 수용액 15 mL에는 Na^+ , OH^- 이 각각 3개 있다. 묽은 염산 10 mL에는 H^+ , Cl^- 이 각각 2개 있다. 따라서 묽은 염산 10 mL를 추가한 (가) 수용액에는 중화 반응으로 H_2O 이 2개 생성되어 혼합 용액에는 3개의 Na^+ , 2개의

Cl^- , 1개의 OH^- 이 있다. 여기에 묽은 염산 10 mL를 더 추가한 (나) 수용액에는 중화 반응으로 H_2O 이 1개 더 생성되어 혼합 용액에는 3개의 Na^+ , 4개의 Cl^- , 1개의 H^+ 이 있다.

자료 분석하기 중화 반응과 이온 모형



- (가) 수용액: OH^- 이 있으므로 염기성이다.
- (나) 수용액: H^+ 이 있으므로 산성이다.

04 묽은 염산(HCl)에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 넣을 때 Cl^- 은 반응에 참여하지 않으므로 그 수가 일정하며, Na^+ 도 반응에 참여하지 않으므로 넣는 만큼 그 수가 증가한다.

05 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생하고, 산과 염기가 완전히 중화되었을 때 가장 많은 중화열이 발생한다. (다)는 산과 염기가 완전히 중화된 혼합 용액이므로 온도가 가장 높다.

06 나. 혼합 용액 속 총 이온 수는 산과 염기가 완전히 중화될 때까지 일정하다가 완전히 중화된 이후부터 점점 증가한다.
 다. BTB 용액을 떨어뜨렸으며, (가)와 (나)는 산성이므로 노란색, (다)는 중성이므로 초록색, (라)는 염기성이므로 파란색이 나타난다.

오답 피하기 나. 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도는 높아진다. 산과 염기의 중화가 완전히 일어난 후에는 더 이상 중화열이 발생하지 않고, 처음과 같은 온도의 수용액이 첨가되므로 혼합 용액의 온도는 낮아진다.

07 BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다.

08 ② (가)에 들어 있는 양이온은 H^+ 이고, (다)에 들어 있는 양이온은 Na^+ 이다.

오답 피하기 ① (나)는 중성, (다)는 염기성을 나타낸다. 따라서 H^+ 이 존재하는 용액은 (가)뿐이다.

③ BTB 용액은 중성에서 초록색을 나타낸다. (나)는 중성 용액이며, 용액 속에 Na^+ 과 Cl^- 이 존재한다. (가)에는 H^+ 과 Cl^- 이 존재하므로 (가)와 (나)에는 같은 음이온인 Cl^- 이 있다.

④ (나)는 중성 용액이다. (나)에 묽은 염산을 더 넣어 주면 산성 용액이 되므로 노란색이 된다.

⑤ (다)에는 Na^+ , OH^- , Cl^- 이 존재하므로 전류를 흘려 주면 전류가 흐른다. 따라서 전기 전도성 측정기를 넣으면 발광 다이오드에 불이 켜진다.

자료 분석하기 중화 반응과 이온 변화

구분	(가)	(나)	(다)
지시약의 색 변화	노란색	초록색	파란색
용액의 액성	산성	중성	염기성
포함된 이온의 종류	H^+ , Cl^-	Cl^- , Na^+	Cl^- , Na^+ , OH^-

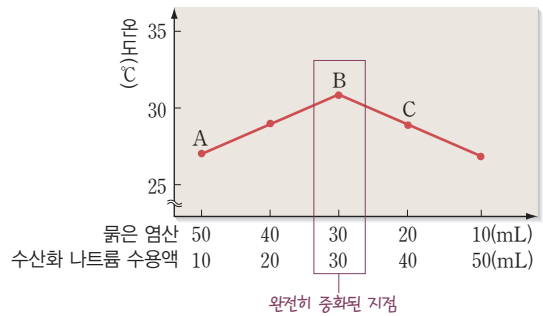
09 BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다. (가)와 (나) 용액은 OH^- 이 존재하므로 염기성이고, (다) 용액은 H^+ 과 OH^- 이 모두 없으므로 중성, (라) 용액은 H^+ 이 존재하므로 산성이다.

10 나. 혼합 용액의 부피가 60 mL로 같고 묽은 염산 30 mL와 수산화 나트륨 수용액 30 mL가 반응한 B에서 혼합 용액의 온도가 가장 높으므로 B에서 완전히 중화된다. A는 완전히 중화된 지점인 B에 비해 묽은 염산이 많으므로 산성이다. 따라서 수소 이온(H^+)이 들어 있다.

다. 최고 온도가 가장 높은 B에서 중화되는 양이 가장 많으므로 B에서 중화 반응으로 생성된 물의 양이 가장 많다. 따라서 생성된 물의 양은 $\text{B} > \text{C}$ 이다.

오답 피하기 나. 완전히 중화된 지점인 B는 중성이다. 중성 용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 무색이다.

자료 분석하기 중화 반응과 온도 변화



혼합 용액		A	B	C
반응한 용액	HCl(mL)	50	30	20
	NaOH(mL)	10	30	40
남은 용액	종류	HCl	—	NaOH
	부피(mL)	40	—	20
혼합 용액의 액성		산성	중성	염기성

11 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 중화된다. 혼합 용액 A에는 반응하지 않은 묽은 염산이 존재하므로 H^+ , Cl^- , Na^+ 의 3가지 이온이 존재하고, 혼합 용액 B에는 Na^+ , Cl^- 의 2가지 이온이 존재한다. 혼합 용액 C에는 반응하지 않은 수산화 나트륨이 존재하므로 Na^+ , OH^- , Cl^- 의 3가지 이온이 존재한다. 주어진 이온 모형에는 2가지 이온만 존재하므로 혼합 용액 B의 모형이다.

01 ④ 02 H^+ , OH^- 03 ③ 04 해설 참조 05 ⑤
06 ②, ③ 07 ②, ⑤ 08 ① 09 ⑤ 10 ① 11 ① 12 ③
13 ④ 14 ② 15 ⑤ 16 ⑤ 17 해설 참조 18 ④

고난도 문제 도전하기

19 ④ 20 ③

01 ④ 산과 염기의 종류에 따라 생성된 염을 구성하는 이온의 종류는 다양하다. 일반적으로 염은 산의 음이온과 염기의 양이온으로 이루어진다.

오답 피하기 ① 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생한다.

②, ③ 중화 반응은 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물이 생성되는 반응이다.

⑤ 수산화 나트륨(NaOH) 수용액과 묽은 염산(HCl)의 중화 반응에서 Na^+ 과 Cl^- 은 용액 속에 이온 상태로 존재한다.

02 중화 반응은 H^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물이 생성되는 반응이다.

03 (가)는 산의 성질을 이용한 화학 반응이다. 산은 금속 아연과 반응하여 수소(H_2) 기체를 발생한다.

(나)에서 질산(HNO_3)은 산, 암모니아수(NH_4OH)는 염기이므로 중화 반응이 일어나 물이 생성된다.

(다)는 산화 환원 반응으로, 은이 석출된다.

(라)에서 묽은 황산(H_2SO_4)은 산, 수산화 나트륨(NaOH)은 염기이므로 중화 반응이 일어나 물이 생성된다.

04 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 생성된다.

예시 답안 KCl, HCl의 음이온인 Cl^- 과 KOH의 양이온인 K^+ 이 반응하여 KCl이 생성된다.

채점 기준	배점(%)
생성되는 염을 화학식으로 옳게 쓰고, 염이 생성되는 과정을 옳게 설명한 경우	100
생성되는 염만 화학식으로 옳게 쓴 경우	30

05 ㄱ. HCl과 NaOH은 중화 반응을 하므로 중화열이 발생한다.
ㄴ. ①과 ②은 Cl^- , Na^+ 중 각 하나에 해당하므로 서로 반대 전하를 띤 이온이다.

ㄷ. ①과 ②이 결합한 물질은 NaCl이며, NaCl과 같이 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 생성된 물질을 염이라고 한다.

06 $HNO_3 + KOH \longrightarrow H_2O + KNO_3$ 은 산과 염기가 반응하여 물이 생성되는 중화 반응이다.

② 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생한다.

③ 중화 반응은 H^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 H_2O 이 생성되는 반응이며, K^+ 과 NO_3^- 은 반응에 참여하지 않는다.

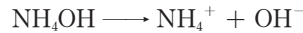
오답 피하기 ① 중화 반응에서 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 염이 생성된다. 이 반응에서는 산의 음이온인 NO_3^- 과 염기의 양이온인 K^+ 이 결합하여 KNO_3 이 생성된다.

④ 중화 반응에서 H^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 H_2O 이 생성된다.

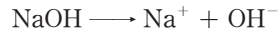
⑤ 반응이 완료된 혼합 용액은 중성을 나타내고, 페놀프탈레인 용액은 중성에서 색 변화가 나타나지 않는다.

07 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉게 변하므로 A 수용액은 염기성 용액이다.

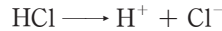
② 암모니아수(NH_4OH)는 이온화하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓으므로 염기성이다.



⑤ 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 이온화하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓으므로 염기성이다.

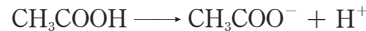


오답 피하기 ① 염산(HCl)은 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓으므로 산이다.



③ 에탄올(C_2H_5OH)은 수용액에서 이온화하지 않으므로 산도 아니고 염기도 아니다.

④ 아세트산(CH_3COOH)은 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓으므로 산이다.



08 ㄱ. 페놀프탈레인 용액은 염기성 용액에서 붉은색, 중성이나 산성 용액에서 무색이다. (나)에서 산과 염기가 완전히 중화되어 무색이 되었으므로 B 수용액은 산성 용액이다. 따라서 묽은 염산(HCl)은 B 수용액으로 가능하다.

오답 피하기 ㄴ. (가)에 B 수용액을 추가하면 A 수용액의 수산화 이온(OH^-)과 B 수용액의 수소 이온(H^+)이 반응하므로 (가)에 들어 있는 양이온은 (나)에도 들어 있다.

ㄷ. 반응 전 (가)의 A 수용액은 염기 수용액이므로 (가)에 들어 있는 이온의 종류는 염기의 양이온과 수산화 이온의 2가지이다. (나)에서 산과 염기가 완전히 중화되었으므로 (나)에 들어 있는 이온의 종류는 반응에 참여하지 않는 염기의 양이온과 산의 음이온의 2가지이다. 따라서 (가)에서 (나)로 될 때 수용액에 들어 있는 이온 종류의 수는 변하지 않는다.

09 ㄱ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 중화되었으므로 혼합 용액 속에는 Na^+ 과 Cl^- 만 존재한다. 따라서 물을 증발시키면 NaCl 결정을 얻을 수 있다.

ㄴ. H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하고, NaOH은 Na^+ 과 OH^- 으로 이온화하므로 OH^- 수만큼 물 분자가 생성된다. OH^- 수와 Na^+ 수는 같으므로 생성된 물 분자 수와 Na^+ 수는 같다.

ㄷ. 산과 염기가 완전히 중화되었고, HCl 20 mL와 NaOH 수용액 30 mL를 혼합한 용액에서 반응하지 않은 Na^+ 과

Cl^- 이 같은 수로 존재하므로 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 3의 부피비로 반응한다.

- 10** ① 수산화 나트륨 수용액은 처음 20 mL를 넣은 후 더 이상 넣지 않고, 묽은 염산을 조금씩 넣었으므로 혼합 용액 속의 나트륨 이온(Na^+) 수는 변하지 않는다. 따라서 (가)와 (나)의 나트륨 이온의 수는 같다.

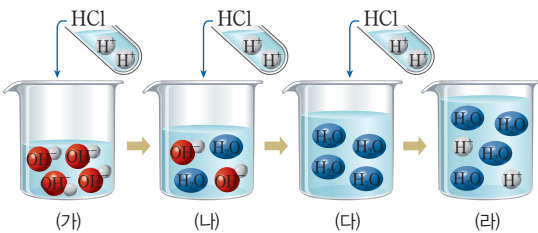
오답 피하기 ② (가)는 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색이 나타난다.

③ 염화 이온(Cl^-)은 중화 반응에 참여하지 않고, 묽은 염산을 넣을수록 점점 증가한다. 따라서 (나) → (다) → (라)로 갈수록 염화 이온의 수는 증가한다.

④ (다)의 혼합 용액 속에는 H^+ 와 OH^- 이 모두 반응하여 존재하지 않으므로 산과 염기가 완전히 중화된 상태이다.

⑤ (라)는 완전히 중화된 중성 용액 (다)에 묽은 염산을 더 넣은 것이므로 혼합 용액 속에 H^+ 이 존재하는 산성 용액이다. 페놀프탈레인 용액은 산성에서는 색 변화를 나타내지 않는다.

자료 분석하기 중화 반응과 H^+ , OH^- 수 변화



- (가)는 수산화 나트륨 수용액만 들어 있는 상태로 염기성 용액이다.
- (나)는 묽은 염산을 넣어 일부 OH^- 이 H^+ 와 반응하여 중화되었지만, 혼합 용액 속에 OH^- 이 존재하므로 염기성 용액이다.
- (다)는 OH^- 이 모두 H^+ 와 1 : 1의 개수비로 반응하여 H^+ 와 OH^- 이 존재하지 않으므로 중성 용액이다.
- (라)는 (다)의 중성 용액에 묽은 염산을 넣었으므로 산성 용액이다.

- 11** ㄱ. (가)는 묽은 염산, (나)는 수산화 나트륨 수용액이므로 (가)와 (나)를 반응시키면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생한다. 따라서 혼합 용액의 온도는 (가), (나)보다 높다.

오답 피하기 ㄴ. (가)와 (나)를 반응시키면 OH^- 은 모두 반응하므로 혼합 용액 속에는 H^+ , Cl^- , Na^+ 의 3종류 이온이 존재한다.

ㄷ. 혼합 용액에는 H^+ 이 존재하므로 혼합 용액의 액성은 산성이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색 변화가 나타나지 않는다.

- 12** ㄱ. (가)에는 K^+ 와 OH^- 이 들어 있고, (다)에는 K^+ 와 Cl^- 이 들어 있다. (가)의 OH^- 은 (나)의 H^+ 와 중화 반응하여 물을 생성하므로 (나)에는 H^+ 와 Cl^- 이 들어 있다.

ㄴ. (가)에는 K^+ 와 OH^- , (나)에는 H^+ 와 Cl^- , (다)에는 K^+ 와 Cl^- 이 각각 1개씩 들어 있으므로 용액 속 이온의 수는 (가), (나), (다) 모두 같다.

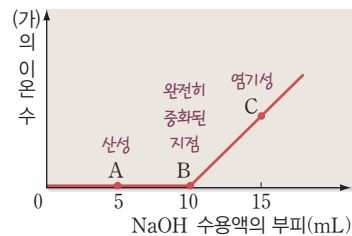
오답 피하기 ㄷ. (가)는 염기 수용액, (나)는 산 수용액, (다)는 중성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 모두 다른 색이 나타난다.

- 13** ㄱ. (가)는 묽은 염산(HCl)에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 넣을 때 혼합 용액에 존재하지 않다가 B에서부터 존재하므로 반응에 참여하는 수산화 이온(OH^-)이다.

ㄷ. A에 들어 있는 이온의 종류는 H^+ , Cl^- , Na^+ 이고, C에 들어 있는 이온의 종류는 Cl^- , Na^+ , OH^- 이므로 이온 종류의 수는 각각 3으로 같다.

오답 피하기 ㄴ. B는 완전히 중화된 지점으로 수용액에 Na^+ 와 Cl^- 이 들어 있으므로 전류가 흐른다.

자료 분석하기 중화 반응과 이온 수의 변화



- A: 완전히 중화되기 전으로 산성 용액이다. → 혼합 용액에 들어 있는 이온: H^+ , Cl^- , Na^+
- B: 완전히 중화되었을 때로 중성 용액이다. → 혼합 용액에 들어 있는 이온: Cl^- , Na^+
- C: 완전히 중화된 후로 염기성 용액이다. → 혼합 용액에 들어 있는 이온: Cl^- , Na^+ , OH^-

- 14** 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 산과 염기가 완전히 중화되었고, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 1 : 1의 부피비로 반응했음을 알 수 있다. 혼합 용액 A에는 반응하지 않은 묽은 염산이 존재하므로 산성 용액이고, 혼합 용액 C에는 반응하지 않은 수산화 나트륨 수용액이 존재하므로 염기성 용액이다.

- 15** 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 산과 염기가 완전히 중화되었다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

ㄱ. A는 산과 염기가 완전히 중화되기 전이므로 염기성 용액이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색이 나타난다.

ㄴ. B는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 중화된 지점이므로 혼합 용액 속에는 Cl^- 과 Na^+ 이 존재한다.

ㄷ. C는 산과 염기가 완전히 중화된 후 묽은 염산을 더 넣은 용액이므로 산성 용액이다. 산성 용액은 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

- 16** ㄱ, ㄷ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 1 : 1의 부피비로 반응하므로 A와 B는 염기성 용액이고, D는 산성 용액이다. 따라서 D에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색이 나타난다.

ㄴ. 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 C에서 중화 반응이 가장 많이 일어난다. 즉, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하며, 혼합 용액 C에서 물 분자가 가장 많이 생성된다.

자료 분석하기 중화 반응과 온도 변화

혼합 용액	A	B	C	D
묽은 염산(mL)	6	8	10	12
수산화 나트륨 수용액(mL)	14	12	10	8
온도(°C)	25	27	29	27

- 혼합 용액 C: 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 반응한 지점이다.
 ➔ 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 1 : 1의 부피비로 반응한다.
 ➔ 물 분자가 가장 많이 생성된 지점이다.
- 혼합 용액 A와 B: 혼합 용액 속에 OH^- 이 존재한다. ➔ 염기성 용액
- 혼합 용액 D: 혼합 용액 속에 H^+ 이 존재한다. ➔ 산성 용액

- 17 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도는 높아진다. 산과 염기가 완전히 중화되는 지점에서 중화 반응이 가장 많이 일어나므로 중화열도 가장 많이 발생한다. 따라서 산과 염기가 완전히 중화되는 지점에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로, 혼합 용액의 최고 온도를 측정하여 산과 염기가 완전히 중화된 지점을 확인할 수 있다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 중화되기 전 혼합 용액의 액성은 산성을 나타내다가 완전히 중화된 지점에서 혼합 용액은 중성이 된다. 이후 수산화 나트륨 수용액을 계속 넣어 주면 혼합 용액은 염기성을 나타낸다. 따라서 지시약의 색 변화로 산과 염기가 완전히 중화되는 지점을 확인할 수 있다.

예시 답안 혼합 용액의 최고 온도를 측정한다. 지시약의 색 변화를 관찰한다.

채점 기준	배점(%)
완전히 중화되는 지점을 확인할 수 있는 방법 2가지를 모두 옳게 설명한 경우	100
완전히 중화되는 지점을 확인할 수 있는 방법을 1가지만 옳게 설명한 경우	50

- 18 (가) 생선에 산성인 레몬즙을 뿌리면 염기성 성분인 생선 비린내를 줄일 수 있다.
 (나) 산성화된 호수나 토양을 중화시키기 위해 염기성 물질인 석회 가루를 뿌린다.

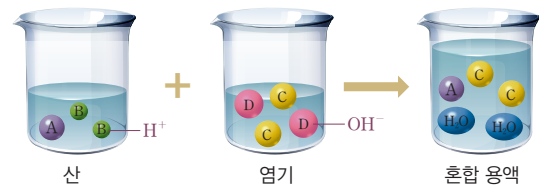
오답 피하기 (나) 세탁기에서 세탁을 할 때 세제를 이용하는 것은 중화 반응을 이용한 예가 아니다.

- 19 ㄴ. B는 H^+ 이고, D는 OH^- 이므로 B와 D가 반응할 때 중화 반응이 일어나 중화열을 방출한다.
 ㄷ. 혼합 용액에는 A와 C의 2종류 이온만 존재하는데, 이것은 각각 중화 반응에 참여하지 않은 산의 음이온과 염기의 양

이온이다. 따라서 혼합 용액은 H^+ 과 OH^- 이 없으므로 중성이다.

오답 피하기 ㄱ. A는 -2의 음이온이다.

자료 분석하기 중화 반응과 이온 모형



- 혼합 용액에 존재하는 이온: A, C ➔ 반응에 참여하지 않는 산의 음이온과 염기의 양이온이며, H^+ 과 OH^- 은 존재하지 않으므로 혼합 용액은 중성이다.
- 산의 B가 혼합 용액에 없다. ➔ B는 H^+ 이다. 따라서 A는 -2의 음이온이다.
- 염기의 D가 혼합 용액에 없다. ➔ D는 OH^- 이다. 따라서 C는 +1의 양이온이다.

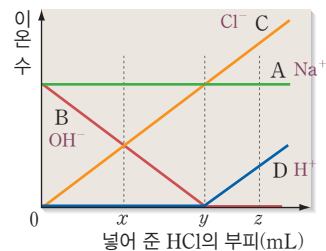
- 20 ㄱ. A는 Na^+ 이므로 양이온이다.

ㄴ. 혼합 용액에 들어 있는 총 이온의 수는 중화 반응이 완전히 일어날 때까지는 같으며, 넣어 준 HCl의 부피가 y mL일 때 완전히 중화한다. 따라서 총 이온의 수는 넣어 준 HCl의 부피가 x mL일 때와 y mL일 때가 같다.

오답 피하기 ㄷ. 넣어 준 HCl의 부피가 y mL일 때 완전히 중화하므로 그 이후에는 HCl을 더 넣어 주어도 중화 반응을 하지 않는다. 따라서 중화 반응으로 생성된 물 분자의 수는 넣어 준 HCl의 부피가 y mL일 때와 z mL일 때가 같다.

통합형 문제 분석하기

중화 반응과 이온 수의 변화



- A: 수가 일정하게 유지되므로 처음 용액에 들어 있으면서 반응에 참여하지 않는 이온이다. ➔ Na^+
- B: 점점 감소하다가 중화 반응이 완전히 일어난 후부터는 존재하지 않으므로 처음 용액에 들어 있으면서 반응에 참여하는 이온이다. ➔ OH^-
- C: 점점 증가하므로 넣어 주는 용액에 들어 있으면서 반응에 참여하지 않는 이온이다. ➔ Cl^-
- D: 처음에는 존재하지 않다가 중화 반응이 완전히 일어난 후부터 증가하므로 넣어 주는 용액에 들어 있으면서 반응에 참여하는 이온이다. ➔ H^+
- 총 이온 수: 중화 반응으로 없어지는 OH^- 의 수만큼 Cl^- 의 수가 증가하므로 완전히 중화되는 지점까지는 같고, 그 이후는 넣어 주는 용액 속의 이온 때문에 증가한다.

VI 단위 마무리

핵심 정리 단위 마무리하기

① 산소 ② 얻는 ③ 잃는 ④ 환원 ⑤ 산화 ⑥ 잃는
 ⑦ 얻는 ⑧ 환원 ⑨ 산화 ⑩ 광합성 ⑪ 호흡 ⑫ 연소
 ⑬ 수소 이온(H⁺) ⑭ 수산화 이온(OH⁻) ⑮ 수소 ⑯ 이
 산화 탄소 ⑰ 수소 이온(H⁺) ⑱ 수산화 이온(OH⁻) ⑲ 빨
 간색 ⑳ 파란색 ㉑ 물 ㉒ 1 : 1 ㉓ 산성 ㉔ 중성
 ㉕ 염기성 ㉖ 중화열 ㉗ 높 ㉘ 중화 ㉙ 높 ㉚ 제산제

206~211쪽

실력 점검 VI 단위 평가하기

01 ① 02 산화되는 물질: Al, 환원되는 물질: Fe₃O₄ 03 ③
 04 ② 05 ③ 06 ③ 07 ③ 08 ③ 09 ② 10 ⑤
 11 ⑤ 12 A: Na⁺, B: H⁺ 13 ⑤ 14 ③ 15 C, 초록색
 16 ② 17 ④

서술형 문제 대비하기
 18~20 해설 참조

- 01** SO₂은 산소를 얻어 SO₃으로 산화된다.
오답 피하기 CuO와 NO는 산소를 잃고 환원된다.
- 02** Al은 산소를 얻어 Al₂O₃으로 산화되고, Fe₃O₄은 산소를 잃어 Fe로 환원된다.
- 03** ㄱ, ㄴ. (가)에서 구리는 산소(O₂)와 반응하여 산화되어 검은 색의 산화 구리(II)가 되고, 산소(O₂)는 환원된다.
오답 피하기 ㄷ. (나)에서 산화 구리(II)는 산소를 잃어 환원되고, 탄소(C)가 산소를 얻어 산화된다.

개념 더하기 구리의 가열에 의한 산화 환원 반응

붉은색 구리판을 겉불꽃에 넣을 때	검게 변한 구리판을 속불꽃에 넣을 때
- 겉불꽃에는 산소가 많다. - 구리판이 검게 된다. - 붉은색 구리를 겉불꽃에 넣으면 구리가 산소와 결합하여 산화 구리(II)(CuO)가 된다.	- 속불꽃에는 산소가 부족하다. - 속불꽃에는 연소하지 않는 탄소(C)가 있다. - 검은색 산화 구리(II)를 속불꽃에 넣으면 산소를 잃고 구리(Cu)가 된다.
$2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$	$2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$

- 04** ㄷ. 산화 구리(II)(CuO)는 탄소(C)와 반응하여 붉은색의 구리(Cu)로 환원되고, 탄소(C)는 산화 구리(II)로부터 산소를 얻어 이산화 탄소(CO₂)로 산화되므로 시험관 속의 검은색 물질의 양은 줄어든다. $\rightarrow 2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

오답 피하기 ㄱ. 탄소(C)는 산화되어 이산화 탄소(CO₂)가 된다.
 ㄴ. 석회수가 든 비커에 이산화 탄소(CO₂)가 들어가 탄산 칼슘(CaCO₃)이 생성되면서 석회수가 뿌옇게 흐려지므로 석회수는 산화 구리(II)와 반응하지 않는다.

- 05** 화학 반응식은 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ 이다.
 ㄱ. 마그네슘(Mg)은 전자 2개를 잃고 마그네슘 이온(Mg²⁺)으로 산화된다.
 ㄴ. 묽은 염산(HCl)은 마그네슘(Mg)으로부터 전자 2개를 얻고 수소(H₂) 기체로 환원된다.
오답 피하기 ㄷ. 묽은 염산(HCl)이 환원되어 수소(H₂) 기체가 되면서 공기 중으로 날아가고, 마그네슘(Mg)이 마그네슘 이온(Mg²⁺)으로 산화되어 수용액 속에 녹아 들어가므로 마그네슘 조각의 질량은 감소한다.
- 06** 질산 은(AgNO₃) 수용액에 구리(Cu)선을 넣으면 구리(Cu)가 은 이온(Ag⁺)에게 전자를 준다. 이를 화학 반응식으로 나타내면 $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ 이다.
 ㄱ. 구리(Cu)는 전자를 잃어 구리 이온(Cu²⁺)으로 산화된다.
 ㄴ. 은 이온(Ag⁺)은 구리가 내놓은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원된다.
오답 피하기 ㄷ. 반응이 진행됨에 따라 구리 이온(Cu²⁺)이 생성되고, 구리 이온(Cu²⁺)에 의해 수용액의 색이 파란색으로 변한다.
- 07** ㄱ. 광합성과 호흡은 서로 반대 반응이다.
 ㄴ. 광합성과 호흡 모두 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.
오답 피하기 ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 O₂이다. (가)에서 H₂O이 산화되어 O₂가 되고, (나)에서 O₂가 환원되어 H₂O이 된다.
- 08** ㄱ. 코크스(C)는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화된다.
 ㄷ. 산화 철(III)(Fe₂O₃)은 일산화 탄소(CO)와 반응하여 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다. 따라서 산화 철(III)은 일산화 탄소보다 환원되기 쉽다.
오답 피하기 ㄴ. 일산화 탄소(CO)는 산화 철(III)(Fe₂O₃)과 반응하여 산소를 얻고 이산화 탄소(CO₂)로 산화된다.
- 09** A는 산, B는 염기이다.
 ㄴ. 산과 염기는 모두 수용액에서 이온화하므로 전류를 흘려주면 전류가 흐른다.
오답 피하기 ㄱ. 염기는 단백질을 녹이는 성질이 있어서 손에 묻으면 미끈거린다.
 ㄷ. 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키는 것은 염기이다.
 ㄹ. 마그네슘, 철 등의 금속과 반응하여 수소 기체를 발생하는 것은 산의 성질이다.
- 10** ㄱ, ㄴ. 포도 껍질 용액과 붉은 양배추 용액은 천연 지시약으로 액성에 따라 색 변화가 나타나므로 지시약으로 사용할 수 있다.

ㄷ. 메틸 오렌지 용액은 산성에서 빨간색, 중성에서 주황색, 염기성에서 노란색을 나타낸다.

ㄹ. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서만 붉은색을 나타낸다.

- 11 ⑤ (가)는 산성, (나)는 염기성, (다)는 중성 용액이다. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서 무색, 염기성에서 붉은색을 나타내므로 (나)에서만 붉은색을 나타낸다.

오답 피하기 ① 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생한다.

② 중화 반응은 수소 이온과 수산화 이온이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성하는 반응이다. 이때 산의 음이온과 염기의 양이온은 중화 반응에 참여하지 않으며, 염을 생성한다. 따라서 Na^+ 과 Cl^- 은 반응에 참여하지 않는다.

③ 수산화 나트륨은 수용액 속에서 Na^+ 과 OH^- 으로 이온화하고, OH^- 은 H^+ 과 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성하므로 생성되는 물 분자 수와 Na^+ 의 수는 같다.

④ (가)는 산성 용액이므로 마그네슘, 철 등의 금속과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

- 12 A는 처음부터 존재하며, 중화 반응이 일어나는 동안 이온 수 변화가 일어나지 않으므로 반응에 참여하지 않는 Na^+ 이다. B는 중화 반응이 완전히 일어난 후부터 존재하고 계속 증가하므로 넣어 주는 용액에서 반응에 참여하는 H^+ 이다.

- 13 페놀프탈레인 용액은 염기성 용액에서 붉은색으로 변하므로 혼합 용액의 액성은 염기성이다. 따라서 OH^- 이 존재한다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에서 Cl^- 과 Na^+ 은 반응에 참여하지 않는 이온이므로 혼합 용액 속에는 Cl^- , Na^+ , OH^- 이 존재한다.

- 14 ㄱ. 혼합 용액에 H^+ 이 존재하므로 산성 용액이다. 따라서 마그네슘 리본을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

ㄴ. BOH 수용액 10 mL에 B^+ 과 OH^- 이 1개씩 있으므로 BOH 수용액 10 mL를 더 넣으면 혼합 용액은 중성이 된다.

오답 피하기 ㄷ. HA 수용액 20 mL에 H^+ 과 A^- 이 각각 2개씩 있고, BOH 수용액 10 mL에 B^+ 과 OH^- 이 각각 1개씩 있으므로 HA 수용액과 BOH 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

자료 분석하기 이온 수 변화

이온	H^+	A^-	B^+	OH^-
반응 전(개)	2	2	1	1
반응 후(개)	-1			-1
반응 후(개)	1	2	1	0

- 15 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다. C에서 가장 많은 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하므로 가장 많은 중화열을 방출한다. 이때 혼합 용액의 액성은 중성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 나타낸다.

- 16 ㄷ. 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 중화 반응이 가장 많이 일어났으며, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 1 : 1의 부피비로 반응한다는 것을 알 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. A에서 묽은 염산 100 mL와 수산화 나트륨 수용액 100 mL가 반응하고, 수산화 나트륨 수용액 100 mL가 남으므로 혼합 용액 A의 액성은 염기성이다.

ㄴ. B는 묽은 염산 150 mL와 수산화 나트륨 수용액 150 mL가 반응하여 물을 생성하고, C는 묽은 염산 100 mL와 수산화 나트륨 수용액 100 mL가 반응하여 물을 생성하므로 생성된 물 분자 수는 B가 C보다 많다.

- 17 위산 과다로 속이 쓰릴 때 제산제를 복용하는 것은 중화 반응을 이용한다.

ㄴ. 생선을 손질한 도마는 염기 성분의 비린내가 있으므로 산성인 식초를 이용하여 세척한다. 이는 중화 반응의 원리를 이용한 예이다.

ㄷ. 벌레의 침은 산성 성분이므로 염기인 암모니아수를 바른 다. 이는 중화 반응의 원리를 이용한 예이다.

오답 피하기 ㄱ. 눈이 올 때 도로에 염화 칼슘을 뿌리는 것은 중화 반응의 원리를 이용한 것이 아니다.

- 18 Zn은 전자를 내놓고 Zn^{2+} 으로 산화되고, Cu^{2+} 은 전자를 받아 환원되어 Cu로 석출된다. 따라서 수용액 속의 Cu^{2+} 수가 감소하여 푸른색이 없어진다.

예시 답안 푸른색이 없어진다. 푸른색은 구리 이온(Cu^{2+}) 때문에 나타나는데, 수용액에서 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ 반응이 일어나 Cu^{2+} 이 Cu로 석출되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
수용액의 색 변화와 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100
수용액의 색 변화만 옳게 쓴 경우	30

- 19 **예시 답안** 수산화 나트륨이 내놓은 수산화 이온(OH^-)이 (+)극 쪽으로 이동하기 때문에 붉은색 리트머스 종이 실에서부터 오른쪽 ((+)극 쪽)으로 푸른색으로 변한다.

채점 기준	배점(%)
리트머스 종이의 색 변화를 수산화 이온의 이동과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
리트머스 종이의 색 변화만 옳게 설명한 경우	30

- 20 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 (나)만 붉은색으로 변했으므로 (나)는 염기성 용액인 수산화 나트륨 수용액이며, (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 A는 양이온(Na^+)이므로 A는 염화 나트륨 수용액이고, (다)는 산성 용액인 묽은 염산이다.

예시 답안 (나)와 (다), (가)는 염화 나트륨 수용액이므로 중성, (나)는 수산화 나트륨 수용액이므로 염기성, (다)는 묽은 염산이므로 산성이며, 산과 염기를 섞었을 때 중화 반응이 일어나기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
2가지 수용액을 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
2가지 수용액만 옳게 쓴 경우	40

VII 생물 다양성과 유지

18 지질 시대의 환경과 생물

확인문제

214~216쪽

- 1 화석 2 화석 3 오존층 4 중생대 5 포유류 6 5
7 다양성

기본 문제로 개념 다지기

217쪽

- 01 A: 선캄브리아 시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대 02
(1) × (2) ○ (3) × (4) × 03 (가) 고생대, (나) 신생대, (다) 중생대, (라) 선캄브리아 시대 04 (다) → (나) → (가) 05 (1) ① 히말라야, ② 화폐석 (2) 신생대 06 (1) × (2) ○ (3) ×

- 01 전체 지질 시대에서 각 지질 시대가 차지하는 비율은 선캄브리아 시대 > 고생대 > 중생대 > 신생대 순이다.
- 02 지질 시대를 구분하는 주요 기준은 화석이다. 화석은 지질 시대에 살았던 생물의 유해나 활동의 흔적이 지층에 남아 있는 것을 말한다. 선캄브리아 시대에는 생물의 개체 수가 적었고, 오랜 세월 동안 지각 변동을 받아 산출되는 화석이 드물다.
- 03 선캄브리아 시대의 화석은 거의 발견되지 않으며, 육상 생물이 출현한 시기는 고생대이다. 중생대는 빙하기가 없었던 시대로 가장 따뜻했던 시기이다. 신생대 후기에는 4번의 빙하기와 3번의 간빙기가 있었다.
- 04 (가)는 신생대 지층에서 발견될 수 있는 화폐석, (나)는 중생대 지층에서 발견될 수 있는 암모나이트, (다)는 고생대 지층에서 발견될 수 있는 방추충이다.
- 05 히말라야산맥은 신생대부터 형성되기 시작하였다. 신생대에는 유공충의 일종인 화폐석이 번성하였다.
- 06 (1) 지질 시대 동안 가장 큰 멸종은 고생대 말기에 일어났다.
(3) 생물 대멸종이 발생한 이후에는 살아남은 종 또는 새롭게 등장한 종이 새로운 생태계 지배자로 번성할 기회를 얻는다.

탐구 자료로 기본 다지기

218~219쪽

- 자료 1 01 화석 02 ④ 03 ③
자료 2 04 (가), (다) 05 (다), (라)
06 A: (가), (나), B: (다), (라)
자료 3 07 (가) 선캄브리아 시대, (나) 고생대, (다) 신생대, (라) 중생대
08 (나) 양치식물, (다) 속씨식물, (라) 겉씨식물 09 ③
자료 4 10 C 11 ① 12 E

- 01 생물은 환경 변화에 매우 민감하기 때문에 지질 시대를 구분하는 주요 기준으로 화석이 이용된다.
- 02 나, 다, A 시대에는 생물의 진화가 덜 이루어져 단단한 껍데기나 뼈를 갖는 생물이 거의 없었으며, 오랜 세월 동안 지각 변동을 받아 화석이 소실되었다.
- 오답 피하기 ㄱ. 선캄브리아 시대에는 생물의 부패가 빨리 진행될 정도로 다른 지질 시대보다 기온이 특별히 높지는 않았다.
- 03 최초의 육상 식물이 출현한 시기는 오존층이 형성된 이후이므로 ㉠(고생대)이다.
- 04 (나)의 고사리는 온난 습윤한 육지 환경에서 잘 자라고, (라)의 공룡은 육상 파충류에 속한다.
- 05 (다)의 삼엽충은 고생대, (라)의 공룡은 중생대에 살던 생물이다.
- 06 (가)와 (나)는 생존 기간이 길고, 특정한 환경에 분포하였고, (다)와 (라)는 생존 기간이 짧고, 지리적으로 넓게 분포하였다.

개념 더하기 표준 화석과 시상 화석

- 표준 화석: 지질 시대의 구분에 이용되는 화석을 말한다. 생존 기간이 짧고, 지리적으로 널리 분포할수록 가치가 크다. 대표적인 표준 화석으로 삼엽충(고생대), 암모나이트(중생대), 화폐석(신생대) 등이 있다.
- 시상 화석: 지층이 퇴적될 당시의 자연 환경을 알아내는 데 유용한 화석을 말한다. 생존 기간이 길고, 환경 변화에 민감하여 특정한 환경에 제한적으로 분포할수록 가치가 크다. 대표적인 시상 화석으로 산호(따뜻하고 얕은 바다), 고사리(온난 습윤한 기후), 참나무(열대, 온대 환경) 등이 있다.

- 07 (가)에서는 에디아카라 동물군, (나)에서는 삼엽충, (다)에서는 매머드, (라)에서는 공룡이 살고 있다. 따라서 (가)는 선캄브리아 시대, (나)는 고생대, (다)는 신생대, (라)는 중생대이다.
- 08 (나)의 고생대 후기에는 양치식물이 번성하였고, (다)의 신생대에는 속씨식물이 번성하였으며, (라)의 중생대에는 겉씨식물이 번성하였다.
- 09 나, (나)는 고생대이며, 고생대 말에 생물의 대멸종 사건이 일어났다.
다, (다)는 신생대로 다양한 포유류가 크게 번성하였다.
- 오답 피하기 ㄱ, ㄴ. 판게아는 고생대(나) 말에 형성되었으며, 최초로 육상 생물이 등장한 지질 시대는 고생대(나)이다.
- 10 지구 역사상 가장 큰 규모의 멸종은 고생대 말기에 일어났다.
- 11 ㄱ. 판게아는 고생대 말기에 형성되었고, 이 시기 대멸종이 일어났다.
- 오답 피하기 나. 중생대에는 빙하기가 존재하지 않았으며, E 시기의 멸종은 빙하기와 관련이 없다.
다. 대멸종 이후 살아남은 생물종 중에서 환경 변화에 적응한 생물이 번성하거나, 새로운 생물종이 생겨나기도 한다.
- 12 중생대 말기의 대멸종으로 공룡과 암모나이트가 멸종하였다.

- 01 ⑤ 02 ② 03 ① 04 ② 05 (가) 고생대, (나) 신생대, (다) 중생대 06 해설 참조 07 ⑤ 08 ④ 09 ③ 10 ② 11 ① 12 (가) 공룡(또는 암모나이트), (나) 삼엽충(또는 완족류, 방추충 등), (다) 화폐석(또는 매머드) 13 해설 참조 14 (다) → (가) → (나) → (라) 15 ① 16 ④ 17 ② 18 ②

고난도 문제 도전하기

- 19 ④ 20 ⑤

01 ㄱ, ㄴ. 지질 시대는 지구가 탄생한 약 46억 년 전부터 현재까지의 기간이며, 지층에서 발견되는 화석을 기준으로 구분된다.
ㄷ. 선캄브리아 시대는 전체 지질 시대 중 가장 긴 기간을 차지하고 있다.

02 ② 생물의 유해뿐만 아니라 생물의 활동 흔적도 화석에 해당한다.

오답 피하기 ①, ③ 화석은 생물이 살고 있던 당시의 환경이나 지층이 생성된 시기를 알려준다. 또한 지하자원을 탐사하는데 이용되기도 한다.

④, ⑤ 생물의 사체가 퇴적물에 빨리 매몰되어야 화석으로 보존될 가능성이 크며, 생물체가 매몰된 후 원래의 성분이 다른 광물질로 치환되거나 빈 공간이 다른 물질로 충전되는 작용을 화석화 작용이라고 한다.

03 ① A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다. 최초의 생명체는 선캄브리아 시대에 등장하였고, 최초의 척추동물인 어류(갑주어)는 고생대 중기에 등장하였다.

04 ㄴ. B는 분포 면적이 넓고, 생존 기간이 길기 때문에 환경 변화에 잘 적응하는 생물이다.

오답 피하기 ㄱ. 매머드는 신생대 후기에 육지에서 번성했던 포유류이므로 A보다 D에 가깝다.

ㄷ. D는 생존 기간이 짧고 분포 면적이 넓으므로 A보다 지질 시대를 구분하는 데 유용하다.

05 (가)는 삼엽충, (나)는 화폐석, (다)는 암모나이트 화석이다. 따라서 각 화석을 포함한 지층이 형성된 지질 시대를 살펴 보면 (가)는 고생대, (나)는 신생대, (다)는 중생대이다.

06 **예시 답안** 선캄브리아 시대의 생물은 개체 수가 적었고, 대부분의 생물에 단단한 부분이 없었기 때문에 화석으로 남기 어려웠다. 또한, 오랜 세월 동안 지각 변동을 받아 화석이 거의 남아 있지 않다.

채점 기준	배점(%)
선캄브리아 시대 생물의 특징과 지각 변동을 모두 옳게 설명한 경우	100
선캄브리아 시대 생물의 특징과 지각 변동 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

07 화석은 지층의 생성 시기와 당시의 기후, 수륙 분포의 변화 등에 대한 정보를 제공해 준다.

08 ④ 신생대 후기에는 4번의 빙하기와 3번의 간빙기가 반복되어 나타났다.

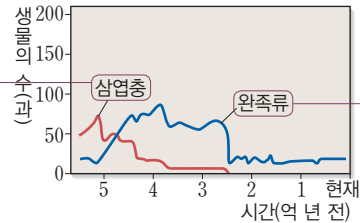
오답 피하기 지질 시대 중 가장 온난했던 시기는 중생대이며, 고생대 말기, 신생대 말기에는 빙하기가 있었지만, 중생대에는 없었다. 신생대에는 전기보다 후기에 대체로 기온이 낮았다.

09 ㄱ. 고생대 초기에는 육상 생물이 존재하지 않았으므로 삼엽충과 완족류는 해양 생물임을 알 수 있다.

ㄴ. 삼엽충은 고생대 기간에만 생존했으므로 삼엽충의 멸종 시점을 기준으로 고생대와 중생대의 경계를 찾을 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. 화석을 기준으로 지질 시대를 구분한다. 따라서 삼엽충이 발견되는 지층은 고생대층이다.

자료 분석하기 생물의 변화를 이용한 지질 시대의 구분



- 삼엽충은 고생대 표준 화석이다.
➡ 삼엽충이 발견되는 지층은 고생대 지층이다.
➡ 삼엽충 멸종 시점을 기준으로 고생대와 중생대로 나눌 수 있다.
- 완족류는 고생대에 번성하였고, 고생대 말의 대멸종에서 살아 남아 중생대를 거쳐 현재까지 존재하는 생물이다.

10 ㄴ. 공룡은 중생대 육지에 살던 생물이므로 이 지역은 당시에 따뜻한 육지 환경이었음을 알 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 선캄브리아 시대에는 단단한 껍데기를 가진 생물이 존재하지 않았다. 완족류와 삼엽충은 고생대 지층에서 산출되었다.

ㄷ. 신생대 화석인 화폐석은 바다에 살던 단세포 동물이다.

11 ㄱ. 원시 지구의 대기에서 가장 풍부한 기체 A는 이산화탄소이고, B는 주로 생물의 광합성 활동으로 생성된 산소이다.

오답 피하기 ㄴ. 이산화탄소가 감소한 가장 주요한 원인은 바다에 용해된 후 탄산염 광물 형태로 지권에 저장되었기 때문이다.

ㄷ. 최초의 육상 식물은 대기 중에 산소가 충분히 쌓인 고생대 중기(약 4억 2천만 년 전)에 출현하였다.

12 (가)의 겉씨식물은 중생대, (나)의 양치식물은 고생대 말, (다)의 속씨식물은 신생대에 각각 번성하였다.

13 **예시 답안** 산호로부터 당시 환경이 따뜻하고 얕은 바다 환경이었다는 것을, 화폐석으로부터 이 지역의 지층이 신생대 지층이라는 것을 알 수 있다.

채점 기준	배점(%)
산호와 화폐석으로부터 알 수 있는 사실을 모두 옳게 설명한 경우	100
두 화석 중 1가지에 해당하는 내용만 옳게 설명한 경우	50

14 (가)는 고생대 말기, (나)는 중생대 말기, (다)는 선캄브리아 시대, (라)는 신생대의 사건이다.

15 ㄱ. (가)는 중생대, (나)는 고생대에 해당한다.

오답 피하기 ㄴ, ㄷ. 중생대에는 빙하기가 없었으며, 포유류가 최초로 출현한 시기는 중생대이다.

16 ㄱ. 지질 시대 동안 대규모의 멸종은 고생대 3번, 중생대 2번(총 5번) 발생하였다.

ㄷ. 대멸종은 어느 한 가지 요인이 아니라 기온 변화, 화산 폭발, 운석 충돌 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 것으로 추정하고 있다.

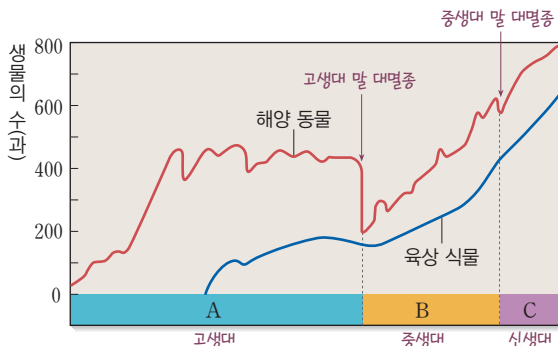
오답 피하기 ㄴ. 대멸종 이후에는 살아남은 종과 새롭게 등장한 종이 생태계의 새로운 지배자로 등장한다. 대멸종 이전에 번성했던 생물종이 대멸종 이후에도 다시 번성한 사례는 지난 지질 시대 동안 거의 없다.

17 ㄷ. 동물은 식물에 비해 환경 변화에 매우 민감하여 생물종의 변화가 빠르다. 따라서 대멸종에 의한 생물의 수도 해양 동물이 육상 식물에 비해 보다 크게 감소한다.

오답 피하기 ㄱ. 오존층이 형성된 고생대 중기에 육상 식물이 등장하였다.

ㄴ. 히말라야산맥은 신생대(C 시기)에 형성되었다.

자료 분석하기 생물의 수(과) 변화



대멸종이 일어난 시기에 육상 식물은 큰 개체 수 변화를 겪지 않지만, 해양 동물의 수는 급감한다.

- ➡ 해양 동물이 육상 식물보다 환경 변화에 민감하다.
- ➡ 지질 시대를 구분할 경우 주로 동물 화석을 이용한다.
- ➡ 고생대 말 대멸종 시기에 해양 동물의 과 수가 가장 크게 변화했다.

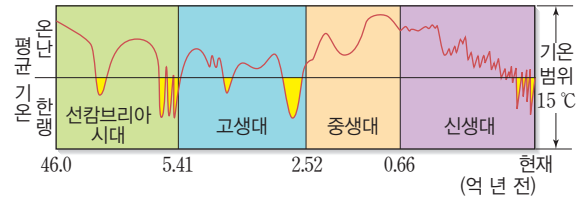
18 ㄷ. 중생대에는 다른 지질 시대에 비해 대체로 온난한 기후가 지속되었기 때문에 기온의 변동 폭이 작았다.

오답 피하기 ㄱ. 중생대 말에는 빙하기가 없었으나 생물 대멸종이 일어났다.

ㄴ. 산호는 지구의 기온이 따뜻했던 시기에 더 넓게 분포하므로 신생대 말기보다 초기에 더 넓게 분포했다.

통합형 문제 분석하기

지질 시대의 기후



중생대에는 활발한 화산 활동으로 대기 중 온실 기체가 증가하여 가장 온난한 기후를 유지하였다.

➡ 기온의 변동 폭이 작았다.

19 ㄱ. A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다. A~D 중에서 가장 온난했던 지질 시대는 중생대이다.

ㄷ. (나)는 화폐석, (다)는 암모나이트 화석이다. (나)와 (다)는 모두 바다에서 살던 생물의 화석이므로 이 화석들이 발견된 두 지층은 모두 바다에서 퇴적되었다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 신생대인 D 시기에 퇴적된 지층에서 발견된다.

20 ㄱ. K-Pg 경계층의 아래층은 중생대 지층이고 위층은 신생대 지층이다. 따라서 이 층을 경계로 화석의 종류가 급변한다.

ㄴ, ㄷ. K-Pg 경계층에서 발견된 높은 이리듐 함량의 원인은 운석 충돌이다. 따라서 운석 충돌 과정에서 공기 중으로 솟아 오른 다량의 먼지에 포함된 이리듐이 광범위한 지역에 걸쳐 발견될 것이다. 또한 운석 충돌 지역의 K-Pg 경계층에서는 운석 충돌 시 발생한 강한 압력에 의해 형성된 광물이 발견될 수 있다.

19 생물의 진화

확인문제

224~226쪽

- 1 진화 2 변이 3 유전자 4 자연 선택 5 돌연변이

기본 문제로 개념 다지기

227쪽

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

02 (1) 둘 (2) 유 (3) 둘

03 ㉠ 변이,

04 (1) × (2) ○ (3) ×

05 A: 과잉 생식,

06 (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉠

07 ㉠ 돌연변이,

08 검은색 초콜릿

01 자연 선택

06 자연 선택

- 01** (2) 변이는 동일한 생물종의 개체 간에 나타나는 모든 형질의 차이를 의미한다.
(3) 자손의 수가 많은 생물종일수록 개체 간에 변이가 다양하게 나타난다.
- 03** 다윈은 환경에 잘 적응하게 해 주는 유리한 형질이 자손에게 전달됨으로써 진화가 일어난다는 자연 선택설을 주장했다.
- 04** (1) 갈라파고스 제도의 조상 핀치 집단에는 부리 모양이 조금씩 다른 변이가 존재했다.
(3) 크고 단단한 씨앗이 많은 섬에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 개체가 생존에 유리하여 자연 선택되었다.
- 07** 돌연변이가 일어나 항생제 내성 세균이 출현한 후 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서 항생제 내성 세균이 자연 선택되어 세균 집단이 항생제 내성을 가진 집단으로 진화한다.
- 08** 검은색 도화지를 사용했으므로 도화지와 색깔이 같은 검은색 초콜릿이 제거될 확률이 가장 낮은 항생제 내성 세균에 해당한다.

탐구 자료로 기본 다지기

228~229쪽

자료 1

01 (가) 돌연변이, (나) 유성 생식

02 ㉠ 유전자, ㉡ 변이

03 ㉡

자료 2

04 목이 긴 기린

05 ㉠ 자연 선택, ㉡ 진화

06 ㉢

자료 3

07 자연 선택

08 ㉠ 먹이, ㉡ 부리

09 ㉡

자료 4

10 A: 돌연변이, B: 자연 선택

11 ㉠ 유리, ㉡ 있는, ㉢ 증가

12 ㉣

- 01** (가)에서는 DNA의 유전 정보에 변화가 일어나는 돌연변이, (나)에서는 암수 생식세포의 수정으로 부모와 형질이 다른 자손이 태어나는 유성 생식에 의해 변이가 나타났다.

개념 더하기 돌연변이와 유성 생식

- 돌연변이: DNA의 유전 정보에 변화가 생겨 부모에게 없던 새로운 형질이 나타나는 것으로, 돌연변이가 일어나면 새로운 유전자가 만들어져 새로운 형질이 나타날 수 있다.
- 유성 생식: 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합으로 부모의 유전자가 다양하게 조합되어 자손에게 전달되므로 자손이 부모와 다른 형질을 나타낼 수 있다.

- 02** 딱정벌레의 몸 색 차이와 개의 털색 차이는 모두 같은 생물종 사이에서 유전자의 차이로 나타나는 변이의 예이다.
- 03** 나. (가)에서 붉은색의 딱정벌레 집단에서 초록색의 딱정벌레가 나타난 것은 돌연변이에 의해 새로운 유전자가 출현했기 때문이다.
오답 피하기 나. (가)에서는 돌연변이에 의한 새로운 유전자의 출현으로 변이가 나타난 것이다. (나)에서는 유성 생식을 통해 부모의 유전자가 다양하게 조합되어 자손에게 전달됨으로써 변이가 나타난 것이다.
다. (나)에서 개체 간의 털색 차이는 유성 생식 과정에서 부모의 유전자가 다양하게 조합되어 자손에게 전달되었기 때문에 나타난다. 유성 생식 과정에서 생성되는 생식세포는 체세포의 유전자 중 절반을 가지므로, 부모의 유전자가 모두 자손에게 전달되는 것은 아니다.
- 04** 먹이가 높은 곳에 있는 환경에서 목이 긴 형질이 목이 짧은 형질보다 살아남기에 더 적합하므로 목이 긴 기린이 생존 경쟁(A)에서 더 많이 살아남는다.
- 05** 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 살아남아 많은 수의 자손을 남기는 과정을 자연 선택이라고 하며, 자연 선택이 오랜 시간 동안 여러 세대를 거쳐 반복되면 생물의 진화가 이루어진다.
- 06** 나. (가)에서 기린 개체 간에 목 길이의 차이가 있으므로 기린의 목 길이에 대한 변이가 존재한다.
다. A 과정에서 높은 곳에 있는 나뭇잎을 두고 먹이 경쟁이 일어나며, 높은 곳의 나뭇잎을 먹기에 유리한 목이 긴 기린이 목이 짧은 기린보다 생존 경쟁에서 더 많이 살아남아 자신의 목이 긴 형질을 자손에게 전달한다.
오답 피하기 다. B 과정에서는 생존 경쟁에서 살아남은 목이 긴 개체가 자손을 남기는 자연 선택 과정이 반복되어 오늘날과 같은 목이 긴 기린으로 진화했다. 많이 사용하는 기관은 발달하고 사용하지 않는 기관은 퇴화한다는 것은 라마르크의 용불용설로, 오늘날에는 용불용설을 진화의 이론으로 받아들이지 않고 있다.
- 07** A 과정에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 개체가, B 과정에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 개체가 자연 선택되었다.
- 08** 갈라파고스 제도는 섬마다 환경이 달라 먹이의 종류가 달랐으며, 선인장, 크고 단단한 씨앗 등 특정 먹이를 먹기에 유리한 부리를 가진 개체가 자연 선택되면서 섬마다 부리의 모양이 달라지도록 진화가 일어났다.
- 09** 다. A 과정에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가, B 과정에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 생존과 번식에 유리하여 자연 선택되는 과정이 반복적으로 일어나면서, 핀치 조상 집단에서 서로 다른 종의 핀치로 진화가 일어났다.

오답 피하기 ㄱ. 조상 집단을 구성하는 개체들은 부리 모양에 차이가 있으며, 이와 같은 형질의 차이가 변이이다. 따라서 조상 집단에는 부리 모양에 대한 변이가 있다.

ㄴ. 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치와 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치는 서로 다른 먹이 환경에 따른 자연 선택에 의해 진화가 일어나 서로 다른 종으로 분화되었다.

10 A 과정에서 돌연변이가 일어나 항생제 내성 세균이 출현했고, B 과정에서 항생제 내성 세균에 대한 자연 선택이 일어났다.

11 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서는 항생제 내성이 있는 세균이 항생제 내성이 없는 세균보다 생존에 유리하므로 자연 선택된다. 따라서 자손에게 항생제 내성 형질이 전달되어 집단에서 항생제 내성 세균의 비율이 증가했다.

12 ㄱ. 돌연변이로 인해 항생제 내성이 있는 세균이 출현하면서 집단 내 변이가 생겼다.

ㄴ. 항생제 내성 세균이 자연 선택되어 집단 내 모든 세균이 항생제 내성을 가지게 되었다.

오답 피하기 ㄴ. 이 세균 집단의 진화는 (나) → (가) → (다)의 순서로 일어났다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

230~233쪽

01 ⑤ 02 변이 03 ① 04 ④ 05 ② 06 ㉠ 유성 생식,
㉡ 유전자 07 ④ 08 ③ 09 ⑤ 10 ③ 11 ② 12 ⑤
13 해설 참조 14 화학 진화설 15 ④ 16 ⑤ 17 ⑤

교난도 문제 도전하기

18 ② 19 ⑤

01 일반적으로 진화는 생물이 오랜 시간에 걸쳐 환경에 적응하는 과정에서 일어난다.

02 사람의 피부색 차이, 앵무의 깃털 색 차이, 유럽정원달팽이의 껍데기 색, 무늬, 나선 방향 등의 차이는 모두 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이인 변이에 해당한다.

03 ㄱ. (가)~(다)는 모두 유전자의 차이로 나타나는 변이이다.

오답 피하기 ㄴ. 부모의 유전자는 자손에게 전달되므로 변이도 자손에게 전달된다.

ㄴ. 오랜 시간에 걸쳐 변이가 쌓이면서 진화가 일어나므로 변이는 진화를 일으키는 원동력이 된다.

04 ④ 같은 생물종의 개체 간에 다양한 변이가 나타나는 것은 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 인한 것이다.

오답 피하기 ①, ② 변이는 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이이며, 개체가 가진 유전자의 차이로 나타난다. 개체 사이의 유전자 차이는 돌연변이에 의해 발생할 수 있다.

③, ⑤ 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체는 자연 선택되며, 자연 선택된 개체의 변이는 자손에게 전달된다. 이 과정이 오랜 시간 반복되면 생물의 진화가 일어난다.

05 유전자 A만 갖는 붉은색 딱정벌레 집단에서 유전자 B를 갖는 초록색 딱정벌레가 출현했으므로 이 딱정벌레 집단에 작용한 변이의 원인은 돌연변이이다.

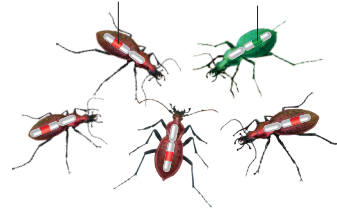
ㄴ. 유전자 A에 돌연변이가 일어나 새롭게 만들어진 유전자 B는 자손에게 전달될 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 붉은색 딱정벌레 개체들이 가지고 있는 A는 기존에 있던 유전자이며, B가 새롭게 만들어진 유전자이다.

ㄴ. 유전자 B가 사라지면 새로운 형질도 사라지므로 변이가 감소한다.

자료 분석하기 돌연변이

기존에 있던 유전자 유전자 A 유전자 B 새로운 유전자



- A는 붉은색 딱정벌레 개체들이 가지고 있으므로 기존에 있던 유전자이다.
- B는 초록색 딱정벌레가 가지고 있으므로 돌연변이가 일어나 새롭게 만들어진 유전자이다.
- 돌연변이에 의해 B가 만들어져 새로운 몸 색깔 형질이 출현함으로써 이 딱정벌레 집단에서 몸 색깔에 대한 변이가 나타났다.

06 암수 생식세포의 결합(수정)은 유성 생식에서 일어나며, 이 과정에서 부모의 유전자가 다양하게 조합되어 자손에게 전달되므로 자손이 부모와 다른 형질을 나타낼 수 있다.

07 ㄱ. (가)~(다)는 털색이 서로 다르므로 변이가 있다.

ㄴ. (나)의 털색이 부모와 다른 것은 유성 생식에 의해 유전자 조합이 부모와 달라졌기 때문이다.

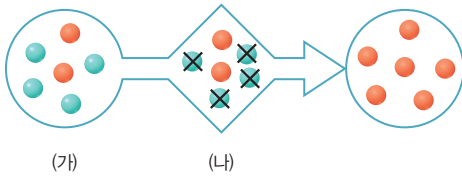
오답 피하기 ㄴ. A와 B는 모두 (나)가 태어나기 전에 이미 부모가 가지고 있던 유전자이다.

08 ㄱ. (가)에서 파란색 형질과 붉은색 형질이 존재하므로, 형질의 차이인 변이가 존재한다.

ㄴ. (나)에서 환경에 적응하기 유리한 형질인 붉은색을 가진 개체가 자연 선택되고, 파란색을 가진 개체는 자연 선택되지 않는다.

오답 피하기 ㄴ. (나)와 같은 자연 선택이 일어나면 생존과 번식에 유리한 붉은색 형질이 자손에게 전달되어 붉은색 형질을 가진 자손의 수가 많아지므로, 결과적으로 집단 내에서 생존과 번식에 유리한 형질(붉은색)을 가진 개체의 비율이 증가한다.

자료 분석하기 변이와 자연 선택에 의한 진화

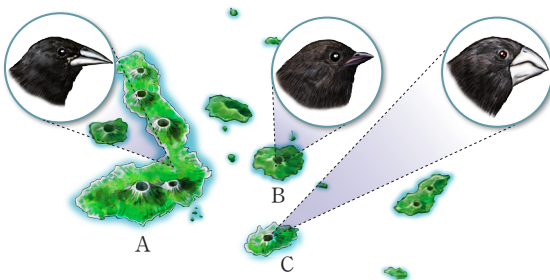


- (가)의 생물 집단에서는 개체 간의 형질 차이인 변이가 존재하며, (나)에서는 주어진 환경에서 생존에 적합한 형질을 가진 개체가 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어난다.
- 생존에 적합한 형질을 가진 개체가 살아남아 자손을 남기는 자연 선택 과정이 반복되면 생물 집단은 처음 생물 집단(가)과 다른 형질을 가진 생물 집단으로 진화한다.

09 나, 다. A~C에서는 부리 모양에 다양한 변이가 있었던 조상으로부터 각 섬의 환경에 적합한 모양의 부리를 가진 개체가 자연 선택되어 각기 다른 모양의 부리를 갖는 핀치로 진화했으므로, 부리 모양에 대한 유전자 구성이 서로 다르다.

오답 피하기 가. A~C는 모두 환경 조건이 달라 먹이의 종류가 달랐으며, 이로 인해 먹이에 대한 경쟁이 일어났다.

자료 분석하기 자연 선택과 진화



- 섬 A~C에 사는 핀치는 모두 부리 모양이 서로 다르게 진화했으므로 섬 A~C의 환경 조건과 핀치가 주로 먹는 먹이의 종류가 다르다는 것을 알 수 있다.
- 섬 A~C에서 핀치의 진화를 일으킨 주된 원인은 서로 다른 종류의 먹이에 대한 경쟁 결과 일어난 자연 선택이다.

10 자연 선택에 의한 진화는 다양한 변이가 있는 집단에서 먹이 등을 확보하기 위해 개체 간에 경쟁이 일어나고, 환경에 적합한 변이를 지닌 개체가 살아남아 자신의 형질을 자손에게 전달하는 과정으로 일어난다. 따라서 이 섬에서 핀치의 진화는 (가) → (라) → (다) → (나)의 순서로 일어났다.

11 다. 높은 곳의 먹이를 먹기에 유리한 목이 긴 기린이 생존 경쟁에서 더 많이 살아남아 자손에게 목이 긴 형질이 전달되면서 진화가 일어났다.

오답 피하기 가. 목이 긴 기린으로 진화하게 한 주된 원인은 자연 선택이다.

나. 목이 긴 기린일수록 높은 곳의 먹이를 잘 먹을 수 있어 생존에 유리했다.

12 가. (가)~(다)는 모두 환경에 적응하는 과정에서 자연 선택이 일어나 생존에 유리한 형질을 갖는 방향으로 생물이 진화한 사례이다.

나. 남극에 사는 펭귄이 두꺼운 지방층을 갖는 것은 추운 환경에서 몸 안의 열을 외부로 빼앗기지 않기 위해 적응한 결과이다.

다. 얼룩말이 오랫동안 잘 달릴 수 있는 신체 구조를 갖는 것은 천적을 피하기 위해 적응한 결과이므로 생물 간의 상호 작용에 의해 진화한 결과이다.

13 **예시 답안** 어두운 숲에서는 흰색 나방보다 검은색 나방이 포식자에게 잘 발견되지 않아 적게 잡아먹히기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
어두운 숲에서는 검은색 나방이 포식자에게 잘 발견되지 않아 적게 잡아먹히기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
검은색 나방이 포식자에게 적게 잡아먹혔기 때문이라고 설명한 경우	70
검은색 나방이 생존에 유리했기 때문이라고만 설명한 경우	40

14 화학 진화설에서는 생명체가 출현하기 위해 필요한 유기물이 지구의 원시 대기에서 화학 반응이 일어난 결과 만들어졌다고 본다.

15 나. (가)에서는 원시 대기 성분으로부터 유기물이 생성되었고, 이 유기물로부터 원시 생명체가 탄생했을 것이라고 주장하므로, 지구에서 생명체가 출현하려면 유기물이 필요하다고 본다.

다. 외계 유입설(우주 기원설)이란 우주에서 만들어진 유기물(⑤)이 운석에 의해 지구로 운반되었고, 이 유기물이 지구에서의 원시 생명체 출현에 영향을 주었을 것이라는 가설이다.

오답 피하기 가. (가)는 원시 대기 성분으로부터 유기물이 합성되었다고 주장하는 가설이므로 화학 진화설이다.

16 가. 항생제 A에 내성이 없는 세균(●) 집단에서 돌연변이가 일어나 항생제 A에 내성이 있는 세균(●)이 출현한 것이다.

나. (가) → (나) 과정에서는 항생제 A가 있는 환경에서 생존에 유리한 항생제 A에 내성이 있는 세균(●)이 자연 선택되어 그 수가 증가했다.

다. (나) → (다) 과정에서는 항생제 A를 지속적으로 사용하므로 자연 선택이 반복적으로 일어나 항생제 A에 내성이 있는 세균(●)의 비율이 크게 증가했다.

17 나. 노란색 초콜릿은 노란색 도화지 위에서 눈에 잘 띄지 않으므로 노란색 도화지는 항생제를 사용하는 환경, 노란색 초콜릿은 항생제 내성 세균이다.

다. (다)에서 남은 초콜릿의 수만큼 같은 색의 초콜릿을 추가하는 것은 살아남은 개체들이 생식을 통해 자손을 만드는 것을 의미한다.

오답 피하기 가. (라)에서 빨간색 초콜릿을 노란색 초콜릿으로 바꾼 것은 돌연변이에 해당한다.

- 18** 나. 말라리아가 자주 발생하는 지역(㉠)에서는 낫 모양 적혈구를 가진 사람의 비율이 다른 지역에서보다 높다는 것을 통해 낫 모양 적혈구 헤모글로빈 유전자를 가진 사람이 자연 선택되었음을 알 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 적혈구의 모양 차이(㉠)는 헤모글로빈 유전자의 차이로 인한 것이며, 헤모글로빈 유전자의 차이는 돌연변이로 발생한 것이다.

ㄴ. 낫 모양 적혈구는 일반적으로 생존에 불리하게 작용하지만, 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 생존에 유리하게 작용한다. 따라서 이 자료를 통해 생존에 유리하게 작용한 변이가 환경 변화에 관계없이 항상 유리하게 작용하는 것은 아니라는 것을 알 수 있다.

- 19** ㄱ. A만 있던 집단에 ㉠ 이후 B가 출현했으므로 ㉠에서 돌연변이가 일어났음을 알 수 있다.

나. ㉠ 이후 항생제 내성이 있는 세균 B의 비율이 증가했으므로 ㉠에서 항생제가 사용되어 자연 선택이 일어났음을 알 수 있다.

ㄴ. ㉠에서 자연 선택이 일어나 세균 집단 내에서 생존에 유리한 항생제 저항성 유전자의 비율이 증가했다.

20 생물의 다양성과 보존

확인문제

234~236쪽

- 1 생물 다양성 2 생태계 다양성 3 유전적 다양성, 종 다양성
4 유전적 5 종 6 외래종 7 국제 협약

기본 문제로 개념 다지기

237쪽

- 01 ㉠ 생물 다양성, ㉡ 종 다양성 02 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○
03 (1) 유 (2) 유 (3) 종 (4) 생 04 A: 종 다양성, B: 생태계 다양성, C: 유전적 다양성 05 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 06 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤ 07 ㉠ 서식지, ㉡ 포획 08 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ○

- 02** (3) 생물 다양성은 식물과 동물뿐만 아니라 곰팡이, 세균 등 모든 생물종의 다양성을 포함한다.

- 04** A는 한 생태계에 존재하는 생물종의 다양함을 의미하므로 종 다양성이고, B는 어떤 지역에 존재하는 생태계의 다양함을 의미하므로 생태계 다양성이다. C는 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이가 다양하다는 것을 의미하므로 유전적 다양성이다.

- 05** (1) 생태계 다양성이 높으면 다양한 환경에서 생물이 진화해 종 다양성이 높아질 수 있다.

(3) 종 다양성이 높으면 먹이 그물이 복잡하게 형성되므로 한 생물종이 멸종했을 때 다른 생물종이 멸종할 확률이 낮다.

- 07** 서식지 파괴, 환경 오염, 과도한 사냥과 불법 포획은 모두 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.

- 08** 습지는 생물 다양성이 높은 곳이며, 외래종은 천적이 없는 경우 고유종의 생존을 위협하므로 습지의 매립과 외래종의 도입은 모두 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.

탐구 자료로 기본 다지기

238쪽

- 자료 1 01 유전적 다양성 02 ㉠ 형질, ㉡ 해당한다
03 ㉢
자료 2 04 (나) 05 ㉠ (가), ㉡ 높다 06 ㉣

- 01** 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다. 따라서 (가)는 유전적 다양성이다.

개념 더하기 생물 다양성

- 생물 다양성: 지구 각지에 살고 있는 생물의 다양한 정도를 나타내는 용어로, 지구에 사는 생물 전체를 의미한다.
- 생물 다양성의 범위: 식물과 동물을 비롯한 모든 생물종의 다양함(종 다양성), 각각의 생물종이 가지는 유전 정보에서 나타나는 변이의 다양함(유전적 다양성), 생태계에서 모든 생물과 환경의 상호 관계에 관한 다양함(생태계 다양성)을 모두 포함한다.

- 02** 유전적 다양성(가)은 같은 생물종이라도 각 개체 간에 나타나는 습성, 형태 등 형질의 차이인 변이가 다양함을 의미한다. 변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 인해 나타난다. 사람마다 눈 색이 다른 것은 눈 색을 결정하는 유전자가 사람마다 다른 것이므로 유전적 다양성(가)의 예에 해당한다.

- 03** A는 종 다양성, B는 생태계 다양성이다.

ㄴ. 생태계 다양성(B)은 한 지역에 존재하는 생태계의 다양함과, 환경과 생물의 상호 관계의 다양성까지 포함한다.

오답 피하기 ㄱ. A는 한 생태계에 살고 있는 생물종의 다양함인 종 다양성이다.

ㄴ. 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성(A), 생태계 다양성(B)을 모두 포함한다.

- 04** (가)보다 (나)에 더 많은 생물종이 서식하므로 종 다양성은 (가)에서보다 (나)에서 높다.

05 종 다양성이 높은 생태계일수록 먹이 그물이 복잡하게 형성 되므로 한 생물종이 사라지더라도 다른 생물종이 사라질 확률이 낮다. 개구리가 사라질 경우, (나)와 달리 (가)에서는 뱀의 먹이가 없으므로 뱀도 사라질 확률이 높다.

06 ㄱ. (가)에서보다 종 다양성이 높아 먹이 관계가 복잡한 (나)에서 생태계가 더 안정적으로 유지된다.

ㄷ. 종 다양성은 생물 다양성의 요소 중 하나이므로 다른 조건이 모두 같다면 생물 다양성은 (가)에서보다 (나)에서 높다.

오답 피하기 ㄴ. 주어진 자료에는 메뚜기 개체들의 유전자 차이가 나타나 있지 않으므로 메뚜기의 유전적 다양성은 알 수 없다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

239~241쪽

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

교년도 문제 도전하기

- 13 ③ 14 ⑤

01 생물 다양성은 식물과 동물뿐만 아니라 지구에 살고 있는 생물 전체의 다양함, 환경의 다양함, 개체가 가진 유전자의 다양함까지 모두 포함한다.

02 ㄴ. 무당벌레 개체들의 반점 무늬 차이는 유전자의 차이로 인해 나타나므로 유전적 다양성에 해당한다.

오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 그림에는 같은 종의 무당벌레에서 유전자의 차이로 인한 반점 무늬 차이만 나타냈으므로 종 다양성과 생태계 다양성은 알 수 없다.

03 같은 종의 쥐 집단에서 개체 간에 나타나는 털 무늬의 차이는 개체가 가진 유전자의 차이로 인해 나타나는 변이이므로, (가)와 (나)에서 차이가 나는 생물 다양성의 요소는 유전적 다양성이다. 변이가 다양할수록 유전적 다양성이 높다.

예시 답안 유전적 다양성, (가)에서가 (나)에서보다 개체의 털 무늬가 다양하므로 유전적 다양성은 (가)에서가 (나)에서보다 높다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에서 차이가 나는 생물 다양성의 요소를 유전적 다양성이라고 쓰고, (가)와 (나)의 유전적 다양성을 옮겨 비교하여 설명한 경우	100
유전적 다양성만 쓴 경우	40

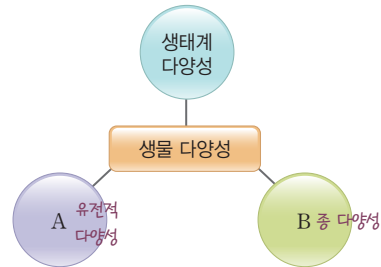
04 A는 유전적 다양성, B는 종 다양성이다.

ㄴ. 생물이 진화하면 새로운 생물종이 출현하므로 종 다양성(B)이 높아진다.

오답 피하기 ㄱ. A는 같은 생물종의 개체 사이에서 유전자의 차이로 나타나는 유전적 다양성이다.

ㄷ. 지구에는 습지, 갯벌 등과 같이 다양한 생물종이 서식해 상대적으로 종 다양성이 높은 지역도 있고, 논, 도시 등과 같이 생물종이 적어 상대적으로 종 다양성이 낮은 지역도 있다.

자료 분석하기 생물 다양성의 3가지 요소



생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함하는데, A는 한 생물종 내에서 나타나는 다양성이므로 유전적 다양성이고, B는 여러 생물종 사이에서 나타나는 종 다양성이다.

05 (가)는 한 생태계에 살고 있는 생물종의 다양함인 종 다양성, (나)는 한 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함인 유전적 다양성의 예이며, 변이가 많아지면 유전적 다양성이 높아진다. (나)에서 A와 B는 털색이 다르므로 털색을 결정하는 유전자 구성이 서로 다르다.

06 생물과 환경의 상호 작용에 관한 다양함을 포함한다는 것은 생태계가 다양하다는 것을 의미하므로 (가)는 생태계 다양성이다. 유전적 다양성이 높을수록 변이가 다양하여 멸종이 일어날 가능성이 낮으므로 (나)는 유전적 다양성이다. 생물종이 다양할수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되므로 (다)는 종 다양성이다.

개념 더하기 생물 다양성의 3가지 요소와 중요성

생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 구성된다.

유전적 다양성	- 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함을 의미한다. - 유전적 다양성이 높을수록 환경 변화에 대한 적응력이 높아 생물이 멸종할 확률이 낮다.
종 다양성	- 한 생태계에 살고 있는 생물종의 다양함을 의미한다. - 살고 있는 생물종이 많고, 각 생물종이 고르게 분포할수록 종 다양성이 높다. - 종 다양성이 높으면 어떤 생물종이 멸종해도 그 생물종을 대체할 수 있는 다른 생물종이 있으므로 생태계가 안정적으로 유지된다.
생태계 다양성	- 한 지역에 존재하는 생태계의 다양함을 의미한다. - 환경이 다양할수록 생태계 다양성이 높다. - 다양한 생태계는 지구 환경을 안정되게 유지한다.

07 (가)는 종 다양성, (나)는 생태계 다양성, (다)는 유전적 다양성이다.

예시 답안 유전적 다양성, 같은 종의 토끼라도 털색이 다양하다, 사람마다 피부색이 다르다, 아시아무당벌레의 겹날개 색과 반점 무늬가 다양하다. 등

채점 기준	배점(%)
유전적 다양성을 쓰고, 유전적 다양성의 예를 2가지 모두 옳게 설명한 경우	100
유전적 다양성을 쓰고, 유전적 다양성의 예를 1가지만 옳게 설명한 경우	70
유전적 다양성만 쓴 경우	30

08 ㄱ. 종 다양성이 높으면 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 생태계가 안정적으로 유지될 수 있다.

ㄴ. 생태계 다양성이 높으면 다양한 환경에서 다양한 종류의 생물이 진화할 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. 유전적 다양성이 높으면 환경 변화에 대한 적응력이 높아 생물이 멸종할 확률이 낮다.

09 (가)는 푸른곰팡이, (나)는 목화, (다)는 벼, 콩 등의 식물이다.

개념 더하기 생물 자원

인간은 다양한 생물로부터 여러 가지 자원을 얻어 살아가므로 인류의 생존을 위해서도 생물 다양성이 중요하다. ➡ 생물 다양성이 높을수록 생물 자원이 풍부하다.

식량	벼, 콩 등의 식물과 닭, 돼지 등의 동물 등
의복	목화(면섬유), 누에고치(비단) 등
목재	소나무, 참나무 등 다양한 종류의 나무
의약품	버드나무(진통제), 주목(항암제), 푸른곰팡이(항생제), 개똥썩(말라리아 치료제) 등
관광, 여가	울레길, 수목원, 국립 공원 등

10 외래종은 원래 살고 있던 서식지가 아닌 다른 지역으로 이동한 생물이다. 일부 외래종은 새로운 서식지에 천적이 없어 대량으로 번식하여 더 이상 고유종이 살 수 없도록 서식지를 변화시키고, 이는 생물 다양성을 감소시킨다.

11 ㄴ, ㄷ. 산성비, 폐수 등으로 환경이 오염되면 오염에 민감한 생물이 멸종할 수 있어 생물 다양성이 감소한다.

오답 피하기 ㄱ. 환경이 오염되면 생물의 생존 능력이 감소하므로 생물 다양성이 감소한다.

12 (가)는 국제적 수준, (나)는 국가적 수준, (다)는 사회적 수준에서의 생물 다양성 보전을 위한 실천 방안이다.

⑤ 천적이 없는 외래종을 도입하면 기존의 고유종이 제거되어 생물 다양성이 감소한다.

오답 피하기 ① 종자 은행에서는 다양한 작물의 종자를 보존함으로써 생물의 유전자를 관리한다.

② 국립 공원 지정은 국가적 수준에서의 실천 방안이다.

③ 람사르 협약은 습지 보호를 위한 국제 협약이다.

④ 생물의 유전자를 관리하여 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함인 유전적 다양성을 보전할 수 있다.

13 ㄱ. 생물에서 얻는 인간의 의식주에 필요한 자원을 생물 자원이라고 한다. 따라서 습지 A는 생물 자원을 제공할 수 있다.

ㄴ. ㉠(지구에 존재하는 생태계)이 어떤 생태계인지에 따라 환경이 다르므로 그 생태계에서 환경과 상호 작용 하며 살아가는 생물의 종과 개체 수도 다르다. 따라서 생태계가 다양할수록 종 다양성은 높다.

오답 피하기 ㄷ. ㉠은 습지 A에서 살아가는 생물종의 다양함을 의미하므로 종 다양성에 해당한다.

14 ㄴ. 적도에서 남극으로 갈수록 서식하는 생물종의 수가 감소하므로 적도에서 남극으로 갈수록 종 다양성이 감소한다고 볼 수 있다.

ㄷ. 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 생태계가 보다 안정적으로 유지되므로, 남극보다 종 다양성이 높은 적도의 생태계가 더 안정적으로 유지된다.

오답 피하기 ㄱ. 적도는 북극보다 서식하는 생물종의 수가 많아 종 다양성이 높다. 종 다양성은 생물 다양성의 요소 중 하나이므로 적도와 북극의 생물 다양성이 동일하다고 볼 수 없다.

VIII 단원 마무리

242~247 쪽

핵심 정리 단원 마무리하기

- ① 화석 ② 산소 ③ 삼엽충 ④ 오존층 ⑤ 겉씨
⑥ 화폐석 ⑦ 운석 ⑧ 형질 ⑨ 유전자 ⑩ 돌연변이
⑪ 유전자 ⑫ 자연 선택 ⑬ 생존 경쟁 ⑭ 변이 ⑮ 원시
대기 ⑯ 돌연변이 ⑰ 자연 선택 ⑱ 종 다양성 ⑲ 먹이
그물 ⑳ 외래종

실력 점검 VIII 단원 평가하기

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

서술형 문제 대비하기

16~18 해설 참조

01 ② 지질 시대는 넓은 지역에 걸쳐 일어난 지구 환경의 급격한 변화를 기준으로 구분한다. 생물계는 환경 변화에 따라 뚜렷한 차이가 나타나기 때문에 화석은 지질 시대를 구분하는 주요 기준이 된다.

오답 피하기 ① 지질 시대는 지구 탄생 이후부터 현재까지의 기간이다.

③ 지질 시대 중 가장 온난했던 시기는 중생대이다.

④ 지질 시대 중 선캄브리아 시대가 가장 많은 기간을 차지한다.

⑤ 지질 시대 동안 생물 다양성은 급격하게 감소하는 시기도 있었으나 대체적으로 증가하는 추세이다.

02 ③ 고생대 초기에는 육상 생물이 존재하지 않았지만 해양에서는 삼엽충, 펠즈 등의 다양한 무척추동물이 번성하였다.

오답 피하기 ① 삼엽충 등이 있으므로 고생대에 해당한다.

② 바다에서 암모나이트가 번성한 시기는 중생대이다.

④ 초대륙 판게아는 중생대 초기 이후부터 분리되기 시작하였다.

⑤ 에디아카라 동물군 화석이 산출된 지층은 선캄브리아 시대 말기 지층이다.

03 나. 해양 생물의 광합성에 의해 증가한 산소가 대기 중에 충분히 많아지면서 고생대에는 오존층이 형성되었고, 이로 인해 생물이 육상으로 진출할 수 있었다.

ㄴ. 신생대에는 동물계에서 포유류, 식물계에서 속씨식물이 각각 번성하였다.

오답 피하기 ㄱ. 대기 중의 산소는 약 23억 년 전(선캄브리아 시대)부터 증가하기 시작하였다.

ㄷ. 판게아는 고생대 말기에 형성된 후 중생대부터 분리되기 시작하였다.

개념 더하기 지질 시대의 환경 변화

지질 시대	특징
선캄브리아 시대	- 대부분의 생물이 바다에서 생존했을 것으로 추정 - 바다 생물 남세균의 광합성 활동으로 대기 중에 산소가 축적되기 시작
고생대	- 대체로 온난한 기후를 유지하였고, 말기에는 빙하기가 나타남. - 고생대 말기에 판게아(초대륙)가 형성 ⇒ 고생대 말기에 빙하기와 판게아 형성으로 대멸종이 일어남(급격한 기후 변화와 서식지 축소).
중생대	- 활발한 화산 활동으로 대기 중 온실 기체가 증가하여 지질 시대 중 가장 온난한 기후 유지 - 판게아의 분리로 대륙과 해양의 분포 변화 - 말기에 운석 충돌이 원인으로 추정되는 대멸종이 일어남.
신생대	- 전기에는 대체로 온난한 기후, 말기에는 빙하기와 간빙기가 반복됨. - 현재의 수륙 분포와 비슷해짐.

04 ④ 인류의 조상은 신생대에 출현하였고, 빙하기가 없었던 지질 시대는 중생대이다. 선캄브리아 시대의 화석은 거의 산출되지 않으며, 가장 큰 규모의 생물 대멸종 사건은 고생대 말에 일어났다.

05 고사리는 온난하고 습윤한 육지에서 서식하고, 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서 서식하므로 동일한 지층에서 동시에 산출되지 않는다.

06 ㄱ, ㄷ. (가)의 암모나이트는 중생대 바다에서, (나)의 삼엽충은 고생대 바다에서, (다)의 매머드는 신생대 육지에서 번성한 생물이다. 따라서 지층의 형성 시기는 (나) → (가) → (다)이다.

오답 피하기 나. 매머드는 신생대에 번성했던 동물이다. 신생대 전기에는 온난한 기후였고, 후기에는 빙하기와 간빙기가 반복되었다.

07 ㄷ. 신생대(C 시대)에 속씨식물이 번성하였다.

오답 피하기 ㄱ. 공룡 등의 파충류가 대량으로 멸종한 시기는 중생대(B 시대) 말이다.

나. 중생대 말에 해양 생물의 수가 급격히 감소한 주요 원인은 운석 충돌, 화산 활동 등에 의한 영향으로 추정하고 있다. 중생대에는 빙하기가 나타나지 않았다.

개념 더하기 고생대 말과 중생대 말의 대멸종

- 고생대 말 대멸종: 판게아 형성으로 서식지 감소, 해수의 순환 변화로 빙하기 도래, 대규모 화산 분출 등이 원인 ⇒ 삼엽충 등 해양 생물과 많은 육상 생물 멸종
- 중생대 말 대멸종: 운석 충돌, 대규모 화산 분출 등이 원인 ⇒ 산호류, 암모나이트, 공룡 등 많은 생물 멸종

08 • B: 유전자에 돌연변이가 일어나면 부모에 없던 새로운 유전자가 만들어지므로 새로운 변이가 나타날 수 있다.

• C: 환경에 적합한 변이를 가진 개체는 그렇지 않은 개체보다 생존과 번식에 유리하므로 자연 선택될 수 있다.

오답 피하기 • A: 개체가 가진 변이는 주로 개체가 가진 유전자에 의해 나타나므로 자손에게 전달된다.

09 ㄱ. (가)에서 기린 개체 간에 나타나는 목 길이의 다양함은 변이이며, 변이는 개체가 가진 유전자의 차이로 인해 나타난다. 나. (다)에서 생존 경쟁 결과 목이 긴 기린이 목이 짧은 기린보다 더 많은 자손을 남겼으므로 (나)에서 목이 긴 기린이 생존과 번식에 유리했음을 알 수 있다.

ㄷ. 다양한 변이를 가진 개체 중 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 살아남아 자손에게 생존에 유리한 변이를 전달하는 과정은 자연 선택이며, 자연 선택이 오랜 시간에 걸쳐 누적되면서 기린의 목 길이가 오늘날과 같이 길게 진화했다. 따라서 기린의 목 길이 진화의 주된 요인은 자연 선택이다.

10 ㄱ. 환경의 변화로 나방 집단에서 흰색 나방과 검은색 나방의 비율이 달라졌으므로 나방의 날개 색이 나방의 생존과 번식에 영향을 미친다고 할 수 있다.

나. 흰색 나방과 검은색 나방의 날개 색이 다른 것은 나방이 갖고 있는 날개 색을 결정하는 유전자의 차이로 인한 변이이다.

ㄷ. 산업화로 인한 환경 오염으로 검은색 나방보다 흰색 나방이 포식자에게 쉽게 노출됨으로써 생존에 유리한 검은색 나방이 자연 선택되었다. 따라서 산업화로 인한 환경 오염은 자연 선택이 일어나게 한 원인이라고 할 수 있다.

11 ㄱ. 빨간색 초콜릿을 도화지와 색깔이 같은 노란색 초콜릿으로 바꾸는 것(㉠)은 돌연변이에 의해 항생제 내성 세균이 출현하는 것에 해당한다.

나. 이 모의실험은 항생제 내성 세균의 진화에 대한 것이므로 노란색 도화지는 항생제를 사용하는 환경에 해당한다.

오답 피하기 다. 도화지와 색깔이 같은 노란색 초콜릿은 눈에 잘 띄지 않으므로 초록색 초콜릿보다 사라질 확률이 낮으며, (라)의 결과 노란색 초콜릿의 비율이 증가한다. 이것은 항생제 내성 세균이 자연 선택되는 상황에 해당한다.

- 12 ③ (가)에는 4종의 식물이, (나)에는 2종의 식물이 서식하므로 (가)에서보다 (나)에서 종 다양성이 낮다.

오답 피하기 ①, ② (가)와 (나)에서 종 다양성이 다르므로 생물 다양성이 같다고 볼 수 없다.

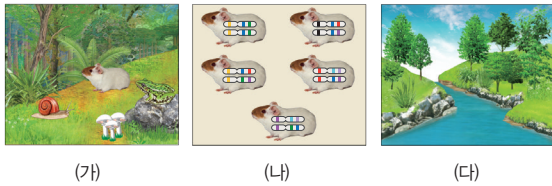
④, ⑤ 주어진 자료로 유전적 다양성과 생태계 다양성은 비교할 수 없다.

- 13 (가)는 종 다양성, (나)는 유전적 다양성, (다)는 생태계 다양성이다.

나. 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 사람의 눈동자 색을 결정하는 유전자의 차이로 인한 것이므로 유전적 다양성의 예에 해당한다.

오답 피하기 가, 다. (가)는 한 생태계에 살고 있는 생물종의 다양함인 종 다양성이고, (다)는 한 지역에 존재하는 생태계의 다양함인 생태계 다양성이다.

자료 분석하기 생물 다양성의 3가지 요소



- (가)에는 쥐, 개구리, 달팽이, 버섯 등 다양한 생물종이 제시되어 있으므로 (가)는 한 생태계에 살고 있는 생물종의 다양함인 종 다양성이다.
- (나)에는 같은 생물종인 쥐에서 염색체에 존재하는 유전자의 차이가 제시되어 있으므로 (나)는 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함인 유전적 다양성이다.
- (다)에는 숲, 강, 초원 등 환경 조건이 서로 다른 생태계가 제시되어 있으므로 (다)는 한 지역에 존재하는 생태계의 다양함인 생태계 다양성이다.

- 14 가. 환경 오염은 생물 다양성을 감소시키는 요인에 해당한다.
나. 숲, 갯벌, 습지 등 다양한 환경이 존재하는 지역일수록 생태계 다양성이 높다.

오답 피하기 다. 람사르 협약에 따라 람사르 습지로 등록된 것은 생물 다양성 보전을 위한 국제적 수준에서의 노력에 해당한다.

- 15 가. 식량을 제공하는 벼, 면섬유를 제공하는 목화, 항암제의 재료를 제공하는 주목은 모두 생물 자원에 해당한다.
나. 인류의 생존에 필요한 생물 자원을 확보하기 위해서는 생물 다양성을 보전해야 한다.

다. 생물의 유전자를 관리하여 유전적 다양성을 보전함으로써 생물 자원을 비롯해 생물 다양성을 보전할 수 있다.

- 16 지질 시대는 화석을 기준으로 구분한다. 따라서 생물종의 멸종이 나타나거나 새로운 종이 출현한 시점을 기준으로 지질 시대를 구분할 수 있다.

예시 답안 지질 시대는 화석을 기준으로 구분할 수 있다. 따라서 지층 A~E를 A 시기, B와 C 시기, D와 E 시기로 구분할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
지질 시대의 구분 기준과 구분되는 지층을 옳게 설명한 경우	100
지질 시대의 구분 기준만 옳게 설명한 경우	40

- 17 살충제 저항성 유전자가 없는 개체(㉠)의 비율이 높은 해충 집단에서 살충제 살포로 살충제 저항성 유전자가 있는 개체(㉡)가 자연 선택되어 자손에게 살충제 저항성 유전자를 전달하는 과정이 반복되었다. 그 결과 5세대에서는 살충제 저항성 유전자가 있는 개체(㉡)로만 구성된 해충 집단으로 진화했다.

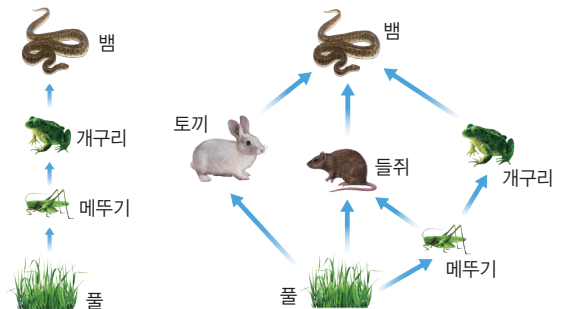
예시 답안 살충제 살포에 따른 환경 변화로 생존과 번식에 유리한 형질(살충제 저항성 있음)을 가진 ㉡이 자연 선택되었기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
살충제 살포에 따른 환경 변화로 생존과 번식에 유리한 형질을 가진 ㉡이 자연 선택되었기 때문이라고 설명한 경우	100
자연 선택이 일어났기 때문이라고만 설명한 경우	30

- 18 **예시 답안** (나), (가)에서보다 (나)에서 종 다양성이 높아 복잡한 먹이 그물이 형성된다. 따라서 (나)에서는 한 생물종이 멸종해도 그 생물종을 대체할 수 있는 다른 생물종이 있으므로 (나)가 더 안정적으로 유지된다.

채점 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, 종 다양성이 높아 복잡한 먹이 그물이 형성되기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
(나)를 쓰고, 종 다양성이 높기 때문이라고만 설명한 경우	50

자료 분석하기 종 다양성의 중요성



(가) 종 다양성이 낮다.

(나) 종 다양성이 높다.

- (가)에서보다 (나)에서 종 다양성이 높아 먹이 그물이 복잡하게 형성되므로 생태계가 더 안정적으로 유지될 수 있다.
- 개구리가 사라질 경우, (나)에서와 달리 (가)에서는 뱀의 먹이가 없게 되므로 뱀도 사라질 확률이 높다.

21 생물과 환경

확인문제

250~251쪽

1 개체군 2 비생물적 3 빛 4 물

기본 문제로 개념 다지기

252쪽

01 (1) ○ (2) × (3) ○ 02 ㉠ 개체군, ㉡ 군집 03 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ 04 (1) ㉠, ㉡ (2) ㉠, ㉡ 05 A: 생산자, B: 소비자, C: 분해자 06 온도 07 물

- 01 (2) 생태계에서 군집은 모든 개체군을 포함하며, 개체군은 생태계에서의 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분할 수 있다.
(3) 개체군이란 일정한 지역에서 살아가는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리를 말한다.
- 02 생태계는 개체 → 개체군 → 군집 → 생태계의 순서로 점점 규모가 커지는 구조를 이루고 있다.
- 03 (1), (3) 생태계는 생물과 환경이 서로 영향을 주고받으며 유지되는 체계이며, 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성된다.
(2) 생태계를 구성하는 생물적 요인에는 식물, 동물, 세균, 버섯, 곰팡이 등 모든 생물이 포함된다.
(4) 빛, 온도, 물, 토양 등의 비생물적 요인은 생물이 살아가는 터전을 제공해 생태계를 유지시킨다.
- 04 (1) 생물적 요인은 식물, 동물, 세균, 버섯, 곰팡이 등 생태계에 살아 있는 모든 생물을 의미한다.
(2) 비생물적 요인은 빛, 온도, 물, 공기, 토양 등의 자연환경으로, 생물이 살아가는 터전을 제공한다.
- 05 녹색식물이 속한 A는 광합성을 하여 유기물을 만드는 생산자, 토끼와 같은 동물이 속한 B는 생산자나 다른 동물을 잡아먹는 소비자, 버섯이 속한 C는 생산자와 소비자의 사체와 배설물을 분해하는 분해자이다.
- 06 북극여우는 사막여우보다 몸집이 크고, 말단 부위가 작다. 이는 여우의 온도에 대한 적응으로, 추운 지방에 살수록 몸집이 크고 말단 부위가 작아 몸 표면을 통한 열 방출량을 줄임으로써 체온을 유지한다.
- 07 건조한 지역에 사는 알로에는 물을 저장하는 저수 조직이 발달해 있고, 곤충의 몸 표면은 수분의 손실을 줄이기 위해 키틴질로 되어 있다. 이는 모두 물이 생물에 영향을 미친 사례이다.

탐구 자료로 기본 다지기

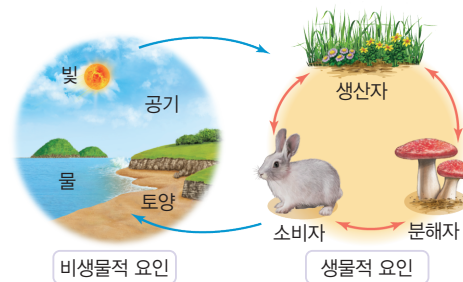
253쪽

자료 1 01 (가) 비생물적 요인(비생물적 환경 요인), (나) 생물적 요인 02 ㉠ 생산자, ㉡ 배설물 03 ㉢
자료 2 04 A: 빛, B: 온도, C: 물, D: 공기 05 ㉡
06 ㉡

- 01 (가)는 빛, 물, 토양, 공기 등으로 구성된 비생물적 요인이고, (나)는 다양한 종류의 생물로 구성된 생물적 요인이다.

개념 더하기 생태계의 구성 요소

- 생태계는 생물과 환경이 서로 영향을 주고받으며 유지되는 유기적인 체계이며, 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성된다.
- 비생물적 요인: 빛, 온도, 물, 공기, 토양 등으로 구성되며, 생물이 살아가는 터전을 제공해 생태계를 유지시킨다.
- 생물적 요인: 생태계에 있는 모든 생물을 의미하며, 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분한다.



- 02 식물이 속해 있는 A는 광합성을 하여 에너지원이 되는 유기물을 만드는 생산자이고, B는 동물이 속해 있는 소비자이다. 버섯이 속해 있는 C는 생물의 사체와 배설물을 분해하여 유기물을 얻는 분해자이다.
- 03 ㄱ. 온도와 공기는 모두 생태계를 구성하는 비생물적 요인에 속한다.
ㄴ. 생태계는 비생물적 요인과 생물적 요인이 서로 영향을 주고받으며 상호 작용 하는 체계이다.
ㄷ. 생산자(A)는 빛에너지를 흡수해 광합성을 함으로써 모든 생물의 에너지원이 되는 유기물을 만든다.
- 04 식물의 굴광성(A)은 빛, 개구리의 겨울잠(B)은 온도, 선인장의 가시(C)는 물, 연 줄기의 통기 조직(D)은 공기와 각각 관련된 상호 관계의 사례이다.
- 05 ㉡ 북극여우가 사막여우보다 몸집이 큰 것은 온도와 관련된 사례이다.
오답 피하기 ① 수분의 손실을 줄이기 위해 파충류는 몸 표면이 비늘로 덮여 있다.
③, ⑤ 빛의 세기에 따라 잎의 두께가 달라지고, 바다의 깊이에 따라 투과하는 빛의 파장이 달라 해조류의 분포가 달라진다. 따라서 이는 모두 빛과 관련된 사례이다.

④ 식충 식물이 질소를 보충하기 위해 곤충을 잡아 분해하는 것은 토양과 관련된 사례이다.

06 ㄷ. 고산 지대에 사는 사람과 평지에 사는 사람의 적혈구 수가 차이 나는 것은 고산 지대와 평지의 공기 중 산소 농도가 다르기 때문이다. 따라서 (다)는 비생물적 요인인 공기가 생물인 사람에게 영향을 미친 사례이다.

오답 피하기 ㄱ. (가) 수분이 부족한 건조한 지역에 사는 알로에에 물을 저장하는 저수 조직이 발달해 있는 것은 비생물적 요인인 물이 생물인 알로에에 영향을 미친 사례이다. 따라서 (가)와 가장 관련이 깊은 환경 요인은 물이다.

ㄴ. (나)는 생물인 지렁이가 비생물적 요인인 토양에 영향을 미친 사례이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기 254~255쪽

01 ① 02 ④ 03 해설 참조 04 ④ 05 ② 06 해설 참조

고난도 문제 도전하기

08 ① 09 ④

01 ㄱ. 개체군은 동일한 지역에 서식하는 같은 종의 개체 무리이므로 멸치와 고등어는 서로 다른 개체군에 속한다.

오답 피하기 ㄴ. 이 해양 생태계의 군집은 미역 개체군, 멸치 개체군, 고등어 개체군 등을 포함한다.

ㄷ. 비생물적 요인은 햇빛, 물, 공기 등이며, 식물 플랑크톤은 생물적 요인에 해당한다.

자료 분석하기 생태계의 구성



- 해양 생태계는 햇빛, 공기, 물, 흙 등의 비생물적 요인과 식물 플랑크톤, 미역, 멸치, 고등어 등 생물적 요인으로 이루어져 있다.
- 생물적 요인은 생물 군집이며, 군집은 생태계에 살고 있는 모든 개체군의 무리이다. 개체군은 한 지역에서 살아가는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리이다.
- 이 해양 생태계의 군집에는 식물 플랑크톤 개체군, 미역 개체군, 멸치 개체군, 고등어 개체군 등이 포함된다.

02 생태계는 서로 영향을 주고받는 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성된다. 비생물적 요인인 빛, 온도, 공기 등은 생물이 살아가는 터전을 제공하며, 생태계에서 생물적 요인은 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다.

03 빛, 온도, 물, 공기, 토양은 비생물적 요인이며, 생산자(A), 소비자, 분해자는 생물적 요인이다.

예시 답안 생산자, 광합성을 하여 생물의 에너지원이 되는 영양분(유기물)을 스스로 생산한다.

채점 기준	배점(%)
생산자를 쓰고, 광합성을 하여 생물의 에너지원이 되는 영양분을 생산한다고 옮겨 설명한 경우	100
생산자를 쓰고, 광합성을 한다고만 설명한 경우	80
생산자만 쓴 경우	30

04 ㄱ. (가)는 빛, 온도, 물 등을 포함하므로 비생물적 요인이다. ㄷ. (나)는 생물적 요인이며, 개체군은 같은 종의 개체들로 이루어진 무리, 군집은 여러 개체군으로 이루어진 무리이므로 개체군과 군집은 모두 생물적 요인과 관련된 개념이다.

오답 피하기 ㄴ. 세균을 비롯한 모든 생물은 생태계의 생물적 요인인 (나)에 속한다.

05 ㄱ. 연의 줄기에 있는 공기가 흐르는 조직은 호흡을 위한 구조이며, 공기(환경)가 생물에 영향을 미친 사례이다.

ㄷ. 식충 식물이 곤충을 잡아 분해하는 것은 토양에 부족한 질소를 보충하기 위한 것이므로 토양(환경)이 생물에 영향을 미친 사례이다.

오답 피하기 ㄴ. 지렁이가 낙엽을 분해해 토양을 비옥하게 하는 것은 생물이 토양(환경)에 영향을 미친 사례이다.

ㄹ. 식물의 광합성으로 공기 중의 산소 농도가 증가하는 것은 생물이 공기(환경)에 영향을 미친 사례이다.

06 선인장의 잎이 가시로 변한 것과 파충류의 몸 표면이 바늘로 덮여 있는 것은 모두 수분의 손실을 줄이기 위한 생물의 적응으로, 물이 생물에 영향을 미친 사례이다.

예시 답안 물, 파충류와 조류의 알은 단단한 껍데기에 싸여 있다. 건조한 지역에 사는 알로에는 물을 저장하는 저수 조직이 발달해 있다. 곤충의 몸 표면은 키틴질로 되어 있다. 등

채점 기준	배점(%)
물을 쓰고, 물과 관련된 상호 관계의 사례를 2가지 모두 옮겨 설명한 경우	100
물을 쓰고, 물과 관련된 상호 관계의 사례를 1가지만 옮겨 설명한 경우	70
물만 쓴 경우	30

07 ㄷ. (가)는 더운 지역에 사는 사막여우이며, 열을 많이 방출하기 위해 몸에 비해 귀와 꼬리가 길다. (나)는 추운 지역에 사는 북극여우이며, 열의 방출을 억제하기 위해 몸에 비해 귀와 꼬리가 짧다. 따라서 이 두 여우의 생김새 차이는 온도가 생물에 영향을 미친 사례이다.

오답 피하기 ㄱ. 북극여우보다 사막여우가 더 더운 지역에 산다. ㄴ. 사막여우와 북극여우는 모두 생태계를 구성하는 생물이며, 모든 생물은 환경에 영향을 미친다.

08 ㄱ. (가)는 (나)에 비해 두께가 얇으므로 빛이 약한 아래쪽에 위치한 것이며, (나)는 빛이 강한 위쪽에 위치한 잎이다. 따라서 이와 관련된 환경 요인 A는 빛이다.

오답 피하기 ㄴ. (가)보다 (나)가 광합성이 일어나는 조직(울타리 조직)이 두꺼우므로 빛이 강한 곳에 위치한다. 따라서 나무에서 (가)보다 (나)가 위쪽에 있다.

ㄷ. 식물의 광합성으로 대기 중의 산소 농도가 높아지는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인인 공기에 영향을 준 사례이다.

09 ㉠은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것에, ㉡은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 미치는 것에 해당한다.

ㄴ. 추운 겨울에 개구리가 겨울잠을 자는 것은 비생물적 요인인 온도가 생물적 요인인 개구리에 영향을 미친 사례이므로, ㉠의 예에 해당한다.

ㄷ. 포식자인 토끼의 개체 수 증가로 포식자인 토끼풀의 개체 수가 감소하는 것은 토끼 개체군과 토끼풀 개체군 간의 상호 작용이며, 토끼 개체군과 토끼풀 개체군은 모두 군집에 포함된다. 따라서 (나)는 군집 내에서 개체군이 서로 영향을 주고받는 예에 해당한다.

오답 피하기 ㄱ. 뱀의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것은 비생물적 요인인 물이 생물적 요인인 뱀에 영향을 미친 사례이므로, ㉡의 예에 해당한다.

22 생태계의 평형

확인문제

256~258쪽

- 1 생산자 2 생태 피라미드 3 생태계 평형 4 회복
5 환경 변화 6 생태 통로

기본 문제로 개념 다지기

259쪽

- 01 먹이 그물 02 A: 생산자, B: 1차 소비자, C: 2차 소비자
03 ㉠ 감소, ㉡ 피라미드 04 (1)○(2)○(3)× 05 먹이 관계
06 (다)→(가)→(나) 07 (1)×(2)○(3)○ 08 생태 통로

01 먹이 관계에는 먹이 사슬과 먹이 그물이 있다. 먹이 사슬은 생산자에서부터 최종 소비자까지 먹고 먹히는 관계가 사슬처럼 연결된 것이며, 먹이 그물은 여러 생물의 먹이 사슬이 서로 그물처럼 복잡하게 얽혀 있는 것이다.

02 A는 태양의 빛에너지를 흡수하여 광합성을 하는 생산자, B는 생산자를 먹는 1차 소비자, C는 1차 소비자를 먹는 2차 소비자이다.

03 모든 생물은 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 세포 호흡을 하며, 이 과정에서 일부 에너지가 열에너지로 방출된다. 따라서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량이 감소하여 피라미드 형태를 나타낸다.

04 (3) 생물 다양성이 높으면 생물의 종류가 많아 먹이 관계가 복잡하게 형성되므로 한 생물종이 멸종해도 다른 생물종이 멸종할 확률이 낮다. 따라서 생태계 평형이 잘 유지된다.

06 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자의 개체 수 감소, 2차 소비자의 개체 수 증가(다)→1차 소비자의 개체 수 감소(가)→생산자의 개체 수 증가, 2차 소비자의 개체 수 감소(나)의 순서를 거쳐 생태계 평형이 회복된다.

07 (1), (2) 인간의 직접적인 활동으로 인한 서식지 감소, 환경 오염 등은 생태계 평형을 깨뜨리는 주요 요인이 된다.
(3) 환경 변화가 일어나면 그 환경에서 살아가는 생물에게 영향을 미치므로, 생태계에도 변화가 일어날 수 있다.

탐구 자료로 기본 다지기

260~261쪽

- 자료 1** 01 (가) 먹이 사슬, (나) 먹이 그물
02 ㉠ 에너지, ㉡ 1차 소비자, ㉢ 2차 소비자 03 ㉠
자료 2 04 A: 생산자, B: 1차 소비자
05 ㉠ 하위, ㉡ 상위 06 ㉠
자료 3 07 B→A→C
08 ㉠ 생산자, ㉡ 2차 소비자, ㉢ 1차 소비자 09 ㉠
자료 4 10 ㉠ 평형, ㉡ 생태 통로 11 ㉠

01 (가)는 먹이 관계가 한 줄로만 연결되어 있으므로 먹이 사슬이고, (나)는 여러 개의 먹이 사슬이 연결되어 있으므로 먹이 그물이다.

02 생태계에서 물질과 에너지는 모두 먹이 관계를 따라 전달되며, A가 생산자이면 B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다.

03 ㄱ. 모든 생물은 세포 호흡을 통해 양분을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는데, 이 과정에서 열에너지를 방출한다.

오답 피하기 ㄴ. (나)에서 D는 A와 F를 먹이로 이용하므로 1차 소비자이고, A와 F가 생산자이다.

ㄷ. 생태계 평형은 (가)보다 여러 개의 먹이 사슬이 서로 얽혀 있는 먹이 그물(나)에 의해 더 잘 유지된다.

04 A는 빛에너지를 이용해 스스로 영양분을 만드는 생산자, B는 생산자(A)를 먹이로 하는 1차 소비자이다.

05 생태계에서 에너지가 먹이 관계를 따라 전달될 때 하위 영양 단계의 생물이 가진 에너지 중 일부는 생명 활동에 사용되거나 열에너지로 방출되며, 나머지가 상위 영양 단계로 전달되기 때문에 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지가 감소한다.

06 ㄱ. 생태계에서 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 생산자(A)는 1차 소비자(B)보다 에너지량이 많다.
ㄷ. 안정된 생태계에서 생물량과 개체 수는 상위 영양 단계로 갈수록 감소하는 피라미드 형태를 나타낸다.

오답 피하기 ㄴ. 생물의 세포 호흡으로 열에너지가 방출되므로 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않는다.

07 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자의 개체 수 감소, 2차 소비자의 개체 수 증가(B) → 1차 소비자의 개체 수 감소(A) → 생산자의 개체 수 증가, 2차 소비자의 개체 수 감소(C)의 순서를 거쳐 생태계의 평형이 회복된다.

08 B에서 생산자는 1차 소비자에게 많이 잡아먹혀 개체 수가 감소하고, 이후 A에서 1차 소비자는 먹이인 생산자가 부족해지고 2차 소비자에게 많이 잡아먹혀 개체 수가 감소한다.

개념 더하기 생태계 평형의 회복

- 생태계 평형: 생태계를 구성하는 생물의 종류와 개체 수, 에너지 흐름이 급격히 변하지 않아 생태계가 안정적으로 유지되는 상태이다.
- 안정된 생태계는 한 영양 단계의 개체 수가 일시적으로 변해도 먹이 관계에 의해 다른 영양 단계의 개체 수가 변함으로써 다시 평형을 회복할 수 있다.
- 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자의 개체 수 감소, 2차 소비자의 개체 수 증가 → 1차 소비자의 개체 수 감소 → 생산자의 개체 수 증가, 2차 소비자의 개체 수 감소의 과정을 거쳐 생태계의 평형이 회복된다.

09 2차 소비자의 개체 수가 증가하면 1차 소비자의 개체 수는 감소하고, 생산자의 개체 수는 증가(㉠)한다. → 1차 소비자의 개체 수 감소로 인해 2차 소비자의 개체 수는 감소(㉡)한다. → 그 결과 1차 소비자의 개체 수는 증가(㉢)하고, 생산자의 개체 수는 감소함으로써 생태계의 평형이 회복된다.

10 (가)는 복원된 하천, (나)는 생태 통로, (다)는 옥상 정원, (라)는 설악산 천연보호구역이다. (가)~(라)는 모두 생태계 평형 유지를 위한 노력에 해당하며, 생태 통로는 도로나 댐 등을 건설할 때 서식지의 단절을 막기 위해 분리된 두 서식지를 연결해 생물들의 이동 통로 역할을 한다.

11 ㄴ. 하천 복원, 도시 숲 조성, 천연기념물 지정은 모두 생태계의 평형 유지 능력을 높이기 위한 노력이다.

오답 피하기 ㄱ, ㄷ. 하천 복원, 도시 숲 조성, 천연기념물 지정은 모두 생물 다양성을 증가시키고, 생태계의 먹이 관계를 복잡하게 만든다.

개념 더하기 생태계 평형 유지를 위한 노력

- 무분별한 환경 개발을 제도적으로 규제한다.
- 생태적 기능을 잃은 하천을 복원하여 평형이 깨진 생태계를 되살린다.
- 도로나 댐 등을 건설할 때 생태 통로를 설치해 서식지가 단절되는 것을 막는다.
- 도시의 온도를 낮추기 위해 옥상 정원을 가꾸고, 도시에 숲이나 공원을 조성한다.
- 생태적 가치가 높은 구역과 멸종 위기에 처한 생물을 천연기념물로 지정하여 보호한다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

262~265쪽

01 ⑤ **02** ③ **03** A: 1차 소비자, B: 분해자 **04** 해설 참조
05 ④ **06** 3차 소비자, 4차 소비자 **07** ⑤ **08** ③ **09** ③
10 ③ **11** ③ **12** ⑤ **13** 식물 플랑크톤 → 동물 플랑크톤 → 멸치 → 상어 **14** ① **15** 해설 참조 **16** ⑤ **17** ③

고난도 문제 도전하기

18 ② **19** ⑤

01 ㄴ. 생태계에서 에너지는 먹이 사슬을 통해 유기물 형태로 이동된다. 매는 뱀을 먹이로 하므로, 뱀이 가진 에너지의 일부가 매로 전달된다.

ㄷ. 빛에너지를 이용해 광합성을 하여 유기물을 생산하는 생물은 생산자이므로 제시된 먹이 그물에서 생산자는 당근, 옥수수, 벼 3종류이다.

오답 피하기 ㄱ. 안정된 생태계에서는 먹이 사슬의 상위 영양 단계로 갈수록 개체 수가 감소한다. 토끼는 1차 소비자, 늑대는 2차 또는 3차 소비자이므로 토끼의 개체 수가 늑대의 개체 수보다 많다.

02 ㄱ. ㉠은 생산자의 광합성에 이용되므로 빛에너지이다.

ㄴ. 생태계에서 에너지(㉡)는 생산자가 합성한 유기물에 저장된 형태로 먹이 관계를 따라 전달된다.

오답 피하기 ㄷ. ㉢은 다른 생물이 더 이상 이용하지 못하는 열에너지이다.

03 A는 생산자를 먹고, 2차 소비자에게 잡아먹히므로 1차 소비자이고, B는 생산자와 소비자로부터 모두 에너지를 전달받으므로 생물의 사체와 배설물을 분해하는 분해자이다.

04 **예시 답안** 2차 소비자, 1차 소비자(A)가 생명 활동에 사용하고 남은 에너지 중 일부가 2차 소비자에게로 전달되기 때문이다.

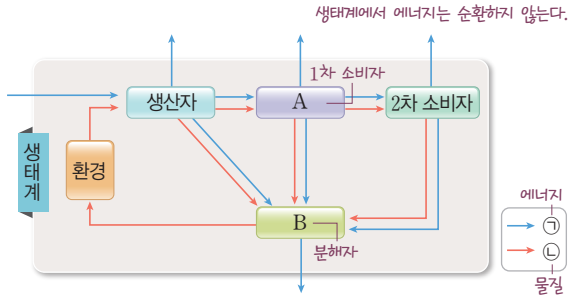
채점 기준	배점(%)
2차 소비자를 쓰고, 1차 소비자가 사용하고 남은 에너지 중 일부가 전달되기 때문이라고 유효하게 설명한 경우	100
2차 소비자만 쓴 경우	30

05 ㄱ. ㉠은 생태계 내에서 순환하지 않고 생태계 밖으로 방출되므로 에너지이고, ㉡은 생태계 내에서 순환하는 물질이다.

ㄴ. A는 1차 소비자이므로 A와 2차 소비자 사이에는 먹이 관계가 형성되어 있다.

오답 피하기 ㄷ. 분해자(B)를 비롯한 모든 생물과 환경이 안정적으로 유지되어야 생태계가 평형을 유지할 수 있다.

자료 분석하기 생태계에서 물질과 에너지의 이동



- 생물의 세포 호흡으로 방출된 열에너지는 생물이 다시 이용하지 못하므로 생태계에서 에너지는 순환하지 않고, 물질은 순환한다. 따라서 ㉠은 에너지이고, ㉡은 물질이다.
- 생산자에서 A로 에너지가 전달되므로 A는 생산자를 먹는 1차 소비자이고, 모든 생물에서 B로 에너지가 전달되므로 B는 생물의 사체와 배설물을 분해하는 분해자이다.

06 사람이 고등어나 정어리(2차 소비자)를 먹는 경우에는 3차 소비자가 되고, 대구(3차 소비자)를 먹는 경우에는 4차 소비자가 된다.

07 ㄱ. 이 생태계에서는 식물 플랑크톤만이 광합성을 하는 생산자이다.

ㄴ. 생태계에서 생물적 요인은 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분되는데, 동물 플랑크톤과 사람은 모두 다른 생물을 먹는 소비자에 속한다.

ㄷ. 한 영양 단계에서 생명 활동에 사용하고 남은 에너지의 일부가 다음 영양 단계로 전달되므로 상위 영양 단계로 갈수록 전달되는 에너지량이 감소한다.

08 안정된 생태계에서 에너지량, 생물량, 개체 수는 모두 상위 영양 단계로 갈수록 감소하는 피라미드 형태를 나타낸다.

ㄱ. 생물량이 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 3차 소비자의 생물량이 가장 적다.

ㄴ. 개체 수가 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 하위 영양 단계로 갈수록 개체 수가 많다.

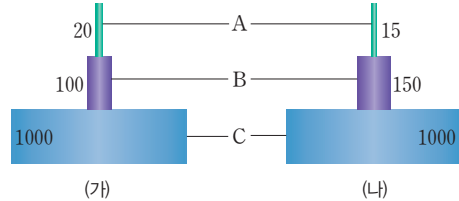
오답 피하기 ㄷ. 생산자의 에너지 중 생명 활동에 사용하고 남은 에너지의 일부만 1차 소비자에게로 전달된다.

09 ㄱ. A는 2차 소비자, B는 1차 소비자, C는 생산자이다. (가)에서 생산자(C)의 에너지량은 1000, 1차 소비자(B)의 에너지량은 100이다. 따라서 에너지량은 생산자가 1차 소비자의 10배이다.

ㄴ. (나)에서 생산자(C)의 에너지량은 1000, 1차 소비자(B)의 에너지량은 150, 2차 소비자(A)의 에너지량은 15이므로, 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량이 감소한다.

오답 피하기 ㄷ. (나)에서 1차 소비자(B)의 개체 수가 일시적으로 증가하면 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자(A)의 개체 수도 증가한다.

자료 분석하기 에너지 피라미드



- A는 2차 소비자, B는 1차 소비자, C는 생산자이다.
- 생태계에서 에너지가 먹이 사슬을 따라 전달될 때 하위 영양 단계의 생물이 가진 에너지 중 일부는 세포 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지로 쓰이거나 열로 방출되고, 일부가 상위 영양 단계로 전달된다. → 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량이 감소한다.
- 1차 소비자(B)의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자(C)의 개체 수는 감소하고, 2차 소비자(A)의 개체 수는 증가한다. → 2차 소비자(A)의 개체 수 증가로 1차 소비자(B)의 개체 수는 감소하고, 생산자(C)의 개체 수는 증가한다.

10 생태계 평형은 생물의 종류와 개체 수, 에너지 흐름이 급격히 변하지 않는 상태로, 생물 다양성이 높으면 먹이 관계가 복잡하게 형성되어 생태계 평형이 잘 유지된다.

11 ㄱ. 두더지는 1차 소비자인 메뚜기를 먹이로 하므로 2차 소비자이다.

ㄴ. 참새는 메뚜기를 먹이로 하므로, 메뚜기로부터 에너지를 얻는다.

오답 피하기 ㄷ. 토끼의 개체 수가 감소하면 토끼, 들쥐, 참새를 먹이로 하는 매는 먹이가 줄어들어 개체 수가 증가하지 않는다.

12 ㄱ. (가)에서 2차 소비자의 먹이인 1차 소비자의 증가로 인해 2차 소비자의 개체 수가 증가했다.

ㄴ. (나)에서 1차 소비자는 먹이가 되는 생산자의 개체 수 감소와 천적인 2차 소비자의 개체 수 증가로 인해 개체 수가 감소했다.

ㄷ. (나)에서 1차 소비자의 개체 수가 감소함에 따라 (다)에서 생산자는 1차 소비자에게 먹히는 양이 줄어들어 개체 수가 증가했다.

13 식물 플랑크톤은 생산자이며, 동물 플랑크톤은 식물 플랑크톤을 잡아먹는 1차 소비자이다. 멸치는 동물 플랑크톤을 잡아먹는 2차 소비자이고, 상어는 멸치를 잡아먹는 3차 소비자이다. 따라서 해양 생태계에서 에너지는 식물 플랑크톤 → 동물 플랑크톤 → 멸치 → 상어의 순서로 전달된다.

- 14 가. 멸치의 남획은 멸치의 개체 수를 감소시켜 멸치와 먹이 관계에 있는 다른 생물의 개체 수를 변화시키므로써 해양 생태계의 평형을 깨뜨릴 수 있다.

오답 피하기 나. 멸치의 개체 수가 감소하면 상어의 먹이가 부족해져 상어의 개체 수도 감소한다.

다. 동물 플랑크톤의 개체 수가 감소하면 멸치의 먹이가 부족해져 멸치의 개체 수도 감소한다.

- 15 **예시 답안** (가)~(다)는 모두 생물 다양성을 감소시키므로 생태계의 먹이 관계에 영향을 미쳐 생태계 평형을 깨뜨린다.

채점 기준	배점(%)
생물 다양성을 감소시켜서 생태계 평형을 깨뜨린다고 옳게 설명한 경우	100
생물 다양성의 감소나 생태계 평형에 대해서만 옳게 설명한 경우	30

- 16 가. 그림은 도로를 건설할 때 분리된 두 서식지 사이를 연결하기 위해 설치한 생태 통로이다.

나, 다. 생태 통로를 설치하는 것은 서식지의 단절을 막아 생태계 평형을 유지하기 위한 노력에 해당한다.

- 17 가. 관련 법률을 제정하여 무분별한 환경 개발을 규제할 수 있다.

나. 생태적 기능을 잃은 하천 복원을 통해 평형이 깨진 생태계를 되살릴 수 있다.

오답 피하기 다. 도시 숲을 조성하면 다양한 생물이 살 수 있는 환경이 제공되므로 도시 숲 조성은 생태계 평형 유지를 위한 노력에 해당한다.

- 18 나. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이며, 각 영양 단계에서 에너지는 세포 호흡을 통해 생명 활동을 하는데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 일부가 다음 영양 단계로 전달된다. ㉠은 1차 소비자(B) 단계에서 생태계 밖으로 방출되는 에너지이므로, ㉠은 주로 세포 호흡 결과 방출되는 열에너지이다.

오답 피하기 가. 안정된 생태계에서는 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어든다. 따라서 각 영양 단계가 가진 에너지양은 생산자(A) > 1차 소비자(B) > 2차 소비자(C)이다.

다. D는 사체, 배설물의 유기물을 분해하므로 분해자이다. 분해자로 전달된 에너지는 열에너지로 방출되며, 생태계 밖으로 방출된 열에너지는 다시 이용되지 않는다. 따라서 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐른다.

- 19 가. A를 배양 중인 수조에 B를 넣었을 때 A의 개체 수는 감소하고, B의 개체 수는 증가하므로 A는 광합성을 하는 생산자, B는 A를 먹는 1차 소비자이다.

나. 에너지는 유기물의 형태로 생산자(A)에서 1차 소비자(B)로 전달된다.

다. 생산자(A)와 1차 소비자(B)에서는 모두 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 세포 호흡이 일어나 열에너지가 방출된다.

23 지구 환경의 변화

확인문제

266~268쪽

- 1 화석 연료, 신재생 2 여름 3 표층 해류 4 기권 5 사막화

기본 문제로 개념 다지기

269쪽

- 01 온실 효과 02 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 03 지구 온난화
04 ㉠ 저위도, ㉡ 고위도, ㉢ 불균형 05 (1) 북적도 해류, 남적도 해류 (2) 북반구: 시계 방향, 남반구: 시계 반대 방향 06 (1) 약 (2) 감소 (3) 대기 대순환

- 01 온실 효과는 대기 중의 온실 기체가 지구 복사 에너지를 흡수한 후 지표로 재방출하여 지표면과 대기의 온도를 높이는 현상이다.

- 02 (2) 지구 온난화는 해수의 온도를 높이므로 태풍의 세력은 더 강해지고 발생 빈도가 높아지게 된다.
(3) 지구 온난화로 우리나라는 점차 아열대 기후 지역이 확대될 것이다.

- 05 무역풍에 의해 북적도 해류와 남적도 해류가 흐르고, 북반구에서는 시계 방향, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 표층 해류가 순환하고 있다.

- 06 평상시보다 무역풍의 세기가 약해지면 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 상승하는 엘니뇨가 발생한다.

탐구 자료로 기본 다지기

270~271쪽

- 자료 1** 01 높아진다. 02 증가 03 ㉠ 온실, ㉡ 지구 온난화
자료 2 04 (가) 해들리 순환, (나) 무역풍, 편서풍
05 다, 르 06 ㉡
자료 3 07 무역풍의 세기: (가) > (나), 표층 수온: (가) < (나)
08 ㉠ 약, ㉡ 높아 09 ㉠
자료 4 10 30° 부근 11 ㉠ 방목, ㉡ 삼림 벌채
12 횡수가 증가한다.

- 01 대기 중의 이산화 탄소 농도가 높아지면 온실 효과가 강해져 지구의 평균 기온이 높아진다.

- 02 이산화 탄소의 농도는 식물의 광합성이 활발한 여름철에 감소하고, 화석 연료의 사용량이 많아지는 겨울철에 증가한다.

03 최근 심해지고 있는 지구 온난화 현상은 화석 연료 사용으로 인한 온실 기체의 농도 증가가 주요 원인이다. 관측 결과 한 반도의 기온 상승률은 지구 전체의 기온 상승률보다 훨씬 더 크다는 것이 확인되었다.

04 (가) 대기 대순환의 3개의 순환 중 위도 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 에 발달한 순환은 해들리 순환이다.

(나) 대기 대순환의 바람 중 가장 뚜렷한 해수의 순환을 일으키는 두 종류의 바람은 무역풍과 편서풍이다.

05 편서풍에 의해 남극 순환 해류 및 북태평양 해류, 북대서양 해류가 흐른다. 남적도 해류는 남동 무역풍에 의해, 북적도 해류는 북동 무역풍에 의해 형성된 표층 해류이다.

06 ㄱ. 대기 대순환은 북반구와 남반구에 각각 3개의 순환 세포로 이루어져 있으며, 적도를 기준으로 대칭적으로 나타난다.
ㄴ. 대기와 해수의 순환은 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하는 데 중요한 역할을 한다.

오답 피하기 ㄴ. 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이고, 캘리포니아 해류는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.

ㄷ. 남극 순환 해류는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.

07 (가)는 평상시, (나)는 엘니뇨 발생 시의 대기와 해양의 모습이다. 엘니뇨가 발생하면 무역풍 약화로 동태평양의 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 평소만큼 이동하지 못하여 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 평상시보다 높아지게 된다.

08 (나)는 엘니뇨 발생 시의 대기와 해양의 모습을 나타낸 것으로, 엘니뇨 시기에는 무역풍의 세기가 약화되면서 무역풍에 의해 동쪽에서 서쪽으로 이동하던 따뜻한 표층 해수의 이동이 줄어들기 때문에 페루 연안 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아진다.

09 ㄱ. (가)는 평상시, (나)는 엘니뇨 발생 시의 대기와 해양의 모습을 모식적으로 나타낸 것이다.

오답 피하기 ㄴ. 엘니뇨가 발생했을 때 (나) 대기의 순환과 해수의 흐름이 바뀌므로 기상 이변이 자주 일어나게 된다.

ㄷ. 적도 부근 서태평양의 표층 수온은 엘니뇨 발생 시인 (나)보다 평상시인 (가)에 더 높게 나타난다.

10 위도 30° 부근은 고압대가 발달하여 증발량이 많고 강수량이 적기 때문에 사막이나 사막화 지역이 주로 분포한다.

11 지나친 가축의 방목과 삼림 벌채 등이 사막화 지역의 확장을 가속화시키는 역할을 하므로 이를 억제해야 사막화를 줄일 수 있다.

12 중국, 몽골 지역에서 사막화 현상이 심화되면 그 지역에서 황사가 발생할 가능성이 커지고 그에 따라 우리나라에 황사가 발생하는 횟수가 증가할 것이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

272~275쪽

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

고난도 문제 도전하기

18 ③ 19 ③

01 ㄷ. 대기 중 이산화 탄소 농도가 겨울철에 높은 것은 석탄, 석유와 같은 화석 연료 사용량이 많기 때문이다.

오답 피하기 ㄱ. 지구 온난화가 진행되면 평균 기온이 상승하므로 한대 기후 지역은 좁아지고 열대나 아열대 지역이 넓어진다.
ㄴ. 평균 기온이 상승하였으므로 해수면의 높이가 높아졌다.

02 ③ 화산 활동은 지구 내부 에너지가 방출되는 현상으로 지구 온난화 현상과는 관련이 없다.

오답 피하기 ① 해수면이 상승하여 육지의 면적이 줄어든다.
② 해수면 상승으로 해안 생물이 줄어드는 등 생태계의 변화가 일어난다.
④ 대기와 해수의 순환에 문제가 발생하여 기상 이변 등 기후 변화가 일어난다.
⑤ 지구 온난화에 따른 온도 상승으로 북극해의 얼음으로 덮인 면적이 줄어든다.

03 ㄴ. 해수면의 높이가 높아진 것은 해수의 온도가 높아져서 열팽창이 일어나고 대륙 빙하가 녹았기 때문이다.

오답 피하기 ㄱ. 해수면이 높아지면 육지 면적은 감소한다.
ㄷ. 빙하가 녹아 해수에 유입되었으므로 빙하 분포 면적은 감소한다.

04 ㄴ. 연평균 기온의 변동 폭은 우리나라가 지구 전체의 평균보다 훨씬 크게 나타난다.

ㄷ. 이 기간 동안 평균 기온의 상승 폭은 우리나라는 2°C 정도이고, 지구 평균은 1°C 정도이다.

오답 피하기 ㄱ. 지구 전체의 평균 기온은 계속 상승하고 있으며, 상승 폭은 최근 들어 더욱 커지는 추세이다.

05 ㄴ. (나)에서 우리나라의 아열대 지역이 점차 확대되고 있다.
ㄷ. (가), (나)는 지구 온난화에 의한 우리나라의 변화들을 나타낸 것이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)에서 농작물의 재배지가 북상하는 것은 우리나라의 평균 기온이 높아졌기 때문이다.

06 대기 중 이산화 탄소 농도의 증가로 인해 온실 효과가 증가할수록 지구의 평균 기온이 상승한다. 이때 기온 상승률은 저위도보다 고위도에서 크게 나타난다.

예시 답안 대기 중 이산화 탄소의 양이 2배가 되었을 때 적도보다 극지방의 온도 상승률이 훨씬 크므로 위도별 연평균 기온의 차이는 현재보다 작아질 것이다.

채점 기준	배점(%)
위도별 연평균 기온 차이에 대해 옳게 설명한 경우	100
결과에 대한 설명의 근거 없이 단순히 '감소한다'는 사실만 제시한 경우	40

- 07** ① 화석 연료의 연소로 대기 중의 이산화 탄소량이 증가하면 온실 효과가 커져 해수의 온도가 상승한다. 이로 인해 대륙 빙하가 녹고, 해수면의 높이가 상승하면서 육지의 면적이 줄어든다. 또한 극지방의 빙하가 녹으면 지구의 반사율은 감소한다.
- 08** ㄱ. 삼림 면적을 확대하면 식물의 광합성량이 증가하므로 대기 중 이산화 탄소의 양이 감소한다.
 ㄴ. 풍력이나 태양열, 태양광 발전 비율을 높이면 화석 연료 사용량을 줄일 수 있다.
오답 피하기 ㄴ. 천연가스도 화석 연료이므로 천연가스 버스 운행을 늘리는 것은 공해 물질의 방출량은 줄일 수 있으나 대기 중 온실 기체를 증가시킨다.
- 09** A는 극순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다. 무역풍은 해들리 순환의 지표에서 부는 바람이다.
- 10** ㄱ. 해수의 순환은 저위도의 남은 에너지를 고위도로 수송하여 에너지 불균형을 해소한다.
 ㄴ. 편서풍은 서쪽에서 동쪽 방향으로 부는 바람이므로 편서풍에 의해 형성된 해류는 동쪽으로 흐른다.
오답 피하기 ㄴ. 북반구와 남반구의 해수 표층 순환은 적도를 경계로 대칭적으로 일어나며, 순환의 방향은 서로 반대 방향으로 나타난다. 북반구에서는 시계 방향, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 나타난다.
- 11** ㄱ. 표층 순환을 일으키는 주요 원인은 대기 대순환에 의해 부는 바람이다.
 ㄴ. 표층 순환은 북반구에서는 시계 방향, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 흐르며, 적도를 기준으로 대칭적인 분포를 나타낸다.
오답 피하기 ㄴ. 난류는 저위도에서 고위도로 흐르는 해류로 고위도로 에너지를 수송하는 역할을 한다.
- 12** ㄱ. 무역풍의 세기는 엘니뇨 시기인 (가)보다 라니냐 시기인 (나)일 때 강하다.
오답 피하기 ㄴ. 엘니뇨 시기인 (가)일 때 A 해역에서는 하강 기류가 우세하여 가뭄, 산불 등의 피해가 나타난다.
 ㄴ. 라니냐 시기인 (나)일 때 B 해역에서는 용승이 활발하여 표층 수온이 평상시보다 낮다.
- 13** ㄴ. (나)와 같이, 엘니뇨가 발생했을 시에는 동태평양에서 밀려오던 따뜻한 표층 해수의 양이 감소하므로, 상승 기류가 평소보다 동태평양 쪽에 발달하게 되어 인도네시아 지역(서태평양)의 강수량이 감소한다.

ㄴ. 엘니뇨 시기에 페루 연안(동태평양)은 표층 수온이 상승하고, 홍수가 발생하기도 한다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 평상시, (나)는 엘니뇨 발생 시의 모습이다.

개념 더하기 엘니뇨 발생 시의 변화

- 원인: 무역풍이 평소보다 약해진다.
- 동태평양의 기후 변화: 표층 수온이 상승하고, 강수량이 증가한다(홍수, 폭우).
- 서태평양의 기후 변화: 표층 수온이 하강하고, 강수량이 감소한다.
- 대기 대순환과 해수의 순환의 관계: 대기 대순환의 변화가 적도 해역의 수온 분포의 변화를 일으키고, 이 변화가 다시 대기 순환에 영향을 미쳐 전 지구적인 기후 변화를 일으킨다. ➡ 수권과 기권의 상호 작용이다.

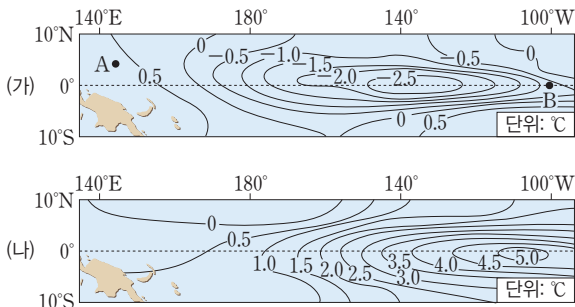
- 14** ㄱ. 엘니뇨 발생 시에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아진다. 따라서 엘니뇨 발생 시 수온 분포는 (나)이다.
 ㄴ. 엘니뇨 발생 시에는 페루 연안의 표층 수온이 상승하므로 강수량도 평상시보다 많아진다.
 ㄴ. 엘니뇨 발생 시에는 무역풍이 약해지면서 남적도 해류가 약해진다.
- 15** ㄱ, ㄴ. 사막화 현상은 과잉 방목과 경작, 삼림 벌채, 급속한 산업화에 의한 사막 주변 지역의 황폐화로 사막의 면적이 늘어나는 현상이다.
 ㄴ. 사막화 현상은 주로 지구 온난화에 의해 대기와 해수의 순환이 바뀌면서 강수량이 지역적으로 편중되기 때문에 나타난다.
- 16** ㄱ. 황사는 주로 편서풍을 타고 이동한다.
 ㄴ. 우리나라와 가까운 서쪽에 위치한 중국에서 사막화가 진행될수록 우리나라의 황사 피해는 더 커진다.
오답 피하기 ㄴ. 사막은 대기 대순환에 의해 하강 기류가 나타나는 위도 30° 부근의 중위도 고압대에 많이 분포한다. 중위도 고압대는 날씨가 맑고 건조하여 사막이 많이 분포한다.
- 17** 사막은 건조 기후가 나타나는 위도 30° 부근과 대륙의 내부, 대륙의 서안 지대에 분포한다.
예시 답안 적도 지방은 상승 기류가 발달하여 강수량이 많은 지역이지만 위도 30° 부근은 고압대가 형성되어 건조한 지역이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
적도 지방은 강수량이 많고, 위도 30° 부근은 건조한 지역임을 비교하여 옳게 설명한 경우	100
위도 30° 부근이 건조하다고만 설명한 경우	50

- 18** ㄴ. (가) 시기는 태평양 적도 부근 동쪽 해역에서 평상시보다 수온이 낮아졌으므로 라니냐 시기이고, 이와 반대로 (나) 시기는 엘니뇨 시기이다. 따라서 (나) 시기에는 B 해역의 해수면이 평상시보다 높아진다.

- 오답 피하기** ㄱ. 무역풍의 평균 풍속은 (가)의 라니냐 시기가 (나)의 엘니뇨 시기보다 강하다.
- ㄴ. 서태평양 해역(A)에서의 강수량은 라니냐 시기에는 평상시보다 많고, 엘니뇨 시기에는 평상시보다 적다.

통합형 문제 분석하기



- (가): 태평양 적도 부근의 중앙 해역에서 동쪽 해역에 이르는 범위에서 수온 편차가 (-)이므로 평상시보다 수온이 낮다. → 라니냐 시기
- (나): 태평양 적도 부근의 중앙 해역에서 동쪽 해역에 이르는 범위에서 수온 편차가 (+)이므로 평상시보다 수온이 높다. → 엘니뇨 시기
- 무역풍의 세기: (가) > (나)
- A 해역의 강수량: (가) > (나)
- B 해역의 해수면 높이: (가) < (나)

- 19** ㄱ. 사막화는 자연적 원인에 의해 생기지만 과도한 벌목, 방목 등의 인위적 원인에 의해 심화된다.
- ㄴ. 사막화는 가뭄과 건조 지역의 확대 등의 자연적 원인에 의해서도 일어나며, 현재 사막이 있는 지역의 주변에서 나타난다.

오답 피하기 ㄷ. 사막은 건조 지대에 형성되므로 저압대가 발달하여 강수량이 많은 적도에는 거의 없다.

24 에너지의 사용과 환경

확인문제

276~278쪽

- 1 운동, 퍼텐셜, 역학적 2 화학 3 전환 4 에너지 보존
5 열기관 6 열효율 7 에너지 제로 하우스

기본 문제로 개념 다지기

279쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 02 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×
03 ㉠ 열, ㉡ 운동, ㉢ 보존, ㉣ 감소 04 100 J 05 25 %
06 하이브리드 자동차 07 ㉠ 액티브, ㉡ 패시브 08 단열재, 자연 채광, 환기 시스템

- 01** (1) 에너지는 일을 할 수 있는 능력으로, 에너지를 사용하는 동안 손실이 없다면 사용한 에너지의 양은 에너지를 사용하여 한 일의 양과 같다.
- (3) 화학 결합을 통해 건전지에 저장된 에너지는 화학 에너지이다.
- (4) 전하의 이동에 의해 발생하며, 다른 형태의 에너지로 전환시키기 쉬운 에너지는 전기 에너지이다.

- 02** (2) 배터리를 충전할 때는 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

(4) 발전기에서는 자기장 속의 코일을 회전시키거나 코일 속의 전자석을 회전시켜 전자기 유도 현상에 의해 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

- 03** 화석 연료가 갖고 있던 화학 에너지는 연소 과정에서 열에너지 → 운동 에너지로 전환된다. 이러한 에너지 전환 과정에서 에너지의 총합은 보존되지만 일부 에너지는 다시 사용할 없는 에너지로 손실되므로 에너지를 효율적으로 이용해야 한다.

- 04** 에너지 보존 법칙에 의해 열기관이 한 일 = 공급한 에너지 - 방출된 에너지 = 400 J - 300 J = 100 J이다.

- 05** 열기관의 열효율은 열기관에 공급한 에너지 중 실제로 열기관이 한 일이 차지하는 비율로, 일을 공급한 열로 나눈 값이다. 따라서 열효율 = $\frac{100 \text{ J}}{400 \text{ J}} \times 100 = 25 \%$ 이다.

- 06** 하이브리드 자동차는 브레이크를 밟아 멈추는 동안 자동차의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하여 배터리에 저장하고, 자동차가 천천히 달릴 때 저장된 전기 에너지로 모터를 돌려 자동차를 움직이게 하여 에너지를 효율적으로 이용한다.

- 07** 에너지 제로 하우스는 필요한 에너지를 재생 에너지를 통해 얻는 액티브 하우스와 낭비되는 에너지를 줄이는 패시브 하우스로 구분한다.

- 08** 액티브 하우스에 사용되는 기술은 태양광 발전, 태양열 발전, 풍력 발전 등이고, 패시브 하우스에 사용되는 기술은 이중창, 단열재, 자연 채광, 차양 시스템, 환기 시스템 등이 있다.

탐구 자료로 기본 다지기

280~281쪽

- 자료 1 01 ㉠ 02 ㉠
자료 2 03 ㉡ 04 ㉠ 역학적, ㉡ 전기, ㉢ 높
자료 3 05 ㉠ $W + Q_2$, ㉡ Q_2 06 20 % 07 ㉠
자료 4 08 ㄴ, ㄷ, ㄹ 09 ㉢ 10 ㉠ 재생, ㉡ 단열

- 01** 휴대 전화에서는 진동 모드에서 운동 에너지, 스피커와 화면에서 파동 에너지(소리, 빛), 뜨거워지면 열에너지가 발생한다.

02 마이크는 소리 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

03 ㄴ. 에너지 전환 과정에서 온도 차에 의해 고온의 물체에서 저온의 물체로 열이 이동하므로 자동차에서도 최종적으로 열 에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄱ. 에너지 보존 법칙을 적용하면, 연료(100%) = 타이어와 지면의 마찰열(45%) + 공기 저항 등 기타(10%) + 기계 부품의 열(20%) + 운동 에너지이다. 따라서 운동 에너지로 전환되는 양은 25%이다.

ㄷ. 에너지 전환 과정에서 온도 차에 의해 열에너지로의 전환이 일어나며, 이는 주위로 흩어져 다시 사용하기 어렵다.

04 하이브리드 자동차는 속도를 줄일 때 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환하여 배터리에 저장한다. 따라서 버려지는 열 에너지의 양을 줄일 수 있으므로 기술된 자동차에 비하여 에너지 전환 효율이 높다.

05 에너지 보존 법칙을 적용하면 전환 전 에너지의 합은 전환 후 에너지의 합과 같다. Q_2 가 작으면 W 가 커지므로 열기관의 열효율은 높아진다.

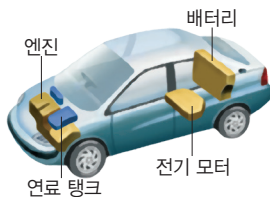
06 열효율 = $\frac{\text{열기관이 한 일}}{\text{공급한 열에너지}} \times 100 = \frac{5 \text{ kJ}}{25 \text{ kJ}} \times 100 = 20 \%$

07 열기관의 열효율은 $\frac{W}{Q_1}$ 이다. 따라서 W 가 작을수록 열기관의 열효율은 낮아진다.

08 LED 전구, 하이브리드 자동차, 에너지 제로 하우스는 주로 에너지 효율을 높이기 위한 예이고, 백열 전구는 에너지 효율이 매우 낮아 밝기가 같을 때 LED 전구보다 에너지 사용량이 많다.

09 자동차의 엔진은 엔진에 공급된 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지를 운동 에너지로 전환한다.

개념 더하기 하이브리드 자동차의 구성 요소



- 엔진: 열기관으로 화석 연료(화학 에너지)를 연소할 때 발생하는 열 에너지를 운동 에너지로 전환시키는 장치
- 연료 탱크: 기술된 저장 장치
- 전기 모터: 전기 에너지를 운동 에너지로 전환시키는 장치
- 발전기: 운동 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치
- 배터리: 전기 에너지를 화학 에너지로 저장하는 장치

10 에너지 제로 하우스는 필요한 에너지는 재생 에너지를 통해 얻고 낭비되는 에너지를 줄여 외부의 에너지 공급 없이 자급할 수 있는 미래형 건축물이다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

282~285쪽

- 01** ④ **02** ② **03** ② **04** ① **05** ㉠ 전기 에너지, ㉡ 소리 에너지, ㉢ 운동 에너지 **06** 해설 참조 **07** ⑤ **08** ④
09 ② **10** ⑤ **11** ① **12** ⑤ **13** ③ **14** ⑤ **15** 해설 참조
16 ④ **17** 해설 참조

고난도 문제 도전하기

- 18** ③ **19** ④

01 ㄱ. 제시된 연료들은 화석 연료로, 화학 에너지를 갖고 있다.
 ㄴ. 화석 연료는 주로 C, H, O 등의 원소로 구성되어 있어서 연소할 때 CO_2 와 H_2O 와 같은 온실 기체를 발생시킨다.

오답 피하기 ㄷ. 화석 연료는 매장량에 한계가 있어 자원 고갈 문제가 대두되고 있다.

02 ㄴ. (나) 촛불과 (다) 모닥불은 물질에 저장된 화학 에너지가 빛 또는 열에너지로 전환된 것이다.

오답 피하기 ㄱ. (가) 형광등은 전기 에너지가 주로 빛에너지로 전환되는 것을 이용한다.

ㄷ. 공기의 진동으로 전달되는 에너지는 소리 에너지이다.

03 ㄷ. 에너지를 사용할 때 일부가 열에너지로 전환되어 유용한 에너지의 양은 감소한다.

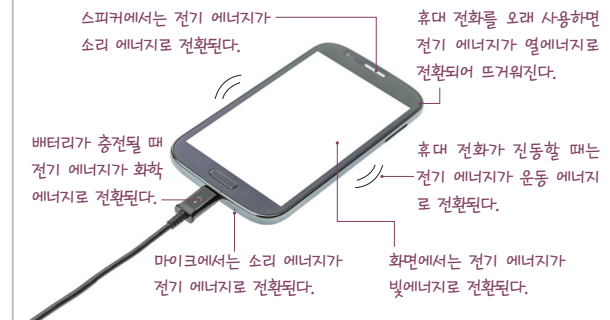
오답 피하기 ㄱ. 일은 모두 열로 전환될 수 있으나 열은 모두 일로 전환될 수 없다.

ㄴ. 에너지는 일을 할 수 있는 능력으로 에너지 전환이 일어날 때 에너지의 총합은 보존된다.

04 번개는 구름의 전기 에너지가 빛에너지로 전환된 것이다. 구름의 전기 에너지가 소리 에너지로 전환되는 것은 천둥이다.

05 휴대 전화는 전기 에너지를 공급받아 충전하고 스피커에서는 전기 에너지가 소리 에너지로, 진동할 때는 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

자료 분석하기 휴대 전화에서 나타나는 에너지 전환



06 태양의 열에너지에 의해 바닷물이 증발하여 구름이 되는 과정에서 태양의 열에너지가 수증기의 퍼텐셜 에너지로 전환되고, 구름이 비로 내리는 과정에서 비의 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

예시 답안 (가)에서는 태양의 열에너지가 수증기의 퍼텐셜 에너지로 전환되고, (나)에서는 비의 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

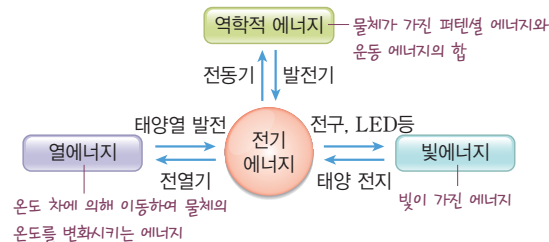
채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에서 에너지 전환 과정을 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 2가지 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

07 ㄱ. (가)는 역학적 에너지, (나)는 열에너지, (다)는 빛에너지이다.

ㄴ. 물체가 운동할 때 마찰이나 공기 저항에 의해 역학적 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 전체 에너지는 보존되지만 역학적 에너지는 보존되지 않는다.

ㄷ. LED등은 백열등이나 형광등보다 전기 에너지가 빛에너지로 전환되는 비율이 커서 에너지 효율이 높다.

자료 분석하기 여러 가지 에너지 전환



08 A는 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환되는 예로 전동기를 들 수 있다.

B는 열에너지가 전기 에너지로 전환되는 예로 태양열 발전, 지열 발전 등을 들 수 있다.

C는 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 예로 태양 전지를 들 수 있다.

09 ㄷ. 자이로스코프가 내려올 때 레일과의 마찰에 의한 소리 에너지와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지는 보존되지 않지만 모든 에너지의 총량은 일정하다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ. 자이로스코프가 내려오면서 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지, 레일과의 마찰에 의한 소리 에너지와 열에너지로 전환되므로 역학적 에너지는 보존되지 않는다.

10 ㄱ. 바퀴의 구동력 = 공급된 에너지 100 % - 엔진에서의 열 손실 70 % - 동력 전달 장치에서의 손실 4 % - 전력 생산 4 % = 22 %이다.

ㄴ, ㄷ. 자동차가 전력을 생산하고 바퀴를 구동시키는 데 26 %를 사용하므로 이 자동차의 에너지 효율은 26 %이며, 26 % 이외의 에너지는 주로 열로 방출된다.

11 ㄱ. A, B의 에너지 효율은 각각 $\frac{15 \text{ kJ}}{100 \text{ kJ}} \times 100 = 15 \%$,

$\frac{10 \text{ kJ}}{80 \text{ kJ}} \times 100 = 12.5 \%$ 이다.

오답 피하기 ㄴ. 엔진에 같은 에너지를 공급하면 에너지 효율이 높은 A가 B보다 엔진이 하는 일이 더 크다.

ㄷ. 같은 거리를 이동할 때 에너지 효율이 낮은 B가 A보다 환경에 더 나쁜 영향을 미친다.

개념 더하기 에너지 효율의 크기

• 여러 장치의 에너지 효율

장치	에너지 효율(%)
발전기	99
태양 전지	20
증기 기관	9
가솔린 기관	26
인체	10
백열 전구	5
형광등	25

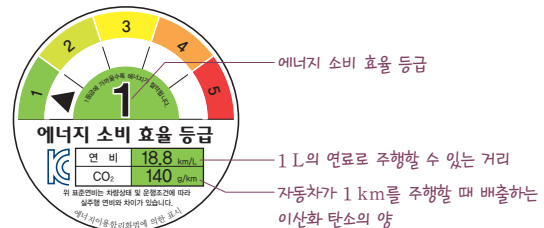
• 열기관에 공급된 열의 일부는 외부로 방출되어 흩어지므로 열기관에 공급된 열이 모두 일로 전환되지 못한다. 따라서 열효율이 100 %인 열기관은 존재할 수 없다.

12 ㄱ. 에너지 소비 효율 등급의 숫자가 작을수록 에너지 소비 효율은 높다.

ㄴ. 에너지 소비 효율(연비)은 1 L의 연료로 자동차가 달릴 수 있는 거리를 나타내므로 에너지 소비 효율이 높을수록 같은 거리를 이동할 때 사용되는 연료의 양이 적다.

ㄷ. 이 자동차가 1 km를 주행할 때 배출하는 이산화 탄소의 양은 140 g이므로 2 km를 달리는 동안 배출하는 이산화 탄소의 양은 280 g이다.

자료 분석하기 에너지 소비 효율 등급



• 에너지 소비 효율 등급은 에너지를 효율적으로 사용하는 정도에 따라 1~5등급으로 나뉜다.

• 에너지 소비 효율 등급 1등급에 가까운 제품일수록 불필요한 열에너지를 적게 발생시켜 에너지를 절약할 수 있다.

13 ㄱ. 에너지 보존 법칙을 적용하면 $Q_1 = Q_2 + W$ 이다.

ㄷ. 열은 고열원에서 저열원으로 자연스럽게 이동하지만 저열원에서 고열원으로 이동하려면 다른 에너지가 있어야 한다.

오답 피하기 ㄴ. 열효율은 $\frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ 이다.

14 ㄱ. (가)와 같이 출발과 저속 주행에서는 전기 모터로만 주행하므로 엔진 소음이 적다.

ㄴ. (나)에서는 발전기가 운동 에너지를 전기 에너지로 전환시킨다.

ㄷ. 엔진만 사용하는 자동차는 외부로 버려지는 에너지가 하이브리드 자동차보다 많다. 따라서 에너지 효율은 하이브리드 자동차가 엔진만 사용하는 자동차보다 높다.

개념 더하기 하이브리드 자동차의 장점과 단점

하이브리드 자동차는 엔진만 사용하는 일반 가솔린 자동차보다 에너지 효율이 10~30 % 정도 높다.



- 장점: 운행 중 버려지는 에너지를 배터리에 충전하여 전기 모터가 엔진 동력을 보조하므로 외부 충전이 필요 없고 연비가 개선되며 이산화 탄소 발생이 적다.
- 단점: 자동차가 무거워지고 구조가 복잡해진다.

15 에너지의 총량은 보존되지만 점차 우리가 사용할 수 없는 형태의 에너지로 전환된다.

예시 답안 모든 에너지는 여러 단계의 에너지 전환을 거쳐 다시 사용하기 어려운 형태의 열에너지로 전환되기 때문에 에너지를 절약하고 효율적으로 사용해야 한다.

채점 기준	배점(%)
에너지 전환 과정에서 다시 사용하기 어려운 형태의 열에너지로 전환된다고 설명한 경우	100
열에너지로 전환된다고만 설명한 경우	40

16 ㄴ. 에너지 제로 하우스는 태양광, 풍력, 지열로부터 에너지를 공급받는다.

ㄷ. 자연 채광은 집의 방향을 남향으로 하고 차양의 위치나 크기를 조절하여 주로 에너지의 사용량을 줄인다.

오답 피하기 ㄱ. 에너지 제로 하우스는 여러 장치를 설치해야 하므로 초기 건축 비용이 많이 든다.

17 **예시 답안** (가)는 재생 에너지를 이용하여 자체적으로 에너지를 생산하는 능동적 기술이고, (나)는 에너지 사용량을 줄일 수 있게 만드는 소극적 기술이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 특징을 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 특징을 비교하여 설명하지 못하고 에너지를 효율적으로 사용하는 기술이라고만 설명한 경우	50

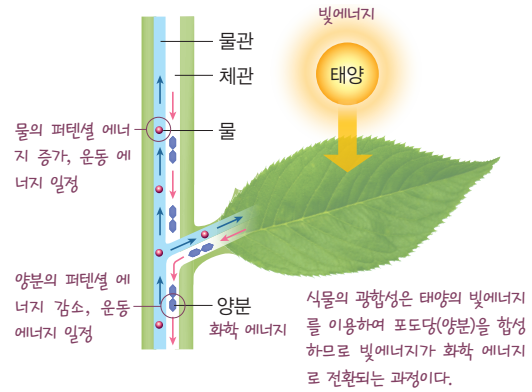
18 ㄱ. 식물의 엽록체에서는 태양의 빛에너지를 이용하여 포도당을 만드는 광합성 작용을 한다. 이때 잃은 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.

ㄴ. 물관에서 물이 위로 이동하므로 물의 퍼텐셜 에너지는 증가한다.

오답 피하기 ㄷ. 체관에서 양분이 일정한 속력으로 내려오므로 양분의 운동 에너지는 일정하고 퍼텐셜 에너지는 감소한다. 따라서 양분의 역학적 에너지는 감소한다.

통합형 문제 분석하기

식물의 광합성



19 ㄴ. 에너지 효율 = $\frac{\text{발생한 빛에너지}}{\text{공급된 전기 에너지}} \times 100$ 이므로 (나) =

$$\frac{0.8E}{E} \times 100 = 80 \% \text{이다.}$$

ㄷ. LED등의 에너지 효율이 형광등보다 8배 크므로 밝기가 같으려면 형광등의 에너지 소비량이 LED등보다 8배 커야 한다.

오답 피하기 ㄱ. 공급된 전기 에너지 = $\frac{\text{발생한 빛에너지}}{\text{에너지 효율}} \times 100$

$$\text{이므로 (가)} = \frac{0.4E}{10} \times 100 = 4E \text{이다.}$$

VIII 단원 마무리

286~291 쪽

핵심 정리 단원 마무리하기

- 1 개체군
- 2 광합성
- 3 소비자
- 4 분해자
- 5 세기
- 6 물
- 7 생태 피라미드
- 8 생태계 평형
- 9 생태 통로
- 10 온실 기체
- 11 상승
- 12 대기 대순환
- 13 표층 해류
- 14 무역풍
- 15 홍수
- 16 가축
- 17 에너지
- 18 역학적
- 19 열
- 20 퍼텐셜
- 21 번개
- 22 운동 에너지
- 23 빛에너지
- 24 에너지 보존 법칙
- 25 열효율

실력 점검 VIII 단원 평가하기

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

서술형 문제 대비하기

15~17 해설 참조

01 (가)는 비생물적 요인, (나)는 생물적 요인이다.

ㄱ. 공기는 비생물적 요인에 포함된다.

오답 피하기 ㄴ. A는 소비자와 B에게 모두 에너지를 전달하므로 광합성을 통해 유기물을 생산하는 생산자이다.

ㄷ. B는 생산자(A)와 소비자로부터 모두 에너지를 전달받으므로 생물의 사체와 배설물을 분해하는 분해자이다.

- 02** ㄱ. A는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리인 개체군이다.
 ㄴ. B는 여러 개체군으로 이루어진 무리인 군집이다. 종 다양성은 한 생태계에 존재하는 생물종의 다양성이므로 종 다양성이 높을수록 군집(B)을 구성하는 개체군(A)의 종류가 많다.

오답 피하기 ㄷ. C는 환경과 생물이 서로 영향을 주고받으며 상호 작용 하는 체제인 생태계이다.

- 03** ㄴ. (가)~(다)는 각각 비생물적 요인인 빛(일조 시간), 온도, 공기가 생물적 요인에 영향을 미친 사례이다.
 ㄷ. 황제펭귄이 두꺼운 지방층을 갖는 것은 추위를 견디기 위해 적응한 것이며, 이는 (나)와 같이 온도가 생물적 요인에 영향을 미친 사례이다.

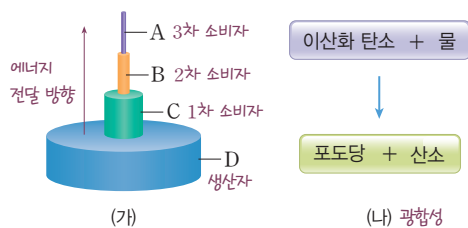
오답 피하기 ㄱ. 식물의 개화 시기는 일조 시간의 영향을 받는다.

- 04** ㄴ. A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이며, 생산자(D)에서 1차 소비자(C)로 에너지가 전달된다.

오답 피하기 ㄱ. (나) 반응은 빛에너지를 흡수해 일어나는 광합성이므로 생산자(D)에서 일어난다.

ㄷ. 초식 동물은 1차 소비자(C)에 속하고, 육식 동물은 2차 소비자(B) 또는 3차 소비자(A)에 속한다.

자료 분석하기 생태 피라미드와 광합성



- 1차 소비자는 생산자를 먹으므로 초식 동물은 1차 소비자(C)에 속하고, 육식 동물은 초식 동물을 포함한 다른 동물을 잡아먹으므로 2차 소비자(B) 또는 3차 소비자(A)에 속한다.
- (나) 반응은 광합성이므로 생산자(D)에서 일어난다.

- 05** ㄴ. 2001년보다 2012년에 아마존 열대 우림의 면적이 감소했으며, 이는 벌목 등과 같은 인간의 활동과 관련이 있다.
 ㄷ. 2001년보다 2012년에 아마존 열대 우림의 면적이 감소해 생물들의 서식지가 감소했다. 따라서 생물 다양성이 감소해 생태계 평형 유지 능력이 낮아졌다.

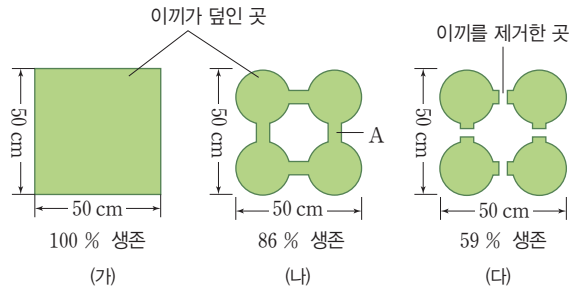
오답 피하기 ㄱ. 서식지 면적의 감소는 생물 다양성을 감소시키므로 아마존 열대 우림의 생물 다양성은 2001년보다 2012년에 더 낮다.

- 06** ㄱ. 생태 통로는 도로나 댐 건설 등으로 분리된 서식지 사이를 연결하는 구조물이므로 A와 같은 역할을 한다.

ㄴ. (가)와 (나)를 비교하면 서식지 면적의 감소로 인해 생물의 생존율이 감소한다는 것을 알 수 있다. 따라서 서식지 파괴는 생물 다양성과 생태계 평형 유지 능력을 감소시킨다.

오답 피하기 ㄷ. (다)와 같이 서식지가 완전히 단절되는 경우 생물 다양성과 생태계 평형 유지 능력이 크게 감소하므로 서식지를 분리하는 것은 바람직하지 않다.

자료 분석하기 생태계의 보전



- (가)에서보다 (나)에서 서식지의 면적이 작고, 소형 동물의 생존율이 낮다. 따라서 서식지의 면적이 감소하면 생물 다양성이 감소해 생태계 평형이 깨질 수 있음을 알 수 있다.
- (나)와 (다)에서 서식지의 면적은 큰 차이가 없지만, (나)에서보다 (다)에서 소형 동물의 생존율이 낮다. 이를 통해 생태 통로의 설치 가 생물 다양성 및 생태계 보전에 필요함을 알 수 있다.

- 07** ㄱ. 대기 중 이산화 탄소의 농도는 우리나라가 지구 전체보다 높은 편이다.

ㄷ. 우리나라와 지구 전체 모두 대기 중 이산화 탄소의 농도가 계속 증가하는 추세에 있으므로 지구 온난화 현상이 심해져 해수면 높이는 계속 상승하고 있다고 볼 수 있다.

오답 피하기 ㄴ. 화석 연료 사용량은 겨울에 더 많고, 광합성량은 여름에 더 많다. 따라서 우리나라에서 이산화 탄소의 농도는 여름보다 겨울에 높게 나타난다.

- 08** ㄱ, ㄴ. (가)는 엘니뇨 시기이고, (나)는 평상시이다. 평상시에는 엘니뇨 시기에 비해 무역풍의 평균 풍속이 강하고, 서태평양 적도 해역에서 상승 기류가 우세하여 강수량이 많다.

오답 피하기 ㄷ. 평상시에는 엘니뇨 시기에 비해 따뜻한 해수가 서쪽으로 이동하여 동태평양 적도 해역에서 해수면의 온도가 낮고, 이로 인해 해수면의 높이도 낮다.

- 09** ㄱ. A는 난류, B는 한류이다. 따라서 표층 수온은 A가 B보다 대체로 높다.

ㄴ. 북적도 해류는 무역풍에 의해 동쪽에서 서쪽으로 흐르는 해류이다.

ㄷ. 대기 대순환과 표층 순환은 저위도에서 고위도로 에너지를 수송하는 역할을 한다.

- 10** ㄱ. 사막화 지역은 적도보다 고압대가 발달하여 건조한 기후가 형성되는 중위도 지역에 많이 분포한다.

ㄴ. 몽골 지역의 사막화가 진행될수록 황사 발생 가능성이 커지므로 우리나라는 황사의 피해가 심해진다.

오답 피하기 다. 삼림 대신 초지와 농경지의 면적을 확대하면 토지를 더 황폐화시켜 사막화를 촉진한다.

- 11 지구 환경을 파괴하지 않는 새로운 기술을 개발하는 것은 모든 인류와 지구상의 생명체 및 지구 자체를 위한 활동이므로 새로운 기술을 독점하여 자원을 무기화하는 일이 없이 전 세계적으로 공유되어야 한다.

- 12 가. 에너지 보존 법칙에 의해 $300\text{ J} = 130\text{ J} + 100\text{ J} + (\text{가})$,
(가)는 70 J 이다.

나. B의 효율은 $\frac{80\text{ J}}{400\text{ J}} \times 100 \approx 20\%$ 이다.

오답 피하기 다. A의 효율은 $\frac{70\text{ J}}{300\text{ J}} \times 100 \approx 23.3\%$ 이다.

- 13 가. 니크롬선에서는 전기 에너지가 열에너지로 전환된다.
다. 에너지 효율은 공급한 에너지에 대한 유용하게 사용한 에너지 비율로, 전기 에너지에서 바람의 운동 에너지로 전환되는 비율이 높을수록 높다.

오답 피하기 나. 전동기에서는 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

- 14 가. A의 열효율이 20% 이므로, A가 한 일은 $200 \times 0.2 = 40(\text{J})$ 이다.

나. B의 열효율 (가)는 $\frac{40}{320} \times 100 = 12.5(\%)$ 이다.

오답 피하기 다. 열효율이 A가 B보다 크고 공급한 열은 B가 A보다 크므로 방출한 열량은 A에서 B에서보다 적다.

- 15 **예시 답안** 녹조류가 광합성에 주로 이용하는 적색광이 수심이 얇은 곳까지만 투과하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
녹조류가 이용하는 적색광이 수심이 얇은 곳까지만 투과하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
수심에 따라 투과하는 빛의 파장이 다르다고만 설명한 경우	50

- 16 **예시 답안** B(2차 소비자)의 개체 수가 증가하면 A(1차 소비자)가 많이 잡아먹혀 A(1차 소비자)의 개체 수가 감소한다. 이로 인해 B(2차 소비자)의 먹이가 줄어들어 B(2차 소비자)의 개체 수가 감소하면서 평형이 회복된다.

채점 기준	배점(%)
B의 개체 수 증가로 인한 A의 개체 수 감소, B의 개체 수 감소를 차례대로 옳게 설명한 경우	100
생태계 평형 회복 과정의 일부만 옳게 설명한 경우	50

- 17 **예시 답안** (가) 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환되었다. (나) 역학적 에너지(운동 에너지)가 마찰에 의해 열에너지로 전환되었다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 에너지 전환 과정을 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 에너지 전환 과정 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

IX 발전과 신재생 에너지

25 발전과 전력 수송

확인문제

294~296쪽

- 1 전자기 유도 2 운동, 전기 3 수력 4 손실 전력
5 비례, 반비례

기본 문제로 개념 다지기

297쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) × 02 B → 저항 → A 03 ㉠ 유도 전류,
㉡ 셀, ㉢ 많을, ㉣ 빠르게 04 A: 화력 발전, B: 핵발전,
C: 수력 발전 05 ㉠ 작, ㉡ $\frac{1}{n}$, ㉢ $\frac{1}{n^2}$ 06 (1) ○ (2) ○
(3) × (4) × 07 스마트 그리드

- 01 (3) 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수가 많을수록 세다.

- 02 저항에는 코일의 위쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다.
따라서 유도 전류는 B → 저항 → A 방향으로 흐른다.

- 03 코일의 단면을 수직으로 통과하는 자기장이 시간에 따라 변할 때 전자기 유도 현상에 의해 유도 전류가 흐른다. 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수가 많을수록, 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빠르게 운동시킬수록 크다.

- 04 A: 화력 발전은 화석 연료를 사용한다.

B: 핵발전은 핵분열시 발생하는 열에너지를 운동 에너지로 전환한다.

C: 수력 발전은 물의 퍼텐셜 에너지를 운동 에너지로 전환한다.

- 05 송전선에서의 손실 전력은 $P = I^2 r$ 이다. 송전 전력 $P = VI$
이므로 송전 전압을 n 배로 하면 전류의 세기가 $\frac{1}{n}$ 배, 손실 전력은 $\frac{1}{n^2}$ 배가 된다.

- 06 (1), (2) 교류를 이용하여 전압을 변화시키는 장치인 변압기에서 에너지 손실을 무시하면 에너지 보존 법칙이 성립하므로 1차 코일에 공급되는 전력과 2차 코일에 유도되는 전력은 같다.

(3) 전압을 높이려면 1차 코일보다 2차 코일의 감은 수가 더 커야 한다.

(4) 코일에 걸린 전압은 코일의 감은 수에 비례하고, 코일에 흐르는 전류의 세기는 코일의 감은 수에 반비례한다.

- 07 스마트 그리드는 장소와 시간에 따라 필요한 전력만 공급하고, 남은 전력을 저장했다가 필요할 때 다시 공급하여 송배전의 효율을 높일 수 있다.

탐구 자료로 기본 다지기 298~299쪽

자료 1 01 (가), (다) 02 (다) 03 ⑤

자료 2 04 운동 에너지 → 전기 에너지 05 ③
06 ①

자료 3 07 $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ 08 ㉠ 교류, ㉡ 유도 전류
09 ②

자료 4 10 ㉠ 교류, ㉡ 높 11 ㄱ, ㄷ 12 ②

01 자석과 코일 사이의 거리가 변하는 (가)와 (다)에서 전자기 유도 현상이 발생하여 코일에 유도 전류가 흐른다.

02 (다)에서 자석의 N극이 멀어지는 것을 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 즉, 코일의 위쪽에 S극이 되도록 유도 전류가 흘러 코일과 자석 사이에 서로 당기는 자기력이 작용한다.

03 ⑤ 더 센 자석으로 같은 실험을 하면 유도 전류의 세기가 증가한다.

오답 피하기 ① 자석이 코일에 가까워지므로 코일을 통과하는 자기장의 세기가 증가한다.

②, ④ 코일의 오른쪽에 N극이 형성되므로 자석과 코일 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용하여 B → ㉡ → A 방향으로 유도 전류가 흐른다.

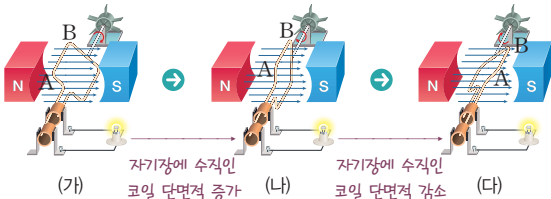
③ 유도 전류의 세기는 자석을 빠르게 움직일수록 증가한다.

04 발전기에서는 코일이 회전할 때의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

05 ㄱ. (가) → (나) 과정에서는 코일 면을 오른쪽으로 통과하는 자기장의 변화가 증가하므로 A → B 방향으로 전류가 흐른다. ㄷ. 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 자석 속에서 코일을 회전시킬 때 코일의 단면을 지나는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다.

오답 피하기 ㄴ. (나) → (다) 과정에서는 오른쪽으로 통과하는 자기장의 변화가 감소하므로 B → A 방향으로 전류가 흐른다.

개념 더하기 발전기의 원리



• 그림과 같이 자석 사이에서 코일이 회전할 때, 코일의 단면을 수직으로 통과하는 자기장은 코일과 자기력선이 이루는 각도가 $0^\circ \sim 90^\circ$ 일 때는 증가하고, $90^\circ \sim 180^\circ$ 일 때는 감소한다.

• $0^\circ \sim 90^\circ$ 까지 회전하는 동안 코일에 흐르는 전류의 방향과 $90^\circ \sim 180^\circ$ 까지 회전하는 동안 코일에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대가 되어 교류 전류가 흐르게 된다.

⇒ (가) → (나) 과정과 (나) → (다) 과정에서는 전류의 방향이 서로 반대가 된다.

06 유도 전류의 세기는 자석의 자기장이 셀수록, 코일의 감은 수가 많을수록, 자석을 빠르게 움직일수록 증가한다.

07 변압기에서 코일에 걸리는 전압의 비는 코일의 감은 수의 비와 같다. 즉, $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ 이다.

08 변압기의 1차 코일에 교류가 입력되면 자기장의 변화가 생겨 철심을 통해 2차 코일에 전류가 유도된다.

09 ② '전력 = 전압 × 전류'이므로 변압기로 전압을 변화시킬 때 전류의 세기는 전압에 반비례한다.

오답 피하기 ① 변압기는 전자기 유도 현상을 이용하여 교류 전압을 변화시키는 장치이다.

③ 전압은 코일의 감은 수에 비례한다.

④ 전류의 세기는 코일의 감은 수에 반비례한다.

⑤ 에너지 손실을 무시하면 변압기의 1차 코일에 공급되는 전력과 2차 코일에 유도되는 전력은 같다.

10 교류가 흐르는 고압 송전선 주변에는 센 자기장이 형성되고 화재 및 감전 사고의 위험이 크므로 송전탑을 높게 세워야 한다.

11 ㄱ, ㄷ. 초전도 케이블은 특정 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도체를 사용하여 전류가 흐르더라도 열이 발생하지 않아 손실 전력을 줄일 수 있다.

오답 피하기 ㄴ. 초전도 케이블을 사용하면 전류가 흐르더라도 열이 발생하지 않는다.

12 ② 송전선을 지하에 묻는 것은 안전한 전력 수송 방법이다.

오답 피하기 ①, ④, ⑤ 손실 전력을 줄여 효율을 높이는 방법이다.

③ 스마트 그리드를 사용하면 장소와 시간에 따라 필요한 전력만 공급하고, 남은 전력을 저장하였다가 필요할 때 다시 공급하여 송배전의 효율을 높일 수 있다.

학교 시험 문제로 실력 올리기 300~303쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ⑤ 04 해설 참조 05 ⑤ 06 ③

07 ② 08 ③ 09 ① 10 해설 참조 11 ① 12 ①

13 ② 14 ⑤ 15 ④ 16 ③

고난도 문제 도전하기

17 ③ 18 ③

01 ㄴ. S극을 가까이 할 때 N극을 가까이 할 때와 자기장의 변화가 반대로 나타나므로 검류계 바늘이 왼쪽으로 움직인다.

오답 피하기 ㄱ. N극을 멀리 하면 유도 전류의 방향이 반대가 되어 검류계의 바늘은 왼쪽으로 움직인다.

ㄷ. 자석의 N극을 더 빠르게 가까이 하면 시간에 따른 자기장의 변화가 커져 유도 전류가 세게 흐르므로 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직이는 각도가 커진다.

02 ㄱ, ㄷ. 코일이 회전하면 코일의 단면을 수직으로 통과하는 자기장이 시간에 따라 변하기 때문에 전자기 유도 현상에 의해 유도 전류가 흐른다. 이때 자석의 세기가 강할수록 유도 전류의 세기가 증가하여 전구의 밝기가 밝다.
ㄴ. 발전기는 전자기 유도 현상에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

03 ㄱ, ㄴ. 바퀴가 회전할 때 자석이 함께 회전하면서 코일을 지나는 자기장이 변하므로 코일에 전류가 유도되어 흐른다. 이때 바퀴의 회전 속력이 빠를수록 자기장의 변화가 커서 센 유도 전류가 흐르므로 전구의 밝기가 더 밝다.
ㄷ. 코일과 자석을 이용한 자전거 발전기는 전자기 유도 현상을 이용한다.

04 (가) 화력 발전소에서는 석유, 석탄과 같은 화석 연료를 연소시켜 발생하는 열에너지로 물을 끓이고, 이때 발생하는 수증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.
(나) 수력 발전소에서는 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지는 물의 낙차를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

예시 답안 에너지 전환 과정은 (가) 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지, (나) 퍼텐셜 에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 에너지 전환 과정을 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

05 ㄴ, ㄷ. 화력 발전과 수력 발전에서는 터빈을 이용하여 발전기를 돌린다. 이때 발전기에서는 전자기 유도 현상이 일어나 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄱ. (가) 화력 발전은 열에너지로 터빈을 돌리고, (나) 수력 발전은 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지는 물의 낙차를 이용하여 터빈을 돌린다.

06 ㄱ. A는 화석 연료를 사용하지 않으며 열에너지를 운동 에너지로 바꾸는 과정이 있으므로 핵발전이다. B는 화석 연료가 에너지원인 화력 발전이다.
ㄷ. 열에너지 → 운동 에너지의 전환 과정이 필요 없는 C는 수력 발전으로 높은 곳에 있는 물의 퍼텐셜 에너지를 이용한다.

오답 피하기 ㄴ. 세 발전 방식 모두 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전자기 유도 현상을 이용하여 전기를 생산하므로 (가)에 해당한다.

07 A는 수력 발전, B는 화력 발전, C는 핵발전이다.
ㄴ. 증기나 물의 흐름을 통해 발전기와 연결된 터빈을 회전시키면 (나)의 발전기에서 전기 에너지가 생산된다.
오답 피하기 ㄱ. (가)는 원자로이며, 핵발전 방식의 원자로에서는 핵분열을 통해 열에너지가 발생한다.
ㄷ. A, B, C는 에너지원에 의해 발전 방식을 나눈 것이다.

개념 더하기 발전소 유형에 따른 에너지 전환 과정

발전소 유형	수력 발전	화력 발전	핵발전
에너지원	물의 낙차	화석 연료	우라늄
에너지 전환	에너지 유형	퍼텐셜 에너지	화학 에너지
	발전기 동력	운동 에너지	
	최종 생산물	전기 에너지	

08 전력 $P=VI$ 이므로 송전 전력 P_0 을 전압 V 로 송전할 때 송전선에 흐르는 전류 $I=\frac{P_0}{V}$ 이다. 송전 과정에서 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환되는데, 이때 손실되는 전력은 손실 전력=(전류)²×저항= $\left(\frac{P_0}{V}\right)^2 \times R$ 이다.

09 $P_{\text{손실}}=I^2R=\left(\frac{P_0}{V}\right)^2 \times R$ 이므로 송전 전압을 n 배로 하면 전류의 세기는 $\frac{1}{n}$ 배, 손실 전력을 $\frac{1}{n^2}$ 배가 된다. 따라서 송전 전압이 10배가 되면 전류의 세기는 $\frac{1}{10}$ 배, 손실 전력은 $\frac{1}{100}$ 배가 된다.

10 손실 전력을 줄이려면 송전 전압을 높여 전류의 세기를 작게 하거나 송전선의 길이를 줄이거나 굵기를 굵게 하여 저항을 작게 한다.

예시 답안 송전선에 흐르는 전류의 세기를 작게 한다(또는 송전 전압을 높인다.). 저항이 작은 송전선을 사용한다.

채점 기준	배점(%)
손실 전력을 줄이는 방법을 2가지 이상 옳게 설명한 경우	100
손실 전력을 줄이는 방법을 1가지만 옳게 설명한 경우	50

11 ㄱ. 송전선의 저항에 전류가 흐르면 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄴ. 송전선의 저항값이 같을 때 송전 전압이 크면 송전선의 손실 전력은 감소한다. A와 B의 저항값이 같으므로 손실 전력은 B가 A보다 크다.

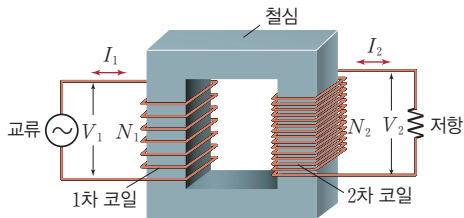
ㄷ. 송전선의 길이가 짧아지면 송전선의 저항값이 감소하므로 송전선의 손실 전력은 감소한다. C의 길이가 짧아질수록 C에서의 손실 전력은 감소한다.

12 ㄱ. 변압기에서 전력 손실이 없을 때 $\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$ 이므로, 코일에 걸리는 전압은 감은 수에 비례한다. $V_1:V_2=N_1:N_2=10:1$ 이므로 1차 코일에 걸리는 전압은 2200 V이다.

오답 피하기 ㄴ. 변압기에서 전력 손실이 없을 때 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}$ 이므로, $I_1:I_2=1:10$ 이고, 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{220\text{ V}}{200\ \Omega}=1.1\text{ A}$ 이므로 1차 코일에 흐르는 전류의 세기는 0.11 A이다.

ㄷ. 가정에서 전기 기구를 사용할 때 전기 기구들은 병렬로 연결되어 있으므로 저항을 추가로 연결할 경우 전체 저항이 작아져 2차 코일에 흐르는 전류의 세기가 증가한다. 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 전류의 세기 비는 일정하므로 1차 코일에 흐르는 전류의 세기도 증가한다.

개념 더하기 변압기의 원리



- 전압은 코일의 감은 수에 비례한다. $\Rightarrow V_1 : V_2 = N_1 : N_2$
- 변압기에서 에너지 손실을 무시하면 입력 전력과 출력 전력은 같다.

$$P_1 = V_1 I_1 = V_2 I_2 = P_2$$

- 전압은 코일의 감은 수에 비례하고, 전류의 세기는 코일의 감은 수에 반비례한다.

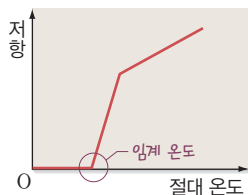
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

- 13 A, B의 송전선에서의 손실 전력이 서로 같으므로 A, B에서 손실 전력 공식을 적용한다. 따라서 $\left(\frac{2P}{V_A}\right)^2 R = \left(\frac{3P}{V_B}\right)^2 4R$ 가 되어 $V_A : V_B = 1 : 3$ 이다.

- 14 ㄱ. 초전도 케이블은 송전선의 전기 저항이 0이기 때문에 손실 전력을 줄여 송전할 수 있다.
 ㄴ. 초고압 변전소의 변압기는 전자기 유도 현상을 이용하여 전압을 변화시킨다.
 ㄷ. 초고압 직류 송전 방식은 기존 교류 송전 방식보다 손실 전력을 줄일 수 있다.

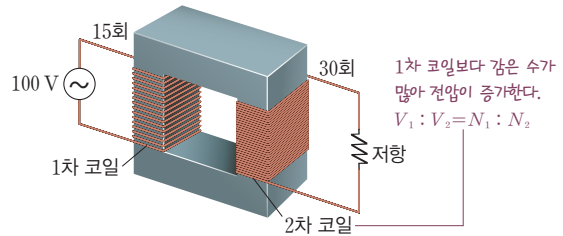
개념 더하기 초전도체

초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이므로 많은 전류가 흘러도 열이 발생하지 않아 손실 전력을 크게 줄일 수 있다.



- 15 변압기의 코일에 걸리는 전압은 코일의 감은 수에 비례하므로, $100 \text{ V} : V_{2차} = 15\text{회} : 30\text{회} = 1 : 2$ 에서 2차 코일에 유도되는 전압은 200 V 이다. 또한 변압기의 코일에 흐르는 전류의 세기는 코일의 감은 수에 반비례하므로, $5 \text{ A} : I_{2차} = 30\text{회} : 15\text{회} = 2 : 1$ 에서 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 2.5 A 이다.

자료 분석하기 변압기에서 코일의 감은 수



- 변압기에서 출력되는 전압은 도선의 감은 수에 비례하므로 도선의 감은 수를 파악하여 비례식을 통해 알아내야 한다.
- 변압기를 이용하여 전압을 높이려면 1차 코일보다 2차 코일을 더 많이 감아야 하고, 전압을 낮추려면 1차 코일보다 2차 코일을 더 적게 감아야 한다.

- 16 ㄱ. (가)는 스마트 그리드(지능형 전력망)에 대한 설명이다.
 ㄴ. (나)는 초고압 직류 송전(HVDC)에 대한 설명으로, 높은 전압으로 전력을 안정적으로 공급할 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. 전선 지중화의 경우 문제가 발생했을 때 공중에 설치했을 때보다 그 지점을 빠르게 파악하는 것 및 보수가 어렵다는 단점이 있다.

- 17 ㄱ. N극을 아래로 향하게 하고 자석을 $-y$ 방향(아래)으로 이동시키면 코일의 위쪽에 N극이 유도되어 ㉠ 방향으로 유도 전류가 흐른다.
 ㄴ. S극을 아래로 향하게 하고 자석을 $+y$ 방향(위)으로 이동시키면 코일의 위쪽에 N극이 유도되어 ㉠ 방향으로 유도 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄷ. S극을 아래로 향하게 하고 자석을 $-y$ 방향(아래)으로 이동시키면 코일의 위쪽에 S극이 유도되어 ㉡ 방향으로 유도 전류가 흐른다.

자료 분석하기 유도 전류의 방향

코일 주위에서 자석이 움직일 때 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.

N극을 가까이 할 때	N극을 멀리 할 때	S극을 가까이 할 때	S극을 멀리 할 때
가까이 한다. 	멀리 한다. 	가까이 한다. 	멀리 한다.
코일 위쪽에 N극이 유도 → 자석을 밀어냄.	코일 위쪽에 S극이 유도 → 자석을 당김.	코일 위쪽에 S극이 유도 → 자석을 밀어냄.	코일 위쪽에 N극이 유도 → 자석을 당김.

- 18 ㄷ. 주상 변압기는 전압을 낮추는 변압기이다.

오답 피하기 ㄱ. 핵발전의 에너지원은 핵연료(우라늄)이다.

ㄴ. 변전소의 변압기는 승압 변압기이므로 1차 코일의 감은 수가 2차 코일의 감은 수보다 적다.

26 태양 에너지와 발전

확인문제

304~306쪽

- 1 수소 핵융합 2 화학 3 화석 연료 4 태양 5 태양광 발전
6 핵발전 7 운동 에너지, 전기 에너지

기본 문제로 개념 다지기

307쪽

- 01 ① 수소, ② 헬륨, ③ 질량 02 태양 에너지 03 (1) ○
(2) × (3) ○ 04 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣ 05 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○
06 (1) × (2) ○ (3) ○ 07 바람의 운동 에너지 → 전기 에너지
08 (1) (가) (2) (나)

01 태양 중심부인 핵에서는 4개의 수소 원자핵들이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵을 만드는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 이때 감소한 질량은 질량 에너지 등가 원리에 따라 에너지로 전환되어 우주로 방출된다.

02 태양 에너지는 생명체가 살아갈 수 있게 하는 근원적인 에너지로 지표에서 일어나는 풍화 및 침식 작용과 바람, 해류 등 자연 현상을 일으킨다.

03 (2) 태양 중심부인 핵에서 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어지는 핵융합 반응이 일어난다.
(3) 질량 에너지 등가 원리에 의해 원자핵에서 손실된 질량은 에너지로 전환된다.

04 ㉠. 태양 에너지가 식물의 광합성에 의해 화학 에너지로 전환된다.

㉡. 태양 에너지에 의해 물과 대기가 순환하는 과정에서 에너지 전환이 일어나 기상 현상과 해수의 순환이 일어난다.
㉢. 태양 에너지가 동식물에 화학 에너지의 형태로 축적되고, 생명체의 유해가 오랫동안 열과 압력을 받으면 화석 연료가 된다.

오답 피하기 ㉣. 화산과 지진은 지구 내부 에너지가 방출되는 과정에서 나타나는 현상이다.

05 (3) 태양광 발전은 빛에너지를 전기 에너지로 전환하는 태양 전지를 이용한 발전 방식이다.

06 (1) 화석 연료를 사용하는 발전 방식은 화력 발전이고, 핵발전의 연료로는 주로 우라늄을 사용한다.

(2) 핵발전은 핵분열할 때 발생하는 열에너지를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

(3) 핵발전은 에너지 효율이 높아 대용량 발전이 가능하다.

07 풍력 발전은 발전기에서 바람의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환시킨다.

08 (1) (가)는 태양광 발전으로, 태양 전지를 이용하여 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환시킨다.

(2) (나)는 핵발전으로, 핵분열에 의해 감소한 질량이 열에너지로 전환된다.

탐구 자료로 기본 다지기

308~309쪽

자료 1 01 (1) 핵 (2) 수소 핵융합 반응

02 ㉠ 감소, ㉡ 에너지 03 ㉢

자료 2 04 ㉠ 05 ㉣

자료 3 06 ㉢ 07 ㉠ 감속재, ㉡ 제어봉 08 ㉢

자료 4 09 태양 에너지 10 ㉢ 11 ㉡

01 태양의 핵에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 태양 에너지가 생성된다.

02 핵반응이 일어날 때 반응 전 총질량에 비해 반응 후 총질량이 감소하는데, 이를 질량 결손(Δm)이라 한다. 질량 결손은 아인슈타인의 질량 에너지 등가 원리에 의해 '질량 결손 × (빛의 속력)²' 만큼의 에너지로 전환된다.

03 ㉠. 수소 핵융합 반응에서 반응 전 수소 원자핵 4개의 질량 합이 반응 후 헬륨 원자핵 1개의 질량보다 크다. 이 과정에서 질량이 감소하고, 감소한 질량에 해당하는 에너지가 방출된다.

오답 피하기 ㉡. 태양이 방출하는 에너지의 약 $\frac{1}{20}$ 억 만 지구에 도달한다.

㉢. 핵융합은 가벼운 원자들이 융합하여 무거운 원자로 핵변환을 일으키는 현상이다.

04 태양광 발전은 진동 소음이 적고, 수명이 길다.

05 ㉠. 태양 전지에서는 빛에너지가 직접 전기 에너지로 전환된다.

㉡. 태양 전지는 p형 반도체와 n형 반도체의 접합면에 빛을 비추었을 때 p형 반도체에서 n형 반도체로 전자가 이동하면서 전류가 흐르는 원리로 전기를 생산한다.

오답 피하기 ㉢. 전자는 (가) → A → 전기 기구 → B → (나)로 이동한다. 전자의 이동 방향과 전류의 방향은 반대이므로 전기 기구에 흐르는 전류의 방향은 B → 전기 기구 → A이다.

06 ㉠. 느린 중성자가 우라늄에 흡수된 후 핵분열이 일어나고, 이때 생긴 중성자들이 다시 우라늄에 흡수되면서 연쇄 반응이 일어난다. 이때 연쇄 반응의 속도를 조절하기 위하여 중성자의 속도를 느리게 하는 감속재와 중성자를 흡수하는 제어봉을 사용한다.

오답 피하기 ㄱ. 반응 전 질량의 합은 반응 후 질량의 합보다 크고, 반응 과정에서 감소한 질량만큼 에너지가 발생한다.
 ㄴ. 원자로에서는 핵에너지가 열에너지로 전환되고, 수증기의 운동 에너지로 다시 전환되어 발전기의 터빈을 돌린다.

07 감속재는 우라늄이 핵분열할 때 방출되는 중성자의 속도를 느리게 하여 연쇄 반응이 계속 일어나게 하고, 제어봉은 기하급수적으로 증가하는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 조절한다.

08 핵발전 과정에서는 핵폐기물이 발생하고, 단 한 번의 사고로도 피해가 크게 발생한다.

09 태양 에너지가 지구에 도달하여 지표면이 가열되면 대기가 순환하여 바람이 분다.

10 ㄱ, ㄴ. 풍력 발전은 바람의 운동 에너지가 터빈을 돌려 전자기 유도 현상에 의해 전기를 생산한다.

오답 피하기 ㄷ. 풍력 발전소는 바람이 지속적으로 잘 부는 지역에 설치해야 하므로 발전 지역이 제한된다.

11 풍력 발전은 이미 제작된 부품을 조립하므로 설치 기간이 짧다. 또 바람의 운동 에너지가 직접 전기 에너지로 전환되므로 에너지 효율이 높다.

학교 시험 문제로 실력 올리기

310~313쪽

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

고난도 문제 도전하기

19 ㄴ, ㄷ 20 ①

01 ㄴ. 핵에서는 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어진다. 따라서 시간이 지남에 따라 헬륨의 양은 증가한다.

ㄷ. 핵융합 과정에서 발생한 태양 에너지는 지구에서 일어나는 에너지 순환의 근원이다.

오답 피하기 ㄱ. A는 태양의 핵으로, 핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나 태양 에너지가 생성된다.

02 영희, 민수: 생성된 헬륨 원자핵 1개의 질량은 반응 전 수소 원자핵 4개의 질량의 합보다 작다. 이때 질량 결손이 일어나며 결손된 질량은 에너지로 전환된다.

오답 피하기 철수: 태양에서 에너지를 생성하는 수소 핵융합 반응은 온도가 1500만 K 이상인 태양의 중심 핵에서 일어난다.

개념 더하기 태양 에너지의 생성



- 수소 핵융합 반응: 수소 원자 4개가 융합하여 1개의 헬륨 원자핵을 만드는 반응이다.
- 질량 결손: 헬륨 원자 1개의 질량은 수소 원자 4개의 질량 합보다 약 0.7 % 작으므로, 핵융합 반응 후의 질량은 반응 전보다 줄어드는 질량 결손이 일어난다.

03 ㄴ, ㄷ. 수소 핵융합 반응에서는 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 융합되면서 질량 결손만큼 에너지가 발생한다.

오답 피하기 ㄱ. 수소 핵융합 과정이다. 헬륨 핵융합 과정은 별의 진화 과정 중 적색 거성 또는 초거성 단계에서 헬륨 원자핵들이 반응하여 탄소, 질소 등의 무거운 원자핵이 생성되는 과정이다.

04 태양 에너지는 기권과 수권에 열에너지의 형태로 흡수되어 분자 운동을 활발하게 하여 물을 증발시킨다. 수증기가 상승하면서 물방울로 응결되며 구름을 형성하고 기상 현상이 나타나는 과정에서 태양 에너지는 역학적 에너지로 전환되었다.

05 ② 밀물과 썰물은 달과 지구 사이의 인력에 의해 발생하는 현상이다.

오답 피하기 ①, ③ 태양 에너지는 지구에서 순환하는 동안 기상 현상, 해수의 순환을 일으킨다.

④ 태양 에너지가 식물의 광합성에 의해 화학 에너지로 저장된다.

⑤ 태양 에너지가 동식물에 화학 에너지의 형태로 축적되고, 생명체의 유해가 오랫동안 열과 압력을 받으면 화석 연료가 된다.

06 ㄱ. (가)의 광합성 과정에서 태양 에너지는 화학 에너지로 전환된다.

ㄴ. (나)의 바람은 태양 에너지가 공기의 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지로 전환된 것이다.

ㄷ. 태양 에너지는 지구상에서 거의 모든 에너지의 근원이다.

07 태양광 발전은 태양에서 방출되는 빛에너지를 발전기 없이 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.

08 ㄱ. 태양 전지에 빛을 비추는 즉시 전자가 움직이면서 전류가 흘러 전기 에너지가 생성된다.

ㄴ. 태양 전지를 이용하면 태양에서 오는 빛에너지가 전기 에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄷ. 태양 전지 1개에서 생산되는 전력은 매우 작다. 따라서 높은 전력을 얻기 위해서는 넓은 설치 면적이 필요하다.

09 ㄱ, ㄴ. 태양 에너지는 자원 고갈의 염려가 없고, 발전 과정에서 온실 가스나 대기 오염 물질을 발생시키지 않는다.

오답 피하기 ㄴ. 태양광 발전은 발전 효율이 비교적 낮아 높은 전력을 얻기 위해서는 넓은 설치 면적이 필요하다.

ㄷ. 계절과 날씨에 따라 일조량이 달라지므로 안정적인 전력 생산이 어렵다.

10 ㄷ. 핵발전시 증기를 물로 바꾸기 위한 냉각수가 바다로 흘러 해수의 온도가 상승할 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 핵발전은 화석 연료를 사용하지 않으므로 화력 발전에 비해 환경 오염 문제를 일으키는 이산화 탄소의 배출량이 적다.

ㄴ. 핵발전은 우라늄의 핵분열 과정에서 연쇄 반응에 의해 전기 에너지가 발생한다.

11 태양광 발전은 날씨의 영향을 많이 받는데, 계절과 일조량에 따라 발전 시간이 제한적이다. 또, 태양 전지 1개에서 생산되는 전력이 매우 작아 넓은 설치 면적이 필요하고, 다른 발전 방식에 비해 발전 효율이 낮다.

예시 답안 저렴하고 높은 효율의 태양 전지를 개발한다. 태양 궤도에 따라 태양 전지가 움직이는 태양광 발전을 개발한다. 고효율 에너지 저장 장치를 개발한다.

채점 기준	배점(%)
태양광 발전의 개선 방안을 2가지 이상 옳게 설명한 경우	100
태양광 발전의 개선 방안을 1가지만 옳게 설명한 경우	50

12 ㄱ. 우라늄에 충돌시켰을 때 핵분열이 일어나므로 A 입자는 중성자이다.

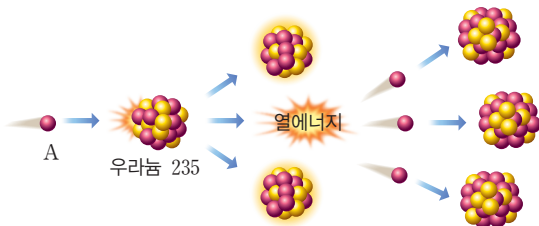
ㄷ. 원자로에서는 핵분열할 때 발생한 열에너지를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

오답 피하기 ㄴ. 핵분열 반응 후에 원래보다 질량이 감소하므로 질량은 보존되지 않는다.

자료 분석하기 핵분열 과정

원자로에서 핵분열이 일어나는 과정은 다음과 같다.

- 우라늄에 속도가 느린 중성자를 충돌시키면 핵분열이 일어나 중성자와 에너지를 방출한다.
- 방출된 중성자는 근처의 다른 우라늄과 충돌하여 연쇄적으로 핵분열을 일으킨다.



➡ 핵발전소에서는 핵반응에 의해 발생하는 열로 물을 가열하여 증기를 발생시켜 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

13 핵에너지는 에너지 효율이 높아 대용량 발전이 가능하지만, 원료가 언젠가는 고갈되고 한 번의 사고로 피해가 크다. 또한 냉각수의 배출로 해수의 온도가 상승한다.

14 ㄴ. 풍력 발전은 바람의 세기와 방향이 계속 변하므로 정확한 발전량을 예측하기 어려워 에너지 저장 장치가 필요하다.

ㄷ. 풍력 발전은 소음 발생이 심해서 사람과 야생 동물에게 나쁜 영향을 주기도 한다.

오답 피하기 ㄱ. 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용해 날개, 터빈을 돌려 발전기에서 전기 에너지를 생산한다.

15 ㄱ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를, 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하므로 날씨의 영향을 많이 받는다.

ㄷ. 태양광 발전과 풍력 발전 모두 환경 오염 물질을 배출하지 않는 청정 에너지이다.

오답 피하기 ㄴ. 풍력 발전은 발전기를 돌려 발전하지만 태양광 발전은 발전기 없이 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

16 **예시 답안** 감속재는 중성자의 속력을 느리게 하고, 제어봉은 중성자를 흡수하여 핵분열 속도를 조절한다.

채점 기준	배점(%)
감속재와 제어봉의 역할을 모두 옳게 설명한 경우	100
감속재와 제어봉의 역할 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

17 (가)는 풍력 발전, (나)는 태양광 발전, (다)는 핵발전이다.

ㄱ. (가)와 (나)에서 근원 에너지는 모두 태양 에너지로 서로 같다.

ㄷ. (가)는 날씨에 따라 발전량이 다르므로 (다)는 (가)에 비해 발전량 예측이 쉽다.

오답 피하기 ㄴ. (가)는 바람이 많이 불고 소음이 발생하지 않는 장소에 설치해야 하므로 설치 장소에 제약을 받는다.

18 에너지 전환 효율이 높아야 같은 에너지를 전기 에너지로 많이 전환시킬 수 있다.

19 ㄴ. 수소 핵융합 반응에서 수소(H) 4개의 질량 합이 헬륨(He) 1개의 질량보다 크므로 질량 결손에 의해 에너지가 발생한다.

ㄷ. 질량 결손에 의한 에너지는 질량 에너지 등가 원리로 설명할 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 핵발전에서 나타나는 반응은 핵분열 반응이다.

20 ㄱ. (가)는 핵발전 방식으로, 열에너지를 전기 에너지로 전환시키기 위해 발전기가 필요하다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 태양광 발전 방식으로, 빛에너지가 전기 에너지로 직접 전환된다. 따라서 발전기를 필요로 하지 않으므로 전자기 유도 현상으로 설명할 수 없다.

ㄷ. (다)는 풍력 발전 방식으로, 에너지의 근원은 태양 에너지이다.

27 신재생 에너지와 지속 가능한 발전

확인문제

314~316쪽

1 화석 연료 2 파력 3 해수면 4 전기 5 친환경 에너지 도시 6 적정 기술

기본 문제로 개념 다지기

317쪽

01 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × 02 (1) ○ (2) ○ (3) ×
03 (1) 조력 (2) 파력 04 ㉠ 물, ㉡ 전기, ㉢ 산화 05 (1) ×
(2) ○ (3) ○ (4) ○ 06 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○

- 01 (1) 화석 연료는 매장량이 한정되어 있어 고갈의 위험이 있다.
(2), (4) 화석 연료는 탄소(C)를 포함하므로 연소 후 이산화 탄소(CO_2)가 배출되며, CO_2 는 지구 온난화를 가속화시켜 기후를 변화시키는 등 다양한 환경 문제를 일으킨다.
(5) 대표적인 화석 연료에는 석탄, 석유, 천연가스 등이 있다.
- 02 (1) 신재생 에너지는 태양, 물, 파도, 밀물과 썰물, 수소 등을 이용하는 것이므로 자원 고갈의 염려가 없다.
(2) 신재생 에너지는 발전 과정에서 대기 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.
(3) 신재생 에너지는 기후 및 조류 조건 등의 환경에 따라 발전량에 차이가 나므로 항상 화력 발전보다 에너지 효율이 높은 것은 아니다.
- 03 밀물과 썰물로 인한 해수면 높이 차이를 이용한 발전 방법은 조력 발전이고, 파도의 운동 에너지를 이용한 발전 방법은 파력 발전이다.
- 04 연료 전지는 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 반응의 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.
- 05 (1) 친환경 에너지 도시는 화석 연료를 사용하지 않도록 설계한다.
(2), (3) 친환경 에너지 도시는 화석 연료 대신 신재생 에너지를 활용하여 전기와 열에너지를 생산할 수 있도록 설계한다.
(4) 친환경 에너지 도시는 그 지역의 기후 및 지역 조건의 특성을 고려하여 효율적으로 에너지를 생산하도록 설계한다.
- 06 (1) 적정 기술은 과학 기술의 혜택에서 소외된 사람들을 위한 가장 단순한 수준의 기술이다.
(2) 적정 기술은 대규모 사회 기반 시설을 필요로 하지 않으며, 해당 지역과 공동체의 특성에 맞는 가장 단순한 수준의 기술이다.
(5) 대표적인 적정 기술에는 생명 빨대, 페달 세탁기, 큐-드럼, 와카 워터 탑, 향아리 냉장고 등이 있다. 수소 연료 전지는 높은 수준의 기술이 필요한 신에너지이다.

탐구 자료로 기본 다지기

318쪽

자료 1 01 (1) 산소 (2) 수소 02 ㉠ 화학, ㉡ 전기
03 ㉢
자료 2 04 향아리 냉장고(팻 인 팻 쿨러) 05 ㄱ, ㄴ
06 ㉢

- 01 물을 분해하면 (+)극에서 산소 기체가 발생하고, (-)극에서 수소 기체가 발생한다.
- 02 연료 전지는 산화 환원 반응을 이용하여 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

개념 더하기 물의 분해와 연료 전지

물의 분해 반응과 연료 전지에서 일어나는 반응은 서로 반대 반응이다.

물의 분해 반응	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
연료 전지의 반응	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

- 03 ㉢ 수소가 내놓은 전자는 도선을 따라 이동하고, 수소 이온(H^+)은 전해질을 따라 이동하면서 전류가 흐른다.
오답 피하기 ㉠ (-)극에서 수소(H_2)는 전자를 잃고 산화된다.
 $\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
㉡ (+)극에서 산소(O_2)가 수소 이온(H^+), 전자(e^-)와 반응하여 물이 생성된다.
 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
㉣ (-)극에서 수소가 산화되면서 내놓은 전자가 (+)극으로 이동하므로 (+)극에서 전자를 얻는 반응, 즉 환원 반응이 일어난다.
㉤ (나)의 연료 전지에서 사용하는 연료는 수소(H_2)이다.
- 04 큰 향아리와 작은 향아리 사이에 모래를 채우고 물을 부은 후 젖은 천으로 덮으면, 물이 증발하면서 작은 향아리 안의 온도가 낮아져 농작물을 신선하게 보관할 수 있다.
- 05 ㄱ, ㄴ. 큰 향아리와 작은 향아리 사이에 들어 있는 젖은 모래 속 물이 기화하면서 열을 흡수하여 작은 향아리의 온도를 낮추는 원리를 이용한 것이다. 이 장치는 음식물이나 곡식을 신선하게 보관하는 데 사용한다.
오답 피하기 ㄷ. 공기 중의 수증기가 액화되어 생긴 물을 모아 사용하는 적정 기술은 와카 워터 탑이다.
- 06 ㄱ. (가)는 큐-드럼으로, 멀리 떨어진 곳에서 물을 담아 올 때 굴리면서 옮기기 쉽도록 바퀴 형태로 만든 적정 기술이다.
ㄴ. (나)는 와카 워터 탑으로, 사막과 같은 건조한 지역에서 공기 중의 수증기가 액화되는 것을 모아 물을 얻는 적정 기술이다.
오답 피하기 ㄷ. 적정 기술은 과학 기술의 혜택에서 소외된 사람들을 위해 만들어진 기술로, 그 공동체의 특성에 맞는 가장 단순한 수준의 기술이다.

학교 시험
문제로 실력 올리기

319~321쪽

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

고난도 문제 도전하기
12 ① 13 ②

01 ② 화석 연료는 재사용이 어렵다.

오답 피하기 ① 세계의 연료 소비 중 가장 많은 것은 화석 연료이므로 (가)는 화석 연료이다.

③ 화석 연료는 매장량이 한정되어 있어 고갈의 위험이 있다.

④ 화석 연료는 탄소(C)를 포함하므로 연소 후 이산화 탄소(CO₂)가 배출되어 지구 온난화를 일으킨다.

⑤ 화석 연료는 과거 지구에 살았던 동식물의 유해가 지층 속에서 오랜 시간 동안 높은 열과 압력을 받아 형성된 에너지 자원이다.

02 ㄱ. 신재생 에너지는 신에너지와 재생 에너지의 합성어로, 친환경 에너지이다.

ㄴ. 태양, 지열, 물, 파도, 조류 등을 이용하므로 지속 가능하며, 에너지 자원이 고갈되지 않는다.

오답 피하기 ㄷ. 신재생 에너지는 화석 연료에 비해 환경 오염 물질을 적게 배출하므로 친환경 에너지이다.

03 신재생 에너지는 인류가 가장 많이 의존하는 에너지원인 화석 연료의 고갈에 대비하는 친환경적 에너지로 고갈의 염려가 없다. 신에너지는 수소 에너지, 연료 전지, 석탄의 액화 및 가스화와 같이 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하는 에너지이고, 재생 에너지는 햇빛, 강수, 파도와 같은 자연이나 생물 유기체 등을 변환하여 이용하는 에너지이다.

예시 답안 ㉠ 화석 연료의 고갈, ㉡ 수소 에너지, 연료 전지, 석탄의 액화 및 가스화

채점 기준	배점(%)
㉠을 옳게 설명하고, ㉡에서 2가지를 모두 옳게 쓴 경우	100
㉠을 옳게 설명하고, ㉡에서 1가지만 옳게 쓴 경우	75
㉠과 ㉡ 중 1가지만 옳게 쓴 경우	50

04 그림은 조력 발전의 원리를 나타낸 것이다.

④ 조력 발전은 조수 간만의 차이가 큰 지역에만 설치할 수 있으므로 설치 장소에 제약이 받는다.

오답 피하기 ① 조력 발전은 초기 건설 비용이 많이 든다.

② 조수 간만의 차이를 이용하여 친환경적이므로 환경 오염 물질이 배출되지 않는다.

③ 밀물과 썰물로 인한 해수면 높이 차이를 이용한 발전 방식으로, 밀물 때 바닷물을 유입하여 터빈을 돌리고 썰물 때 수문을 열어 물을 방출한다.

⑤ 밀물과 썰물 시간을 고려해야 하므로 발전 장치를 돌리는 시간을 마음대로 조절할 수 없다.

05 ㄱ. 파력 발전은 파도의 운동 에너지를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

오답 피하기 ㄴ. 파력 발전은 기후나 파도 상황에 따라 발전량에 차이가 있다.

ㄷ. 파력 발전은 파도의 상하 및 좌우 운동을 이용하여 전기를 생산하는 방식이며, 조수 간만의 차이를 이용하여 전기를 생산하는 방식은 조력 발전이다.

06 ㄱ. 우리나라는 일사량이 비교적 많은 편이므로 태양광 발전을 이용하여 전기 에너지를 생산할 수 있다.

ㄷ. 우리나라는 동해안보다 서해안의 조수 간만의 차이가 크므로 서해안에 조력 발전소를 건설하여 에너지를 생산하는 것이 좋다.

오답 피하기 ㄴ. 수력 발전은 물의 퍼텐셜 에너지 차이를 이용하여 전기 에너지를 생산하는 발전이므로 바다보다는 강에서 물을 가두기 위한 구조물을 건설하는 것이 좋다.

07 ㄱ. (가)는 물의 전기 분해 장치로, (+)극에서 산소 기체가 발생하고, (-)극에서 수소 기체가 발생한다.

ㄴ. (나)는 연료 전지로, (-)극에 수소 기체를 공급하면 수소 기체가 전자를 잃고 산화되어 수소 이온이 되고, 분리된 전자가 도선을 통해 (+)극으로 이동하므로 전류가 흐른다.

ㄷ. 연료 전지는 에너지 전환 과정이 단순하여 열 손실이 적으므로 에너지 효율이 좋다.

08 ㄴ. 태양광 발전을 이용하여 냉난방용 전기 에너지 또는 열 에너지를 공급하기도 한다.

ㄷ. 신재생 에너지는 지역의 특성에 따라 적용할 수 있는 발전 방식이 다르므로 지역의 특성을 고려하여 설계해야 한다.

오답 피하기 ㄱ. 친환경 에너지 도시는 화석 연료의 사용 비율을 낮추고, 친환경적 신재생 에너지의 사용 비율을 높임으로써 환경 문제와 에너지 문제를 함께 해결할 수 있도록 설계한 도시이다.

09 ㄱ. 화석 연료 대신 태양광 발전과 폐기물을 이용한 열병합 발전으로 전기 에너지를 생산한다.

ㄴ. A는 태양 전지판으로, 태양 에너지를 전기 에너지로 전환할 수 있다.

오답 피하기 ㄷ. 태양광 발전은 흐린 날에 에너지를 생산하기 어렵다.

10 ㄱ. 적정 기술은 현지의 기술과 노동력을 활용하고, 적은 자원과 에너지를 소비해야 한다.

오답 피하기 ㄴ. 지속 가능한 에너지원을 이용해야 한다.

ㄷ. 간단하고 상황에 따라 변형이 쉬워야 하며, 빈곤 문제 해결에 도움을 주어야 한다.

11 ㄴ. 생명 빨대는 오염된 물에 있는 세균과 기생충 등을 걸러내므로 수인성 전염병을 예방할 수 있는 기구이다.

ㄷ. 오염된 물을 정화하여 마시는 데 사용한다.

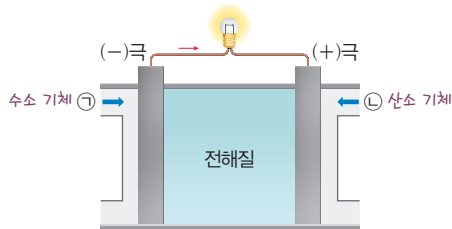
오답 피하기 ㄱ. 오염된 물에 빨대를 꽂고 흡입하여 물을 마시므로 이 기구를 이용할 때 전기 에너지는 필요하지 않다.

- 12** ㄱ. (-)극에서 전자(e^-)가 나오므로 산화 반응이 일어난다. 수소(H_2)는 ① 쪽으로 들어가 전자를 내놓고 산화되어 수소 이온(H^+)이 되고, 이때 내놓은 전자는 도선을 따라 (+)극으로 이동한다.

오답 피하기 ㄴ. ㉠ 쪽으로는 산소(O_2)가 들어가 전자, 수소 이온(H^+)과 반응하여 물(H_2O)이 생성된다.

ㄷ. 연료 전지에서는 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

자료 분석하기 연료 전지



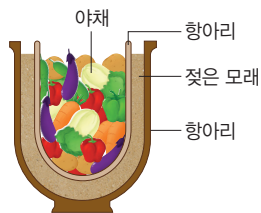
- ① (-)극에서 수소가 전자를 잃고 산화되어 수소 이온과 전자로 분리된다. $\Rightarrow$ ① 쪽으로 수소(H_2)가 들어간다.
 ② 수소 이온은 전해질을 통해 (-)극에서 (+)극으로 이동하고, 전자는 도선을 통해 (-)극에서 (+)극으로 이동한다.
 ③ (+)극에서 수소 이온, 전자, 산소가 결합하여 물이 생성된다. $\Rightarrow$ ㉠ 쪽으로 산소(O_2)가 들어간다.

- 13** ㄷ. 향아리 냉장고는 큰 향아리와 작은 향아리 사이의 젖은 모래 속의 물이 기화하면서 열(기화열)을 흡수하여 작은 향아리 내부의 온도가 내려가는 성질을 이용한 장치이다.

오답 피하기 ㄱ. 적정 기술은 전문가 없이 쉽게 이용할 수 있다.
 ㄴ. 향아리 냉장고는 물의 상태 변화에서 흡수하는 열을 이용한 장치로 화석 연료가 필요하지 않다.

통합형 문제 분석하기

향아리 냉장고(팻 인 팻 쿨러)



- 적정 기술: 과학 기술의 혜택에서 소외된 사람들을 위한 것으로 그 공동체의 특성에 맞는 가장 단순한 수준의 기술이다.
- 향아리 냉장고: 냉장고가 보급되지 않은 더운 지역에서 야채 등을 신선하게 보관할 수 있는 적정 기술이다.
- 향아리 냉장고의 원리: 두 향아리 사이에 젖은 모래를 넣고, 안쪽 향아리 내부에 야채 등을 넣는다. 젖은 모래의 물이 증발하면서 기화열을 흡수하므로 안쪽 향아리 내부의 온도가 낮게 유지된다. 물이 모두 증발하면 모래에 물을 보충하면 된다.

IX단원 마무리

322~327쪽

핵심 정리 단원 마무리하기

- ① 전자기 유도 ② 세다 ③ 운동 에너지 ④ 전기 에너지
 ⑤ 핵발전 ⑥ 전력 ⑦ 송전 전류 ⑧ 작게 ⑨ 높은
 ⑩ 변압기 ⑪ 비례 ⑫ 반비례 ⑬ 수소 핵융합 ⑭ 태양 전지
 ⑮ 질량 결손 ⑯ 이산화 탄소 ⑰ 운동 에너지
 ⑱ 이산화 탄소 ⑲ 파력 ⑳ 조력 ㉑ 연료 전지 ㉒ 적정 기술

실력 점검 IX단원 평가하기

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

서술형 문제 대비하기

16~18 해설 참조

- 01** 자석의 N극을 코일에 넣는 순간 코일의 위쪽에 N극이 형성된다. 즉, 코일의 위쪽에 N극이 형성되면 검류계의 바늘은 왼쪽으로 움직이고, 코일의 위쪽에 S극이 형성되면 검류계의 바늘은 오른쪽으로 움직인다.

ㄱ. 자석의 N극을 코일로부터 멀리 하면 코일의 위쪽에 S극이 형성되어 검류계의 바늘은 오른쪽으로 움직인다.

ㄴ. 자석의 S극을 코일에 넣는 순간 코일의 위쪽에 S극이 형성되어 검류계의 바늘은 오른쪽으로 움직인다.

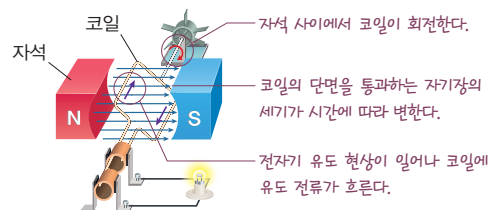
오답 피하기 ㄷ. 자석의 S극을 코일로부터 멀리 하면 코일의 위쪽에 N극이 형성되어 검류계의 바늘은 왼쪽으로 움직인다.

- 02** ㄴ. 코일이 회전하는 동안 코일의 단면을 통과하는 자기장의 세기가 증가, 감소를 반복하므로 전류의 방향은 계속 변한다.

ㄷ. 코일의 회전 속력이 빠를수록 유도 전류의 세기도 세진다.

오답 피하기 ㄱ. 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

자료 분석하기 발전기



- 발전기: 전자기 유도 현상을 이용하여 전기를 생산하는 장치
- 발전기에서의 에너지 전환: 운동 에너지 $\rightarrow$ 전기 에너지

- 03** ㄴ, ㄷ, ㄹ. 화력 발전과 핵발전은 각각 화석 연료, 우라늄의 핵에너지를 이용하여 물을 끓이고 이때 발생한 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다. 이때 발전기에서는 전자기 유도 현상에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄱ. 화력 발전은 석탄, 석유와 같은 화석 연료를, 핵발전은 우라늄의 핵에너지를 이용한다.

04 $P_{\text{송전}} = VI$ 이므로 송전 전압이 같을 때 송전 전류의 세기는 송전 전력에 비례한다. 따라서 $I_A : I_B = P_0 : 5P_0 = 1 : 5$ 이다.

05 $P_{\text{손실}} = I^2 R$ 에서 송전선에 의한 손실 전력은 송전 전류의 세기의 제곱과 송전선의 저항값의 곱에 비례한다. 따라서 $P_a : P_b = (1^2 \times 1) : (5^2 \times 2) = 1 : 50$ 이다.

06 ㄴ. 변압기에서 전력 손실이 없을 때 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ 의 관계가 있다. 따라서 $I_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2$ 이다.

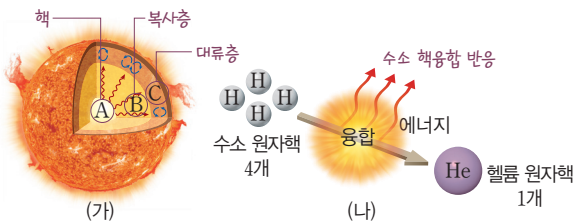
오답 피하기 ㄱ. 1차 코일에 걸리는 전압은 2차 코일에 걸리는 전압의 $\frac{N_1}{N_2}$ 배이다.

ㄷ. 송전 전력이 같을 때 $P_{\text{송전}} = V_{\text{송전}} I$ 이므로 송전 전압이 클수록 송전선에 흐르는 전류의 세기가 감소한다. 송전선에서 손실되는 전력은 $P_{\text{손실}} = I^2 R = \left(\frac{P_{\text{송전}}}{V_{\text{송전}}}\right)^2 R$ 이므로 송전 전압이 클수록 손실 전력은 감소한다.

07 ㄴ, ㄷ. 태양 내부의 핵은 온도가 높아 수소 핵융합 반응이 일어나 막대한 에너지를 방출하게 된다. 수소 핵융합 반응에서 헬륨 원자핵 1개의 질량은 수소 원자핵 4개의 질량보다 작고, 이 질량 결손만큼 에너지가 발생한다.

오답 피하기 ㄱ. A, B, C는 각각 핵, 복사층, 대류층이다. 수소 핵융합 반응은 A에서 일어난다.

자료 분석하기 태양 에너지의 생성



- 핵: 핵의 온도는 약 1500만 K로, 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어지는 수소 핵융합 반응이 일어난다.
- 질량 결손: 헬륨 원자핵 1개의 질량은 수소 원자핵 4개의 질량 합보다 작다. 이때 줄어든 질량(Δm)은 질량 에너지 등가 원리에 따라 에너지(E)로 전환되어 우주로 방출된다.

$$E = \Delta mc^2 (c: \text{빛의 속도})$$

08 ㄱ. (가)는 광합성 과정으로, 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.

ㄴ. (나)의 바람은 태양 에너지가 역학적 에너지로 전환된 것이다.

ㄷ. (다)는 수력 발전으로, 태양 에너지가 높은 곳에 위치한 물의 퍼텐셜 에너지로 저장되어 있다가 낮은 곳으로 떨어지면서 운동 에너지로 전환되어 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

09 ㄴ. 태양광 발전 효율은 햇빛이 강할수록, 태양 전지판의 설치 면적이 넓을수록 높다.

오답 피하기 ㄱ. 핵발전은 발전 시간에 제한을 받지 않는다.

ㄷ. 발전시 이산화 탄소 배출량은 화력 발전이 태양광 발전보다 많다.

10 ㄴ. 핵분열 과정에서는 막대한 양의 열에너지가 발생한다.

ㄷ. 핵발전은 터빈과 연결된 발전기가 회전하여 전기 에너지를 생산한다.

오답 피하기 ㄱ. ㉠은 우라늄, 플루토늄과 같은 핵연료이다.

11 ㄱ. 태양 에너지는 열에너지의 형태로 지구의 대기와 해수에 흡수되어 순환 과정을 거치고, 이 과정에서 바람의 운동 에너지로 전환된다.

오답 피하기 ㄴ. 풍력 발전은 발전기를 사용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄷ. 풍력 발전 과정에서 소음이 발생하므로 설치 장소에 제약이 있다.

개념 더하기 풍력 발전

- 발전 방식: 바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기와 연결된 날개를 돌려 전기 에너지를 생산한다.

장점	단점
• 환경 오염을 일으키지 않는다. • 설치 기간이 짧고 발전 효율이 높다. • 산간, 해안, 방조제 등 사람이 많이 살지 않는 곳에 설치할 수 있다.	• 발전 지역이 제한적이다. • 정확한 발전량을 예측하기 어렵다. • 소음 발생이 심해서 사람과 야생 동물에게 나쁜 영향을 주기도 한다. • 강한 바람에는 고장이나 안전 문제로 날개 회전을 멈추어야 하며, 새와 충돌하는 문제도 발생한다.

12 ㄱ. 밀물 때 저수지로 바닷물을 유입하면서 터빈을 돌려 발전하고, 썰물 때 수문을 열어 물을 방출하는 발전 방식을 조력 발전이라고 한다.

ㄴ. 조력 발전은 밀물과 썰물로 인한 해수면 높이 차를 이용해서 전기 에너지를 생산하므로 고갈의 위험이 없고 오염 물질을 배출하지 않는다.

ㄷ. 조력 발전은 조수 간만의 차이가 큰 지역에만 설치할 수 있고, 건설 비용이 많이 들며 갯벌 등 해양 생태계를 파괴하는 문제점이 있다.

13 ㄱ. 물을 전기 분해하면 (+)극에서 산소 기체가 발생하고, (-)극에서 수소 기체가 발생한다.

ㄴ. (-)극에서 생성되는 수소 기체는 연료 전지의 연료로 사용된다.

오답 피하기 ㄷ. 물을 전기 분해 하면 (-)극에서 수소 기체가, (+)극에서 산소 기체가 생성된다. 이때 생성되는 기체의 부피비는 (-)극 : (+)극 = 수소 기체 : 산소 기체 = 2 : 1이므로 (+)극에서 생성된 기체의 부피는 (-)극에서 생성된 기체의 부피보다 작다.

I 물질의 규칙성과 결합

01. 우주 초기에 만들어진 원소

2~3쪽

01 (가) 빅뱅 우주론, (나) 정상 우주론 02 (가) 감소, (나) 일정
 03 (가) 감소, (나) 일정 04 (가) 05 × 06 ○ 07 ○
 08 ○ 09 × 10 ○ 11 ○ 12 중성자 13 ㉠ 14 ㉡
 15 ㉢ 16 ㉣ 17 A: 원자, B: 원자핵, C: 전자, D: 양성자(중
 성자) 18 원자 19 우주 배경 복사 20 빅뱅 우주론 21 기본
 입자 → 양성자 → 헬륨 원자핵 → 수소 원자 22 ㉠ 23 ㉣
 24 ㉡ 25 × 26 ○ 27 × 28 A: 방출 스펙트럼, B: 연속
 스펙트럼, C: 흡수 스펙트럼 29 ㉠ 30 ㉣ 31 ㉡ 32 (가) 방
 출 스펙트럼, (나) 흡수 스펙트럼

01 (가)는 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도와 온도가 감소하는 빅뱅 우주론이고, (나)는 우주가 팽창하더라도 새로운 은하가 생성되어 우주의 밀도와 온도가 계속 일정하게 유지되는 정상 우주론이다.

08 빅뱅 우주론에서는 대폭발로 우주가 탄생한 이후 물질들이 생성되었고, 우주가 팽창함에 따라 온도와 밀도가 계속 낮아져 현재의 우주가 되었다고 설명한다.

09 초기 우주에서 처음에는 양성자 수와 중성자 수가 비슷하였으나, 우주의 온도가 낮아짐에 따라 중성자에서 양성자로의 변환만 일어나게 되면서 양성자의 수가 더 많아졌다.

12 초기 우주에서 물질이 생성된 순서는 기본 입자(쿼크와 전자) → 양성자와 중성자 → 헬륨 원자핵 → 원자 순이다.

17 기본 입자인 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자(D)를 형성하였고, 양성자와 중성자는 원자핵(B)을 형성하였다. 원자핵과 전자(C)는 원자(A)를 형성하였다. 원자는 전기적으로 중성이며, 물질을 구성하는 가장 기본적인 입자이다.

18 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때, 전자와 원자핵이 결합하여 원자가 형성되면서 빛이 전자의 방해를 받지 않고 자유롭게 우주 공간을 진행할 수 있게 되었다.

19 빅뱅 이후 약 38만 년이 지나 우주의 온도가 약 3000 K이 되었을 때 원자가 형성되면서 방출된 우주 배경 복사가 현재는 우주 팽창으로 파장이 길어져 약 3 K에 해당하는 복사 에너지로 관측된다.

14 ㄱ. (가)는 페달 세탁기의 원리를 설명한 것이다.
 ㄴ. (나)는 와가 워터 탑의 원리를 설명한 것이다. 와가 워터 탑은 사막 등 건조한 지역의 식수난 해결에 도움을 준다.
오답 피하기 ㄷ. (가)는 페달 세탁기, (나)는 와가 워터 탑이다. (가)는 회전력을 이용하여 빨래를 하고, (나)는 상태 변화를 이용하여 물을 얻는다.

15 ㄱ. 생명 빨대는 오염된 물을 간편하게 정화하여 사용할 수 있는 적정 기술이다. 사용자가 빨대로 물을 빨아들이면 빨대 속 정수 장치를 통해 물이 정화된다.
 ㄷ. 오염된 물을 정수하여 마실 수 있으므로 수인성 전염병 예방에 도움을 준다.

오답 피하기 ㄴ. 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하여 사용하는 것은 연료 전지이다. 생명 빨대는 사용자가 빨아들이는 힘만으로 정수가 가능한 장치이다.

16 화력 발전소에서는 화석 연료를 연소시켜 발생하는 열에너지로 물을 끓이고 이때 발생하는 수증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

예시 답안 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지

채점 기준	배점(%)
화력 발전의 에너지 전환 과정을 4단계로 옳게 설명한 경우	100
화력 발전의 에너지 전환 과정 중 일부만 옳게 설명한 경우	40

17 송전 과정에서 송전선의 저항에 열이 발생하므로 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 전력이 손실된다. '손실 전력 = (전류)² × 저항'이므로 전력의 손실을 줄이기 위해서는 송전 전류의 세기를 작게 하거나 송전선의 저항을 작게 한다. 송전 전류의 세기를 작게 하려면 송전 전력이 일정하므로 송전 전압을 높인다.

예시 답안 (1) 송전 과정에서 송전선의 저항에 의해 열이 발생하기 때문이다.
 (2) 송전 전류의 세기를 작게 하거나(또는 송전 전압을 높이거나), 송전선의 저항을 작게 한다.

채점 기준	배점(%)
(1)과 (2)를 모두 옳게 설명한 경우	100
(1)과 (2) 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

18 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있는 물리량으로, 핵반응이 일어날 때 질량의 일부가 에너지로 전환되어 감소한다. 이때 질량 차이를 질량 결손이라고 한다.

예시 답안 수소 원자핵 4개의 질량이 헬륨 원자핵 1개의 질량보다 크다. 이때 감소한 질량을 질량 결손이라고 하며, 질량 결손만큼 에너지가 생성된다.

채점 기준	배점(%)
질량이 감소함을 옳게 설명하고, 질량 결손만큼 에너지가 생성됨을 옳게 설명한 경우	100
질량의 변화와 에너지의 발생 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

20 우주 배경 복사는 과거에는 우주가 현재와 달리 매우 뜨거웠다는 증거이다. 따라서 우주의 상태가 항상 일정하다는 빅뱅 우주론을 지지하는 가장 확실한 증거이다.

21 빅뱅 직후 온도가 내려가면서 기본 입자(쿼크, 전자 등)가 처음 등장하였고, 그 후 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자를 생성하였다. 온도가 계속 낮아짐에 따라 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵을 형성하였고, 우주의 온도가 약 3000 K로 낮아졌을 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다.

22~24 헬륨 원자핵이 형성될 당시 양성자와 중성자의 개수비가 약 7 : 1이었고, 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵을 형성하여 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이 되었다. 헬륨 원자핵이 수소 원자핵보다 약 4배 무거우므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이 되었다.

28 A는 특정한 파장의 빛만 방출되는 방출 스펙트럼이고, B는 모든 파장의 빛이 띠 모양으로 연속적으로 나타나는 연속 스펙트럼이며, C는 특정한 파장의 빛이 흡수되어 검은색 선이 나타나는 흡수 스펙트럼이다.

32 (가)에서 전자는 에너지 준위가 낮아지면서 빛을 방출하고, (나)에서 전자는 빛을 흡수하면서 에너지 준위가 높아진다. 따라서 (가)에서 방출 스펙트럼, (나)에서 흡수 스펙트럼이 나타난다.

02. 별의 진화와 원소의 생성

4쪽

01 ㉠ 성간 물질, ㉡ 성운 02 원시별 03 ○ 04 ○ 05 ○
06 ㉠ 1, ㉡ 에너지 07 행성상 성운 08 ㉡ 09 ㉠
10 ㉡ 11 ㉠ 12 원시 태양 13 ㉠ 핵, ㉡ 맨틀 14 ㉠ 산소, ㉡ 철

02 원시별은 성운 내부에서 밀도가 비교적 높고, 온도가 낮은 영역에서 중력 수축이 일어나 만들어진다.

03~05 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨이 생성되며, 중력과 내부 압력이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다. 별은 진화 과정에서 약 90 %의 기간 동안 주계열성에 머문다.

06 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 바뀌는 반응을 수소 핵융합 반응이라고 한다. 이 반응이 일어날 때 감소된 질량만큼 에너지로 바뀌는데, 이 에너지가 주계열성의 에너지원이다.

07 그림은 행성상 성운으로 질량이 태양 정도인 별의 마지막 진화 단계의 모습이다.

08~11 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응에 의해 헬륨이 생성되고, 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응에 의해 탄소가 생성된다. 초거성의 중심부에서는 최종적으로 철이 생성되고, 철보다 무거운 우라늄은 초신성 폭발 과정에서 생성될 수 있다.

13 원시 지구는 미행성체의 충돌로 마그마 바다 상태를 이루었다. 이때 무거운 성분이 지구 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였고, 상대적으로 가벼운 물질이 핵 바깥쪽에서 맨틀을 형성하였다.

14 지구 전체에서 풍부한 원소는 철>산소>규소 순이지만, 지각에서 풍부한 원소는 산소>규소>알루미늄 순이다.

03. 원소들의 주기성

5쪽

01 ㉠ 원자 번호, ㉡ 족, ㉢ 주기 02 ㉠ 원자가 전자, ㉡ 전자 껍질 03 금속 04 금속 05 비금속 06 금속 07 Li, Na, K 08 전자 껍질 수: 3, 원자가 전자 수: 5 09 ㉡
10 ㉡ 11 ㉠ 12 ㉡ 13 할 14 알 15 할 16 A: 1, B: 1, C: 7, D: 6 17 A, B 18 B, C

08 인(P)은 3주기 15족 원소이다. 따라서 전자 껍질 수는 3이고, 원자가 전자 수는 5이다.

16 원자가 전자는 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자이며, 화학적 성질을 결정하는 데 관여한다.

17 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

18 같은 주기 원소들은 전자 껍질 수가 같다.

04. 원소의 결합

6쪽

01 18 02 정전기적 03 ㉠ 비금속, ㉡ 전자 04 (1) 공유 (2) 공유 (3) 이온 05 ○ 06 × 07 ○ 08 양 09 ㉠ Ne, ㉡ Ar 10 ㉠ 없, ㉡ 있 11 공유 결합 12 17족

04 비금속 원소와 비금속 원소의 결합은 공유 결합이며, 금속 원소와 비금속 원소의 결합은 이온 결합이다.

05 A는 수소, B는 탄소, C는 플루오린으로 비금속 원소이고, D는 나트륨으로 금속 원소이다.

06 A와 B는 모두 비금속 원소이므로 BA₄는 공유 결합 물질이다.

07 C는 전자 1개를 얻어 안정한 이온이 되고, D는 전자 1개를 잃어 안정한 이온이 되므로 C와 D는 1 : 1의 개수비로 결합하여 이온 결합 물질을 형성한다.

- 08 A는 전자 1개를 잃어 양이온이 된다.
- 09 A는 전자 1개를 잃어 Ne의 전자 배치를 하고, B는 전자 1개를 얻어 Ar의 전자 배치를 한다.
- 10 A는 금속 원소, B는 비금속 원소이므로 AB는 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 전기 전도성이 없고, 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.
- 11 X와 Y는 서로 전자쌍을 공유하는 공유 결합을 형성한다.
- 12 Y는 전자 1개를 공유 받아 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자를 가진다. 따라서 원자 Y의 원자가 전자 수가 7이므로 Y는 17족 원소이다.

II 자연의 구성 물질

05. 지각과 생명체를 구성하는 물질

7쪽

01 A: 산소, B: 규소, C: 탄소 02 (1) × (2) ○ (3) ○ 03 ○
 04 ○ 05 × 06 ㉠ 07 ㉡ 08 ㉢ 09 ㉣ 10 ㉤
 11 ㉥ 사슬, ㉦ 2중 12 탄, 규 13 탄 14 산, 규 15 산

- 01 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이다. 지각을 구성하는 원소 중 두 번째로 많은 원소는 규소이다. 생명체는 탄소 화합물로 구성되어 있고, 생명체를 구성하는 원소 중 두 번째로 많은 원소는 탄소이다. 따라서 A는 산소, B는 규소, C는 탄소이다.
- 02 (1) A는 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지하지만 지구를 구성하는 원소 중에서는 철이 가장 많은 양을 차지한다.
 (2) B와 C는 각각 규소와 탄소이고 원자가 전자 수가 4이므로 같은 족 원소이다.
 (3) 탄소, 산소, 규소는 별의 진화 과정 중 별 내부에서의 핵융합 반응에 의해 만들어졌다.
- 03 Si-O 사면체의 중심 원자는 규소이다.
- 04 규소 원자와 산소 원자는 전자를 공유하여 결합한다.
- 05 규소 원자와 산소 원자가 결합할 때 1개의 전자쌍을 공유하므로 규소 원자와 산소 원자 사이에는 1개의 전자쌍이 있다.
- 06 여러 가지 규산염 광물의 결합 구조 중 가장 간단한 결합 구조가 독립형 구조이다.

- 07 단사슬 구조는 Si-O 사면체가 결합할 때 양쪽 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 결합을 이룬다.
- 08 복사슬 구조는 2개의 단사슬 구조가 산소를 공유하여 결합을 이룬다.
- 09 판상 구조는 Si-O 사면체가 3개의 산소를 공유하여 얇은 판 모양으로 결합을 이룬 구조이다.
- 10 망상 구조는 Si-O 사면체가 4개의 산소를 모두 공유하여 결합을 이룬 구조이다.
- 12 탄소와 규소는 모두 14족 원소로 원자가 전자 수가 4이다.
- 13 탄소 화합물은 C가 H, O, N, P 등과 결합하여 형성된 화합물로, 탄소(C)가 중심 원자이다.
- 14 산소와 규소는 규산염 광물의 주요 구성 원소이다.
- 15 지각과 생명체의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이다.

06. 생명체 구성 물질의 형성

8쪽

01 탄소 화합물 02 A: 단백질, B: 탄수화물, C: 물 03 단위체
 04 ○ 05 ○ 06 × 07 × 08 ○ 09 ○ 10 ×
 11 ○ 12 타이민(T) 13 DNA 14 DNA 15 RNA
 16 공

- 02 물(C)은 사람을 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하며, 단백질(A)은 탄수화물(B)보다 많은 양을 차지한다.
- 05 핵산의 단위체는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합한 뉴클레오타이드이므로 인(P)을 포함한다.
- 06 DNA는 단위체인 뉴클레오타이드의 종류와 배열 순서가 달라져도 입체 구조가 이중 나선으로 일정하다.
- 08 아미노산은 펩타이드 결합에 의해 연결되어 폴리펩타이드를 형성한다.
- 10 아미노산의 수, 종류, 배열 순서에 따라 단백질의 구조와 기능이 달라져 다양한 종류의 단백질이 만들어진다.
- 12 DNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이며, RNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 유라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)이다.
- 13 DNA는 이중 나선 구조, RNA는 단일 가닥 구조이다.

- 14 DNA는 유전 정보를 저장하고, RNA는 유전 정보를 전달하는 역할을 한다.
- 16 핵산의 골격은 한 뉴클레오타이드의 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산이 결합되어 형성된다.

07. 신소재

9쪽

- 01 ○ 02 × 03 ○ 04 @ 05 ⊕ 06 ⊖ 07 ⊙
08 (가), (다), (라) 09 (나) 10 (마) 11 그래핀 12 ○ 13 ○
14 도꼬마리 열매, 홍합, 모르포 나비, 연잎, 도마뱀붙이

- 01 반도체의 전기 전도성은 도체와 절연체의 중간 정도이다.
- 02 반도체에 에너지를 가하거나 불순물을 첨가하면 전기 전도성이 증가한다.
- 03 반도체는 불순물의 농도나 전압, 열, 빛, 압력과 같은 조건을 변화시켜 전기 전도성을 조절할 수 있으므로 경우에 따라 도체 또는 절연체로 변화시킬 수 있다.
- 08 초전도체의 전기 저항이 0이면 센 전류가 흘러 강한 자기장이 발생한다.
- 09 자기 부상 열차는 마이스너 효과를 이용하여 열차를 레일 위에 띄워 마찰 없이 운행한다.
- 10 초전도체의 전기 저항이 0이면 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않는다.
- 13 투명한 전극이 부착된 얇은 유리판 사이에 액정 물질을 넣고 전압을 가하면 액정 분자의 배열이 바뀌면서 빛이 투과하는 정도를 조절할 수 있어서 액정 화면의 재료로 사용된다.

III 역학적 시스템

08. 역학적 시스템과 중력

10쪽

- 01 × 02 ○ 03 ○ 04 × 05 ○ 06 자유 낙하 운동
07 진공-(가) 08 공기-(나) 09 ① 9.8 m/s, ② 등가속도
10 수평 방향: 등속 직선 운동, 연직 방향: 등가속도 운동 11 ○
12 ○ 13 × 14 ① 역학적 시스템, ② 힘

- 01 물체에 작용하는 중력의 크기는 무게이다.
- 04 지구 중력의 크기는 극에서 적도 쪽으로 갈수록 작아진다.

- 07 쇠구슬과 깃털이 질량에 관계없이 똑같이 떨어지는 경우는 진공 중에서 중력만을 받아 낙하하는 경우이므로 (가)이다.
- 08 공기 저항력의 영향을 받는 정도가 클수록 더 늦게 떨어지는 경우는 공기 중에서 중력 이외에 공기 저항력을 받으며 낙하하는 경우이므로 (나)이다.
- 09 지표 부근에서 중력을 받는 물체는 9.8 m/s^2 의 일정한 가속도로 운동하므로, 속력이 매초 9.8 m/s 씩 빨라지는 등가속도 운동을 한다.
- 10 수평 방향으로서는 힘을 받지 않으므로 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로서는 중력만 받으므로 등가속도 운동을 한다.
- 13 B를 더 큰 속력으로 던지면 수평 방향으로 이동한 거리만 커질 뿐이며, 바닥에 도달하는 시간은 A와 같다.

09. 운동량과 충격량

11쪽

- 01 관성 02 ○ 03 × 04 ○ 05 ① 충격량, ② 밀폐이(그래프 아랫부분의 면적) 06 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 07 $15 \text{ N} \cdot \text{s}$
08 $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 09 4 m/s 10 A: 접시에 떨어진 달걀, B: 방석에 떨어진 달걀 11 ① 길, ② 작아져 12 ㄴ, ㄷ
13 충돌 시간

- 03 운동량이 클수록 물체가 충돌할 때 나타나는 효과가 크다.
- 06 운동량 = 질량 × 속도 = $2 \text{ kg} \times 4 \text{ m/s} = 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- 07 충격량 = 힘 × 시간 = $5 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 15 \text{ N} \cdot \text{s}$
- 08 운동량의 변화량 = 충격량 = 힘 × 시간 = $10 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ N} \cdot \text{s} = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- 09 운동량의 변화량 = 충격량이므로, $3 \text{ kg} \times v = 12 \text{ N} \cdot \text{s}$ 에서 물체의 속력 $v = 4 \text{ m/s}$ 이다.
- 10 방석에 떨어진 달걀이 접시에 떨어진 달걀보다 힘을 받아 정지하는 데 시간이 더 걸린다.
- 12 대포 포신의 길이가 길수록 대포가 포신 안에서 힘을 받는 시간이 길어져 충격량이 커지므로, 충격량을 증가시키는 예에 해당한다.
- 13 충돌 안전장치 (가)~(라)는 충돌 시간을 증가시켜 충격을 줄이는 원리를 이용한다.

IV 지구 시스템

10. 지구 시스템의 구성 요소와 물질 순환

12쪽

01 A: 대류권, B: 성층권, C: 중간권, D: 열권 02 A, C 03
A: 지각, B: 맨틀, C: 외핵, D: 내핵 04 B(맨틀) 05 C: 액
체 상태, D: 고체 상태 06 (가) B, (나) C, (다) A 07 기권 →
수권 → 지권 08 ㉠ 09 ㉡ 10 ㉢ 11 태양 에너지 12
× 13 ○ 14 ○

- 06 태풍은 열대 해양에서 상층 기류에 의해 적란운이 형성되면서 발생한다. 따라서 기권과 수권의 상호 작용에 해당한다. 석회 동굴은 지하수에 석회암이 용해되어 형성되므로 수권과 지권의 상호 작용에 해당한다. 황사는 바람에 의해 모래 먼지가 상층 대기로 이동하면서 발생하므로 기권과 지권의 상호 작용에 해당한다.
- 07 대기 중 이산화 탄소(기권)가 해수에 녹아 탄산 이온(수권)이 되고, 탄산 이온은 칼슘 이온과 결합하여 탄산 칼슘을 형성하며 해저 바닥에 가라앉아 석회암(지권)을 형성한다.
- 08 물의 증발은 주로 태양 에너지를 흡수하여 일어나며, 물의 이동과 관련된 기상 현상도 태양 에너지에 의해 일어난다. 따라서 물의 순환을 일으키는 주요 에너지원은 태양 에너지이다.
- 09 화산 활동과 지진을 포함한 지각 변동은 모두 지구 내부 에너지에 의해 발생한다.
- 10 밀물과 썰물은 달과 태양의 인력에 의해 발생하므로 근원 에너지는 조력 에너지이다.
- 12 지구 시스템에서 탄소가 가장 많이 분포하는 영역은 지권이다.

11. 지권의 변화

13쪽

01 × 02 ○ 03 ○ 04 × 05 ○ 06 B 07 A
08 C 09 ㉠ 10 ㉡ 11 ㉢ 12 ㉣ 13 (가) 수렴형 경계,
(나) 보존형 경계, (다) 발산형 경계 14 화 15 화 16 지

- 01 지각과 맨틀 상부의 일부를 포함한 두께 약 100 km의 단단한 부분을 암석권이라고 한다. 암석권 아래의 존재하는 유동성 있는 맨틀 부분을 연약권이라고 한다.
- 04 판의 경계에서는 지진이 활발하지만 모든 판의 경계에서 화산 활동이 일어나지는 않는다. 대륙판과 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계와 판이 서로 어긋나는 보존형 경계에서는 화산 활동이 일어나지 않는다.

- 11 히말라야산맥은 대륙판과 대륙판이 충돌하여 높이 솟아오른 대표적인 지형으로, 지진은 활발하게 발생하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.
- 12 일본 열도는 유라시아판과 태평양판이 충돌하여 태평양판이 유라시아판 아래로 섭입하면서 형성된 호상 열도이다.
- 13 (가)는 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계이고, (나)는 두 판이 서로 어긋나는 보존형 경계이다. (다)는 두 판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다.
- 14 화산 활동이 일어나면 용암이 흘러 용암 대지 등과 같은 독특한 지형이 형성되고, 주변에는 지열 에너지에 의해 온천이 형성되기도 한다.
- 15 화산 활동에 의한 화산재에는 무기질이 풍부하게 포함되어 있어 오랜 시간이 지나면 비옥한 토양이 형성된다.
- 16 지진과 분석을 통해 지진에 취약한 지역 등을 선정할 수 있으므로 댐이나 도로 등을 건설하기에 적합한 지역을 선정할 수 있다.

V 생명 시스템

12. 생명 시스템의 기본 단위

14쪽

01 생명 시스템 02 기관 03 × 04 ○ 05 ○ 06 ×
07 × 08 ○ 09 × 10 A: 인지질, B: (막)단백질 11 (가)
단순 확산, (나) 촉진 확산 12 ㉠ 확산, ㉡ 삼투 13 ㉢ 14 ㉣
15 ㉤

- 02 다세포 생물은 세포 → 조직 → 기관 → 개체의 구성 체제를 갖는다.
- 03 세포막(A)은 세포를 둘러싸고 있는 얇은 막이다. 두껍고 단단하여 세포를 보호하는 것은 세포벽(B)이다.
- 04 핵(B)은 유전 물질(DNA)이 있어 세포의 구조와 기능을 결정하며, 세포의 생명 활동을 조절한다.
- 05 미토콘드리아(C)에서는 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡과 같은 이화 작용이 일어나 생명 활동에 필요한 에너지를 공급한다.
- 06 리보솜(D)은 막으로 싸여 있지 않다.
- 07 엽록체(E)에서는 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

- 08** 동물 세포에는 엽록체(E)와 세포벽(F)이 없다.
- 09** 세포벽(F)의 주성분은 탄수화물인 셀룰로스이다.
- 11** (가)는 물질이 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과하는 단순 확산, (나)는 물질이 세포막에 있는 막단백질을 통해 이동하는 촉진 확산이다.
- 13** 양파 세포를 저장액에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 세포가 팽팽해진다.
- 14** 양파 세포를 등장액에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양과 세포 밖으로 나가는 물의 양이 같아 세포의 부피가 변하지 않는다.
- 15** 양파 세포를 고장액에 넣으면 세포 밖으로 나가는 물의 양이 세포 안으로 들어오는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 작아지다가 세포막이 세포벽에서 분리된다.

13. 생체 촉매

15쪽

- 01** 물질대사 **02** ㉠ 흡수, ㉡ 방출 **03** ○ **04** ○ **05** ×
06 × **07** ㉠ B, ㉡ A, ㉢ C **08** × **09** × **10** ○ **11** ○
12 A: 반응물(기질), B: 효소, C: 생성물 **13** ㉢ **14** ㉢ **15** ㉠

- 05** 아미노산이 단백질로 합성되는 것은 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화 작용에 해당한다.
- 06** 물질대사의 각 단계마다 반응물이 다르므로 작용하는 효소의 종류도 다르다.
- 07** 효소는 활성화 에너지를 낮추며, 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.
- 08** 효소는 활성화 에너지를 낮춘다.
- 09** 식물의 광합성은 효소가 관여하는 생명 현상이다.
- 12** 효소(B)는 반응물(A)과 결합하여 활성화 에너지를 낮추며, 화학 반응이 끝나면 생성물(C)과 분리되어 반응 전과 같은 상태가 된다.
- 13** 혈당 검사지는 포도당 산화 효소를 이용해 혈액 속의 포도당을 측정한다.
- 14** 섬유소 분해 효소를 이용해 청바지를 탈색할 수 있다.
- 15** 고기 연화제에는 단백질 분해 효소가 들어 있어 고기를 연하게 해 준다.

14. 세포 내 정보의 흐름

16쪽

- 01** 형질 **02** 유전자 **03** 단백질 **04** ○ **05** ○ **06** ×
07 × **08** ○ **09** (가) DNA, (나) RNA, (다) 단백질
10 전사: 핵, 번역: 세포질(리보솜) **11** ○ **12** × **13** ×
14 × **15** ○ **16** ㉠ C, ㉡ G **17** ㉠ 단백질, ㉡ 낮 모양 적혈구 빈혈증

- 02** 형질을 결정하는 유전 정보가 저장된 DNA의 특정 부위를 유전자라고 한다.
- 06** RNA의 염기는 아데닌(A), 유라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)이며, RNA의 코돈은 연속된 3개의 염기로 구성된다.
- 07** 지구에 사는 생물종은 대부분 동일한 유전부호를 사용한다.
- 08** 유전자의 DNA 염기 서열에 특정 단백질을 구성하는 아미노산의 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있다.
- 09** 세포에서 유전 정보는 DNA에서 RNA를 거쳐 단백질로 전달된다.
- 10** 전사는 핵 안에서, 번역은 세포질의 리보솜에서 일어난다.
- 12** 번역 과정에서 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성되어 단백질이 만들어진다.
- 13** DNA의 염기 타이민(T)은 RNA의 염기 아데닌(A)으로 전사된다.
- 14** DNA 이중 나선 중 한 가닥만 전사되어 한 가닥의 RNA가 합성된다.
- 15** 전사된 RNA의 염기 서열은 전사에 사용된 DNA 가닥에 상보적이므로 RNA의 염기 서열을 알면 전사에 사용된 DNA의 염기 서열도 알 수 있다.
- 16** RNA의 염기 서열이 DNA의 두 가닥 중 아래쪽 가닥에 상보적이므로 ㉠은 사이토신(C), ㉡은 구아닌(G)이다.

VI 화학 변화

15. 산화와 환원

17쪽

- 01** 산소 **02** ㉠ 산화, ㉡ 환원 **03** ㉠ 환원, ㉡ 산화 **04** 동시
05 O₂ **06** C₆H₁₂O₆ **07** CO **08** Fe₂O₃ **09** Zn → Zn²⁺ + 2e⁻ **10** Cu²⁺ + 2e⁻ → Cu **11** CuSO₄ + Zn → ZnSO₄ + Cu **12** 산화되는 물질: C, 환원되는 물질: CuO **13** 산화되는 물질: CO, 환원되는 물질: PbO **14** 산화되는 물질: Fe, 환원되는 물질: Cu²⁺ **15** 감소 **16** 일정

06 생물 세포 내 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어나면 포도당($C_6H_{12}O_6$)이 산소와 반응하여 물과 이산화 탄소가 분해된다. 이때 포도당은 산화되고, 산소는 환원된다.

07 CO는 산소를 얻고 산화되어 CO_2 가 된다.

08 Fe_2O_3 은 산소를 잃고 환원되어 Fe이 된다.

09 Zn은 전자 2개를 잃고 Zn^{2+} 으로 산화된다.

10 Cu^{2+} 은 전자 2개를 얻고 Cu로 환원된다.

12 C는 산소를 얻어 CO_2 로 산화되고, CuO는 산소를 잃고 Cu로 환원된다.

13 CO는 산소를 얻어 CO_2 로 산화되고, PbO는 산소를 잃고 Pb으로 환원된다.

14 Fe은 전자를 2개 잃고 산화되어 Fe^{2+} 으로 되고, Cu^{2+} 은 전자 2개를 얻고 환원되어 Cu가 된다.

15 $2HCl + Zn \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$ 의 반응이 일어나므로, 수용액 속 이온 수가 감소한다.

16 $CuSO_4 + Mg \longrightarrow MgSO_4 + Cu$ 의 반응이 일어나므로, 수용액 속 이온 수가 일정하다.

16. 산과 염기

18쪽

01 ㉠ 수소, ㉡ 수산화 02 ㉠ 수소, ㉡ 수산화 03 이온화
04 염기 05 공통 06 산 07 산 08 염기 09 나, 르
10 가, 다 11 가, 나, 다, 르 12 (1) 가, 다 (2) 나, 르 13 ㉠ 노란색, ㉡ 무색, ㉢ 파란색, ㉣ 붉은색

09 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키는 것은 염기 수용액이다.

10 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생하는 것은 산 수용액이다.

11 산과 염기 모두 물에 녹아 이온화하므로 수용액에 전류를 흘려 주었을 때 전류가 흐른다.

12 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓으면 산, 수산화 이온(OH^-)을 내놓으면 염기이다.

17. 중화 반응

19쪽

01 ㉠ 수소, ㉡ 수산화 02 ㉠ 음, ㉡ 양 03 중화열 04 ×
05 × 06 ○ 07 ○ 08 × 09 ○ 10 C 11 1 : 1
12 ㉠ 파란, ㉡ 노란 13 = 14 ○ 15 × 16 ○ 17 ○

04 혼합 용액의 액성 변화는 산성 → 중성 → 염기성이다.

05 중화가 완전히 일어난 혼합 용액에는 반응에 참여하지 않는 Na^+ 과 Cl^- 이 존재한다.

08 OH^- 은 중화가 완전히 일어난 후부터 혼합 용액 속에 존재하기 시작한다. 수산화 나트륨 수용액을 계속 넣을 때 가장 많아지는 이온은 Na^+ 이다.

12 C에서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 A의 액성은 염기성, E의 액성은 산성이다. 따라서 A는 파란색, E는 노란색을 나타낸다.

13 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다. B와 D에서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 모두 10 mL씩 반응하므로 생성된 물의 양은 같다.

14 벌침은 산성 물질이므로 암모니아수로 중화한다.

15 물에 이산화 탄소를 녹이는 것은 중화 반응이 아니다.

16 위산이 과다하게 분비되면 약한 염기 성분의 제산제를 복용하여 과다 분비된 위산을 중화시킨다.

17 산성화된 토양에 염기인 석회 가루를 뿌려 중화시킨다.

VII 생물 다양성과 유지

18. 지질 시대의 환경과 생물

20쪽

01 A: 선캄브리아 시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대 02 화석 03 C 04 ○ 05 ○ 06 ○ 07 (1) ㉠ (2) ㉠
08 ㉠ 산소, ㉡ 오존층 09 (나) → (다) → (라) → (가) 10 (다)
11 (가) 신생대, (나) 중생대, (다) 고생대 12 (다) → (가) → (나)
13 대멸종 14 고

01 지질 시대의 상대적 길이는 선캄브리아 시대 > 고생대 > 중생대 > 신생대순이다.

02 지질 시대는 생물계의 급변을 기준으로 구분한다. 따라서 지질 시대의 주요 구분 기준은 화석이다.

- 07** 고사리는 현재 온난 습윤한 육지에서 자란다. 산호는 현재 따뜻하고 수심이 얇은 바다에 분포한다. 따라서 고사리나 산호 화석이 발견된 지역의 당시 환경도 비슷했을 것으로 추정할 수 있다.
- 08** 산소는 광합성 생명체인 남세균에 의해 약 23억 년 전부터 대기 중에 쌓이기 시작하였다. 고생대 중기에는 산소가 충분히 많아져 성충권에 오존층이 형성되어 육상에 생명체가 출현하기 시작하였다.
- 09** (가)는 신생대, (나)는 선캄브리아 시대, (다)는 고생대, (라)는 중생대에 해당한다.
- 11** (가)의 화폐석 화석은 신생대 지층, (나)의 암모나이트 화석은 중생대 지층, (다)의 삼엽충 화석은 고생대 지층에서 각각 발견된다.
- 12** 겉씨식물은 중생대, 속씨식물은 신생대, 양치식물은 고생대에 번성하였다.
- 14** 지구 역사상 가장 큰 규모의 멸종은 고생대 말기에 발생하였다. 이 시기에 전체 생물 종의 90 % 이상이 멸종하였다.

19. 생물의 진화

21쪽

01 진화 02 ○ 03 × 04 ○ 05 ㉠ 돌연변이, ㉡ 유전자
06 자연 선택 07 (나) → (라) → (가) → (다) 08 × 09 ○
10 ○ 11 ㉠ 원시 대기, ㉡ 열수구 12 × 13 ○ 14 ○

- 03** 다양한 변이가 있는 개체 중에서 환경 적응에 유리한 변이를 가진 개체가 자연 선택되므로, 변이는 환경 변화에 따른 자연 선택에 영향을 준다.
- 07** 다윈의 진화설(자연 선택설)로 설명한 기린의 진화는 과잉 생산과 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 생물의 진화 순으로 일어난다.
- 08** 핀치 조상 집단의 개체들은 부리 모양이 서로 다르므로 이 집단에는 변이가 존재했다.
- 09~10** 선인장이 풍부한 섬에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 생존에 유리해 자연 선택되었고, 크고 단단한 씨앗이 풍부한 섬에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 생존에 유리해 자연 선택되었다.
- 11** 지구의 생명체 출현 가설에는 생명체 탄생에 필요한 유기물이 원시 대기에서 만들어졌다고 보는 화학 진화설, 심해의 열수구에서 만들어졌다고 보는 심해 열수구설, 외계에서 만들어진 후 지구로 유입되었다고 보는 외계 유입설 등이 있다.

- 12~13** 세균 A는 항생제 저항성 유전자를 갖지 않아 항생제 내성이 없고, 세균 B는 ㉠ 과정에서 일어난 돌연변이로 만들어진 항생제 저항성 유전자를 가져 항생제 내성이 있다.

20. 생물의 다양성과 보전

22쪽

01 생물 다양성 02 × 03 ○ 04 × 05 ○ 06 A
07 C 08 B 09 유전적 다양성 10 ㉠ 11 ㉡ 12 ㉢
13 외래종의 도입 14 ○ 15 ○ 16 ×

- 02** 변이는 같은 생물종의 개체 간에 유전자의 차이로 나타나는 형질의 차이이므로 변이가 많을수록 유전적 다양성이 높다.
- 04** 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 전체 개체 수에서 각 종의 개체 수가 차지하는 비율이 균등할수록 높다.
- 06** A는 같은 종의 토끼라도 털색이 다른 것을 나타내므로 유전자의 차이로 인해 나타나는 유전적 다양성이다.
- 07** C는 한 지역에 산, 숲, 강, 초원 등의 다양한 생태계가 존재하는 것을 나타내므로 생태계 다양성이다.
- 08** B는 숲 생태계에 토끼, 곰, 여우 등 다양한 종의 생물이 살고 있는 것을 나타내므로 생물종의 다양함을 의미하는 종 다양성이다.
- 09** 상업적으로 대량 재배되는 바나나는 하나의 품종으로 대부분의 개체가 유전적으로 동일하여 유전적 다양성이 낮다. 따라서 특정 질병이 유행하면 대부분의 개체가 죽을 수 있다.
- 13** 천적이 없는 외래종을 도입하면 외래종에 의해 고유종이 제거되어 생물 다양성이 감소할 수 있다.
- 16** 종 다양성이 높으면 다양한 종류의 생물에 의해 먹이 관계가 복잡해져 한 생물종이 사라져도 그 생물종을 대체할 수 있는 다른 생물종이 있으므로 생태계가 안정적으로 유지된다.

VIII 생태계와 환경

21. 생물과 환경

23쪽

01 생태계 02 ㉠ 개체군, ㉡ 군집 03 ○ 04 ○ 05 ×
06 × 07 소 08 생 09 분 10 분 11 ㉢ 12 ㉠
13 ㉡ 14 ㉢ 15 ㉢

- 02** 개체군은 한 종의 생물로 구성되고, 군집은 여러 종의 생물로 구성된다.

- 05** 낙엽이 분해되어 토양이 비옥해지는 것은 생물적 요인이 비 생물적 요인에 영향을 주는 ㉠의 예에 해당한다.
- 06** 사막에 사는 도마뱀의 몸 표면이 비늘로 덮여 있는 것은 도마뱀이 물이 적은 건조한 환경에 적응한 것이므로, 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 ㉠의 예에 해당한다.
- 08** 생산자는 광합성을 하여 모든 생물의 에너지원이 되는 유기물을 생산한다.
- 09~10** 분해자는 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 환경으로 되돌리고, 이 과정을 통해 에너지를 얻어 생활한다.
- 11** 수심에 따라 도달하는 빛의 파장이 다르므로 해조류의 분포가 다르다.
- 12** 조류는 새로운 개체가 만들어지는 과정에서 물의 손실을 줄이기 위해 알이 껍데기에 싸여 있다.
- 13** 북극여우는 사막여우보다 온도가 낮은 곳에 서식하므로 몸 표면을 통한 열의 방출을 줄이기 위해 몸집에 비해 귀와 꼬리 같은 말단 부위가 작다.
- 14** 연은 호흡을 위해 줄기에 비어 있는 공간이 많으며, 이 공간을 통해 공기가 흐른다.
- 15** 파리지옥은 토양에 부족한 질소를 보충하기 위해 곤충을 잡아 분해한다.

22. 생태계의 평형

24쪽

- 01** ㉠ 먹이 사슬, ㉡ 먹이 그물 **02** × **03** ○ **04** ○
05 개체의 크기 **06** 생태계 평형 **07** × **08** ○ **09** ○
10 (나) → (다) → (가) **11** 천연기념물 지정 **12** ㉡ **13** ㉠
14 ㉠

- 02** 모든 생물은 세포 호흡 과정에서 열에너지를 방출하므로 생산자가 가진 에너지 중 일부만 1차 소비자에게로 전달된다.
- 05** 일반적으로 생물량, 개체 수, 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소하여 피라미드 형태를 나타낸다.
- 07** 생태계 평형은 주로 생물적 요인 간의 먹이 관계에 의해 유지된다.
- 10** 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자의 개체 수 감소, 2차 소비자의 개체 수 증가(나) → 1차 소비자의 개체 수 감소(다) → 생산자의 개체 수 증가, 2차 소비자의 개체 수 감소(가)의 순서를 거쳐 평형이 회복된다.

- 12** 하천을 복원함으로써 평형이 깨진 생태계를 되살려 생태계를 보전할 수 있다.
- 13** 도시에 숲을 조성하면 다양한 생물이 살 수 있는 환경이 제공되어 생태계를 보전할 수 있다.
- 14** 생태 통로는 도로나 댐 등의 건설로 분리된 서식지 사이를 생물이 이동할 수 있게 연결한 구조물이므로, 서식지의 단절을 막아 생태계를 보전할 수 있다.

23. 지구 환경의 변화

25쪽

- 01** ㉠ 온실, ㉡ 지표 **02** 지구 온난화 **03** ㉠ 길어, ㉡ 짧아
04 아열대 **05** A: 극동풍, B: 편서풍, C: (북동) 무역풍
06 (나), (라) **07** × **08** ○ **09** ○ **10** 사막화 **11** ㉠ 무역풍, ㉡ 기권 **12** (가) 평상시, (나) 엘니뇨 시기 **13** (가)

- 03** 지구 온난화에 따른 지구의 평균 기온 상승으로 우리나라 여름의 길이가 길어지고 겨울의 길이는 짧아지고 있다.
- 04** 뚜렷한 온대 기후인 우리나라는 지구 온난화로 아열대 기후 지역이 확대되고 있다.
- 07** 난류는 저위도에서 고위도로 흐르는 해류로 한류에 비해 수온과 염분이 높고, 용존 산소량과 영양 염류의 양은 적다.
- 11** 무역풍이 평상시보다 약해지면 태평양 적도 부근 해역에서 서쪽으로 이동하는 따뜻한 해수의 흐름이 약해진다. 이로 인해 페루 연안에서 태평양 중앙 해역에 이르는 넓은 범위에서 표층 수온이 평상시보다 높아지는 현상이 나타나는데 이를 엘니뇨라고 한다.
- 13** 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 부근 해역에서 용승이 약해지고 평상시보다 표층 수온이 높아진다.

24. 에너지의 사용과 환경

26쪽

- 01** ㉡ **02** ㉠ **03** ㉡ **04** 전기 에너지 **05** 화학
06 소리 **07** 빛 **08** ○ **09** ○ **10** ○ **11** × **12** 에너지 보존 법칙 **13** × **14** ○ **15** ×

- 02** 핵에너지는 원자핵 속에 저장된 에너지로, 원자핵이 분열할 때나 융합할 때 발생하는 에너지이다.
- 03** 화학 에너지는 화석 연료나 전지 등 화학 결합을 통해 물질 속에 저장된 에너지이다.

- 04** 전기 에너지는 매우 편리한 형태의 에너지로, 생활과 산업 현장에서 다른 형태의 에너지로 전환되기 쉽다.
- 05** 배터리에 충전할 때 에너지는 전기 에너지 → 화학 에너지로 전환된다.
- 06** 음악을 들을 때 에너지는 전기 에너지 → 소리 에너지로 전환된다.
- 07** 화면이나 손전등을 켤 때 에너지는 전기 에너지 → 빛에너지로 전환된다.
- 09** 물체가 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지를 모두 가지고 있을 때 물체의 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지를 합한 에너지를 역학적 에너지라고 한다.
- 11** 에너지는 한 형태에서 다른 형태의 에너지로 전환될 뿐 새로 만들어지거나 사라지지 않는다.
- 13** 열효율은 공급한 에너지에 대한 유용하게 사용한 에너지의 비율이다. 열효율 $e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ 에서 $\frac{Q_2}{Q_1}$ 가 클수록 열효율이 낮다.
- 15** 지열원으로 가는 열에너지 Q_2 는 버려지는 에너지이다.

IX 발전과 신재생 에너지

25. 발전과 전력 수송

27쪽

- 01** 전자기 유도 **02** × **03** ○ **04** × **05** ○ **06** 운동 에너지 **07** ○ **08** × **09** $\frac{1}{4}$ 배 **10** 전압 **11** 보다 작다 **12** 보다 크다

- 02** 코일의 위쪽에는 자석의 N극을 밀어내는 자기장이 유도되므로 코일의 위쪽은 N극이 된다.
- 04** 발전기에서는 코일의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- 06** 화력, 수력, 핵발전에서 터빈을 이용하여 발전기를 돌리면 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- 07** 발전소에서 생산된 전기 에너지를 가정까지 보내는 송전 과정에서 송전선의 저항에 의해 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 전력이 손실된다.
- 08** 손실 전력은 전류의 제곱에 비례하고 저항에 비례하므로, 손실 전력을 줄이려면 전류의 세기를 작게 하거나 송전선의 저항값을 작게 한다.

- 09** 송전선에서 손실되는 전력은 송전 전압의 제곱에 반비례하므로 전압을 2배 높이면 손실 전력은 $\frac{1}{4}$ 배가 된다.
- 10** 변압기는 전자기 유도 현상을 이용하여 발전소에서 생산된 교류 전압을 변화시키는 장치이다.
- 11** 전압은 코일의 감은 수에 비례하므로 2차 코일에 걸리는 전압은 110 V이다. 즉, 1차 코일에 걸리는 전압 220 V보다 작다.
- 12** 전류의 세기는 코일의 감은 수에 반비례하므로 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 2 A이다. 즉, 1차 코일에 흐르는 전류의 세기 1 A보다 크다.

26. 태양 에너지와 발전

28쪽

- 01** × **02** × **03** ○ **04** ○ **05** ⊕ **06** ⊕ **07** ⊕ **08** ○ **09** × **10** ○ **11** 태양광 발전 **12** ○ **13** × **14** × **15** ○ **16** (가) **17** (나) **18** (다) **19** (나) **20** (다)

- 01** 태양 에너지는 수소의 핵융합 과정에서 생성된다.
- 02** 태양이 방출하는 에너지의 약 $\frac{1}{20}$ 억만 지구에 도달한다.
- 06** 생물이 죽어 땅에 묻힌 후 오랜 세월이 지나면 화석 연료가 된다. 화석 연료는 태양 에너지가 화학 에너지로 전환된 것이다.
- 07** 태양의 열에너지가 대기의 역학적 에너지로 전환되어 바람을 일으킨다.
- 09** 태양 내부에서는 수소 핵융합 반응이 계속 일어나면서 수소 원자핵의 양은 점점 줄어든다.
- 11** 태양광 발전은 태양 전지에 빛을 비추면 전자가 움직이면서 전류가 발생한다.
- 13** 핵발전의 에너지 효율은 높으며, 저렴한 연료 비용으로 전력을 생산한다.
- 14** 핵발전 과정에서 발생하는 방사성 폐기물은 인체와 환경에 위협이 된다.
- 16** (가) 태양광 발전은 태양 전지를 이용하여 빛 에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.
- 17** (나) 핵발전은 핵분열 과정의 질량 결손에 의해서 발생하는 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.
- 18** (다) 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

27. 신재생 에너지와 지속 가능한 발전

29쪽

- 01 ○ 02 ○ 03 × 04 × 05 ○ 06 ㉠ 07 ㉡
08 ㉢ 09 신재생 10 신에너지 11 재생 에너지 12 연
13 조 14 연 15 조 16 파 17 ○ 18 ○ 19 ×
20 페달 세탁기

- 01 화석 연료는 과거 지구에 살았던 동식물의 유해가 오랜 시간 동안 열과 압력을 받아 생성된 에너지 자원으로, 석탄, 석유, 천연가스 등이 있다.
- 03 화석 연료는 생성되는 데 오랜 시간이 걸려 재생이 어렵다.
- 04 이산화 탄소는 지구 온난화를 가속화시켜 다양한 환경 문제를 일으킨다.
- 05 화석 연료는 연소 시 환경 오염 물질을 배출하고 고갈의 위험이 있으므로, 이를 해결하기 위해 오염 물질을 배출하지 않고 영구적으로 사용할 수 있는 에너지를 개발해야 한다.
- 09 신재생 에너지는 신에너지와 재생 에너지의 합성어로, 화석 연료의 고갈에 대비하여 화석 연료를 대신할 친환경적이고, 고갈되지 않는 에너지이다.
- 10 신에너지는 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하는 에너지로 수소 에너지, 연료 전지, 석탄의 액화 및 가스화 등이 있다.
- 11 재생 에너지는 자연의 햇빛, 강수, 생물 유기체 등을 변환하여 이용하는 에너지로 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 해양, 지열 에너지 등이 있다.
- 12 수소는 연소되거나 연료 전지에서 반응한 후 물만 생성되므로 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.
- 13 조력 발전은 밀물과 썰물 시 해수면의 높이 차이를 이용하여 조수 간만의 차이가 큰 지역에서 실시한다.
- 14 연료 전지는 산화 환원 반응을 이용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.
- 15 밀물과 썰물을 이용하여 발전하는 방식은 조력 발전이다.
- 16 파력 발전은 파도의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.
- 17 연료 전지의 (-)극에서 수소가 전자를 잃고 수소 이온으로 산화된다.
- 18 (+)극에서 산소가 수소 이온과 반응하여 물이 생성된다.
- 19 연료 전지는 수소 기체와 산소 기체를 지속적으로 공급해 주면 계속 사용할 수 있다.

50분 평가 문제

I. 물질의 규칙성과 결합

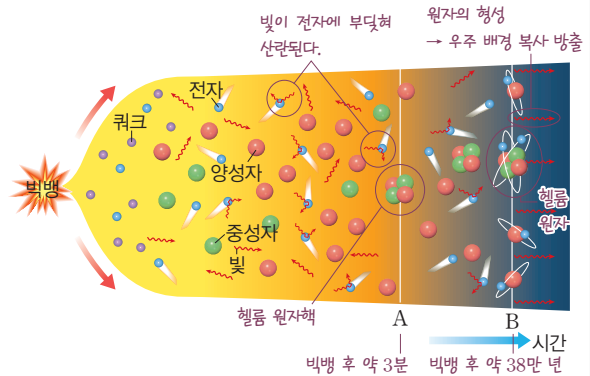
30~35쪽

- 01 ⑤ 02 해설 참조 03 ④ 04 ⑤ 05 ② 06 ②
07 ② 08 해설 참조 09 ① 10 ⑤ 11 ② 12 ①
13 ⑤ 14 ① 15 ⑤ 16 ③ 17 ① 18 (가) 수소, (나) 헬륨
19 ③ 20 해설 참조 21 ④ 22 해설 참조 23 ⑤
24 ② 25 ③ 26 해설 참조 27 해설 참조 28 ④ 29 ③
30 해설 참조

- 01 ⑤ 초기 우주에서는 헬륨 원자핵까지 생성되었으며, 헬륨보다 무거운 원소는 대부분 B 시기 이후에 별 내부에서 생성되었다.
- 오답 피하기** ① 물질을 이루는 기본 입자는 쿼크와 전자이다.
② A 시기는 B 시기보다 온도가 높았다.
③ 우주 배경 복사가 방출된 시기는 원자가 형성된 B 시기이다.
④ B 시기에 수소와 헬륨의 개수비는 12 : 1이었고, 질량비는 약 3 : 1이었다.

자료 분석하기 입자의 생성과 우주 배경 복사

- 빅뱅 후 우주의 온도는 계속 낮아졌다.
- 빅뱅 후 약 3분(A): 헬륨 원자핵이 생성되었다.
- 빅뱅 후 약 38만 년(B): 수소 원자와 헬륨 원자의 생성 → 빛이 자유롭게 직진할 수 있었다. → 우주 배경 복사



- 02 **예시 답안** 우주 배경 복사는 현재보다 고온의 우주일 때 생성된 빛이 우주 팽창에 따라 온도가 낮아지면서 길어진 파장으로 관측되고 있으므로, 빅뱅 우주론에서 설명하는 고온의 초기 우주의 존재에 대한 강력한 증거가 된다.

채점 기준	배점(%)
우주 배경 복사가 초기 우주에서 형성되었고, 고온의 우주일 때 형성되었음을 포함하여 옳게 설명한 경우	100
위의 2가지 중 1가지만 설명한 경우	50

03 ④ 이 모형은 빅뱅 우주론으로, 우주의 질량이 증가한다는 설명은 정상 우주론에 대한 내용이다.

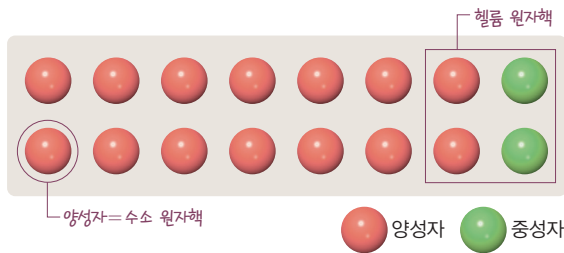
오답 피하기 ① 우주는 고온·고밀도의 한 점에서 시작되어 팽창하고 있다.

②, ③ 우주는 계속 팽창하고 있기 때문에 우주의 밀도와 온도는 점점 감소하고 있다.

⑤ 우주의 팽창으로 인해 공간이 넓어지므로 은하들 사이의 거리는 점점 멀어진다.

04 ⑤ 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵 1개를 형성하며, 남아 있는 양성자는 수소 원자핵에 해당한다. 따라서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이다.

자료 분석하기 물질의 생성



양성자 개수 : 중성자 개수 = 7 : 1 (= 14 : 2)

(시간) → 수소 원자핵 개수 : 헬륨 원자핵 개수 = 12 : 1

→ 수소 원자핵 질량 : 헬륨 원자핵 질량 = 3 : 1

05 ㄷ. 전자가 A에서 B로 이동하거나 B에서 A로 이동할 때 두 궤도의 에너지 준위 차는 같으므로 같은 파장의 빛을 흡수하거나 방출한다.

오답 피하기 ㄱ. 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 이동했다.

ㄴ. 전자가 높은 에너지 준위로 이동하면서 에너지를 흡수하므로 흡수 스펙트럼이 만들어진다.

06 ㄴ. 원시별은 중력 수축에 의해 중심부의 밀도가 점점 증가한다.

오답 피하기 ㄱ. 원시별은 중력 수축이 일어나고 있으므로 크기가 점점 작아진다.

ㄷ. 원시별은 온도가 낮아 별의 내부에서 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

07 ㄱ. 수소는 빅뱅 이후 초기 우주의 온도가 낮아지는 과정에서 생성되었다.

ㄴ. 철보다 무거운 원소들은 질량이 큰 별이 초신성 폭발하는 과정에서 생성되었다.

오답 피하기 ㄴ. 헬륨은 대부분 초기 우주에서 빅뱅 핵융합에 의해 생성되었다. 별 내부에서의 핵융합 반응에 의해 만들어진 헬륨의 양은 상대적으로 매우 적은 편이다.

ㄷ. 산소와 규소 등은 태양보다 질량이 훨씬 큰 별의 핵융합 반응에 의해 생성되었다.

08 **예시 답안** 주계열성, 주계열성은 중력과 내부 압력이 평형을 이루기 때문에 크기가 일정하게 유지된다.

채점 기준	배점(%)
별의 종류(주계열성), 힘의 평형 관계(중력과 내부 압력)를 옳게 설명한 경우	100
별의 종류만 옳게 쓴 경우	40

09 ㄱ. 주계열성은 중심핵에서 수소를 모두 소진하면 별의 외곽층이 팽창하여 거성 단계로 진화한다.

오답 피하기 ㄴ. 주계열성을 지나 팽창한 별은 평균 밀도가 주계열성보다 작다.

ㄷ. 팽창한 별의 중심핵에서는 수소보다 무거운 원소들의 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 중심핵에서 무거운 원소들의 비율이 주계열성일 때보다 높다.

10 ⑤ 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되는 가장 무거운 원소는 철이다. 철보다 무거운 원소는 핵융합 반응으로 생성될 수 없다.

오답 피하기 ① 별은 질량에 따라 다른 진화 과정을 거친다.

② 별의 질량이 클수록 에너지 생성을 많이 할 수 있으므로 핵융합 반응이 연속적으로 일어나 무거운 원소가 생성될 수 있다.

③ 적색 거성 중심에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소가 생성된다.

④ 지구에서 발견되는 금이나 우라늄은 초신성이 폭발할 때 방출되는 엄청난 에너지에 의해 생성된 것이다.

11 철보다 무거운 금, 우라늄 등의 원소들은 초신성 폭발 과정에서 발생하는 막대한 에너지에 의해 생성된다.

12 태양계 성운 속에서 원시별이 형성되었고, 원시별이 중력 수축하여 만들어진 태양은 현재 주계열성 단계이며, 앞으로 적색 거성을 거쳐 백색 왜성으로 진화할 것으로 예상된다.

13 ㄱ. 별의 질량은 A가 B보다 크므로 수명은 A가 B보다 짧다.
ㄴ. ㉠은 초거성이고, ㉡은 적색 거성이다. 별의 중심부 온도는 초거성이 적색 거성보다 높다.

ㄷ. (가) 단계에서 초신성 폭발이 일어나며, 이때 철보다 무거운 원소가 생성된다.

14 ① 성운은 중력에 의해 수축한다.

오답 피하기 ② A에서 수축이 일어나므로 중심부의 온도는 점점 높아진다.

③ B에서 원시 태양의 먼 곳에 녹는점이 낮은 물질이 주로 분포한다.

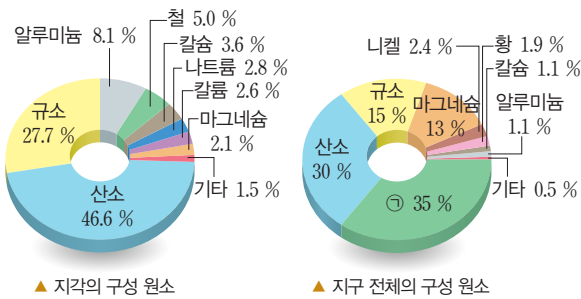
④ 원시 행성은 원반에서 만들어진 미행성체의 충돌 과정을 거쳐 성장하였다.

⑤ 원시 행성들의 공전 방향은 최초에 성운이 회전했던 방향과 같으므로 모두 같은 방향이다.

15 ㄱ, ㄷ. 지구 전체에서는 철이 가장 풍부하지만, 지각에는 산소가 가장 많다.

ㄴ. 지구 전체에서 13%를 차지하는 마그네슘은 지각에 거의 없으며, 핵은 거의 철로 이루어져 있다. 따라서 마그네슘은 지각보다 맨틀에 풍부하다는 것을 알 수 있다.

자료 분석하기 입자의 생성과 우주 배경 복사



지구 전체에 가장 많은 원소는 철이지만, 지각에 가장 많은 원소는 산소, 규소 순이다.

➔ 철과 같은 무거운 원소들이 마그마 바다가 형성되었을 때 지구 중심으로 가라앉았다는 것을 알 수 있다.

- 16 ㄱ. 주기율표에서 세로줄의 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같다. (가)의 원소는 원자가 전자 수가 1인 알칼리 금속이다.

ㄴ. (다)의 원소는 원자가 전자 수가 7인 17족 원소이다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 2주기 원소 중 비금속 원소인 산소, 플루오린, 네온이며, 산소는 전자 2개를 얻어 O^{2-} 이 되고, 플루오린은 전자 1개를 얻어 F^- 이 된다. 그러나 네온은 비활성 기체로 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워져 있어 전자를 잃거나 얻지 않는다.

- 17 ① A와 C는 모두 1족 원소이지만 A는 수소(H)로 비금속 원소이다.

오답 피하기 ② B는 비활성 기체인 헬륨(He)으로 실온에서 기체 상태이다.

③ C는 리튬(Li), F는 칼슘(Ca)으로 모두 금속 원소이므로 전기 전도성이 있다.

④ D는 산소(O)로 전자 2개를 얻어 음이온이 되고, E는 플루오린(F), G는 브로민(Br)으로 전자 1개를 얻어 음이온이 된다.

⑤ G는 브로민(Br)으로 17족 원소이므로 원자가 전자 수는 7이다.

- 18 수소는 1족 원소 중 비금속 원소로 우주 왕복선과 연료 전지의 연료로 이용되고, 헬륨은 안정한 18족 원소로 공기보다 가볍고 불에 타지 않아 광고용 비행선을 띄우는 데 이용된다.

- 19 ㄱ. A는 염소(Cl), B는 알루미늄(Al), C는 산소(O)이다. 따라서 비금속 원소는 염소와 산소의 2가지이다.

ㄴ. B는 알루미늄(Al)으로 금속 원소이다. 금속 원소는 전기 전도성이 있다.

오답 피하기 ㄴ. 원자가 전자 수는 가장 바깥 전자 껍질에 채워져 있는 전자이며, 화학적 성질을 결정하는 데 관여한다. A의 원자가 전자 수는 7, B의 원자가 전자 수는 3, C의 원자가 전자 수는 6이므로 A의 원자가 전자 수가 가장 크다.

자료 분석하기 원자의 바닥상태 전자 배치 모형

A	B	C
염소(Cl)	알루미늄(Al)	산소(O)
3주기 17족 (비금속 원소)	3주기 13족 (금속 원소)	2주기 16족 (비금속 원소)

- 20 알칼리 금속은 주기율표의 1족 원소이며, 주기율표의 같은 족 원소는 화학적 성질이 비슷하다.

예시 답안 무른 금속이므로 칼로 쉽게 잘린다. 산소와 쉽게 반응한다. 물과 격렬하게 반응한다. 물과 반응하면 수용액이 염기성을 나타낸다. 중 2가지, 알칼리 금속은 1족 원소로 원자가 전자 수가 1로 같으므로 공통적인 성질을 나타낸다.

채점 기준	배점(%)
알칼리 금속의 공통적인 성질 2가지와 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100
알칼리 금속의 공통적인 성질 1가지와 그 까닭을 옳게 설명한 경우	70
알칼리 금속의 공통적인 성질 2가지만 옳게 쓴 경우	60
알칼리 금속이 공통적인 성질을 나타내는 까닭만 옳게 설명한 경우	40

- 21 ④ 할로젠 원소는 원자 번호가 클수록 반응성이 작다. 따라서 원자 번호가 작을수록 수소와 격렬하게 반응한다.

오답 피하기 ① 알칼리 금속은 주기율표의 1족에 속하는 금속 원소이다.

② 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다. 따라서 원자 번호가 클수록 물과 격렬하게 반응한다.

③ 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생하며, 반응 후 수용액은 염기성을 나타낸다.

⑤ 할로젠 원소는 수소와 잘 반응하며, 반응 후 생성된 할로젠화 수소는 물에 녹아 산성을 나타낸다.

- 22 할로젠 원소의 반응성은 원자 번호가 클수록 작다. 즉, 플루오린 > 염소 > 브로민 > 아이오딘이다.

예시 답안 A는 플루오린, D는 아이오딘이다. 할로젠 원소는 원자 번호가 클수록 반응성이 작다. 따라서 반응성이 가장 큰 A가 플루오린이고, 반응성이 가장 작은 D가 아이오딘이다.

채점 기준	배점(%)
A와 D에 해당하는 원소의 이름을 쓰고, 그 까닭을 반응성과 관련 지어 옳게 설명한 경우	100
A와 D에 해당하는 원소의 이름만 옳게 쓴 경우	40

- 23 A는 플루오린, B는 염소, C는 브로민, D는 아이오딘이다.
 ⑤ 아이오딘(D)은 아이오딘화 이온을 포함한 아이오딘 텅크 등의 상처 소독약에 이용된다.

오답 피하기 ① 휴대 전화의 전지에 이용되는 원소는 알칼리 금속에 속하는 리튬이다.

②, ④ 염소(B)는 수돗물의 정수나 표백에 이용되고, 브로민(C)은 사진 인화 시 감광제로 이용된다.

③ 충치 예방 치약에 이용되는 것은 플루오린(A)이다.

- 24 A는 수소, B는 헬륨, C는 리튬, D는 산소, E는 플루오린, F는 칼슘, G는 브로민이다.

② AE는 수소와 플루오린이 결합한 물질로 구성 원소가 모두 비금속 원소인 공유 결합 물질이다.

오답 피하기 ① E는 비금속인 플루오린이므로 $E_2(F_2)$ 는 공유 결합 물질이다.

③ $C_2D(Li_2O)$ 는 이온 결합 물질이므로 수용액에서 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있다. 따라서 C_2D 수용액은 전기 전도성이 있다.

④ C(Li)는 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자가 1개이므로 전자 1개를 잃어 비활성 기체인 B(He)와 전자 배치가 같아진다.

⑤ F는 Ca이고, Ca의 안정한 이온은 Ca^{2+} 이다. G는 Br이고, Br의 안정한 이온은 Br^- 이다. 따라서 F와 G가 결합한 안정한 물질은 $FG_2(CaBr_2)$ 이다.

- 25 ③ 염화 나트륨(NaCl)은 이온 결합 물질이고, 포도당($C_6H_{12}O_6$)은 공유 결합 물질이다. 이온 결합 물질과 일부 공유 결합 물질은 수용액 상태에서 전기 전도성이 있는지 알아보는 실험으로 구별할 수 있다. 따라서 (다) 실험으로 구별할 수 있다.

오답 피하기 (가) 염화 나트륨과 포도당의 수용액은 모두 중성이므로 리트머스 종이로 구별할 수 없다.

(나) 염화 나트륨과 포도당 모두 고체 상태에서는 전기 전도성이 없다.

(라) 염화 나트륨과 포도당 모두 수용액 상태에서 철 조각과 반응하여 기체를 발생하지 않는다. 단, 충분한 시간이 지나면 이온이 존재하는 염화 나트륨 수용액에서 철이 더 많이 부식된다.

- 26 B 원자는 A 원자 2개와 각각 전자쌍을 공유하므로 네온(Ne)의 전자 배치를 하고, A 원자는 헬륨(He)의 전자 배치를 하면서 안정한 공유 결합 물질을 생성한다.

예시 답안 공유 결합, B 원자가 2개의 A 원자와 각각 1개의 전자를 내놓아 전자쌍을 이루고, 이 전자쌍을 공유하는 공유 결합에 의해 A 원자와 B 원자가 결합한다.

채점 기준	배점(%)
결합의 종류를 옳게 쓰고, 결합의 형성 과정을 옳게 설명한 경우	100
결합의 종류만 옳게 쓴 경우	50

- 27 B는 비금속 원소인 산소, C는 금속 원소인 나트륨이므로 C_2B 는 이온 결합 물질이다.

예시 답안 화학식: C_2B , 결합의 종류: 이온 결합, 형성 과정: C는 3주기 1족 금속 원소로 전자 1개를 잃고 C^+ 이 되면 안정해지고, B는 2주기 16족 원소로 전자 2개를 얻어 B^{2-} 이 되면 안정해진다. 따라서 C와 B가 만나면 C는 양이온이 되고, B는 음이온이 되면서 이온 결합을 형성한다.

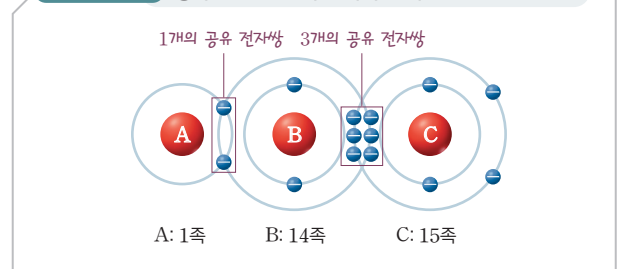
채점 기준	배점(%)
화학식과 결합의 종류를 옳게 쓰고, 결합의 형성 과정을 옳게 설명한 경우	100
화학식과 결합의 종류만 옳게 쓴 경우	50
화학식과 결합의 종류 중 1가지만 옳게 쓴 경우	30

- 28 나. B와 C가 공유하는 전자쌍은 3개이다.

다. C의 가장 바깥 전자 껍질에는 결합을 형성하지 않는 전자 2개와 공유 전자쌍을 형성하는 전자 3개가 있으므로 총 5개의 원자가 전자가 있다.

오답 피하기 ㄱ. B의 가장 바깥 전자 껍질에는 A와 공유 전자쌍을 형성하는 전자 1개와 C와 공유 전자쌍을 형성하는 전자 3개가 있으므로 총 4개의 전자가 있다. 따라서 원자가 전자 수가 4이므로 14족 원소이다.

자료 분석하기 공유 결합 물질의 원자가 전자



- 29 ㄱ. 주기율표의 17족에 속하는 원소인 C와 F는 원자가 전자가 7개이므로 전자 1개를 얻어 음이온이 되기 쉽다. 따라서 이 주기율표에서 음이온이 되기 쉬운 원소는 C와 F의 2가지이다.

다. 주기율표의 18족에 속하는 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 8개(단, 헬륨은 2개)의 전자가 채워진 안정한 전자 배치를 한다. 따라서 이 주기율표에서 안정한 전자 배치를 하는 원소는 B이다.

오답 피하기 나. 주기율표의 18족에 속하는 원소(B)는 안정한 전자 배치를 하여 다른 원소와 화학 결합을 하지 않는다. 따라서 학생 Y가 제시한 내용은 옳지 않다.

- 30 이온 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 비교적 높고, 액체와 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.

예시 답안 A, 이온 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 비교적 높고, 액체 상태에서 전기 전도성이 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
이온 결합 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
이온 결합 물질만 옳게 쓴 경우	40

II. 자연의 구성 물질

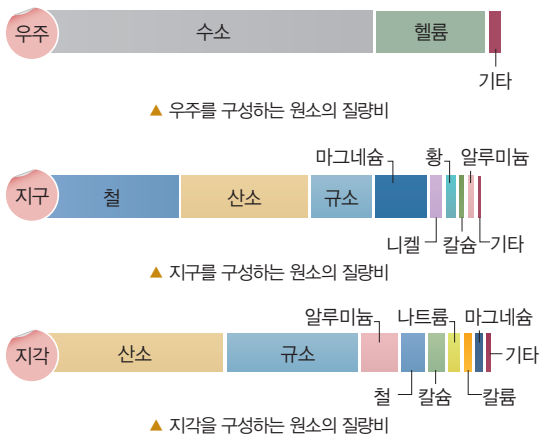
36~39쪽

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

- 01 • A는 지각의 구성 성분이면서 지구의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소이므로 철(Fe)이다.
• B는 지각의 구성 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 원소이므로 산소(O)이다.
• C는 지각의 구성 성분이면서 3주기 원소이고 원자가 전자 수가 4이므로 규소(Si)이다.
④ Fe은 금속 원소, O는 비금속 원소이므로 A와 B는 이온 결합을 하여 화합물을 형성한다.
오답 피하기 ① A는 철이므로 금속이다.
② B는 원자가 전자가 6개, C는 원자가 전자가 4개이므로 원자가 전자 수는 B가 C보다 크다.
③ 규산염 광물의 주요 구성 원소는 규소(Si)와 산소(O)이다.
⑤ 별 내부에서 일어나는 핵융합 반응을 통해 원소가 만들어질 때 철이 가장 마지막에 만들어지므로 C가 A보다 먼저 만들어졌다.

개념 더하기 우주, 지구, 지각을 구성하는 주요 원소와 질량비

- 우주를 구성하는 주요 원소: 수소, 헬륨 등
- 지구를 구성하는 주요 원소: 철, 산소 등
- 지각을 구성하는 주요 원소: 산소, 규소 등



- 02 ㄴ. (가)에서 산소와 규소는 공유 결합을 형성한다.
ㄷ. (나)에서 Si-O 사면체는 이웃한 Si-O 사면체와 산소를 공유하는 형태로 결합한다.
오답 피하기 ㄱ. 산소는 2주기 원소, 규소는 3주기 원소이므로 전자 껍질 수는 규소가 산소보다 크다.
- 03 (가)는 독립형 구조, (나)는 단사슬 구조, (다)는 판상 구조이다.
ㄱ. (가)는 Si-O 사면체가 독립적으로 존재하는 구조로, 감람석의 구조가 이에 속한다.

ㄷ. (다)는 Si-O 사면체가 산소 3개를 공유하여 얇은 판 모양으로 결합한 판상 구조로, 흑운모의 구조가 이에 속한다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 Si-O 사면체가 양쪽의 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 길게 결합한 단사슬 구조이다.

- 04 A는 산소, B는 질소, C는 탄소이다.
ㄱ. 산소(A), 질소(B), 탄소(C)는 모두 주기율표의 2주기에 속하는 원소이다.
ㄷ. 산소(A)와 탄소(C)는 모두 비금속 원소이므로 공유 결합에 의해 안정한 물질을 형성한다.
오답 피하기 ㄴ. 원자 번호는 탄소(C)가 6, 질소(B)가 7, 산소(A)가 8이다. 따라서 원자 번호는 산소(A)가 가장 크다.
- 05 (가)~(다)는 공통적으로 탄소를 포함하고 있는 탄소 화합물이다. 탄소 화합물은 탄소를 기본 골격으로 하여 만들어지는데, 이때 탄소는 원자가 전자 수가 4이므로 최대 다른 원자 4개와 공유 결합을 형성한다.
- 06 ㄱ. (가)와 (나)는 사슬 모양이고, (다)는 고리 모양이다.
오답 피하기 ㄴ. 분자 1개에 결합한 수소 원자 수는 (가)는 14이고, (나)와 (다)는 모두 10이다.
ㄷ. 탄소 화합물은 탄소가 수소, 산소, 질소, 인 등과 공유 결합 하여 만들어진 화합물이다.
- 07 ③ 단백질, 지질, 탄수화물, 핵산은 모두 탄소 화합물이다.
오답 피하기 ① 핵산은 유전 정보를 저장한다.
② 단백질은 효소의 주성분이며, 지질은 세포막의 주성분이다.
④, ⑤ 물은 비열이 커서 생명체의 체온 유지와 조절에 관여하며, 생명체를 구성하는 물질 중에서 가장 많은 양을 차지한다.
- 08 ㄱ. (가)는 포도당과 같은 당당류가 결합하여 만들어진 녹말이나 글리코젠 같은 탄수화물이다. 탄수화물은 탄소 화합물이므로 구성 원소에 탄소가 포함된다.
ㄴ. (나)는 많은 수의 아미노산이 결합하여 만들어진 단백질이다. 단백질은 효소의 주성분이다.
ㄷ. (다)는 이중 나선 구조인 DNA이다. DNA의 특정 유전자에는 특정 단백질의 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있어 이에 따라 단백질(나)이 합성된다.

- 09 **예시 답안** 아미노산의 수, 종류, 배열 순서에 따라 다양한 폴리펩타이드가 형성되고, 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 고유의 입체 구조를 가지며 서로 다른 기능을 수행하는 다양한 단백질이 형성된다.

채점 기준	배점(%)
아미노산의 수, 종류, 배열 순서, 단백질의 입체 구조에 따라 단백질의 기능이 다양해진다고 옳게 설명한 경우	100

- 10 ㄱ, ㄷ. 2개의 아미노산이 결합할 때 물 분자(③) 1개가 빠져나가면서 펩타이드 결합이 형성된다.
오답 피하기 ㄴ. 아미노산의 종류는 결사슬에 따라 달라진다.

11 (가)는 DNA, (나)는 RNA이며, DNA의 당은 디옥시리보스, RNA의 당은 리보스이다. 한 뉴클레오타이드의 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산이 공유 결합 하여 긴 뉴클레오타이드 사슬인 폴리뉴클레오타이드가 만들어진다. DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 꼬여 있는 이중 나선 구조이며, 마주 보는 가닥의 염기는 상보적으로 결합한다.

12 반도체(㉠)는 전기적 특성이 도체와 절연체의 중간 정도인 물질이고, 흑연의 한 층에 해당하는 물질은 그래핀(㉡), 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 물질은 초전도체(㉢)이다.

13 입자 가속기는 초전도체의 강한 자기장을 이용하여 입자의 속력과 방향을 조절한다.

14 나, 다. 임계 온도 이하에서 초전도체의 전기 저항은 0이 되므로 전류가 흘러도 열이 발생하지 않고, 센 전류가 흘러 강한 자기장을 발생시킨다.

오답 피하기 가. 초전도체는 임계 온도(T_c) 이하에서 자석을 밀어내므로 자석과 반발력이 작용한다.

15 (가) 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 성질과 외부 자기장을 밀어내는 성질을 나타낸다. 전기 저항이 0이 되면 전력 손실이 거의 없고 센 전류가 흐를 수 있어서 전력 손실이 없는 초전도 케이블에 이용되고, 센 전류가 흘러 센 자기장을 필요로 하는 자기 공명 영상 장치, 핵융합 장치 등에 이용될 수 있다.(나, 다, 리)
(나) 외부 자기장을 밀어내는 성질은 초전도체를 자석 위에 뜨게 할 수 있으므로 자기 부상 열차에 이용된다.(가)

16 그래핀은 열과 전기를 잘 전도한다. 그리고 투명하고 강도가 우수하며, 유연성이 있다.

예시 답안 그래핀, 얇고 유연하며 휘어져도 전기적 성질이 변하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
그래핀의 명칭을 옳게 쓰고, 휘어지는 디스플레이에 이용되는 성질을 모두 옳게 설명한 경우	100
그래핀의 명칭과 휘어지는 디스플레이에 이용되는 성질 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

17 액정의 배열 방향에 따라 통과하는 빛의 세기가 달라진다. 빛의 색깔은 컬러 필터를 이용한다.

18 가. 네오디뮴 자석은 철 원자 사이에 네오디뮴과 붕소를 첨가하여 만든 강력한 자석으로, 자기적 성질을 활용한 신소재이다.

나. 네오디뮴 자석은 하드 디스크, 강력 모터 등에 활용된다.

오답 피하기 다. 네오디뮴 자석은 기존에 철로 만든 자석에 비해 깨지기 쉽고 부식되기도 한다.

19 유리 코팅제는 연잎의 작은 돌기가 물을 밀어내는 원리를 모방한 것이다.

III. 역학적 시스템

40~43쪽

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

01 중력은 지구가 물체를 지구 중심 방향으로 당기는 힘으로, 물체에 작용하여 연직 아래로 떨어지게 하는 힘이다.

02 다. 지표 부근에서 중력을 받는 물체의 가속도는 9.8 m/s^2 이다.

오답 피하기 가. 중력은 지표면에서 높이 올라갈수록 작아지고 극에서 적도 쪽으로 갈수록 작아진다.

나. 지표 부근에서 질량이 1 kg인 물체에 작용하는 중력은 9.8 N이다.

03 무중력 상태에서 수평 방향으로 던진 물체에는 아무런 힘이 작용하지 않으므로 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

04 자유 낙하 하는 물체는 모양이나 질량에 관계없이 같은 높이에서 낙하하면 동시에 떨어진다.

05 **예시 답안** 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 일정한 크기의 중력이 작용하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
운동 방향과 같은 방향으로 일정한 크기의 중력이 작용하기 때문이라고 설명한 경우	100
일정한 크기의 힘이 작용하기 때문이라고만 설명한 경우	50

06 나. 공에는 연직 방향으로 중력이 작용하므로 공은 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다.

오답 피하기 가. 공에는 수평 방향으로 힘이 작용하지 않으므로 공은 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다.

다. 수평 방향으로 공을 던지는 속력이 클수록 더 멀리까지 날아가서 떨어지지만, 같은 높이에서 바닥에 떨어지는 시간은 수평 방향의 속력과 관계없이 같다.

07 A와 B는 모두 연직 방향으로 중력을 받으며 운동을 하므로, 연직 방향의 가속도가 같고 바닥에 동시에 떨어진다.

08 가. 물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 질량에 비례한다.
나. 수평 방향으로 던진 물체가 수평 방향으로 이동한 거리는 수평 방향의 속력에 비례한다.

오답 피하기 다. 같은 높이에서 수평 방향으로 던진 물체는 질량에 관계없이 지면에 동시에 도달한다.

09 수평으로 던진 물체는 수평 방향의 등속 직선 운동과 연직 방향의 등가속도 운동이 합쳐진 운동을 한다.

예시 답안 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않으므로 속력이 일정한 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로는 일정한 중력이 작용하여 속력이 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

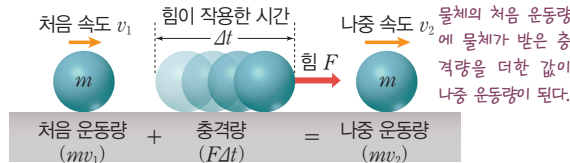
채점 기준	배점(%)
수평 방향과 연직 방향의 운동을 모두 옳게 설명한 경우	100
수평 방향과 연직 방향의 운동 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

- 10 수평 방향으로 던진 A, B, C에 모두 지구 중력이 작용하므로 연직 방향(지구 중심 방향)으로 자유 낙하 운동을 한다. 단, C는 수평 방향의 속력이 커서 연직 방향으로 자유 낙하하고 있음에도 불구하고 지면에 닿지 않아 원운동을 계속하게 된다.
- 11 육상에 사는 무거운 동물의 경우 중력에 의한 몸무게를 지탱하기 위해 바다에 사는 동물보다 강한 근육과 단단한 골격을 지니고 있다.
- 12 운동량 = 질량 × 속도 = $1000 \text{ kg} \times 20 \text{ m/s} = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- 13 충격량 = 힘 × 시간 = $3 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 6 \text{ N} \cdot \text{s}$

- 14 ㄴ, ㄷ. 운동량의 변화량은 충격량과 같고, 충격량이 클수록 물체의 운동량이 더 크게 변한다. 따라서 큰 힘을 가할수록, 긴 시간 동안 힘을 가할수록 물체의 운동량이 더 크게 변한다.
- 오답 피하기** ㄱ. 운동량이 변하는 정도는 물체가 받는 충격량의 크기, 즉 물체가 받는 힘과 힘을 받는 시간과 관계된다.

개념 더하기 운동량과 충격량의 관계

- 물체의 운동량의 변화량은 물체가 받은 충격량과 같으므로, 물체가 받은 충격량이 클수록 운동량의 변화가 더 크다.



- 충격량(운동량의 변화량)을 증가시키는 경우

작용하는 힘을 크게 한다.	㉠ 야구공을 큰 힘으로 치면 멀리 날아간다.
힘이 작용하는 시간을 길게 한다.	㉡ 대포를 쏠 때 포신이 길수록 포탄을 멀리 보낼 수 있다.

- 15 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적이 충격량이므로 충격량은 $\frac{1}{2} \times 10 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 $m \times 5 \text{ m/s} - m \times 1 \text{ m/s} = 10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 에서 물체의 질량 $m = 2.5 \text{ kg}$ 이다.
- 16 ㄱ. 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적이 충격량과 같으므로 그래프 아랫부분의 면적 S_1, S_2 가 같을 때 두 공에 작용한 충격량은 서로 같다.
- ㄷ. 충격량이 같을 때 힘이 작용한 시간이 짧을수록 평균 힘이 크다.
- 오답 피하기** ㄴ. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 두 공의 운동량의 변화량, 즉 '질량 × 속도 변화량'의 크기가 같다. 이

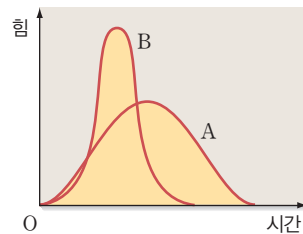
때 농구공의 질량이 더 크므로 속도 변화량은 배구공이 더 크다. 따라서 공을 던진 순간 배구공의 속력이 더 크다.

- 17 ㄴ. 충돌하는 동안 벽면이 받은 평균 힘 = $\frac{\text{충격량}}{\text{시간}} = \frac{10000}{0.2} = 50000(\text{N})$ 이다.
- ㄷ. 운동량의 변화량 = $10000 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 1000 \text{ kg} \times v$ 에서 충돌 전 자동차의 속력은 $v = 10 \text{ m/s}$ 이다.
- 오답 피하기** ㄱ. 자동차와 인형이 받은 충격량의 합은 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적과 같으므로 $\frac{1}{2} \times 100000 \text{ N} \times 0.2 \text{ s} = 10000 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

- 18 야구공이 야구 장갑에 닿는 순간의 속력이 클수록 야구공의 운동량이 크므로, 야구공이 정지할 때까지 야구공의 운동량의 변화량이 더 크다.

- 19 ㄱ. 충돌 전 A와 B의 질량과 속도가 같고 충돌 후 A, B 모두 정지하므로 A와 B의 운동량의 변화량은 같다.
- ㄴ. 힘-시간 그래프 아랫부분의 면적은 충격량 또는 운동량의 변화량이므로, 두 그래프 아랫부분의 면적은 같다.
- 오답 피하기** ㄷ, ㄹ. 벽으로부터 받은 평균 힘은 A가 B보다 작으므로 A가 B보다 안전도가 높다.

자료 분석하기 자동차가 받는 힘의 비교



힘-시간 그래프 아랫부분의 면적	A=B	충돌 전 A와 B의 질량과 속도가 같고 충돌 후 A, B 모두 정지하므로 운동량의 변화량(충격량)은 같다.
힘을 받는 시간	A>B	충돌 시간이 길어지면 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 작아진다.
벽으로부터 받은 평균 힘	A<B	

- 20 ㄴ, ㄷ. 보호 장비, 안전모, 번지 점프의 줄은 모두 힘을 받는 시간을 길게 하여 충격(힘)을 줄인 예이다.
- 오답 피하기** ㄱ. 안전장치를 사용해도 충격량에는 변화가 없다.
- 21 범퍼, 에어백, 도로의 충격 흡수 장치는 충돌하는 시간을 길게 하여 충격을 줄이는 예이다.
- 예시 답안** 자동차가 충돌할 때 충돌 시간을 길게 하여 충격을 줄이는 원리를 이용한다.

채점 기준	배점(%)
충돌 시간을 길게 하여 충격을 줄인다고 옳게 설명한 경우	100
충격을 줄인다고만 설명한 경우	50

IV. 지구 시스템

44~47쪽

- 01 수권 02 ⑤ 03 ④ 04 ① 05 ⑤ 06 ② 07 A -
 C, B - 2, C - 1, D - 1 08 해설 참조 09 ② 10 ③
 11 ④ 12 ③ 13 ① 14 해설 참조 15 ④ 16 ③
 17 ⑤ 18 ② 19 ③ 20 ①

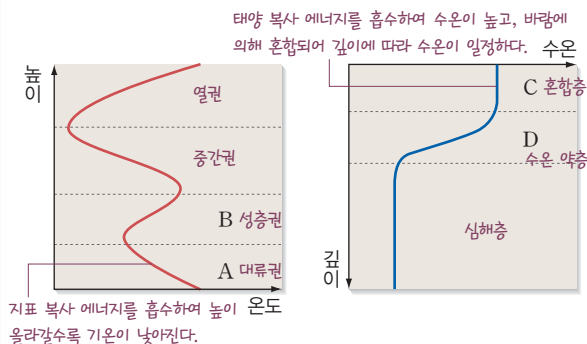
01 수권은 침식, 퇴적 작용 등을 통하여 지표면의 형태를 변화시킨다. 해수의 순환은 위도별 에너지 불균형을 해소하며, 해수는 열용량이 커서 지구 평균 기온을 일정하게 유지시킨다.

02 ㄱ. A는 성층권이다. 성층권에서는 높이 올라갈수록 기온이 상승하므로 대류가 일어나지 않아 안정한 층이다.
 ㄴ. B는 대류권, C는 중간권으로, 높아질수록 기온이 낮아져 대류 현상이 활발하다.
 ㄷ. 기권에서는 높이 올라갈수록 대기가 희박해지므로 공기의 밀도는 낮아진다. 따라서 대기의 밀도는 $B > A > C$ 순이다.

03 ㄱ. A는 지각으로, 해양 지각과 대륙 지각으로 나뉘며, 대륙 지각이 해양 지각보다 두껍다.
 ㄴ. B는 맨틀로, 지권 전체 부피의 약 80 %를 차지한다.
오답 피하기 ㄷ. C와 D는 각각 외핵, 내핵이다. 외핵과 내핵은 모두 철과 니켈로 구성되어 있지만, 외핵은 액체 상태, 내핵은 고체 상태로 물질의 상태가 다르다.

04 ㄱ. 지표 복사 에너지의 대부분은 대류권인 A에서 흡수된다.
오답 피하기 ㄴ. B는 기권에서 안정층인 성층권이고, D는 수권에서 안정층인 수온 약층이다. 따라서 B와 D에서는 물질의 대류가 거의 일어나지 않는다.
 ㄷ. D는 수온 약층으로 혼합층과 심해층의 사이에 위치하여 깊이에 따라 수온이 급격히 감소하는 층이다. 따라서 혼합층인 C의 수온이 높을수록 깊이에 따른 수온 감소율이 커지므로 D가 뚜렷하게 발달한다.

자료 분석하기 기권과 수권의 층상 구조



- 기권은 높이에 따른 온도 분포를 기준으로 구분한다.
- 수권의 해수는 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 구분한다.
- 기권의 성층권과 열권, 수권의 수온 약층은 대류가 일어나지 않는 안정한 층이다.

05 ⑤ 화산 활동, 지진을 일으키는 에너지는 지구 내부 에너지로 지진의 발생 빈도는 태양 에너지량의 증가와 관련이 없다.

오답 피하기 ① 태양 에너지는 태양 중심부에서 핵융합 반응으로 생성된다.

② 지구 시스템의 에너지원의 대부분은 태양 에너지이다.

③ 지구 시스템의 에너지원은 서로 전환되지 않고 독립적으로 존재한다.

④ 지진 해일은 지진에 의해 일어나므로 발생 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

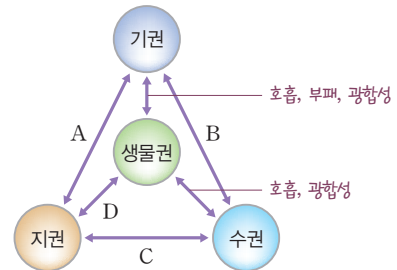
06 ㄷ. 지진 해일과 태풍은 생물권에 직접적인 피해를 일으킬 수 있는 자연 재해이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 지권과 수권, (나)는 기권과 수권의 상호 작용으로 형성된다.

ㄴ. (가)의 에너지원은 지구 내부 에너지이고, (나)의 에너지원은 태양 에너지이다.

07 해양 생물의 유해가 석회암을 형성하는 것은 생물권과 지권의 상호 작용(D)에 해당한다. 파도의 침식 작용으로 해안 지형이 변하는 것은 수권과 지권의 상호 작용(C)에 해당한다. 화산 활동으로 대기 중의 이산화 탄소가 증가하는 것은 지권과 기권의 상호 작용(A)에 해당한다. 태풍이 발생하는 것은 수권과 기권의 상호 작용(B)에 해당한다.

자료 분석하기 지구 시스템의 상호 작용



- A: 화산 분출, 화석 연료 연소
- B: 물의 증발, 기체의 용해
- C: 퇴적암 형성, 화산 분출
- D: 퇴적암 형성, 화석 연료의 형성

08 지구 시스템의 각 구성 요소는 상호 작용 하면서 영향을 미친다.

예시 답안 생물의 호흡과 광합성에 필요한 기체를 제공한다. 해로운 빛을 차단하여 생명체를 보호한다. 생명체가 살기에 적당한 온도를 제공한다. 등

채점 기준	배점(%)
3가지 모두 옳게 설명한 경우	100
2가지만 옳게 설명한 경우	60
1가지만 옳게 설명한 경우	30

09 ㄷ. 물은 태양 에너지를 받아 증발 및 응결하면서 순환하므로, 물을 순환시키는 주요 에너지원은 태양 에너지이다.

오답 피하기 ㄱ. 지구는 물수지 평형을 이루고 있으므로 총 증발량과 총 강수량이 같다. 따라서 $A + 350 = 96 + 320$ 에서 A는 66 단위가 된다.

ㄴ. 바다에서 물의 유출량과 유입량은 같은데, 문제의 표에서는 물의 증발량이 강수량보다 30 단위가 많으므로 이 차이만큼 육지에서 바다로 물이 유입된다고 볼 수 있다. 따라서 육지에서 바다로 이동하는 물의 양은 30 단위이고, 이 값은 A보다 적다.

자료 분석하기 물의 순환

증발량($\times 10^3 \text{ km}^3$)		강수량($\times 10^3 \text{ km}^3$)	
육지	바다	육지	바다
66 - A	350	96	320

- 육지, 바다, 대기는 각각 물수지 평형을 이룬다.
- 육지에서의 (강수량 - 증발량) = 바다에서의 (증발량 - 강수량)
=대기를 통해 바다에서 육지로 이동한 물의 양

10 ㄱ. 광합성 작용이 일어나면 기권에서 생물권으로 탄소의 이동이 일어나므로 광합성 작용은 B 과정에 해당한다.

ㄴ. F 과정에서 탄산 칼슘이 생성·침전되어 석회암이 되는 것이므로 탄소는 탄산염(CaCO_3) 형태로 지권에 저장된다.

오답 피하기 ㄴ. 최근의 지구 온난화는 화석 연료의 사용량 증가가 주원인이므로 C보다 A 과정의 영향이 크다.

11 ㄴ. 화산 활동이 일어나면 마그마가 분출하면서 화산 가스 속에 포함된 이산화 탄소가 방출되므로 지권의 탄소는 기권으로 이동한다.

ㄴ. 최근 지구 온난화의 주요 원인은 화석 연료의 과다 사용이므로 A에 의한 탄소 이동량의 증가 때문이다.

오답 피하기 ㄱ. 수권에서 탄소는 대부분 탄산 이온 형태로 저장되어 있다.

12 ③ C에 의해 지권의 탄소가 기권으로 이동하므로 지구 온난화가 심화될 수 있다.

오답 피하기 ① A는 탄소가 기권에서 생물권으로 이동하는 과정으로, 광합성이 그 예이다. 동식물의 호흡은 B이다.

② B가 활발해지면 기권의 탄소의 양은 증가하지만 지구 전체 탄소의 양은 변하지 않는다.

④ D를 거치면 탄소는 대부분 석회암이나 유기 탄소로 존재한다.

⑤ 지구 시스템에 존재하는 탄소는 대부분 지권에 존재하며, 탄산염의 형태로 존재한다.

13 ① A에서는 두 대륙판이 서로 멀어지면서 열곡대가, B에서는 두 대륙판이 충돌하면서 습곡 산맥이, C에서는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 해구, 습곡 산맥 또는 호상 열도가, D에서는 두 해양판이 멀어지면서 해령이, E에서는 두 판이 어긋나면서 변환 단층이 발달한다.

14 태평양 연안에는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계가 발달해 있어 화산과 지진 등의 지각 변동이 매우 활발하지만, 대서양 연안에는 판의 경계가 거의 존재하지 않는다.

예시 답안 태평양 연안을 따라 판의 경계가 위치하지만, 대서양 연안에는 판의 경계가 없기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
판 경계의 유무에 대해 옳게 설명한 경우	100
환태평양 화산대 또는 지진대만을 언급하면서 설명한 경우	50

15 ㄴ. 섭입형 수렴 경계인 B 부근의 대륙에는 습곡 산맥이 발달한다.

ㄴ. C 부근은 판의 경계가 아니므로, 지진은 C 부근보다 보존형 경계인 D 부근에서 자주 발생한다.

오답 피하기 ㄱ. A는 발산형 경계이므로 맨틀 대류가 상승하여 새로운 판이 생성된다.

16 ③ B는 섭입형 수렴 경계 지역으로 알류산 해구와 호상 열도가 분포하고 있다.

오답 피하기 ① 변동대는 판의 경계와 거의 일치하므로 띠 모양으로 나타난다.

② A에는 대륙판과 대륙판이 충돌하여 히말라야산맥이 형성되어 있는데, 이와 같은 충돌형 수렴 경계에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

④ A에는 히말라야산맥, C에는 안데스산맥이 분포한다.

⑤ A~C는 모두 판의 경계 부근에 위치하여 지진이 활발하다.

17 ㄱ. A는 보존형 경계이므로 산안드레아스 단층은 A에 해당되는 예이다.

ㄴ. B는 충돌형 수렴형 경계, D는 섭입형 수렴형 경계이다. B와 D는 두 판의 충돌로 횡압력이 작용하므로 습곡 산맥이 형성될 수 있다.

ㄴ. C는 화산 활동과 천발 지진이 일어나는 발산형 경계이다.

18 ㄴ. 화산 활동은 환경적 피해, 사회적 피해, 경제적 피해를 모두 일으킬 수 있다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ. ㉠은 화산재이고, ㉡은 용암이다. 화산재는 햇빛을 차단하여 지구의 평균 기온을 낮추고, 동식물에 큰 피해를 줄 수 있다.

19 ③ 지진과 화산 활동이 일어나는 지역은 거의 일치하지만 지진이 발생한다고 해서 반드시 화산 활동이 일어나지는 않는다.

20 ㄱ. 지진이 발생하면 사용 중인 가스렌지의 밸브를 잠가 화재나 폭발에 의한 2차 피해가 생기는 것을 방지한다.

오답 피하기 ㄴ. 지진은 발생하여 진행되는 시간이 매우 짧으므로 집안에 있을 때는 책상이나 견고한 가구 밑으로 몸을 피한다.

ㄴ. 야외에 있을 때는 낙하물에 의해 다칠 수 있으므로 가급적 건물 벽면에서 멀리 떨어진 공터 등으로 대피한다.

V. 생명 시스템

48~51쪽

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

01 A와 C는 조직, B는 기관계이다.

ㄱ. 조직(A)은 모양과 기능이 비슷한 세포들로 구성된다.

ㄴ. 기관계(B)는 동물에만 존재한다.

오답 피하기 ㄷ. 생명체의 기본 단위는 세포이다.

02 A는 골지체, B는 핵, ㉠은 인지질이다.

ㄱ. 골지체(A)는 리보솜에서 합성된 단백질을 변형시키고 운반하여 세포 밖으로 분비하는 데 관여한다.

ㄴ. 핵(B)에는 유전 정보를 저장하는 DNA가 존재한다.

ㄷ. 세포막은 지질의 일종인 인지질(㉠)이 2중층을 이루고 인지질 2중층 곳곳에 단백질이 박혀 있는 구조이다. 인지질(㉠)은 친수성인 머리 부분과 소수성인 꼬리 부분으로 구성되어 있다.

03 A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 액포이다.

ㄱ. 소포체는 핵막과 연결되어 있다.

ㄴ. 핵(A), 미토콘드리아(B), 액포(C)는 모두 막으로 싸인 세포 소기관이다.

오답 피하기 ㄷ. 미토콘드리아(B)에서는 세포 호흡이 일어나 포도당이 분해되며, 엽록체에서는 광합성이 일어나 포도당이 합성된다.

04 A는 인지질, B는 단백질이다.

ㄱ. 인지질(A)의 소수성 부분은 안쪽을 향하고, 친수성 부분은 바깥쪽을 향하여 2중층 구조가 형성된다.

ㄴ. 단백질(B)은 리보솜에서 합성된다.

오답 피하기 ㄷ. 세포막을 구성하는 인지질(A)과 단백질(B)은 모두 유동성이 있어 움직일 수 있다.

05 ㄱ. (가)에서 A는 인지질 2중층을 직접 통과하여 고농도에서 저농도로 확산된다.

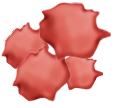
오답 피하기 ㄴ. (가)와 (나)에서 모두 A와 B는 고농도에서 저농도로 확산되므로, 이동이 진행될수록 A와 B 각각의 세포 안과 밖의 농도 차는 작아진다.

ㄷ. 폐포와 모세 혈관 사이에서는 산소와 이산화 탄소의 교환이 일어난다. 세포막에서 산소와 이산화 탄소 같은 크기가 작은 기체 분자는 인지질 2중층을 직접 통과하는 (가)와 같은 방식(단순 확산)으로 이동한다.

06 ㄱ, ㄴ. 적혈구 내부의 용액과 비교하여 I은 고장액, II는 등장액, III은 저장액이므로 설탕물의 농도는 I > II > III이다.

오답 피하기 ㄷ. 적혈구를 등장액(II)에 넣으면 세포 안과 밖으로 이동하는 물의 양이 같아 적혈구의 부피가 변하지 않는다.

자료 분석하기 적혈구에서 일어나는 삼투

설탕물 I 고장액	설탕물 II 등장액	설탕물 III 저장액
		
쭈그러든다.	변화 없다.	터진다.
세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 적어 세포의 부피가 작아진다.	세포 안으로 들어오는 물의 양과 세포 밖으로 나가는 물의 양이 같아 세포의 부피에 변화가 없다.	세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 세포의 부피가 커지다가 터질 수 있다.

07 감자 세포 내부의 용액과 비교하여 A에는 저장액, B에는 등장액, C에는 고장액이 들어 있다.

ㄷ. 고장액(C)에서는 삼투에 의해 감자 세포 밖으로 나가는 물의 양이 감자 세포 안으로 들어오는 물의 양보다 많아 감자 조각의 질량이 감소했다.

오답 피하기 ㄱ. 저장액(A)에서는 삼투에 의해 감자 세포 안으로 들어오는 물의 양이 감자 세포 밖으로 나가는 물의 양보다 많아 감자 조각의 질량이 증가했다. 감자 세포의 세포막이 세포벽과 분리되는 것은 감자 조각을 고장액(C)에 넣었을 때 일어나는 변화이다.

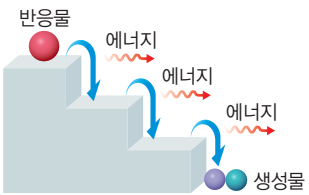
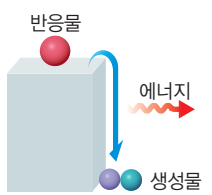
ㄴ. A~C 중 저장액(A)에 넣었던 감자 세포의 부피가 가장 크다.

08 생명체 내에서 일어나는 모든 물질대사에는 생체 촉매인 효소가 관여하기 때문에 물질대사는 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 일어난다.

예시 답안 생명체 내에서는 효소가 활성화 에너지를 낮추어 체온 정도의 낮은 온도에서도 화학 반응이 빠르게 일어나게 하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
효소가 활성화 에너지를 낮추어 체온 정도의 낮은 온도에서도 화학 반응이 빠르게 일어나게 하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
효소가 활성화 에너지를 낮추기 때문이라고만 설명한 경우	50

개념 더하기 물질대사와 연소의 비교

물질대사	연소
1기압의 낮은 압력과 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 여러 단계에 걸쳐 일어난다.	400 °C 이상의 높은 온도에서 반응이 한 번에 일어난다.
	

09 ㄱ. (가)에서는 포도당이 한 번에 분해되어 다량의 에너지가 방출되므로 (가)는 연소이다.

ㄴ. (나)에서는 포도당이 여러 단계를 거쳐 분해되어 에너지가 소량씩 방출되므로 (나)는 효소가 관여하여 일어나는 물질대사이다.

오답 피하기 ㄴ. (나)에서는 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되며 에너지가 방출되므로, (나)는 물질대사 중 이화 작용인 세포 호흡이다. 광합성에서는 이산화 탄소와 물이 포도당으로 합성되며 빛에너지가 흡수된다.

10 ㄱ, ㄴ. A는 이화 작용에 관여하는 효소, B는 반응물이다.

오답 피하기 ㄴ. 효소(A)가 반응물(B)과 일시적으로 결합하여 C를 형성하면 활성화 에너지가 낮아진다.

11 ㄱ. 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 높으므로 (가)는 동화 작용이다.

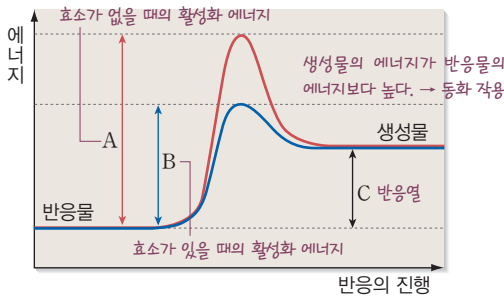
ㄴ. A는 효소가 없을 때의 활성화 에너지, B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이므로 효소가 있을 때 활성화 에너지는 효소가 없을 때보다 'A-B'만큼 감소한다.

ㄷ. C는 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이며, 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.

자료 분석하기 효소와 활성화 에너지

효소는 활성화 에너지를 낮추어 체온 정도의 낮은 온도에서도 화학 반응이 빠르게 일어나게 한다.

- 활성화 에너지: 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지이다.
- 반응열: 반응물과 생성물의 에너지 차이로, 효소의 유무에 관계없이 일정하다.



12 과산화 수소수가 들어 있는 삼각 플라스크에 생간을 넣으면 간에 들어 있는 카탈레이스가 과산화 수소를 물과 산소로 분해하여 산소 기체가 발생하므로 거품이 발생한다.

예시 답안 효소의 주성분인 단백질은 높은 온도에서 입체 구조가 변해 촉매 기능을 잃는다. 따라서 간에 열을 가해 익히면 간세포에 들어 있는 카탈레이스가 기능을 잃어 과산화 수소를 물과 산소로 분해하지 못하므로 거품이 발생하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
효소의 주성분인 단백질이 높은 온도에서 구조가 변해 기능을 잃기 때문에 거품이 발생하지 않는다고 옳게 설명한 경우	100
효소가 높은 온도에서 기능을 잃어 거품이 발생하지 않는다고만 설명한 경우	50

13 ㄱ. ㉠은 유전자가 존재하는 DNA이다.

ㄴ. 유전자 A는 효소 A에 대한 정보를 저장하고 있으므로, 유전자 A에 이상이 생겨 효소 A가 합성되지 않으면 유전 질환이 발생할 수 있다.

오답 피하기 ㄴ. 유전자 A, B, C는 서로 다른 효소에 대한 정보를 저장하고 있으므로 염기 서열이 서로 다르다.

14 주어진 자료의 DNA로부터 전사된 RNA의 염기 서열은 AAA UGU AUU UAC AAU ACU이므로 총 6개의 코돈으로 구성된다.

ㄴ. (가)의 4번째 아미노산을 지정하는 코돈은 4번째 3염기 조합 ATG에 상보적이므로 UAC이다.

ㄷ. ㉠ 부분의 염기 T이 A으로 바뀌면 5번째 3염기 조합이 TAA로 바뀌므로 5번째 코돈이 AUU로 바뀌어 3번째 코돈과 같아진다. 따라서 (가)의 왼쪽에서 3번째와 5번째의 아미노산 종류가 같아진다.

오답 피하기 ㄱ. (가)를 암호화하는 코돈은 총 6개이므로 (가)는 총 6개의 아미노산으로 구성된다. 따라서 아미노산과 아미노산 사이의 펩타이드 결합은 총 5개가 존재한다.

15 (가)는 DNA, (나)는 RNA이며, DNA로부터 RNA를 합성하는 ㉠은 전사, RNA로부터 단백질을 합성하는 ㉡은 번역이다.

ㄴ. 번역(㉡) 과정에서 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성되어 단백질이 만들어진다.

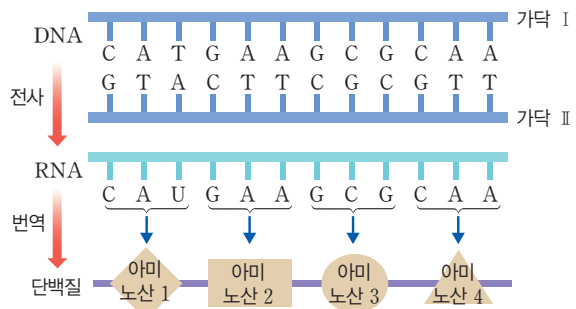
오답 피하기 ㄱ. 전사(㉠)는 핵 안에서, 번역(㉡)은 세포질의 리보솜에서 일어난다.

ㄴ. DNA(가)를 구성하는 염기는 A, T, G, C이며, RNA(나)를 구성하는 염기는 A, U, G, C이다.

16 RNA의 염기 서열이 DNA 이중 나선 중 가닥 II에 상보적이므로 전사에 사용된 것은 가닥 II이며, ㉠은 아데닌(A), ㉡은 구아닌(G), ㉢은 유라실(U)이고, ㉣은 GTA이다. 이 RNA에는 4개의 코돈이 존재하므로 4개의 아미노산으로 구성된 단백질이 합성되며, 합성된 단백질에는 펩타이드 결합이 총 3개 존재한다.

자료 분석하기 전사와 번역

RNA의 염기 서열을 알면 전사에 사용된 DNA 가닥의 염기 서열을 알 수 있다.



VI. 화학 변화

52~55쪽

- 01 ③ 02 (가), (다) 03 (1) X: MgO, Y: H₂ (2) 해설 참조
 04 ⑤ 05 ③ 06 ⑤ 07 ③ 08 ④ 09 ③ 10 해설 참조
 11 ④ 12 ③ 13 ④ 14 ② 15 ② 16 ③
 17 (나) 18 ③ 19 ⑤

01 (가)에서 철이 녹스는 현상은 철이 공기 중의 산소(O₂), 물과 서서히 반응하는 것이다. (나)에서 사과가 색이 갈색으로 변하는 것은 공기 중의 산소(O₂)와 반응하기 때문이다. (다)에서 양초의 연소는 양초가 공기 중의 산소(O₂)와 반응하며 빛과 열을 동반하는 화학 변화이다. 따라서 (가)~(다)에서 일어나는 화학 반응에는 모두 산소(O₂)가 관여한다.

02 (가)에서 철은 산소와 결합하므로 산화된다. (나)에서 산화 철(Ⅲ)은 결합하고 있던 산소를 잃고 철로 환원된다. (다)에서 철은 전자를 수소 이온에게 주고 철 이온이 되므로 산화된다.

03 (1) (가)에서 Mg는 산소를 얻어 MgO이 되고, (나)에서 Mg는 전자를 잃어 Mg²⁺이 된다.
 (2) **예시 답안** (가) 산화. Mg는 산소를 얻어 MgO이 되므로 산화된다. (나) 산화. Mg는 전자를 잃어 Mg²⁺(MgCl₂)이 되므로 산화된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	X, Y를 모두 옳게 쓴 경우	30
	X, Y 중 1가지만 옳게 쓴 경우	15
(2)	(가)와 (나)에 대해 모두 옳게 설명한 경우	70
	(나)와 (나) 중 1가지에 대해서만 옳게 설명한 경우	35

04 (가) $A + O_2 \longrightarrow 2NO \Rightarrow A$ 는 N₂이다.
 (나) $2NO + 2CO \longrightarrow A + B \Rightarrow B$ 는 2CO₂이다.
 ㄱ. A가 O₂와 반응하여 2NO가 되므로 A는 N₂이다.
 ㄴ. (나)에서 CO는 산소를 얻어 이산화 탄소(CO₂)가 된다.
 ㄷ. CO₂는 지구 온난화의 원인이 되는 물질 중 하나이다.

05 ㄱ. (가)에서 구리는 산소와 반응하여 검은색의 산화 구리(Ⅱ)가 되는데, 이를 화학 반응식으로 나타내면 $2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$ 이다.
 ㄴ. (나)에서 아연(Zn)이 염산(HCl)과 반응하여 수소 기체(H₂)가 발생한다. 수소(H₂)는 산화 구리(Ⅱ)(CuO)와 반응하여 수증기(H₂O)가 되는데, 이를 화학 반응식으로 나타내면 $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$ 이다. 이때 산화 구리(Ⅱ)(CuO)는 산소(O)를 잃고 환원되어 구리(Cu)가 되고, 산화 구리(Ⅱ)(CuO)가 잃은 산소(O)는 수소(H₂)가 얻는다.

오답 피하기 ㄷ. (나)에서 CO₂ 기체가 발생하지 않는다.

06 ㄱ. 은 이온(Ag⁺)과 철(Fe)이 전자를 주고받는 반응이므로 질산 이온(NO₃⁻)은 반응에 참여하지 않는다.
 ㄴ. 은 이온은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원되고, 철은 전자를 잃어 철 이온(Fe²⁺)으로 산화된다.

ㄷ. 2개의 은 이온(Ag⁺)이 은으로 석출되어 감소할 때 1개의 철 이온(Fe²⁺)이 수용액 속으로 녹아 들어가므로 반응 후 수용액 속의 총 이온 수는 감소한다.

07 ㄱ. 철의 제련 반응에서 용광로에 철광석(Fe₂O₃)과 코크스(C)를 넣어 반응시키므로 ㉠은 코크스(C)이다. 용광로에서는 코크스(C)가 산소(O₂)와 반응하여 일산화 탄소(CO)가 되는 $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$ 반응과 Fe₂O₃이 CO와 반응하는 $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$ 반응이 일어난다.

ㄴ. (나)에서 CO가 Fe₂O₃이 내놓은 산소(O)를 받아 산화되어 CO₂가 된다.

오답 피하기 ㄷ. (나)에서 Fe₂O₃이 산소(O)를 내놓고 환원되어 Fe이 된다.

08 ㄴ. 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시키는 것은 수소 이온(H⁺)이므로 H⁺의 이동을 확인할 수 있다.

ㄷ. 전극의 방향을 서로 바꾸어 연결하면 (-)극이 오른쪽이 된다. 따라서 H⁺은 (-)극 쪽으로 이동하므로 붉은색은 오른쪽으로 이동한다.

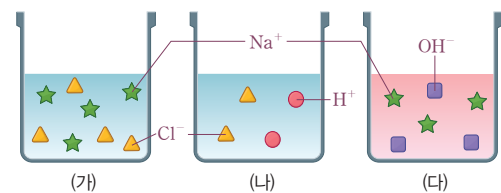
오답 피하기 ㄱ. 수소 이온(H⁺)이 (-)극 쪽으로 이동하므로 왼쪽이 (-)극, 오른쪽이 (+)극이다.

09 ㄱ. (가)는 염화 나트륨 수용액, (나)는 묽은 염산, (다)는 수산화 나트륨 수용액이다. ★은 Na⁺, ▲은 Cl⁻, ●은 H⁺, ■은 OH⁻에 해당한다. 따라서 ▲은 음이온이다.

ㄴ. (가)는 중성, (다)는 염기성이다. 따라서 (가)와 (다)를 혼합하면 염기성이므로 붉은색이 된다.

오답 피하기 ㄷ. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다. (가)는 중성, (나)는 산성, (다)는 염기성이므로 페놀프탈레인 용액을 넣지 않은 (가)~(다)에 BTB 용액을 넣으면 (가)는 초록색, (나)는 노란색, (다)는 파란색이 된다.

자료 분석하기 지시약의 색 변화와 이온 모형



- 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서는 무색, 염기성에서는 붉은 색이므로 무색인 (가), (나)는 산성이나 중성이고, 붉은색인 (다)는 염기성이다.
- (가)~(다)는 묽은 염산, 염화 나트륨 수용액, 수산화 나트륨 수용액 중 하나인데, (다)는 염기성이므로 수산화 나트륨 수용액이다.
- (다)에만 있는 ■은 OH⁻이므로 (가)와 (다)에 공통으로 있는 ★은 Na⁺이다. 따라서 (가)와 (나)에 공통으로 있는 ▲은 Cl⁻이고, (나)에만 있는 ●은 H⁺이다.
- (가)는 염화 나트륨(NaCl) 수용액, (나)는 묽은 염산(HCl), (다)는 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이다.

- 10** **예시 답안** (가) NaOH 수용액, (나) NaCl 수용액, (다) 묽은 염산, (가)와 (나)에 들어 있는 양이온이 같으므로 (가)와 (나)는 양이온이 같은 NaOH 수용액과 NaCl 수용액이다. (나)와 (다)에 들어 있는 음이온이 같으므로 (나)와 (다)는 음이온이 같은 NaCl 수용액과 묽은 염산이다. 따라서 (나)의 양이온은 Na^+ 이고, 음이온은 Cl^- 이므로 NaCl 수용액이고, (가)는 NaOH 수용액, (다)는 묽은 염산이다.

채점 기준	배점(%)
(가)~(다) 수용액을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가)~(다) 수용액만 옳게 쓴 경우	40

- 11** ㄱ. (가)는 수용액에서 이온화하므로 전기 전도성이 있다.
 ㄴ. (다)는 묽은 염산(HCl)으로 산성 용액이므로 금속 아연(Zn)과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 NaCl 수용액으로 중성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 넣으면 색 변화가 나타나지 않는다.

- 12** ㄱ. (가)와 (나)가 모두 산 수용액이므로 수용액 속에 공통적으로 H^+ 이 들어 있어야 한다. 따라서 ●는 H^+ 이다.
 ㄴ. (가)에서 H^+ 3개와 ■ 3개가 존재하므로 ■는 -1의 전하를 띠는 이온이다. (나)에서 H^+ 4개와 ▲ 2개가 존재하므로 ▲는 -2의 전하를 띠는 이온이다. 따라서 전하량의 절댓값은 ■이 ▲보다 작다.

오답 피하기 ㄴ. 산마다 다른 성질을 나타내는 것은 산의 음이온이 다르기 때문이다.

- 13** ㄱ. (가) 물질은 산이므로 수용액에서 모두 H^+ 을 내놓는다.
 ㄴ. (가)는 산 수용액이고, (나)는 염기 수용액이다. 따라서 서로 혼합하면 중화 반응이 일어나므로 중화열이 발생한다.

오답 피하기 ㄴ. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 은 에탄올이다. 에탄올은 수용액에서 이온화하지 않으므로 산이나 염기가 아니다.

- 14** A 수용액은 염기 수용액이다.
 ㄴ. A 수용액의 음이온은 OH^- 이다. A 수용액에 묽은 염산을 넣으면 중화 반응이 일어나므로 OH^- 수가 줄어든다.

오답 피하기 ㄱ. Zn을 넣을 때 H_2 기체가 발생하는 것은 산이다.
 ㄴ. A 수용액과 NaOH 수용액은 모두 염기이므로 중화 반응이 일어나지 않아 H_2O 이 생성되지 않는다.

- 15** ㄴ. 묽은 염산(HCl) 10 mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 넣어 줄 때 전체 이온의 수는 중화가 완결될 때까지는 일정하고, 중화가 완결된 이후에는 증가한다. (나)와 (다)는 모두 염기성이고 넣어 준 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이 (다)가 (나)보다 많으므로 전체 이온의 수는 (다) > (나)이다.

오답 피하기 ㄱ. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성 용액에서 무색, 염기성에서 붉은색이므로 (나)는 염기성이다.

ㄴ. (다)는 염기성이므로 수용액에 Na^+ , Cl^- , OH^- 이 있다. 따라서 양이온은 Na^+ 의 1종류만 있다.

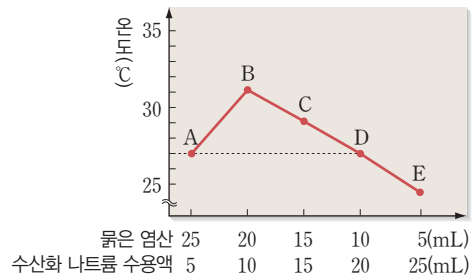
- 16** ㄱ. 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 높아진다. B의 온도가 가장 높으므로 B에서 가장 많

은 양의 물이 생성되었다.

ㄴ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응하므로 C와 D에는 반응하지 않은 수산화 나트륨 수용액이 존재한다. 따라서 C와 D에는 Na^+ , OH^- , Cl^- 의 3가지 이온이 존재한다.

오답 피하기 ㄴ. B의 온도가 가장 높으므로 B에서 완전히 중화되었다. 따라서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응한다.

자료 분석하기 중화 반응 온도 그래프



• B의 온도가 가장 높으므로 B에서 중화 반응이 완전히 일어났다.

➔ 반응하는 산과 염기의 부피비 = 20 : 10 = 2 : 1

구분	A	B	C
반응한 묽은 염산의 부피(mL)	10	20	15
반응한 NaOH 수용액의 부피(mL)	5	10	7.5
남은 용액의 종류와 부피(mL)	HCl, 15	—	NaOH, 7.5

- 17** (나) 용액의 색이 초록색이므로 중성이다. (가), (나), (라)의 혼합 용액의 부피는 60 mL로 같으며, (나)가 중성이므로 (가)는 염기성, (라)는 산성이다. 산과 염기를 혼합한 용액 중 혼합 용액의 부피가 같을 때에 중화가 완전히 일어난 지점에서 이온의 수가 가장 적다. (다)는 중화가 완전히 일어난 (나)보다 NaOH 수용액이 10 mL 더 많고, (마)는 중화가 완전히 일어난 (나)보다 묽은 염산이 10 mL 더 많으므로 수용액에 존재하는 이온의 수가 (나)보다 더 많다.

- 18** ㄱ. (가)와 (다)는 모두 염기성이므로 BTB 용액의 색이 파란색으로 같다.

ㄴ. (나)는 완전히 중화된 지점이고, (다)에서는 수산화 나트륨 수용액 30 mL가 반응하고 10 mL는 그대로 남으므로 생성된 물 분자의 수는 (나)와 (다)가 같다.

오답 피하기 ㄴ. (마)는 중화가 완전히 일어난 (나)보다 묽은 염산이 10 mL 더 많으므로 (나)와 같은 양의 열이 발생하더라도 온도가 (나)보다 낮다.

- 19** ㄱ. 별첨은 산성 성분이고 암모니아수는 염기성 물질이다.
 ㄴ. 탄산 칼슘으로 이루어진 달걀 껍데기는 염기성의 석회 성분으로 산성화된 토양을 중화시킨다.

ㄴ. 생선 비린내는 염기성 물질에 의한 것이므로 산성 물질인 식초를 탄 물로 중화시킨다.

Ⅶ. 생물 다양성과 유지

56~59쪽

- 01 ② 02 ② 03 ③ 04 ④ 05 해설 참조 06 ③
07 ④ 08 ⑤ 09 ③ 10 ② 11 해설 참조 12 ④
13 ⑤ 14 해설 참조 15 ② 16 ③ 17 ① 18 ⑤

01 ② A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다. 최초의 어류는 고생대에 출현하였다.

오답 피하기 ① 지질 시대의 순서는 A → B → C → D이다.

③ 최초의 육상 식물은 오존층이 형성된 이후인 고생대 중기에 출현하였다.

④ 가장 온난했던 지질 시대는 중생대이므로 C이다.

⑤ 생물 다양성이 가장 높았던 지질 시대는 신생대이므로 D이다.

02 나. (나)의 삼엽충은 바다에서 살던 생물이므로 지층이 쌓일 당시 이 지역은 바다였다.

오답 피하기 가. (가)의 지질 시대는 중생대이며, 매우 온난했던 시기로 빙하기가 없었다.

다. (가)의 지층은 중생대, (나)의 지층은 고생대에 퇴적되었으므로 (나)의 지층이 먼저 퇴적되었다.

개념 더하기 고생대의 환경과 생물

고생대의 환경

- 대체로 온난한 기후를 보이고, 말기에 빙하기가 있었다.
- 고생대 초기에 생물의 종류와 수가 폭발적으로 증가하였으며, 이를 캄브리아기 폭발이라고 한다.
- 중기에 오존층이 형성되면서 최초의 육상 생물이 출현하게 되었다.
- 고생대 말기에 초대륙(판게아)이 형성되어 해안 면적이 줄어드는 등의 급격한 환경 변화로 대멸종이 발생하였다.

고생대의 생물

- 바다: 전기에는 해양 무척추동물인 삼엽충, 방추충, 완족류가 번성하였고, 중기 이후에는 척추동물인 어류(갑주어)가 번성하였다.
- 육지: 양서류, 곤충류(대형 잡자리 등), 양치식물이 번성하였고, 파충류와 겉씨식물이 출현하였다. ⇒ 고생대의 육상 생물은 중기 이후에 나타났다.

03 가. (가)와 (라)는 지층이 퇴적될 당시의 환경을 알 수 있는 지질 화석이다.

나. (나)는 고생대, (다)는 신생대에 퇴적되었다.

오답 피하기 다. (가)는 육상 환경에서, (다)는 바다 환경에서 살았던 생물의 화석이므로 동일한 지층에서 산출될 수 없다.

04 ④ C 시기는 삼엽충이 멸종한 시기이므로 고생대와 중생대의 경계에 해당한다. 이 시기에는 지질 시대 동안 일어났던 멸종 중 가장 큰 규모의 멸종이 있었는데, 이때 많은 해양 생물이 멸종하였다.

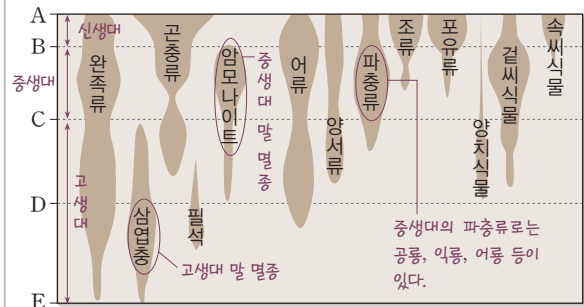
오답 피하기 ① 고생대와 중생대의 경계는 C이다.

② B 시기는 중생대와 신생대의 경계이므로 판게아가 존재하지 않았다.

③ 공룡은 B 시기에 멸종하였다.

⑤ 식물계의 번성 순서는 양치식물 → 겉씨식물 → 속씨식물 순이다.

자료 분석하기 생물계의 변화



- 고생대 말: 삼엽충 멸종
- 중생대 말: 암모나이트 멸종
- 식물의 번성: 양치식물 → 겉씨식물 → 속씨식물

05 대기 중의 산소는 해양 생물의 광합성 작용에 의해 발생하였고, 약 23억 년 전 이후부터 대기 중에 쌓이기 시작하였다. 산소는 고생대에 이르러 현재와 비슷한 수준의 농도가 되었다.

예시 답안 고생대 중기에는 대기 중의 산소가 충분히 축적되어 오존층이 형성되었다. 오존층은 태양의 자외선을 차단하므로 고생대 중기 이후에는 육지에도 생물이 살 수 있게 되었다.

채점 기준	배점(%)
오존층 형성과 자외선 차단에 대해 옳게 설명한 경우	100
오존층만 설명한 경우	50

06 다. 지질 시대는 주로 화석의 급변을 기준으로 구분한다. 따라서 A와 B 사이, C와 D 사이를 기준으로 지질 시대를 3개로 구분할 수 있다.

오답 피하기 가. (다)는 오랜 기간 동안 멸종하지 않고 살아왔으므로 표준 화석으로 적절하지 않는다.

나. (라)는 특정한 지질 시대에만 살았으므로 표준 화석으로 적합한다.

07 삼엽충은 고생대 말에 멸종했고, 겉씨식물은 중생대 기간 동안 번성하였다. 최초의 광합성 생물은 선캄브리아 시대에 출현했고, 최초의 육상 동물은 고생대 중기에 출현하였다. 따라서 지질학적 사건의 시간 순은 (다) → (라) → (가) → (나)이다.

08 ⑤ 이 지질 시대는 육상 파충류인 공룡이 번성했던 중생대이다. 중생대에 바다에서는 암모나이트가 번성하였다.

오답 피하기 ① 공룡이 나타나므로 이 지질 시대는 중생대이다.

② 판게아가 형성된 지질 시대는 고생대 말이다.

③ 중생대에는 빙하기가 없었다.

④ 중생대에는 식물계에서 겉씨식물이 번성하였다.

9 ㄱ. t_1 에서는 흰색 유전자만 가진 흰색 나방만 존재했는데, t_2 에서 검은색 나방이 출현했다. 이를 통해 $t_1 \sim t_2$ 구간에서 돌연변이가 일어났음을 알 수 있으며, 돌연변이로 인해 나방의 날개 색에 대한 변이가 나타났다.

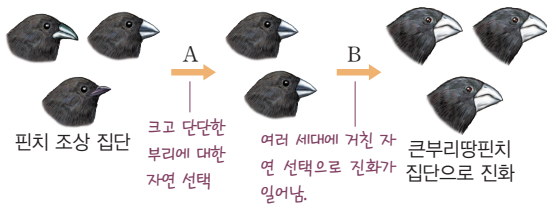
ㄴ. t_1 에서 t_3 로 갈수록 숲의 밝기가 계속 어두워졌고, 나방 집단에서 검은색 나방의 비율이 점차 증가했다. 이는 숲의 밝기가 어두워지면서 검은색 나방이 포식자에게 발견될 확률이 낮아져 자연 선택되었기 때문이다. 따라서 숲의 밝기는 나방 집단에서 일어난 자연 선택에 영향을 주었다.

오답 피하기 ㄴ. t_3 일 때 숲의 밝기가 어두우므로 검은색 나방이 흰색 나방보다 포식자에게 발견될 확률이 낮아 생존에 유리하다.

10 ㄴ. B 과정에서는 자연 선택에 의해 크고 단단한 부리를 가진 큰부리땅핀치로의 진화가 일어났으며, 이러한 생물의 진화는 여러 세대에 걸쳐 일어났다.

오답 피하기 ㄱ, ㄴ. A 과정 이전에 유전자의 차이로 부리 모양이 서로 다른 핀치가 살았으며, 크고 단단한 부리를 갖는 방향으로 진화했으므로 이 섬에는 크고 단단한 씨앗을 맺는 나무가 서식한다.

자료 분석하기 갈라파고스 핀치의 진화 과정



- A 과정 이전에 핀치 조상 집단에는 부리 모양이 다양한 변이가 있었으므로 부리 모양을 결정하는 유전자 구성이 서로 다르다는 것을 알 수 있다.
- A 과정에서 크고 단단한 부리에 대한 자연 선택이 일어나 A 과정 이후에는 크고 단단한 부리를 가진 개체만 남았다.
- B 과정에서 여러 세대에 걸친 자연 선택으로 유리한 형질(크고 단단한 부리)을 갖는 개체가 많아지는 방향으로 진화가 일어나 B 과정 이후에는 더욱 크고 단단한 부리를 가진 개체만 존재한다.

11 **예시 답안** 먹이 경쟁에서 목이 긴 기린이 목이 짧은 기린보다 더 많이 살아남아 자손에게 목이 긴 형질을 전달하는 자연 선택이 일어났다고 옳게 설명한 경우

채점 기준	배점(%)
목이 긴 기린이 살아남아 자손에게 목이 긴 형질을 전달하는 자연 선택이 일어났다고 옳게 설명한 경우	100
목이 긴 기린이 자연 선택되었다고만 설명한 경우	70

12 ㄱ. 벨크로 테이프로 세균 모형을 찍어 내는 과정을 반복할수록 항생제 내성 세균 모형(B)의 수는 증가하고, 항생제 비내성 세균 모형(A)의 수는 감소한다. 이를 통해 벨크로 테이프는 항생제 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 세대가 거듭될수록 항생제 내성 세균(B)의 수가 증가하는 것은 항생제를 사용하는 환경(벨크로 테이프로 세균 모형을 찍어 내어 제거)에서 항생제 내성 세균(B)이 생존과 번식에 유리하여 자연 선택되었기 때문이다.

오답 피하기 ㄴ. 3세대에서 항생제 비내성 세균 모형(A)은 24개 중 20개가 벨크로 테이프로 의해 제거되고 남은 4개가 2배로 늘어나 4세대에서 8개가 된 것이다. 즉, 3세대에서 4세대로 될 때 일부 항생제 비내성 세균이 살아남아 증식한 것이다.

자료 분석하기 항생제 내성 세균의 출현과 진화 모의실험

[실험 과정]

(가) 탈실로 만든 항생제 비내성 세균 모형(A), 스타이로폼으로 만든 항생제 내성 세균 모형(B), 벨크로 테이프를 준비한다.

(나) 쟁반에 A를 36개, B를 4개 넣어 1세대를 만든다.

(다) 벨크로 테이프로 세균 모형을 찍어 내어 20개를 제거한다.

(라) 쟁반에 남은 것과 같은 종류의 세균 모형을 각각의 수만큼 더해 2세대를 만든다.

(마) 과정 (다)~(라)를 반복하여 3세대와 4세대를 만든다.



[실험 결과]

각 세대에서 세균 모형 A와 B의 개수는 표와 같다.

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
A	36	32	24	8
B	4	8	16	32

- (다)에서 벨크로 테이프로 세균 모형을 찍어 내는 환경 변화로 인해 항생제 내성 세균 모형(B)이 생존에 유리해졌다. ➡ 벨크로 테이프는 항생제 역할을 한 것이고, 항생제 내성 세균 모형(B)은 생존과 번식에 유리하여 자연 선택된다.
- (라)에서 쟁반에 남은 것과 같은 종류의 세균 모형을 각각의 수만큼 더하는 과정은 생존 경쟁에서 살아남은 개체가 증식하여 자손을 만드는 과정에 해당한다.

13 ㄱ. (다)는 화학 물질과 에너지가 풍부한 심해의 열수구에서 생명체 탄생에 필요한 유기물이 만들어졌다고 보는 심해 열수구설이며, 열수구는 ㉠에 해당한다.

ㄴ. (가)는 지구의 원시 대기에서 화학 반응이 일어나 생명체 탄생에 필요한 유기물이 만들어졌다고 보는 화학 진화설이다.

ㄴ. (나)는 생명체 탄생에 필요한 유기물이 외계에서 만들어져 지구로 유입되었다고 보는 외계 유입설이다.

14 **예시 답안** 돌연변이가 일어나 항생제 저항성 유전자가 만들어지면 서 일부 세균이 항생제 내성을 가지게 되었다.

채점 기준	배점(%)
돌연변이가 일어나 항생제 내성 세균이 출현했다는 내용을 옳게 설명한 경우	100
돌연변이가 일어났다고만 설명하거나 항생제 내성 세균이 출현했다고만 설명한 경우	50

15 (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성이다.

ㄷ. 환경이 다양할수록 다양한 생태계가 존재하여 생태계 다양성(다)이 높다.

오답 피하기 ㄱ. (가)는 한 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함인 유전적 다양성이다.

ㄴ. 아시아무당벌레 걸날개의 색과 무늬 차이는 유전자 차이로 인한 유전적 다양성(가)의 예에 해당한다.

16 • A: 생물 다양성이 높으면 여러 개의 먹이 사슬이 얹혀 먹이 그물이 복잡하게 형성되므로 생태계 평형이 잘 유지된다.

• B: 생물로부터 얻을 수 있는 의복, 식량, 의약품 등이 생물 자원이다. 생물 다양성이 감소하면 생물의 종 수, 유전자, 개체 수가 감소하는 것이므로 생물 자원도 줄어들 수밖에 없다.

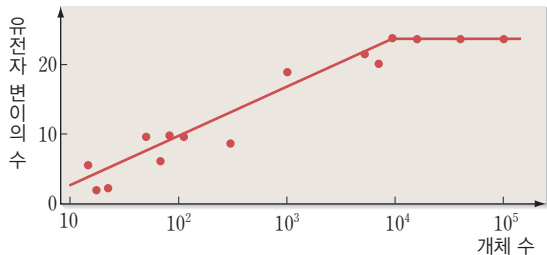
오답 피하기 • C: 유전적 다양성이 높으면 개체 간의 변이가 다양하여 급격한 환경 변화가 일어났을 때 살아남을 수 있는 변이가 있을 가능성이 높으므로 멸종할 확률이 낮다.

17 ㄱ. 한 생물종의 무리에 존재하는 유전자 변이의 수는 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전자의 다양함인 유전적 다양성과 관련이 있다.

오답 피하기 ㄴ. 유전자 변이의 수가 많아 유전적 다양성이 높을수록 환경 변화에 대한 적응력이 높으므로 개체 수가 10^3 일 때보다 10^5 일 때 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

ㄷ. 생물 다양성을 보전하기 위해서는 유전적 다양성이 높아야 하므로 개체 수가 10^4 이상으로 유지되도록 해야 한다.

자료 분석하기 생물 다양성



- 유전자 변이의 수는 같은 생물종의 개체 사이에서 나타나는 유전적 차이에 해당하므로 이 자료는 유전적 다양성과 관련이 깊다.
- 유전적 다양성이 높을수록 환경 변화에 대한 적응력이 높으므로 이 생물종의 무리에서는 개체 수가 10^4 이상이면 유전자 변이의 수가 최대가 되어 환경 변화에 대한 적응력도 가장 높아진다.

18 ⑤ 멸종 위기종을 보호하기 위해 천적을 모두 없애면 생태계의 먹이 관계에 영향을 미쳐 생물 다양성이 감소할 수 있다.

오답 피하기 ① 생물 다양성을 보전하기 위한 사회적 수준에서의 노력에 해당한다.

②, ③ 생물 다양성을 보전하기 위한 국가적 수준에서의 노력에 해당한다.

④ 생물 다양성을 보전하기 위한 국제적 수준에서의 노력에 해당한다.

VIII. 생태계와 환경

60~65쪽

01 ③	02 ㄴ	03 ㄱ, ㄷ	04 ④	05 해설 참조	06 ④
07 ④	08 ④	09 ③	10 ③	11 ③	12 (1) 풀 → 사슴 → 늑대 (2) 해설 참조
13 ①	14 ⑤	15 (나) → (라) → (가) → (다)	16 ②	17 ⑤	18 ④
19 ②	20 ⑤	21 ⑤	22 해설 참조	23 ②	24 ④
25 ①	26 ③				

01 ㄱ, ㄴ. (가)는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리이므로 개체군, (나)는 여러 개체군으로 이루어진 무리이므로 군집이다.

오답 피하기 ㄷ. 종 다양성은 여러 종의 생물로 이루어진 군집(나)에서 나타난다.

02 ㄴ. ㉠은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 미치는 것이다. 빛이 비치는 방향으로 식물이 굽어 자라는 것은 비생물적 요인인 빛이 생물적 요인인 식물에 영향을 미치는 것이므로, ㉠의 예에 해당한다.

오답 피하기 ㄱ. 생물적 요인은 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분하므로 A는 소비자이다. 버섯은 생물의 사체와 배설물을 분해하여 영양분을 얻으므로 분해자이다.

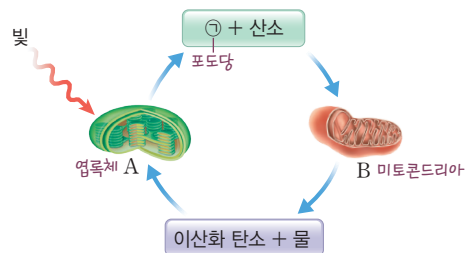
ㄷ. ㉡은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것이다. 사슴이 가을에 번식하는 것은 비생물적 요인인 빛이 생물적 요인인 사슴에 영향을 미친 것이므로 ㉡의 예에 해당한다.

03 ㄱ. A는 광합성이 일어나는 엽록체이며, 생산자는 광합성을 하므로 생산자 중에는 엽록체(A)를 가진 생물이 있다.

ㄷ. ㉠은 엽록체에서 광합성 결과 만들어진 포도당과 같은 유기물이다. 이 유기물은 소비자를 비롯한 모든 생물의 에너지원이 된다.

오답 피하기 ㄴ. B는 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아이며, 분해자 중에는 버섯, 곰팡이와 같이 미토콘드리아를 가진 생물이 포함된다.

자료 분석하기 세포 소기관과 생물적 요인



• A는 빛에너지를 흡수해 이산화 탄소와 물로부터 유기물인 포도당(㉠)을 만드는 광합성이 일어나는 장소인 엽록체이다. ➔ 생산자는 광합성을 하므로 생산자 중에는 엽록체(A)를 가진 생물이 있다.

• B는 산소를 이용해 포도당(㉠)을 이산화 탄소와 물로 분해함으로써 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 세포 호흡이 일어나는 장소인 미토콘드리아이다. ➔ 분해자 중에 버섯, 곰팡이는 미토콘드리아(B)를 가진다.

04 큰바다사자의 피하 지방은 추위를 견디기 위한 적응이므로 온도와 관련된 사례, 수련의 구조는 물이 풍부한 수생 환경에 대한 적응이므로 물과 관련된 사례, 해조류의 분포는 빛의 파장에 대한 적응이므로 빛과 관련된 사례이다.

자료 분석하기 생물과 환경의 상호 관계

환경 요인	사례
(가)	큰바다사자는 피하 지방을 두껍게 축적한다.
(나)	수련은 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않는다.
(다)	얕은 바다에는 녹조류가, 깊은 바다에는 홍조류가 많이 분포한다.

- 피하 지방이 두꺼우면 몸 안의 열이 밖으로 잘 빠져나가지 못하므로 체온 유지에 유리하다. 따라서 (가)는 온도이다.
- 수련은 수생 생활을 하므로 주변에 물이 많아 물을 흡수하는 데 사용하는 뿌리와, 흡수한 물을 수송하는 데 사용하는 관다발이 잘 발달하지 않는다. 따라서 (나)는 물이다.
- 적색광은 얕은 바다에만 도달하므로 얕은 바다에는 적색광을 잘 흡수하는 녹조류가 많이 분포하며, 청색광은 깊은 바다까지 도달하므로 깊은 바다에는 청색광을 잘 흡수하는 홍조류가 많이 분포한다. 따라서 (다)는 빛이다.

05 **예시 답안** 온도, 개구리는 겨울잠을 잔다, 북극여우는 사막여우에 비해 몸집이 크고 말단 부위가 작다, 추운 지방에 사는 동물은 피하 지방층이 두껍다. 등

채점 기준	배점(%)
온도를 쓰고, 온도와 관련된 상호 관계의 사례를 2가지 모두 옳게 설명한 경우	100
온도를 쓰고, 온도와 관련된 상호 관계의 사례를 1가지만 옳게 설명한 경우	70
온도만 쓴 경우	30

06 ㄱ. 이 생태계에서 광합성을 하는 생물은 생산자인 강아지풀 뿐이다.

ㄷ. 뱀은 토끼(1차 소비자)를 먹는 경우에는 2차 소비자이고, 들쥐나 개구리(2차 소비자)를 먹는 경우에는 3차 소비자이다.

오답 피하기 ㄴ. 개구리의 에너지 중 생명 활동에 사용하고 남은 일부 에너지만 매에게로 전달된다.

07 ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소한다.

ㄷ. (나)에서 에너지량이 가장 많은 영양 단계의 생물은 가장 하위 영양 단계에 있는 생산자이다. 생산자는 광합성을 하여 유기물을 생산한다.

오답 피하기 ㄴ. 에너지는 각 영양 단계에서 생물의 생명 활동에 사용되거나 열에너지로 방출되고 남은 것이 상위 영양 단계로 전달된다.

08 에너지량은 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 에너지량이 가장 많은 C는 생산자, 가장 적은 B는 2차 소비자, A는 1차 소비자이다.

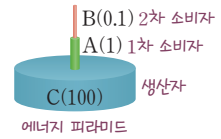
ㄴ. 개체 수는 2차 소비자(B)보다 생산자(C)가 많다.

ㄷ. 1차 소비자(A)의 개체 수가 일시적으로 감소하면 생산자(C)는 먹히는 양이 줄어들어 개체 수가 증가한다.

오답 피하기 ㄱ. 에너지는 먹이 관계에 따라 C(생산자) → A(1차 소비자) → B(2차 소비자)로 전달된다.

자료 분석하기 생태 피라미드

영양 단계	에너지량
A	1
B	0.1
C	100



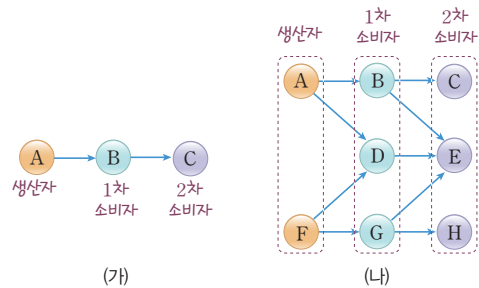
- 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 에너지량이 가장 많은 C는 생산자, 가장 적은 B는 2차 소비자, A는 1차 소비자이다.
- 에너지는 생산자(C) → 1차 소비자(A) → 2차 소비자(B)로 전달된다.
- 에너지량과 개체 수는 모두 하위 영양 단계(C)에서 상위 영양 단계(B)로 갈수록 감소한다.

09 ㄱ. (가)보다 (나)에 더 많은 종류의 생물이 존재하므로 종 다양성은 (가)에서보다 (나)에서 높다.

ㄷ. (나)에서 C, E, H는 모두 2차 소비자이다.

오답 피하기 ㄴ. (가)에서는 먹이 사슬만 형성되어 있으며, (나)에서는 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 먹이 그물이 형성되어 있으므로 (나)는 (가)보다 생태계 평형이 잘 유지된다.

자료 분석하기 먹이 관계와 생태계 평형 유지



- (가)에는 3종(A~C)의 생물이, (나)에는 8종(A~H)의 생물이 서식하므로 종 다양성은 (가)에서보다 (나)에서 높다.
- (가)에서는 A~C의 먹이 관계가 한 줄로만 연결되어 있는 먹이 사슬이 형성되어 있고, (나)에서는 A~H의 먹이 관계가 복잡하게 얽혀 있는 먹이 그물이 형성되어 있다.
- (가)에서는 B가 사라질 경우 C도 먹이가 없어 사라질 확률이 높지만, (나)에서는 D가 사라져도 E가 B와 G를 먹을 수 있어 사라질 확률이 낮다. 따라서 생태계 평형은 (가)에서보다 (나)에서 안정적으로 유지된다.

10 ㄷ. 멸치의 개체 수 변화는 멸치를 먹이로 하는 포식자의 개체 수에 영향을 미치므로 멸치의 개체 수가 안정적으로 유지되어야 멸치 포식자의 개체 수도 안정적으로 유지된다.

오답 피하기 ㄱ. 동물 플랑크톤은 식물 플랑크톤과 같은 생산자를 먹는 1차 소비자이므로 멸치는 2차 소비자이다.

ㄴ. 멸치의 개체 수가 감소하면 동물 플랑크톤은 멸치에게 적
게 잡아먹히므로 동물 플랑크톤의 개체 수가 증가한다.

- 11 ㄱ. 야자나무의 과도한 벌채는 이스터섬에서 야자나무를 사
라지게 만들었으므로 이는 생물 다양성을 감소시켜 생태계
평형을 깨뜨리는 요인에 해당한다.

ㄴ. 야자나무의 벌채와 그로 인한 생물 다양성의 감소는 이스
터섬의 생태계를 파괴해 결국 소수의 원주민만 살아남게 되
는 결과를 초래했다. 따라서 이 사례를 통해 생태계와 생물
다양성의 보전이 인류의 생존에 필요함을 알 수 있다.

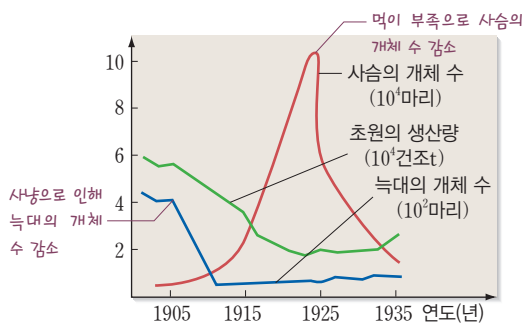
오답 피하기 ㄴ. 이스터섬에서 많은 새가 사라진 것은 야자나무
가 사라져 원주민들이 돌고래 사냥이 불가능해져서 부족한
식량을 보충하기 위해 새를 많이 잡아먹었기 때문이다.

- 12 자료에 제시된 생물 간의 먹이 사슬은 풀 → 사슴 → 늑대이
며, 1905년부터 늑대의 사냥을 허용한 결과 피식자인 사슴의
개체 수가 증가했다. 사슴의 개체 수 증가로 생산자인 풀(초
원)의 생산량이 감소하면서 사슴의 먹이가 부족해져 1925년
이후 사슴의 개체 수가 급격히 감소했다.

(2) **예시 답안** 1905년 이후 사슴의 개체 수가 증가한 까닭은 포식
자인 늑대의 개체 수가 감소했기 때문이고, 1925년 이후 사슴의 개
체 수가 감소한 까닭은 사슴의 먹이 공급원인 초원의 생산량이 줄어
들었기 때문이다. 이를 통해 생태계의 평형은 먹이 관계에 의해 유지
된다는 것을 알 수 있다.

채점 기준	배점(%)
사슴의 개체 수가 변한 까닭을 제시된 자료를 근거로 설명하고, 이 를 통해 알 수 있는 사실을 생태계 평형 유지와 관련지어 옳게 설명 한 경우	100
사슴의 개체 수가 변한 까닭을 늑대의 개체 수 감소, 초원의 생산량 증가로 설명했으나 이를 통해 알 수 있는 사실을 옳게 설명하지 못 한 경우	60

자료 분석하기 먹이 관계와 생태계 평형의 파괴



- 이 생태계에서 에너지는 먹이 관계를 따라 풀(생산자) → 사슴(1차
소비자) → 늑대(2차 소비자)의 순서로 전달된다.
- 늑대의 개체 수가 감소하면 늑대의 먹이인 사슴의 개체 수는 증가
하고, 사슴의 먹이인 풀의 개체 수(초원의 생산량)는 감소한다.
- 1905년~1925년에 초원의 생산량이 감소한 까닭은 사슴의 개체
수가 증가해 사슴이 풀을 많이 먹었기 때문이다.
- 1925년 이후에 사슴의 개체 수가 급격하게 감소한 까닭은 초원의
생산량이 낮아 사슴의 먹이(풀)이 부족해졌기 때문이다.

- 13 ㄱ. A는 2차 소비자, B는 1차 소비자, C는 생산자이며, 생
태계 평형은 주로 먹이 관계에 의해 유지된다. 따라서 1차 소
비자의 개체 수 증가로 생태계 평형이 일시적으로 파괴되었
을 때 먹이 관계에 의해 다시 원래의 상태로 회복될 수 있다.

오답 피하기 ㄴ. (가) 과정에서는 앞 단계에서 1차 소비자의 개
체 수가 증가했으므로 2차 소비자(A)의 개체 수는 증가하고,
생산자(C)의 개체 수는 감소한다. (나) 과정에서는 앞 단계에
서 2차 소비자(A)의 개체 수가 증가했으므로 1차 소비자(B)
의 개체 수는 감소하고 2차 소비자(A)의 개체 수도 감소하
며, 생산자(C)의 개체 수는 증가하면서 평형을 회복한다.

ㄴ. B는 1차 소비자이므로, 생태계 평형의 일시적 파괴는 1차
소비자의 개체 수가 증가했기 때문에 일어났다.

- 14 ⑤ 해양의 표층 순환을 형성시킨 근본 원인은 대기 대순환에
의한 바람이다.

오답 피하기 ① A는 극순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환
이다.

② 위도 30° 부근에는 하강 기류로 인해 아열대 고압대가 발
달한다.

③ C 순환에 의해 지상에서 부는 바람은 무역풍이다.

④ 대기 대순환은 위도별 에너지 불균형을 해소시키는 역할
을 한다.

- 15 화석 연료의 사용 증가로 대기 중 이산화 탄소의 양이 증가하
면 평균 기온이 상승한다. 이에 따라 해수가 열팽창하고 빙하
가 녹아 해수로 유입되어 해수면이 높아진다.

- 16 ㄴ. 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 동쪽 해역에서 따뜻한
해수층의 두께가 두꺼워진다.

오답 피하기 ㄱ. 평상시에 강수 구역은 주로 상승 기류가 나타
나는 서쪽 연안(호주)에서 나타난다.

ㄴ. 라니냐 시기에는 무역풍의 세기가 평상시보다 강하여 태
평양 서쪽 연안에 위치한 호주에서 따뜻한 해수층의 두께가
더 두꺼워진다. 또 라니냐 시기에는 호주에서 상승 기류가 평
상시보다 더 우세해진다.

- 17 A는 인간의 활동에 의한 사막화 과정이고, B는 대기 대순환
의 변화에 의해 일어나는 자연적인 원인이다. 가뭄이 지속되
는 것은 대기 대순환의 변화가 일어나 특정 지역에서 강수량
이 감소하기 때문이다.

- 18 ㄴ, ㄷ. 대기와 해수의 순환이 약해지면 저위도에서 고위도로
열 수송량이 적어진다. 그에 따라 에너지 과잉이 일어나는 적
도 지역의 평균 온도는 상승하고, 에너지 부족이 일어나는 극
지역의 평균 온도는 하강한다. 따라서 저위도와 고위도의 평
균 온도 차이도 커진다.

오답 피하기 ㄱ. 에너지가 부족한 극지역의 평균 온도는 하강
한다.

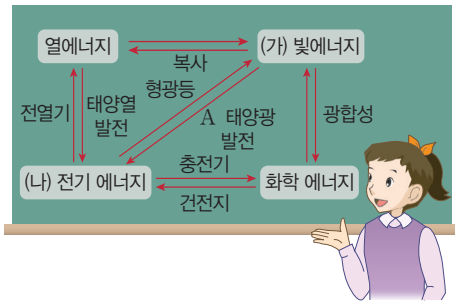
- 19 다. 엘니뇨가 발생하면 적도 부근 동태평양의 따뜻한 표층 해수가 서태평양으로 평소만큼 이동하지 못하여 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 상승한다.

오답 피하기 ㄱ. 엘니뇨가 발생할 때는 무역풍이 약해진다.

ㄴ. 서태평양 쪽에 있는 호주는 하강 기류가 발달하게 되어 고기압이 형성되고, 강수량이 감소한다.

- 20 에너지 보존 법칙에 의해 에너지를 사용하는 과정에서 에너지의 형태가 변하더라도 에너지의 총량은 일정하게 보존된다. 그러나 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양은 감소하므로 에너지가 고갈될 염려가 있다.

- 21 ㄱ. 영희가 발표하는 에너지 순환 과정에서 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 과정이므로 (가)는 빛에너지이다.



ㄴ. 형광등은 전기 에너지가 빛에너지로 전환되는 과정이므로 (나)는 전기 에너지이다. 전기 에너지는 공급이 간편하고 열, 빛 등 다른 형태의 에너지로 쉽게 전환되기 때문에 많이 사용한다.

ㄷ. 빛에너지에서 전기 에너지로 전환되는 예로는 태양광 발전이 있다.

- 22 에너지를 사용하는 과정에서 에너지의 총량은 보존되지만 우리가 사용할 수 있는 형태의 유용한 에너지의 양은 점점 줄어들므로 에너지를 절약해야 한다.

예시 답안 전기 에너지 → 운동 에너지, 열에너지, 소리 에너지
에너지가 여러 형태로 전환되어 총량은 일정하게 보존되지만 우리가 사용할 수 있는 형태의 유용한 에너지의 양은 점점 줄어들므로 에너지를 절약해야 한다.

채점 기준	배점(%)
에너지 전환 과정을 옳게 쓰고, 에너지를 절약해야 하는 까닭을 옳게 설명한 경우	100
에너지 전환 과정만 옳게 쓴 경우	40

- 23 전열기는 전기 에너지를 열에너지로 전환하므로 (라)는 전기 에너지이다.

(가) 수력 발전, 풍력 발전의 경우 물이나 바람의 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다. (나) 전기 에너지가 화학 에너지로 전환되는 예에는 충전기가 있고, (다) 빛에너지를 전기 에너지로 전환하는 예로는 반도체 소자인 태양 전지가 있다.

- 24 ㄱ. (라)는 전기 에너지이다.

ㄷ. 에너지가 전환되는 과정에서 일부 에너지가 열로 전환되므로 우리가 유용하게 쓸 수 있는 에너지가 감소한다. 따라서 에너지를 절약하고 에너지 효율이 높은 제품을 사용해야 한다.

오답 피하기 ㄴ. 에너지가 전환될 때 에너지의 총량은 보존된다.

개념 더하기 에너지를 절약해야 하는 까닭

에너지 전환 과정에서 에너지의 일부가 항상 열에너지로 전환된다.

에너지의 총량은 보존되지만 점차 우리가 쓸 수 없는 형태의 에너지로 전환된다.

에너지를 절약하고 에너지 효율이 높은 제품을 사용해야 한다.

적은 양의 에너지로도 필요한 용도의 에너지를 얻을 수 있어 에너지 사용량이 줄어든다.

- 25 ㄱ. 같은 에너지를 소비한다면 에너지 효율이 높은 조명 장치가 더 밝다. 따라서 A가 B보다 더 밝다.

오답 피하기 ㄴ. 에너지 효율이 낮을수록 에너지 전환 과정에서 발생하는 열에너지의 양이 많다. 따라서 같은 에너지를 소비한다면 B가 A보다 더 많은 열에너지를 방출한다.

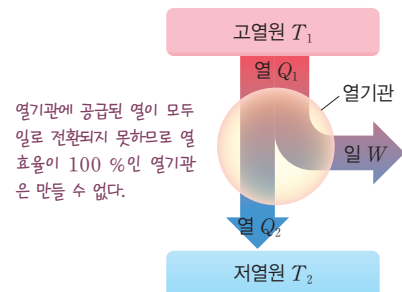
ㄷ. 같은 밝기라면 에너지 효율이 낮은 B가 A보다 더 많은 에너지를 소비한다. 에너지 효율이 B가 A의 $\frac{1}{3}$ 배이므로 B가 A보다 3배 많은 에너지를 소비한다.

- 26 ㄱ. 열기관 A의 효율이 20 %이므로 공급된 에너지 중의 20 %만 외부에 일을 하고, 80 %는 방출한다. 따라서 A가 외부에 한 일의 양은 $W=5Q \times 0.2=Q$ 이다.

ㄴ. B는 공급된 에너지 6Q 중에서 외부에 한 일의 양이 $2W=2Q$ 이므로 열효율은 $\frac{2Q}{6Q} \times 100 = \text{약 } 33\%$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. A는 공급된 에너지 5Q 중에서 외부에 Q만큼 일을 하고 4Q의 에너지를 방출한다. B는 공급된 에너지 6Q 중에서 외부에 2Q만큼 일을 하고 4Q의 에너지를 방출한다. 즉, 방출한 에너지는 A와 B에서 같다.

자료 분석하기 열효율



$$\text{열효율} = \frac{\text{한 일의 양}}{\text{공급된 에너지}} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

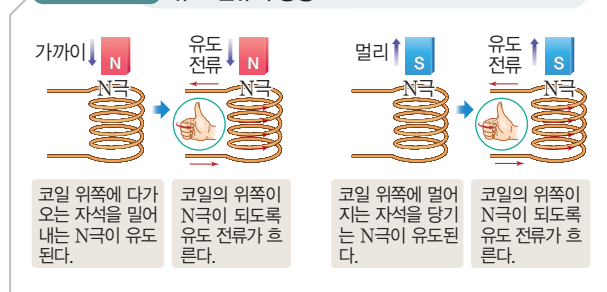
IX. 발전과 신재생 에너지

66~69쪽

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

- 01 ㄱ. (가)에서 자석의 N극이 가까워지면 코일의 위쪽이 N극이 되도록 $a \rightarrow c \rightarrow b$ 방향으로 유도 전류가 흐른다.
 ㄴ. (나)에서 코일에는 멀어지는 자석을 당기는 힘, 즉 인력이 작용한다.
 ㄷ. (가)에서는 자석과 코일 사이에 서로 밀어내는 힘이, (나)에서는 자석과 코일 사이에 서로 당기는 힘이 작용한다. 따라서 (가)와 (나)에서 코일의 위쪽은 모두 N극을 띤다.

자료 분석하기 유도 전류의 방향



- 02 ㄱ, ㄴ. 발전기에서는 전자기 유도 현상에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
오답 피하기 ㄷ. 코일의 단면을 수직으로 통과하는 자기장이 시간에 따라 변하므로 코일에는 세기와 방향이 주기적으로 변하는 교류가 흐른다.
 03 **예시 답안** 코일의 감은 수가 많을수록, 코일의 회전 속력이 빠를수록, 강한 자석을 사용할수록 전구에 흐르는 전류의 세기가 증가하여 전구가 밝아진다.

채점 기준	배점(%)
전구의 밝기를 증가시키는 방법 3가지를 제시된 단어를 모두 사용하여 옳게 설명한 경우	100
전구의 밝기를 증가시키는 방법을 옳게 설명했지만 제시된 단어를 모두 사용하지 않은 경우	40

- 04 ㄴ. 석탄, 석유를 에너지원으로 이용하는 것은 화력 발전이다. ㉠은 보일러로, 화석 연료의 화학 에너지를 연소시켜 열 에너지로 전환한다.
 ㄷ. A 과정을 거치는 발전 방식은 수력 발전이다. 수력 발전 방식에서는 물의 낙차를 이용하여 터빈을 돌리므로 열에너지로 전환되는 과정은 없다.
오답 피하기 ㄱ. ㉠은 핵발전의 에너지원이다. 따라서 우라늄이나 플루토늄을 이용할 수 있다.

- 05 ㄴ. 동일한 전력을 송전할 때 송전 전압을 높이면 송전선에 걸리는 전압이 증가하여 송전선에 흐르는 전류의 세기가 감소한다.
 ㄷ. 손실 전력 = (전류)² × 저항이므로 송전 전압을 높여 전류의 세기를 줄이면 손실 전력이 감소한다.

오답 피하기 ㄱ. 송전선의 저항은 일정하다. 송전선의 저항을 작게 하려면 송전선의 길이를 줄이거나 굵기를 굵게 하고, 저항이 작은 재료의 송전선을 이용한다.

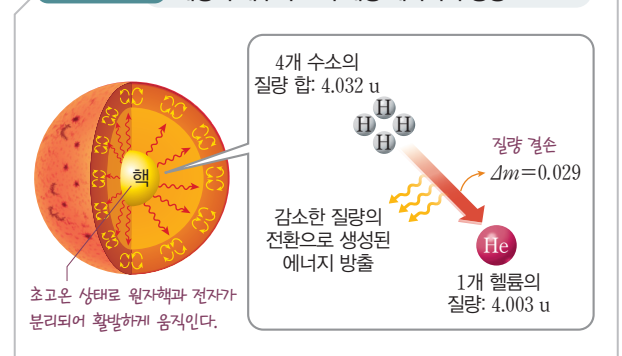
- 06 초고압 변전소에서는 손실 전력을 줄이기 위해 전압을 크게 증가시키지만 전력은 증가시킬 수 없다.
 07 ㉠ 2차 코일의 감은 수가 1차 코일의 2배이므로 2차 코일에 유도되는 전압은 1차 코일의 2배인 220 V이다.
 ㉡ 2차 코일의 전력은 1차 코일의 전력과 같으므로 2200 W이다.

- 08 A는 핵, B는 복사층, C는 대류층이다.

예시 답안 A, 태양 에너지는 핵에서 일어나는 수소 핵융합 반응에 의해 생성된다.

채점 기준	배점(%)
태양 에너지가 만들어지는 위치를 쓰고, 생성 과정을 옳게 설명한 경우	100
태양 에너지의 생성 과정만 옳게 설명한 경우	50
태양 에너지가 만들어지는 위치가 A라고만 쓴 경우	30

자료 분석하기 태양의 내부 구조와 태양 에너지의 생성



- 09 • 철수: 태양의 핵에서 일어나는 수소 핵융합 반응에 의해 태양 에너지가 생성된다.
 • 영희: 태양의 핵에서 일어나는 수소 핵융합 반응은 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 합쳐지는 반응이다.
 • 민수: 핵융합도 핵분열할 때와 같이 감소한 질량만큼 질량 에너지 등가 원리에 따라 에너지로 전환된다.
 10 (가) 식물은 광합성을 통해 태양 에너지를 화학 에너지로 전환하여 영양분을 만든다.
 (나), (다) 태양의 열에너지는 바람의 운동 에너지로 전환된다. 해양에서 부는 바람은 해수와 마찰을 일으켜 파도를 일으킨다.

11 나. 식물은 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 영양분을 만든다.

다. 화석 연료는 땅속에 묻힌 생물의 유해가 오랜 세월을 걸쳐 열과 압력을 받아 생성된다.

오답 피하기 가. 화석 연료의 연소 과정에서 이산화 탄소가 발생한다.

자료 분석하기 탄소 순환 과정



12 ⑤ 태양광 발전은 계절과 기후의 영향을 많이 받기 때문에 항상 안정적인 전력 공급이 불가능하며, 초기 설치 비용이 많이 든다.

오답 피하기 ①, ② 태양 전지는 빛에너지를 전기 에너지로 전환하므로 전류를 발생시킨다.

③ 증동기는 전기 에너지를 운동 에너지로 전환한다.

④ 태양광 발전은 에너지 밀도가 낮아 넓은 설치 면적이 필요하다.

13 태양의 열에너지는 바람의 역학적 에너지로 전환되고, 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

예시 답안 태양 에너지 → 열에너지 → 역학적 에너지 → 전기 에너지

채점 기준	배점(%)
태양 에너지의 전환 과정을 이동 순서에 따라 옳게 설명한 경우	100
'태양 에너지 → 역학적 에너지 → 전기 에너지'라고만 설명한 경우	40

14 가. 발전기는 전자기 유도 현상을 이용하여 운동 에너지를 전기 에너지로 전환시킨다.

다. 제어봉은 핵분열 과정에서 방출되는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 조절한다.

오답 피하기 나. 핵분열 과정에서 감속재는 중성자가 우라늄에 잘 흡수되도록 중성자의 속력을 느리게 한다.

15 가. (가)는 핵발전으로, 핵연료를 에너지원으로 사용한다.

나. 날씨의 영향을 많이 받는 발전 방식은 풍력 발전과 태양광 발전이다.

오답 피하기 다. 태양광 발전은 태양 전지를 이용하여 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환시키므로 발전기가 필요 없다. 따라서 태양광 발전은 (다)에 포함될 수 없다.

16 (1) 파도의 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산하는 방식은 파력 발전이다.

(2) 수소가 산화되어 물이 생성되는 반응의 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치는 연료 전지이다.

(3) 밀물과 썰물로 인한 해수면의 높이 차이가 큰 곳에 방조제를 쌓아 전기를 생산하는 발전 방식은 조력 발전이다.

17 ⑤ 갯벌을 파괴하여 등의 해양 생태계에 나쁜 영향을 주는 것은 조력 발전이다.

오답 피하기 ① 파력 발전은 전기 에너지를 얻을 만큼 파도가 충분히 발생하는 지역에 설치해야 한다.

② 파도의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하는 것이므로 영구적으로 사용할 수 있다.

③ 화석 연료를 사용하는 것이 아니므로 환경 오염 물질이 배출되지 않는다.

④ 파력 발전은 파도의 상하 및 좌우 운동을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 방식이다.

18 **예시 답안** (1) ㉠, 수소(H_2)가 전자를 내놓고 수소 이온(H^+)이 되고, 이 전자는 도선을 따라 이동하므로 전자의 이동 방향은 ㉠이다.

(2) 산소(O_2)가 수소 이온(H^+), 전자와 결합하여 물(H_2O)이 생성된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	전자의 이동 방향을 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	50
	전자의 이동 방향만 옳게 쓴 경우	20
(2)	반응하는 물질과 생성되는 물질을 이용하여 옳게 설명한 경우	50
	물이 생성된다고만 설명한 경우	20

자료 분석하기 연료 전지

- 연료 전지의 (-)극에서 수소 기체가 전자를 잃고 산화되고, (+)극에서 산소 기체가 수소 이온, 전자와 결합하면서 물이 생성된다.
- (-)극에서 분리된 전자는 도선을 통해 (+)극으로 이동하므로 전류가 흐른다.

19 친환경 에너지 도시는 인간 중심의 무분별한 개발에서 벗어나 지속 가능한 개발의 일환으로 추진된 도시이며, 화석 연료의 사용을 최소화하고 신재생 에너지의 사용을 극대화할 수 있도록 설계된 도시이다.

가. 그림에서 태양 전지판과 열병합 발전소가 있는 것으로 보아 난방과 전력은 단지 내에서 자립으로 생산하도록 설계가 되어 있다.

나. 주택 지붕의 태양 전지판은 태양 에너지를 전기 에너지나 열에너지로 전환하는 장치이다.

다. 주어진 예는 영국의 베드제드로, 석유, 석탄 등의 화석 연료를 사용하지 않도록 개발된 도시이다.

20 가. (가)는 생명 빨대, (나)는 와카 워터 탑이다.

다. (가)를 이용하면 오염된 물을 정화하여 식수로 사용할 수 있고, (나)를 이용하면 공기 중의 수증기를 물로 만들어 식수로 사용할 수 있으므로 식수난 해소에 도움을 준다.

오답 피하기 나. (나)는 공기 중의 수증기가 그물에 닿으면 액화되어 물방울이 생기는 현상을 이용한 것이다.