



정답과 해설

고등통합과학



I. 물질과 규칙성

1 물질의 규칙성과 결합(1)

교과서 

탐구

13쪽

- A** 1 ㉠ 연속, ㉡ 방출 2 ㉠ 수소, ㉡ 헬륨, ㉢ 나트륨, ㉣ 수소, ㉤ 칼슘 3 ㉠ 종류, ㉡ 함량(질량비)

교과서 

step 1 기본 문제

15쪽

- A** 우주 배경 복사
B 3, 1
C 철, 산소
D 초신성
E 미행성체, 마그마, 지각

- 1 ㉠ 감소, ㉡ 일정 2 쿼크와 전자 → 양성자와 중성자 → 헬륨 원자핵 → 수소 원자 3 (1) × (2) × (3) 〇 4 (1) × (2) 〇 5 (1) × (2) 〇 (3) 〇 (4) × 6 (다) → (가) → (나) 7 ㉠ 미행성체, ㉡ 마그마, ㉢ 핵, ㉣ 맨틀

- 2 빅뱅 이후 우주가 계속 팽창하여 온도가 낮아지면서 쿼크, 전자 → 양성자, 중성자 → 원자핵 → 원자의 순으로 물질을 구성하는 입자들이 만들어졌다.

- 3 **바로알기** (1) 빅뱅 이후 양성자와 중성자의 생성 초기에는 양성자와 중성자의 변환이 가능하여 두 입자의 수가 거의 같았다. (2), (3) 헬륨 원자핵이 생성되기 직전 양성자와 중성자의 개수 비는 약 7 : 1(14 : 2)이었다. 양성자 1개가 수소 원자핵이고, 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵을 생성하므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이 된다. 헬륨 원자핵의 질량은 수소 원자핵 질량의 약 4배이므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이 되고, 전자의 질량은 원자핵에 비해 매우 작으므로 수소 원자와 헬륨 원자의 질량비도 약 3 : 1이 된다. 이에 따라 우주에서 수소가 차지하는 질량은 약 $\frac{3}{3+1} \times 100 = 75\%$, 헬륨이 차지하는 질량은 약 $\frac{1}{3+1} \times 100 = 25\%$ 임을 알 수 있다.

- 4 **바로알기** (1) 지구에서 가장 많은 원소는 철이고, 사람에서 가장 많은 원소는 산소이다.

(2) 지구와 사람을 구성하는 원소는 빅뱅 초기에 생성된 수소와 헬륨에 비해 무거운 원소가 많은 비율을 차지한다. 이러한 무거운 원소는 별이 탄생하거나 진화하는 과정에서 만들어진다.

- 5 **바로알기** (1) 태양의 중심부에서는 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 형성된다.

(2) 중심부의 핵융합 반응이 끝난 별은 급격하게 붕괴하면서 초신성으로 폭발하고, 이 과정에서 엄청난 에너지가 방출되며 핵융합 반응이 일어나 철보다 무거운 원소가 만들어진다.

(3) 별의 진화 과정에서 생성된 원소들은 행성상 성운과 초신성 폭발 등을 통해 우주 공간으로 방출되어 새로운 별을 만드는 재료가 된다.

바로알기 (4) 질량이 태양 정도인 별은 탄소 핵융합 반응이 일어날 정도로 중심부의 온도가 높아지지 않기 때문에 헬륨 핵융합 반응까지만 일어난다.

- 6 우리 은하 내에서 초신성 폭발로 방출된 가스와 먼지들이 태양계 성운을 형성(다)하였고, 성운이 수축하면서 회전하여 원시 태양(가)과 원시 원반이 형성되었다. 원시 태양은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나면서 태양이 되었고, 원시 원반에서 형성된 미행성체들이 충돌하여 원시 행성을 형성(나)하였다.

교과서 

step 2 핵심 문제

16~18쪽

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

| 교과서연 | 07-1 ㄴ, ㄷ, ㄹ 12-1 (1) (가), (나), (라) (2) (가), (나), (다), (라), (마) (3) (바)

- 01 ①, ② 물질은 원자로 구성되어 있고, 원자는 전자와 원자핵으로 구성되어 있다.

③ 전자와 쿼크는 빅뱅 직후 우주가 급격히 팽창하며 온도가 낮아지는 과정에서 동시에 생성되었다.

④ 양성자와 중성자는 모두 쿼크들로 이루어져 있으며, 결합하는 쿼크의 종류에 따라 양성자나 중성자가 된다.

바로알기 ⑤ 원자에서 원자핵을 구성하는 양성자와 전자의 개수는 같고, 이에 따라 원자는 전기적으로 중성을 띤다.

- 02 ㄴ. B 시기(빅뱅 후 약 38만 년)에 원자핵과 전자가 결합하여 원자를 생성하면서 빛이 방해를 받지 않고 퍼져 나갈 수 있었다. 이때 우주로 퍼져 나간 빛을 우주 배경 복사라고 한다.

바로알기 ㄱ. A 시기(빅뱅 후 약 3분)는 원자핵이 생성된 시기로, 양성자는 그 자체로 수소 원자핵이 되었고 우주의 온도가 약 10억 K으로 낮아지면서 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵을 생성하였다. 원자가 생성된 시기는 B 시기(빅뱅 후 약 38만 년)로, 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아지면서 원자핵과 전자가 결합하여 수소 원자와 헬륨 원자를 생성하였다.

ㄴ. 빅뱅 이후 우주가 계속 팽창함에 따라 우주의 온도가 점점 낮아졌으며, 그에 따라 쿼크와 전자에서 원자에 이르기까지 물질을 구성하는 입자들이 차례로 생성되었다.

03 ㄱ. 가모프가 빅뱅 우주론에서 예측한 우주 배경 복사의 발견은 가모프의 주장을 뒷받침하는 확실한 증거이다.

바로알기 ㄴ. 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1로, 이는 가모프가 주장했던 빅뱅 우주론의 증거이다.

ㄷ. 가모프가 주장한 빅뱅(대폭발) 우주론에 의하면 우주가 팽창하면서 총 질량은 일정하여 우주 밀도가 감소한다고 한다. 반면에, 호일이 주장한 정상 우주론에 의하면 우주가 팽창하면서 총 질량이 증가하여 우주 밀도가 일정하게 유지된다고 한다.

04 ①, ② 우주 배경 복사는 빅뱅 후 우주의 온도가 낮아짐에 따라 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되면서 우주로 퍼져 나간 빛이다. 원자핵과 전자가 결합하여 수소 원자와 헬륨 원자가 생성된 시기는 빅뱅 후 약 38만 년으로, 이때 우주의 온도는 약 3000 K이고, 현재 우주 배경 복사의 온도는 약 3 K이다.

③ 우주의 온도가 계속 낮아짐에 따라 우주 배경 복사의 파장은 점점 길어졌다.

⑤ 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론에서 예측한 것으로, 실제로 펜지어스와 윌슨에 의해 최초로 관측되어 빅뱅 우주론을 지지하는 결정적인 증거가 되었다.

바로알기 ④ 우주 배경 복사는 우주가 팽창하면서 파장이 길어져 현재 약 3 K에 해당하는 복사로 관측되며, 약 1 mm~1 m의 파장을 나타내므로 가시광선이나 적외선 영역이 아닌 전파 영역에서 관측된다.

05 ③ 빅뱅 이후 우주의 온도가 낮아짐에 따라 중성자가 양성자로 변환되면서 양성자와 중성자의 개수비가 (나)에서 (가)로 변화하였다.

바로알기 ①, ④ 양성자가 중성자로 변환되기 위해서는 에너지를 흡수해야 하고, 중성자가 양성자로 변환되기 위해서는 에너지를 방출해야 한다. (가) 시기는 헬륨 원자핵이 생성되기 직전으로, 우주의 온도가 낮아지면서 중성자가 에너지를 방출하며 양성자로 변환될 수 있었지만, 양성자는 에너지를 흡수하기 어려워 중성자로 변환될 수 없었다. 따라서 중성자의 개수가 줄어들어 양성자와 중성자의 개수비가 약 7 : 1이 되었다.

② (나) 시기는 양성자와 중성자의 생성 초기로, 우주의 온도가 높아 양성자와 중성자의 상호 변환이 가능했다. 따라서 양성자와 중성자의 개수비는 약 1 : 1을 유지할 수 있었다.

⑤ 원자는 원자핵과 전자가 합쳐져서 생성되는데, (나) 시기에는 원자핵이 존재하지 않으므로 원자가 형성될 수 없다.

06 ①, ② 빅뱅 우주론에 따르면 우주 초기에는 양성자와 중성자의 수가 거의 같았다. 이후 우주의 온도가 낮아지면서 중성자가 양성자로 변하였고, 양성자와 중성자의 개수비가 약 7 : 1이 되었을 때 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 따라서 그림에서 A는 양성자, B는 중성자에 해당한다.

③ 양성자 2개가 중성자 2개와 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었으므로, 헬륨이 생성된 후 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이다.

④ 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되어 있는 헬륨 원자핵의 질량은 1개의 양성자를 가진 수소 원자핵 질량의 약 4배이다.

바로알기 ⑤ 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵 1개를 만들면, 수소 원자핵 12개가 남게 되어 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이 된다. 전자의 질량은 원자핵의 질량에 비해 매우 작으므로 원자의 질량은 원자핵의 질량과 거의 같다. 그러므로 수소 원자와 헬륨 원자의 질량비는 약 3 : 1이다.

07 ㄱ. 별의 대기를 관측하여 얻은 스펙트럼은 연속 스펙트럼에 검은색 흡수선이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다. 흡수 스펙트럼은 고온의 광원에서 오는 빛이 저온의 기체나 성운을 통과할 때 일부가 기체에 흡수되고 남은 빛이 도달하여 나타난다.

ㄴ. 별의 스펙트럼에 나타난 흡수선과 수소와 헬륨 원소의 스펙트럼에 나타난 방출선을 비교하면 서로 일치하는 선을 찾을 수 있다. 따라서 이 별의 대기에는 수소와 헬륨이 존재한다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 수소와 헬륨의 스펙트럼에서는 밝은색의 방출선이 나타난다. 이러한 방출 스펙트럼은 고온의 별 주위에서 에너지를 얻어 가열된 기체가 빛을 방출하는 경우에 나타난다.

08 ① 지각에는 산소와 규소가 풍부하지만 핵은 주로 철과 니켈로 구성되어 있다. 지구 전체로 볼 때 가장 풍부한 원소는 철이다.

② 사람의 몸은 약 70 %가 물로 이루어져 있고, 생명체의 구성 물질인 유기물은 탄소를 중심으로 만들어진 화합물이다. 산소는 수소, 탄소 등 다른 원소와 쉽게 결합하여 다양한 물질을 만들 수 있기 때문에 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지한다.

③ 지구와 생명체에 공통으로 포함된 원소는 산소이다.

⑤ 우주는 초기에 생성된 수소와 헬륨이 전체 원소의 약 98 %를 차지한다.

바로알기 ④ 우주의 대부분을 차지하는 수소와 헬륨은 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때 생성되었지만, 지구와 생명체를 구

성하는 대부분의 원소는 별이 탄생하고 진화하는 과정에서 생성되었다.

- 09** ㄱ. 주로 수소와 헬륨으로 이루어진 성간 물질에서 밀도가 높은 곳은 중력으로 주변의 성간 물질을 끌어 모은다. 이러한 가스 구름의 중력 수축으로 성운이 형성되며, 하나의 가스 구름에서 크고 작은 여러 개의 성운이 만들어진다.

ㄴ. 성운 내부의 밀도가 높은 부분에서 여러 개의 원시별이 형성되고, 원시별은 중력에 의해 수축하면서 온도와 압력이 높아진다.

바로알기 ㄷ. 원시별이 중력에 의해 수축하여 중심 온도가 1000만 K 이상이 되면 수소 핵융합 반응이 일어나며 스스로 빛을 방출한다.

- 10** ㄱ. 그림은 4개의 수소 원자핵이 결합하여 1개의 헬륨 원자핵이 생성되는 과정에서 감소한 질량이 에너지로 전환되는 수소 핵융합 반응을 나타낸 것이다.

ㄴ. 수소 핵융합 반응은 주계열성에서 일어난다. 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나는 과정에서 감소한 질량이 에너지로 전환되어 방출된다.

바로알기 ㄷ. 질량이 태양보다 매우 작으면 수소 핵융합 반응을 하지 못해 별(주계열성)이 되지 못한다.

- 11** ㄴ. 질량이 태양의 10배 이상인 별은 초신성 폭발 과정을 거쳐 중성자별이나 블랙홀이 된다. 이때 초신성 폭발 과정에서는 폭발 과정에서 생성된 원소들뿐만 아니라 별 내부에서 생성된 원소들도 우주로 방출된다.

ㄷ. 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 만들어질 수 있는 원소 중 질량이 가장 큰 원소는 철이다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 엄청난 에너지가 방출되며 한꺼번에 핵융합 반응이 일어날 때 생성된다.

바로알기 ㄱ. 별 내부에서 일어나는 핵융합 반응으로 별의 중심부에 철까지 만들어질 수 있는 별은 질량이 태양의 10배 이상인 별이다. 질량이 태양 정도인 별은 탄소 핵융합 반응이 일어날 정도로 중심부의 온도가 높아지지 않기 때문에 헬륨 핵융합 반응까지만 일어난다.

- 12** ③ 별 내부에서 생성된 원소들은 행성상 성운과 초신성 폭발을 통해 우주로 방출되어 새로운 별을 만드는 재료가 된다. 질량이 태양 정도인 별은 행성상 성운을 통해, 질량이 태양의 10배 이상인 별은 초신성 폭발을 통해 별 내부에서 생성된 원소를 우주로 방출한다.

바로알기 ①, ② 주계열성은 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이다. 따라서 A와 B의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

④, ⑤ 질량이 태양 정도인 별은 주계열성 → 적색 거성 → 행

성상 성운 → 백색 왜성으로 진화한다. 그림에서 위부분은 질량이 태양 정도인 별의 진화 과정을, 아랫부분은 질량이 태양의 10배 이상인 별의 진화 과정을 나타낸 것이다. 따라서 별의 질량은 A가 B보다 작다.

- 13** **바로알기** ③ 성운은 밀도가 큰 부분을 중심으로 수축하면서 서서히 회전하였고, 성운의 회전 속도가 빨라지면서 원심력에 의해 물질이 회전축에 수직인 방향으로 퍼져 나가 납작한 원반 모양이 되었다.

- 14** 원시 태양의 중심부는 중력 수축으로 압력과 온도가 점차 높아졌고, 원시 태양의 중심 온도가 1000만 K 이상까지 상승함에 따라 수소 핵융합 반응에 의해 스스로 빛을 방출하는 별(주계열성)이 되었다.

모범 답안 (가) 원시 태양의 중심부가 중력에 의해 수축하였기 때문 (나) 수소 핵융합 반응이 일어나기 시작하였기 때문

채점 기준	배점
(가), (나)를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(가), (나) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 15** ② (가) → (나) 시기로 가는 동안 미행성체의 충돌, 중력 수축 등에 의해 발생한 열로 지구의 온도가 계속 상승하였다.

바로알기 ① (가) 시기에는 미행성체들이 계속 충돌함에 따라 지구의 크기와 질량이 증가하였다.

③, ④ (다) 시기에 철, 니켈 등의 무거운 물질은 지구의 중심으로 가라앉아 핵을 이루었고, 규소, 산소 등의 가벼운 물질은 위로 떠올라 맨틀을 형성하였다. 따라서 맨틀과 핵은 밀도 차이로 분리되었다.

⑤ (라) 시기에 대기 중의 수증기가 응결되어 내린 빔물이 낮은 지대에 모여 원시 바다가 형성되었고, 이후 바다에서 최초의 생명체가 탄생하였다.

교과서엔

- 07-1** ㄴ. (나)에서는 흡수선이 나타나므로 태양을 관찰하여 얻은 흡수 스펙트럼이다.

ㄷ. 스펙트럼에 나타나는 선의 위치를 분석하면 별을 구성하는 원소를 알 수 있고, 선폭을 분석하면 별을 구성하는 원소의 질량비를 알 수 있다.

ㄹ. 태양의 선 스펙트럼에 나타난 흡수선은 수소의 선 스펙트럼에 나타난 방출선과 같은 위치이므로 태양은 수소를 포함하고 있다.

바로알기 ㄱ. (가)는 수소 기체가 들어 있는 방전관을 분광기로 관찰하여 얻은 방출 스펙트럼이다.

- 12-1** (1) 질량이 태양과 비슷한 별에서는 수소 핵융합 반응부터 헬륨 핵융합 반응까지만 일어나 헬륨, 탄소, 산소가 만들어진다.
- (2) 헬륨에서 철까지는 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 만들어진다.
- (3) 철보다 무거운 우리몸은 초신성 폭발로 만들어진다.

교과서

step 3 응용 문제

19쪽

01 ㄱ, ㄷ 02 ④ 03 ⑤ 04 해설 참조

- 01** ㄱ. A(수소)는 빅뱅 우주 초기에 생성된 것으로, 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때 수소 원자가 만들어졌다.
- ㄷ. A는 수소, B는 철, C는 산소이다.
- 바로알기** ㄴ. B(철)는 질량이 태양의 10배 이상인 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 생성되었다.

- 02** ㄴ. 초거성의 중심부로 갈수록 온도와 밀도가 증가하여 질량이 큰 원소들의 핵융합 반응이 일어나 무거운 원소가 만들어진다.
- ㄷ. 철보다 무거운 원소는 초신성이 폭발하는 과정에서 막대한 에너지의 방출로 발생된 핵융합 반응에 의해 생성된다.

바로알기 ㄱ. 주계열성은 수소 핵융합 반응으로 에너지를 방출하는 별로, 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨을 생성한다.

- 03** ㄱ. (가) 시기에는 미행성체들이 계속 충돌하여 합쳐지면서 원시 지구의 크기와 질량이 증가하였다.
- ㄷ. (나) 시기에는 미행성체의 충돌, 중력 수축 등에 의해 발생한 열로 지구 전체가 거의 녹아 마그마의 바다를 형성함에 따라 지구 내부에서 밀도 차이에 의한 물질의 이동이 일어났다.
- 바로알기** ㄴ. 원시 바다는 지표가 냉각되어 원시 지각이 형성된 후에 빗물이 낮은 지대에 모여 형성되었다.

- 04** **모범 답안** (가) 시기에는 우주의 온도가 높아 양성자와 중성자의 상호 변환이 가능했지만, (나) 시기에는 우주 팽창으로 온도가 낮아져 중성자에서 양성자로의 변환만 일어났기 때문이다.

채점 기준	배점
(가) 시기와 (나) 시기를 나누어 특징을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(가) 시기에는 양성자와 중성자의 상호 변환이 가능했기 때문이라고 옳게 설명한 경우	50 %
우주의 팽창으로 온도가 낮아졌기 때문이라고 옳게 설명한 경우	30 %

2 물질의 규칙성과 결합(2)

교과서

탐구 & 해 보기

22쪽

- A** 1 무른 2 산소 3 ㉠ 수소, ㉡ 염기성 4 ㉠ <, ㉡ < 5 클
- B** ㉠ 전자 껍질, ㉡ 원자가 전자, ㉢ 원자가 전자 수

교과서

step 1 기본 문제

23쪽

- A** 원소, 주기율표
- B** 알칼리 금속, 할로젠
- C** 양성자, 전자, 전자 껍질, 원자가 전자, 원자가 전자
- 1 ㉠ 원자 번호, ㉡ 주기, ㉢ 족 2 (1) B (2) B (3) A 3 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 4 (1) 7 (2) 5, 15 (3) 2, 2 (4) 2, 8 5 (1) ○ (2) ○ (3) ×

- 1** 현대의 주기율표는 원소를 원자 번호(양성자 수) 순으로 배열한 것이다.
- 2** A는 금속, B는 비금속이다. 금속은 고체로 존재하고(단, 수은은 액체), 비금속은 고체, 기체로 존재한다(단, 브로민은 액체). 금속은 열을 잘 전달하고 전기가 잘 통하며, 비금속은 열을 잘 전달하지 않고 전기가 통하지 않는다. 금속은 힘을 가하면 모양이 변하여 얇게 퍼지거나 가늘게 늘어난다.
- 3** (2) 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 커지므로 원자 번호가 클수록 물과 더 격렬하게 반응한다.
- (3) 알칼리 금속이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 용액은 염기성을 띤다.
- (4) 수소는 주기율표의 1족에 위치하나 비금속 원소이다.
- 4** (1) 양성자 수는 전자 수와 같으므로 7이다.
- (2) 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자가 원자가 전자이며, 2~3주기 원소는 족의 일의 자리와 원자가 전자 수가 같다.
- (3) 전자가 들어 있는 전자 껍질은 ㉠과 ㉡ 2개이고, 주기는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수와 같다.
- (4) 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2개의 전자가, 두 번째 전자 껍질에는 최대 8개의 전자가 채워질 수 있다.
- 5** (1) A는 1족 알칼리 금속이다.
- (2) 원자가 전자 수는 A는 1, B는 4, C는 7이다.
- (3) A~C는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같으므로 같은 주기 원소이다.

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

| 교과서연 | 02-1 나, 르 08-1 해설 참조

01 한 종류의 원소만으로 물질을 구성하기도 하고, 서로 다른 종류의 원소들끼리 결합하여 물질을 구성하기도 하므로 물질의 종류는 물질을 이루는 원소의 종류보다 많다.

02 나. 주기율표의 왼쪽과 중앙에는 주로 금속 원소가 배치되며, 오른쪽에는 비금속 원소가 배치되어 있다(단, 수소는 왼쪽).
르. 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같다. 원자가 전자 수가 같으려면 주기가 커질수록 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 증가하여야 한다.

바로알기 나. 같은 주기 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다. 같은 주기에서 양성자의 수는 오른쪽으로 갈수록 증가한다.

나. 1주기에는 2개, 2~3주기에는 8개, 4~5주기에는 18개의 원소가 배치되어 있다.

03 **바로알기** ④ 과자 등 식품 포장용 충전 기체로는 반응성이 작은 질소 기체가 사용된다.

04 ③ (다)는 준금속 원소로 금속 원소와 비금속 원소의 성질을 모두 가지거나 중간 성질을 가진다. (다)에 속하는 원소 중 Si, Ge은 반도체의 원료로 사용된다.

바로알기 ① (가)는 수소로 비금속 원소이므로 전기가 통하지 않는다.

② (나)는 금속 원소로 외부에서 힘을 가하면 변형이 일어나 얇게 퍼지거나 가늘게 늘어난다.

④ (라)는 비금속 원소로 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽다.

⑤ (마)는 비활성 기체로 안정하여 결합을 형성하지 않고 원자로 존재한다.

05 Li, Na, K은 알칼리 금속이다.

나. 알칼리 금속은 주기율표의 1족에 속하는 원소로, 원자가 전자 수가 1이다.

나. 알칼리 금속이 물과 반응하면 수소 기체가 발생한다.



바로알기 나. 알칼리 금속은 반응성이 커서 공기 중의 산소와 물, 할로젠 등과 반응하며, 자연계에서 대부분 화합물 형태로 존재한다.

06 ④ 할로젠의 반응성은 원자 번호가 작을수록 크므로 플루오린 > 염소 > 브로민 > 아이오딘 순이다.

바로알기 ① 1주기에는 수소와 헬륨만 존재하며, 할로젠은 2주기부터 존재한다.

② 실온에서 플루오린, 염소는 기체, 브로민은 액체, 아이오딘은 고체로 존재한다.

③ 반응성이 매우 커서 금속, 수소와 잘 반응한다.

⑤ 같은 주기 원소 중에서 원자 번호가 가장 큰 것은 18족 비활성 기체이다.

07 나. 금속은 광택이 있으나 금속이 산소와 반응하여 생성된 산화물은 광택이 없다.

나. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 나타내므로, 알칼리 금속이 물과 반응한 용액은 염기성을 띠을 알 수 있다.

나. 알칼리 금속은 물, 산소와 모두 반응하므로 물 및 산소의 접촉을 막기 위해 석유나 액체 파라핀 등에 넣어 보관해야 한다.

08 **모범 답안** 물과 매우 격렬하게 반응하여 기체가 발생하고, 용액은 붉은색을 띠는 것이다. 알칼리 금속은 화학적 성질이 비슷하며, 반응성은 원자 번호가 커질수록 증가하기 때문이다.

채점 기준	배점
반응이 일어나는 정도를 포함하여 나타나는 현상을 옳게 예측하고, 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
나타나는 현상과 까닭은 옳게 설명하였으나 반응이 일어나는 정도를 포함하지 않은 경우	70 %
반응이 일어나는 정도를 포함하여 나타나는 현상만 옳게 예측한 경우	40 %

09 Na, Cl은 3주기 원소, Li은 2주기 원소, Br은 4주기 원소이므로 (가)는 나트륨, (나)는 염소, (다)는 브로민, (라)는 리튬이다.

나. 염소는 수영장 물의 소독, 표백제로 사용한다.

나. 리튬은 1족 알칼리 금속으로 물과 반응하면 수소 기체가 발생한다.

바로알기 나. (가)는 알칼리 금속, (다)는 할로젠이므로 화학적 성질이 다르다.

10 A는 2주기 17족 원소인 플루오린, B는 3주기 1족 원소인 나트륨, C는 3주기 17족 원소인 염소, D는 3주기 18족 원소인 아르곤이다.

(가) 물과 반응하면 기체가 발생하고, 수용액이 염기성을 나타내는 것은 알칼리 금속이다.

(나) 할로젠은 특유한 색을 띠는 이원자 분자로 존재한다.

11 ① 전자는 원자핵에 가까운 안쪽 전자 껍질부터 채워진다.

⑤ 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자는 원자가 전자로 원소의 화학적 성질을 결정한다.

바로알기 ② 첫 번째 전자 껍질에는 2개, 두 번째 전자 껍질에는 8개의 전자가 채워진다.

- ③ 원자핵에 가까운 전자 껍질일수록 원자핵과의 인력이 커지므로 에너지가 낮다.
 ④ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기율표의 주기와 같다.

12 **바로알기** ① 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이며, 원자가 전자 수가 7이므로 17족 할로젠이다. 1~3주기에는 3족~12족 원소가 존재하지 않으며, 원자가 전자 수는 족의 일의 자리와 같다.

13 나. A, B, C는 원자 번호 3~10번까지 원소이므로 2주기 원소이다. 따라서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
 다. A와 D는 원자가 전자 수가 1로 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

바로알기 ㄱ. X는 원자 번호 3~9번까지 원소에서 원자 번호가 1씩 증가함에 따라 1씩 증가하고 원자 번호 10인 18족에서 0이 되고 이러한 주기성이 3주기에서도 나타나므로 원자가 전자 수이다.

14 나. C와 F는 같은 족에 속하는 원소이므로 화학적 성질이 비슷하다.
 다. 원자가 전자는 D는 2개, E는 6개이다.
 르. 주기와 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 같으므로 4주기 원소인 G의 전자 껍질 수가 가장 크다.

바로알기 ㄱ. 금속 원소는 B, D, G 3가지이다.

15 ㄱ. A와 B는 원자가 전자 수가 1로 같다.
 나. B와 C는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같으므로 같은 주기 원소이다.
 다. B는 2주기 1족 원소로 알칼리 금속이다. A는 수소, C는 산소로 비금속 원소이다.

교과서엔

02-1 X선 실험을 통해 원소에서 원자핵의 양성자 수를 결정하는 방법을 알아낸 모즐리는 원소의 주기적 성질이 원자 번호(=양성자 수)와 관련이 있다는 것을 발견하고 원자 번호를 기준으로 현재 사용하고 있는 것과 비슷한 주기율표를 완성하였다.

나. 주기율표의 세로줄을 족이라고 하고, 1족부터 18족이 있다. 주기율표의 가로줄을 주기라고 하고, 1주기부터 7주기가 있다.

르. 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같아서 화학적 성질이 비슷하다.

바로알기 ㄱ. 현대의 주기율표는 원소들을 원자 번호 순서대로 나열하다가 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄에 오도록 배열한 것이다. 원소들을

상대적 질량 순서에 따라 나열한 주기율표는 멘델레예프가 만들었다.

다. 같은 주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

08-1 **모범 답안** 리튬, 나트륨, 칼륨은 1족 원소로 원자의 전자 배치에서 원자가 전자가 1개로 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

채점 기준	배점
같은 족 원소로 원자의 전자 배치에서 원자가 전자 수가 같기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100 %
원자가 전자 수가 같기 때문이라고만 쓴 경우	50 %

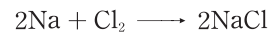
교과서 **속** step 3 응용 문제

27쪽

01 ② **02** ④ **03** ⑤ **04** 해설 참조 **05** 해설 참조

01 ㄱ. B는 플루오린, D는 염소로 실온에서 모두 기체로 존재한다.

르. 알칼리 금속인 C(Na)와 할로젠인 D(Cl)는 격렬하게 반응하여 흰색 고체 물질(NaCl)을 생성한다.



바로알기 나. 1족 원소인 A와 C의 원자가 전자 수는 같다.

다. 같은 주기 원소인 C와 D는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

02 전자 껍질 수가 (가)가 (나)보다 크므로 (가)는 3주기 원소, (나)는 2주기 원소이다. 원자가 전자 수의 합이 9이므로 2족과 17족 원소의 조합이어야 한다. 따라서 f-d, b-h의 조합이 가능한데, 양성자 수의 차이가 8보다 작으므로 (가)는 f, (나)는 d이다.

03 ① 전기 전도성이 있는 B와 C는 알칼리 금속, 전기 전도성이 없는 A와 D는 할로젠이다.

②, ③ 알칼리 금속인 B와 C는 외부에서 힘을 가하면 변형이 일어나며, 물과 반응하면 수소 기체가 발생한다.

④ 할로젠인 D가 수소와 반응하면 할로젠의 수소 화합물(할로젠화 수소)을 생성하며, 할로젠의 수소 화합물은 물에 녹아 산성을 나타낸다.

바로알기 ⑤ A는 실온에서 액체 상태이므로 브로민이다. D는 실온에서 기체 상태이므로 원자 번호가 A보다 작다. 할로젠은 원자 번호가 작을수록 반응성이 크므로 반응성은 D가 A보다 크다.

- 04 A~C에서 첫 번째 전자 껍질에는 전자 2개가 채워지고, B와 C에서 두 번째 전자 껍질에는 전자 8개가 채워지고, 세 번째 전자 껍질에 나머지 전자가 채워져 있다.

모범 답안 전자는 원자핵에 가까운 안쪽 전자 껍질부터 채워지며, 첫 번째 전자 껍질에는 최대 전자 2개가, 두 번째 전자 껍질에는 최대 전자 8개가 채워진다.

채점 기준	배점
원자핵에 가까운 안쪽 껍질부터 전자가 채워진다는 것과 전자 껍질에 채워지는 전자 수를 포함하여 모두 옳게 설명한 경우	100 %
전자 껍질에 채워지는 전자 수만 옳게 설명한 경우	40 %

- 05 A와 B는 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자 수가 1로 같다. 원자가 전자는 원소의 화학적 성질을 결정한다.

모범 답안 A와 B, 원자가 전자 수가 1로 같기 때문이다.

채점 기준	배점
원소를 고르고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
원소만 옳게 고른 경우	40 %

3 물질의 규칙성과 결합(3)

교과서 **탐구 & 해 보기** 31쪽

A 2 ㉠ 이온, ㉡ 공유, ㉢ 공유, ㉣ 이온, ㉤ 공유, ㉥ 헬륨, ㉦ 네온
3 비활성 기체(18족 원소)

B ㉠ 고체, ㉡ 수용액, ㉢ 분자, ㉣ 전기 전도성

교과서 **Step 1 기본 문제** 33쪽

A 비활성, 비활성
B 일, 양, 연, 음, 이온, 공유
C 공유, 이온

1 ㉠ 18, ㉡ 8, ㉢ 2 2 (1) O (2) $\times$ 3 (1) Mg^{2+} (2) F^- (3) O^{2-} (4) Na^+ 4 (1) (가) A, (나) B, C (2) (가) A, (나) C (3) (가) A_2B , (나) BC_2

5 (1) 브로민화 나트륨(NaBr), 염화 칼슘(CaCl_2) (2) 물(H_2O), 포도당($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), 메테인(CH_4) 6 (1) 공유 (2) 이온 (3) 이온

- 1 헬륨을 제외한 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워진 안정한 전자 배치를 이룬다. 따라서 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않고 원자 상태로 존재한다.

- 2 (2) 18족 원소 이외의 원소가 화학 결합을 형성하면 전자 배치가 비활성 기체와 같아진다.

- 3 (1) Mg는 3주기 2족 원소로 원자가 전자가 2개이므로 전자 2개를 잃고 2가의 양이온이 된다.
(2) F은 2주기 17족 원소로 원자가 전자가 7개이므로 가장 바깥 전자 껍질에 전자 1개를 얻어 1가의 음이온이 된다.
(3) O는 2주기 16족 원소로 원자가 전자가 6개이므로 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 얻어 2가의 음이온이 된다.
(4) Na은 3주기 1족 원소로 원자가 전자가 1개이므로 전자 1개를 잃고 1가의 양이온이 된다.

- 4 (1) A는 2주기 1족 금속 원소이고, B는 2주기 16족 비금속 원소, C는 2주기 17족 비금속 원소이다. 금속 원소는 양이온을, 비금속 원소는 음이온을 형성한다.
(2) 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소가 만나 생성된 양이온과 음이온이 결합하여 형성되고, 공유 결합은 비금속 원자끼리 전자쌍을 공유하여 형성된다.
(3) 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 전체 (+)전하의 양과 (-)전하의 양이 같아지는 이온 수비로 결합한다. A는 1가의 양이온, B는 2가의 음이온을 형성하며 A^+ 과 B^{2-} 은 2 : 1의 이온 수비로 결합하여 화합물 A_2B 를 생성한다. B와 C는 전자쌍을 공유하는 공유 결합을 하며, B는 원자가 전자가 6개이므로 부족한 전자 2개를 2개의 C와 공유하여 BC_2 를 생성한다.

- 5 금속 원소+비금속 원소의 조합은 이온 결합이고, 비금속 원소+비금속 원소의 조합은 공유 결합이다.
Na, Ca은 금속 원소이고, H, O, Br, C, Cl는 비금속 원소이다.

- 6 (1) 공유 결합 물질은 분자로 이루어져 있으므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.
(2) 이온 결합 물질은 대체로 물에 잘 녹는다.
(3) 이온 결합 물질은 정전기적 인력으로 결합되어 있으므로 결합력이 강하여 녹는점과 끓는점이 비교적 높다.

교과서 **Step 2 핵심 문제** 34~36쪽

01 ㉠ 02 ㉠, ㉡ 03 ㉠ 04 ㉢ 05 ㉠ 06 ㉡, ㉢
07 ㉢ 08 ㉠ 09 ㉡ 10 ㉠ 11 ㉠ 12 ㉢ 13 ㉡
14 ㉠ 15 해설 참조 16 ㉡

| 교과서엔 | 07-1 해설 참조 12-1 (1) (가), (나) 공유 결합, (다) 이온 결합 (2) 해설 참조

01 A와 B는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워진 18족 원소로, 비금속 원소이다. 반응성이 작고 안정하며 녹는점과 끓는점이 낮아 실온에서 기체 상태이다.

바로알기 ④ 비활성 기체는 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않고 원자 상태로 존재한다.

02 ㄱ. A와 D는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워진 안정한 전자 배치를 이루므로 화학 결합을 형성하지 않는다.

ㄷ. 원자가 전자 수가 7인 C가 이온으로 될 때는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 1개를 얻어서 D와 같은 전자 배치를 이룬다. 원자가 전자 수가 2인 E가 이온으로 되면 원자가 전자 2개를 잃고 D와 같은 전자 배치가 된다.

바로알기 ㄴ. 원자가 전자 수가 1인 B가 이온으로 되면 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 잃고 헬륨과 같은 전자 배치가 된다.

03 비금속 원소가 서로 결합을 형성할 때는 공유 결합을 형성한다. 수소, 탄소, 플루오린, 염소, 산소는 비금속 원소이므로 이들 원소끼리 결합할 때는 공유 결합을 형성한다.

바로알기 ①, ④, ⑤ 금속 원소와 비금속 원소의 결합이므로 이온 결합을 형성한다.

③ 헬륨은 비활성 기체로 결합을 형성하지 않는다.

04 ③ 18족 원소 이외의 원소들은 화학 결합을 통해 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.

바로알기 ① 화학 결합에는 전자가 관여한다.

② 화학 결합을 형성하는 원자들이 화학 반응의 결과 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치를 가지는 것으로, 비활성 기체가 되기 위해 결합하는 것은 아니다.

④ 비금속 원소 간에는 전자를 공유하는 공유 결합을 형성한다.

⑤ 금속 원소와 비금속 원소는 이온 결합을 형성한다.

05 ㄱ. A는 금속 나트륨이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄴ. B는 원자가 전자가 7개이므로 화학 결합을 통해 전자 1개를 얻어 안정한 전자 배치를 이룬다.

ㄷ. A는 1가 양이온, B는 1가 음이온을 이루므로 1:1의 개수비로 결합한다.

06 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다.

바로알기 ① Mg^{2+} 와 Cl^{-} 이 결합할 때는 1:2의 개수비로 결합하여 $MgCl_2$ 를 형성한다.

④ Al^{3+} 과 O^{2-} 이 결합할 때는 2:3의 개수비로 결합하여 Al_2O_3 를 형성한다.

⑤ 이온 결합 물질의 화학식을 쓸 때는 양이온과 음이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타내므로, 산화 칼슘의 화학식은 CaO 이다.

07 ㄱ. A는 전자 2개를 잃어 전자 수 10인 Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 2족 원소이다. B는 전자 1개를 얻어 전자 수 18인 Ar과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 17족 원소이다. ㄷ. 전자는 금속 원소인 A에서 비금속 원소인 B로 이동한다.

바로알기 ㄴ. 원자가 전자 수는 A는 2, B는 7이다.

08 ㄴ. A는 1가의 음이온을 형성하므로 A^{-} 과 C^{+} 은 1:1의 개수비로 결합한다. 따라서 안정한 화합물의 화학식은 CA 이다.

ㄷ. A와 B는 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성한다.

바로알기 ㄱ. 원자는 원자 번호=양성자의 수=전자의 수이다. 따라서 A의 원자 번호는 9이고, B^{2-} 은 전자 2개를 얻어 전자 수가 10이 되므로 B의 원자 번호는 8이다. C^{+} 은 전자 1개를 잃어 전자 수가 10이 되므로 C의 원자 번호는 11이다.

09 ①, ③ 산소는 2개의 수소와 전자쌍 2개를 공유하는 결합을 한다.

④, ⑤ 산소 원자 주위의 전자는 10개이므로 네온과 같은 전자 배치를, 수소 원자 주위의 전자는 2개이므로 헬륨과 같은 전자 배치를 한다.

바로알기 ② 서로 전자를 공유하여 결합을 생성하므로 수소 원자와 산소 원자는 이온 상태로 존재하지 않는다.

10 ④ B는 2개의 A와 각각 전자쌍을 만들고 이를 공유하여 결합을 형성하며, BA_2 에서 A와 B의 전자 배치는 네온과 같다.

바로알기 ① A는 2주기 17족 원소, B는 2주기 16족 원소이므로 원자가 전자 수는 A가 B보다 크다.

② A와 B는 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.

③ A는 다른 A와 전자쌍 1개를 공유하면 네온과 같은 안정한 전자 배치를 이루므로 A_2 는 전자쌍 1개를 공유하는 결합을 한다.

⑤ A는 1가의 음이온, B는 2가의 음이온을 형성하므로 안정한 이온의 전하량의 절댓값은 B가 A보다 크다.

11 ㄴ. B는 1가 양이온, D는 2가 음이온을 형성하므로 2:1의 개수비로 결합하여 화합물 B_2D 를 형성한다.

ㄷ. 비금속 원소인 D와 금속 원소인 F는 이온 결합을 형성하며, D와 F가 형성하는 안정한 화합물의 화학식은 FD 이다. 이때 D는 전자 2개를 얻어 E와 같은 전자 배치를 하며, F는 전자 2개를 잃어 E와 같은 전자 배치를 한다.

바로알기 ㄱ. A(H)와 C(C)는 모두 비금속 원소이므로 전자쌍을 공유하는 공유 결합을 형성한다.

12 ㄷ. 화학 결합을 이룬 물질을 구성하는 원자나 이온들의 전자 배치는 비활성 기체의 전자 배치와 같아지므로 구성 원자나 이온은 모두 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워진 안정한 구조이다. O_2 에서 O의 전자 배치는 Ne과 같고, $NaCl$ 에서 Na^{+} 의 전자 배치는 Ne, Cl^{-} 의 전자 배치는 Ar과 같다.

바로알기 ㄱ. (가)는 공유 결합, (나)는 이온 결합으로 형성된 물질이다.

ㄴ. (가)는 산소 원자 2개가 결합하여 분자를 이루지만, (나)는 수많은 Na^+ 과 Cl^- 이 연속적으로 결합하여 규칙적인 모양의 입체 구조를 이룬다.

13 ① 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 (가)는 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어지므로 최소한 두 종류 이상의 원소로 이루어진다.

③, ④ 액체 상태에서 전기 전도성이 없는 (나)는 공유 결합 물질로 공유 결합은 비금속 원소 사이에 이루어지는 결합이다.

⑤ 물질은 녹는점보다 낮은 온도에서는 고체로 존재한다. 물질 (가)와 (나)의 녹는점이 실온보다 높으므로 물질 (가)와 (나)는 실온에서 고체 상태로 존재한다.

바로알기 ② 이온 결합 물질은 고체 상태에서도 이온으로 이루어지나 이온들이 정전기적 인력으로 강하게 결합하여 움직일 수 없으므로 전기 전도성이 없다. 액체 상태에서 이온이 생성되는 것은 아니다.

14 ㄴ. AB 는 이온 결합, CB_2 는 공유 결합으로 형성된 물질이다. 따라서 AB 는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄷ. C는 원자가 전자가 6개이므로 C_2 를 형성할 때 전자쌍 2개를 공유하여 비활성 기체의 전자 배치를 이루며 안정해진다.

바로알기 ㄱ. A는 전자 1개를 잃어 안정한 양이온이 되었으므로 원자가 전자가 1개로 가장 작으며, B는 원자가 전자가 7개, C는 원자가 전자가 6개이다.

15 (가)는 이온 결합으로 생성된 물질이고, (나)는 공유 결합으로 생성된 물질이다.

모범 답안 '액체 상태에서 전기가 통하는가?'가 될 수 있다. (가)는 이온 결합 물질로 액체 상태에서 전기가 통하나, (나)는 공유 결합 물질로 액체 상태에서 전기가 통하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
분류 기준을 옳게 쓰고, 그 근거를 결합의 종류에 따른 전기 전도성 여부로 옳게 설명한 경우	100 %
분류 기준을 옳게 쓰고, 그 근거를 결합의 종류에 대한 언급 없이 전기 전도성 여부로만 설명한 경우	70 %
분류 기준만 옳게 쓴 경우	30 %

16 이온 결합 물질의 일반적인 성질을 나타낸 것이다. 염화 나트륨(NaCl), 염화 마그네슘(MgCl_2)은 금속과 비금속이 결합한 이온 결합 물질이다.

바로알기 ㄴ. 드라이아이스(CO_2)는 비금속 원소로만 이루어진 공유 결합 물질로 액체 상태에서 전기 전도성이 없고, 녹는점, 끓는점이 낮아 실온에서 승화성이 있다.

ㄷ. 철은 금속으로 액체 상태에서 전류가 흐른다. 그러나 철은 힘을 가해도 부서지지 않고 모양이 변하여 얇게 퍼지거나 늘어난다.

교과서엔

07-1 마그네슘(Mg)은 금속 원소로 전자를 잃고 양이온이 되기 쉽고, 염소(Cl)는 비금속 원소로 전자를 얻고 음이온이 되기 쉽다. 따라서 마그네슘과 염소 원자 사이에 이온 결합이 형성된다.

모범 답안 마그네슘 원자는 전자 2개를 잃어 마그네슘 이온(Mg^{2+})이 되고, 염소 원자는 전자 1개를 얻어 염화 이온(Cl^-)이 된다. 양이온과 음이온이 이온 결합을 형성할 때에는 전기적으로 중성이 되어야 한다. 따라서 마그네슘 이온과 염화 이온이 1 : 2의 개수비로 결합하여 염화 마그네슘(MgCl_2)이 생성된다.

채점 기준	배점
각각의 원소가 이온으로 되는 과정과 이온 결합을 형성할 때 전기적으로 중성이 되는 이온 수 비로 결합한다는 것을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
이온으로 되는 과정이나 이온 결합을 형성할 때의 이온 수비 중 한 가지만을 이용하여 설명한 경우	50 %

12-1 (1) (가)의 산소(O_2)와 (나)의 물(H_2O)은 비금속 원소의 원자 사이에 공유 결합을 형성하고 있다. (다)는 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 이루어져 있으므로 이온 결합을 형성하고 있다.
(2) 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 연속적으로 결합하여 규칙적으로 배열되어 있다. (다)는 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 1 : 1의 개수비로 결합하고 있으므로 화학식은 NaCl 이다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온들이 정전기적 인력으로 서로 결합하고 있어서 이동하지 못하므로 전기 전도성이 없다. 그러나 액체 상태와 수용액에서는 이온들이 떨어져 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

모범 답안 NaCl , 고체 상태에서는 전기 전도성이 없고, 액체 상태와 수용액에서는 전기 전도성이 있다.

채점 기준	배점
화학식을 옳게 쓰고, 고체, 액체, 수용액에서 전기 전도성을 모두 옳게 쓴 경우	100 %
화학식을 옳게 쓰고, 고체, 액체, 수용액에서 전기 전도성 중 일부를 옳게 쓴 경우	70 %
화학식만 옳게 쓴 경우	30 %

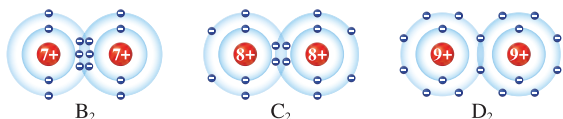
01 ③ 02 ④ 03 ③ 04 해설 참조 05 해설 참조

01 ㄱ. A는 2주기 원소로 원자가 전자 수가 4이므로 원자 번호는 6이다. B는 2주기 원소로 원자가 전자 수가 6이므로 원자 번호는 8이다. B가 안정한 이온으로 될 때는 전자 2개를 얻어 2가의 음이온이 되므로 B와 1:1의 개수비로 결합하는 C는 2가의 양이온이다. 따라서 C는 3주기 2족 원소로 원자 번호는 12이다.

ㄷ. C는 2가의 양이온, B는 2가의 음이온이므로 $a=b=2$ 이다.

바로알기 ㄴ. AB_2 는 공유 결합 물질로 액체 상태에서 전기가 통하지 않는다.

02 ㄴ. B, C, D는 모두 이원자 분자를 형성하며, B_2 는 전자쌍 3개를, C_2 는 전자쌍 2개를, D_2 는 전자쌍 1개를 공유한다.



ㄷ. 녹는점은 이온 결합 물질인 $ED_2(MgF_2)$ 가 공유 결합 물질인 $A_2C(H_2O)$ 보다 높다.

바로알기 ㄱ. E는 금속으로 고체 상태에서 전기가 통한다. 그러나 EC는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서는 전기가 통하지 않는다.

03 ㄱ. 고체 X를 가열하여 녹이면 전류가 흐르므로 고체 X는 이온 결합 물질이다. $t^\circ C$ 에서 전류가 흐르기 시작하므로 이온의 이동이 자유로운 액체 상태로 변화하였음을 알 수 있다. 즉, $t^\circ C$ 에서 용해가 일어났으므로 이때의 온도는 녹는점이다.

ㄴ. 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소의 이온이 결합한 물질이므로 최소한 두 종류 이상의 원소로 이루어진다.

바로알기 ㄷ. 이온 결합 물질은 단단하나 외부의 힘이 가해지면 쉽게 쪼개지거나 부서진다. 외부에서 힘을 가할 때 변형이 일어나 얇게 퍼지는 것은 금속의 특징이다. 금속은 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

04 A는 전자 1개를 얻어 A^- 이 되고, B는 전자 2개를 잃어 B^{2+} 이 된다. 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 이온 결합을 형성할 때에는 전기적으로 중성이 되어야 한다. 따라서 B^{2+} 과 A^- 은 1:2의 개수비로 결합하여 화합물 BA_2 를 형성한다. A 원자와 C 원자는 각각 전자 1개씩을 내놓아 전자쌍을 이루고, 이 전자쌍을 공유하는 공유 결합에 의해 화합물 CA를 형성한다.

모범 답안 A와 B가 화합물을 형성할 때는 금속 원소인 B 원

자에서 비금속 원소인 A 원자로 전자가 이동하여 양이온과 음이온을 형성하고, 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 이온 결합이 형성된다. A와 C가 화합물을 형성할 때는 A 원자와 C 원자가 각각 전자 1개씩을 내어 전자쌍을 이루고 이 전자쌍을 공유하는 공유 결합이 형성된다.

채점 기준	배점
두 가지 결합을 전자의 이동과 전자의 공유를 이용하여 모두 옳게 설명한 경우	100 %
한 가지 결합만 옳게 설명한 경우	50 %
결합의 종류만 옳게 쓴 경우	30 %

05 이온 결합 물질은 액체 상태에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기가 통한다. 그러나 대부분의 공유 결합 물질은 전자가 원자 사이에 공유 결합되어 있거나 원자핵에 강하게 결합되어 있어 이동할 수 없기 때문에 고체나 액체 상태에서 전기가 통하지 않는다.

모범 답안 이온 결합 물질인 A와 B의 화합물은 액체 상태에서는 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기가 통한다. 공유 결합 물질인 A와 C의 화합물은 액체 상태에서도 전하를 운반할 이온이 생성되지 않으므로 전기가 통하지 않는다.

채점 기준	배점
두 물질의 전기 전도성을 옳게 비교하고, 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
두 물질의 전기 전도성을 옳게 비교하였으나 그 까닭에 대한 설명이 미흡한 경우	70 %
두 물질의 전기 전도성만 옳게 비교한 경우	30 %

4 자연의 구성 물질

교과서 탐구

41쪽

A 1 ㉠ 이중 나선, ㉡ 타이민(T), ㉢ 사이토신(C), ㉣ 상보
2 GTTAGCGTAACGTTTCGT

A 1 DNA 이중 나선의 바깥쪽 골격은 당-인산 결합으로 형성되며, 나선 안쪽에서는 염기 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)이 상보적으로 결합한다.

2 DNA 이중 나선에서 두 폴리뉴클레오타이드의 염기는 상보적으로 결합하고 있으므로 한쪽 가닥의 염기 서열을 알면 다른 쪽 가닥의 염기 서열을 알 수 있다.

- A 산소
B 규산염 광물
C 탄소 화합물
D 단백질, 핵산
E 펩타이드, 뉴클레오타이드
F 절연체, 액정, 초전도

1 지각 : 규소, 생명체 : 탄소 2 (1) × (2) ○ (3) × 3 (1) 유기물 (2)
① 4, ② 공유 (3) 고리 4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × 5 ① 이중 나선,
② 리보스, ③ T, ④ U 6 (1) × (2) ○ (3) ○ 7 (1) ㄱ (2) ㄴ (3) ㄷ

- 1 지각에는 산소와 규소가, 생명체에는 산소와 탄소가 높은 비율로 포함되어 있다.
- 2 (1), (2) 규산염 광물을 이루는 규소는 14족 원소로, 원자가 전자의 수가 4개이다. 규산염 사면체는 +4가인 규소 1개를 중심으로 -2가인 산소 4개가 결합한 것으로, 전체적으로 $(+4) \times 1 + (-2) \times 4 = -4$ 가의 음전하를 띠고 있다.
바로알기 (3) 규산염 광물의 가장 간단한 구조는 규산염 사면체 하나가 독립적으로 철이나 마그네슘 등의 양이온과 결합한 독립형 구조이다.
- 3 (2) 탄소는 14족 원소로, 원자가 전자의 수가 4개이다. 따라서 최대 4개의 다른 원자와 공유 결합을 할 수 있다.
(3) 탄소의 결합 방식에는 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양 등의 단일 결합과 2중 결합, 3중 결합이 있다.
- 4 (1), (2) 생명체를 구성하는 물질의 비율은 물 > 단백질 > 지질 > 핵산의 순으로 높다.
(4) 핵산을 구성하는 뉴클레오타이드의 종류는 DNA 4종류, RNA 4종류로 모두 8종류이다.
- 6 (1) 물질은 자유 전자가 많을수록 전기 저항이 작아 전류가 잘 흐르며, 원자핵의 양과는 관계가 없다.
(2) 철은 자석에 강하게 끌려 자석이 될 수 있으며, 외부 자기장을 없애도 자석의 성질을 오래 유지할 수 있다.
(3) 반도체는 온도가 높을수록 전기 저항이 작아져 전류가 잘 흐를 수 있다.
- 7 (1) 다이오드는 전류를 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 성질이 있어 교류를 직류로 바꾸는 데 이용된다.
(2) 트랜지스터는 전기 신호를 증폭하거나 이진수 신호를 처리하는 디지털 회로에 이용된다.
(3) 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 반도체 소자는 발광 다이오드(LED)이다.

01 ㄱ, ㄷ 02 ② 03 ㄴ, ㄷ 04 해설 참조 05 ① 06 ⑤
07 ⑤ 08 (가) 아미노산, (나) 폴리펩타이드, (다) 단백질, ⑦ 펩타이드 결합 09 ⑤ 10 ③ 11 해설 참조 12 ④ 13 ④ 14 해설 참조 15 ③ 16 ②

| 교과서엔 | 10-1 ㄷ 13-1 ㄱ, ㄴ 16-1 ㄱ, ㄷ, ㄴ

- 01 ㄱ. 산소는 수소, 탄소, 규소 등 다른 원소와 쉽게 결합하여 다양한 물질을 만들 수 있기 때문에 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 많은 양을 차지한다.
ㄷ. 생명체는 물과 소량의 무기물을 제외하면 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산 등의 유기물로 구성되어 있으며, 유기물은 모두 탄소를 기본 골격으로 하는 탄소 화합물이다.
바로알기 ㄴ. 지각을 구성하는 규소는 철보다 가벼운 원소로, 별 내부의 핵융합 반응에 의해 생성되었다.
- 02 ② A(산소)는 -2가의 음전하를 띠고, B(규소)는 +4가의 양전하를 띤다.
바로알기 ① 그림은 1개의 규소에 4개의 산소가 결합한 규산염 사면체를 나타낸 것이다. 그림에서 1개의 B에 4개의 A가 결합해 있으므로 A는 산소, B는 규소이다.
③ 지각에서 가장 풍부한 원소는 산소이다.
④ 산소와 규소는 공유 결합으로 연결되어 있다.
⑤ 규산염 사면체는 -2가인 A(산소) 4개와 +4가인 B(규소) 1개가 결합한 것이므로, $(-2) \times 4 + (+4) \times 1 = -4$ 가의 음전하를 띤다.
- 03 ㄴ. (나)는 판상 구조로, 흑운모에서 나타나는 결합 구조이다.
ㄷ. (가)의 단사슬 구조에서는 사면체마다 2개의 산소가 인접한 사면체와 공유되어 있지만, (나)의 판상 구조에서는 사면체마다 3개의 산소가 인접한 사면체와 공유되어 있다.
바로알기 ㄱ. (가)는 인접한 규산염 사면체들이 양쪽의 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 연결된 단사슬 구조이다.
- 04 **모범 답안** 탄소는 다른 탄소 원자나 다른 종류의 원자들과 다양한 방식으로 공유 결합을 할 수 있어 다양한 탄소 화합물을 만들 수 있는데, 이러한 탄소의 결합 방식을 통해 생명체를 구성하는 유기물이 많이 만들어졌기 때문이다.
- | 채점 기준 | 배점 |
|---|-------|
| 사람의 몸을 구성하는 유기물은 탄소의 다양한 결합 방식을 통해 이루어진 탄소 화합물이기 때문이라고 설명한 경우 | 100 % |
| 사람의 몸은 탄소 화합물로 이루어져 있기 때문이라고 설명한 경우 | 50 % |
- 05 ② 생명체를 구성하는 유기물은 모두 탄소를 기본 골격으로 하는 탄소 화합물이다.

③, ⑤ 탄소 화합물은 탄소로 이루어진 기본 골격에 다른 원자들이 공유 결합을 하여 이루어진 물질로, 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산, 메테인 등이 있다.

④ 탄소 화합물은 생명체를 구성할 뿐만 아니라 생명체가 살아가는 데 필요한 에너지원으로 사용된다.

바로알기 ① 탄소 화합물은 생명체 밖에서도 합성이 가능하므로 생명체 내에만 존재하는 것은 아니다.

06 나. 탄소는 원자가 전자의 수가 4개로, 탄소 원자 1개는 최대 4개의 다른 원자와 결합할 수 있다.

다. 탄소는 다른 탄소 원자와 결합하여 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양 등 다양한 형태의 탄소 골격을 만들 수 있으며, 2중 결합이나 3중 결합도 가능하다.

르. 탄소는 다양한 종류의 원자와 결합할 수 있고, 탄소 결합 사이로 다른 원자를 받아들여 새로운 결합을 만들 수 있다.

바로알기 나. (나)는 3중 결합의 모습이다.

07 ① 단백질은 세포의 주성분이고, 효소, 항체, 호르몬의 성분이며, 에너지원이다.

② 무기염류는 생명체에서 다양한 생리 작용을 조절하는 데 관여한다.

③ 지질 중 중성 지방은 에너지원이며, 인지질은 단백질과 함께 세포막을 구성하는 성분이다.

④ 생명체에서 탄수화물은 포도당, 설탕, 녹말, 글리코젠 등의 형태로 존재한다.

바로알기 ⑤ 핵산은 유전 정보를 저장하거나 단백질을 합성하는 과정에 관여하며, 주요 에너지원으로는 이용되지 않는다.

08 단백질을 구성하는 단위체인 (가)는 아미노산이며, 아미노산 사이의 결합 ㉠은 펩타이드 결합이다. 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 폴리펩타이드(나)를 형성하며, 폴리펩타이드는 구부러지고 접혀 독특한 입체 구조의 단백질(다)을 형성한다.

09 나. 약 20종류의 아미노산이 다양한 조합으로 결합하여 많은 종류의 단백질을 형성한다.

나. ㉠은 아미노산과 아미노산 사이에 물 한 분자가 빠져나오면서 형성되는 펩타이드 결합이다.

다. 아미노산의 수와 배열 순서에 따라 폴리펩타이드가 접히고 구부러지는 모양이 달라지므로 (다)의 입체 구조는 (나)의 아미노산(가)의 수와 배열 순서에 따라 결정된다.

10 나. (가)에서 두 가닥의 염기는 상보적으로 결합한다. 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 결합하므로, DNA에서 두 염기의 수는 같다.

나. 뉴클레오타이드(나)는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1의 비로 결합되어 있다.

바로알기 다. DNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이다.

11 지질, 단백질, 핵산은 탄소 화합물이고, 무기염류는 탄소 화합물이 아니므로 D는 무기염류이다. 지질과 단백질은 세포막의 성분이고, 핵산은 세포막의 성분이 아니므로 C는 핵산이다. 효소의 주성분은 단백질이므로 A는 단백질이고, B는 지질이다. (가)는 단백질에는 해당하고, 지질에는 해당하지 않는 특징이다.

모범 답안 A : 단백질, B : 지질, C : 핵산, D : 무기염류, (가) 아미노산이 단위체인가? 단위체가 결합하여 형성되는가? 펩타이드 결합을 포함하는가? 등

채점 기준	배점
A~D의 이름을 모두 옳게 쓰고, (가)의 분류 기준을 옳게 설명한 경우	100 %
A~D의 이름만 모두 옳게 쓴 경우	40 %

12 나, 다. 철은 자석에 강하게 끌리며, 외부 자기장을 제거해도 자성을 오래 유지하므로 자석이 될 수 있다.

바로알기 나. 철은 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐르는 도체이다.

13 나. 액정은 고체 결정의 성질을 가지면서 액체처럼 흐르는 성질이 있다.

나. 액정은 영상 표시 장치인 액정 디스플레이(LCD)에 이용된다.

바로알기 다. 액정은 빛을 투과시키지만 스스로 빛을 내지는 못한다.

14 **모범 답안** • 신소재의 이름 : 그래핀

• 신소재의 성질 : 투명하다. 강철보다 강하다. 전기가 잘 통한다. 잘 구부러진다. 열전도율이 뛰어나다. 중 두 가지

채점 기준	배점
신소재의 이름을 쓰고, 성질 두 가지를 옳게 설명한 경우	100 %
신소재의 이름을 쓰고, 성질 한 가지만 옳게 설명한 경우	70 %
신소재의 이름만 쓴 경우	30 %

15 나. 트랜지스터는 약한 전기 신호를 강하게 증폭하는 데 이용된다.

나. 태양 전지는 태양의 빛을 받으면 전기 에너지가 발생한다.

바로알기 다. 발광 다이오드는 전류가 흐르면 빛을 방출하는 성질이 있다.

16 다. (나)로부터 초전도체는 임계 온도 이하에서 초전도 현상이 나타나 외부 자기장을 밀어내므로 자석 위에 뜰 수 있다.

바로알기 ㄱ. (가)로부터 도체는 온도가 높을수록 저항이 커지므로 전류가 잘 흐르지 못하는 것을 알 수 있다.
 ㄴ. 초전도체는 강한 자기장이 필요한 곳에 이용되며, 컴퓨터의 기억 장치에는 반도체가 이용된다.

교과서엔

10-1 ㄴ. DNA에는 염기 서열의 형태로 유전 정보가 저장되어 있다. 뉴클레오타이드의 다양한 조합으로 DNA의 다양한 염기 서열이 형성되며, 염기 서열에 따라 다른 유전 정보가 저장된다.

바로알기 ㄱ. (가)는 단일 가닥 구조이므로 RNA이고, (나)는 이중 나선 구조이므로 DNA이다.
 ㄴ. 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드이다.

13-1 ㄱ. 액정은 고체처럼 결정을 이루고 있으면서도 액체처럼 흐르는 성질이 있다.

ㄴ. LCD는 전자 계산기나 자동차의 길안내기와 같은 정보 표시 장치로 이용된다.

바로알기 ㄴ. 빛을 비추었을 때 전류가 흐르는 성질은 광센서 또는 태양 전지의 성질이다.

ㄴ. LCD는 액정의 전기적 성질을 이용한다.

16-1 ㄱ. 특정 온도 이하에서 자석 위에 뜨는 물질을 초전도체라고 한다.

ㄴ, ㄷ. 초전도체는 자석의 자기장을 밀어내는 성질이 있으며, 자기 부상 열차, 자기 공명 영상 장치에 이용된다.

바로알기 ㄴ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이다.

ㄴ. (나)는 RNA를 구성하는 뉴클레오타이드이므로, 당은 리보스이다.

바로알기 ㄴ. 한 뉴클레오타이드의 인산과 다른 뉴클레오타이드의 당이 반복적으로 결합하여 폴리뉴클레오타이드를 형성한다.

03 (가)는 액정, (나)는 반도체, (다)는 초전도체에 대한 설명이다. 액정은 액정 디스플레이(LCD)에 이용되고, 반도체는 다이오드, 발광 다이오드(LED), 트랜지스터 등에 이용되며, 초전도체는 자기 공명 영상(MRI) 장치, 자기 부상 열차 등에 이용된다.

04 **모범 답안** ㉠ 26, ㉡ 28, ㉢ 22, ㉣ 24, (가)와 (나)를 구성하는 염기는 서로 상보적으로 결합하므로, 한쪽 가닥의 아데닌(A) 수와 다른 쪽 가닥의 타이민(T) 수가 같고, 한쪽 가닥의 구아닌(G) 수와 다른 쪽 가닥의 사이토신(C) 수가 같다.

채점 기준	배점
각 염기의 비율을 옳게 쓰고, 그 근거를 염기의 상보결합을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
각 염기의 비율을 옳게 쓰고, 그 근거를 염기의 상보결합을 포함하지 않고 설명한 경우	70 %
각 염기의 비율만 옳게 쓴 경우	30 %

05 **모범 답안** 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 없으므로 열이 발생하지 않아 에너지의 손실 없이 많은 전류를 흐르게 할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점
초전도체는 전기 저항이 없으므로 많은 전류를 흐르게 할 수 있기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100 %
초전도체는 전기 저항이 없기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

교과서 **Step 3 응용 문제**

47쪽

01 ㄴ **02** ㉢ **03** ㉡ **04** 해설 참조 **05** 해설 참조

01 ㄴ. (나) 지각에서 가장 높은 비율을 차지하는 원소 A는 산소이다.

바로알기 ㄱ. 지각에는 산소와 규소가, 생명체에는 산소와 탄소가 높은 비율로 포함되어 있다. 따라서 (가)는 사람, (나)는 지각에 해당한다.

ㄴ. B에 해당하는 원소는 탄소이다.

02 ㄱ. (가)는 단백질의 단위체인 아미노산으로, 곁사슬(R)이 서로 다른 20종류가 있다.

I단원 | 핵심 요약

48~51쪽

- 1 빅뱅 우주론 2 전자 3 쿼크 4 수소 5 헬륨 6 3000
 7 3 : 1 8 종류 9 흡수선 10 방출선 11 헬륨 12 철 13 탄소
 14 수소 15 무거운 16 철 17 철 18 초신성 19 마그마의 바다
 20 원자 번호 21 가로 22 세로 23 고체 24 1 25 산소 26 수
 소 27 < 28 < 29 17 30 > 31 > 32 원자가 전자 33
 8 34 전자 껍질 35 원자가 전자 36 원자가 전자 수 37 18 38
 비활성 39 일 40 얻 41 금속 42 비금속 43 분자 44 높
 45 이온 46 산소 47 규산염 48 탄소 49 수소 50 핵융합
 51 초신성 52 규산염 사면체 53 공유 54 감람석 55 석영, 장석
 56 4 57 탄소화물 58 단백질 59 아미노산 60 펩타이드 결합
 61 뉴클레오타이드 62 도체 63 반도체 64 액정 65 초전도체
 66 네오디뮴 67 탄소 나노 튜브

Ⅱ. 시스템과 상호 작용

1 역학적 시스템

교과서  탐구

57쪽

- A** 1 = 2 (1) 일정하게 증가 (2) ㉠ 일정하게 증가, ㉡ 일정
3 (1) ㉠ 힘(중력), ㉡ 가속도 (2) ㉠ 0, ㉡ 속도

- A** 1 A와 B는 같은 높이에서 낙하하고 연직 방향으로의 가속도가 같으므로 바닥에 동시에 도달한다.
- 2 (1) 표로부터 A의 구간별 속도를 구하면 일정하게 증가함을 알 수 있다.
(2) 표로부터 B의 연직 아래 방향으로의 속도는 일정하게 증가하고, 수평 방향으로의 속도는 일정함을 알 수 있다.
- 3 (1) A와 B는 연직 아래 방향으로 일정한 중력이 작용하므로 가속도가 일정한 운동을 한다.
(2) A는 연직 아래 방향으로만 운동하고, B의 경우 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 수평 방향으로의 속도가 일정한 운동을 한다.

교과서  step 1 기본 문제

59쪽

- A** 크, 크
B 알짜힘, 질량, 등속, 등가속도, 중력 가속도
C 속도, 충격량, 변화량
D 길게

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 ㉠ 등가속도, ㉡ 비례, ㉢ 질량 3 (1) × (2) ○ (3) × 4 (1) ○ (2) × (3) × 5 2 N·s 6 ㉠ 충격량, ㉡ 길어져, ㉢ 작아지

- 1 (2) 중력은 쌍으로 나타나며, 두 힘은 서로 크기가 같고 방향이 반대이다.
- 2 공기 저항이 없을 때 일정한 높이에서 가만히 놓은 물체는 연직 아래 방향으로 등가속도 운동을 한다. 이때 물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 질량에 비례하고, 가속도의 크기는 질량에는 관계없다.

- 3 (1) 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로의 힘이 작용하지 않으므로 등속도 운동을 한다.
(3) 물체를 던진 속력에 관계없이 연직 아래 방향의 가속도는 같으므로 바닥에 도달하는 데 걸리는 시간은 같다. 던진 속력이 클수록 수평 방향으로 도달하는 거리가 길어진다.

- 4 (2) 관성은 질량에만 관계가 있고 속도에는 관계가 없다.
(3) 운동하던 물체는 힘이 작용하지 않으면 관성에 의해 등속도 운동을 계속 한다.

- 5 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 다음과 같이 구한다.
 $0 - 0.2 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} = -2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -2 \text{ N} \cdot \text{s}$
따라서 충격량의 크기는 2 N·s이다.

- 6 야구공이 글러브에 들어온 순간의 속도가 같을 때 손을 앞으로 내밀면서 받거나 또는 뒤로 빼면서 받는 경우 모두 공이 멈출 때까지 운동량의 변화량이 같으므로 손이 받는 충격량은 같다. 그러나 손을 뒤로 빼면서 받으면 힘이 작용하는 시간이 더 길어져 손이 받는 힘이 작아지므로 충격의 정도는 작아진다.

교과서  step 2 핵심 문제

60~62쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 해설 참조 06 ⑤ 07 ② 08 해설 참조 09 ① 10 ③ 11 ③ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ② 15 해설 참조
| 교과서엔 | 05-1 2.5 m/s^2 07-1 ㄱ, ㄴ 12-1 (1) A > B (2) 해설 참조

- 01 자석에는 아래쪽으로 중력이 작용하지만 중력과 같은 크기의 마찰력이 위쪽으로 작용하여 알짜힘이 0이므로 자석이 아래로 떨어지지 않고 정지해 있는 것이다.

- 02 ㄱ. 물체가 받는 지구 중력의 크기는 질량에 비례한다. 따라서 A가 B보다 작다.
ㄴ. 작용 반작용 법칙에 의해 지구가 A를 당기는 중력의 크기는 A가 지구를 당기는 중력의 크기와 같다.
바로알기 ㄴ. 중력 가속도는 질량에 관계없이 일정하므로 A와 B는 바닥에 동시에 도달한다.

- 03 영희, 민수 : 물체에 작용한 알짜힘이 0이면 물체는 관성 법칙에 따라 속도가 변하지 않는다. 또한 물체의 가속도 방향은 알짜힘의 방향과 같다.

바로알기 철수 : 운동 제2법칙에 따라 물체의 가속도는 질량에 반비례한다.

- 04 나. 물체의 무게는 중력 가속도에 비례한다. 따라서 동일한 물체의 무게가 $\frac{1}{6}$ 배인 달에서 중력 가속도의 크기는 지구에서의 $\frac{1}{6}$ 배이다.

바로알기 가. 동일한 물체의 질량은 측정 장소에 관계없이 일정하다. 따라서 지구와 달에서 동일한 물체의 질량은 서로 같다.
 다. 중력 가속도가 클수록 물체가 더 빨리 떨어지므로, 물체는 달보다 지구에서 더 빨리 떨어진다.

- 05 **모범 답안** 물체의 속력은 0.1초마다 1 m/s씩 증가하였으므로 가속도는 $\frac{1 \text{ m/s}}{0.1 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}^2$ 이고, 물체에 작용한 알짜힘은 $F = 0.5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 5 \text{ N}$ 이다.

채점 기준	배점
물체에 작용한 알짜힘을 풀이 과정과 함께 올바르게 구한 경우	100 %
풀이 과정 없이 물체에 작용한 알짜힘만 올바르게 쓴 경우	30 %

- 06 가. 수평 방향으로 이동한 거리가 길수록 처음 위치에서 던진 속력이 크다. 따라서 물체를 던진 속력은 A가 B보다 작다.
 나. 연직 아래 방향의 가속도는 던진 방향의 속력에 관계없이 일정하다.
 다. 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 알짜힘은 중력뿐이고 중력 방향은 항상 연직 방향으로 일정하다.

- 07 나. B는 수평 방향으로 10 m/s의 속력으로 2초 동안 운동하므로 수평 이동 거리는 20 m이다.

바로알기 가. A와 B는 수평면으로부터 같은 높이에서 출발하여 연직 아래 방향으로 같은 가속도로 운동하므로, 수평면에 동시에 도달한다.

다. 수평면에 도달하는 순간 연직 아래 방향의 속력은 같지만 B는 수평 방향의 속력도 있으므로 B의 속력이 더 크다.

- 08 **모범 답안** 유체의 가볍고 무거움의 차이가 작아져 대류가 천천히 일어난다.

채점 기준	배점
중력이 작아질 때의 대류 현상을 유체의 무게 차이를 이용하여 올바르게 설명한 경우	100 %
대류가 천천히 일어난다고만 설명한 경우	50 %

- 09 ① 거대한 배는 질량이 매우 커서 계속 운동하려는 성질, 즉 관성이 크기 때문에 항구에 들어올 때는 항구에서 멀리 떨어진 지점에서 엔진을 끄거나 역추진을 해야 한다.

- 10 다. 운동량의 크기는 질량과 속력의 곱과 같다. B의 운동량의 크기는 4 kg·m/s, C의 운동량의 크기는 2 kg·m/s이다.

바로알기 가. A의 운동량은 2 kg·m/s이고, C의 운동량은 -2 kg·m/s이므로, A와 C는 운동량의 크기는 같지만 방향이 다르다.

나. 관성의 크기는 질량에만 관계가 있다.

- 11 가. 가속도는 물체에 작용한 알짜힘에 비례한다. 따라서 물체에 작용한 알짜힘이 3초일 때가 1초일 때의 2배이다.

나. 힘 - 시간 그래프 아랫부분의 넓이가 충격량이므로, 2초부터 4초까지가 0초부터 2초까지의 2배이다.

바로알기 다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 충격량은 0초부터 4초까지가 0초부터 2초까지의 3배이다. 따라서 운동량의 크기는 4초일 때가 2초일 때의 3배이다.

- 12 가. 힘 - 시간 그래프 아랫부분의 넓이가 같으므로 A와 B가 받은 충격량의 크기는 서로 같다.

나. 충격량이 같을 때 힘이 작용한 시간이 짧을수록 평균 힘이 크다. 따라서 공이 받은 평균 힘은 A가 B보다 크다.

다. 충격량이 같으면 운동량의 변화량이 같다. 이때 질량이 작을수록 속도 변화가 크므로 발을 떠나는 순간 속력은 B가 A보다 크다.

- 13 물체의 운동량의 변화량은 $1 \text{ kg} \times (-3 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}) = -8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 물체가 받은 평균 힘의 크기를 $\bar{F}$ 라고 하면 $\bar{F} \times 0.2 \text{ s} = 8 \text{ N} \cdot \text{s}$ 에서 $\bar{F} = 40 \text{ N}$ 이다.

- 14 힘을 받는 시간을 길게 하면 힘의 크기를 줄일 수 있다.

바로알기 가. 안전 띠는 자동차 탑승자가 관성에 의해 앞으로 튀어 나가는 것을 막아 주는 역할을 한다.

다. 물로켓은 작용 반작용 법칙을 이용하여 추진한다.

- 15 **모범 답안** 달갈이 바닥에 충돌할 때 달갈에 힘이 작용하는 시간이 길어져 달갈이 받는 평균 힘의 크기가 작아졌기 때문이다.

채점 기준	배점
달갈에 힘이 작용하는 시간이 길어져 달갈이 받는 평균 힘이 작아졌다고 올바르게 설명한 경우	100 %
달갈이 받는 평균 힘이 작아졌다고만 설명한 경우	50 %

교과서엔

05-1 구간 거리가 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm일 때 구간 평균 속도가 $50\left(=\frac{10}{0.2}\right)$ cm/s, 100 cm/s, 150 cm/s, 200 cm/s, 250 cm/s 이므로 0.2초마다 평균 속도가 50 cm/s씩 일정하게 증가한다. 따라서 장난감 자동차의 가속도는 $\frac{\text{속도 변화량}}{\text{시간}} = \frac{0.5 \text{ m/s}}{0.2 \text{ s}} = 2.5 \text{ m/s}^2$ 이다.

07-1 ㄱ, ㄴ. 동전 A와 B는 운동하는 동안 중력만 받으므로 연직 아래 방향으로 같은 가속도로 운동한다. 따라서 처음 높이가 같다면 바닥에 도달할 때까지 걸린 시간은 같다.

바로알기 ㄷ. 동전 A는 자유 낙하 운동을 하고, 동전 B는 포물선을 그리며 운동하므로 바닥에 도달할 때까지 운동한 거리는 B가 더 길다.

12-1 (1) A와 B가 충돌 후 멈출 때까지 운동량의 변화량이 같으므로 충격량, 즉 힘 - 시간 그래프 아랫부분의 넓이가 같다. 따라서 힘이 작용한 시간이 긴 B가 평균 힘이 더 작다.
(2) **모범 답안** 힘이 작용한 시간이 길수록 충격을 줄이는 효과가 더 크므로 B가 더 안전한 자동차이다.

채점 기준	배점
힘이 작용한 시간이 길수록 충격을 줄이는 효과가 더 크므로 B가 더 안전한 자동차라고 옳게 설명한 경우	100 %
B가 더 안전한 자동차라고만 설명한 경우	50 %

바로알기 ㄱ. A는 등가속도 운동을 하므로 속력은 시간에 비례하여 증가한다.

03 모범 답안 A와 B는 현재의 속력을 유지하며 각각 원의 접선 방향으로 등속 직선 운동을 한다.

채점 기준	배점
A와 B는 현재의 속력을 유지하며 등속 직선 운동을 한다고 옳게 설명한 경우	100 %
A와 B는 현재의 속력을 유지한다고만 설명한 경우	50 %

04 모범 답안 A와 B가 받은 충격량은 서로 크기가 같고 방향이 반대이다. 또한 충격량은 운동량의 변화량과 같은데, B의 운동량의 변화량은 $40 \text{ kg} \times (5 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) = 120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 A의 운동량의 변화량은 $50 \text{ kg} \times (v - 6 \text{ m/s}) = -120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 에서 $v = 3.6 \text{ m/s}$ 이다.

채점 기준	배점
A의 속력을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
A의 속력만 옳게 구한 경우	30 %

2 지구 시스템(1)



교과서 탐구

66쪽

A 1 ㉠ 화산 가스, ㉡ 태풍, ㉢ 표층 순환, ㉣ 석회암 2 ㉠ 호흡, ㉡ 외권



교과서 기본 문제

67쪽

- A** 대류, 수온 약층
B 물질
C 태양, 지구 내부, 조력
D 태양 에너지, 화석 연료

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) × 2 (1) C (2) A (3) D (4) B (5) F (6) E 3 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡ 4 (1) × (2) × (3) ○ 5 기권 → 생물권 → 지권 → 기권

1 바로알기 (3) 중간권에서는 대류가 일어나지만 수증기가 희박하기 때문에 기상 현상이 나타나지 않는다. 대기권에서 대류 현상과 기상 현상이 나타나는 층은 대류권이다.

바로알기 (4) 태양과 같은 천체를 비롯하여 외권을 구성하는 여러 물질과 에너지는 지구 시스템과 생명체에 큰 영향을 미친다.

바로알기 (5) 생물권은 지구 시스템을 구성하는 지권, 수권, 기권에 걸쳐 넓게 분포하고 있다.



교과서 응용 문제

63쪽

01 ① **02** ④ **03** 해설 참조 **04** 해설 참조

01 ㄴ. 물체의 속력은 1초마다 10 m/s씩 증가하므로, 3초만에 지면에 도달한 물체의 속력은 30 m/s이다.

바로알기 ㄱ. 물체에 작용하는 중력이 일정하므로 가속도의 크기도 일정하다.

ㄷ. 물체는 3초 동안 평균 속력 15 m/s로 운동하였으므로 이동 거리인 높이 h 는 45 m이다.

02 ㄴ. B는 수평 방향으로 일정한 속력으로 운동하였다.

ㄷ. B는 연직 방향으로 A와 같은 등가속도 운동을 하므로, 0초부터 0.4초까지 연직 방향으로의 이동 거리는 0.8 m이다.

- 2 (1) 태풍은 저위도의 따뜻한 바다에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 대기 중에서 구름을 형성하여 발생한다. 따라서 태풍은 수권과 기권의 상호 작용(C)으로 발생한다.
 (2) 화산 가스는 화산 폭발 시 대기 중으로 방출된다. 따라서 화산 가스의 방출은 지권과 기권의 상호 작용(A)으로 발생한다.
 (3) 식물은 호흡할 때 대기 중으로 이산화 탄소를 방출한다. 또한, 식물은 대기 중의 이산화 탄소를 흡수하여 광합성 작용을 통해 대기 중으로 산소를 방출한다. 따라서 식물은 생물권에 속하고, 산소와 이산화 탄소는 기권에 속하므로 식물의 호흡과 광합성은 생물권과 기권의 상호 작용(D)으로 발생한다.
 (4) 지진은 땅이 흔들리거나 갈라지는 현상이고, 해일은 폭풍, 지진, 화산 폭발 등이 원인이 되어 바다의 큰 물결이 육지로 갑자기 넘쳐 들어오는 현상이다. 따라서 지진에 의한 해일은 지권과 수권의 상호 작용(B)으로 발생한다.
 (5) 생물은 생물권에 속하고, 수중 생물은 수권에 존재하므로 수중 생물의 서식처 제공은 생물권과 수권의 상호 작용(F)으로 나타난다.
 (6) 화석 연료는 생물의 사체가 쌓인 후 오랜 시간이 지나서 땅속에서 생성된다. 따라서 생물은 생물권, 화석 연료는 지권에 속하므로 화석 연료의 생성은 생물권과 지권의 상호 작용(E)으로 생성된다.
- 3 (2) 지구의 형성 과정에서 생성된 열과 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열이 근원인 지구 내부 에너지는 맨틀 대류를 일으켜 대륙을 이동시키고, 지진과 화산 활동을 일으킨다.
- 4 (1) 물의 순환을 일으키는 주된 에너지는 태양 에너지이다.
 (2) 육지에서는 증발량이 강수량보다 적고, 바다에서는 증발량이 강수량보다 많지만, 전 지구적으로는 총 증발량과 총 강수량이 같다.
- 5 공기 중의 이산화 탄소(기권)는 광합성 작용으로 식물(생물권)에 유기물의 형태로 고정되었다가, 식물이 죽으면 화석 연료(지권)로 저장되기도 한다. 또한, 이러한 화석 연료가 연소하면 이산화 탄소(기권)가 대기 중으로 방출된다.

- 01 A층은 지각, B층은 맨틀, C층은 외핵, D층은 내핵이다.
 ② B층(맨틀)은 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지한다.
바로알기 ① 지권에서는 깊이가 깊어질수록 밀도가 크다. 따라서 밀도는 D층(내핵)이 가장 크고, A층(지각)이 가장 작다.
 ③ C층(외핵)과 D층(내핵)은 철과 니켈 등 무거운 물질로 이루어져 있으며, 외핵은 액체 상태이고, 내핵은 고체 상태이다. 대부분이 규산염 물질로 이루어져 있는 층은 A층(지각)이다.
 ④ 철과 니켈의 대류가 일어나는 곳은 액체 상태인 C층(외핵)으로, 철과 니켈의 대류로 지구 자기장이 형성될 수 있었다.
 ⑤ 지권은 지구의 형성 초기에 중력의 영향으로 밀도가 서로 다른 여러 개의 층으로 나누어졌다.
- 02 A층은 혼합층, B층은 수온 약층, C층은 심해층이다.
 ① A층(혼합층)은 바람에 의한 해수의 혼합 작용으로 형성되며, 바람이 강하게 불수록 혼합층의 두께는 두꺼워진다. 따라서 A층의 두께는 기권의 영향을 받는다.
 ③ C층(심해층)은 태양 복사 에너지가 도달하지 않아 수온이 낮고, 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없다.
 ④, ⑤ A~C층 중 깊이에 따른 수온 변화가 가장 큰 층은 B층(수온 약층)이며, 밀도가 가장 큰 층은 수온이 가장 낮은 C층(심해층)이다.
바로알기 ② B층(수온 약층)은 깊이에 따라 수온이 급격히 낮아지는 안정한 층이다. 따라서 해수의 연직 운동이 일어나지 않아 A층과 C층 사이의 물질과 에너지 교환을 차단한다.
- 03 A층은 대류권, B층은 성층권, C층은 중간권, D층은 열권이다.
 ① A층(대류권)에서는 수증기가 있고, 대류가 발생하기 때문에 비, 눈, 바람 등의 기상 현상이 나타난다.
 ② B층(성층권)에는 높이 약 20~30 km에 오존층이 있어 태양에서 오는 유해한 자외선을 흡수하여 지상의 생명체를 보호한다.
 ③ A층(대류권)과 C층(중간권)은 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 대류 현상이 나타난다.
 ④ D층(열권)에서는 태양에서 방출된 대전 입자가 극지방 상층부의 공기 분자와 충돌하여 빛을 내는 현상인 오로라가 발생하기도 한다.
바로알기 ⑤ D층(열권)은 공기가 거의 없어 낮과 밤의 기온 차이가 가장 크게 나타난다.

- 04 수증기가 있고 대류가 발생해야 기상 현상이 나타난다.

모범 답안 수증기가 희박하기 때문

채점 기준	배점
수증기가 희박하기 때문이라고 설명한 경우	100 %
그 외 경우	0 %

교과서 **Step 2** 핵심 문제

68~70쪽

- 01 ② 02 ② 03 ⑤ 04 해설 참조 05 ㄱ, ㄷ 06 ③ 07 ㄴ, ㄷ
 08 ② 09 ㄱ : B, ㄴ : C, ㄷ : A 10 지권과 기권 11 ② 12 ③
 13 ③ 14 ④ 15 ① 16 ④

| 교과서엔 | 09-1 (1) E (2) B (3) C

05 ㄱ. 생물권은 공간상으로 지권, 수권, 기권에 모두 걸쳐서 분포한다.

ㄷ. 생물권은 광합성과 호흡 등을 통해 지구 대기의 조성 변화에 영향을 미치고, 지구의 표면을 변화시키는 풍화와 침식 작용에 중요한 역할을 한다.

바로알기 ㄴ. 지구상에 최초의 생명체는 약 35억 년 전에 출현한 것으로 알려져 있다. 따라서 생물권은 지구 시스템의 구성 요소 중 가장 나중에 형성되었다.

06 ㄷ. C는 핵으로, 구성 물질의 상태에 따라 액체 상태인 외핵과 고체 상태인 내핵으로 구분된다.

바로알기 ㄱ. A는 중간권으로, 수증기가 희박하기 때문에 구름이 생성되지 않아 강수 현상이 나타나지 않는다.

ㄴ. A(중간권)와 B(대류권) 사이에 있는 성층권은 높이 올라갈수록 기온이 상승하는 안정한 층이다. 따라서 공기의 연직 운동이 일어나지 않아 A와 B 사이의 물질과 에너지 교환을 차단한다.

07 A는 성층권, B는 혼합층, C는 수온 약층이다.

ㄴ. B(혼합층)에서는 바람의 혼합 작용에 의해 해수가 섞이므로 수심에 따른 수온의 변화가 거의 일정하며, 바람이 세게 불수록 혼합층의 두께가 두껍게 나타난다.

ㄷ. A(성층권)와 C(수온 약층)는 모두 아래로 갈수록 온도가 낮아지므로 안정한 층이다.

바로알기 ㄱ. A(성층권)에 있는 오존층이 태양의 자외선을 흡수하기 때문에 높이 올라갈수록 기온이 상승한다.

08 (가) 화산은 땅 속 마그마가 분출하는 현상으로, 화산이 발생할 때는 대기 중에 화산 가스가 방출된다. 따라서 화산 분출은 지권과 기권의 상호 작용으로 발생한다.

(나) 태풍은 저위도의 따뜻한 바다에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 구름을 형성하여 발생하므로, 수권과 기권의 상호 작용으로 발생한다.

09 ㄱ. 대기 중 이산화 탄소는 기권, 해수는 수권에 해당하므로 이산화 탄소가 해수에 용해되는 것은 기권과 수권의 상호 작용(B)으로 발생한다.

ㄴ. 파도는 수권, 해식동굴은 지권에 해당하므로 파도에 의한 해식동굴의 형성은 수권과 지권의 상호 작용(C)으로 발생한다.

ㄷ. 바람은 기권, 모래 언덕은 지권에 해당하므로 바람에 의한 모래 언덕의 형성은 기권과 지권의 상호 작용(A)으로 발생한다.

10 산업 혁명 이후 화석 연료의 사용량이 급격하게 증가하면서 대기 중으로 많은 양의 이산화 탄소가 배출되었다. 이산화 탄소는 온실 효과를 일으키는 기체로, 대기 중 이산화 탄소 농도의 증가는 지구 온난화의 주요 원인이 된다.

화석 연료의 사용 증가로 지구 온난화가 나타나는 현상은 지권과 기권의 상호 작용의 결과이다.

11 (나) 태풍은 저위도의 따뜻한 바다에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 구름을 형성하여 발생하는 것으로, 태양 에너지가 원인이 되어 일어나는 현상이다.

바로알기 (가) 화산 분출과 (다) 지진은 지구 내부 에너지가 근원이 되어 나타나는 자연 현상이다.

12 ㄱ. 태양 에너지는 지구 시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하며, 날씨 변화와 다양한 생명 활동을 비롯하여 지구 시스템의 모든 요소에 영향을 미치는 가장 근원적인 에너지이다.

ㄴ. 지구 내부 에너지는 외핵의 운동을 일으켜 지구 자기장이 형성될 수 있게 하고, 맨틀 대류를 일으켜 대륙을 이동시키고 지진과 화산 활동을 일으킨다.

바로알기 ㄷ. 지구 시스템의 에너지원인 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지는 독립적인 에너지원으로 서로 전환되지 않는다.

13 A는 태양 에너지, B는 조력 에너지, C는 지구 내부 에너지이다.

ㄱ. 태양 에너지는 지구 시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하며, 식물의 광합성과 생명 활동의 에너지원으로 이용된다.

ㄴ. 밀물과 썰물을 일으키는 조력 에너지는 태양과 달의 인력에 의해 발생한다.

바로알기 ㄷ. 지구 시스템의 에너지원의 에너지량은 태양 에너지(A)가 가장 많고, 조력 에너지(B)가 가장 적다.

14 ① 육지에서 증발량은 60, 강수량은 96으로 증발량이 강수량보다 적다.

② 바다에서 증발량은 320, 강수량은 284로 증발량이 강수량보다 많다.

③ 대기 중의 수증기는 육지와 바다에서 물이 증발하여 대기로 이동한 것이다. 따라서 육지에서 증발량이 60, 바다에서 증발량이 320이므로 대기 중의 수증기는 대부분 바다에서 증발한 것이다.

⑤ 물의 순환을 일으키는 주된 에너지원은 태양 에너지이다. 수권의 물은 태양 에너지에 의해 기권, 지권, 생물권과 상호 작용 하며 순환한다.

바로알기 ④ 바다에서 방출되는 물의 총량은 증발량으로 320이며, 바다로 유입되는 물의 총량은 강수 284 + 육지에서

의 유입 $36=320$ 이다. 따라서 바다에서 방출되는 물의 총량과 유입되는 물의 총량은 같다. 물이 각 권과 상호 작용을 하면서 각 권에서 물을 얻은 양과 잃은 양이 같아져 평형 상태를 유지하므로 지구 시스템 전체 물의 양은 일정하다.

- 15 ㄱ. 탄소는 지권에서 탄산염(석회암) 또는 화석 연료로, 기권에서 이산화 탄소나 메테인으로, 수권에서 탄산 이온으로, 생물권에서 유기물(탄소 화합물)로 존재한다. 따라서 탄소는 순환 과정에서 다양한 형태로 존재한다.

바로알기 ㄴ. 화산 분출이 많아지면 지권에서 기권으로 이동하는 탄소의 양은 많아지지만, 지구 전체의 탄소량은 변하지 않는다. 대기 중 탄소의 양이 증가할 경우는 화석 연료의 연소, 화산 분출, 해수에서의 방출, 생물이 호흡할 때이고, 탄소의 양이 감소할 경우는 식물의 광합성, 해수에 용해될 때이다.

ㄷ. 광합성 과정에서 태양 에너지는 식물의 생장에 필요한 화학 에너지로 저장되고, 식물의 유해로부터 생성된 화석 연료는 연소 과정에서 내부에 저장된 에너지를 열에너지나 빛에너지로 방출하듯이 탄소의 순환 과정에서는 에너지의 흐름이 함께 일어난다.

- 16 ㄴ. B는 기권의 탄소가 생물권으로 이동하는 과정으로, 식물이 이산화 탄소를 흡수하는 광합성에 의해 일어난다.

ㄷ. C는 지권의 탄소가 기권으로 이동하는 과정으로, 기권으로 유입되는 이산화 탄소의 양이 많아질수록 온실 효과가 활발해져 지구 온난화가 심해진다. 이처럼 지권에서 기권으로 이동하는 탄소의 양이 증가하면 지구 온난화가 심해지지만, 지구 시스템에서 탄소의 순환이 균형을 이루고 있기 때문에 지구 전체의 탄소량은 변하지 않는다.

바로알기 ㄱ. A는 기권의 탄소가 수권의 물에 용해되는 과정이다. 수온이 낮을수록 기체의 용해도가 증가하므로 A 과정은 수온이 낮을수록 활발하다.

교과서엔

- 09-1** (1) 식물은 생물권이고, 기체는 기권이므로 식물의 호흡과 광합성은 생물권과 기권 사이의 상호 작용(E)으로 발생한다.
 (2) 바람은 기권이고, 해수는 수권이므로 바람에 의한 해류의 발생은 기권과 수권 사이의 상호 작용(B)으로 나타난다.
 (3) 강물은 수권이고, 지표는 지권이므로 강물에 의한 지표의 모양 변화는 수권과 지권 사이의 상호 작용(C)으로 발생한다.

교과서 **step 3** 응용 문제

거북

- 01 ㄱ, ㄷ 02 ㄴ, ㄷ 03 ⑤ 04 ㄱ, ㄴ 05 (1) 태양 에너지 (2) 해설 참조 06 해설 참조

- 01 ㄱ. A는 고도가 높아짐에 따라 기온이 상승하는 구간이므로 성층권이다. 성층권에는 오존층이 있어서 태양에서 오는 유해한 자외선을 흡수하여 지상의 생명체를 보호한다.

ㄷ. 고도가 높아질수록 중력이 작게 작용하여 대기의 밀도가 작아지므로 대기의 밀도는 B(대류권)가 C(중간권)보다 크다.

바로알기 ㄴ. B와 C는 모두 고도가 높아짐에 따라 기온이 하강한다. 또한, B는 기상 현상이 활발하게 나타나므로 대류권이고, C는 기상 현상이 나타나지 않으므로 중간권이다.

- 02 ㄴ. B(수권)의 대부분은 해수로 이루어져 있다.

ㄷ. 생물권은 A(지권), B(수권), C(기권)에 걸쳐 넓게 분포한다.

바로알기 ㄱ. A(지권)는 암석과 토양으로 이루어진 지각과 지구 내부 전체를 포함한다.

ㄷ. D는 기권의 바깥 영역으로 외권이다. 외권에서 오는 태양 에너지는 지구의 환경과 생명체에 큰 영향을 주고, 지구 자기장은 유해한 우주선과 태양풍을 차단하여 지구의 생명체를 보호하지만 외권에서 온실 효과가 발생하지는 않는다. 온실 효과를 일으키는 지구 시스템의 구성 요소는 C(기권)이다.

- 03 ⑤ 지하수에 의해 석회동굴이 형성되는 것은 수권과 지권의 상호 작용(E)으로 발생한다.

바로알기 ① 유수에 의해 V자 모양의 계곡이 형성되는 것은 수권과 지권의 상호 작용(E)으로 발생한다.

② 식물체가 매몰되어 석탄이 형성되는 것은 생물권과 지권의 상호 작용으로 발생한다.

③ 화산 폭발에 의해 이산화 탄소가 방출되는 것은 지권과 기권의 상호 작용(A)으로 발생한다.

④ 육상 식물의 광합성에 의해 산소가 발생하는 것은 생물권과 기권의 상호 작용(B)으로 발생한다.

- 04 ㄱ. 지구로 들어오는 태양 에너지 $17.3 \times 10^{16} \text{ W}$ 중 반사되는 양이 $5.2 \times 10^{16} \text{ W}$ 이므로, $\frac{5.2 \times 10^{16}}{17.3 \times 10^{16}} \times 100 \approx 30\%$ 이다. 따라서 태양 에너지의 약 30%는 우주로 반사된다.

ㄴ. 지구 내부 에너지는 외핵의 운동을 일으켜 지구 자기장을 형성한다.

바로알기 ㄷ. 조력 에너지는 태양과 달의 인력에 의해 발생하고, 지구 내부 에너지는 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열과 지구 형성 과정에서 생성된 열 등에 의해 발생한다.

05 (2) 육지와 바다의 각 영역에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같다.

모범 답안 A : 60, B : 284

육지에서 강수로 물을 얻은 양은 96이고, 유수와 지하수를 통해 바다로 물을 잃은 양은 36이다. 육지에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같으므로 $96 = 36 + A$ 이다. 따라서 육지에서 증발로 물을 잃은 양 A는 60이다. 바다에서 증발을 통해 물을 잃은 양은 강수와 육지로부터의 유입으로 물을 얻은 양과 바다에서의 강수를 합한 양과 같으므로 $320 = 36 + B$ 이다. 따라서 바다에서의 강수 B는 284이다.

	채점 기준	배점
(1)	태양 에너지라고 쓴 경우	20 %
(2)	A, B 값을 모두 쓴 경우	30 %
	계산 과정을 모두 옳게 설명한 경우	50 %

06 화석 연료의 사용량이 증가할수록 많은 양의 이산화 탄소가 대기 중으로 방출되고, 그 결과 기권의 탄소량은 증가한다. 그러나 지구 시스템에서 탄소의 순환이 균형을 이루고 있기 때문에 지구 전체에 분포하는 탄소량은 변하지 않는다.

모범 답안 기권의 탄소량은 증가하지만, 지구 전체의 탄소량은 변함없이 일정하게 유지된다.

	채점 기준	배점
	기권, 지구 전체의 탄소량을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
	기권, 지구 전체의 탄소량 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

3 지구 시스템(2)

교과서 탐구

74쪽

A 1 ㉠ 기권, ㉡ 수권 2 ㉠ 화산 가스, ㉡ 하강

교과서 step 1 기본 문제

76쪽

- A 지구 내부 에너지, 판
B 판 구조론, 암석권, 연약권, 맨틀 대류
C 화산재

1 (1) ㉠ (2) × (3) ㉠ (4) ㉠ 2 (1) ㉠ (2) × (3) ㉠ (4) × 3 ㉠ 수렴형, ㉡ 보존형, ㉢ 발산형 4 ㉠ 해령, ㉡ 생성 5 (1) ㉠, ㉡ (2) ㉠, ㉡, ㉢ (3) ㉠ (4) ㉢ 6 (1) 발 (2) 수 (3) 보 7 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉠

1 (1) 판의 경계에서 지진과 화산 활동이 일어나기 때문에 지진대, 화산대는 판의 경계와 대체로 일치한다.

바로알기 (2) 지진대와 화산대는 거의 일치하지만, 지진이 발생하는 곳에서 항상 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.

2 (1) 판(암석권)은 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 단단한 부분이다.

(2) 판은 각각 이동 방향과 이동 속도가 다르다.

(4) 대륙판은 대륙 지각을 포함하기 때문에 해양판보다 두껍고, 밀도가 작다.

3 첫 번째 그림은 판과 판이 서로 모여들므로 수렴형 경계이고, 두 번째 그림은 판과 판이 서로 어긋나게 이동하므로 보존형 경계이며, 세 번째 그림은 판과 판이 서로 멀어지므로 발산형 경계이다.

4 맨틀 대류의 상승부에서는 새로운 판이 생성된 후 양쪽으로 멀어지고, 해령과 열곡대 등의 지형이 발달한다. 맨틀 대류의 하강부에서는 판이 가까워지다가 소멸하고, 해구, 호상 열도, 습곡 산맥 등의 지형이 발달한다.

5 (1) 발산형 경계는 인접한 두 판이 서로 멀어지는 판의 경계로, 맨틀 대류의 상승에 의해 해령(㉠), 열곡대(㉡)가 형성된다.

(2) 섭입형 수렴형 경계는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하면서 형성되는 판의 경계로, 습곡 산맥(㉠), 해구(㉡), 호상 열도(㉢)가 형성된다.

(3) 충돌형 수렴형 경계는 밀도가 비슷한 두 판이 충돌하면서 형성되는 판의 경계로, 습곡 산맥(㉠)이 형성된다.

(4) 보존형 경계는 두 판이 반대 방향으로 어긋나는 판의 경계로, 변환 단층(㉢)이 형성된다.

6 (1) 마그마가 분출하여 해양에서 새로운 판이 생성되는 곳은 발산형 경계이다.

(2) 천발 지진과 중발 지진은 판과 판이 서로 섭입하거나 충돌하는 수렴형 경계에서 발생한다. 발산형 경계와 보존형 경계에서는 천발 지진만 발생한다.

(3) 천발 지진이 발생하고, 판이 생성되거나 소멸되지 않는 경계는 보존형 경계이다.

7 대규모의 화산 분출은 지권뿐만 아니라 기권, 수권, 생물권에 도 큰 영향을 준다.

(1), (4) 용암에 의한 산사태, 분화구 형성 등 지형 변화는 지권에 영향을 미치는 예이고, 화산재가 햇빛을 가려서 지구의 평균 기온이 하강하는 것은 기권에 영향을 주는 예이다.

(2), (3) 해저에서 화산 활동으로 발생한 지진에 의해 지진이 일어나는 것은 수권에 영향을 미치는 예이고, 작물의 생장을 저하시키는 것은 생물권에 영향을 미치는 예이다.

01 ③ 02 해설 참조 03 ① 04 ① 05 ③ 06 ③ 07 ㄱ, ㄴ
08 ③ 09 해설 참조 10 ⑤ 11 해설 참조

| 교과서엔 | 07-1 ㄱ, ㄴ

01 ①, ② 지진과 화산 활동은 주로 판 경계를 따라 발생하므로 지진대와 화산대는 거의 비슷한 지역에 좁고 긴 띠 모양으로 분포한다.

④ 환태평양 지역에는 섭입대가 많이 분포하기 때문에 지진과 화산 활동이 가장 활발하게 발생한다.

⑤ 지진대와 화산대는 거의 일치하지만, 지진이 일어나는 곳에서 항상 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.

바로알기 ③ 지진과 화산 활동은 주로 대륙의 주변부(판의 경계)를 따라 발생하며, 대륙의 중앙부에서는 거의 발생하지 않는다.

02 한 지점에 축적되어 있던 지구 내부 에너지가 급격히 방출될 때 지진과 화산 활동 등의 지각 변동이 발생한다. 판의 경계에서는 판들의 상대적인 이동에 의해 지각 변동이 발생하기 쉽다.

모범 답안 판의 경계에서는 판들의 상대적인 이동에 의해 지진이나 화산 활동과 같은 지각 변동이 발생하기 쉽기 때문

채점 기준	배점
판의 경계에서 판들의 상대적인 이동에 의해 지진과 화산 활동이 발생하기 때문이라고 설명한 경우	100 %
그 외 경우	0 %

03 연약권은 부분적으로 용융되어 있기 때문에 상하부의 온도 차이에 의해 대류한다. 판은 연약권 위에 있으므로 대류하는 맨틀을 따라 움직이고 있다.

04 A는 암석권(판), B는 연약권에 해당한다.

ㄱ. 판 구조론에서 판은 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하므로, A에 해당한다.

ㄴ. B(연약권)는 암석권 아래쪽의 상부 맨틀을 이루는 암석이 부분적으로 용융되어 있어 유동성이 있으며, 연약권에서 일어나는 대류로 인해 그 위에 있는 암석권(판)이 이동한다.

바로알기 ㄴ. 암석권(A)과 연약권(B)은 모두 고체 상태이다. 지권에서 외핵만 액체 상태이다.

ㄷ. 대륙판은 대륙 지각과 상부 맨틀의 일부로, 해양판은 해양 지각과 상부 맨틀의 일부로 이루어져 있다. 따라서 해양판은 대륙판보다 두께가 얇지만 밀도가 크다.

05 ㄱ. (가)는 인접한 두 판이 서로 멀어지는 발산형 경계로, 판이 멀어지는 틈새로 마그마가 올라와서 새로운 지각이 생성되고, 해령이 발달한다.

ㄴ. (나)는 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계로, 해구, 호상 열도, 습곡 산맥 등이 형성된다.

바로알기 ㄴ. (나)는 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계로, 해구, 호상 열도, 습곡 산맥 등이 형성된다.

06 A는 대륙판(유라시아판)과 대륙판(인도판) 충돌하고 있는 수렴형 경계이고, B는 두 해양판이 멀어지고 있는 발산형 경계이며, C는 해양판(나스카판)이 대륙판(남아메리카판) 밑으로 섭입하는 수렴형 경계이다. 따라서 A와 C에서는 맨틀 대류가 하강하고, B에서는 맨틀 대류가 상승한다.

07 ㄱ. A는 호상 열도로, 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 과정에서 생성된 마그마가 분출하여 생성된다. ㄴ. B는 보존형 경계인 변환 단층이고, C는 발산형 경계인 해령이므로, B와 C에서는 천발 지진이 발생한다.

바로알기 ㄴ. 수렴형 경계인 D(해구)에서는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 판이 소멸한다. 판이 생성되는 곳은 발산형 경계인 C(해령)이다.

08 ㄱ. A는 판이 소멸되고 천발 지진과 중발 지진이 발생하는 수렴형 경계로, 맨틀 대류가 하강하는 곳에 위치한다.

ㄴ. B는 판이 생성되고 천발 지진이 발생하는 발산형 경계로, 판이 멀어지는 틈새로 마그마가 올라와서 새로운 해양 지각이 생성된다.

바로알기 ㄴ. C는 판의 생성이나 소멸이 없는 보존형 경계로, 변환 단층이 형성된다. 습곡 산맥은 수렴형 경계에서 형성되는 지형이다.

09 그림과 같이 밀도가 비슷한 두 대륙판이 충돌하면 두 대륙 사이에 있던 해저 퇴적층이 양쪽에서 미는 힘에 의해 융기하여 거대한 습곡 산맥이 발달한다. 습곡 산맥은 수렴형 경계에서 발달하는 지형이다.

모범 답안 습곡 산맥이 형성된다. 두 대륙판이 충돌하는 경계에서는 천발~중발 지진이 자주 발생하지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

채점 기준	배점
지형, 지진과 화산 활동을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
지형, 지진과 화산 활동 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	60 %
지형, 지진과 화산 활동 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	30 %

10 ㄱ. 화산 가스에 포함된 이산화 황 등의 성분은 빗물에 녹아 산성비가 내릴 수 있으며, 산성비는 식물의 생장을 저해하는 등 생태계에 피해를 준다.

나. 화산 활동으로 분출된 용암은 산불을 일으키거나 주변의 식생을 파괴하여 환경적, 사회적, 경제적 피해를 가져올 수 있다.
 다. 화산재에는 다양한 무기질 성분이 풍부하게 함유되어 있기 때문에 화산재가 쌓이면 토양이 비옥해진다.

11 모범 답안 ① 무기질이 풍부한 화산재가 쌓이면 토양을 비옥하게 한다.

② 자연 경관이 독특한 화산 지형과 온천 등의 관광 자원을 제공한다.

③ 지열을 난방에 이용하거나 지열 발전소에서 전기를 생산한다.

④ 금, 은, 구리, 망간 등의 유용한 금속 광물이 만들어진다.

채점 기준	배점
긍정적인 영향을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100 %
긍정적인 영향을 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

교과서엔

07-1 ㄱ. A는 호상 열도이고, D는 해구로 모두 수렴형 경계에서 형성된다.

ㄷ. C는 해령으로, 발산형 경계에 해당한다. 해령은 맨틀 대류의 상승부로 새로운 해양 지각이 생성되는 곳이다.

바로알기 나. B는 변환 단층으로, 천발 지진은 일어나지만 화산 활동은 일어나지 않는다.

④ D는 해양판(나스카판)이 대륙판(남아메리카판) 아래로 섭입하는 수렴형 경계로, 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 과정에서 천발~심발 지진이 발생한다.

바로알기 ⑤ B와 D에서는 섭입대에서 생성된 마그마가 분출하여 화산 활동이 활발하게 일어나고, C에서는 맨틀 대류의 상승에 따른 마그마의 발생으로 화산 활동이 활발하게 일어난다. 하지만 두 대륙판이 충돌하는 A에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

02 A는 밀도가 비슷한 대륙판과 대륙판이 충돌하는 수렴형 경계이고, B는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이다.

나. 대륙판과 대륙판이 충돌하는 경계에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않지만, 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 경계에서는 화산 활동이 활발하게 일어난다. 따라서 화산 활동은 A보다 B에서 활발하게 일어난다.

ㄷ. 해양판은 대륙판보다 밀도가 크다. 따라서 인접한 두 판의 밀도 차이는 대륙판과 대륙판의 경계인 A보다 해양판과 대륙판의 경계인 B에서 더 크다.

바로알기 ㄱ. A와 B 모두 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계이다.

03 ⑤ B-C에서는 판이 스치면서 지진이 발생하므로 천발 지진이 활발하다.

바로알기 ① A-B는 판과 판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다.

② A-B는 맨틀 대류의 상승부로 해저 산맥인 해령이 발달한다. 변환 단층은 두 판이 서로 다른 방향과 속도로 스쳐 지나가면서 해령이 끊어져서 형성되므로, B-C에서 발달한다.

③ B-C는 판과 판이 서로 어긋나는 보존형 경계이다.

④ B-C는 판이 생성되거나 소멸하지 않는 보존형 경계이므로 화산 활동이 일어나지 않는다. 화산 활동이 활발한 경계는 발산형 경계인 A-B이다.

04 나. 해양 지각은 발산형 경계인 B에서 생성되므로 B(해령)에서 A(해구)로 갈수록 해양 지각의 나이가 많다.

바로알기 ㄱ. A는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하므로 수렴형 경계이다. B와 C는 판과 판이 서로 멀어지므로 발산형 경계이다.

ㄷ. A에서는 해구가, B와 C에서는 해령이 발달한다. 따라서 해구는 태평양 주변에 발달하고, 대서양 주변에서는 나타나지 않는다.

05 ㄷ. 샌프란시스코가 포함되어 있는 북아메리카판은 남동쪽으로, 로스앤젤레스가 포함되어 있는 태평양판은 북서쪽으로 이동하고 있기 때문에 시간이 지날수록 두 지역 사이의 거리는 서로 가까워진다.

교과서



step 3

응용 문제

79쪽

01 ⑤ **02** 나, ㄷ **03** ⑤ **04** 나 **05** ㄷ **06** 해설 참조

01 ① A는 밀도가 비슷한 두 대륙판(유라시아판과 인도판)이 충돌하는 수렴형 경계로, 습곡 산맥(히말라야산맥)이 존재한다.

② B는 해양판(태평양판)이 대륙판(북아메리카판) 아래로 섭입하는 수렴형 경계로, 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 과정에서 해구가 발달한다.

③ C는 판과 판이 멀어지는 발산형 경계로, 맨틀 대류의 상승에 따른 마그마의 발생으로 화산 활동이 일어나 새로운 해양 지각이 생성된다.

바로알기 ㄱ. 두 판이 멀어지는 곳은 해령을 중심으로 나타난다.
 ㄴ. 보존형 경계에서 발달하는 변환 단층인 산안드레아스 단층에서는 판이 생성되거나 소멸하지 않는다.

06 모범 답안 화산 활동에 의해 분출된 화산재가 대기 중에 머물면서 태양 복사 에너지(햇빛)를 차단하였기 때문

채점 기준	배점
화산재가 햇빛(태양 복사 에너지)을 차단하기 때문이라고 설명한 경우	100 %
화산재 때문이라고 설명한 경우	20 %

4 생명 시스템(1)

교과서  탐구

83쪽

- A** 1 ㉠ 종류수, ㉡ 높아 2 ㉠ 20 % 설탕 용액, ㉡ 낮아 3 ㉠ 증류수, ㉡ 높아 4 ㉠ 20 % 설탕 용액, ㉡ 낮아 5 삼투
B 1 과산화 수소 2 산소 3 ㉠ 없으며, ㉡ 있다

A 세포막을 경계로 농도가 다른 두 용액이 있을 때 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동한다. 그 결과 세포의 모양이 변하기도 한다.

B 1 간 조각을 넣은 시험관 B에서만 기포가 발생하는 것으로 보아 간 속에 들어 있는 효소(카탈레이스)가 과산화 수소 분해 반응을 촉진한다는 것을 알 수 있다.

2 꺼져가는 불씨가 살아나 밝게 잘 타는 것으로 보아 기포의 성분은 산소임을 알 수 있다. 산소는 다른 물질을 잘 타게 하는 성질이 있다.

3 반응이 끝난 시험관 B에 과산화 수소수를 첨가했을 때 기포가 다시 발생하였으므로 카탈레이스는 반응 과정에서 분해되거나 변하지 않고 남아 있다가 다시 사용될 수 있다는 것을 알 수 있다.

교과서 step 1 기본 문제

85쪽

- A** 세포, 조직, 핵, 세포막
B 단백질, 선택적 투과성, 확산, 삼투
C 효소, 활성화 에너지

1 ㄱ, ㄴ, ㄹ 2 (1) H, 리보솜 (2) D, 미토콘드리아 (3) B, 골지체 (4) G, 엽록체 3 ㉠ 친수, ㉡ 소수, ㉢ 소수, ㉣ 인지질 2중층 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○ 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ×

1 기관은 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 것으로, 동물의 콩팥과 이자, 식물의 뿌리는 기관에 속한다. 뉴런은 세포이고, 물관은 조직이다.

2 A는 소포체, B는 골지체, C는 액포, D는 미토콘드리아, E는 세포막, F는 세포벽, G는 엽록체, H는 리보솜, I는 핵이다.
 (1), (3) 리보솜에서 합성된 단백질은 소포체를 통해 이동하며, 골지체(B)에 저장되었다가 세포 밖으로 분비된다.
 (2) 세포 호흡으로 생명 활동에 필요한 형태의 에너지를 생산하는 것은 미토콘드리아(D)이다.

4 (2) 확산은 물질을 이루는 분자의 운동에 의해 일어나는 것으로 세포의 에너지를 소모하지 않는다.
 (3) 전하를 띠는 이온은 세포막의 단백질을 통해 확산한다.
 (5) 양파 표피 세포를 진한 설탕 용액에 넣어 두면 세포에서 물이 빠져나가 세포의 부피가 줄어들다가 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 원형질 분리가 일어난다.

5 (3) 효소는 화학 반응의 활성화 에너지를 낮춤으로써 반응을 촉진한다.
 (4) 효소는 주성분이 단백질로, 높은 온도에서 성질이 변하여 그 기능을 상실한다.
 (5) 효소는 화학 반응을 촉매하는 과정에서 변하지 않으므로 촉매 작용을 반복할 수 있다.

교과서 step 2 핵심 문제

86~88쪽

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

| 교과서엔 | 08-1 ㄱ, ㄴ 13-1 ㄱ

01 ㄱ. (가)는 세포로, 생명 시스템의 구조적 단위이자 기능적 단위이다.

ㄷ. (다)는 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관이다. 동물체에서는 여러 기관이 모여 공통의 기능을 하는 기관계를 이룬다.

바로알기 ㄴ. (나)는 조직으로, 모양과 기능이 비슷한 세포들로 구성된다.

02 ㄱ. 생명 시스템이란 외부 환경 요소와 상호 작용 하며 다양한 생명 활동을 수행하는 시스템을 말한다. 생물 개체뿐 아니라 생명체를 구성하는 기본 단위인 세포(A)도 여러 세포 소기관이 상호 작용 하여 생명 활동이 일어나는 하나의 생명 시스템이다.

ㄷ. C는 기관으로, 동물의 심장도 기관에 해당한다.

바로알기 ㄴ. B는 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모인 조직이다. 식물의 관다발은 통도 조직(물관, 체관)과 분열 조직(형성층)으로 이루어진 조직계이다.

03 액포는 물, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 성숙한 식물 세포에서 크게 발달한다.

04 ① A는 핵이며, 핵에는 유전 물질인 DNA가 존재하여 세포의 구조와 기능을 결정하며, 생명 활동을 조절한다.

② B는 미토콘드리아로, 세포 호흡으로 생명 활동에 필요한 형태의 에너지를 생산하며, 이 과정에 산소가 이용된다.

③ C는 엽록체로, 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 포도당에 저장하는 광합성이 일어난다.

⑤ E는 골지체이며, 리보솜에서 합성된 단백질을 세포 밖으로 분비한다.

바로알기 ④ D는 리보솜으로, 알갱이 모양이며 막으로 둘러싸여 있지 않다.

05 ㄱ. (가)는 엽록체, (나)는 미토콘드리아로, 식물 세포에서 모두 볼 수 있다.

ㄷ. 엽록체(가)에서는 빛에너지를 포도당의 화학 에너지로 전환하고, 미토콘드리아(나)에서는 포도당의 화학 에너지를 생명 활동에 필요한 형태의 에너지로 전환한다.

바로알기 ㄴ. 엽록체(가)에서는 포도당이 합성되고, 미토콘드리아(나)에서는 포도당이 분해된다.

06 핵 속에 있는 DNA의 유전 정보에 따라 리보솜(가)에서 단백질이 합성된다. 단백질은 소포체(나)를 통해 골지체로 이동하여 저장되었다가 막으로 싸인 주머니에 담겨 세포막 쪽으로 이동하여 세포 밖으로 분비된다.

모범 답안 단백질, (가) 단백질을 합성한다. (나) 리보솜에서 합성된 단백질을 골지체로 수송한다.

채점 기준	배점
단백질이라고 쓰고, (가), (나)의 역할을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
단백질이라고 쓰고, (가), (나)의 역할 중 하나만 옳게 설명한 경우	70 %
단백질이라고만 쓴 경우	30 %

07 ② 세포막을 구성하는 인지질은 유동성이 있어 단백질의 위치도 변할 수 있다.

④ 포도당, 아미노산과 같은 수용성 물질은 세포막의 단백질을 통해 확산한다.

⑤ 지질에 대한 용해도가 큰 물질일수록 인지질의 소수성 부분에 잘 섞여 세포막의 인지질 2층을 잘 통과한다.

바로알기 ③ 세포벽은 셀룰로스로 이루어져 있어 세포막과 구성 성분이 다를 뿐만 아니라 세포막과 같은 선택적 투과성을 나타내지 않는다.

08 ㄱ. A는 인지질로, 친수성인 머리 부분과 소수성인 꼬리 부분으로 이루어져 있다.

바로알기 ㄴ. 나트륨 이온과 같이 전하를 띠는 물질은 세포막의 단백질을 통해 이동한다.

ㄷ. 특정 단백질 통로를 통해서만 특정 물질만이 선택적으로 이동한다. 따라서 하나의 B를 통해서만 한 종류의 물질만 이동한다.

09 세포를 농도가 높은 용액에 넣으면 세포에서 물이 빠져나와 세포의 부피가 작아지고, 농도가 낮은 용액에 넣으면 세포로 물이 들어가 세포의 부피가 증가한다. 따라서 ㉠은 적혈구를 농도가 높은 용액에, ㉡은 농도가 비슷한 용액에, ㉢은 농도가 낮은 용액에 넣었을 때의 모습이다. 소금물의 농도는 $A < B < C$ 이므로 ㉠은 C, ㉡은 B, ㉢은 A에 들어 있던 적혈구의 모습이다.

ㄷ. 소금물의 농도가 가장 높은 C에 들어 있는 적혈구는 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 물이 이동하여 부피가 감소한다. 따라서 C에 들어 있던 적혈구의 모습은 ㉠이다.

바로알기 ㄱ. A에 들어 있는 적혈구(㉢)는 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 물이 이동하여 부피가 증가한다.

ㄴ. 농도가 비슷한 소금물(B)에 들어 있던 적혈구(㉡)에서도 세포 안팎으로 물이 이동한다. 다만 양방향으로 이동하는 물의 양이 비슷하여 적혈구의 부피에 큰 변화가 없는 것이다.

10 **모범 답안** (1) 세포막을 경계로 농도가 다른 용액이 있으면 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동하는 삼투가 일어난다. 즉, 삼투에 의해 농도가 낮은 A 쪽의 물이 농도가 높은 B 쪽으로 이동하였기 때문이다.

(2) A 쪽의 수면이 높아진다. A 쪽에 설탕을 첨가하면 A 쪽과 B 쪽의 농도 차가 줄어들어 B 쪽에서 A 쪽으로 물이 이동하기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	U자관의 B 쪽 수면이 높아진 까닭을 삼투와 관련지어 옳게 설명한 경우	50 %
	U자관의 B 쪽 수면이 높아진 까닭을 삼투가 일어났기 때문이라고만 설명한 경우	20 %
(2)	A 쪽의 수면이 높아진다고 쓰고, 그 까닭을 농도 차를 들어 옳게 설명한 경우	50 %
	A 쪽의 수면이 높아진다고만 쓴 경우	20 %

11 ① 세포 호흡과 연소의 반응물은 포도당과 산소, 생성물은 이산화 탄소와 물로 같다.

②, ③ 세포 호흡은 효소가 관여하여 연소보다 낮은 온도에서 일어난다.

④ 세포 호흡은 반응이 단계적으로 일어나 에너지가 소량씩 여러 번에 걸쳐 방출되고, 연소는 반응이 한번에 일어나 다량의 에너지가 한꺼번에 방출된다.

바로알기 ⑤ 세포 호흡과 연소는 반응물과 생성물이 같으므로 세포 호흡과 연소 결과 같은 양의 포도당으로부터 방출되는 에너지의 총량은 같다.

12 ㄱ. 반응물보다 생성물의 에너지가 작으므로 이 반응은 에너지가 방출되는 발열 반응이며, A는 이 반응에서 방출되는 에너지에 해당한다.

ㄷ. C는 효소가 없을 때의 활성화 에너지, D는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다. 따라서 효소가 없을 때와 있을 때의 활성화 에너지 차는 C-D이다.

바로알기 ㄴ. 효소가 있을 때의 활성화 에너지는 D이다.

13 ㄱ. 반응 전후에 변하지 않는 B가 효소이며, A는 반응물, C, D는 생성물이다.

ㄷ, ㄹ. 효소의 주성분은 단백질로 종류마다 독특한 입체 구조를 갖는다. 따라서 효소는 그 구조에 들어맞는 반응물과 일시적으로 결합하여 활성화 에너지를 낮춘다. (가)는 효소와 반응물(기질)이 결합한 효소-기질 복합체이다.

바로알기 ㄴ. 동화 작용은 작은 분자가 결합하여 큰 분자로 합성되는 반응이고, 이화 작용은 큰 분자가 작은 분자로 분해되는 반응이다. 주어진 그림에서는 반응물 A가 생성물 C, D로 분해되었으므로 이 효소는 이화 작용을 촉진한다.

14 **모범 답안** 효소의 주성분은 단백질로, 단백질은 높은 온도에서 변성되어 그 기능을 잃는다. 따라서 간을 삶으면 그 속에 들어 있는 카탈레이스가 변성되어 과산화 수소를 분해하지 못하기 때문에 기포가 발생하지 않는다.

채점 기준	배점
시험관 B에서 기포가 발생하지 않은 까닭을 효소의 주성분 및 열에 의한 변성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100 %
시험관 B에서 기포가 발생하지 않은 까닭을 열에 의한 변성과 관련지어 설명한 경우	70 %
시험관 B에서 기포가 발생하지 않은 까닭을 효소가 변성되었기 때문이라고만 설명한 경우	40 %

교과서엔

08-1 ㄱ. 물질의 확산은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 일어나므로, A의 농도는 (나)에서보다 (가)에서 높다.

ㄴ. 인지질 2중층을 통해 확산하는 물질은 기체와 같이 크기가 작거나 물과 잘 섞이지 않는 소수성 물질이므로, 이산화 탄소는 A와 같은 방식으로 이동한다.

바로알기 ㄷ. B는 단백질을 통해 확산하는 물질이며, 물질의 종류에 따라 서로 다른 단백질을 통해 확산한다.

13-1 ㄱ. 효소는 생체 촉매로 반응 과정에서 변하지 않는다.

바로알기 ㄴ. 효소는 반응을 촉진할 뿐 자신은 변하지 않으므로, 반응이 끝난 후 다시 새로운 반응물에 반복해서 작용할 수 있다.

ㄷ. 한 종류의 효소는 구조가 맞는 한 종류의 반응물과만 결합할 수 있다.

교과서 step 3 응용 문제

89쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ㄴ, ㄷ 04 (다)>(나)>(가) 05 해설 참조

01 ㄴ. B는 골지체이며, 리보솜에서 합성한 단백질을 세포 밖으로 분비한다.

ㄷ. C는 소포체이며, 리보솜에서 합성한 단백질을 골지체나 세포의 다른 곳으로 운반한다. 따라서 소포체 속에는 리보솜에서 합성한 단백질이 들어 있다.

바로알기 ㄱ. A는 미토콘드리아이며, 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.

- 02** 효소의 농도가 일정할 때 반응물의 농도가 증가하면 초기 반응 속도가 증가한다. 그러나 반응물의 농도가 일정 수준에 이르면 모든 효소가 반응에 참여하고 있어 반응물의 농도가 증가해도 초기 반응 속도는 더 이상 증가하지 않는다.

ㄱ. 엿당 농도가 높을수록 초기 반응 속도가 증가하는 것으로 보아 엿당 농도는 포도당의 생성 속도에 영향을 준다.

ㄴ. 말테이스의 농도가 일정한 조건에서 A는 반응에 참여하지 않고 남은 말테이스가 있고, B는 말테이스와 엿당이 1 : 1의 비로 반응하며, C는 반응에 참여하지 않고 남은 엿당이 있다. 따라서 (나)에서 S₁일 때에 해당하는 것은 말테이스에 비해 엿당의 양이 적은 A이다.

ㄷ. S₂에 해당하는 것은 (나)의 C이다. 이때 말테이스를 더 넣어 주면 말테이스와 엿당이 더 많이 결합하므로 초기 반응 속도가 증가한다.

- 03** ㄴ. 산소와 같이 크기가 매우 작은 기체는 인지질 2중층을 통해 확산한다.

ㄷ. 물질 B는 세포막의 단백질을 통해 확산한다. 확산은 물질을 이루는 분자가 스스로 운동하여 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 것이다.

바로알기 ㄱ. 물질 A는 인지질 2중층을 통해 이동한다. 이때 물질의 이동 속도는 농도 차에 비례하므로 (나)에서 ㉠에 해당한다. ㉠은 단백질을 통해 확산하는 물질 B의 이동 속도이다. 통로 역할을 하는 단백질의 수는 한정되어 있으므로 물질의 이동 속도는 세포 안팎의 농도 차이가 커질수록 증가하다가 일정해진다.

- 04** 식물 세포를 넣어 둔 설탕 용액의 농도가 높을수록 물이 세포에서 많이 빠져나가 세포의 부피가 많이 줄어들므로 설탕 용액의 농도는 (다) > (나) > (가)임을 알 수 있다.

- 05** 식물 세포를 농도가 높은 용액에 넣으면 세포에서 물이 빠져나가 세포의 부피가 줄어든다. 이때 세포벽은 단단하여 모양이 변하지 않으므로 세포막이 세포벽에서 떨어지는 원형질 분리가 일어난다.

모범 답안 설탕 용액의 농도가 식물 세포보다 높아 세포 안의 물이 삼투에 의해 세포 밖으로 빠져나가 세포질의 부피가 줄어들었기 때문이다.

채점 기준	배점
세포막이 세포벽으로부터 분리된 까닭을 삼투를 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
세포막이 세포벽으로부터 분리된 까닭을 삼투를 포함하지 않고 옳게 설명한 경우	60 %

5 생명 시스템(2)

교과서 탐구 & 해 보기

92쪽

- A** ㉠ 페닐알라닌 분해 효소, ㉡ 헤모글로빈, ㉢ 단백질, ㉣ 단백질
B 2 5 3 아미노산 4 유전부호 5 RNA

- A** 특정 유전자에 이상이 생기면 효소가 결핍되거나 세포를 구성하는 단백질이 정상적으로 만들어지지 않아 이상 증상이 나타나게 된다. 이러한 유전병에는 페닐케톤뇨증과 낫 모양 적혈구 빈혈증 등이 있다.

- B** 3 유전자를 이루는 염기 중 일부가 바뀌거나 빠지거나 추가되는 등 염기 서열에 이상이 생기면 아미노산의 배열 순서가 바뀌어 단백질에도 이상이 생길 수 있다.

- 4 지구에 사는 거의 모든 생명체는 DNA에 유전 정보를 저장하고, RNA를 유전 정보 전달자로 이용하며, 염기로 된 동일한 부호를 사용하는 등 유전부호 체계가 같다.

교과서 기본 문제

93쪽

- A** 형질, 유전자, 단백질

- B** 생명 중심, RNA, 전사, 번역, 3염기 조합, 코돈

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ 2 (1) ㄱ, ㄴ (2) ㄱ (3) ㄴ 3 (가) 전사, (나) 번역 4 CGUGGUUAUUGG 5 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○

- 1 (1) 하나의 DNA에는 많은 수의 유전자가 있으므로, DNA의 수에 비해 유전자의 수가 훨씬 많다.

- (2) 자녀가 부모를 닮는 것은 유전자를 물려받기 때문이며, 유전자에 의해 같은 단백질이 합성되어 부모를 닮게 된다.

- 2 페닐케톤뇨증은 페닐알라닌 분해 효소 유전자에 이상이 생겨 페닐알라닌 분해 효소가 만들어지지 않아 페닐알라닌을 섭취하면 몸속에 축적되며, 심할 경우 뇌가 손상되고 경련이 일어나기도 하는 유전병이다. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 비정상 헤모글로빈이 합성되어 적혈구가 찌그러지고 산소를 잘 운반하지 못하여 빈혈 증상이 나타나는 유전병이다.

- 4 전사 과정에서는 DNA와 상보적인 염기 서열을 가진 RNA가 합성되므로 A → U, T → A, G → C, C → G로 전환하여 RNA의 염기 서열을 쓰면 된다.

- 5 (2), (3) 유전 정보의 전사는 핵 속에서, 번역은 세포질의 리보솜에서 일어난다.
(4) 3개의 염기로 구성된 코돈이 하나의 아미노산을 지정하므로, 60개의 염기가 모두 아미노산으로 번역되면 20개의 아미노산으로 된 단백질이 합성된다.

교과서 **step 2 핵심 문제** | 94~95쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 (다) → (나) → (가) → (라) → (마) 04 해설 참조
05 ⑤ 06 ④ 07 ② 08 ① 09 해설 참조 10 ①

| 교과서엔 | 10-1 나, 다

- 01 가. 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다.
나. (가)는 유전자로, 유전자에는 단백질에 대한 정보가 염기서열 형태로 저장되어 있다.
다. 특정 유전자는 특정 단백질에 대한 정보를 저장하며, 유전자의 정보에 따라 합성된 단백질이 기능을 수행함으로써 생물의 형질이 나타난다.
- 02 나. 낫 모양 적혈구는 DNA의 염기 1개가 타이민(T)에서 아데닌(A)으로 바뀔으로써 아미노산 서열이 변하여 나타난다.
다. 정상 적혈구와 낫 모양 적혈구는 아미노산의 배열 순서가 달라 종류와 특성이 다른 단백질(헤모글로빈)이 만들어진 결과로 나타난 것이다.
바로알기 가. 이상이 생긴 유전자라도 전사, 번역될 수 있으며, 바뀐 유전 정보에 의해 아미노산 배열 순서가 바뀌어 비정상 단백질이 합성될 수 있다.
- 03 유전 정보의 전달은 (다) DNA로부터 RNA가 합성되는 전사 과정 → (나) RNA가 핵막의 구멍을 통해 세포질로 이동하는 과정 → (가) RNA에 리보솜이 결합하는 과정 → (라) 리보솜이 RNA의 유전 정보에 따라 아미노산을 펩타이드 결합시키는 과정 → (마) 합성된 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 독특한 구조를 갖는 단백질이 되는 과정 순으로 진행된다.
- 04 **모범 답안** (1) 생명 중심 원리
(2) DNA의 유전 정보를 리보솜으로 전달하며 단백질 합성에 관여한다.

채점 기준		배점
(1)	생명 중심 원리를 쓴 경우	30 %
(2)	RNA의 역할을 유전 정보의 전달과 단백질 합성을 포함하여 옳게 설명한 경우	70 %
	RNA의 역할을 유전 정보의 전달과 단백질 합성 중 하나만 포함하여 설명한 경우	30 %

- 05 ①, ② (가)는 DNA, (나)는 RNA이며, 그림은 유전 정보의 전사 과정을 나타낸 것이다.
③ DNA는 이중 나선 구조이고 분자의 크기가 커서 핵막의 구멍을 통과할 수 없다.
④ RNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 4종류로 각각 염기 A, G, C, U을 갖는다.
바로알기 ⑤ DNA는 이중 나선 구조이지만 RNA는 단일 가닥 구조이다.
- 06 가, 다. 코돈은 RNA의 4종류 염기(A, G, C, U)가 3개씩 조합을 이룬 것이므로, $4 \times 4 \times 4 = 64$ 종류이다.
바로알기 나. 한 종류의 코돈은 한 종류의 아미노산을 지정한다. 그러나 아미노산은 20종류이고 코돈은 64종류이므로, 한 종류의 아미노산을 지정하는 코돈은 여러 종류가 있을 수 있다.
- 07 ① (가)와 (나)는 서로 상보적이므로, (가)의 빈칸에 들어갈 염기는 (나)의 CAA에 대해 상보적인 GTT이다.
③ RNA의 염기 서열에 대해 상보적인 염기 서열을 가진 (나)가 전사에 사용된 가닥이다.
④ (다)를 지정하는 RNA의 코돈이 AUG이므로, (다)에 들어갈 아미노산은 메싸이오닌이다.
바로알기 ② RNA의 빈칸에 들어갈 염기는 (나)의 CAA에 상보적인 GUU이다.
- 08 ① 아미노산에 대응되는 RNA의 코돈은 CAA(글루타민), UAC(타이로신), UUA(류신)이며, 이 염기 서열에 상보적인 DNA의 염기 서열은 GTTATGAAT이다.
- 09 (1) 염기 3개가 하나의 부호가 되므로 3염기 조합은 최대 6개가 있다.
(3) 폴리펩타이드에서 펩타이드 결합의 수는 아미노산의 수보다 하나 적다.
모범 답안 (1) 6개
(2) AUGCGGUUCCGCGGUUAC
(3) 5개, 이 부분에는 6개의 3염기 조합이 있으므로 최대 6개의 아미노산으로 된 단백질이 만들어진다. 따라서 아미노산 사이의 펩타이드 결합은 최대 5개이다.

채점 기준		배점
(1)	3염기 조합의 개수를 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	RNA의 염기 서열을 옳게 쓴 경우	30 %
(3)	펩타이드 결합의 개수를 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	50 %
	펩타이드 결합의 개수만 옳게 쓴 경우	20 %

- 10 **바로알기** ① 사람의 인슐린을 대장균에서 생산할 수 있는 것은 유전부호 체계가 같기 때문이다. 그러나 사람과 대장균은 서로 다른 생물이므로 가지고 있는 유전 정보는 다르다.

교과서엔

10-1 나. 생명체는 생식 과정에서 DNA로 이루어진 염색체를 다음 세대에 물려주므로 생명체의 유전 정보는 DNA를 통해 다음 세대로 전달된다.

다. 유전 정보에 따라 합성된 단백질이 특정한 기능을 함으로써 생물의 형질이 나타난다.

바로알기 나. 거의 모든 생물종의 유전부호 체계는 같다.

교과서



step 3

응용 문제

96쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 나, 다 04 해설 참조 05 해설 참조

- 01 나. 리보솜에서 아미노산의 펩타이드 결합으로 단백질이 합성된다.

다. (가)는 전사 과정으로 핵 속에서 일어나며, (나)는 번역 과정으로 세포질에서 일어난다.

바로알기 나. ㉠은 RNA로, DNA 이중 나선 중 전사되지 않는 한 가닥에는 ㉠과 염기 서열이 거의 같은 부분이 있으나 DNA에는 타이민(T)이, RNA에는 유라실(U)이 있다.

- 02 다. 아미노산 X에 해당하는 DNA의 3염기 조합은 CCG이며, RNA의 코돈은 GGC로 글리신을 지정한다.

바로알기 나. (가)는 번역 과정으로, 사람과 대장균 모두 리보솜에서 단백질이 합성된다.

나. 트레오닌을 지정하는 코돈은 ACA이므로 DNA에서 전사에 사용된 가닥은 ...GAGCCG㉠GT...이다. 따라서 ㉠은 A이며, 이와 상보적인 ㉠은 타이민(T)이다.

- 03 나. DNA에서 상보적 염기 서열로 전사된 것이 RNA이므로, (나) 가닥이 RNA로 전사된 가닥이다.

다. DNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 염기 A, G, C, T를 각각 포함한 4종류이며, RNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 염기 A, G, C, U를 각각 포함한 4종류이다.

바로알기 나. (가)와 (나)는 염기 서열이 다르므로 유전 정보는 동일하지 않다.

- 04 돌연변이 RNA I 형은 염기 C이 U로 바뀌는 유전자 돌연변이가 일어났으나 코돈 GGC와 GGU가 같은 아미노산(글리신)을 지정한다. 이런 경우 형질은 정상적으로 발현된다.

모범 답안 돌연변이 RNA I 형으로부터 합성된 단백질은 정상 단백질과 차이가 없다.

채점 기준	배점
정상 단백질과 차이가 없다는 내용으로 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 05 정상 단백질의 네 번째 아미노산은 글리신이고, 돌연변이 RNA II 형으로부터 합성된 단백질은 4번째 아미노산이 세린이다.

모범 답안 돌연변이 RNA II 형으로부터 합성된 단백질을 정상 단백질과 비교해 보면 4번째 아미노산이 글리신에서 세린으로 바뀌었다. 따라서 아미노산 서열이 정상과 달라 정상 단백질과 구조와 기능이 다른 비정상 단백질이 생성되며, 그 결과 유전병이 나타날 수 있다.

채점 기준	배점
아미노산 서열의 차이, 비정상 단백질의 생성, 유전병의 가능성을 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
아미노산 서열의 차이를 쓰고, 비정상 단백질의 생성을 포함하여 옳게 설명한 경우	80 %
아미노산 서열의 차이만 옳게 설명한 경우	20 %

II 단원 | 핵심 요약

97~101쪽

- 1 역학적 2 자기력 3 중력 4 비례 5 속도 6 m/s² 7 비례 8 비례 9 시간의 제곱 10 비례 11 반비례 12 중심 13 0 14 0 15 등가속도 16 등가속도 17 원운동 18 관성 19 운동량 20 충격량 21 충격량 22 평균 힘 23 길 24 작 25 충격량 26 맨틀 27 액체 28 두껍 29 안정 30 대류권 31 화산 가스 32 화석 연료 33 태풍 34 태양 에너지 35 자기장 36 밀물과 썰물 37 태양 에너지 38 일정 39 이산화 탄소 40 탄산염(석회암) 41 지구 내부 에너지 42 일치 43 판의 경계 44 크 45 얇 46 맨틀의 대류 47 발산형 48 수렴형 49 보존형 50 천발 51 천발 52 안데스 53 히말라야 54 기권 55 지권 56 수권 57 세포 58 리보솜 59 엽록체 60 미토콘드리아 61 선택적 투과성 62 확산 63 삼투 64 물질대사 65 활성화 에너지 66 유전자 67 생명 중심 68 코돈 69 전사 70 번역

Ⅲ. 변화와 다양성

1 화학 변화(1)

교과서 탐구 & 해 보기

106쪽

- A** 1 이산화 탄소 2 구리 3 ㉠ 환원, ㉡ 산화
B ㉠ 구리 이온, ㉡ 은, ㉢ 감소, ㉣ 산화, ㉤ 환원

- A** 1 석회수($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 수용액)가 이산화 탄소와 반응하면 흰색의 탄산 칼슘 앙금이 생성되므로 석회수가 뿌옇게 흐려진다.
 2 구리는 붉은색 광택을 나타내고, 구리가 산소와 결합하면 광택을 잃고 검은색으로 변한다.
B ㉠ 구리 이온은 푸른색을 띠므로 반응이 일어나면 수용액의 푸른색이 진해진다.

교과서 step 1 기본 문제

107쪽

- A** 광합성, 연소, 제련
B 산화, 환원
C 산화 환원
 1 산소 2 (1) ㉠ 환원, ㉡ 산화 (2) ㉠ 산화, ㉡ 환원 (3) ㉠ 산화, ㉡ 환원 (4) ㉠ 산화, ㉡ 환원 3 (1) ㉠ 잃, ㉡ 산화 (2) ㉠ 얻, ㉡ 환원 (3) 감소 (4) 구리 4 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○

- 1 광합성 결과 산소가 생성되고, 화석 연료가 연소할 때는 산소가 필요하다. 산화 철에서 코크스를 이용하여 산소를 떼어 내어 순수한 철을 분리한다. 따라서 이들 반응은 모두 물질 사이에 산소 원자가 이동한다.
 2 물질이 산소와 결합하거나 전자를 잃는 반응은 산화, 물질이 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응은 환원이다.
 3 구리가 전자를 잃고 구리 이온으로 되어 용액 속에 녹아 들어가고, 용액 속의 은 이온이 전자를 얻어 구리판 표면에 은으로 석출된다. 구리 이온 1개가 녹아 들어갈 때 은 이온 2개가 은으로 석출되므로 용액 속의 이온 수는 감소한다.
 4 (1) 산화 환원 반응에서 한 물질이 산소를 잃으면 반드시 산소를 얻는 물질이 있으므로 산화 환원 반응은 항상 동시에 일어난다.
 (4) 광합성에서 이산화 탄소는 산소를 잃고 수소와 결합하므로 환원된다.

교과서 step 2 핵심 문제

108~110쪽

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

| 교과서엔 | 01-1 ㄱ 07-1 해설 참조 13-1 (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (2) 산화된 물질 : CO, 환원된 물질 : Fe_2O_3

- 01 ㄱ. 대기 중 산소의 농도 증가로 물속 생물이 점차 육지로 올라오게 되었다.
 ㄴ. 대기 중의 산소는 태양의 자외선을 흡수하여 오존을 생성하였고, 대기에 오존층이 형성되었다.
 ㄷ. 원시 대기 조성은 산소가 전혀 없는 수소, 암모니아, 메테인 등의 기체로 이루어져 있었지만 광합성 생물이 출현하면서 산소를 포함하는 산소, 수증기, 이산화 탄소의 양이 증가하여 대기의 조성에 변화가 생기게 되었다.

- 02 철을 제련할 때 용광로에 철광석(산화 철)과 코크스를 넣으면 코크스가 산화 철에서 산소를 떼어 내어 순수한 철이 분리되고 이산화 탄소가 발생한다.

산화 철 + 코크스 $\rightarrow$ 철 + 이산화 탄소

화석 연료는 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물을 생성한다.

화석 연료 + 산소 $\rightarrow$ 이산화 탄소 + 물

모범 답안 산소가 이동하는 산화 환원 반응이다. 생성물 중에 이산화 탄소가 있다.

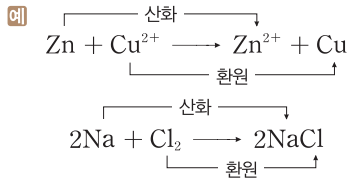
채점 기준	배점
두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 03 ① 철의 제련 과정에서 철광석의 산소를 떼어 내어 순수한 철을 얻는다.
 ② 광합성 결과 포도당과 산소가 생성된다. 세포 호흡에서는 포도당과 산소가 반응하여 이산화 탄소와 물이 생성되고, 이 과정에서 생활하는 데 필요한 에너지를 얻는다. 즉, 광합성의 생성물은 호흡의 반응물로 작용하고, 호흡의 생성물은 광합성의 반응물로 작용한다.
 ③ 석유의 사용은 교통수단에 큰 변화를 가져 왔다.
 ④ 철을 제련할 수 있게 되면서 철을 이용하는 철기 시대를 열어 문명을 발전시켰다.
바로알기 ⑤ 광합성 결과 산소가 생성되며, 철의 제련, 화석 연료의 연소에서는 이산화 탄소가 생성된다.

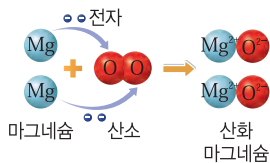
- 04 ①, ② 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃는 반응을 산화, 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응을 환원이라고 한다.
 ③, ⑤ 산소를 얻는(전자를 잃는) 물질이 있으면 반드시 산소를 잃는(전자를 얻는) 물질이 있으므로 산화와 환원은 항상 동

시에 일어난다. 이때 산화되는 물질이 얻는 산소 원자의 수(잃는 전자 수)와 환원되는 물질이 잃는 산소 원자의 수(얻는 전자 수)는 같다.

바로알기 ④ 수용액에서 일어나는 금속과 금속 이온의 반응, 금속과 비금속의 반응 등의 산화 환원 반응에는 산소가 관여하지 않는다.



05 금속이 산소와 반응하면 금속은 전자를 잃고 산소는 전자를 얻는다.



모범 답안 마그네슘 원자에서 산소 원자로 전자가 이동하여 마그네슘 원자는 전자를 잃고 산화되어 마그네슘 이온이 되고, 산소 원자는 전자를 얻고 환원되어 산화 이온이 되며, 두 이온이 결합하여 산화 마그네슘이 생성된다.

채점 기준	배점
전자의 이동으로 산화 환원을 옳게 설명한 경우	100 %
산화 환원되는 물질만 쓴 경우	30 %

06 나. C는 산소를 얻고 CO₂로 산화된다.

르. Zn은 전자를 잃고 Zn²⁺로 산화된다.

바로알기 가. CuO는 산소를 잃고 Cu로 환원된다.

다. O₂는 전자를 얻어 2O²⁻로 환원된다.

07 ① 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃고 환원되어 붉은색의 구리가 된다.

바로알기 ② 탄소 가루는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.

③ 산화 환원 반응은 동시에 일어난다.

④, ⑤ 시험관에서 생성된 이산화 탄소가 빠져나와 석회수와 반응하면 앙금이 생성되므로 석회수가 뿌옇게 흐려진다. 따라서 비커의 질량은 녹아 든 이산화 탄소의 질량만큼 증가하며, 이 반응은 산화 환원 반응이 아니다.

08 화학 반응식은 2HCl + Mg → MgCl₂ + H₂이다.

가. 마그네슘(Mg)은 전자 2개를 잃고 Mg²⁺로 산화된다.

나. 묽은 염산(HCl)의 2H⁺은 Mg으로부터 전자 2개를 얻고 H₂로 환원된다.

다. 발생한 수소 기체가 빠져나가므로 비커의 전체 질량은 감소한다.

09 가. Zn은 전자를 잃고 Zn²⁺로 산화된다.

바로알기 나. 푸른색을 띠는 용액 중의 구리 이온이 구리로 석출되어 구리 이온의 수가 줄어들므로 용액의 푸른색이 옅어진다.

다. 음이온은 반응에 참여하지 않고, 용액 중으로 녹아 들어가는 아연 이온의 수와 석출되는 구리 이온의 수가 같으므로 용액의 이온 수는 변하지 않는다.

10 가. (가)에서 2Mg + O₂ → 2MgO의 반응이 일어나므로 Mg은 산화된다.

나. (나)에서 2Mg + CO₂ → 2MgO + C의 반응이 일어난다. 따라서 Mg은 산화되고, CO₂는 산소를 잃고 C로 환원된다.

바로알기 다. (가)의 고체 물질은 산화 마그네슘(MgO)으로 흰색 고체이고, (나)의 검은색 가루는 탄소(C) 가루이다.

11 가. (가)에서 철은 전자를 잃는다. 철이 산소와 반응할 때는 전자를 잃고 철 이온으로 되어 산소가 전자를 얻어 생성된 산화 이온과 결합한다.

나. 코크스는 산소를 얻어 일산화 탄소가 산화된다.

다. (가)와 (나)에서 모두 수증기는 산소를 잃고 수소로 되므로 환원된다.

12 (가)는 광합성이고, (나)는 호흡이다.

① 광합성 결과 포도당과 함께 생성되는 X는 산소(O₂)이다. 산소는 호흡에서는 반응물이다.

④ (나)에서는 C₆H₁₂O₆이 산화되어 CO₂로 된다.

바로알기 ② (가)에서는 이산화 탄소가 산소를 잃고 환원되며, H₂O이 수소를 잃고 산화된다.

③ 광합성에서는 빛에너지를 흡수하고, 호흡을 통해 생활에 필요한 에너지를 얻는다.

⑤ 광합성은 식물의 엽록체에서 일어나고, 호흡은 세포 내 미토콘드리아에서 일어난다.

13 가. (가)에서 C는 산소와 결합하여 CO₂로 되므로 산화된다.

나. (나)에서 Fe₂O₃은 산소를 잃고 Fe로 환원된다.

다. (나)에서 CO는 Fe₂O₃로부터 산소를 빼앗아 CO₂로 산화되므로 Fe보다 산소와 결합하기 쉽다는 것을 알 수 있다.

14 ② 광합성에서 이산화 탄소의 탄소는 산소를 잃고 수소와 반응하므로 환원된다.

③ 메테인이 연소할 때 메테인의 탄소는 산소와 결합하여 이산화 탄소가 산화된다.

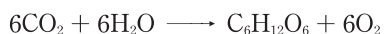
④ 철의 제련 과정에서 산화 철(Ⅲ)은 산소를 잃고 철로 환원된다.

⑤ 철이 산소와 결합할 때 철은 전자를 산소에게 주고 철 이온으로 산화된다.

바로알기 ① 호흡에서 포도당은 산소와 반응하여 이산화 탄소로 산화된다.

교과서엔

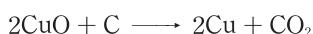
01-1 광합성은 생명체가 이산화 탄소와 물을 이용하여 포도당과 산소를 만드는 반응이다.



바로알기 ㄷ. 광합성 생물이 출현한 후 대기의 조성은 메테인, 암모니아 등에서 산소, 이산화 탄소 등으로 크게 달라졌다.

07-1 산화 구리(II)(CuO)와 탄소(C) 가루가 반응하여 생성된 기체에 의해 석회수가 뿌옇게 흐려졌으므로, 이산화 탄소가 발생한 것이다. 따라서 C는 산소를 얻고 CO₂로 산화되고, CuO는 산소를 잃고 Cu로 환원된다.

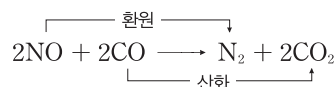
모범 답안 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 되고, 산화 구리(II)는 산소를 잃어 구리가 되므로, 탄소는 산화되고 산화 구리(II)는 환원된다.



채점 기준	배점
산화 반응과 환원 반응을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
산화 반응 또는 환원 반응 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %
산화 환원되는 물질만 쓴 경우	40 %

13-1 (1) 반응물은 산화 철(III)(Fe₂O₃)과 일산화 탄소(CO)이고, 생성물은 철(Fe)과 이산화 탄소(CO₂)이다. 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞추어 화학 반응식을 완성한다.
(2) CO는 산소를 얻어 CO₂로 되었으므로 산화되었고, Fe₂O₃은 산소를 잃고 Fe로 되었으므로 환원되었다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 NO는 산소를 잃고 N₂로 환원된다.

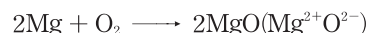


02 ㄴ. 금속 X 이온이 들어 있는 수용액에 금속 Y를 넣으면 금속 Y가 산화되어 이온으로 수용액에 녹아 들어가고, 금속 X 이온은 전자를 얻고 환원되어 X로 석출되므로 용액 속에는 Y 이온만 존재한다. 이때 6개의 X 이온이 석출될 때 3개의 Y 이온이 수용액에 녹아 들어가므로 X 이온과 Y 이온과 전하량의 비는 1 : 2이다.

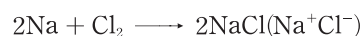
ㄷ. 전자는 금속 Y에서 X 이온으로 이동한다.

바로알기 ㄱ. 금속 Y가 산화되어 수용액 속으로 녹아 들어가고, X 이온은 금속으로 석출되므로 금속 Y가 X보다 산화되기 쉽다.

03 ① (가)에서 마그네슘은 전자를 잃고 산화되고, 공기 중의 산소는 전자를 얻어 환원되면서 산화 마그네슘을 생성한다.



③, ④ (나)에서 나트륨은 전자를 잃고 산화되고, 염소는 전자를 얻어 환원되면서 염화 나트륨을 생성한다.



⑤ 산화 마그네슘과 염화 나트륨은 금속 양이온과 비금속 음이온이 정전기적 인력에 의해 결합한 이온 결합 물질이다.

바로알기 ② 마그네슘과 산소가 반응할 때 마그네슘 원자의 전자가 산소 원자로 이동하므로 산소 원자는 전자를 얻어 산화 이온으로 환원된다.

04 알코올램프의 겉불꽃은 산소가 충분히 공급되어 온도가 높다. 따라서 구리의 산화 반응이 일어난다. 반면 속불꽃은 산소의 공급이 충분하지 않아 불완전 연소가 일어나므로 속불꽃에는 탄소 알갱이(C)나 일산화 탄소(CO)가 존재한다. 탄소 알갱이나 일산화 탄소는 구리보다 산소와 결합하기 쉬우므로 산화 구리(II)의 산소를 빼앗아 이산화 탄소가 산화된다.

모범 답안 (가) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$, 산화되는 물질 : Cu, 환원되는 물질 : O₂

(나) $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$, 산화되는 물질 : C, 환원되는 물질 : CuO

또는 $\text{CuO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$, 산화되는 물질 : CO, 환원되는 물질 : CuO

채점 기준	배점
반응식을 옳게 나타내고, 산화되는 물질과 환원되는 물질을 옳게 설명한 경우	100 %
반응식만 옳게 나타내거나, 산화 환원되는 물질만 옳게 쓴 경우	50 %

교과서



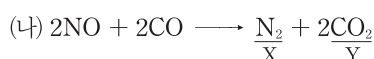
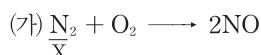
step 3

응용 문제

111쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 해설 참조

01 ㄱ, ㄷ. (가)의 생성물이 NO이므로 X는 N₂이다. (나)에서 NO는 환원되어 다시 N₂로 되고, Y는 CO가 산화되어 생성된 CO₂이다.



2 화학 변화(2)



탐구 & 해 보기

115~116쪽

- A** 1 ㉠ 산성, ㉡ 염기성 2 ㉠ 수소, ㉡ 이산화 탄소, ㉢ 수소 수산화
B 1 ㉠ 염기성, ㉡ 중성, ㉢ 산성 2 ㉠ 중화열, ㉡ 높아 3 ㉠ 수소 이온(H^+), ㉡ 수산화 이온(OH^-) 4 중성
C ㉠ 산성, ㉡ 중성, ㉢ 염기성

- A** 2 묽은 염산, 식초, 레몬 즙은 서로 다른 물질이지만 몇 가지 공통적인 성질을 나타내는 까닭은 물질이 이온화하여 공통적으로 수소 이온(H^+)을 내놓기 때문이다.
- 3 수산화 나트륨 수용액, 비눗물, 하수구 세정제는 서로 다른 물질이지만 몇 가지 공통적인 성질을 나타내는 까닭은 물질이 이온화하여 공통적으로 수산화 이온(OH^-)을 내놓기 때문이다.
- B** 3 반응한 수소 이온과 수산화 이온의 수가 많을수록, 즉 생성된 물 분자 수가 많을수록 중화 반응에서 발생하는 열이 많아진다.

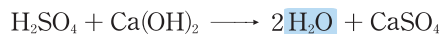


기본 문제

118쪽

- A** 산, 염기
B 지시약, pH
C 수소, 수산화, 물, 중화열
- 1 (1) 산 (2) 염기 (3) 산, 염기 (4) 염기 2 (1) CH_3COO^- (2) $2H^+$
 (3) $2OH^-$ (4) OH^- 3 (1) (가) 무색, (나) 붉은색, (다) 파란색, (라) 빨간색
 4 레몬 즙 - 증류수 - 비눗물 5 H_2O 6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×
- 1 (3) 산과 염기는 물에 녹아 이온화하므로 산과 염기의 수용액은 전류가 흐른다.
 (4) 산은 푸른색 리트머스 종이를 붉게, 염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.
- 2 산은 물에 녹아 ' H^+ + 음이온'으로 이온화하고, 염기는 물에 녹아 '양이온 + OH^- '으로 이온화한다.
- 3 레몬 즙은 산성, 비눗물은 염기성, 증류수는 중성을 나타낸다. 페놀프탈레인 용액은 산성, 중성에서 무색, 염기성에서 붉은색을 나타내고, BTB 용액은 염기성에서 파란색을 나타낸다. 메틸 오렌지 용액은 산성에서 빨간색을 나타낸다.
- 4 산성 용액은 $pH < 7$, 중성 용액은 $pH = 7$, 염기성 용액은 $pH > 7$ 이다.

- 5 산과 염기의 중화 반응이 일어나면 공통적으로 물이 생성되고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 염이 생성된다.



- 6 (2) 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 반응하여 물이 생성되고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 염을 생성한다.
 (4) 생성되는 염은 반응하는 산과 염기의 종류에 따라 달라진다.



step 2 핵심 문제

119~122쪽

- 01 ㉡ 02 해설 참조 03 ㉡ 04 ㉠, ㉢ 05 수산화 이온(OH^-)
 06 ㉡ 07 ㉠ 이산화 탄소(CO_2), ㉡ 수소 이온(H^+) 08 (1) (가) 노란색, (나) 초록색, (다) 파란색 (2) (가) < (나) < (다) 09 ㉡ 10 ㉢ 11 ㉢
 12 해설 참조 13 ㉡ 14 ㉡ 15 ㉡ 16 ㉠ 17 해설 참조
 18 ㉡ 19 ㉡, ㉢, ㉣ 20 ㉢

| 교과서연 | 04-1 해설 참조 14-1 (1) C (2) A, B : 파란색, C : 초록색, D, E : 노란색 19-1 산화 환원 반응 : (가), (라), 중화 반응 : (나), (다)

- 01 ㉡. 산 수용액에 달걀 껍데기를 넣으면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
 바로알기 ㉡. 식초, 레몬 즙, 탄산음료는 산성 용액으로 양이온인 수소 이온을 공통으로 포함한다.
 ㉢. BTB 용액을 파란색으로 변화시키는 것은 염기성 용액이다.

- 02 마그네슘과 반응하여 기체를 발생시키는 것은 산 수용액이며, 산의 공통적인 성질은 수소 이온에 의해 나타난다.

모범 답안 A, (가)와 (나)는 산 수용액이고, 산 수용액에는 공통으로 수소 이온이 들어 있으므로 (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 A가 수소 이온이다.

채점 기준	배점
수소 이온을 옳게 고르고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
수소 이온만을 옳게 고른 경우	50 %

- 03 ㉠ (가)는 산이므로 (가)의 수용액에 마그네슘 리본을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
 ㉡ 페놀프탈레인 용액은 산성 용액에서 무색을 나타낸다.
 ㉢ (나)는 염기로 물에 녹아 이온화하여 공통으로 수산화 이온(OH^-)을 내놓는다.
 ㉤ 산과 염기는 수용액에서 이온화하므로 수용액은 모두 전류가 흐른다.
 바로알기 ㉡ 염기 수용액은 달걀 껍데기와 반응하지 않는다.

- 04 ① 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 것은 수소 이온이다. (+)전하를 띤 수소 이온은 (-)극 쪽으로 이동하므로 A가 (-)극이다.
 ③ 전극을 반대로 연결하면 B극이 (-)극이 되므로 붉은색이 B극 쪽으로 붉게 변해 간다.
바로알기 ② B극은 (+)극이므로 음이온인 NO_3^- , Cl^- 이 이동한다. 이들 이온은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않으므로 이온의 이동을 확인할 수 없다.
 ④ 붉은색은 염산의 양이온인 수소 이온이 이동하는 방향으로 변해 간다.
 ⑤ 수산화 나트륨 수용액은 푸른색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.
- 05 염기 수용액이 나타내는 성질이므로 수용액에는 수산화 이온(OH^-)이 들어 있다.
- 06 (나)의 수용액은 메틸 오렌지 용액을 빨간색으로 변화시키므로 산인 HCl이다. (가)와 (나)는 같은 종류의 이온을 포함하므로 (가)는 NaCl이다. 따라서 (다)는 NaOH이다.
 다. (다)는 염기이므로 달걀 껍데기와 반응하지 않는다.
바로알기 가. (가)는 NaCl, (나)는 HCl이므로 양이온의 종류는 다르고, 음이온의 종류는 같다.
 나. (가)의 수용액은 중성이므로 BTB 용액을 초록색으로 변화시킨다.
- 07 이산화 탄소(CO_2)는 물에 녹아 탄산(H_2CO_3)을 생성하고, 탄산은 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 로 이온화하여 수소 이온을 내놓는다.
- 08 (1) (가)는 H^+ 이 있으므로 산성, (나)는 H^+ 이나 OH^- 이 존재하지 않으므로 중성, (다)는 OH^- 이 있으므로 염기성이다. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다.
 (2) 산성 용액은 $\text{pH} < 7$ 이고, 중성 용액은 $\text{pH} = 7$ 이다. 염기성 용액은 $\text{pH} > 7$ 이다.
- 09 수용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨릴 때 무색을 나타내는 것은 산인 HCl과 중성인 NaCl이다. 이중 금속과 반응하면 수소 기체가 발생하는 것은 산인 HCl이므로 (가)는 HCl, (나)는 NaCl, (다)는 NaOH 수용액이다.
 가. 산성인 (가)에 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 빨간색을 나타낸다.
 나. 용액의 pH는 산성 용액 < 중성 용액 < 염기성 용액이므로 용액의 pH는 (가) < (나) < (다)이다.
 다. (나)와 (다)에 들어 있는 양이온은 Na^+ 으로 같다.

- 10 가. 혼합 용액에 H^+ 이 있으므로 산이 과량이다. 따라서 생성된 물 분자 수는 반응한 염기 수용액의 OH^- 의 수에 의해 결정된다. 염기의 양이온 B^+ 의 수가 1이므로 반응한 OH^- 의 수도 1이고 생성된 물 분자 수도 1이다.
 나. 혼합 용액에는 H^+ 이 있으므로 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
바로알기 다. 같은 부피의 산과 염기 수용액을 혼합하였으므로 반응 전 같은 부피의 수용액에 들어 있는 이온의 수는 산 수용액이 더 많다.
- 11 가. (가)에는 H^+ 이, (다)에는 OH^- 이 들어 있으므로 두 용액을 혼합하면 중화 반응이 일어난다.
 나. (가)는 H^+ 이 있으므로 산성, (나)는 H^+ , OH^- 이 없으므로 중성, (다)는 OH^- 이 있으므로 염기성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 (가)는 노란색, (나)는 초록색, (다)는 파란색을 나타낸다.
바로알기 다. 혼합 용액의 최고 온도는 중화가 완전히 일어난 (나)에서 가장 높다. (나)에 수산화 나트륨 수용액을 더 넣으면 중화열이 더 이상 발생하지 않고 온도가 낮은 용액이 첨가되므로 (다)의 온도는 (나)보다 낮다.
- 12 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생하며, 반응하는 H^+ 과 OH^- 이 많을수록 발생하는 열이 많아지므로 완전 중화가 일어난 지점에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높다.
 묽은 염산에 BTB 용액을 2~3방울 넣고 수산화 나트륨 수용액을 계속 가하면 용액의 색상이 산성 → 중성 → 염기성으로 변해가므로 용액의 색이 노란색에서 초록색으로 변하고, 이후에는 파란색으로 변한다.
모범 답안 혼합 용액의 최고 온도를 측정한다. BTB 용액을 넣은 후 용액 전체가 노란색에서 초록색으로 변하는 지점을 찾는다.
- | 채점 기준 | 배점 |
|-----------------------|-------|
| 두 가지 방법을 모두 옳게 설명한 경우 | 100 % |
| 한 가지 방법만 옳게 설명한 경우 | 50 % |
- 13 가. (가)와 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나므로 혼합 용액 (다)의 온도는 (가), (나)보다 높다.
 나. (가)에 있는 수소 이온의 수가 (나)에 있는 수산화 이온의 수보다 많으므로 혼합 용액 (다)는 산성을 띤다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.
 다. (다)의 용액 속에는 Na^+ 2개, Cl^- 3개, H^+ 1개가 있으므로 총 이온 수는 (나) < (다)이다.
- 14 나. 농도가 같은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피 비로 반응하므로 C에서 가장 많은 양의 수소 이온과 수산화 이

온이 반응하여 중화열이 가장 많이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 가장 높다.

ㄷ. D에는 반응하지 않은 수소 이온이 남아 있으므로 혼합 용액의 액성은 산성이다. 따라서 마그네슘 리본을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

바로알기 ㄱ. A와 B에는 반응하지 않은 수산화 이온이 남아 있으므로 염기성 용액이다. 따라서 두 용액을 혼합하여도 중화 반응이 일어나지 않으므로 용액의 온도는 높아지지 않는다.

- 15** ① A는 묽은 염산을 가할수록 그 수가 계속 증가하므로 묽은 염산 중 반응에 참여하지 않는 Cl^- 이다. B는 처음부터 그 수가 일정하므로 수산화 나트륨 수용액 중 반응에 참여하지 않는 Na^+ 이다. C는 묽은 염산을 가할수록 그 수가 계속 감소하다 존재하지 않으므로 수산화 나트륨 수용액 중의 OH^- 이다. D는 존재하지 않다가 중화가 완전히 일어난 후부터 증가하므로 묽은 염산 중의 H^+ 이다. C인 OH^- 과 D인 H^+ 이 반응하여 물을 생성한다.

② (가)는 완전히 중화되기 전으로 염기성이고, OH^- 이 모두 반응한 (나)는 완전히 중화된 지점이므로 용액의 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

③ 반응한 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 의 양이 많을수록 발생하는 열이 많아지므로 혼합 용액의 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

④ 중화점 이전인 (가)에 가장 많이 존재하는 이온은 나트륨 이온이다.

바로알기 ⑤ (나)에는 수소 이온이나 수산화 이온이 존재하지 않으므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 나타낸다.

- 16** ② B와 D는 혼합 용액의 온도가 같으므로 발생한 중화열이 같고, 생성된 물 분자 수도 같다.

③ D와 E에는 반응하지 않는 NaOH 이 남아 있으므로 혼합 용액 중에는 Cl^- , Na^+ , OH^- 이 들어 있다.

④ C는 완전히 중화가 일어난 지점이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색이 나타난다.

⑤ 염산과 수산화 나트륨 수용액은 같은 부피비로 반응하므로 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 같다.

바로알기 ① A는 묽은 염산이 과량으로 들어갔으며 H^+ 은 일부가 OH^- 과 반응하여 중화되므로 혼합 용액에는 Cl^- 의 수가 가장 많다.

- 17** **모범 답안** 반응한 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하기 때문이다.

채점 기준	배점
온도가 높은 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
중화열이 많이 발생하기 때문이라고 쓴 경우	50 %

- 18** B점 이후에는 더 이상 물이 생성되지 않으므로 B에서 중화 반응이 완결되었다.

ㄱ. A점에는 반응하지 않은 수산화 이온이 있으므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 띤다.

ㄴ. 중화점 이후에는 중화 반응이 일어나지 않아 중화열이 발생하지 않고, 온도가 낮은 용액이 첨가되므로 완전히 중화된 B의 온도가 C보다 높다.

ㄷ. 염산을 가하면 중화점까지는 용액 속의 수산화 이온(OH^-)이 염산의 수소 이온(H^+)과 중화 반응하여 없어지는 만큼 염화 이온(Cl^-)이 같은 수만큼 들어오므로 용액 속의 이온의 총 수가 일정하다. 완전히 중화된 이후에는 염산을 가하는 만큼 이온 수가 계속 증가한다. 따라서 용액 속 이온의 수는 $A=B<C$ 이다.

- 19** ㄱ. 위산을 약한 염기성 성분의 제산제로 중화시킨다.

ㄴ. 생선 비린내는 아민류의 염기성 성분이다. 이를 산성인 레몬 즙으로 중화시킨다.

ㄷ. 산성화된 토양에는 약한 염기성 물질인 석회 가루를 뿌려 중화시킨다.

바로알기 ㄷ. 용광로에 철광석(산화 철(Ⅲ)), 코크스를 넣고 가열하면 산화 철(Ⅲ)이 산소를 잃고 환원되어 순수한 철로 분리된다.

ㄹ. 메테인의 탄소가 산소와 결합하여 이산화 탄소와 물로 산화되면서 내놓은 열을 생활에 이용한다.

ㅂ. 하수구 세정제 성분은 강한 염기성 물질로, 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 막힌 하수구를 뚫는 데 이용한다.

- 20** ㄱ. 화석 연료 속에 불순물로 포함된 황이 연소하면 이산화 황이 생성되며, 자동차 내연 기관의 고온 조건에서 공기 중의 질소와 산소가 반응하면 일산화 질소가 생성된다. 이 반응은 황과 질소는 산화되고, 산소는 환원되는 산화 환원 반응이다.

ㄷ. 산성화된 토양에 염기성 물질인 재, 석회 가루 등을 뿌리면 중화 반응이 일어나므로 토양을 되살릴 수 있다.

바로알기 ㄴ. 산성비는 산성 기체인 황 산화물이나 질소 산화물이 빗물에 녹아 보통의 빗물보다 산성이 더 강한 용액이다. 산성이 클수록 pH는 작아지므로 산성비는 보통의 빗물보다 pH가 작다.

교과서엔

04-1 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변하게 하는 물질은 산이다. 묽은 염산이 산성을 띠는 것은 수소 이온(H^+) 때문이며, 수용액에 전류를 흘려 주면 양이온인 H^+ 은 (－)극 쪽으로 이동한다.

모범 답안 산성을 나타내는 수소 이온(H^+)이 (－)극 쪽으로 이동하면서 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키기 때문이다.

채점 기준	배점
수소 이온이 (-)극 쪽으로 이동하면서 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100 %
수소 이온이 (-)극 쪽으로 이동한다고만 쓴 경우	50 %

- 14-1** (1) 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 농도가 같으므로, 같은 부피의 각 용액에 들어 있는 이온 수는 같다. 따라서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 같은 부피비로 반응하므로, C에서 가장 많은 양의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하여 중화열이 가장 많이 발생한다.
- (2) A, B는 반응하지 않고 남은 수산화 이온이 있으므로 염기성이고, D, E는 반응하지 않고 남은 수소 이온이 있으므로 산성이다. C는 수소 이온과 수산화 이온이 모두 반응하였으므로 중성이다.

- 19-1** (가) 배가 녹스는 과정은 철이 산화되는 과정으로, 철은 전자를 잃고 산화되고, 산소는 전자를 얻어 환원된다.
- (나) 별침에 들어 있는 산성 성분을 중화시키기 위해 염기성 물질인 암모니아수를 사용한다.
- (다) 생선 비린내의 성분은 염기성 물질이므로 산성 물질이 들어 있는 레몬 즙을 뿌려 중화시킨다.
- (라) 메테인이 공기 중의 산소와 반응하여 이산화탄소와 물을 생성하는 반응에서 메테인은 산화되고, 공기 중의 산소는 환원된다.

교과서

step 3 응용 문제

123쪽

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 해설 참조 05 해설 참조

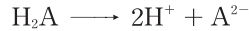
- 01** A는 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키므로 염기이고, B는 마그네슘 리본과 반응하여 기체를 발생시키므로 산이다. C는 중성의 전해질 용액이다.

ㄱ. A는 염기이므로 A의 수용액에는 OH^- 이 들어 있다.
 ㄴ. 산과 염기는 물에 녹아 이온화하므로 수용액은 전류가 흐른다.

바로알기 ㄷ. B의 수용액에 들어 있는 양이온은 H^+ 이나 C의 수용액에 들어 있는 양이온의 종류는 주어진 자료만으로는 알 수 없으며, H^+ 은 아니다.

- 02** ㄱ. H^+ 1개가 없어질 때 용액 속으로 염기의 양이온인 Na^+ 1개가 들어오므로 완전히 중화될 때까지는 총 이온 수가 변하지 않는다.

ㄷ. (나)에서 염기의 양이온과 산의 음이온 수의 비가 2 : 1이므로 산은 H_2A 의 형태이다. 따라서 다음과 같이 이온화하므로 H^+ 과 음이온 수의 비는 2 : 1이다.



바로알기 ㄴ. 산과 염기 수용액 10 mL가 완전히 중화하므로 산과 염기 수용액 10 mL에 들어 있는 H^+ , OH^- 의 수가 같으며, 산의 음이온은 H^+ 수의 $\frac{1}{2}$ 이고, 염기의 양이온 수는 OH^- 수와 같으므로 수용액의 부피가 같을 때 용액 속의 이온 수는 염기 수용액이 산 수용액보다 많다.

- 03** ① X는 NaOH 수용액을 가할수록 감소하다 B점 이후 존재하지 않으므로 처음 용액 중 반응에 참여하는 수소 이온이다.
 ② 수소 이온이 모두 반응한 B에서 중화 반응이 완전히 일어났으므로 용액의 최고 온도가 가장 높다.
 ③ A의 용액에는 Na^+ , Cl^- , H^+ 이, B의 용액에는 Na^+ , Cl^- 이, C의 용액에는 Na^+ , Cl^- , OH^- 이 존재한다.
 ④ B에서 중화 반응이 완료되므로 B점 이후에는 더 이상 중화 반응이 일어나지 않는다. 따라서 B와 C에서 생성된 물 분자 수는 같다.

바로알기 ⑤ C에 가장 많이 들어 있는 이온은 Na^+ 이다.

- 04** 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화게 하는 것은 염기 수용액에 들어 있는 수산화 이온이며, 이온은 반대 전하를 띤 전극으로 이동하므로 수산화 이온이 가운데로 이동한다. 나머지 이온(H^+ , Cl^- , Na^+ , NO_3^- , K^+)은 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 않으므로 이들 이온의 이동은 확인할 수 없다.

모범 답안 B, 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 수산화 이온(OH^-)은 (+)극 쪽으로 이동하는데, 붉은색이 중앙으로 이동하므로 B에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨렸다.

채점 기준	배점
수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨린 쪽을 옳게 고르고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨린 쪽만 옳게 고른 경우	30 %

- 05** 산 수용액과 염기 수용액을 혼합할 때 생성된 물 분자 수는 소량으로 넣어 준 산이나 염기 수용액 속의 H^+ 이나 OH^- 의 수와 같다. 혼합 용액은 염기성을 띠므로 생성된 물 분자 수는 염산 속의 H^+ 의 수와 같으며, H^+ 의 수는 반응에 참여하지 않은 Cl^- 의 수와 같다.

모범 답안 2N개, 혼합 용액은 염기성을 띠므로 생성된 물 분자 수는 가한 염산 속 염화 이온의 수와 같다.

채점 기준	배점
생성된 물 분자 수를 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
생성된 물 분자 수만 옳게 쓴 경우	50 %

3 생물 다양성과 유지(1)

교과서  탐구 & 해 보기 127쪽

- A** ㉠ 산호, ㉡ 고사리, ㉢ 바다, ㉣ 용기
B 1 ㉠ 하강, ㉡ 상승, ㉢ 빙하기 2 ㉠ 감소, ㉡ 증가 3 생물 다양성

이것까지 알아두면 좋아 128쪽

예제 1 ㉢ 예제 2 ㉡

예제 1 지질 시대는 생물계의 큰 변화를 기준으로 구분한다. 따라서 가장 많은 종류의 생물이 출현하고 멸종하는 지층 C와 D 사이가 지질 시대를 구분하는 경계로 가장 적절하다.

유제 2 ㄱ. A층에서 발견된 갑주어는 고생대의 표준 화석이다.
 ㄴ. C층에서 발견된 매머드는 신생대의 표준 화석이므로 C층은 A층보다 나중에 퇴적되었다.

바로알기 ㄴ. 고사리는 따뜻하고 습한 육지에서 서식하였으므로 지층 B는 온난한 환경에서 퇴적되었다.

ㄷ. A층에서 발견되는 갑주어는 바다 속에서 사는 생물이다. 따라서 A층은 바다에서 퇴적되었다가 융기하여 육지에서 B, C층이 퇴적되었다.

교과서  step 1 기본 문제 129쪽

- A** 화석, 생물계, 표준, 시상
B 중생대, 다세포, 삼엽충, 겉씨식물, 포유류
C 대멸종, 판게아
 1 (1) A : 선캄브리아 시대, B : 고생대, C : 중생대, D : 신생대 (2) A
 2 (1) ㄱ, ㄴ (2) ㄷ, ㄴ (3) ㄴ, ㄷ, ㄷ, ㄴ, ㄴ 3 (1) × (2) × (3) × (4) ○
 4 (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉢ (4) ㉣ 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

1 (1) A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.
 (2) 화석이 거의 발견되지 않는 시대는 선캄브리아 시대(A)이고, 화석이 많이 발견되는 시대는 고생대(B), 중생대(C), 신생대(D)이다.

2 ㄱ은 공룡, ㄴ은 방추충, ㄷ은 삼엽충, ㄹ은 산호, ㅁ은 암모나이트, ㅂ은 매머드, ㅅ은 고사리, ㅇ은 화폐석이다.
 (1) 지질 시대를 구분하는 데 이용되는 표준 화석은 고생대에는 방추충, 삼엽충 화석이 있고, 중생대에는 공룡과 암모나이트 화석이 있으며, 신생대에는 매머드, 화폐석 화석이 있다.

(2) 시상 화석은 지층이 생성될 당시의 환경을 알려 주는 화석이므로, 산호와 고사리 화석에 해당한다.
 (3) 방추충, 삼엽충, 산호, 암모나이트, 화폐석은 과거 바다에서 생활했던 생물들이다. 따라서 이들 화석이 발견된 지층은 생성 당시에 바다 환경이었음을 알 수 있다.

3 (1) 선캄브리아 시대에는 화석이 드물게 발견되기 때문에 수륙 분포를 정확히 알기 어렵다. 판게아는 고생대 말기에 형성되었다.
 (2) 고생대에는 대체로 온난하였지만 말기에 빙하기가 있었다. 빙하기 없이 온난한 지질 시대는 중생대이다.
 (3) 오존층이 형성된 지질 시대는 고생대이다.
 (4) 신생대에는 대륙의 이동과 분리가 계속되어 오늘날과 비슷한 수륙 분포를 이루게 되었다.

4 (1) 선캄브리아 시대에는 초기에 대기 중 산소가 없고 강한 자외선 때문에 생물이 바다에서만 생활하였고, 단세포 생물과 원시 해조류가 출현하였다.
 (2) 고생대에는 오존층이 형성되면서 육지에 도달하는 자외선이 차단되었기 때문에 육상 생물이 출현하였고, 양서류, 곤충류, 양치식물, 삼엽충 등이 번성하였다.
 (3) 중생대에는 암모나이트, 파충류(공룡 등), 겉씨식물 등이 번성하였다.
 (4) 신생대에는 화폐석, 포유류(매머드 등) 등이 번성하였고, 넓은 초원이 형성되어 초식 동물이 진화하였으며, 말기에 최초의 인류가 출현하였다.

5 **바로알기** (1) 지질 시대에는 생물 대멸종이 5번 일어났다.
 (2) 고생대 말기에는 판게아의 형성과 빙하기 등으로 인해 지구 역사상 가장 큰 규모의 생물 대멸종이 일어났다.
 (3) 중생대 말기에는 운석 충돌로 인해 공룡이 멸종하였다.
바로알기 (4) 급격하게 변한 지구 환경에 적응하지 못한 생물은 멸종하지만 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하여 생물 다양성이 증가하는 계기가 된다.

교과서  step 2 핵심 문제 130~132쪽

- 01 ㉣ 02 ㉢ 03 해설 참조 04 ㉣ 05 ㉣ 06 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 07 ㄴ 08 ㄱ, ㄴ 09 ㉠ 10 ㉣ 11 해설 참조 12 (가) - (라) - (나) - (다) 13 ㉣ 14 ㄱ, ㄴ 15 ㉢
 16 해설 참조

| 교과서엔 | 01-1 ㄱ, ㄴ, ㄷ 07-1 (1) (가), (바) (2) 육지 : (라), (마), 바다 : (가), (나), (다), (바) (3) 해설 참조 13-1 ㄱ, ㄷ

01 ① 바다에 살았던 생물의 화석이 육지에서 발견되는 경우에는 과거 이 지층이 바다 밑에서 만들어진 이후 수면 위로 융기했다는 것을 알 수 있다.

② 서로 다른 종의 생물 화석을 시대 순으로 나열하면 전반적인 생물의 진화 과정을 알 수 있고, 같은 종의 생물 화석의 경우에도 시대에 따른 생물의 진화 과정을 확인할 수 있다.

③ 지층 속에 포함된 표준 화석을 이용하면 그 지층의 생성 시기를 알 수 있다.

⑤ 글로소프테리스 화석처럼 여러 대륙에서 발견되는 동일한 종류의 화석을 이용하면 과거 수륙 분포의 변화를 알 수 있다.

바로알기 ④ 화석을 이용하면 그 생물의 서식 환경을 토대로 과거 기후가 변해온 과정을 알 수 있지만, 기후 변화의 원인까지는 알 수 없다.

02 나, 다. 화석이 되려면 생물에 단단한 부분이 있어야 하고, 생물의 유해나 흔적이 지각 변동을 받아 훼손되기 전에 지층 속에 빨리 매몰되어 화석화 작용을 받아야 한다.

바로알기 가. 생물의 개체 수가 많아야 화석으로 존재하기가 쉽다.

나. 생물의 유해나 흔적이 지층 속에 빨리 묻혀야 화석으로 존재할 수 있다.

03 **모범 답안** 선캄브리아 시대의 생물은 개체 수가 적었고, 생물에 단단한 부분이 없었으며, 화석이 되어도 오랜 시간 동안 지각 변동을 받으면서 화석이 사라졌기 때문이다.

채점 기준	배점
까닭을 세 가지 모두 옳게 설명한 경우	100 %
까닭을 두 가지만 옳게 설명한 경우	60 %
까닭을 한 가지만 옳게 설명한 경우	30 %

04 ④ 지질 시대 중 지속 시간은 A가 가장 길고, D가 가장 짧다.

바로알기 ①, ② A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다. A(선캄브리아 시대) 시대에는 오랜 시간 동안 지각 변동을 많이 받아 화석이 거의 발견되지 않는다.

③ 지질 시대는 표준 화석을 이용하여 선캄브리아 시대, 고생대, 중생대, 신생대로 구분한다.

⑤ 생물계의 급격한 변화를 기준으로 지질 시대를 구분한다. 따라서 C와 D 시대 사이는 지질 시대를 구분한 경계이므로, 이 시기에는 생물계의 급격한 변화가 있었다.

05 나. A는 생존 기간이 길고 분포 면적이 좁은 시상 화석이다. 따라서 A는 과거부터 현재까지 존재하는 생물의 화석이므로, A를 통해서 지층의 생성 당시의 환경을 알 수 있다.

다. B는 생존 기간이 짧고 분포 면적이 넓은 표준 화석이다. 따라서 지층 속에 존재하는 지질 시대별 표준 화석 B를 통해 지

층의 생성 시기를 알 수 있다.

바로알기 가. A는 시상 화석이고, B는 표준 화석이다. 따라서 고생대의 표준 화석인 방추충 화석은 B, 시상 화석인 산호 화석은 A에 해당한다.

06 암모나이트는 중생대 바다에서 번성했던 생물이다. 따라서 이 화석을 포함하는 지층은 중생대에 바다 환경에서 생성되었음을 알 수 있다.

모범 답안 (1) 중생대, 바다

(2) 바다에 살았던 암모나이트의 화석이 육지에서 발견되는 것으로 보아 암모나이트가 포함된 지층은 바다 밑에서 만들어진 이후 수면 위로 융기했다는 것을 알 수 있다.

채점 기준	배점
(1), (2)를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(1), (2) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

07 나. 각 지층에서 산출되는 화석으로 보아 세일층은 고생대에 퇴적되었고, 석회암층은 중생대에 퇴적되었으므로 세일층이 석회암층보다 먼저 생성되었다.

바로알기 가. 삼엽충과 암모나이트는 각각 고생대와 중생대의 바다에서 살았던 생물이므로, 세일층과 석회암층이 생성될 당시에 이 지역은 바다 환경이었다.

다. 이 지역은 삼엽충을 포함하는 고생대 지층과 암모나이트를 포함하는 중생대 지층으로 이루어져 있다.

08 선캄브리아 시대가 지질 시대의 대부분을 차지하며, 고생대, 중생대, 신생대로 올수록 각 시대가 차지하는 기간이 짧다. 따라서 A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.

가. 선캄브리아 시대(A)에는 생물에 유해한 자외선이 바다 속에 닿지 않았기 때문에 바다에서 최초의 생명체가 출현하였다.

나. 판게아가 형성된 시기는 고생대 말기이므로, B의 말기에 해당한다.

바로알기 다. 삼엽충은 고생대(B)에, 암모나이트는 중생대(C)에 번성하였다.

라. 오존층은 고생대(B)에 형성되었다. 오존층이 형성되어 육지에 도달하는 자외선이 차단되면서 육상 생물이 출현하였다.

09 가. 오존층이 형성된 약 4억 년 전보다 이전인 약 6.3억 년 전부터 산소의 농도가 증가한 것으로 보아 A시기에는 광합성 작용을 하는 남세균이 존재하였다는 것을 알 수 있다.

바로알기 나. 오존층은 육지에 도달하는 자외선을 차단하므로 육지에 도달하는 자외선의 양은 오존층이 형성되기 전인 A시기가 B시기보다 많았다.

다. 최초의 다세포 생물은 선캄브리아 시대 말기에 출현하였다.

- 10 나. 대륙이 분리되면 해안선의 길이가 증가하여 얕은 바다의 면적이 넓어지므로 해양 생물의 서식 환경이 다양해져서 생물의 종이 다양해지고, 해류가 복잡해져 기후대의 변화 폭이 커진다. 따라서 B보다 A 시기에 생물의 종이 다양했음을 알 수 있다.

ㄷ. 지질 시대 동안 식물계는 해조류 → 양치식물 → 겉씨식물 → 속씨식물의 순으로 진화하였다. 동물계는 무척추동물 → 어류 → 양서류 → 파충류 → 조류와 포유류의 순으로 진화하였다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 A는 대서양과 인도양이 넓어져 있고 현재의 수륙 분포와 비슷하므로 신생대이다. B는 대륙들이 하나로 뭉쳐 이루어진 관계아가 형성되었으므로 고생대 말기이고, C는 대서양과 인도양이 형성되기 시작했으므로 중생대의 수륙 분포에 해당한다. 따라서 수륙 분포의 순서는 B → C → A이다.

- 11 선캄브리아 시대 초기에는 대기 중 산소가 없어 오존층이 형성되지 못하였다. 따라서 지표에 강한 자외선이 도달했기 때문에 육지에서 생물이 출현할 수 없었고, 바다에서만 생물이 있었다. 고생대가 되면서 산소의 농도가 증가하여 해양 생물의 수가 급격히 증가하게 되었다.

모범 답안 고생대에는 바다와 대기 중의 산소 농도가 증가하여 생물의 서식 범위가 넓어졌기 때문이다.

채점 기준	배점
산소의 농도 증가로 생물의 서식 범위가 넓어졌기 때문이라고 설명한 경우	100 %
산소의 농도 증가만 설명한 경우	50 %

- 12 지질 시대 동안 생물이 번성한 순서는 어류(가) → 양서류(라) → 파충류(나) → 포유류(다)이다.

- 13 A 시기에 육상 식물이 출현한 것으로 보아 A 시기는 고생대, B 시기는 중생대, C 시기는 신생대에 해당한다.

ㄱ. 그림을 보면 해양 생물이 육상 식물보다 먼저 출현한 것을 알 수 있다.

나. 고생대(A)에서 육상 식물이 출현하기 전에는 오존층이 없어 강한 자외선이 지표에 도달하였지만, 오존층이 형성된 후에는 지표에 도달하는 자외선의 양이 감소하였다.

ㄷ. 신생대(C)에는 속씨식물, 화폐석, 포유류 등이 번성하였다.

바로알기 ㄷ. 고생대(A) 말기에 형성된 초대륙인 판게아는 중생대(B)에 분리되어 이동하기 시작하였다. 따라서 판게아의 형성으로 해양 생물이 급격히 감소한 시기는 고생대 말기이다. 중생대(B) 말기에 해양 생물이 급격히 감소한 이유는 운석 충돌로 추정된다.

- 14 ㄱ. (가)는 공룡이 번성했던 중생대이고, (나)는 삼엽충이 번성했던 고생대이며, (다)는 매머드가 번성했던 신생대이다.

나. 중생대에는 바다에서 암모나이트가 번성하였다.

바로알기 ㄷ. (나) 고생대에는 오존층이 형성되어 생물에 유해한 자외선을 차단함에 따라 생물이 육상으로 진출하였다. 생물들이 바다에서만 살았던 시대는 선캄브리아 시대이다.

ㄷ. (다) 신생대 후기에는 빙하기와 간빙기가 반복되었다. 빙하기가 없이 온난한 기후가 나타났던 시대는 중생대이다.

- 15 ㄱ. 그림에서 멸종 비율이 A는 약 60 %, B는 약 75 %로 B 시기의 멸종 비율이 더 크다.

나. B 시기는 고생대 말에 해당한다. 고생대 말에는 대륙들이 이동하여 판게아를 형성하면서 서식지가 축소되고, 기후가 급격하게 변화하여 삼엽충과 방추충 등이 멸종하였다.

ㄷ. C 시기는 운석 충돌에 의해 공룡이나 암모나이트가 대부분 멸종하여 생물 진화의 양상이 크게 변화한 시기로, 중생대와 신생대를 구분하는 기준이 된다.

- 16 **모범 답안** 대멸종 이후 급격하게 변한 지구 환경에 적응하지 못한 생물은 멸종하지만 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하여 생물 다양성이 증가하였다.

채점 기준	배점
대멸종 이후 적응과 진화를 통해 생물 다양성이 형성되었다고 설명한 경우	100 %
대멸종 이후 생물 다양성이 형성되었다고만 설명한 경우	50 %

교과서엔

- 01-1 ㄱ, 나, ㄷ. 화석을 이용하면 과거 생물의 구조와 모습, 서식 환경, 진화 과정, 지층의 생성 순서, 지층이 생성될 당시의 환경 등을 알 수 있다.

바로알기 ㄷ. 암석의 생성 원인은 화석을 통해 알 수 없다.

- 07-1 (가)는 삼엽충, (나)는 암모나이트, (다)는 화폐석, (라)는 공룡, (마)는 매머드, (바)는 방추충이다.

(1) 삼엽충과 방추충은 고생대에, 암모나이트와 공룡은 중생대에, 화폐석과 매머드는 신생대에 번성하였다.

(2) 삼엽충, 방추충, 암모나이트, 화폐석은 바다에서, 공룡과 매머드는 육지에서 서식했던 생물로 알려져 있다.

(3) 해수면 아래에 있던 지층이 조륙 운동이나 조산 운동과 같은 지각 변동으로 융기하면 육지로 드러나게 된다.

모범 답안 지층이 바다에서 만들어진 이후 수면 위로 융기하였기 때문

채점 기준	배점
(1), (2), (3)을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(1), (2), (3) 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	60 %
(1), (2), (3) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	30 %

13-1 ㄱ. A는 고생대, B는 중생대, C는 신생대이다. 고생대 말에 가장 큰 규모의 대멸종이 일어나 해양 생물과의 수가 가장 많이 줄었다.

ㄴ. 해양 생물과의 수 변화가 육상 식물과의 수 변화보다 더 뚜렷하게 나타나므로 지질 시대를 구분하는 데 더 유용하다.

바로알기 ㄴ. 생물의 다양성은 생물과의 수로 유추할 수 있다. 신생대 말에 생물과의 수가 가장 많은 것으로 보아 생물의 종류가 가장 다양했음을 알 수 있다.

ㄷ. 고사리는 따뜻하고 습한 육지에서 사는 생물로, 고사리 화석이 포함된 셰일층이 만들어질 당시의 기후는 온난하였음을 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. 방추충과 산호는 수심이 얇고 따뜻한 바다에서 살았던 생물들이다. 따라서 이들 화석이 포함되어 있는 석회암 층은 수심이 얇은 바다에서 생성되었음을 알 수 있다.

03 ① (가) 시기에는 모든 대륙들이 모여 거대한 초대륙인 판게아를 형성하였다.

③ (나) 시기는 판게아가 분리되는 중생대로, 중생대에는 공룡과 암모나이트가 번성하다가 멸종하였다.

④, ⑤ 고생대 말기에 형성된 판게아가 분리되면서 대륙이 점차 이동함에 따라 해안선의 모양은 더 복잡해졌고 그에 따라 해안선의 길이가 더 길어졌다. 또한, 대륙의 많은 부분이 북반구 쪽으로 이동함에 따라 북반구를 차지하는 대륙의 면적도 더 넓어졌다.

바로알기 ② 해양 생물의 수가 급격히 증가한 시기는 고생대 초기이고, 판게아가 형성된 (가) 시기는 고생대 말기이다.

04 A에서는 삼엽충, B에서는 암모나이트, C에서는 공룡, D에서는 매머드 화석이 산출된다. 따라서 A는 고생대에, B와 C는 중생대에, D는 신생대에 생성되었다. 삼엽충과 암모나이트는 바다 환경에서, 공룡과 매머드는 육지 환경에서 서식했으므로 지층 A, B는 바다에서 퇴적되었고, 지층 C, D는 육지에서 퇴적되었다.

모범 답안 지층 A는 고생대, B와 C는 중생대, D는 신생대에 생성되었다. 지층 A, B는 바다에서 퇴적된 후 융기하여 지층 C, D가 육지에서 퇴적되었다.

채점 기준	배점
지질 시대와 당시의 환경 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
당시 환경 변화만 옳게 설명한 경우	60 %
지질 시대만 옳게 설명한 경우	40 %

교과서 

step 3 응용 문제

133쪽

01 ③ 02 ④ 03 ② 04 해설 참조

01 ㄴ. 지질 시대는 생물계의 변화가 크게 나타나는 지층의 경계를 기준으로 구분할 수 있다. 따라서 이 지역의 지층을 2개의 지질 시대로 구분하고자 할 때 가장 적합한 곳은 지층 D와 E의 사이이다.

바로알기 ㄱ. 표준 화석이 되기 위해서는 생존 기간이 짧아 어느 시대를 대표할 수 있어야 한다. 화석 a의 경우 생존 기간이 길어 지층의 생성 시대를 확인하기보다 지층이 만들어질 당시의 환경을 확인하는 데 더 적합하다.

ㄴ. 지층 D와 E의 경계에서는 화석 c, d, f의 산출이 중단되고, 화석 e가 새로 산출되기 시작한다. 따라서 생물계의 변화는 여러 종의 생물이 멸종하고 새로운 종이 출현하는 지층 D와 E의 경계에서 가장 크게 나타난다.

02 ㄴ. 삼엽충과 방추충은 고생대의 표준 화석이다. 따라서 지점 1, 2의 지층은 고생대에 생성되었음을 알 수 있다.

4 생물 다양성과 유지(2)

교과서 

탐구 & 해 보기

137쪽

- A** 1 높아 2 돌연변이 3 자연 선택
B ㉠ 4, ㉡ 20, ㉢ 소나무, ㉣ (나)

A 2 대부분의 세균은 항생제 저항성 유전자가 없는데, 일부 세균에서 DNA에 돌연변이가 일어나 항생제 저항성 유전자를 가지게 되어 항생제 내성 세균이 발생한다.

3 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서는 항생제 내성 세균이 생존에 유리하므로 자연 선택되어 세대를 거듭하면서 비율이 높아져 항생제 내성 세균 집단이 형성된다.

B 종 다양성은 일정한 지역에 얼마나 많은 생물종이 얼마나 고르게 서식하는가를 나타낸 것이다. 따라서 생물종이 많을수록, 종의 분포 비율이 균등할수록 종 다양성이 높으며, 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다.

교과서 **속** step 1 기본 문제

139쪽

- A** 진화, 변이, 자연 선택
- B** 변이, 돌연변이, 유성, 자연 선택
- C** 유전적, 종, 생태계

- 1 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 2 ㉠ 변이, ㉡ 자연 선택 3 ㄱ, ㄷ
4 ㉠ 변이, ㉡ 먹이, ㉢ 자연 선택 5 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡ 6 (1) × (2) × (3) ○

- 1 (1) 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 더 많은 수의 자손을 낳는다.
(3) 같은 종의 개체들이라도 변이에 의해 다양한 형질을 나타내므로 환경에 적응하는 능력이 각기 다르다.
- 3 유전적 변이는 개체가 가진 유전자의 차이로 나타난다. 야구 선수의 팔 근육이 발달한 것은 환경의 영향으로 나타나는 비유전적 변이이다.
- 4 다양한 변이를 가진 한 종의 핀치가 갈라파고스 군도의 각 섬에 적응하는 과정에서 먹이 환경에 유리한 부리 모양을 가진 핀치가 자연 선택되었고, 이 과정이 오랫동안 반복되면서 각 섬마다 살고 있는 핀치의 종류가 달라졌다.
- 5 (가)와 ㉠은 생태계 다양성, (나)와 ㉢은 종 다양성, (다)와 ㉡은 유전적 다양성을 나타낸다.
- 6 (1) 생태계에 따라 환경이 다르므로 생물종과 개체 수도 다르다. 따라서 생태계 다양성이 높을수록 종 다양성과 유전적 다양성이 높다.
(2) 서식지가 작게 나누어지면 생물이 살 수 있는 서식지의 면적이 감소한다.
(3) 일부 외래종은 천적이 없을 경우 대량으로 번식하여 고유종의 서식지를 차지하고 생존을 위협하여 생물 다양성을 감소시킨다.

교과서 **속** step 2 핵심 문제

140~142쪽

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

| 교과서엔 | 05-1 ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 01 ㄱ. 환경에 대한 적응력의 차이는 개체들이 가진 형질의 차이(변이)에 의해 나타난다.
ㄴ. DNA의 유전 정보에 변화가 생기는 돌연변이는 유전적 변이가 나타나는 원인이 된다.
ㄷ. 유전적 변이는 자손에게 유전되어 진화의 원동력이 된다.
- 02 ② 다윈의 자연 선택설에서는 '자손의 과잉 생산과 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 진화'의 과정으로 진화가 일어난다고 설명한다.
- 03 ㄱ, ㄴ. 다윈의 자연 선택설은 모든 생물에게 적용되는 진화라는 원리가 있음을 알게 하여 생명 과학에 이론적 기반을 제시하였을 뿐만 아니라, 경쟁을 바탕으로 하는 자본주의의 발달에 과학적 근거로 활용되었다.
바로알기 ㄷ. 다윈의 자연 선택설은 제국주의의 출현과 식민 지배를 정당화하는 사상에 영향을 주었다.
- 04 **모범 답안** 기린의 목 길이에는 다양한 변이가 있었다. 먹이에 대한 생존 경쟁에서 목이 긴 기린이 자연 선택되어 긴 목을 가진 기린으로 진화하였다.

채점 기준	배점
세 용어를 모두 사용하여 옳게 설명한 경우	100 %
두 용어만 사용하여 옳게 설명한 경우	60 %

- 05 ㄱ. 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 생존 경쟁에서 살아남아 자손을 남기는 과정에서 변이는 자손에게 유전된다.
ㄷ. 자연 선택에 의한 진화는 일반적으로 오랜 세월에 걸쳐 일어나지만, 급격한 환경 변화가 있는 경우에는 짧은 시간 내에 자연 선택이 일어나기도 한다.
바로알기 ㄴ. 같은 변이라도 환경에 따라 생존에 유리할 수도 있고 불리할 수도 있으므로 환경 변화는 자연 선택의 방향에 영향을 준다.
- 06 ㄴ. 같은 종이라도 환경에 따라 생존에 유리한 변이가 다르므로 기관의 형태가 달라질 수 있다. 예를 들어 선인장이 많은 섬에서는 뾰족한 부리가, 딱딱한 씨가 많은 섬에서는 크고 두꺼운 부리가 생존에 유리하여 각기 다른 방향으로 자연 선택이 일어난다.

ㄷ. 진화는 유전되는 변이의 자연 선택을 통해 일어난다.

바로알기 ㄱ. 같은 종의 핀치 집단 내에 이미 다양한 부리 모양(변이)이 존재했으며, 그 중 각 섬의 먹이 환경에 가장 유리한 부리 모양이 자연 선택된 것이다.

07 ㄱ. 초기에는 집단에 없던 B 형질이 돌연변이 등에 의해 우연히 생겨났다.

ㄷ. B 형질을 가진 개체의 비율이 높아지는 쪽으로 진화가 일어난 것으로 보아 B 형질을 가진 개체는 자연 선택되어 자신의 형질을 자손에게 전달하였다.

바로알기 ㄴ. B 형질을 가진 개체가 비율이 점차 높아지는 것으로 보아 A 형질보다 B 형질이 생존에 유리한 환경에서 진화가 일어났다.

08 ㄷ. 낫 모양 적혈구는 빈혈과 혈관 막힘 등을 유발하여 생존에 불리하다. 그러나 낫 모양 적혈구에서는 말라리아 원충이 증식하기 어려우므로 말라리아가 많이 발생하는 아프리카 지역에서는 오히려 생존에 유리하게 작용하여 자연 선택되었다.

바로알기 ㄱ. 낫 모양 적혈구를 가진 사람은 말라리아에 저항성이 있으므로 말라리아에 걸릴 확률이 낮다.

ㄴ. 말라리아는 낫 모양 적혈구 빈혈증인 사람의 생존에 유리하게 작용하였다.

09 ㄴ. 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서는 항생제 내성이 생존에 유리하므로 자연 선택된다.

바로알기 ㄱ. 그림에서 항생제 내성 세균이 이미 집단 내에 존재하고 있었으므로, 항생제 내성이 항생제 사용으로 인해 발생한 변이라고 볼 수 없다.

ㄷ. 항생제를 사용하지 않는 환경에서 항생제 내성이 생존에 불리하게 작용하는 것은 아니므로 항생제 사용을 중단한다고 해서 항생제 내성 세균이 다시 사라진다고 볼 수 없다.

10 ① 생물 다양성이 높으면 어떤 생물종이 사라지더라도 이를 대체할 다른 생물이 있으므로 생태계가 안정적으로 유지될 수 있다.

② 생태계의 종류에 따라 환경이 다르므로 서식하는 생물종과 개체 수도 다르다. 따라서 생태계 다양성이 높을수록 종 다양성과 유전적 다양성도 높다.

④ 종 다양성은 생물종이 많을수록, 각 종의 분포 비율이 균등할수록 높다.

⑤ 한 생태계에 서식하는 생물의 다양한 정도를 종 다양성이라고 하며, 어느 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 생태계 다양성이라고 한다.

바로알기 ③ 인간에게 유용한 단일 품종의 작물을 대규모로 재배하면 특정 유전자의 비율이 높아져 그 집단의 유전적 다양성이 낮아진다.

11 ㄷ. (다)는 어떤 지역에 얼마나 다양한 생물 서식지(생태계)들이 존재하는지를 나타내는 생태계 다양성을 의미한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 같은 종의 개체들 사이에 하나의 형질을 결정하는 유전자의 차이를 나타낸 것이므로 유전적 다양성을 의미한다.

ㄴ. (나)는 한 생태계 내에 분포하는 생물종의 다양한 정도를 나타내는 종 다양성을 의미한다. 종 다양성은 식물과 동물뿐만 아니라 생태계에 존재하는 모든 생물종에 해당하는 다양성이다.

12 A. 생물 자원이란 인간의 생활과 생산 활동에 이용되는 모든 생물을 의미하므로 생물 다양성이 높을수록 인간이 이용할 수 있는 생물 자원이 풍부해진다.

B. 열대 우림은 강수량이 많고 일년 내내 기온이 높아 생태계 중 종 다양성이 가장 높다.

바로알기 C. 유전적 다양성이 높은 종일수록 개체들 사이에 유전적 변이가 많아 다양한 형질을 가진 개체들이 존재한다. 따라서 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남기에 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 가능성도 높아서 멸종될 확률이 낮다.

13 **모범 답안** 갯벌과 습지는 육상 생태계와 수생태계 사이에 위치한 생태계로, 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 공존하고 있어 종 다양성이 높다.

채점 기준	배점
생태계의 위치와 생물종의 공존을 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
생태계의 위치나 생물종의 공존 중 하나만 포함하여 옳게 설명한 경우	50 %

14 ㄱ. 도로나 댐 건설 등으로 서식지가 분리되는 서식지 단편화를 나타낸 것으로, 서식지의 면적이 줄어들고 생물의 이동이 제한되므로 생물 다양성이 감소한다.

ㄷ. 단편화된 두 지역 사이에 생물이 이동할 수 있도록 생태 통로를 설치하면 생물이 고립되는 것을 막아 생물 다양성을 보전하는 데 도움이 된다.

바로알기 ㄴ. 서식지가 분할되면 서식지 면적이 줄어들고, 생물종의 이동이 제한되어 멸종하기 쉽다.

15 **바로알기** ㄱ. 외래종은 천적이 없을 경우 대량으로 번식할 수 있다. 그 결과 토종 생물의 서식지를 차지하고 생존을 위협하게 되므로 외래종의 유입은 종 다양성을 감소시킨다.

05-1 ㄱ, ㄴ. 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이를 변이라고 하며, 개체가 가지는 유전자의 차이로 나타난다.

ㄷ. 같은 변이라도 환경에 따라 생존에 유리할 수도 있고 불리할 수도 있으므로 자연 선택의 결과가 다를 수 있다.

01 ② 02 ④ 03 ① 04 해설 참조 05 해설 참조

01 ② 긴 목을 가진 기린이 더 많이 살아남아 자손을 남긴 결과 목이 긴 기린의 비율이 점차 높아졌고, 현재와 같이 목이 긴 기린으로 진화하였다.

바로알기 ① 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 많이 살아남아 형질이 자손에게 많이 유전되는 것이지, 생존에 유리한 형질만이 자손에게 유전되는 것은 아니다.

③ 목이 긴 형질은 환경 적응에 유리한 형질일 뿐 우수한 형질이라고 할 수 없다.

④ 기린이 목을 계속 사용한 결과 목이 길어졌다는 주장은 라마르크의 '용불용설'의 내용이며, 후천적으로 얻어진 형질은 다음 세대로 유전되지 않으므로 인정받지 못한다.

⑤ 다윈이 자연 선택설을 발표하던 당시에는 유전의 원리가 알려지지 않아 변이가 나타나는 원인과 자손에게 유전되는 원리는 명확하게 설명하지 못했다.

02 ㄴ. 산업 혁명 후 대기 오염으로 인해 숲이 전체적으로 어두워지면서 흰색 후추나방이 검은색 후추나방에 비해 천적에게 잡아먹히는 비율이 높아진 결과 검은색 후추나방의 비율이 증가하였다.

ㄷ. 대기 오염을 규제한 후 숲이 다시 밝아지면서 흰색 후추나방이 자연 선택되어 비율이 높아졌다. 따라서 같은 변이라도 환경 변화에 따라 자연 선택의 결과는 달라진다.

바로알기 ㄱ. 산업 혁명 이전부터 이미 흰색과 검은색의 후추나방 변이는 존재했다. 따라서 산업 혁명 후 대기 오염으로 인한 돌연변이로 검은색 후추나방이 생겼다고는 볼 수 없다.

03 ㄱ. 농경지는 특정 농작물만 재배하므로 생물 다양성이 매우 낮다. 따라서 습지로 복원할 경우 생물 다양성을 증가시킬 수 있다.

바로알기 ㄴ. 병충해에 강한 농작물이라도 단일 품종 위주로 재배하면 유전적 다양성이 감소하여 환경 변화나 질병이 발생했을 때 멸종할 위험이 커진다.

ㄷ. 외래종은 천적이 없을 경우 대량으로 번식할 수 있다. 그 결과 고유종의 서식지를 차지하고 생존을 위협하여 생물 다양성을 감소시킨다.

04 환경의 변화는 자연 선택의 방향에 영향을 주어 변화된 환경에 적응하기 유리한 변이(살충제 내성)를 가진 개체의 비율이 증가한다.

모범 답안 지속적으로 살충제가 사용되는 환경에서는 살충제에 내성이 있는 해충이 생존에 유리하다. 따라서 자연 선택에 의해 살충제 내성 해충의 집단 내 비율이 점차 높아져 살충제에 내성이 있는 해충 집단이 형성된다.

채점 기준	배점
살충제 내성 해충의 생존과 집단 내 비율의 증가를 들어 옳게 설명한 경우	100 %
살충제 내성 해충의 생존과 집단 내 비율의 증가 중 하나만 들어 설명한 경우	60 %
살충제 내성 해충이 자연 선택되었다고만 설명한 경우	20 %

05 (가)와 (나)는 생물종 수가 4종으로 같고 전체 개체 수도 20개체로 같지만, (가)는 여러 종이 고르게 분포하는 데 비해 (나)는 종 A의 분포 비율이 매우 높다. 따라서 종의 분포 비율이 균등한 (가)가 (나)보다 종 다양성이 더 높다.

모범 답안 (가), (가)와 (나)는 생물종 수와 전체 개체 수는 모두 같지만, (가)가 종의 분포 비율이 균등하므로 종 다양성이 더 높다.

채점 기준	배점
(가)라고 쓰고, 생물종 수와 개체 수, 종의 분포 비율을 들어 옳게 설명한 경우	100 %
(가)라고 쓰고, 종의 분포 비율만 들어 옳게 설명한 경우	70 %
(가)라고만 쓴 경우	20 %

III 단원 | 핵심 요약

144~147쪽

1 산소 2 연 3 잎 4 환원 5 산화 6 잎 7 연 8 환원 9 산화 10 산화 11 환원 12 환원 13 산화 14 수소 이온(H^+) 15 수소 이온(H^+) 16 수소 17 이산화 탄소 18 수소 이온(H^+) 19 수산화 이온(OH^-) 20 수산화 이온(OH^-) 21 수산화 이온(OH^-) 22 붉은색 23 빨간색 24 노란색 25 파란색 26 작 27 1 : 1 28 중화열 29 높 30 석회 가루 31 시기 32 환경 33 생물계 34 선캄브리아 시대 35 고생대 36 중생대 37 신생대 38 고사리 39 산호 40 육지 41 바다 42 바다 43 남세균 44 오존층 45 어류 46 양치 47 판게아 48 빙하기 49 암모나이트 50 판게아 51 운석 52 진화 53 변이 54 돌연변이 55 유전적 56 종 57 푸른곰팡이 58 서식지 단편화 59 협약

Ⅳ. 환경과 에너지

1 생태계와 환경(1)

교과서  탐구

152쪽

A 1 ㉠ 하위, ㉡ 1차 소비자 또는 2차 소비자 2 동물 플랑크톤

- A 1 멸치가 생산자인 식물 플랑크톤을 먹을 때에는 1차 소비자이고, 1차 소비자인 동물 플랑크톤을 먹을 때에는 2차 소비자이다.

교과서  step 1 기본 문제

153쪽

- A 소비자
B 세기, 파장, 물, 온도
C 먹이 사슬, 피라미드, 생태계 평형

1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 2 (1) ㄱ (2) ㄴ (3) ㄴ (4) ㄹ 3 ㉠ 두꺼우며, ㉡ 크고, ㉢ 작은 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × 5 (다) → (라) → (나) → (가)

- 1 (1) 개체군은 일정한 지역에 사는 같은 생물종의 무리를 말하며, 같은 서식지에 모여 살아가는 여러 생물종(개체군)의 무리는 군집이다.
(2) 식물 플랑크톤과 해조류는 광합성으로 생활에 필요한 양분을 스스로 만드는 생산자이다.
(4) 가을에 기온이 낮아지면 은행나무 잎이 노랗게 변하는 것은 비생물적 요인인 온도가 생물인 은행나무에 영향을 준 것이다.
- 2 (1) 곤충의 몸 표면이 키틴질로 되어 있고, 파충류의 몸 표면이 비늘로 덮여 있는 것은 수분의 손실을 막기 위한 것이다.
(2) 찌꼬리는 봄에, 노루는 가을에 번식하는 것은 일조 시간의 영향을 받은 것이다.
(3) 한 나무에서 빛의 세기가 강한 곳에 있는 잎은 두껍고, 빛의 세기가 약한 곳에 있는 잎은 얇다.
(4) 개구리와 도마뱀은 겨울이 되어 온도가 낮아지면 물질대사가 원활하게 일어나지 않아 겨울잠을 잔다.
- 3 추운 지방에 사는 정은 동물은 체온을 일정하게 유지할 수 있도록 깃털이나 털이 발달되어 있고 피하 지방층이 두껍다. 또 포유류는 서식지의 기온이 낮을수록 몸집은 크고 몸 말단부는 작은 경향이 있다.

- 4 (1) 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 생물량, 에너지량, 개체 수는 감소한다.
(2) 생태계에서 에너지는 유기물의 형태로 먹이 사슬을 통해 상위 영양 단계로 이동한다.
(3) 생태계에서 에너지는 먹이 사슬을 통해 상위 영양 단계로 이동한다. 이때 에너지는 각 영양 단계에서 생물의 생명 활동에 쓰이거나 열에너지로 방출되고 남은 것이 다음 영양 단계로 이동하므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소한다.
(4) 생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되므로 생물 다양성이 높아 먹이 그물이 복잡할수록 평형이 잘 유지된다.
(5) 숲을 경작지로 개발하면 생물 다양성이 낮아져 생태계 평형이 깨지기 쉽다.

- 5 안정된 생태계에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면(다) 먹이인 생산자의 개체 수는 감소하고, 1차 소비자를 먹는 2차 소비자의 개체 수는 증가한다(라). 2차 소비자의 개체 수가 증가하면 1차 소비자의 개체 수는 다시 감소한다(나). 그 결과 생산자의 개체 수는 증가하고, 2차 소비자의 개체 수는 감소하여 생태계는 평형을 회복한다(가).

교과서  step 2 핵심 문제

154~156쪽

01 ⑤ 02 A : ㄴ, ㄹ, ㅅ, B : ㄱ, ㅈ, C : ㄷ, ㅊ, D : ㅂ, ㅇ 03 ⑤
04 해설 참조 05 ⑤ 06 (가) 공기, (나) 물 07 ③ 08 ④
09 해설 참조 10 ② 11 ⑤ 12 ② 13 ⑤ 14 ③ 15 해설 참조

| 교과서엔 | 10-1 ㄴ 12-1 해설 참조

- 01 ③ 생태계는 어항 등과 같이 작은 생태계부터 바다와 같이 큰 생태계까지 종류와 크기가 매우 다양하다.
바로알기 ⑤ 한 지역에 살고 있는 모든 생물과 그 주변 환경을 통틀어 생태계라고 하며, 경작지, 저수지, 도시의 공원 등 인위적으로 만들어진 것도 생태계에 포함된다.
- 02 빛, 토양, 온도는 비생물적 요인이고, 벼, 민들레는 생산자, 토끼, 여우는 소비자, 버섯, 곰팡이는 분해자이다.
- 03 ③ 분해자는 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 다른 생물에게 제공하거나 비생물 환경으로 돌려보낸다.
④ 모든 생물은 호흡을 통해 유기물을 분해하여 생활에 필요한 에너지를 얻는다.
바로알기 ⑤ 세균은 생물적 요인 중 분해자에 해당한다.

- 04** 어항 생태계에서 햇빛과 물은 비생물적 요인, 물벼룩은 1차 소비자, 금붕어는 2차 소비자, 식물 플랑크톤은 생산자이다. 따라서 생태계의 원활한 유지를 위해서는 생태계 구성 요소 중 분해자가 필요하다.

모범 답안 생태계의 구성 요소 중 분해자가 없어 물질 순환이 원활하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
분해자가 없기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100 %
생태계의 구성 요소 중 일부가 없기 때문이라고만 설명한 경우	30 %

- 05** ㄱ. 가을에 단풍이 들고 낙엽이 지는 것은 낮은 온도 때문이므로, 비생물적 요인이 생물에게 영향을 주는 ㉠에 해당한다.
 ㄴ. 쌓인 낙엽이 분해되어 생긴 무기물로 인해 토양이 비옥해지는 것은 생물이 비생물적 요인에게 영향을 주는 ㉡에 해당한다.
 ㄷ. ㉢과 ㉣은 생산자와 소비자 사이에 서로 영향을 주고받는 것이다.

- 06** (가) 고산 지대는 공기가 희박하므로 이 지역에 사는 사람들의 혈액에는 평지에 사는 사람들에 비해 적혈구 수가 많아 산소를 얻는 데 도움이 된다.
 (나) 건조한 사막에 사는 선인장은 잎에서 수분이 증발하는 것을 막기 위해 잎이 가시로 변화했다.

- 07** ㄱ. 빛은 청색광, 황색광, 적색광의 순으로 가장 깊은 곳까지 도달한다.
 ㄷ. 바다의 깊이에 따라 분포하는 해조류의 종류가 다른 것은 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장이 다르기 때문이다.
바로알기 ㄴ. 바다 깊은 곳에 분포하는 홍조류는 청색광을 주로 광합성에 이용하며, 적색광을 주로 이용하는 것은 녹조류이다.

- 08** (가)는 북극여우, (나)는 사막여우이다.
 ㄴ. (나)는 주둥이, 귀, 꼬리 등 말단부가 커서 외부로 열을 방출하는 데 유리한 사막여우이다.
 ㄷ. 추운 지방에 사는 동물일수록 체온 손실을 막기 위해 피하지방층이 두껍게 발달되어 있다.
바로알기 ㄱ. (가)는 (나)보다 몸집이 커서 단위 부피당 체표면적이 작아 열 방출량이 적다.

- 09** 하나의 식물에서도 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두껍다.
모범 답안 (가)는 (나)보다 빛의 세기가 강한 곳에 위치하여 광합성이 활발히 일어나는 율타리 조직이 발달하여 잎이 두껍다.

채점 기준	배점
빛의 세기와 율타리 조직을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
빛의 세기만 언급하여 설명한 경우	50 %

- 10** ㄱ. 곤충의 키틴질 몸 표면, 파충류의 비늘, 조류의 단단한 알 껍질 등은 모두 건조한 육상에서 몸속 수분을 보존하도록 적응한 결과이다.

ㄷ. 상록수는 잎의 큐티클층이 두꺼워 추위를 견딜 수 있기 때문에 겨울에도 잎을 떨어뜨리지 않는다.

바로알기 ㄴ. 정온 동물 중에도 박쥐나 곰과 같은 일부 동물은 먹이가 부족한 겨울에 에너지 소모를 줄이기 위해 겨울잠을 잔다.

ㄹ. 수련, 생이가래와 같이 물에 사는 식물은 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않는다.

- 11** ㄱ. 이 생태계에서 참새는 2개의 먹이 사슬에 연결되어 있다. 열매(생산자) → 참새(1차 소비자) → 매(2차 소비자)에서는 1차 소비자이고, 풀(생산자) → 메뚜기(1차 소비자) → 참새(2차 소비자) → 매(3차 소비자)에서는 2차 소비자이다.

ㄴ. 매와 올빼미는 각각 먹이 사슬의 마지막 단계에 해당하는 최종 소비자이다.

ㄷ. 이 생태계에서 메뚜기는 풀 → 메뚜기 → 두더지 → 올빼미로 이어지는 먹이 사슬, 풀 → 메뚜기 → 참새 → 매로 이어지는 먹이 사슬, 풀 → 메뚜기 → 청설모 → 올빼미로 이어지는 먹이 사슬에 각각 연결되어 있다.

- 12** ㄷ. 안정된 생태계는 환경이 변해 일시적으로 생물 개체 수가 변하더라도 시간이 지나면 먹이 사슬을 통해 다시 생태계 평형을 회복한다.

바로알기 ㄱ. 먹이 사슬이 다양하게 연결되어 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.

ㄴ. 생태계 평형이 깨지는 요인에는 홍수, 산사태, 화산 폭발, 지진, 산불 등 자연재해와 무분별한 벌목, 경작지 개발, 환경 오염 등 인간의 활동이 있다.

- 13** ㄱ, ㄷ. 일반적으로 생태계에서 개체 수, 에너지양, 생물량 모두 상위 영양 단계로 갈수록 줄어들어 이를 하위 영양 단계부터 쌓아올리면 피라미드 형태를 나타낸다.

ㄴ. 에너지는 각 영양 단계에서 생물의 생명 활동에 사용되거나 열에너지로 방출되고 남은 것 중 일부가 다음 영양 단계로 전달된다.

- 14** ② 도시의 옥상 정원과 숲은 생물에게 서식지를 제공할 뿐 아니라, 도시의 열섬 현상을 완화시킬 수 있다.

바로알기 ③ 하천에 콘크리트 제방을 쌓고 물길을 직선화한 인공 하천은 생물의 서식지를 줄이는 결과를 낳는다. 나무, 돌, 흙과 같은 자연 재료를 이용하여 자정 능력을 갖춘 자연형 하천을 만들면 생물들의 서식지를 보호하여 생태계를 보전할 수 있다.

- 15 **모범 답안** 서식지에 도로를 건설하면 서식지가 분리된다. 이때 생태 통로를 설치하여 서식지를 연결해 주면 야생 동물이 차에 치어 죽는 것과 고립되는 것을 막을 수 있다.

채점 기준	배점
문제점과 역할을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
문제점과 역할 중 하나만 옳게 설명한 경우	50 %

교과서엔

- 10-1 나. 도마뱀과 같은 파충류의 몸 표면이 비늘로 덮여 있는 것은 몸속의 수분을 보존하기 위한 적응의 결과이다.

바로알기 가. 해조류의 분포가 바다 깊이에 따라 다른 것은 도달하는 빛의 파장에 적응한 결과이다.
 다. 기온이 매우 낮은 툰드라에 서식하는 털송이 풀의 잎이나 꽃에 털이 많이 나 있는 것은 추위(온도)에 적응한 결과이다.

- 12-1 **모범 답안** 2차 소비자의 개체 수가 일시적으로 감소하면 1차 소비자의 개체 수는 증가하고, 생산자의 개체 수는 감소한다. 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 2차 소비자의 개체 수가 증가하고, 그 결과 1차 소비자의 개체 수는 다시 감소하고 생산자의 개체 수는 증가하여 생태계 평형이 회복된다.

채점 기준	배점
1차 소비자와 생산자의 개체 수 변화를 언급하여 단계별로 옳게 설명한 경우	100 %
1차 소비자와 생산자의 개체 수 변화를 단계 없이 언급하여 설명한 경우	50 %

교과서

step 3 응용 문제

157쪽

- 01 ① 02 ③ 03 ③ 04 해설 참조 05 해설 참조

- 01 가. 토끼의 개체 수가 늘어나면 먹이가 되는 풀의 개체 수가 줄어드는 것은 토끼와 풀 사이에 일어나는 일이므로 생물 간의 상호 작용인 ㉠에 해당한다.

바로알기 나. 지렁이의 활동으로 토양이 비옥해지고 통기성이 좋아지는 것은 생물(지렁이)이 비생물적 요인(토양)에 영향을 주는 것이므로 ㉡에 해당한다.

다. 수련과 같이 물에 사는 식물에서 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않는 것은 비생물적 요인(물)이 생물(수련)에 영향을 주는 것이므로 ㉢에 해당한다.

- 02 가. (나)가 (가)보다 생태계를 구성하는 생물종의 수가 많으므로 종 다양성이 높다.

나. 종 다양성이 높고 먹이 그물이 복잡한 (나)가 (가)보다 더 안정된 생태계이다.

바로알기 다. (가)에서는 메뚜기가 사라질 경우 먹이가 없는 뒤쥐와 수리부엉이가 연속적으로 사라지게 되지만, (나)에서는 메뚜기와 뒤쥐가 사라져도 수리부엉이는 생쥐, 오리, 참새, 도요새를 먹이로 하여 살아갈 수 있다.

- 03 가, 나. 봄꽃은 낮의 길이가 길고 밤의 길이가 짧아지는 봄~초여름에 꽃이 피고, 국화는 낮의 길이가 짧고 밤의 길이가 길어지는 가을에 꽃이 핀다.

바로알기 다. 일조 시간은 동물의 번식 시기에도 영향을 준다. 피꼬리와 종달새는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 송어와 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.

- 04 **모범 답안** 생태계에서 에너지는 각 영양 단계에서 생물이 생명 활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고 남은 것이 다음 단계로 이동하기 때문에 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어든다.

채점 기준	배점
상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어드는 까닭을 생명 활동과 열에너지 방출로 옳게 설명한 경우	100 %
상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어드는 까닭을 쓰고 남은 에너지만 전달되기 때문이라고 설명한 경우	60 %
상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어든기 때문이라고만 설명한 경우	30 %

- 05 하천에 콘크리트 제방을 쌓거나 무분별하게 경작지를 개발하면 생물의 서식지가 파괴되어 생물종 수가 감소하므로 생태계 평형이 깨지게 된다.

모범 답안 생물의 서식지가 파괴되어 종 다양성이 감소하므로 생태계 평형이 깨질 가능성이 높다.

채점 기준	배점
생물의 서식지 파괴와 종 다양성 감소를 들어 옳게 설명한 경우	100 %
생물의 서식지 파괴만 언급하여 설명한 경우	50 %

2 생태계와 환경(2)

교과서 탐구

162쪽

- A 1 ㉠ 빙하, ㉡ 상승, ㉢ 다양성

A 온실 효과, 이산화 탄소

B 대기 대순환, 3

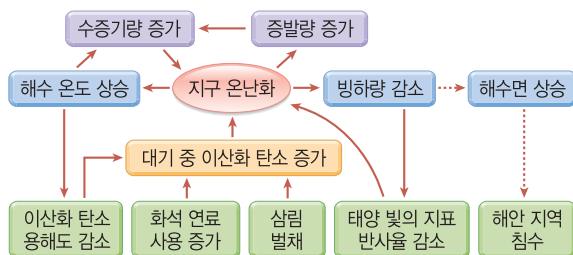
C 사막화, 엘니뇨

D 퍼텐셜, 온도

E 효율

- 1 지구 온난화 2 ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 감소, ㉣ 상승 3 (1) ㉡, ㉣
 (2) ㉠, ㉣ 4 (1) × (2) × (3) × (4) ○ 5 (1) 열 (2) 운동 (3) 열
 (4) 화학 6 ㉠ 보존, ㉡ 열 7 12.5 kJ

- 2 화석 연료의 사용량이 증가하면 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가한다. 이산화 탄소는 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 지표로 다시 방출하므로 이산화 탄소의 농도가 증가하면 지구의 평균 기온이 높아지는 지구 온난화가 나타난다. 지구의 평균 기온이 상승하면 해수가 열팽창하고 육지의 빙하가 녹아 해수면이 상승하고, 해수에 잠기는 해안 지역이 늘어나 육지의 면적이 감소한다.



- 3 (1) 위도 30°~60° 지역에서는 대기 대순환에 의해 지상에서 편서풍이 서쪽에서 동쪽으로 불고, 북태평양에서는 편서풍의 영향으로 북태평양 해류가 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.
 (2) 적도에서 위도 30° 지역에서는 대기 대순환에 의해 지상에서 무역풍이 동쪽에서 서쪽으로 불고, 북태평양에서는 무역풍의 영향으로 북적도 해류가 동쪽에서 서쪽으로 흐른다.
- 4 (1) 사막화는 대기 대순환의 변화와 같은 자연적 요인과 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 파괴와 같은 인위적 요인이 복합적으로 작용하여 발생한다.
 (2) 사막은 하강 기류가 발생하여 강수량이 적고 증발량이 많아 날씨가 맑은 위도 30° 부근에 주로 분포한다.
 (3) 엘니뇨는 무역풍의 세기가 평소보다 약할 때 발생한다.
 (4) 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하기 때문에 평상시보다 동태평양의 표층 수온이 높아진다.
- 5 (1) 물체와 물체 사이의 마찰 : 운동 에너지 → 열에너지
 (2) 전동기 : 전기 에너지 → 운동 에너지

(3) 물질의 연소 : 화학 에너지 → 열에너지

(4) 광합성 : 빛에너지 → 화학 에너지

- 6 에너지는 항상 일정하게 보존된다. 그러나 에너지가 전환될 때 다시 사용하기 어려운 열에너지의 형태로 전환되기 때문에 전환 가능한 에너지를 절약해야 한다.

- 7 열기관이 하는 일을 W 라고 하면, $25 = \frac{W}{50 \text{ kJ}} \times 100$ 에서 $W = 12.5 \text{ kJ}$ 이다.

- 01 ④ 02 ⑤ 03 A, D 04 ㄱ, ㄷ 05 ⑤ 06 ③ 07 ⑤
 08 ③ 09 해설 참조 10 ⑤ 11 (가) 12 ③ 13 ⑤ 14 ④
 15 ④ 16 ⑤ 17 ② 18 ③ 19 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

| 교과서엔 | 08-1 ㄱ, ㄷ 17-1 (1) 화학 에너지 (2) 화력 발전, 지열 발전 등 19-1 20 %

- 01 온실 효과를 일으키는 온실 기체에는 수증기, 이산화 탄소, 메테인, 오존, 일산화 이질소, 프레온 가스 등이 있다.
- 02 ㄱ, ㄴ. 대기가 있는 경우에는 온실 효과에 의해 대기가 없을 때보다 지표면의 평균 온도가 높고, 낮과 밤의 기온 차가 작다.
 ㄷ. 대기 중 온실 기체가 증가하면 지구 복사 에너지를 흡수했다가 지표로 다시 방출하는 양이 늘어나므로 지구의 평균 기온은 상승한다.
- 03 A. 지구 온난화로 해수의 온도가 상승하고 증발량이 증가하면 대기 중 수증기량은 증가한다.
 D. 화석 연료의 사용이 증가하면 온실 기체인 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하여 지구 온난화를 일으킨다.
바로알기 B. 지구 온난화로 빙하량이 감소하면 태양 빛의 지표 반사율을 감소시키고, 해수면을 상승시켜 해안 지역이 물에 잠기게 된다.
 C. 기체는 온도가 낮을수록 용해가 잘 된다. 따라서 해수 온도의 상승으로 이산화 탄소의 용해도가 감소하면 대기 중 이산화 탄소의 농도가 높아져 지구 온난화를 일으킨다.
- 04 ㄱ, ㄷ. 우리나라의 평균 기온이 상승함에 따라 온대 기후 지역은 난대 기후로, 난대 기후 지역은 아열대 기후로 바뀔 것으로 예상된다. 따라서 봄꽃의 개화 시기가 빨라질 것이다.
바로알기 ㄴ. 온대 기후에서 뚜렷하게 나타나는 사계절은 아열대 기후가 확대될수록 그 구분이 점점 모호해질 것이다.
 ㄹ. 기후가 점점 따뜻해짐에 따라 난류성 어종의 서식지가 북상할 것이다.

05 나. 저위도 지역은 태양 복사 에너지의 입사량이 지구 복사 에너지의 방출량보다 많고, 고위도 지역은 지구 복사 에너지의 방출량이 태양 복사 에너지의 입사량보다 많다. 따라서 저위도 지역은 에너지 과잉 상태이고, 고위도 지역은 에너지 부족 상태이다.

ㄷ. 위도별 복사 에너지의 불균형 때문에 대기 대순환이 일어나고, 대기 대순환으로 해수의 표층 순환이 일어난다. 대기와 해수의 표층 순환으로 인해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 운반된다.

바로알기 ㄱ. A는 저위도 지역에서 복사 에너지량이 많고, 고위도 지역에서 복사 에너지량이 적으므로 태양 복사 에너지의 입사량이다. B는 위도별 복사 에너지량이 거의 차이가 없으므로 지구 복사 에너지의 방출량이다.

06 ① A 순환에 의해 지표에서는 동풍 계열의 바람인 극동풍이 분다.

② B 순환에 의해 지표에서는 편서풍이 발생하고, 이러한 편서풍의 영향을 받아 해수의 표층에서는 서쪽에서 동쪽으로 이동하는 해류가 나타난다.

④ 대기 대순환은 위도별 에너지의 불균형에 의해 발생하며, 대기의 순환에 의해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동한다.

⑤ 그림은 지구의 자전을 고려한 대기 대순환 모형으로, 위도별 에너지의 불균형에 지구의 자전 효과가 더해져 3개의 순환 세포로 이루어진 대기 대순환이 나타난다. 만약 지구가 자전하지 않는다면, 1개의 단순한 대기 순환 세포가 나타날 것이다.

바로알기 ③ C 순환에 의해 지표에서는 무역풍이 분다.

07 ㄷ. 표층 순환은 북반구에서 시계 방향, 남반구에서 반시계 방향으로 흘러 적도를 기준으로 순환 방향이 대칭을 이룬다.

ㄹ. 북태평양 해류는 편서풍의 영향을 받아 서쪽에서 동쪽으로 흐른다. 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도로 흐르는 따뜻한 난류이다.

바로알기 ㄱ. 표층 해류는 주로 지표면 근처에서 부는 바람에 의해 발생한다.

나. 해수의 순환은 대기 대순환과 밀접하게 관련되어 있다. 표층 해류의 순환과 대기 대순환에 의해 부는 바람의 방향은 대체로 일치한다.

08 ㄱ. 사막은 대기 대순환의 영향으로 중위도 고압대 지역인 위도 30° 부근에 주로 분포한다.

ㄷ. 황사는 사막과 같은 건조한 지역에서 발생하므로 사막화 지역이 확장되면 황사가 더 자주 발생할 것이다.

바로알기 나. 사막화는 사막 주변의 토지가 황폐해져 점차 사막으로 변하는 현상으로, 연증발량이 연강수량보다 많은 건조한 지역에서 진행된다.

09 **모범 답안** 위도 30° 부근에서는 대기 대순환에 의해 발생한 하강 기류로 강수량에 비해 증발량이 많아 건조한 기후가 나타나기 때문

채점 기준	배점
증발량이 강수량보다 많기 때문이라고 설명한 경우	100 %
건조한 기후가 나타나기 때문이라고 설명한 경우	30 %

10 ①, ②, ③, ④ 사막화는 대기 대순환의 변화, 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 벌채 등으로 발생하므로 사막화를 막기 위한 대책으로는 숲의 면적 늘리기, 삼림 벌채 최소화, 가축 방목 줄이기, 국제 협약 준수 등이 있다.

바로알기 ⑤ 오존층을 복구하는 것은 사막화를 줄이기 위한 대책으로 보기 어렵다.

11 엘니뇨는 무역풍이 평상시보다 약해져 적도 부근 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 흘러 동태평양 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아지는 현상이므로, (가)와 같은 대기의 순환과 해수의 흐름이 나타난다.

12 ㄷ. (나) 평상시에는 무역풍이 적도 부근 동태평양의 따뜻한 표층 해수를 서쪽으로 운반하여 동태평양보다 서태평양의 표층 수온이 높다.

바로알기 ㄱ. 엘니뇨는 무역풍의 세기가 평상시보다 약해질 때 나타나는 현상이다. 따라서 (가) 엘니뇨 발생 시일 때가 (나) 평상시보다 무역풍의 세기가 약하다.

나. (나) 평상시 동태평양 해역에는 영양분이 많은 심해의 물이 올라와 좋은 어장이 형성되지만, (가) 엘니뇨 발생 시일 때에는 동태평양 해역에 영양분의 공급이 줄어들어 어획량이 감소한다.

13 ㄱ. 엘니뇨가 발생하면 평상시보다 적도 부근 서태평양 해역의 표층 수온은 낮아지고, 동태평양 해역의 표층 수온은 높아진다. 따라서 A 지역(서태평양 해역)에서는 가뭄이, B 지역(동태평양 해역)에서는 홍수가 발생할 가능성이 크다.

나. 엘니뇨가 발생하면 적도 부근 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 흘러가므로 동태평양 해역의 따뜻한 해수층은 평상시보다 두껍게 나타난다.

ㄷ. 엘니뇨는 다양한 지구 환경의 변화를 일으켜 생물의 개체 수와 서식지 변화, 농작물의 재배지와 수확량 변화를 유발하는 등 생태계와 우리 생활에 큰 영향을 미친다.

14 ①, ② 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로, 물체가 일을 받으면 역학적 에너지가 증가한다.

③, ⑤ 에너지는 한 형태에서 다른 형태의 에너지로 전환이 가능하고, 에너지의 전환 과정에서 주위로 흩어진 열에너지는 다시 모아 사용하기 어렵다.

바로알기 ④ 전기 에너지는 다른 에너지에 비해 다양한 형태의 에너지로 전환하기가 쉽다.

- 15** 장대높이뛰기 선수의 근육이 가진 화학 에너지가 장대를 들고 뛸 때 운동 에너지로 전환되고, 다시 이 운동 에너지가 장대의 탄성 에너지로 전환된 후, 최종적으로 선수의 위치가 증가하므로 중력 퍼텐셜 에너지로 전환된다.

나. ㉠은 중력 퍼텐셜 에너지이므로, 물체의 위치와 관계 있다.
 다. 평지에서 달릴 때 선수의 운동 에너지가 클수록 전환되는 중력 퍼텐셜 에너지가 크므로 높이 올라갈 수 있다.

바로알기 ㄱ. ㉡은 화학 에너지이다.

- 16** ① 배터리의 화학 에너지는 전기 에너지와 열에너지로 전환된다.

②, ③, ④ 전기 에너지는 빛에너지와 운동 에너지로, 운동 에너지는 열에너지로 전환된다.

바로알기 ⑤ 휴대 전화를 사용하는 과정에서 전기 에너지가 화학 에너지로 전환되는 과정은 없다.

- 17** ② A는 전기 에너지가 빛에너지로 전환되는 과정이므로 전구가 있다. B는 열에너지가 역학적 에너지로 전환되는 과정이므로 증기 기관이 있다.

바로알기 마찰은 운동 에너지가 열에너지로, 발전기는 운동 에너지가 전기 에너지로, 전열기는 전기 에너지가 열에너지로, 태양 전지는 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 예이다.

- 18** ㄱ. 물체의 퍼텐셜 에너지는 높이가 높을수록 크므로, A에서 B에서보다 크다.

나. B에서 퍼텐셜 에너지가 A에서의 퍼텐셜 에너지보다 작으므로 역학적 에너지는 보존되지 않는다.

바로알기 다. 역학적 에너지가 보존되지 않더라도 열에너지 등을 포함한 전체 에너지는 보존된다.

- 19** **모범 답안** (1) 전구는 에너지 효율이 높을수록 전기 에너지가 빛에너지로 전환된 비율이 크므로 B가 A보다 밝다.

(2) 공급된 열에너지 중 C는 25 %가 일로 전환되고 75 %가 저열원으로 빠져나가며, D는 40 %가 일로 전환되고 60 %가 저열원으로 빠져나간다. 따라서 저열원으로 빠져나간 열에너지의 양은 C가 D보다 크다.

채점 기준		배점
(1)	에너지 효율을 이용하여 A와 B의 밝기를 옮겨 비교하여 설명한 경우	50 %
	A와 B의 밝기만 비교한 경우	20 %
(2)	일로 전환된 비율을 이용하여 C와 D에서 빠져나간 열에너지의 양을 옮겨 비교하고 그 까닭을 옮겨 설명한 경우	50 %
	C와 D의 저열원으로 빠져나간 열에너지의 양만 비교한 경우	20 %

교과서엔

- 08-1** ㄱ. 중국에서 사막이 확장되면 고비 사막을 중심으로 황사가 자주 발생하는 것처럼 사막화 지역이 확장되면 황사가 심해진다.

다. 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 파괴와 같은 인위적 요인은 사막화를 가속하는 원인이다.

바로알기 나. 오존층은 태양에서 오는 유해한 자외선을 차단하는 역할을 하기 때문에 오존층의 파괴는 지상의 생물들에게 나쁜 영향을 미치지만 사막화의 원인과 관련이 없다.

르. 사막화는 대기 대순환에 의한 하강 기류가 발달하여 증발량이 강수량보다 많은 지역에서 잘 일어난다.

- 17-1** (1) 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되고, 연소는 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

(2) 열에너지가 전기 에너지로 전환되는 예로 화력 발전, 지열 발전 등이 있다.

- 19-1** 에너지 보존 법칙에 따라 에너지의 총량은 보존되므로 공급된 에너지는 $200 \text{ kJ} + 50 \text{ kJ} = 250 \text{ kJ}$ 이다. 따라서 열효율은 다음과 같이 구한다.

$$\begin{aligned} \text{열효율} &= \frac{\text{열기관이 하는 일}}{\text{열기관에 공급된 에너지}} \times 100 \\ &= \frac{50 \text{ kJ}}{250 \text{ kJ}} \times 100 = 20 \% \end{aligned}$$

교과서 step 3 응용 문제

169쪽

01 ③ 02 ㄱ 03 ⑤ 04 ③ 05 해설 참조

- 01** ㄱ. 두 가지 온실 가스 배출 시나리오 모두 21세기 후반으로 갈수록 대기 중 이산화 탄소의 증가로 인해 지표면의 온도는 상승한다. 따라서 지구의 평균 기온이 높아져 해수면 높이가 상승할 것으로 예상되며, 화석 연료에 계속 의존하는 경우에는 그 상승률이 더 크게 나타날 것이다.

다. (가)에서 청정 에너지 기술을 적용하는 경우에도 이산화 탄소의 농도는 증가하지만, 이산화 탄소 농도의 증가율은 21세기 후반으로 갈수록 감소한다.

바로알기 ㄴ. 화석 연료를 계속 사용할 경우 지구의 평균 기온이 크게 상승함에 따라 멸종 위기의 생물종이 증가하여 생물 다양성이 낮아질 것이다.

02 동태평양 적도 부근 해역의 관측 수온이 평년 수온보다 높게 나타난 것으로 보아 A 시기는 엘니뇨 시기임을 알 수 있다.

ㄱ. 엘니뇨 시기에는 동태평양 해역의 표층 수온이 평상시보다 높아짐에 따라 상승 기류가 강해지므로 강수량이 많아진다.

바로알기 ㄴ. 엘니뇨 시기에는 서태평양 해역의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하고, 이에 따라 동태평양 해역에서 심해의 차가운 바닷물이 올라오는 현상(용승)이 약해진다. 따라서 영양분이 많은 심해의 물이 올라오지 않게 됨에 따라 표층 해수에 포함되어 있는 영양분이 감소한다.

ㄷ. 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하기 때문에 따뜻한 해수층의 두께는 평상시보다 동태평양 해역에서 두꺼워지고, 서태평양 해역에서 얇아진다.

03 에너지는 최종적으로 다시 사용하기 어려운 열에너지의 형태로 전환되므로 에너지를 절약해야 한다.

04 에너지 효율이 10 %인 백열전구에서는 60 W의 전기 에너지 중 6 W가 빛에너지로 전환된다. 따라서 6 W의 빛에너지를 내기 위해 소비 전력이 20 W인 형광등의 에너지 효율은

$$\frac{6 \text{ W}}{20 \text{ W}} \times 100 = 30 \% \text{가 된다.}$$

05 **모범 답안** 하이브리드 자동차는 운행 중 공기 중으로 버려지는 에너지를 전기 에너지로 전환하여 다시 사용하기 때문에 에너지 효율이 높다.

채점 기준	배점
하이브리드 자동차는 운행 중 공기 중으로 버려지는 에너지를 전기 에너지로 전환하여 다시 사용하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100 %
하이브리드 자동차는 버려지는 에너지를 다시 사용하기 때문이라고만 설명한 경우	70 %

3 발전과 신재생 에너지(1)

교과서  탐구

173쪽

- A** 1 ㉠ 운동 에너지, ㉡ 빛에너지 2 ㉠ 많이, ㉡ 강한, ㉢ 변화율
3 ㉠ 증가, ㉡ 감소, ㉢ 유도 전류
B ㉠ 높인다, ㉡ 지능형, ㉢ 로봇, ㉣ 지중선로

A 1 악력기 손잡이를 잡고 움직이면 손 근육 속에 포함된 화학 에너지가 손잡이를 움직일 때 운동 에너지로 전환되고, 이때 네오디뮴 자석과 코일이 가까워짐에 따라 유도 전류가 발생하여 전기 에너지로 전환된 후 발광 다이오드에 불이 켜져 빛에너지로 전환된다.

2 발광 다이오드에 불이 켜지지 않는 것은 유도 기전력이 크지 않거나 자석의 운동 속력이 느려 자기장의 변화율이 작기 때문이다. 따라서 코일을 더 많이 감고 세기가 더 강한 자석을 사용하며, 악력기를 더 빠르게 쥐거나 편다.

B 송전 시 전력 손실을 줄이기 위해 송전 전압을 높이고, 전력 수요량과 공급량을 실시간 주고받는 지능형 전력망을 구축하여 효율적으로 전력을 수송한다. 또한 안전한 전력 수송을 위해 송전탑은 높게 설치하고 수리 시 로봇을 이용하며, 전봇대 대신 지중선로를 설치한다.

교과서 step 1 기본 문제

175쪽

- A** 기전력, 방해, 패러데이, 발전기
B 전력, 전압, 전류, 저항, 변압기
C 플라스마, 핵융합, 질량 결손

- 1 ㄱ, ㄴ 2 (1) ㄷ (2) ㄱ, ㄴ (3) ㄱ, ㄴ, ㄷ 3 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○
4 440 V 5 ㉠ 4, ㉡ 1, ㉢ 질량 결손 6 (1) ○ (2) × (3) ×

1 ㄱ, ㄴ. 막대자석과 코일의 상대적인 운동에 의해 코일을 통과하는 자기장이 변할 때 유도 전류가 흐른다.

바로알기 ㄷ. 막대자석이 코일 속에 정지해 있을 때는 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

- 2 (1) 수력 발전은 물의 퍼텐셜 에너지를 이용한다.
(2) 화력 발전, 핵발전은 물을 끓여 증기의 힘으로 터빈을 돌린다.
(3) 화력 발전, 핵발전, 수력 발전에는 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정이 있다.

3 (1) 발전소에서의 생산 전력 P_0 을 전압 V , 전류 I 로 송전할 때, 저항이 R 인 송전선에서의 손실 전력은 $P_{\text{손실}} = I^2 R = \left(\frac{P_0}{V}\right)^2 R$ 이므로, 같은 전력을 송전할 때 송전 전압을 n 배 높이면 전류는 $\frac{1}{n}$ 배가 된다. 따라서 손실 전력은 $\frac{1}{n^2}$ 배가 되어 송전선에서의 손실 전력이 작아진다.

(3) 송전선의 길이가 짧으면 송전선의 저항이 감소하므로 송전선에서의 손실 전력이 작아진다.

- 4 변압기의 1차 코일과 2차 코일에 걸리는 전압의 비는 코일의 감은 수의 비와 같다.
- 5 태양 내부에서는 수소 원자핵 4개가 뭉쳐서 헬륨 원자핵 1개로 변환되는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 이 과정에서 질량 결손에 해당하는 에너지가 발생하여 우주로 방출된다.
- 6 (2) 광합성은 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 예이다.
(3) 고위도에서는 태양 복사 에너지량이 지구 복사 에너지량보다 적어 에너지가 부족한 상태이다. 저위도에서는 태양 복사 에너지량이 지구 복사 에너지량보다 많아 에너지가 과잉된 상태이다. 따라서 대기와 해수의 순환에 의해 저위도의 남은 에너지가 고위도로 이동하여 에너지 균형을 이룬다.

교과서



step 2 핵심 문제

176~178쪽

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

| 교과서엔 | 10-1 해설 참조

- 01 ㄱ. 유도 전류는 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐르므로, 자석의 N극이 코일에 가까이 오면 코일의 오른쪽에 N극이 형성되어 유도 전류는 $a \rightarrow \textcircled{c} \rightarrow b$ 방향으로 흐른다.
ㄴ. 코일의 오른쪽에 N극이 형성되므로 코일과 자석은 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.
ㄷ. 자석이 정지하면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.
- 02 ㄴ, ㄷ. 유도 기전력은 단위시간 동안 코일을 통과하는 자기장의 변화에 비례한다. 따라서 막대자석을 빠르게 운동시키거나 세기가 강한 자석을 사용하면 유도 기전력을 크게 할 수 있다.
바로알기 ㄱ. 유도 기전력은 코일의 감은 수에 비례한다.
- 03 ㄱ. 막대자석이 가까이 가면 자석의 운동을 방해하는 자기력, 즉 척력이 작용하므로 구리선은 왼쪽으로 자기력을 받는다.
ㄷ. 자석의 N극이 구리선에 가까이 가면 구리선의 오른쪽은 N극이 형성되고, S극이 구리선에 가까이 가면 구리선의 오른쪽은 S극이 형성되므로, 유도 전류의 방향이 반대로 바뀐다.
바로알기 ㄴ. S극이 가까이 가면 N극이 가까이 갈 때와 마찬가지로 자석의 운동을 방해하는 척력이 작용한다.

가지로 자석의 운동을 방해하는 척력이 작용한다.

- 04 ㄱ. 전자기 유도는 자석과 코일의 상대적인 운동으로 코일 내부를 지나는 자기장이 변할 때 코일에 전류가 흐르는 현상으로, 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄴ. 코일이 빨리 회전할수록 단위시간당 자기장의 변화가 크므로 유도 기전력이 크게 발생하여 전구가 밝아진다.
바로알기 ㄷ. 코일이 회전하는 동안 코일에는 세기와 방향이 주기적으로 바뀌는 교류가 발생한다.
- 05 ㄴ. 수력 발전에서는 물의 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환된 후, 전기 에너지를 생산한다.
ㄷ. 화력 발전에서는 화석 연료의 연소 과정에서 발생하는 열 에너지로 물을 끓여 발생한 증기의 힘으로 터빈을 돌린다.
바로알기 ㄱ. 터빈은 증기의 흐름을 회전 운동으로 바꾸는 장치이다.

- 06 모범 답안 발전기, 변압기, 발광 키보드, 도난 방지 장치, 무선 충전기, 교통 카드, 인덕션 레인지 중 두 가지

채점 기준	배점
일상생활에서 전자기 유도 현상을 이용하는 예를 두 가지 모두 옳게 쓴 경우	100 %
일상생활에서 전자기 유도 현상을 이용하는 예를 한 가지만 쓴 경우	50 %

- 07 ㄱ. 2차 변전소에서 전기를 사용하는 장소까지 전력을 전달하는 과정을 배전이라고 한다.
ㄷ. 변전소의 변압기는 전자기 유도를 이용하여 전압을 바꾼다.
바로알기 ㄴ. 2차 변전소는 전압을 낮추는 역할을 한다.
- 08 ㄱ. 니크롬선에 전류가 흐르면 니크롬선의 저항에 의해 열이 발생하여 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환된다.
ㄴ, ㄷ. 니크롬선에 흐르는 전류의 세기가 클수록 열이 많이 발생한다. 따라서 전지의 전압이 높을수록, 니크롬선의 저항이 작을수록 니크롬선에서 더 많은 열이 발생한다.
- 09 송전 과정에서 송전선의 저항에 의해 전력이 열로 손실된다.
모범 답안 전압을 높여서 송전한다. 송전선의 저항을 작게 한다.

채점 기준	배점
전력 수송 과정에서 손실되는 전력을 줄이기 위한 방법을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100 %
전력 수송 과정에서 손실되는 전력을 줄이기 위한 방법을 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 10 송전선의 저항을 R 라고 하면 손실 전력은 $P = \left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2 R$ 이

다. 따라서 $2P_0$ 의 전력을 $10V_0$ 의 전압으로 송전할 때 송전선에서 손실되는 전력은 $\left(\frac{2P_0}{10V_0}\right)^2 R = \frac{1}{25}P$ 이다.

- 11 ㄱ. 1차 코일에서 공급하는 전력은 2차 코일에서 소비되는 전력과 같다. 전열기의 소비 전력이 440 W이므로 1차 코일에 흐르는 전류의 세기를 I 라고 할 때, $440 \text{ W} = I \times 220 \text{ V}$ 에서 $I = 2 \text{ A}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 변압기에서 1차 코일과 2차 코일에 걸리는 전압의 비는 코일의 감은 수의 비와 같다. 따라서 전압의 비가 2 : 1이므로 2차 코일의 감은 수는 1차 코일의 감은 수의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

ㄷ. 변압기의 기본 원리는 1차 코일에서의 전류의 변화에 의한 자기장의 변화를 2차 코일에서 상쇄시키기 위해 유도 전류가 흐르는 것이므로, 변압기의 1차, 2차 코일에는 교류가 흐른다.

- 12 **바로알기** ② 송전탑은 가능한 높게 설치해야 전자기파의 영향이나 감전에 의한 사고를 예방할 수 있다.

- 13 ㄱ. 가벼운 원자핵이 뭉쳐서 무거운 원자핵이 되는 반응은 핵융합이다.

바로알기 ㄴ. 수소 핵융합 반응은 온도가 매우 높은 태양 중심부에서 일어난다.

ㄷ. 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있다.

- 14 **모범 답안** 핵융합 반응 후 헬륨 원자핵 1개의 질량이 반응 전 수소 원자핵 4개의 질량의 합보다 작다. 이때 발생한 질량 결손이 에너지로 전환된다.

채점 기준	배점
핵반응에서 에너지가 발생하는 원리를 질량 결손에 의한 것이라고 옳게 설명한 경우	100 %
핵반응에서 에너지가 발생하는 원리를 반응 후 질량이 감소했기 때문이라고만 설명한 경우	70 %

- 15 **바로알기** ② 우라늄이 지구에 존재하는 것은 태양 에너지와는 거리가 멀다.

- 16 ㄱ. 원자 질량 단위가 클수록 질량이 크므로, 질량은 중성자보다 양성자보다 크다.

ㄴ. 양성자 2개와 중성자 2개의 질량의 합은 4.0320 u이므로, 헬륨 원자핵의 질량보다 크다.

ㄷ. 양성자 2개와 중성자 2개가 결합할 때 질량 결손이 발생하여 이로 인한 에너지가 발생한다.

- 17 ㄷ. 대기와 해수의 순환에 의해 저위도의 남은 에너지가 고위

도로 전달되어 에너지 균형이 이루어진다.

바로알기 ㄱ. 화석 연료에서 배출되고 광합성에 관여하는 기체인 ⑦은 이산화 탄소이다.

ㄴ. 태양 복사 에너지의 흡수량은 극으로 갈수록 감소하여 지구 복사 에너지량보다 적으므로 극에서는 에너지가 부족한 상태이다.

교과서엔

- 10-1 **모범 답안** 전력 수송 과정에서 손실되는 전력을 줄이기 위해 발전소에서는 높은 전압으로 송전한다.

채점 기준	배점
전력 수송 과정에서 손실되는 전력을 줄이기 위해 높은 전압으로 송전한다고 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

교과서 step 3 응용 문제

179쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 해설 참조 05 해설 참조

- 01 ① 자석의 N극이 코일 A에 접근하면 이를 방해하기 위해 A의 오른쪽은 N극이 형성되어 A에는 a 방향으로 유도 전류가 흐른다.

② 코일 B에는 자석의 S극이 멀어지므로 이를 방해하기 위해 B의 왼쪽에 N극이 형성되어 B에는 d 방향으로 유도 전류가 흐른다.

③ 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수가 많을수록 크므로, A에서가 B에서보다 크다.

⑤ 유도 전류의 세기는 자석을 움직이는 속력이 클수록 크다.

바로알기 ④ 자석을 왼쪽으로 움직이면 자석의 운동을 방해하기 위해 A는 오른쪽으로 자기력을 작용하고, B도 오른쪽으로 자기력을 작용한다.

- 02 ㄴ. 자기력은 도선의 운동을 방해하는 방향으로 나타나므로 (가)의 도선은 왼쪽으로 자기력이 작용한다.

ㄷ. (나)에서는 도선을 통과하는 자기장의 변화가 없으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

바로알기 ㄱ. (가)에서는 도선 내부를 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장이 증가하므로, 이를 방해하기 위해 도선에는 종이면에서 수직으로 나오는 유도 자기장이 형성되어 반시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.

- 03 ㄱ. 중수소는 양성자 1개와 중성자 1개로 이루어져 있다.
 ㄴ. 핵융합 과정에서 질량 결손에 의한 에너지가 발생한다.
 바로알기 ㄴ. 핵융합 반응은 태양 내부와 같은 초고온 상태에서 일어난다.

- 04 모범 답안 A와 B에서 손실 전력이 같으므로 B에 흐르는 전류의 세기를 I_B 라고 하면 $I^2 R = I_B^2 \frac{R}{16}$ 에서 $I_B = 4I$ 이다.

채점 기준	배점
B에 흐르는 전류의 세기를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
B에 흐르는 전류의 세기만 옳게 쓴 경우	40 %

- 05 모범 답안 주상 변압기는 2차 변전소에서 공급받은 전력을 가정에서 사용할 수 있도록 전압을 낮추는 역할을 하므로 1차 코일보다 2차 코일의 감은 수가 더 적다.

채점 기준	배점
주상 변압기에서 1차 코일과 2차 코일의 감은 수를 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
주상 변압기에서 1차 코일과 2차 코일의 감은 수만 옳게 비교한 경우	50 %

4 발전과 신재생 에너지(2)

교과서 탐구

182쪽

- A 4 ㉠ 일조량, ㉡ 넓어야 5 ㉠ 태양 전지, ㉡ 효율
 B 1 ㉠ 산소, ㉡ 수소 2 ㉠ (-), ㉡ (+) 3 ㉠ 화학, ㉡ 전기

- A 4 태양광 발전은 계절과 일조량의 영향을 많이 받으므로 발전 시간이 제한적이고, 설치 면적이 넓어야 하며 대용량으로 저장하는 데 어려움이 있다.
- 5 휴대용 태양광 발전 장치의 실제 구현 가능성을 높이기 위해서는 태양 전지와 에너지 저장 장치의 효율을 높이는 것이 중요하다.

- B 1 물을 전기 분해 할 때 각 전극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.
 (+)극 : $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 (-)극 : $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

교과서 step 1 기본 문제

183쪽

- A 원자로, 연쇄, 태양 전지, 운동, 전기
 B 신, 재생, 조력, 파력, 화학, 전기
 1 (1) × (2) ○ (3) × 2 (1) ㄴ, ㄷ (2) ㄱ, ㄷ (3) ㄱ 3 빛에너지 → 전기 에너지 4 (1) ○ (2) × (3) ○ 5 (1) ㄱ (2) ㄴ (3) ㄹ 6 ㉠ 물, ㉡ (-), ㉢ (+)

- 1 (1) 우라늄 235 원자핵에 느린 중성자가 충돌하면 핵분열이 일어난다.
 (3) 제어봉은 연쇄 반응에서 기하급수적으로 증가하는 중성자를 흡수하여 반응 속도를 조절하는 물질이다. 예로는 카드뮴, 붕소가 있다.
- 2 (1) 태양광 발전과 풍력 발전은 자원 고갈의 염려가 없다.
 (2) 핵발전과 풍력 발전은 전자기 유도 현상을 이용한다.
 (3) 핵발전은 에너지 효율이 높아 대용량 발전이 가능하다.
- 3 태양광 발전에서는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.
- 4 (2) 신재생 에너지는 기존의 에너지원에 비해 초기 투자 비용이 많이 든다.
- 5 (3) 수소 연료 전지는 수소와 산소의 화학 반응을 이용하여 전기 에너지를 얻는 장치로, 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않는다.
- 6 수소 연료 전지에서는 수소와 산소의 산화 환원 반응으로 물이 생성되면서 화학 에너지가 직접 전기 에너지로 전환된다. (-)극에서는 수소의 산화 반응이, (+)극에서는 산소의 환원 반응이 일어난다.

01 ⑤ 02 ① 03 ② 04 ③ 05 ⑤ 06 ④ 07 ② 08 해설
 참조 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ② 12 ② 13 해설 참조 14 ⑤
 15 (가) 전기 에너지 → 화학 에너지, (나) 화학 에너지 → 전기 에너지
 16 ③ 17 ⑤

| 교과서엔 | 02-1 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 10-1 ㄱ, ㄴ

- 01 ㄱ. 우라늄 235 원자핵은 느린 중성자에 의해 핵분열을 일으킨다.
 ㄴ. 핵분열은 무거운 원자핵이 가벼운 원자핵으로 쪼개지는 반응이다. 따라서 크립톤의 질량은 우라늄보다 작다.
 ㄷ. 핵분열 반응에서는 반응 전보다 반응 후의 질량이 더 작는데, 이와 같은 질량 결손에 의해 에너지가 방출된다.
- 02 ㄱ. 핵발전 과정에서 증기의 힘으로 터빈을 회전시키면 전자기 유도 현상에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
바로알기 ㄴ. 핵발전은 이산화 탄소를 거의 배출하지 않는다.
 ㄷ. 감속재는 핵분열 시 방출되는 고속 중성자의 속도를 느리게 하는 물질이다. 연쇄 반응의 속도를 조절하는 물질은 제어봉이다.
- 03 **바로알기** ② 태양광 발전은 계절에 따라 태양의 고도가 달라지므로 발전량에 영향을 받는다.
- 04 ㄱ. 태양 전지는 두 개의 반도체를 접합시켜 만든다.
 ㄴ. 태양 전지의 두 극 사이에서 자유 전자가 이동하여 기전력이 발생한다. 전자가 Q로 이동하므로 P는 (+)극, Q는 (-)극이 된다.
바로알기 ㄷ. 전류는 전지의 (+)극에서 (-)극으로 흐르므로 ⑤ 방향으로 흐른다.
- 05 **바로알기** ⑤ 풍력 발전은 바람의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 것이므로, 바람이 없으면 날개의 회전이 멈춰 전기를 생산할 수 없다.
- 06 ④ 풍력 발전기의 설치 장소는 산림을 훼손하지 않고 인간이나 동물의 생활에 영향을 주지 않는 곳이어야 한다. 풍력 발전은 냉각수와는 관계가 없다.
- 07 ㄴ. 핵발전, 태양광 발전, 풍력 발전은 모두 발전 과정에서 이산화 탄소를 거의 배출하지 않는다.
바로알기 ㄱ. 핵발전의 에너지원인 우라늄은 지구 내부에 있는 지하 자원이다.
 ㄷ. 태양광 발전은 발전 과정에서 전자기 유도 현상을 이용하지 않는다.

- 08 태양광 발전은 태양 에너지를, 풍력 발전은 바람 에너지를 이용하므로 자원 고갈의 염려가 없고, 이산화 탄소를 배출하지 않는다.

모범 답안 화석 연료는 자원이 한정되어 있고, 화석 연료의 사용으로 인한 온실 기체의 발생으로 지구 온난화가 심해지기 때문이다.

채점 기준	배점
화석 연료는 자원이 한정되어 있고, 화석 연료 사용으로 인한 온실 기체 발생으로 지구 온난화가 심해지기 때문이라고 올바르게 설명한 경우	100 %
화석 연료는 자원이 한정되어 있기 때문이라고만 설명한 경우	80 %

- 09 우리나라에서 신재생 에너지는 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나(신에너지), 햇빛·물·지열·강수·생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지(재생 에너지)로서, 태양, 바이오, 풍력, 수력, 연료 전지, 석탄 액화·가스화, 해양, 폐기물, 지열, 수소 등 11개 분야를 말한다. 연료 전지, 수소 에너지는 신에너지, 해양, 바이오 에너지는 재생 에너지이다.
바로알기 ⑤ 핵에너지는 화석 연료의 대체 에너지이나 비재생 에너지이다.
- 10 **바로알기** ① 신재생 에너지가 환경 오염을 전혀 유발하지 않는 것은 아니다. 조력 발전의 경우는 바닷물을 가두므로 해양 생태계에 영향을 미친다. 또 바이오 에너지나 폐기물 에너지는 연소하는 과정에서 환경 오염을 일으키고 온실 가스를 생성하기도 한다.
 ② 신재생 에너지는 에너지 효율이 낮은 것도 있고, 조건에 따라 발전량의 변동이 큰 것도 있다.
 ③ 재생 에너지 중 지열 에너지의 근원은 지구 내부의 열에너지이다.
 ④ 신재생 에너지는 화력 발전에 비해 에너지 밀도가 낮고, 초기 투자 비용이 많이 든다.
- 11 태양열 에너지, 풍력 에너지, 폐기물 에너지는 재생 에너지이고, 연료 전지는 신에너지이다.
바로알기 ② 석유를 분별 증류하여 얻은 나프타로 플라스틱을 합성하는 것은 화석 연료를 이용한 것이다.
- 12 (가)는 조력 발전, (나)는 파력 발전이다. 조력 발전과 파력 발전 모두 초기 건설 비용이 많이 들고, 전력 생산량이 일정하지 않다.
바로알기 ㄴ. (가)의 조력 발전은 바닷물을 가두어 두므로 갯벌이 파괴되거나 해양 생태계에 영향을 미친다.
 ㄷ. 조력 발전은 조수 간만의 차가 큰 지역이어야 하므로 설치 장소가 제한적이다. 파력 발전은 파도가 치는 곳이면 되므로 비교적 입지 조건의 제약이 적다.

- 13 **모범 답안** 화석 연료의 고갈에 대비하고, 지구 환경을 보호하기 위해서이다.

채점 기준	배점
필요성 두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
한 가지만 옳게 쓴 경우	50 %

- 14 ① 연료 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로 에너지 효율이 높다.
② 수소 연료 전지의 최종 생성물은 물이므로 환경 오염 물질이 거의 배출되지 않는다.

바로알기 ⑤ 바닷물을 수소와 산소로 전기 분해 하는 데 필요한 전기 에너지가 매우 커서 실용화가 어렵다.

- 15 (가)에서 물에 전기 에너지를 가하면 수소 기체와 산소 기체로 분해되고, (나)에서 수소와 산소가 산화 환원 반응으로 물을 생성하는 과정에서 전기 에너지가 발생한다.

- 16 ㄱ. (가)에서 물을 전기 분해 하면 (－)극에서는 수소 기체가 발생하고, (＋)극에서는 산소 기체가 발생한다.

ㄴ. 수소 연료 전지에서 (－)극으로 수소를 공급하고, (＋)극으로 산소를 공급한다.

바로알기 ㄷ. 수소 연료 전지의 최종 생성물은 물이므로 C는 물이다.

- 17 적정 기술은 적은 비용과 에너지로 이용할 수 있어야 하며 친환경적이어야 한다. 적정 기술은 신재생 에너지를 주로 사용한다. 주로 과학 기술의 혜택을 받지 못하는 지역의 사람들을 위한 기술이므로 사회 기반 시설을 필요로 하지 않는다.

교과서엔

- 02-1 (1) **모범 답안** 우라늄에 속도가 느린 중성자를 충돌시키면 핵분열이 일어나면서 많은 양의 에너지와 함께 중성자 2~3개가 방출된다. 이 중성자는 근처의 다른 우라늄과 다시 충돌한다.

채점 기준	배점
핵분열이 연쇄적으로 일어나는 과정을 우라늄과 중성자의 충돌로 많은 양의 에너지와 중성자가 방출되고, 다시 중성자가 근처의 우라늄과 충돌한다고 옳게 설명한 경우	100 %
핵분열이 일어나면 중성자가 방출되어 다시 우라늄과 충돌한다고만 설명한 경우	50 %

- (2) **모범 답안** • 감속재 : 우라늄이 핵분열할 때 방출되는 중성자의 속도를 느리게 하여 연쇄 반응이 계속 일어나게 한다.

• 제어봉 : 연쇄 반응에서 기하급수적으로 증가하

는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 줄인다.

채점 기준	배점
감속재와 제어봉의 역할을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
감속재와 제어봉의 역할 중 하나만 옳게 설명한 경우	50 %

- 10-1 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 태양, 물, 지열, 강수, 생물 유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 신재생 에너지라고 한다.

ㄱ, ㄴ. 신재생 에너지는 자원 고갈의 염려가 없고, 환경 오염이 거의 발생하지 않는 친환경적인 에너지이다.

바로알기 ㄷ. 신재생 에너지는 초기 투자 비용이 많이 드는 단점이 있다.

ㄹ. 핵발전은 핵분열 과정에서 연쇄 반응의 속도를 조절하여 에너지를 얻는 방식으로 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이 아니다.

교과서 **step 3** 응용 문제

187쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ③ 04 ⑤ 05 해설 참조

- 01 우라늄은 지구상에 존재하는 원소 가운데 원자 번호가 가장 크다. 천연 상태에서는 우라늄 238이 99.2 %, 우라늄 235가 0.7 % 정도의 비율로 존재하므로, X는 우라늄 235이고 Y는 우라늄 238이다. 이때 중성자의 수를 비교하면 우라늄 238이 더 많으며, 느린 중성자에 의해 핵분열을 일으키는 것은 우라늄 235이다.

- 02 ㄱ. 발전소에서는 교류 전류를 만들어 송전한다.

ㄴ. 터빈의 회전 속력이 클수록 유도 기전력이 크게 발생하여 발전량이 많아진다.

바로알기 ㄷ. 에너지원에 따라 발전소의 설치 장소에 제약을 받을 수 있다.

- 03** 물을 전기 분해 하면 (+)극에서 물이 전자를 잃어 산화되면서 산소 기체가 발생하고, (-)극에서 물이 전자를 얻어 환원되면서 수소 기체가 발생한다. 한편 연료 전지에서는 (-)극에서 수소가 전자를 잃어 산화되고, (+)극에서 산소가 전자를 얻어 환원되면서 물이 생성된다. 따라서 물의 전기 분해와 연료 전지는 전자를 잃고 얻는 산화 환원 반응이다. 또한 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 약간의 전해질을 넣어 주어야 한다.
- 바로알기** **ㄷ.** 물을 전기 분해 할 때는 전기 에너지가 필요한데, 수소 연료 전지에서는 수소와 산소의 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

- 04** **ㄱ.** (-)극에서 수소가 산화되어 수소 이온과 전자로 분리되고, 수소 이온이 전해질을 통해 (+)전극으로 이동한다. 따라서 A극은 (-)극이다.
- ㄴ.** 전해질을 통해 이동하는 (가)는 수소가 전자를 잃고 산화되어 생성된 H^+ 이다.
- ㄷ.** 전자는 도선을 통해 (-)극에서 (+)극으로 이동하며, (+)극에서 산소는 전해질을 통해 이동한 (가)(수소 이온(H^+)), 전자와 결합하여 물을 생성한다.

- 05** **모범 답안** 질량수는 보존되어야 한다. 중성자의 질량수는 1이므로 반응 전 질량수의 합은 236이다. 반응 후 크립톤과 중성자 3개의 질량수 합은 95이므로 ㉠의 질량수는 $236 - 95 = 141$ 이다.

채점 기준	배점
㉠의 질량수를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
㉠의 질량수만 쓴 경우	40 %

IV단원 | 핵심 요약

188~191쪽

1 생태계 2 개체군 3 군집 4 분해자 5 빛의 파장 6 말단부 7 먹이 그물 8 생태 피라미드 9 먹이 사슬 10 생태계 평형 11 먹이 사슬 12 생태 통로 13 온실 기체 14 감소 15 다양성 16 화석 연료 17 자전 18 무역풍 19 대기 대순환 20 사망률 21 30° 22 높은 23 높 24 홍수 25 운동 26 퍼텐셜 27 전기 28 에너지 보존 29 열기관 30 운동 31 전기 32 유도 전류 33 $B \rightarrow C \rightarrow A$ 34 $A \rightarrow C \rightarrow B$ 35 클 36 운동 37 열 38 비례 39 비례 40 작 41 높 42 $\frac{1}{n}$ 43 $\frac{1}{n^2}$ 44 변압기 45 비례 46 반비례 47 Δmc^2 48 질량 결손 49 퍼텐셜 50 화학 51 감속재 52 제어봉 53 조력 54 파력 55 화학 56 전기 57 산화 58 환원 59 물 60 (-) 61 (+)