

# 와자

## 정답친해



통합과학 2

# I 변화와 다양성

## 1 지구 환경 변화와 생물다양성

### 01 / 지질 시대의 환경과 생물

#### 개념 확인문제

12쪽

- ① 화석    ② 시상 화석    ③ 시기    ④ 지질 시대    ⑤ 생물계  
⑥ 고생대
- 1 나, 다, 라    2 (1) ○ (2) × (3) ○    3 ㉠ 흔적, ㉡ 화석, ㉢ 용기  
4 (1) 시 (2) 표 (3) 표 (4) 시    5 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉢  
6 나, 다, 라    7 다, 라    8 A: 선캄브리아시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대

1 나. 퇴적암은 퇴적물이 쌓여서 굳어진 암석이고, 화석은 주로 퇴적암에서 발견된다.

나, 다, 라. 화석은 뼈, 알, 피부 등 생물의 유해뿐만 아니라 발자국, 배설물 등 생물이 남긴 흔적을 모두 포함한다.

2 (1) 화석은 과거에 살았던 생물의 유해나 흔적이 변성 작용이나 화성 작용을 받지 않아야 보존될 수 있다. 따라서 화석은 주로 퇴적암에서 발견된다.

(2) 화석이 되려면 생물의 유해나 흔적이 훼손되기 전에 지층 속에 빨리 매몰되어 화석화 작용을 받아야 한다.

(3) 표준 화석을 통해 지층이 생성된 시기를 알 수 있다.

3 생물의 유해나 흔적이 땅속에 묻혀 화석화되고, 그 화석들이 포함된 지층이 융기한 후 침식 작용을 받아 화석이 드러나면서 발견된다.

4 (1) 생물이 살았던 당시의 특정한 환경을 알려주는 화석은 시상 화석이다.

(2) 생물의 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓은 화석은 표준 화석으로 적합하다.

(3) 지질 시대를 구분하는 기준이 되는 화석은 표준 화석으로, 생물계의 급격한 변화를 알려준다.

(4) 산호, 고사리, 조개 화석은 시상 화석에 속한다.

5 지질 시대별 표준 화석을 보면, 고생대에는 삼엽충, 완족류, 방추충 등이 있고, 중생대에는 공룡, 암모나이트 등이 있으며, 신생대에는 매머드, 화폐석 등이 있다.

6 나, 다, 라. 산호, 삼엽충, 암모나이트는 바다 환경에서 살았던 생물이다.

7 다, 라. 지질 시대를 구분하는 기준은 부정합과 같은 대규모 지각 변동, 표준 화석을 통해 알아낸 생물계의 급격한 변화이다.

8 지질 시대를 긴 순서대로 나열하면 선캄브리아시대, 고생대, 중생대, 신생대이다.

#### 개념 확인문제

15쪽

- ① 남세균    ② 스트로마톨라이트    ③ 판게아    ④ 양치    ⑤ 빙하기  
⑥ 암모나이트    ⑦ 간빙기    ⑧ 생물다양성

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×    2 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○  
3 중생대    4 (1) C (2) E

1 (1) 지구의 평균 기온이 가장 높았던 시기는 중생대이다.

(2) 중생대를 제외한 선캄브리아시대, 고생대, 신생대에는 모두 빙하기가 존재하였다.

(3) 신생대 초기에는 대체로 온난하였으나, 말기에는 빙하기와 간빙기가 반복되었다.

(4) 판게아는 고생대 말기에 대륙들이 하나로 뭉치면서 형성되었고, 중생대 초기에 판게아가 분리되기 시작하였다.

2 (1) 지질 시대 중 최초의 생명체는 단세포생물이다. 에디아카라 동물군은 다세포생물의 화석군이다.

(2) 고생대의 육지에는 양치식물이 번성하였고, 속씨식물은 신생대에 번성하였다.

(3) 중생대에는 공룡과 같은 거대한 파충류가 번성하였다.

(4) 신생대 초기에는 바다에서 유공충의 일종인 화폐석이 번성하였다.

3 판게아가 분리되어 대서양과 인도양이 형성되기 시작하였으므로, 중생대에 해당한다.

4 (1) 고생대 말기(C)에 가장 큰 규모의 대멸종이 일어났다.

(2) 암모나이트는 중생대 말기(E)에 멸종하였다.

Q1 해설 참조

**Q1** 고생대에는 오존층이 형성되어 생물이 육상으로 진출할 수 있는 계기가 되었다.

**모범 답안** 고생대, 대기 중에 오존층이 형성되어 지표에 도달하는 강한 자외선을 차단하였기 때문에 고생대 중기에 육상 생물이 출현하면서 생물의 서식지가 바다에서 육지로 확장되었다.

| 채점 기준                             | 배점    |
|-----------------------------------|-------|
| 지질 시대의 이름을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 지질 시대의 이름만 옳게 쓴 경우                | 50 %  |

내신 만점문제

17쪽~20쪽

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

**01** ③ 멀리 떨어진 대륙에서 발견되는 화석을 비교하여 과거 대륙의 분포 및 이동 과정을 알 수 있다.

**바로알기** ① 화석은 대부분 퇴적암에서 발견된다.

② 화석은 과거에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것이다.

④ 선캄브리아시대는 화석이 가장 적게 발견된다.

⑤ 생물의 유해나 흔적은 퇴적물이 쌓인 후 오랜 시간이 지날수록 지각 변동을 받아 훼손되거나 형태가 사라지기 때문에 화석이 될 가능성이 적다.

**02** ㄷ. 화석이 되기 위해서는 생물의 개체수가 많아야 하고, 생물의 유해나 흔적이 화석화 작용을 받아야 한다.

**바로알기** ㄱ. 생물의 유해나 흔적이 화석으로 남는 것은 생물의 크기와 관계가 없다.

ㄴ. 생물에 뼈나 껍데기와 같은 단단한 부분이 있어야 화석으로 남기 쉽다.

**03** • 학생 B: 삼엽충은 바다에서 서식했으므로 바다에서 퇴적된 지층이다.

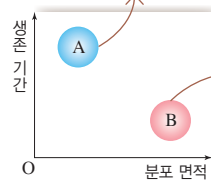
**바로알기** • 학생 A: 삼엽충 화석이 발견되므로 고생대에 퇴적된 지층이다.

• 학생 C: 높은 열과 압력을 받으면 화석이 남아 있을 수 없다.

04 품평 문제 분석

생물의 분포 면적이 좁고, 생존 기간이 길다.

⇒ 시상 화석에 적합



생물의 분포 면적이 넓고, 생존 기간이 짧다. ⇒ 표준 화석에 적합

ㄱ. 시상 화석(A)을 이용하여 지층의 생성 환경을 알 수 있다.

ㄴ. 표준 화석(B)을 이용하여 지층의 생성 시기를 알 수 있다.

ㄷ. 완족류는 고생대의 표준 화석이므로 B에 해당한다.

**05** ① (가)는 지층의 생성 환경을 알려주는 시상 화석인 고사리, (나)는 지층의 생성 시기를 알려주는 표준 화석인 암모나이트이다.

② 고사리(가)는 과거부터 현재까지 따뜻하고 습한 육지 환경에서 서식한다.

③ 지질 시대는 생물계의 급격한 변화를 기준으로 구분하는데, 생물계의 변화는 중생대의 표준 화석인 암모나이트(나)로 판단할 수 있다.

④ 공룡과 암모나이트(나)는 중생대에 번성한 생물이다.

**바로알기** ⑤ 표준 화석은 생물의 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓어야 한다. 따라서 표준 화석인 암모나이트(나)는 시상 화석인 고사리(가)보다 분포 면적이 넓다.

**06** ① 화석을 시대 순으로 나열하면 생물이 어떤 과정을 거쳐 진화하였는지 알 수 있다.

② 바다나 육지에서 서식하는 생물의 화석을 통해 그 지역의 유기나 침강 여부를 알 수 있다.

③ 선캄브리아시대의 화석은 매우 드물게 발견되고, 고생대의 화석부터 많이 발견된다.

④ 고생대, 중생대, 신생대는 화석을 이용한 생물계의 급격한 변화를 기준으로 구분한다.

**바로알기** ⑤ 딱딱한 골격을 갖는 생물체가 매우 적어 화석이 거의 발견되지 않는 지질 시대는 선캄브리아시대이다.

**07** ㄱ. 지층 A에서는 신생대의 표준 화석인 화폐석 화석이 발견되므로 지층 A는 신생대에 퇴적되었다.

ㄴ. 지층 B에서는 고생대의 표준 화석인 삼엽충 화석이 발견되고, 지층 C에서는 중생대의 표준 화석인 공룡 화석이 발견된다. 따라서 지층 B는 지층 C보다 먼저 퇴적되었다.

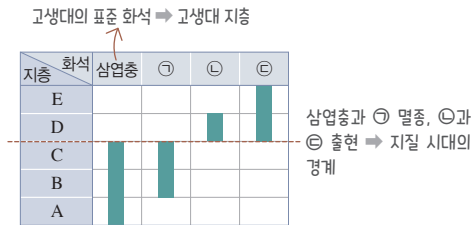
**바로알기** ㄷ. 공룡은 육지 환경에서 서식하고, 완족류는 바다 환경에서 서식한다. 따라서 지층 C는 육지 환경, 지층 D는 바다 환경에서 퇴적되었다.

**08** ㄴ. 지질 시대의 구분 기준은 생물계의 급격한 변화(생물종의 큰 변화), 부정합이다.

**바로알기** ㄱ. 지질 시대는 지구가 탄생한 이후부터 현재까지의 기간이다.

ㄷ. 시간이 가장 긴 지질 시대는 선캄브리아시대이다.

## 09 ← 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 지층 B에서는 고생대의 표준 화석인 삼엽충 화석이 발견되므로 지층 B는 고생대에 퇴적되었다.

ㄷ. 지층 A, B, C는 모두 고생대에 퇴적된 지층이고 화석 ㉡, ㉢은 지층 D에서 발견되므로 지질 시대의 경계는 지층 C와 지층 D 사이가 적절하다.

**바로알기** ㄴ. 화석 ㉡은 지층 D에서만 발견되므로 생존 기간이 길지 않다. 따라서 화석 ㉡은 생물의 생존 기간이 길고, 분포 면적이 좁아야 하는 시상 화석으로는 부적합하다.

**10** ① 스트로마톨라이트는 남세균에 의한 흔적 화석으로, 선캄브리아시대부터 형성되었다.

② 오존층은 고생대 중기에 형성되었다.

③ 겉씨식물은 중생대에, 속씨식물은 신생대에 번성하였다.

④ 지질 시대 중 가장 온난했던 시기는 빙하가 없었던 중생대이다.

**바로알기** ⑤ 최초의 다세포동물이 출현한 시기는 선캄브리아시대 말기이다.

**11** ㄷ. 공룡, 암모나이트 화석은 중생대(C)의 표준 화석이다.

ㄴ. 현재와 수륙 분포가 비슷한 시기는 신생대(D)이다.

**바로알기** ㄱ. 최초의 육상 생물이 출현한 시기는 고생대(B)이다.

ㄴ. 생물에 의한 광합성은 선캄브리아시대(A)에 남세균에 의해 시작되었다.

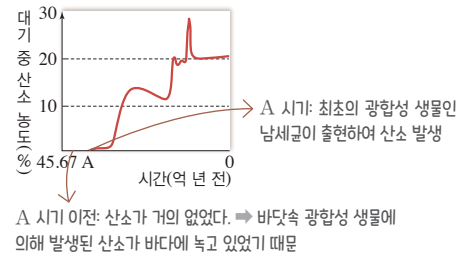
**12** ㄴ. 신생대에는 초기에 온난하였지만, 말기에 간빙기와 빙하가 반복되어 나타났다.

ㄷ. 지구의 평균 해수면 높이는 지구의 기온 상승으로 인한 빙하의 용해와 해수의 열팽창으로 높아진다. 따라서 신생대 말기는

중생대보다 지구의 평균 기온이 낮았으므로 지구의 평균 해수면 높이가 낮았을 것이다.

**바로알기** ㄱ. 중생대에는 빙하기 없이 전반적으로 온난하였으므로, 빙하의 면적이 가장 좁았던 시기이다.

## 13 ← 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. A 시기 이전에는 산소가 거의 없었으므로 오존층이 형성되지 않아 최초의 생명체는 강한 자외선으로부터 보호받을 수 있는 바다 속에서 탄생하였을 것이다.

**바로알기** ㄴ. A 시기부터 대기 중에 산소가 증가하였으므로 이 시기 이전에 광합성을 하는 남세균이 출현하여 광합성에 의해 바다에 산소가 존재하게 되었고, 점차 산소 양이 증가하면서 대기 중에 산소가 쌓이게 되었다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 스트로마톨라이트는 남세균의 점액질에 모래나 진흙같은 부유물이 달라붙어 만들어진 퇴적 구조이다. 따라서 스트로마톨라이트는 남세균이 출현한 시기부터 현재까지 바다 환경에서 형성된 흔적 화석이다.

**14** ㄱ. (가)는 중생대의 표준 화석인 암모나이트, (나)는 고생대의 표준 화석인 삼엽충, (다)는 신생대의 표준 화석인 화폐석이다.

ㄷ. 암모나이트, 삼엽충, 화폐석은 모두 바다에서 서식하였다.

**바로알기** ㄴ. 암모나이트는 중생대의 표준 화석으로, 중생대에는 육지에서 겉씨식물이 번성하였다.

**15** (다) 바다에서 최초의 광합성 생물이 출현한 시기는 선캄브리아시대이다. → (나) 말기에 삼엽충, 방추충 등이 멸종한 시기는 고생대이다. → (가) 파충류와 겉씨식물이 번성한 시기는 중생대이다. → (라) 초원이 넓게 발달하였고, 포유류가 번성한 시기는 신생대이다.

**16** (가)는 삼엽충이 나타나므로 고생대에 해당하고, (나)는 육지에 공룡이 나타나므로 중생대에 해당한다.

ㄱ. 방추충은 고생대(가)의 표준 화석이다.

ㄴ. 고생대(가)에 번성한 식물은 양치식물이다.



**바로알기** ㄷ. 중생대(나)에는 바다에서 암모나이트가 번성하였고, 화폐석은 신생대의 바다에서 번성하였다.

**17** (가)는 현재와 유사한 수륙 분포를 나타내므로 신생대의 수륙 분포이고, (나)는 판게아가 분리되어 여러 대륙들이 이동하고 있으므로 중생대의 수륙 분포이며, (다)는 고생대 말기에 대륙들이 모여 형성된 초대륙인 판게아가 나타나므로 고생대의 수륙 분포이다.

ㄱ. 신생대(가)에는 유라시아 대륙과 인도 대륙이 충돌하여 히말라야산맥이 형성되었고, 현재와 유사한 수륙 분포가 형성되었다.

**바로알기** ㄴ. (나)는 중생대의 수륙 분포이다.

ㄷ. 대서양은 중생대(나)에 판게아가 분리되기 시작하면서 형성되었다.

**18** ③ 고생대 말기에 삼엽충, 방추충 등이 멸종하면서 가장 큰 규모의 대멸종이 일어났다.

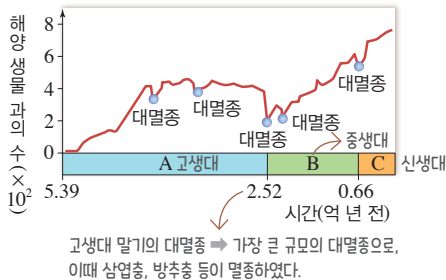
**바로알기** ① 대멸종은 수만 년에서 수백만 년에 걸쳐 일어났다.

② 지질 시대 동안 대멸종은 총 5번 발생하였다.

④ 대멸종이 일어나면 지구 환경의 급격한 변화에 적응하지 못한 생물이 멸종한다. 따라서 대멸종 이전에 비해 대멸종 이후에 생물 과의 수는 대폭 감소한다.

⑤ 대멸종 이후 환경에 적응한 생물이 다양한 종으로 진화하면서 생물다양성은 회복된다.

## 19 품평 문제 분석



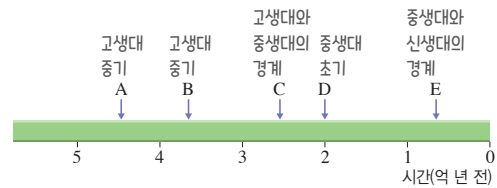
A는 약 5.39억 년 전~약 2.52억 년 전이므로 고생대이고, B는 약 2.52억 년 전~약 0.66억 년 전이므로 중생대이며, C는 약 0.66억 년 전~현재까지이므로 신생대이다.

ㄱ. 고생대(A) 말기에는 삼엽충, 방추충 등이 멸종하였다.

ㄴ. 생물의 수와 종류가 많을수록 생물다양성이 크다. 따라서 생물다양성은 고생대(A)보다 신생대(C)에 더 크다.

**바로알기** ㄷ. 중생대(B) 말기에는 소행성 충돌, 화산 폭발 등의 원인으로 대멸종이 일어났다. 판게아의 형성과 관련이 있는 대멸종은 고생대(A) 말기에 일어난 대멸종이다.

## 20 품평 문제 분석



ㄱ. 육상 생물은 오존층이 형성된 후 약 4억 년 전부터 출현하기 시작하였다. 따라서 A 시기에 대멸종된 생물은 주로 해양 생물이었다.

**바로알기** ㄴ. 매머드가 번성한 시기는 신생대이므로, E 시기 이후이며, D 시기와 E 시기 사이에는 공룡과 암모나이트 등이 번성하였다.

ㄷ. 어류는 고생대에 출현하였으므로 C 시기보다 앞선 시기에 출현하였다.

**21** (가)는 암모나이트 화석이고, (나)는 갑주어 화석이다. 암모나이트는 중생대의 표준 화석이고, 갑주어는 고생대의 표준 화석이다.

**모범 답안** (1) 중생대 (2) (가)와 (나)는 모두 바다 환경에서 퇴적되었다.

| 채점 기준                      | 배점    |
|----------------------------|-------|
| (1)과 (2)를 모두 옳게 서술한 경우     | 100 % |
| (1)과 (2) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우 | 50 %  |

**22** 선캄브리아시대의 화석은 드물게 발견되지만 신생대의 화석은 많이 발견된다. 이는 선캄브리아시대에 생물의 개체수가 적었고, 생물체에 딱딱한 골격을 갖는 부분이 없었으며, 현재로부터 오래 전이기 때문에 지각 변동을 많이 받았기 때문이다.

**모범 답안** 선캄브리아시대에 비해 신생대에 생물의 개체수가 많았다. 선캄브리아시대에는 단단한 골격을 갖는 생물이 없었으나 신생대에는 척추동물을 비롯해 많은 생물이 단단한 골격을 갖는다. 선캄브리아시대에 비해 신생대는 현재에 가까워 지각 변동을 덜 받았다.

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

**23** 화산 활동이 일어나면 화산 가스 중의 이산화 탄소가 대기 중으로 다량 방출된다. 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하면 온실 효과가 커지므로 기온이 높아진다.

**모범 답안** 중생대에는 화산 활동으로 인한 대기 중 이산화 탄소의 농도 증가로 온실 효과가 커졌기 때문이다.

| 채점 기준                             | 배점    |
|-----------------------------------|-------|
| 이산화 탄소의 농도가 증가하여 온실 효과가 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 이산화 탄소의 농도가 증가하였다고만 옳게 서술한 경우     | 50 %  |

**24** 고생대 말에는 판게아의 형성, 화산 폭발로 인한 온난화 등으로 인해 삼엽충, 방추충 등이 멸종하였을 것으로 추정한다.

**모범 답안** 고생대 말에 대륙들이 하나로 합쳐져 판게아를 형성하였고, 이때 삼엽충, 방추충 등이 멸종했다.

| 채점 기준                                                    | 배점    |
|----------------------------------------------------------|-------|
| 고생대 말의 수륙 분포를 판게아 형성과 관련지어 옳게 서술하고, 멸종한 생물을 한 가지 옳게 쓴 경우 | 100 % |
| 고생대 말의 수륙 분포만 판게아 형성과 관련지어 옳게 서술한 경우                     | 60 %  |
| 멸종한 생물만 한 가지 옳게 쓴 경우                                     | 40 %  |

## 실력UP문제

21쪽

01 ③ 02 ① 03 ② 04 ②

**01** (가)는 삼엽충 화석, (나)는 산호 화석이다.

ㄱ. 삼엽충은 고생대의 표준 화석이므로 이 지층은 고생대에 바다에서 퇴적되었을 것이다.

ㄴ. 삼엽충, 산호 화석이 발견되는 것으로 보아 이 지층이 퇴적될 당시에는 바다였을 것이다. 그러나 이 지층이 융기하여 깎이면서 현재 드러난 것이므로 지층이 퇴적될 당시보다 현재의 고도가 더 높을 것이다.

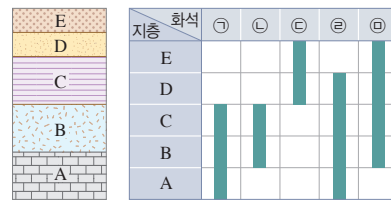
**바로알기** ㄴ. 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서 서식한다. 따라서 이 지층이 퇴적될 당시에는 따뜻하고 얕은 바다였을 것이다.

**02** ㄱ. 양서류, 조류(새), 파충류 중 가장 먼저 출현한 것은 양서류이고, 가장 나중에 출현한 것은 조류(새)이다. 따라서 A는 양서류, B는 파충류, C는 조류(새)이다.

**바로알기** ㄴ. 외부 온도에 상관 없이 체온을 일정하게 유지할 수 있는 동물을 정온 동물이라고 하는데, 정온 동물에는 조류(새)와 포유류가 있다.

ㄴ. 조류(C)가 출현한 중생대는 빙하가 없이 전반적으로 온난하여 지질 시대 중 지구의 평균 기온이 가장 높았던 시기이므로, 지질 시대 중 대륙 빙하의 면적이 가장 좁았을 것이다.

## 03 품점 문제 분석



- 지층 B는 고생대의 지층이다. ⇒ 화석 ㉠, ㉡은 고생대의 표준 화석이다.
- 시상 화석: 과거부터 현재까지 서식하는 생물의 화석이다. ⇒ 화석 ㉢이 적합

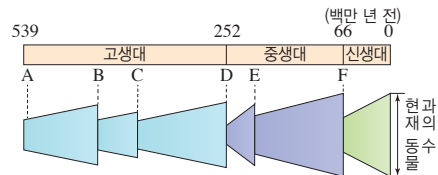
화석 ㉠~㉤ 중 표준 화석은 3개이다. 이때 표준 화석이 될 수 있는 것은 ㉠, ㉡, ㉢ 또는 ㉠, ㉡, ㉣이다. 만일 ㉠, ㉡, ㉢이 표준 화석이면, ㉣과 ㉤은 표준 화석이 될 수 없고, ㉠, ㉡, ㉣이 표준 화석이면 ㉢과 ㉤은 표준 화석이 될 수 없다.

ㄴ. ㉤은 고생대부터 신생대까지 계속 살고 있는 생물체이므로 시상 화석에 해당된다. 고사리는 고생대부터 현재까지 살고 있는 생물이므로, 화석 ㉤이 될 수 있다.

**바로알기** ㄱ. 지층 C와 D 사이를 경계로 ㉠과 ㉡ 멸종, ㉢이 출현하여 화석의 종류가 급변하므로, 지질 시대를 구분할 수 있다. 지층 B는 고생대에 퇴적되었고 지층은 역전된 적이 없으므로, 지층 C는 고생대에 퇴적되었다.

ㄴ. 이 지역에는 고생대와 신생대 지층이 나타나므로, 중생대의 표준 화석인 공룡 화석이 나타날 수 없다.

## 04 품점 문제 분석



- A 시기: 생물의 종과 수가 급격하게 증가한 시기 ⇒ 생물 대폭발
- B, C, D, E, F 시기 ⇒ 동물 과의 수가 급격하게 감소한 대멸종 시기
- D 시기: 가장 큰 규모의 대멸종 ⇒ 판게아의 형성, 화산 폭발 등이 원인으로 추정

ㄴ. 고생대와 중생대의 경계(고생대 말)에서 발생한 대멸종은 주로 판게아 형성, 화산 폭발 등이 원인으로 추정되므로 지권의 변화와 관련이 있다.

**바로알기** ㄱ. A는 고생대 초기에 바다와 대기의 산소 농도가 증가하여 생물의 종과 수가 폭발적으로 증가한 시기이다. 고생대에 일어난 최초의 대멸종 시기는 동물 과의 수가 많이 감소한 B 시기이다.

ㄴ. D 시기에 동물 과의 수가 가장 많이 감소했으므로 대멸종에 의한 동물 과의 수 멸종 비율은 D 시기가 가장 크다.

## 02 / 변이와 자연선택에 의한 생물의 진화

### 개념 확인 문제

25쪽

① 변이 ② 돌연변이 ③ 유전자 조합 ④ 수정 ⑤ 자연선택

1 변이 2 ㉠ 유전자(유전정보), ㉡ 단백질, ㉢ 형질 3 ㄱ, ㄴ, ㄷ  
4 자연선택 5 (나) → (라) → (다) → (가) 6 (1) ○ (2) ○  
(3) × (4) × (5) ○ (6) ○

1 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이를 변이라고 한다.

2 개체가 가진 유전자(유전정보)의 차이에 따라 합성되는 단백질의 종류와 양이 달라지고, 그에 따라 형질의 차이(변이)가 나타난다.

3 ㄱ. 돌연변이에 의해 DNA의 유전정보에 변화가 생겨 집단에 새로운 유전자가 만들어지면 새로운 변이가 나타날 수 있다.  
ㄴ, ㄷ. 유성생식 과정에서 유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 암수 생식세포가 무작위로 수정하여 형질이 다양한 자손이 나타난다.  
ㄷ. 체세포분열 결과 형성된 딸세포는 유전자 구성이 모두 같으므로 체세포분열에 의한 세포의 형성은 변이의 원인이 될 수 없다.

4 자연 상태에서는 변이에 따라 개체마다 환경에 다르게 적응한다. 다양한 변이가 있는 개체들 중 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 잘 살아남아 자손을 더 많이 남기는 것을 자연선택이라고 한다.

5 같은 종의 생물 무리에 다양한 형질을 가진 개체들이 존재한다(나). → 포식자의 눈에 더 잘 띄는 피식자 개체가 높은 비율로 잡아먹힌다(라). → 시간이 지남에 따라 포식자의 눈에 덜 띄는 피식자 개체가 더 잘 살아남는다(다). → 살아남은 개체의 형질이 자손에게 전달되어 그 형질을 가진 개체의 비율이 증가한다(가).

6 (1) 돌연변이에 의해 유전자의 염기서열에 변화가 생겨 새로운 유전자가 만들어지면 집단에 없던 새로운 변이가 나타날 수 있다.  
(2) 변이에 따라 환경에 적응하는 데 유리한 정도가 다르므로 어떤 변이를 갖느냐에 따라 환경에 적응하는 능력이 다르다.  
(3) 유성생식 과정에서 유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 암수 생식세포가 무작위로 수정하여 자손이 태어난다. 따라서 같은 부모로부터 태어난 자손이라도 유전자 구성이 다르므로 변이가 존재한다.

(4) 토양이 검게 변한 지역에서는 몸 색깔이 어두운 딱정벌레가 몸 색깔이 밝은 딱정벌레보다 포식자의 눈에 잘 띄지 않으므로 생존에 유리하다.

(5) 같은 변이라도 어떤 환경에서는 생존에 유리하게 작용하고, 다른 환경에서는 생존에 불리하게 작용할 수 있으므로 환경에 따라 자연선택의 결과가 다르게 나타날 수 있다.

(6) 인간의 활동은 자연선택의 방향에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 항생제를 지속적으로 사용하면 항생제 내성 세균이 자연선택되어 항생제 내성 세균의 비율이 높아질 수 있다.

### 개념 확인 문제

27쪽

① 진화 ② 변이 ③ 자연선택

1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 2 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×  
3 ㉠ 먹이, ㉡ 자연선택

1 (1) 진화는 오랜 시간 동안 여러 세대를 거치면서 생물이 변화하는 현상으로, 개체 수준에서는 관찰할 수 없으며, 집단 내에서 특정 유전자를 가진 개체의 비율이 변하는 것으로 진화를 관찰할 수 있다.

(2) 다양한 변이가 있는 개체들 중 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되면서 진화가 일어나므로, 변이는 진화의 원동력이 된다.

(3) 지구의 다양한 환경에서 생물이 여러 방향으로 자연선택되는 과정에서 새로운 종이 출현할 수 있으며, 그 결과 지구에는 다양한 생물종이 나타났다.

(4) 우수한 형질을 가진 개체가 자연선택되는 것이 아니라 주어진 환경에서 적응하여 살아남기에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택된다.

2 (1) 다윈은 다양한 변이가 있는 개체들 중 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되는 과정이 반복되어 생물이 진화한다고 설명하였다.

(2) 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳는다(과잉 생산).

(3) 자연선택설의 핵심은 '환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 더 많은 자손을 남긴다.'는 것이다.

(4) 다윈이 자연선택설을 발표할 당시에는 유전의 원리가 밝혀지지 않았다. 다윈은 변이의 존재를 인식하고 있었지만, 그 변이가 어떻게 발생하고 유전되는지에 대해서는 명확하게 설명하지 못했다.

**3** 갈라파고스 제도는 섬마다 환경이 달랐다. 남아메리카 대륙에서 갈라파고스 제도로 건너온 핀치 사이에는 다양한 변이가 있었으며, 이 중에서 각 섬에 풍부한 먹이를 먹는 데 유리한 모양의 부리를 가진 핀치들이 더 잘 살아남아 자손을 더 많이 남기게 되었다. 이와 같은 자연선택 과정이 반복되고 누적되면서 섬마다 서로 다른 종류의 핀치로 진화하였다.

### 내신 만점 문제

28쪽~30쪽

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

**01** • 학생 A: 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이를 의미한다.

• 학생 C: 개체가 가진 유전자의 차이에 따라 합성되는 단백질의 종류와 양이 달라지고, 그에 따라 형질의 차이(변이)가 나타난다.

**[바로알기]** • 학생 B: 변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 인해 나타난다.

**02** ㄴ, ㄷ. 사랑앵무의 깃털 색이 개체마다 다른 것이나 같은 부모로부터 태어난 새끼 고양이 털색이 서로 다른 것은 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이이므로 변이의 예이다.

**[바로알기]** ㄱ. 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이를 의미한다. 기린과 얼룩말은 서로 다른 종에 속하는 동물이므로 이들 사이에서 나타나는 무늬 차이는 변이의 예가 아니다.

**03** • 학생 A: DNA에 저장된 유전정보가 다르면 이로부터 형성된 단백질의 종류와 양이 달라져 서로 다른 형질이 나타난다.

• 학생 B: 유성생식 과정에서 유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 이 생식세포가 무작위로 수정하여 유전적으로 다양한 자손이 형성되면서 여러 가지 변이가 나타난다.

**[바로알기]** • 학생 C: 돌연변이는 무작위로 발생하며, 반드시 환경 적응에 유리한 방향으로만 일어나는 것은 아니다. 일반적으로 돌연변이는 생존에 불리한 경우가 많다.

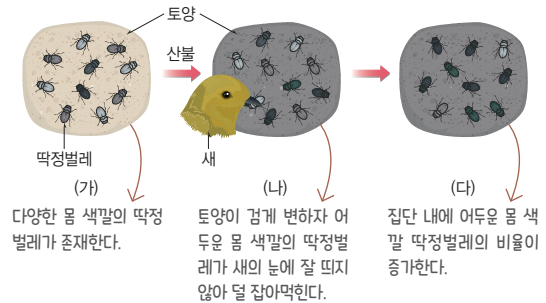
**04** ㄱ. (가)에서 붉은색 딱정벌레는 모두 같은 종이므로 개체마다 몸 색깔이 붉은 정도가 다른 것은 변이의 예이다.

ㄴ. 돌연변이는 DNA의 유전정보에 변화가 생겨 부모에게 없던 형질이 자손에게 나타나는 현상이다. (나)에서 붉은색 딱정벌레

집단의 자손 중에 초록색 딱정벌레가 갑자기 나타난 것은 돌연변이의 결과이다.

ㄷ. 붉은색 몸 색깔만 있던 딱정벌레 집단이 붉은색과 초록색 몸 색깔의 집단이 되었으므로 변이가 다양해졌다.

### 05 품평 문제 분석

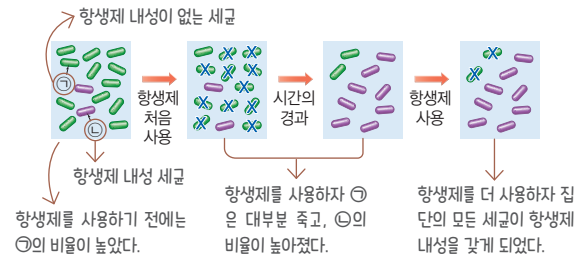


ㄱ. 같은 종의 딱정벌레 사이에서 나타나는 다양한 몸 색깔은 변이로, 개체마다 유전자가 다르기 때문에 나타난다.

**[바로알기]** ㄴ. (나)와 같이 토양이 검은 환경에서는 몸 색깔이 밝을수록 포식자의 눈에 더 잘 띄므로 생존에 불리하다. 이처럼 딱정벌레의 몸 색깔은 자연선택에 영향을 준다.

ㄷ. 몸 색깔이 어두운 딱정벌레의 비율은 (가)에서 (다)로 갈수록 증가하고 있다. 즉, 몸 색깔이 어두운 딱정벌레의 비율은 (다)에서 (나)에서보다 높다.

### 06 품평 문제 분석



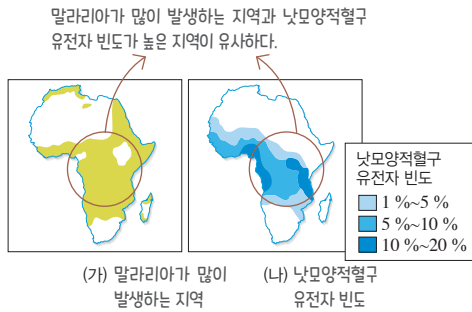
ㄷ. 항생제 내성 형질을 가진 세균이 번식하면서 자손도 항생제 내성 형질을 가지는 것으로 보아 항생제 내성 형질은 자손에게 유전됨을 알 수 있다.

**[바로알기]** ㄱ. 항생제가 처음 사용되었을 때 ㉠은 대부분 죽고, ㉡은 살아남은 것으로 보아 항생제에 대해 내성을 가진 세균은 ㉡임을 알 수 있다.

ㄴ. 항생제 내성 세균인 ㉡은 항생제 사용 전부터 존재하고 있으므로 항생제의 사용으로 ㉠이 ㉡으로 변화한 것이 아니다. 시간이 지날수록 ㉡의 비율이 높아진 것은 항생제가 지속적으로 사용되는 환경에서 ㉡이 자연선택되었기 때문이다.



## 07 품목 문제 분석



- 낫모양적혈구는 산소 운반 능력이 떨어지며, 모세혈관을 막아 혈액의 흐름을 느리게 하여 악성 빈혈을 유발한다.
- 말라리아가 많이 발생하는 지역에서 낫모양적혈구 유전자의 빈도가 높다. ➔ 낫모양적혈구 유전자가 생존에 유리하게 작용하여 자연선택된다.

ㄱ. 그림 (가)와 (나)를 비교해 보면 말라리아가 많이 발생하는 지역과 낫모양적혈구 유전자 빈도가 높은 지역이 유사함을 알 수 있다.

ㄴ. 낫모양적혈구 유전자는 일반적으로 생존에 불리하여 자연선택되지 않지만, 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 생존에 유리하게 작용하여 자연선택된다.

**바로알기** ㄴ. 낫모양적혈구는 일반적으로 심한 빈혈을 일으켜 생존에 불리하다. 그러나 말라리아를 일으키는 말라리아원충은 낫모양적혈구에서는 증식하기 어려워 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 낫모양적혈구 유전자를 가진 사람이 정상 적혈구 유전자만 가진 사람보다 생존에 유리하다.

**08** ① 환경 오염, 항생제나 살충제의 사용, 도시화, 농업 활동 등과 같은 인간의 활동은 생물의 자연선택 방향에 영향을 줄 수 있다. 이와 같은 활동은 환경을 변화시키며, 변화된 환경에서 자연선택되는 생물이 달라질 수 있다.

② 어떤 변이는 개체가 환경에 적응하는 데 유리하게 작용하고, 어떤 변이는 불리하게 작용한다. 따라서 개체는 변이에 따라 환경에 적응하는 능력이 다르다.

③ 다양한 변이가 있는 개체들 중 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되면서 진화가 일어나므로, 변이와 자연선택은 진화의 원동력이 된다.

④ 자연선택이 반복되면서 집단에서 특정 형질을 가진 개체의 비율이 점차 높아진다. 그 결과 생물은 이전과는 다른 형질을 가진 생물로 변화한다.

**바로알기** ⑤ 특정 환경에서 생존에 유리한 형질이 다른 환경에서도 항상 유리한 것은 아니다. 특정 환경에서 유리한 형질이라 하더라도 다른 환경에서는 불리하게 작용할 수 있다.

**09** ㄱ. 진화는 오랜 시간 동안 여러 세대를 거치면서 생물의 구조와 특성이 변화하는 현상으로, 진화의 결과 새로운 종의 생물이 생겨나기도 하고, 그 과정에서 환경에 적응하지 못한 생물은 사라지기도 한다.

ㄴ. 진화는 자연선택 과정이 반복되어 일어나므로 진화가 일어나면 자연선택된 형질(환경 적응에 유리한 형질)을 가진 개체의 비율이 증가한다.

**바로알기** ㄴ. 같은 종의 생물이라도 환경이 다르다면 서로 다른 형질이 자연선택되므로 각기 다른 방향으로 진화한다.

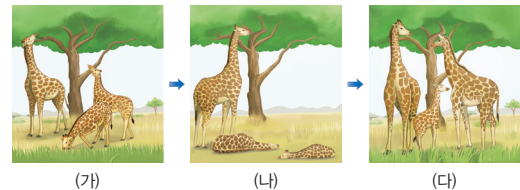
**10** 다윈의 자연선택설에서는 진화가 일어나는 과정을 과잉 생산과 변이(㉠) → 생존경쟁(㉡) → 자연선택(㉢) → 유전과 진화의 순으로 설명한다.

ㄴ. ㉡은 생존경쟁으로, 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 더 많은 수의 자손을 낳으므로 과잉 생산된 개체들 사이에서 먹이와 서식 공간을 두고 경쟁이 일어난다.

ㄷ. ㉢은 자연선택이며, 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 못한 개체보다 더 잘 살아남아 더 많은 자손을 남기는 과정(자연선택)이 반복되어 그 형질을 가진 개체의 비율이 증가하면서 생물이 진화한다.

**바로알기** ㄱ. ㉠은 과잉 생산된 개체들 사이에서 다양한 형질이 나타나는 변이이다.

## 11 품목 문제 분석



많은 수의 기린이 태어났고, 기린의 목 길이는 다양하였다.  
- 과잉 생산과 변이

목이 긴 기린이 먹이를 먹기에 유리하여 살아 남았다.  
- 생존경쟁과 자연선택

이 과정이 오랫동안 반복되어 기린의 목이 오늘 날과 같이 길어졌다.  
- 유전과 진화

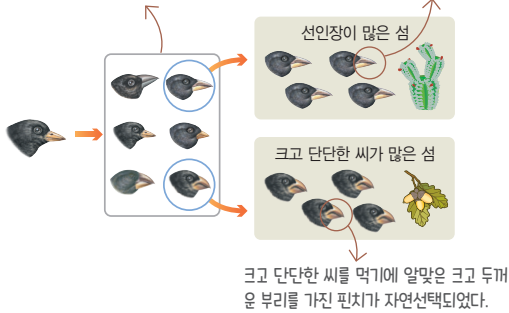
ㄱ. (가)에서는 기린의 목 길이에 변이가 있어 다양한 목 길이를 가진 기린들이 공존하고 있다.

ㄴ. (가) → (나) 과정에서는 다양한 목 길이를 가진 기린들 사이에서 먹이를 두고 생존경쟁을 한 결과 목이 긴 기린이 높은 곳의 먹이를 먹기에 유리하여 살아남았다. 즉, 목이 긴 기린이 자연선택되었다.

ㄷ. 자연선택된 목이 긴 형질은 자손에게 유전되어 집단 내에 목이 긴 기린의 비율이 증가한 결과 기린의 목이 오늘날과 같이 길어졌다.

## 12 품목 문제 분석

남아메리카 대륙에서 날아온 핀치들 사이에는 부리 모양에 다양한 변이가 있었다. 선인장 열매를 먹기에 알맞은 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 자연선택되었다.



ㄷ. 섬마다 먹이 환경이 다르고, 그 환경에서 생존하는 데 유리한 부리 모양을 가진 핀치가 자연선택되므로 부리 모양이 서로 다른 방향으로 진화하였다.

**[바로알기]** ㄱ. 핀치 부리 모양의 다양한 변이는 갈라파고스 제도 각 섬의 환경에 적응하면서 나타난 것이 아니라, 핀치가 각 섬으로 흩어져 살기 전부터 이미 존재하고 있었다.

ㄴ. 선인장이 많은 섬에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 번성한 것으로 보아 이 형질이 생존에 유리함을 알 수 있다.

**13 모범 답안** 돌연변이와 유성생식 과정에서 일어나는 생식세포의 다양한 조합, 다양한 변이가 있는 개체를 중 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체가 자연선택되는 과정이 반복되면서 생물이 진화하므로 변이는 진화의 원동력이 된다.

| 채점 기준                                          | 배점    |
|------------------------------------------------|-------|
| 변이의 원인 두 가지를 쓰고, 변이가 진화의 원동력이 되는 까닭을 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 변이가 진화의 원동력이 되는 까닭만 옳게 서술한 경우                  | 60 %  |
| 변이의 원인 두 가지만 옳게 쓴 경우                           | 40 %  |

**14 모범 답안** (1) ㉠ 다양한 색깔의 초콜릿은 변이를 나타낸다.

㉡ 포식 등에 의해 개체가 무리에서 제거되는 과정을 나타낸다.

㉢ 개체가 번식하는 것을 나타낸다.

(2) 특정 환경에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 더 잘 살아남아 많은 자손을 남기고(자연선택), 살아남은 개체의 형질이 자손에게 전달되어 그 형질을 가진 개체의 비율이 높아지며, 이러한 과정이 누적되어 진화가 일어난다.

| 채점 기준                                                       | 배점   |
|-------------------------------------------------------------|------|
| 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우                                          | 50 % |
| (1) 두 가지만 옳게 서술한 경우                                         | 30 % |
| 한 가지만 옳게 서술한 경우                                             | 10 % |
| 실험 결과의 의미를 자연선택 과정을 포함하여 옳게 서술한 경우                          | 50 % |
| (2) 실험 결과의 의미를 자연선택 과정을 포함하지 않고 자연선택된 개체의 비율이 높아진다고만 서술한 경우 | 30 % |

**15 모범 답안** 한 종의 핀치가 갈라파고스 제도의 각 섬에서 부리 모양이 다양한 많은 수의 핀치를 낳았다. 핀치는 먹이를 두고 경쟁하였으며, 각 섬의 먹이 환경에 적합한 부리를 가진 핀치가 자연선택되었다. 이 과정이 반복되어 서로 다른 종의 핀치로 진화하였다.

| 채점 기준                                                       | 배점    |
|-------------------------------------------------------------|-------|
| 핀치의 진화 과정을 과잉 생산, 변이, 생존경쟁, 자연선택의 개념을 포함하여 옳게 서술한 경우        | 100 % |
| 핀치의 진화 과정을 변이와 자연선택의 개념을 포함하여 옳게 서술한 경우                     | 80 %  |
| 핀치의 진화 과정을 각 섬의 환경에 알맞은 핀치가 자연선택되어 서로 다른 종으로 진화하였다고만 서술한 경우 | 40 %  |

## 실력UP문제

31쪽

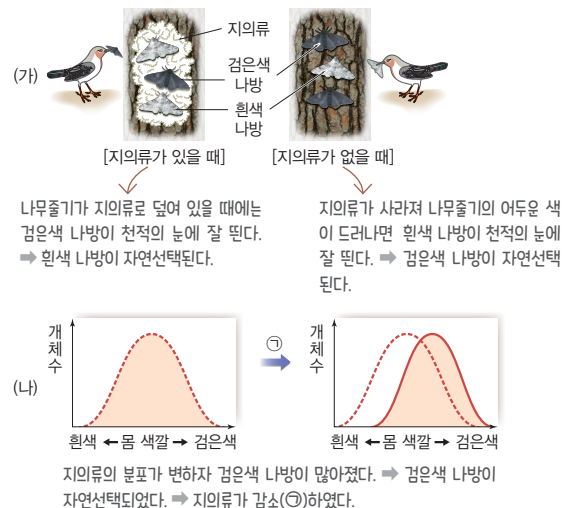
01 ① 02 ㄱ, ㄷ 03 ① 04 ③

**01** ㄱ. 생물의 형질은 유전자의 유전정보에 따라 만들어지는 단백질에 의해 결정되는 것으로, 어린 홍학의 회색 몸 색깔도 유전자에 따라 합성되는 단백질에 의해 나타난다.

**[바로알기]** ㄴ. 돌연변이는 유전자의 변화로 인해 발생하며, 먹이의 종류와 양에 따라 제각기 다른 특징을 가지는 붉은 무늬가 나타나는 것은 환경의 영향을 받은 비유전적 변이이다.

ㄷ. ㉡은 유전자가 아닌 환경의 영향을 받아 나타난 비유전적 변이이므로 형질이 자손에게 유전되지 않는다.

## 02 품목 문제 분석



ㄱ. 나무줄기에 지의류가 있는 환경에서는 흰색 나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하다.

ㄴ. 지의류의 변화에 따라 자연선택되는 나방의 형질이 달라지는 것처럼 환경 변화는 자연선택의 방향에 영향을 준다.

**[바로알기]** ㄴ. (나)에서 ㉠이 일어났을 때 검은색 나방이 많아지는 방향으로 변화가 일어났으며, (가)에서 검은색 나방이 생존에 유리한 환경은 나무줄기에 지의류가 없을 때이다. 따라서 ㉠은 '지의류 감소'임을 알 수 있다.

### 03 — 품평 문제 분석

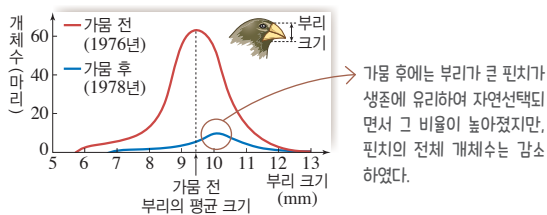
- (가) 목이 긴 땅거북이 목이 짧은 땅거북보다 먹이를 더 쉽게 얻는다. → 생존경쟁, 자연선택
- (나) 오랜 시간 동안 목이 긴 땅거북이 더 많은 자손을 남긴다. → 유전과 진화
- (다) 많은 수의 땅거북이 있으며, 목이 긴 땅거북과 목이 짧은 땅거북이 공존하고 있다. → 변이

ㄱ. (나)에서 목이 긴 땅거북이 더 많은 자손을 남기고, 긴 목 유전자는 자손에게 전달되므로 세대가 거듭될수록 땅거북 무리에서 긴 목 유전자의 비율은 증가한다.

**[바로알기]** ㄴ. 변이와 자연선택에 의한 진화의 과정은 (다) → (가) → (나)이다. 개체를 사이에 변이가 존재하고(다), 그중 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되며(가), 이 과정이 오랜 시간 반복되어 해당 형질을 가진 개체의 비율이 높아진다(나).

ㄴ. 환경 변화로 키가 큰 선인장의 개체수가 급격히 줄어들었다면 땅거북의 생존에 유리한 변이가 바뀔 수 있다. 따라서 (나)와 다른 결과가 나올 수 있다.

### 04 — 품평 문제 분석



ㄴ. 가뭄 후 핀치의 개체수는 줄어들었지만 부리의 평균 크기는 가뭄 후가 가뭄 전보다 크다.

**[바로알기]** ㄱ. 핀치의 전체 개체수는 그래프 아래 면적에 해당하며, 가뭄 전이 가뭄 후보다 많다.

ㄴ. 가뭄 후 크고 딱딱한 씨가 많아진 환경에서 부리 크기가 커지는 방향으로 자연선택이 일어났으므로 큰 부리가 크고 단단한 씨를 먹기에 유리함을 알 수 있다.

## 03 / 생물다양성

### 개념 확인 문제

35쪽

① 유전적 ② 종 ③ 생태계 ④ 높 ⑤ 생물자원

1 (가) 생태계다양성 (나) 종다양성 (다) 유전적 다양성 2 (1) 생 (2) 유 (3) 종 3 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 4 (1) (가) 5종 (나) 4종 (2) 해설 참조 (3) (가) 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

1 (가)는 일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양성을 의미하는 생태계다양성, (나)는 일정한 지역에서 관찰되는 생물종의 다양성을 의미하는 종다양성, (다)는 같은 종의 생물이 지닌 유전자의 다양성을 의미하는 유전적 다양성이다.

2 (1) 제주도에 해안, 산, 습지, 초원 등 다양한 생태계가 있는 것은 생태계다양성의 예이다.

(2) 바지락이 개체마다 껍데기 무늬와 색이 다른 것은 각 개체가 가지고 있는 유전자가 다르기 때문으로, 유전적 다양성의 예이다.

(3) 숲에 참나무, 소나무, 다람쥐 등이 서식하는 것은 일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 보여주는 것으로, 종다양성의 예이다.

3 (1) 종다양성은 동물, 식물, 미생물 등 일정한 지역에 사는 모든 생물을 포함하는 개념이다.

(2) 유전적 다양성은 같은 생물종에서 개체마다 유전자가 달라 다양한 형질이 나타나는 것을 의미한다.

(3) 유전적 다양성이 낮은 집단은 급격한 환경 변화가 일어났을 때 적응할 수 있는 개체가 존재할 확률이 낮아 멸종될 가능성이 높다.

(4) 생태계다양성은 생태계의 다양함뿐만 아니라 구성 요소 사이에서 일어나는 상호작용의 다양함까지 포함하는 개념이다.

4 (1) 각 지역에 서식하는 생물종의 수는 (가)가 5종(A, B, C, D, E), (나)가 4종(A, B, D, E)이다.

| 구분  | A | B | C | D | E | 총 개체수 |
|-----|---|---|---|---|---|-------|
| (가) | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 13    |
| (나) | 1 | 5 | 0 | 2 | 5 | 13    |

(3) 서식하는 생물종의 수는 (가)가 5종이고, (나)가 4종으로, (가)가 (나)보다 많다. 또 (가)는 각 생물종이 (나)에 비해 고르게 분포하는 반면, (나)는 B와 E의 비율이 상대적으로 높다. 종다양성은 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종이 고르게 분포할수록 높으므로 (가)에서가 (나)에서보다 종다양성이 높다.



- 5 (1) 생물자원은 인간의 생활과 생산 활동에 이용되는 모든 생물적 자원을 말하며, 생물다양성이 높을수록 생물자원이 풍부해진다.
- (2) 생물은 저마다 고유한 기능을 수행하며 서로 밀접한 관계를 맺고 살아가므로 다양한 생물은 생태계를 안정적으로 유지하는데 중요하다. 따라서 생물다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다.
- (3) 버드나무로부터 해열진통제의 원료를 얻고, 푸른곰팡이로부터 항생제의 원료를 얻는 등 많은 의약품의 원료를 식물, 미생물, 동물 등 다양한 생물로부터 얻는다.
- (4) 생태계 자체도 매우 중요한 생물자원이다. 다양한 생태계는 사람에게 휴식 장소, 여가 활동 장소, 생태 관광 장소 등을 제공한다.

### 개념 확인 문제

37쪽

① 서식지 ② 외래생물 ③ 멸종 위기종

- 1 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○      2 외래생물      3 생태통로  
4 생물다양성협약

- 1 (1) 외래생물 유입은 생물다양성 감소의 원인 중 하나이지만, 가장 큰 원인은 아니다. 생물다양성 감소의 가장 큰 원인은 서식지파괴이다.
- (2) 숲의 나무를 베어 내면 그곳에서 살아가던 수많은 동식물의 서식지가 파괴되어 생물다양성이 감소한다.
- (3) 도로 건설 등으로 서식지가 분할되면 서식지의 총 면적이 감소하며, 생물종의 이동도 제한되어 고립될 수 있다.
- (4) 보호 동식물을 불법 포획하거나 야생 동식물을 남획하면 해당 생물종의 개체수가 급격히 감소하여 멸종될 수 있다. 환경 오염은 서식 환경을 악화시켜 여러 생물종의 생존을 위협할 수 있다.
- 2 원래 서식하던 지역을 벗어나 다른 지역으로 유입된 생물을 외래생물이라고 한다. 외래생물이 새로운 환경에 적응하여 대량으로 번식하면 토종 생물의 서식지를 차지하여 생존을 위협하고 먹이 관계에 변화를 일으켜 생태계평형을 깨뜨린다.
- 3 생태통로는 도로나 철도 건설 등으로 단절된 서식지를 연결하여 야생 동물들이 자유롭게 이동할 수 있도록 만든 구조물이다. 생물종이 고립되는 것을 막아 생물다양성 감소를 완화시킬 수 있다.

- 4 생물다양성협약은 생물다양성을 보전하고, 지속 가능한 방식으로 생물다양성 요소를 이용하며, 유전자원 이용으로 발생하는 이익을 공정하고 공평하게 공유하는 것을 목적으로 체결된 국제 협약이다.

### 내신 만점 문제

38쪽~40쪽

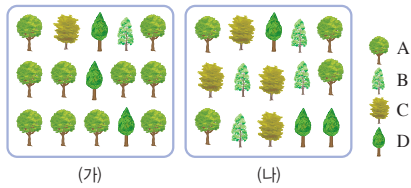
- 01 ⑤      02 ②      03 ⑤      04 ③      05 ⑤      06 ④  
07 ④      08 ⑤      09 ①      10 ①      11 ⑤      12 ①  
13 해설 참조      14 해설 참조      15 해설 참조

- 01 • 학생 B: 같은 생물종에서 개체마다 유전자가 달라 다양한 형질이 나타나는 것을 유전적 다양성이라고 한다.
- 학생 C: 생태계다양성은 일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 말하며, 환경의 차이로 인해 지구에는 다양한 생태계가 존재한다.
- (바로알기) • 학생 A: 종다양성은 일정한 지역에 사는 생물종의 다양한 정도를 말한다.

- 02 (가)는 유전적 다양성, (나)는 종다양성, (다)는 생태계다양성이다.
- ㄷ. 유전적 다양성은 종다양성 유지에 중요한 역할을 하고, 종다양성은 생태계평형을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 또 생태계다양성이 높을수록 종다양성과 유전적 다양성이 높아진다. 이처럼 세 요소는 서로 밀접하게 연관되어 생물다양성 유지에 중요한 역할을 한다.
- (바로알기) ㄱ. 유전적 다양성(가)이 높은 집단은 급격한 환경 변화가 일어났을 때 적응할 수 있는 개체가 존재할 확률이 높아 멸종될 가능성이 낮다.
- ㄴ. 생물과 환경 사이의 상호작용을 포함하는 생물다양성 요소는 생태계다양성(다)이다. 생태계다양성은 생태계의 다양함뿐만 아니라 구성 요소 사이에서 일어나는 상호작용의 다양함까지 포함한다.

- 03 A는 생태계다양성, B는 유전적 다양성이므로 C는 종다양성이다.
- ㄴ. 생태계의 종류에 따라 환경이 다르므로 환경과 상호작용을 하며 살아가는 생물종도 다르다. 따라서 생태계다양성(A)이 높을수록 종다양성(C)도 높아진다.
- ㄷ. C는 종다양성이므로 ‘열대우림에 다양한 생물종이 살고 있다.’는 (가)에 해당한다.
- (바로알기) ㄱ. 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 같은 생물종에서 유전자의 차이로 나타나는 형질의 다양함으로, 유전적 다양성(B)의 예이다.

#### 04 품평 문제 분석



| 구분  | A  | B | C | D | 총 개체수 | 종 수 |
|-----|----|---|---|---|-------|-----|
| (가) | 10 | 1 | 1 | 3 | 15    | 4   |
| (나) | 4  | 4 | 4 | 3 | 15    | 4   |

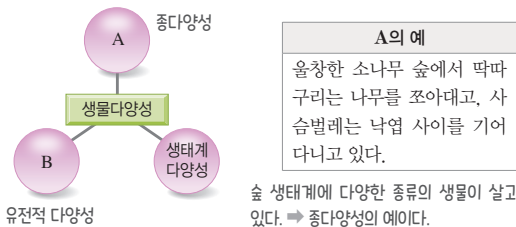
- 종 수와 총 개체수는 (가)와 (나)에서 같다.
- 각 식물 종의 분포 비율은 (나)에서가 (가)에서보다 고르다.
- ⇒ 종다양성은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄱ. (가)와 (나) 모두 총 개체수는 15이다.

ㄴ. 일정한 지역에 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종다양성이 높다. (가)와 (나)는 식물 종의 수가 같지만, (나)에서가 (가)에서보다 각 식물 종이 더 고르게 분포하므로 종다양성이 높다.

**바로알기** ㄴ. (나)에서는 각 식물 종이 고르게 분포하지만, (가)에서는 A가 대부분을 차지한다. 따라서 각 식물 종의 분포 비율은 (나)에서가 (가)에서보다 고르다.

#### 05 품평 문제 분석



① 종다양성은 일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도로, 숲 생태계에 소나무, 딱따구리, 사슴벌레 등이 살고 있는 것은 종다양성(A)의 예이다.

② 종다양성(A)은 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 높다.

③, ④ B는 유전적 다양성으로, 한 생물종이 가지는 유전정보의 다양함을 의미한다. 헬리코너우스나비의 날개 무늬가 개체마다 다른 것은 개체마다 유전자가 다르기 때문으로, 유전적 다양성의 예이다.

**바로알기** ⑤ 생태계의 종류에 따라 환경이 다르므로 생물이 서식하는 환경의 다양한 정도는 생물다양성 중 생태계다양성에 포함된다.

#### 06 품평 문제 분석

• 바나나 야생종은 씨가 있어 ㉠씨를 통해 번식한다.

암수 생식세포의 수정으로 새로운 개체를 만드는 유성생식으로, 유전자 구성이 다양한 자손이 만들어진다.

• 과거에 시장을 점령했던 그로 미셀 품종은 씨가 없어 ㉡뿌리나 줄기의 일부를 잘라 옮겨 심는 방법으로 재배되었으며, 곰팡이에 의해 발생한 질병으로 대부분의 지역에서 멸종되었다.

암수 생식세포의 결합 없이 새로운 개체를 만드는 무성생식으로, 유전자 구성이 동일한 자손이 만들어진다.

• 오늘날 상업적으로 재배되는 캐번디시 품종은 씨가 없어 ㉡의 방법으로 재배되고 있다.

ㄱ. ㉠은 유성생식, ㉡은 무성생식이다. 유성생식에서는 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합이 일어나 유전자 구성이 다양한 자손이 만들어지는 반면, 무성생식에서는 유전자 구성이 동일한 자손이 만들어진다.

ㄴ. 유전적 다양성이 낮으면 환경 변화가 일어나거나 질병이 발생했을 때 적응하여 살아남는 개체가 존재할 확률이 낮아 멸종되기 쉽다.

**바로알기** ㄴ. 야생종은 유성생식으로 번식하므로 자손의 형질이 다양하지만, 캐번디시 품종은 무성생식으로 번식하여 자손의 유전자 구성이 같으므로 형질의 차이가 거의 없다.

07 • 학생 A: 모든 생물은 경제적 가치나 유용성과 무관하게 생명 그 자체로 소중하며, 생태계의 일부로서 생태계의 균형과 기능에 기여하므로 중요하다.

• 학생 B: 생물은 인간의 의식주에 필요한 각종 자원을 제공하며, 많은 의약품의 원료는 다양한 생물에서 유래한다.

**바로알기** • 학생 C: 다양한 식물의 뿌리는 토양 침식을 방지하여 토양 보전에 기여한다. 또한 다양한 식물과 미생물은 오염 물질을 흡수하고 분해하여 물을 정화하는 등 환경 정화에도 중요한 역할을 한다.

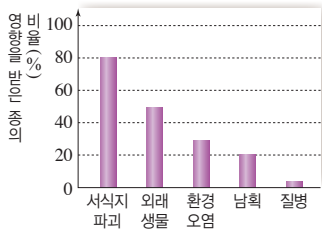
08 ② 목화(면섬유), 누에(비단) 등으로부터 얻는 섬유 원료를 이용하여 의복을 만든다.

③ 옥수수나 사탕수수 등을 이용하여 바이오에탄올과 같은 에너지를 생산한다.

**바로알기** ⑤ 생물자원은 인간의 생산 활동뿐 아니라 인간의 생활에 이용되는 모든 생물적 자원을 말하므로, 휴식 장소, 여가 활동 장소, 생태 관광 장소로 이용되는 것도 생물자원에 포함된다.

09 특정 생물종을 남획하면 개체수가 급격히 감소하여 멸종될 수 있으며, 먹이 관계에 있는 다른 생물종에도 영향을 미쳐 생물 다양성을 감소시킨다.

## 10 품목 문제 분석



서식지파괴가 가장 많은 생물종에 영향을 미치며, 외래생물, 환경 오염, 남획 등도 영향을 미친다. → 인간의 활동이 생물다양성 감소에 많은 영향을 미친다.

ㄱ. 외래생물이 새로운 환경에 적응하여 대량으로 번식하면 토종 생물의 서식지를 차지하거나 먹이 관계에 변화를 일으켜 생존을 위협할 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 생물다양성 감소에 가장 큰 영향을 주는 요인은 서식지파괴이다.

ㄷ. 서식지파괴, 환경 오염, 남획 등 생물다양성 감소의 주요 원인은 대부분 인간의 활동과 관련이 깊다.

**11** ① 불법 포획이나 남획은 특정 생물종의 개체수를 급격히 감소시켜 생물다양성을 위협한다.

② 서식지파괴는 생물다양성 감소의 주요 원인이므로 서식지를 복원하고 보존하는 것은 생물다양성보전에 매우 중요하다.

③ 생물다양성을 보전하기 위한 법적 근거를 마련하고, 이를 관리하는 것이 필요하다.

④ 자원 재활용이나 대중교통 이용과 같은 환경 보호 활동은 개인적 차원에서의 생물다양성보전 방안이다.

**바로알기** ⑤ 생물다양성 감소는 특정 지역이나 한 나라에 국한된 문제가 아닌 인류의 생존과 직결된 문제로, 모두의 관심과 협력이 필요하다.

**12** ① 람사르 협약은 물새 서식처로서 국제적으로 중요한 습지를 보호하는 국제 협약으로, 고창 운곡습지, 창녕 우포늪 등이 람사르 협약에 가입되어 있다.

**바로알기** ② 기후 변화 협약은 지구 온난화를 막기 위해 온실 기체 배출을 줄이는 것을 목표로 하는 국제 협약이다.

③ 사막화 방지 협약은 심각한 가뭄이나 사막화의 영향을 받는 국가들의 사막화 방지와 피해 경감을 위한 국제 협약이다.

④ 생물다양성협약은 생물다양성의 보전과 지속 가능한 이용, 유전자원으로 얻는 이익 공유를 목표로 하는 국제 협약이다.

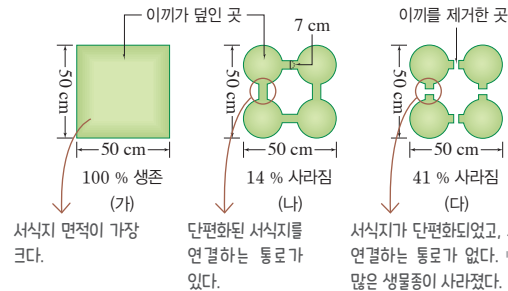
⑤ 이동성 야생 동물 보호 협약은 국경을 넘나드는 야생 동물들의 보호와 서식지 보전을 위한 국제 협약이다.

**13** (1) **모범 답안** 같은 생물종이라도 개체마다 서로 다른 유전자를 가지고 있기 때문이다.

(2) **모범 답안** 유전적 다양성, 급격한 환경 변화에도 적응하여 살아남는 개체가 있을 확률이 높아 멸종될 가능성이 낮다.

| 채점 기준                                            | 배점   |
|--------------------------------------------------|------|
| (1) 유전자의 차이를 포함하여 옳게 서술한 경우                      | 50 % |
| 변이가 있기 때문이라고만 서술한 경우                             | 30 % |
| (2) 유전적 다양성이라고 쓰고, 환경 변화와 멸종 가능성을 포함하여 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 유전적 다양성이라고 쓰고, 멸종 가능성이 낮다고만 서술한 경우               | 30 % |
| 유전적 다양성만 쓴 경우                                    | 10 % |

## 14 품목 문제 분석



(1) **모범 답안** 서식지가 단편화되면 서식지 면적이 감소하고 생물종의 이동이 제한되어 개체수가 감소하며 멸종으로 이어질 수 있다. 따라서 종다양성이 감소한다.

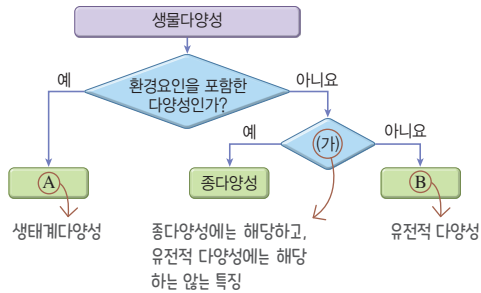
(2) **모범 답안** (나)와 (다)를 비교하였을 때 동물의 이동 경로를 보존하는 것이 생물다양성보전에 중요함을 알 수 있다. 따라서 터널을 뚫는 것이 산을 절개하는 것보다 동물의 이동 경로를 보존할 수 있으므로 생물다양성을 보전하는 데 더 유리하다.

| 채점 기준                                                          | 배점   |
|----------------------------------------------------------------|------|
| (1) 종다양성이 감소함을 서식지 면적 감소와 생물종의 이동을 포함하여 옳게 서술한 경우              | 50 % |
| 종다양성이 감소함을 서식지 면적 감소와 생물종의 이동 중 하나만 포함하여 옳게 서술한 경우             | 30 % |
| 종다양성이 감소한다고만 서술한 경우                                            | 10 % |
| (2) (나)와 (다)를 비교하고, 터널을 뚫는 것이 더 유리함을 이동 경로의 보존을 포함하여 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 실험 결과를 언급하지 않고 터널을 뚫는 것이 더 유리함을 이동 경로의 보존을 포함하여 옳게 서술한 경우      | 30 % |
| 터널을 뚫는 것이 더 유리하다고만 쓴 경우                                        | 10 % |

**15** **모범 답안** 에너지 절약, 자원 재활용, 친환경 제품 사용 등의 생활 실천 활동과 생물다양성의 중요성을 알리는 홍보 활동 등에 참여할 수 있다.

| 채점 기준                                             | 배점    |
|---------------------------------------------------|-------|
| 개인 수준에서 할 수 있는 노력을 사례와 함께 옳게 서술한 경우               | 100 % |
| 개인 수준에서 할 수 있는 노력을 사례와 함께 서술하였으나 옳지 않은 사례가 포함된 경우 | 50 %  |

01 품평 문제 분석

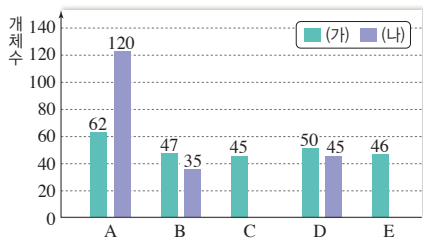


ㄱ. 생태계는 생물과 생물을 둘러싸고 있는 환경요인으로 구성되므로 생물다양성의 세 요소 중 환경요인을 포함하는 A는 생태계 다양성이다.

**바로알기** ㄴ. B는 유전적 다양성이다. 일정한 지역에 존재하는 생물의 다양한 정도는 종다양성이다.

ㄷ. 같은 생물종에서의 변이를 의미하는 것은 유전적 다양성이다. (가)는 종다양성에는 해당하고, 유전적 다양성에는 해당하지 않는 특징이므로 '같은 생물종에서의 변이를 의미하는가?'는 (가)에 해당하지 않는다. (가)에는 '여러 생물종을 포함하는가?' 등이 해당한다.

02 품평 문제 분석



종 수는 (가)가 (나)보다 많다.

| 구분  | A   | B  | C  | D  | E  | 총 개체수 | 종 수 |
|-----|-----|----|----|----|----|-------|-----|
| (가) | 62  | 47 | 45 | 50 | 46 | 250   | 5   |
| (나) | 120 | 35 | 0  | 45 | 0  | 200   | 3   |

(가)에서 (나)에서보다 각 식물 종이 고르게 분포한다.

(가)에서 (나)에서보다 식물 종의 수도 많고, 각 식물 종이 고르게 분포한다. ⇒ (가)에서 (나)에서보다 종다양성이 높다.

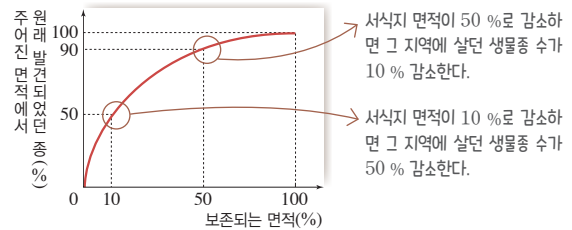
ㄱ. 전체 개체수는 (가)가 250, (나)가 200이므로, D가 전체 식물에서 차지하는 개체수의 비율은 (가)에서가  $\frac{50}{250} \times 100 = 20\%$ , (나)에서가  $\frac{45}{200} \times 100 = 22.5\%$ 로, (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄴ. 식물 종 수는 (가)가 5종, (나)가 3종으로 (가)가 많으며, (가)에서 (나)에서보다 각 식물 종이 고르게 분포한다. 따라서 종다양성은 (가)에서 (나)에서보다 높다.

**바로알기** ㄷ. 종다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지되므로, 종다양성이 높은 (가)에서 (나)에서보다 생태계평형이 잘 유지된다.

03 품평 문제 분석

보존되는 면적이 감소할수록 그래프의 기울기가 커진다. ⇒ 종의 수가 급격히 감소한다.



ㄱ. 서식지가 파괴되어 서식지 면적이 감소하면 원래 발견되었던 종의 비율이 감소하므로 종다양성이 낮아진다.

ㄷ. 서식지 면적이 100%에서 50%로 감소하면 원래 발견되었던 종의 10%가 사라지지만, 서식지 면적이 50%에서 10%로 감소하면 원래 발견되었던 종의 40%가 사라진다. 즉, 보존되는 면적이 감소할수록 원래 발견되었던 종의 수가 급격하게 감소함을 알 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 주어진 면적의 50%가 보존될 때, 원래 발견되었던 종의 90%가 보존된다.

04 ㄱ. 외래생물은 본래의 서식지를 벗어나 다른 지역으로 유입된 생물로, 인간이 의도적으로 도입한 생물종도 외래생물에 포함된다. 농업용 작물이나 가축, 관상용 식물이나 애완동물, 조경 목적의 식물 등이 의도적으로 도입된 외래생물이다.

**바로알기** ㄴ. 대부분의 외래생물은 새로운 환경에 잘 적응하지 못하지만, 뉴트리아, 가시박 등 일부 종은 대량으로 번식하면서 생태계를 교란시키고 있다.

ㄷ. 외래생물에 의한 생태계 교란은 일시적일 수도 있지만, 먹이 관계가 변화하거나 토종 생물이 멸종되어 생태계평형이 깨지면 생태계가 원래대로 회복되기 어려울 수 있다. 이런 경우 추가적인 관리와 복원 작업이 필요하다.

## 중단원 핵심 정리

42쪽~43쪽

- ① 매머드 ② 생물계 ③ 남세균 ④ 오존층 ⑤ 고생대  
⑥ 돌연변이 ⑦ 수정 ⑧ 어두운 ⑨ 유리 ⑩ 진화  
⑪ 자연선택설 ⑫ 변이 ⑬ 먹이 ⑭ 유전적 다양성 ⑮ 많을  
⑯ 균등 ⑰ 생물자원 ⑱ 단편화 ⑲ 외래생물

## 중단원 마무리 문제

44쪽~48쪽

- 01 ⑤ 02 해설 참조 03 ② 04 해설 참조  
05 ③ 06 ㄴ, ㄹ 07 ④ 08 ④ 09 ④ 10 ⑤  
11 ② 12 해설 참조 13 ② 14 해설 참조  
15 ① 16 ④ 17 ③ 18 ③ 19 ㄱ, ㄴ 20 ②  
21 해설 참조 22 ④ 23 해설 참조 24 ①  
25 ① 26 해설 참조 27 ⑤

**01** ㄱ. 화석은 대부분 셰일, 석회암 등의 퇴적암에서 발견된다.

ㄴ. 멀리 떨어진 대륙의 화석 분포를 비교하여 과거의 수륙 분포 변화를 추정할 수 있다.

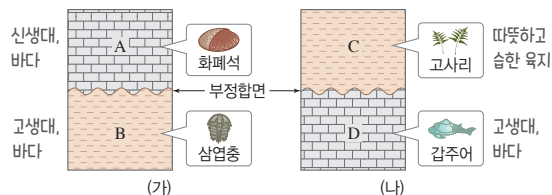
ㄷ. 화석이 되기 위해서는 생물에 단단한 골격이 있을수록 유리하다. 해파리는 단단한 골격이 없으므로 화석이 되는 데 유리한 생물이 아니다.

**02** 과거 생물이 살았던 당시의 환경을 알려주는 화석은 시상 화석이다. 시상 화석은 생물의 생존 기간이 길고, 분포 면적이 좁아야 유리하므로, A가 시상 화석으로 적합하다.

**모범 답안** A, 생물의 생존 기간이 길고, 분포 면적이 좁을수록 생물이 살았던 당시의 환경을 잘 알려주기 때문이다.

| 채점 기준                                | 배점    |
|--------------------------------------|-------|
| 화석의 기호를 옳게 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 화석의 기호만 옳게 쓴 경우                      | 50 %  |

### 03 품목 문제 분석



- 화폐석, 삼엽충, 갑주어 ⇒ 표준 화석에 해당
- 고사리 ⇒ 시상 화석에 해당, 고생대 때부터 현재까지 서식

화폐석은 신생대, 삼엽충과 갑주어는 고생대의 표준 화석이다.

고사리는 고생대부터 현재까지 존재하는 시상 화석이다.

② 삼엽충과 갑주어는 모두 고생대의 표준 화석이므로, 지층 B와 D는 같은 지질 시대에 퇴적되었다.

**바로알기** ① 지층 A는 화폐석 화석이 발견되므로 신생대에 퇴적되었다.

③ (가)의 지층 A와 B는 모두 바다에서 서식하던 생물의 화석이 발견되므로 퇴적 당시 바다 환경이었을 것이다.

④ 고사리는 따뜻하고 습한 육지 환경에서 서식하므로 지층 C는 따뜻하고 습한 육지 환경에서 퇴적되었다.

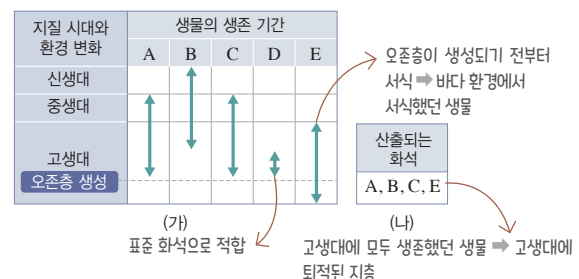
⑤ 고사리는 육상 생물이므로 고생대 중기에 등장하였다. 따라서 6억 년 전은 선캄브리아시대이므로 지층 C는 6억 년 전에 퇴적되지 않았다.

**04** 이 지역의 지층은 고생대의 표준 화석인 삼엽충 화석이 발견되므로 고생대에 퇴적되었다. 삼엽충은 바다에서 서식하던 생물이고, 현재 이 지역은 육지이므로 융기하였다는 것을 알 수 있다.

**모범 답안** 고생대, 삼엽충은 바다에서 서식했던 생물이다. 퇴적 당시 이 지역은 바다였지만 현재는 육지이므로 지층이 형성될 당시의 고도는 현재 보다 낮았을 것이다.

| 채점 기준                                                   | 배점    |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 지층의 생성 시기를 옳게 쓰고, 화석과 관련지어 이 지역의 고도를 현재와 비교하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 지층의 생성 시기만 옳게 쓴 경우                                      | 50 %  |
| 화석과 관련지어 이 지역의 고도만 옳게 서술한 경우                            | 50 %  |

### 05 품목 문제 분석



ㄱ. 생물의 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓을수록 표준 화석으로 적합하다. 따라서 생물의 생존 기간만을 고려한다면 표준 화석으로 가장 적절한 것은 D이다.

ㄴ. (나)의 지층에서 산출되는 화석 A, B, C, E는 모두 고생대에 생존했으므로 이 지층은 고생대에 퇴적되었음을 알 수 있다. 방추충은 고생대의 표준 화석에 해당한다.



**바로알기** ㄷ. 대기 중에 오존층이 생성되어 생물의 서식지가 바다에서 육지로 확장되었고, E는 오존층이 생성되기 전에 출현했으므로 바다 환경에서 서식했던 생물일 것이다.

**06** A는 선캄브리아시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.

ㄴ. 양치식물은 고생대(B)에, 겉씨식물은 중생대(C)에, 속씨식물은 신생대(D)에 번성하였다.

ㄹ. 고생대(B)와 중생대(C)는 약 2.52억 년 전을 경계로 구분하므로, ㉠은 3보다 작다.

**바로알기** ㄱ. 에디아카라 동물군은 선캄브리아시대(A)의 무척추 동물인 다세포생물의 화석군이다.

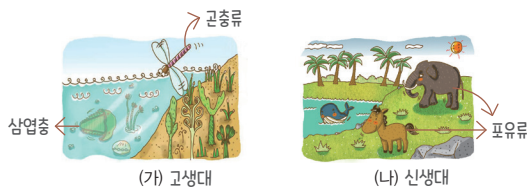
ㄷ. 신생대(D) 초기에는 온난하였으나 말기에는 빙하기와 간빙기가 여러 차례 반복되었다.

**07** ㄴ. 삼엽충(나)과 방추충(다)은 고생대의 표준 화석이다.

ㄷ. (다)는 방추충으로, 바다 환경에서 서식하였다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 고생대 말기에 형성된 초대륙인 판게아(A)를 나타낸 것이다. 삼엽충(나)은 판게아(A) 형성과 화산 폭발 등의 원인으로 멸종하였으므로, 삼엽충(나)의 멸종은 판게아(A)의 형성보다 나중에 나타났다.

## 08 품목 문제 분석



(가)는 바다에서 삼엽충이 나타나고 곤충류인 대형 잠자리가 날아다니므로 고생대이고, (나)는 몸집이 큰 포유류가 나타나므로 포유류가 번성한 신생대이다.

ㄴ. 최초의 인류는 신생대(나) 말기에 등장하였다.

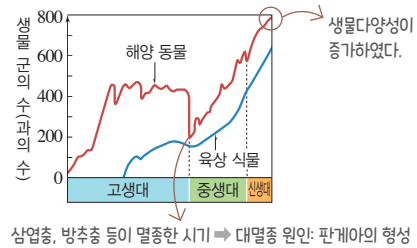
ㄷ. 신생대(나)에 유라시아 대륙과 인도 대륙이 충돌하면서 히말라야산맥이 형성되었다.

**바로알기** ㄱ. 빙하기가 없었던 지질 시대는 중생대이며, 고생대(가)에는 여러 차례 빙하기가 있었다.

**09** ㄱ, ㄴ, ㄷ. 대멸종은 수륙 분포 변화 및 해수면의 변화, 소행성(운석) 충돌, 대규모 화산 폭발, 지각 변동, 기후 변화 등에 의한 지구 환경의 급격한 변화로 일어난다.

**바로알기** ㄹ. 대규모 지진으로 인해 지구 환경의 변화가 일어나기는 하지만 생물의 대멸종을 일으키는 지구 환경의 급격한 변화는 아니다.

## 10 품목 문제 분석



① 해양 동물 군의 수는 고생대 초기에 증가하다가 고생대 말기에 급격히 감소하였고, 중생대부터 신생대까지는 대체로 증가하였다.

② 고생대 말기의 대멸종은 판게아의 형성과 관계가 있다.

③ 생물 군의 수는 중생대보다 신생대에 더 많으므로 생물다양성은 중생대보다 신생대에 증가하였다.

④ 중생대와 신생대의 경계에서 육상 식물의 수는 상승하는 추세에 있으므로 지질 시대의 구분은 해양 동물 군의 수로 하는 것이 더 적절하다.

**바로알기** ⑤ 삼엽충이 멸종한 시기는 고생대 말로, 이 시기에 육상 식물 군의 수는 약간 감소하였다.

## 11 품목 문제 분석



ㄷ. C 시기 이후는 신생대이다. 중생대 말에 지구 환경 변화에 적응하지 못한 생물은 멸종했지만 환경 변화에 적응한 생물은 진화하면서 생물다양성이 회복되었다.

**바로알기** ㄱ. 생물 수의 감소가 가장 크게 나타난 시기는 생물과의 멸종 비율이 가장 높았던 B 시기이다.

ㄴ. 화폐석은 신생대에 출현하여 신생대에 멸종하였다. 따라서 화폐석이 멸종한 시기는 C 시기 이후이다.

**12** 중생대 말의 대멸종은 소행성 충돌과 화산 폭발 등으로 인해 일어났을 것으로 추정한다.

**모범 답안** 소행성(운석) 충돌이나 화산 폭발 때문이다.

| 채점 기준              | 배점    |
|--------------------|-------|
| 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 한 가지만 옳게 서술한 경우    | 50 %  |

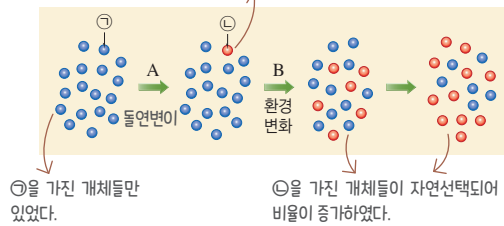
**13** ㄴ. 자연선택된 개체의 형질 중 유전자에 의해 나타나는 형질은 자손에게 전달된다.

**[바로알기]** ㄱ. 변이는 오랫동안 축적된 돌연변이와 유성생식 과정에서 일어나는 생식세포의 다양한 조합으로 발생한다.

ㄷ. 특정 환경에 유리한 형질이라도 새로운 환경에서는 더 이상 유리하지 않을 수 있으며, 다른 형질이 자연선택될 수 있다.

#### 14 ◀ 꼼꼼 문제 분석

돌연변이로 ㉠을 가진 개체가 나타났다.



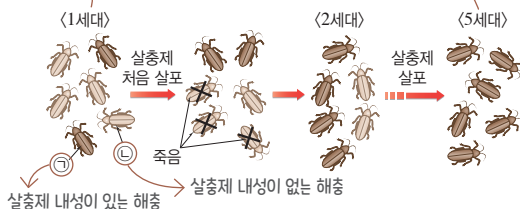
**모범 답안** 돌연변이, B 과정에서 환경이 변화함에 따라 ㉡이 생존에 더 유리하게 되면서 자연선택되어 그 형질을 가진 개체의 비율이 증가하였다.

| 채점 기준                                                            | 배점    |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| 돌연변이를 쓰고, ㉠을 가진 개체의 비율이 증가한 원인을 환경 변화와 자연선택을 포함하여 옳게 서술한 경우      | 100 % |
| 돌연변이를 쓰고, ㉠을 가진 개체의 비율이 증가한 원인을 환경 변화와 자연선택 중 하나만 포함하여 옳게 서술한 경우 | 60 %  |
| 돌연변이만 쓴 경우                                                       | 20 %  |

#### 15 ◀ 꼼꼼 문제 분석

살충제에 대한 내성 여부가 다른 변이가 있다. ⇒ ㉡보다 ㉠의 비율이 높다.

살충제를 지속적으로 살포하는 환경에서는 ㉡이 모두 제거되고 집단에는 ㉠만 있다.



ㄱ. 살충제 살포 후 ㉡의 비율은 줄고, ㉠의 비율은 늘어났으므로 ㉠이 살충제 내성이 있는 해충이며, 자연선택되었다.

**[바로알기]** ㄴ. 1세대에서는 살충제 내성이 있거나 없는 변이가 존재하지만, 5세대에서는 모든 해충이 살충제 내성이 있다. 변이가 다양한 세대가 유전적 다양성이 높으므로 유전적 다양성은 1세대에서가 5세대에서보다 높다.

ㄷ. 살충제 살포 전에도 이미 살충제 내성 형질을 가진 ㉠이 존재하고 있다.

**16** ㄴ. 흰색 도화지를 검은색 도화지로 바꾸는 것은 환경이 변하는 것을 의미한다.

ㄷ. 실험 결과 흰색 도화지에서는 흰색 나방 모형이 많이 남고, 검은색 도화지에서는 검은색 나방 모형이 많이 남았다. 이는 도화지와 비슷한 색을 가진 모형이 눈에 덜 띄었기 때문으로, 이로부터 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택됨을 알 수 있다.

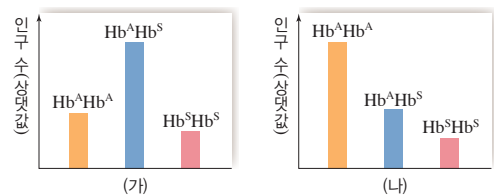
**[바로알기]** ㄱ. (나) 과정은 번식이 아니라 포식 등에 의해 무리에서 제거되는 것을 의미한다.

**17** ㄷ. 자연선택설에서는 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳으며(과잉 생산), 이들 사이에 생존경쟁이 일어난다고 설명한다.

**[바로알기]** ㄱ. 자연선택된 개체는 생존에 유리한 형질을 가지고 있을 가능성이 높지만, 생존에 유리한 형질만 자손에게 전달하는 것은 아니다.

ㄴ. 자연선택설에서는 목을 길게 뻗는 행위가 직접적으로 목을 길게 만든 것이 아니라, 생존경쟁과 자연선택 과정 전에 이미 목이 긴 기린이 존재하고 있었다고 설명한다.

#### 18 ◀ 꼼꼼 문제 분석



| 유전자형     | Hb <sup>A</sup> Hb <sup>A</sup> | Hb <sup>A</sup> Hb <sup>S</sup> | Hb <sup>S</sup> Hb <sup>S</sup> |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 적혈구 모양   | 정상                              | 정상 또는 낫 모양                      | 낫 모양                            |
| 빈혈       | 없음                              | 미약                              | 악성                              |
| 말라리아 저항성 | 없음                              | 있음                              | 있음                              |

빈혈 증상과 말라리아 저항성이 없다. ⇒ (나)에서 가장 비율이 높다.      빈혈 증상이 미약하고 말라리아 저항성이 있다. ⇒ (가)에서 비율이 가장 높다.      말라리아 저항성은 있으나 빈혈이 심하다. ⇒ (가), (나)에서 비율이 가장 낮다.

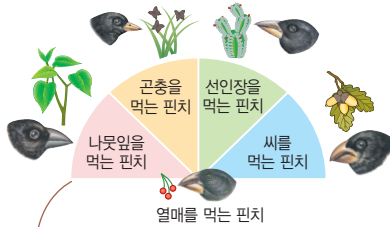
- 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 빈혈 증상이 미약하게 있지만, 말라리아에 저항성이 있는 형질이 생존에 유리하다.
- 말라리아가 발생하지 않는 지역에서는 빈혈이 없는 형질이 생존에 유리하다.
- ⇒ (가)는 말라리아가 많이 발생하는 지역이고, (나)는 말라리아가 발생하지 않는 지역이다.

ㄱ. (가)에서는 유전자형이 Hb<sup>A</sup>Hb<sup>S</sup>인 사람의 비율이 가장 높다.

ㄷ. 낫모양적혈구 유전자(Hb<sup>S</sup>)는 비정상 헤모글로빈을 만들어 낫모양적혈구가 나타나게 하며, 자손에게 유전된다.

**바로알기** ㄴ. 유전자형이  $Hb^A Hb^S$ 인 사람은 정상 유전자와 낫모양적혈구 유전자를 모두 가지고 있어 미약한 빈혈 증상이 있지만, 말라리아에 저항성이 있어 말라리아가 많이 발생하는 지역에서 생존에 유리하다. 따라서 말라리아가 많이 발생하는 지역은 (가)이다.

## 19 품목 문제 분석



갈라파고스 제도의 각 섬에 서식하는 여러 종류의 핀치는 모두 남아메리카 대륙에서 살던 핀치가 진화한 것이다.

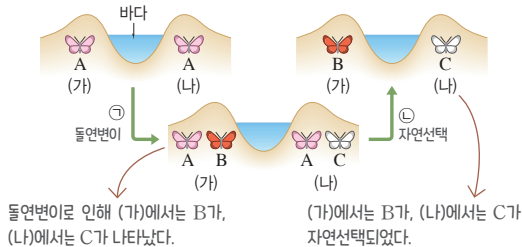
섬마다 먹이 환경이 달랐고, 각 섬에 풍부한 먹이를 먹기에 유리한 부리 모양을 가진 핀치가 자연선택되었다. 이러한 과정이 오랜 시간 동안 반복되어 서로 다른 종으로 진화하였다.

ㄱ. 섬마다 먹이 환경이 달랐고, 다양한 모양의 부리 중 각 섬의 먹이 환경에 적응하기 유리한 형질이 자연선택되어 서로 다른 방향으로 진화하였다.

ㄴ. 각 섬에 사는 여러 종의 핀치는 모두 남아메리카 대륙에서 건너온 같은 종의 핀치에서 진화한 것이다.

**바로알기** ㄷ. 자주 사용하여 발달한 기관은 후천적으로 획득된 형질로, 자손에게 유전되지 않는다.

## 20 품목 문제 분석



ㄴ. (가)에서는 A가 사라지고 B가 자연선택되었으므로 환경에 대한 적응력은 B가 A보다 높음을 알 수 있다.

**바로알기** ㄱ. A만 있던 나비 집단에서 ㉠(돌연변이)에 의해 B와 C가 나타났으므로 나비 집단의 변이가 증가하였다. 또 A와 B, A와 C가 있던 집단에서 ㉡(자연선택)에 의해 A가 사라지고 각각 B와 C만 남았으므로 나비 집단의 변이가 감소하였다.

ㄷ. (나)에서 C는 돌연변이에 의해 나타난 것으로, A와 다른 형질을 가지고 있다. 따라서 A와 C는 유전적으로 서로 다르다.

**21** A는 생물이 지닌 유전자의 다양성, B는 일정한 지역에서 관찰되는 생물종의 다양성, C는 생물이 서식하는 생태계의 다양성을 나타낸다.

**모범 답안** A: 유전적 다양성, B: 종다양성, C: 생태계다양성, 종다양성이 높은 생태계는 생물종의 수가 많고, 각 생물종의 분포 비율이 균등하다.

| 채점 기준                                                    | 배점    |
|----------------------------------------------------------|-------|
| A~C를 모두 옳게 쓰고, 종다양성이 높은 생태계의 특징을 두 가지 요소와 관련지어 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| A~C를 모두 옳게 쓰고, 종다양성이 높은 생태계의 특징을 한 가지 요소만 관련지어 서술한 경우    | 60 %  |
| A~C만 옳게 쓴 경우                                             | 30 %  |

**22** ㄱ. 생태계의 종류에 따라 환경이 다르므로 환경과 상호작용하며 살아가는 생물종과 개체수도 다르다. 따라서 생태계가 다양할수록 종다양성과 유전적 다양성도 높아진다.

ㄴ. 종다양성이 높을수록 다양한 종들이 상호작용을 하고, 특정 종이 감소하더라도 다른 종들이 그 역할을 대체할 수 있기 때문에 생태계평형이 잘 유지된다.

**바로알기** ㄷ. 유전적 다양성이 높을수록 다양한 형질을 가진 개체들이 존재하므로, 질병 발생과 같은 환경 변화에 적응할 수 있는 개체가 존재할 확률이 높아 종이 멸종되지 않고 유지될 가능성이 높다.

**23** **모범 답안** 불가사리가 제거된 구역에서는 종다양성이 급격히 감소하였으며, 5년 후에는 거의 모든 생물종이 사라졌다. 즉, 종다양성을 유지하는 것은 생태계를 안정적으로 유지하는 데 매우 중요하다.

| 채점 기준                                    | 배점    |
|------------------------------------------|-------|
| 종다양성 유지의 중요성을 근거를 들어 옳게 서술한 경우           | 100 % |
| 종다양성이 유지되어야 생태계가 안정적으로 유지될 수 있다고만 서술한 경우 | 50 %  |

## 24 품목 문제 분석

각 식물 종의 분포 비율은 I에서가 II에서보다 균등하다.

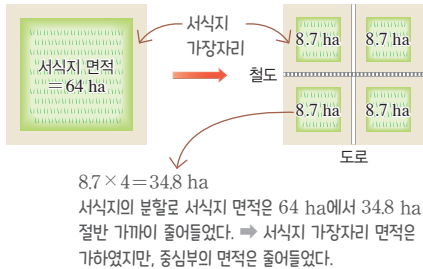
| 구분 | A  | B    | C  | D    | 총 개체수 |
|----|----|------|----|------|-------|
| I  | 27 | ㉠ 28 | 26 | 29   | 110   |
| II | 0  | 56   | 44 | ? 10 | 110   |

- II의 면적은 I의 2배이고,  $\frac{B의 개체수}{면적}$ 은 I과 II에서 같으므로 B의 개체수는 II에서가 I에서의 2배이다.  $\Rightarrow ㉠=28$ 이다.
- I의 전체 개체수는  $27+28+26+29=110$ 이며, I과 II의 총 개체수는 동일하므로 II의 총 개체수도 110이다.

ㄱ.  $\frac{B의 개체수}{면적}$ 은 I과 II에서 같고, II의 면적은 I의 2배이므로 I에서 B의 개체수(㉠)는  $56 \div 2 = 28$ 이다.

**[바로알기]** ㄴ. I의 총 개체수는 110이고, I과 II의 총 개체수가 같으므로 II에서 D의 개체수는  $110 - (56 + 44) = 10$ 이다. 따라서 식물 중 수는 I에서 4종, II에서 3종이다.  
 ㄷ. 식물의 종다양성은 식물 종의 수가 많고, 각 식물 종의 분포 비율이 균등한 I에서 II에서보다 높다.

## 25 ← 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 대규모의 서식지가 소규모의 서식지로 분할되는 것을 서식지 단편화라고 한다.

**[바로알기]** ㄴ. 서식지가 단편화되면 가장자리 면적은 증가하지만, 중심부 면적은 줄어든다. 따라서 서식지 중심부에 살던 생물종이 가장자리에 살던 생물종보다 사라질 위험이 더 높다.

ㄷ. (나)에서 생태통로를 설치하면 서식지가 연결되어 생물다양성이 감소하는 것을 줄일 수 있지만, 서식지의 면적이 줄어들었으므로 생물다양성이 서식지를 분할하기 전과 같아지지는 않는다.

**26 [모범 답안]** 외래생물, 검역 등을 강화하여 외래생물이 불법적으로 유입되는 것을 막는다. 외래생물을 도입하기 전 생태계에 미칠 영향을 철저히 검증한다.

| 채점 기준                                     | 배점    |
|-------------------------------------------|-------|
| 외래생물이라고 쓰고, 생물다양성보전 방안을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 외래생물이라고 쓰고, 생물다양성보전 방안을 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 60 %  |
| 외래생물만 쓴 경우                                | 20 %  |

**27** ①, ③ 친환경 제품 사용, 에너지 절약, 자원 재활용 등은 온실 기체 배출로 인한 기후 변화와 환경 오염으로 인한 생물다양성 감소를 방지할 수 있다.

② 멸종 위기종을 복원하는 것은 종다양성을 유지하는 데 매우 중요하다.

④ 생물다양성이 높은 지역을 국립 공원으로 지정하면 그 지역의 종들이 안전하게 서식할 수 있도록 보호할 수 있다.

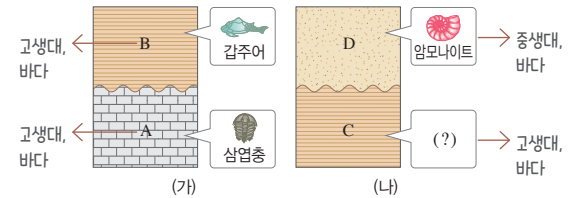
**[바로알기]** ⑤ 하나의 서식지를 작은 서식지로 분리하는 서식지 단편화는 서식지 면적을 감소시키고, 특히 서식지 중심부에 사는 생물종이 멸종될 수 있어 생물다양성 감소의 원인이 된다.

## 중단원 고난도 문제

49쪽

01 ③    02 ④    03 ⑤    04 ⑤

### 01 ← 꼼꼼 문제 분석



#### 선택지 분석

- ㉠ 지층 A~D 중 가장 먼저 퇴적된 지층은 A이다.
- ㉡ 지층 C에서는 고사리 화석이 나타날 수 있다. 없다.
- ㉢ 고생대 말보다 지층 D가 퇴적된 시기에 해양 생물의 서식지가 더 넓어졌다.

**전략적 풀이** ① 지층이 역전되지 않았으면 아래에 있는 지층은 위의 지층보다 먼저 퇴적되었다는 점을 기억한다.

ㄱ. 지층 B와 C는 같은 시기에 퇴적되었고, 아래에 있는 지층이 먼저 퇴적되었으므로 지층의 생성 순서는  $A \rightarrow B=C \rightarrow D$ 이다.

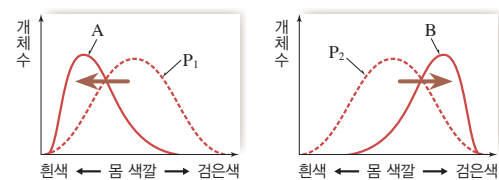
② 고사리와 갯주머니의 서식 환경을 파악한다.

ㄴ. B와 C는 퇴적 시기와 퇴적 환경이 같으므로 고생대에 바다에서 퇴적된 지층이다. 따라서 지층 C에서는 육지에서 서식하는 고사리 화석이 발견될 수 없다.

③ 해양 생물의 주요 서식지인 얕은 바다의 면적은 해안선의 총 길이와 관계가 있다는 점을 기억한다.

ㄷ. 지층 D는 중생대의 표준 화석인 암모나이트가 산출되므로 중생대에 퇴적되었으며, 해양 생물의 주요 서식지인 얕은 바다의 면적은 해안선의 길이가 길어질수록 넓어진다. 고생대 말에는 판게아가 형성되어 해안선의 총 길이가 짧고, 중생대 초부터는 판게아가 분리되면서 해안선의 총 길이가 길어졌다. 따라서 해양 생물의 서식지는 고생대 말보다 지층 D가 퇴적된 시기에 더 넓을 것이다.

### 02 ← 꼼꼼 문제 분석



몸 색깔이 밝은 쪽으로 자연선택의 방향이 이동하였으며, 변이가 줄어들었다.

몸 색깔이 어두운 쪽으로 자연선택의 방향이 이동하였으며, 변이가 줄어들었다.

### 선택지 분석

- ㄱ. 몸 색깔의 변이는 P<sub>1</sub>에서 A에서보다 많다.  
 ✕ P<sub>2</sub>가 B로 될 때 총 개체수는 늘어났다. 줄어들었다.  
 ㄷ. 같은 형질이라도 환경에 따라 생존에 유리한 정도가 다르다.

### 전략적 풀이 ① 변이의 의미를 생각해 본다.

ㄱ. 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질 차이를 의미한다. P<sub>1</sub>과 A의 그래프를 비교해 보면, P<sub>1</sub>에서 A에서보다 몸 색깔의 범위가 넓으므로 변이가 더 많음을 알 수 있다.

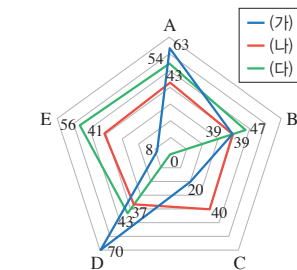
### ② 그래프에서 총 개체수를 비교한다.

ㄴ. 그래프 아래 면적은 개체수를 나타낸다. P<sub>2</sub>와 B의 그래프를 비교해 보면, P<sub>2</sub>가 B보다 그래프 아래 면적이 더 넓으므로 P<sub>2</sub>가 B로 될 때 총 개체수는 줄어들었음을 알 수 있다.

### ③ 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질의 비율이 늘어남을 기억한다.

ㄷ. 환경이 변화했을 때 P<sub>1</sub>에서는 몸 색깔이 밝은 쪽으로 자연선택의 방향이 이동하였고, P<sub>2</sub>에서는 몸 색깔이 어두운 쪽으로 자연선택의 방향이 이동하였다. 따라서 P<sub>1</sub>이 있는 환경에서는 밝은 몸 색깔이 생존에 유리하고, P<sub>2</sub>가 있는 환경에서는 어두운 몸 색깔이 생존에 유리하다.

### 03 품목 문제 분석



| 구분  | A  | B  | C  | D  | E  | 총 개체수 | 종 수 |
|-----|----|----|----|----|----|-------|-----|
| (가) | 63 | 39 | 20 | 70 | 8  | 200   | 5   |
| (나) | 43 | 39 | 40 | 37 | 41 | 200   | 5   |
| (다) | 54 | 47 | 0  | 43 | 56 | 200   | 4   |

### 선택지 분석

- ✕. 식물 종의 수는 (나)에서가 (가)에서보다 많다.  
 ㄴ. 총 개체수는 (가), (나), (다)에서 모두 같다.  
 ㄷ. 생태계의 안정성은 (나)에서가 (다)에서보다 높다.

### 전략적 풀이 ① (가)와 (나)에서 식물 종의 수를 비교한다.

ㄱ. 식물 종의 수는 (가)와 (나) 모두 5종으로 같다.

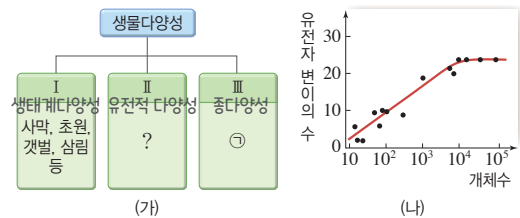
### ② (가)~(다)에서 총 개체수를 비교한다.

ㄴ. 총 개체수는 (가), (나), (다) 모두 200으로 같다.

③ 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종다양성이 높음을 기억하고, 종다양성과 생태계 안정성의 관계를 생각해 본다.

ㄷ. 종다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다. 식물 종의 수가 많고, 식물 종의 분포 비율이 더 균등한 (나)에서가 (다)에서보다 종다양성이 높으므로 생태계가 더 안정적으로 유지된다.

### 04 품목 문제 분석



- 사막, 초원, 갯벌, 삼림은 생태계의 예이므로 I은 생태계다양성이다.
- (나)는 같은 생물종에서 변이가 다양함을 의미하므로, 유전적 다양성(II)의 예이다.
- ⇒ III은 종다양성이다.

### 선택지 분석

- ✕. II는 종다양성이다. 유전적 다양성  
 ㄴ. I이 높을수록 III도 높아진다.  
 ㄷ. '어떤 습지에 수달, 황새, 팔색조 등이 서식한다.'는 ㉠에 해당한다.

### 전략적 풀이 ① I ~ III에 해당하는 생물다양성 요소가 무엇인지 파악한다.

ㄱ. 사막, 초원, 갯벌, 삼림 등은 생태계의 예이므로 I은 생태계다양성이고, 같은 종의 생물로 구성된 집단 A의 유전자 변이는 유전적 다양성의 예이므로 II는 유전적 다양성이다. 따라서 III은 종다양성이다.

### ② 생태계다양성과 종다양성의 관계를 생각해 본다.

ㄴ. 생태계의 종류에 따라 환경이 다르므로 그곳에 서식하는 생물종과 개체수도 다르다. 따라서 생태계다양성(I)이 높을수록 그곳에 사는 생물종이 다양해지므로 종다양성(III)이 높아진다.

### ③ 주어진 예가 어떤 생물다양성 요소에 해당하는지 생각해 본다.

ㄷ. '어떤 습지에 수달, 황새, 팔색조 등이 서식한다.'는 종다양성(III)의 예이므로 ㉠에 해당한다.



## 2 화학 변화

### 01 산화와 환원

#### 완자샘 비법 특강

55쪽

- Q1** 구리(Cu)    **Q2** 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )    **Q3** 감소한다.  
**Q4** 감소한다.

- Q1** 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )으로 산화된다.  
**Q2** 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )은 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원된다.  
**Q3** 알루미늄 이온( $\text{Al}^{3+}$ ) 2개가 생성될 때 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ ) 3개가 감소한다. 따라서 수용액 속 양이온 수는 감소한다.  
**Q4** 아연(Zn)이 전자를 잃고 아연 이온( $\text{Zn}^{2+}$ )으로 산화되어 수용액에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 감소한다.

#### 개념 확인 문제

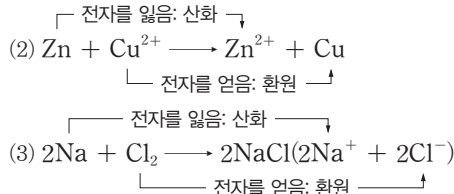
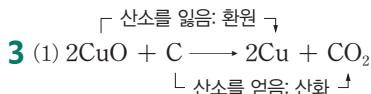
56쪽

- ① 광합성    ② 산소    ③ 산소    ④ 얻는    ⑤ 잃는    ⑥ 잃는  
⑦ 얻는    ⑧ 동시성

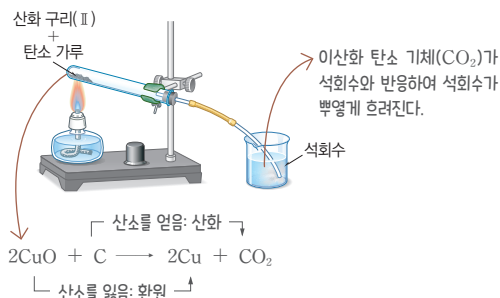
- 1** (1) ○ (2) ○ (3) ○    **2** L    **3** (1) ㉠ 환원, ㉡ 산화  
(2) ㉠ 산화, ㉡ 환원 (3) ㉠ 산화, ㉡ 환원    **4** (1) ○ (2) ○ (3) ×

- 1** (1) (가)는 광합성이다. 원시 바다에서 최초로 광합성을 하는 생물인 남세균이 출현하여 대기 중 산소의 농도가 증가하였다.  
(2) (다)는 철의 제련 과정의 일부이다. 자연에서 철은 주로 산소와 결합하여 존재하므로 그대로 사용하기 어렵다. 순수한 철을 얻으려면 철의 제련 과정을 거쳐야 한다.  
(3) (나)는 화석 연료가 연소하는 반응이다. 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련은 모두 산소가 관여하는 산화·환원 반응이다.

- 2** ㄱ, ㄴ. 산화는 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃는 반응이고, 환원은 물질이 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응이다.  
ㄷ. 산소가 관여하지 않는 산화·환원 반응도 있다. 전자의 이동으로도 산화·환원 반응을 설명할 수 있다.



#### 4 실험 문제 분석



- (1) 산화 구리(II)(CuO)와 탄소(C)가 반응하여 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )를 생성한 다음 이산화 탄소가 석회수와 반응하여 석회수가 뿌옇게 흐려진다.  
(2) 시험관 속에서는 검은색 산화 구리(II)가 산소를 잃고 붉은색 구리(Cu)로 환원된다.  
(3) 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다.

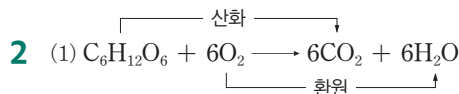
#### 개념 확인 문제

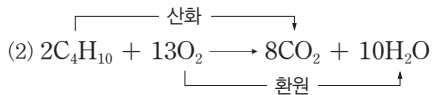
59쪽

- ① 환원    ② 산화    ③ 산화    ④ 산화    ⑤ 일산화 탄소  
⑥ 산화 철(III)    ⑦ 물

- 1** ㉠ 광합성, ㉡ 포도당, ㉢ 세포호흡    **2** (1) ㉠ 산화, ㉡ 환원  
(2) ㉠ 산화, ㉡ 환원    **3** (1) C (2)  $\text{CO}$  (3)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$     **4** L, D  
**5** (1) ○ (2) × (3) ○    **6** ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

- 1** 광합성은 식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 포도당과 산소를 만드는 반응이며, 포도당은 생명체의 에너지원으로 사용된다. 세포호흡은 세포 속의 미토콘드리아에서 포도당과 산소로 이산화 탄소와 물을 생성하면서 에너지를 방출하는 반응이다.





**3** (1) (가)에서 탄소(C)는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화된다.

(2) (나)에서 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)로 산화된다.

(3) (나)에서 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다.

**4** ㄱ. 메테인이 산소와 반응하여 연소할 때 이산화 탄소와 물을 생성한다.

ㄴ. 용광로에 철광석과 코크스를 넣고 가열하면 산화·환원 반응이 일어나 순수한 철을 얻을 수 있다.

ㄷ. 수소 연료 전지에서 반응이 일어날 때 물질의 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되며, 전기 에너지는 수소 연료 전지 자동차나 우주선 등의 동력원으로 이용할 수 있다.

**5** (1) 반딧불이의 광세포에서 루시페린이 산화되는 과정에서 빛에너지를 방출한다.

(2) 철로 된 울타리나 자전거 등이 산소와 반응하여 녹슬면 붉은 색으로 변하고 광택을 잃는다.

(3) 사과, 바나나 등의 껍질을 벗겨 공기 중에 두면 과일 속 폴리페놀이 산화되어 갈색으로 변한다.

**6** ㄱ. 고려청자는 도자기를 구울 때 도자기 속 철 이온이 환원되어 특유의 푸른색이 나타나는 것을 이용한 것이다.

ㄴ. 누렇게 변한 옷을 표백제로 세탁하면 산화·환원 반응이 일어나 옷이 하얗게 된다.

ㄷ. 양초를 태울 때 양초의 주성분인 파라핀이 연소하여 산화되고, 이산화 탄소와 수증기가 생성된다.

ㄹ. 리튬 배터리에서는 리튬이 전자를 잃고 산화된 다음 양극에서 음극으로 이동하는 과정에서 배터리가 충전된다.

## 내신만점문제

60쪽~62쪽

- |                          |                   |                 |             |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-------------|
| <b>01</b> ㉠ 산소, ㉡ 이산화 탄소 | <b>02</b> ㉠       | <b>03</b> ㉡     | <b>04</b> ㉢ |
| <b>05</b> ㉡              | <b>06</b> ㄱ, ㄴ, ㄷ | <b>07</b> ㉡     | <b>08</b> ㉢ |
| <b>09</b> ㉣              |                   |                 |             |
| <b>10</b> ㉡              | <b>11</b> ㄱ, ㄴ, ㄷ | <b>12</b> ㉢     | <b>13</b> ㉡ |
| <b>14</b> ㉡              |                   |                 |             |
| <b>15</b> 해설 참조          | <b>16</b> 해설 참조   | <b>17</b> 해설 참조 |             |

**01** (가)는 식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)로 포도당(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)과 산소(O<sub>2</sub>)를 만드는 광합성이다. (나)는 철의 제련 과정에서 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)과 일산화 탄소(CO)가 반응하여 철(Fe)과 이산화 탄소가 생성되는 반응이다. (다)는 화석 연료가 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물을 생성하는 화석 연료의 연소이다. 따라서 ㉠은 산소이고, ㉡은 이산화 탄소이다.

**02** ㉡ 원시 바다에 최초로 광합성을 하는 생물인 남세균이 출현하여 대기 중 산소 농도가 증가하였다.

㉢ (나)는 철의 제련 과정의 일부이다.

㉣ (다)는 화석 연료의 연소이다. 화석 연료인 석탄을 에너지원으로 하는 증기 기관과 증기 기관차의 발명은 산업 혁명이 일어나는 데에 큰 영향을 주었다.

㉤ 광합성, 철의 제련, 화석 연료의 연소는 모두 산소가 관여하는 산화·환원 반응이라는 공통점이 있다.

**바로알기** ㉠ 광합성은 식물의 엽록체에서 일어난다.

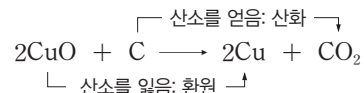
**03** ㄱ, ㄴ, ㄷ. 자연 상태에서 철은 주로 산소와 결합하여 존재하며, 순수한 철을 얻기 위해서는 산화 철(III)에서 산소를 제거하는 철의 제련 과정을 거쳐야 한다.

**04** • 학생 A: 산화는 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃는 반응이다.

• 학생 C: 어떤 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃고 산화되면 다른 물질은 산소를 잃거나 전자를 얻어 환원되므로 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.

**바로알기** • 학생 B: 환원은 물질이 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응이다.

**05** 석회수가 뿌렇게 흐려진 것으로 보아 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 생성되었고, 시험관 속에 붉은색 물질이 생성된 것으로 보아 구리(Cu)가 생성되었다.



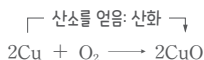
ㄱ. 석회수가 뿌렇게 흐려진 것으로 이산화 탄소가 생성되었음을 알 수 있다. 탄소(C)가 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.

ㄴ. 반응 후 시험관 속에 생성된 붉은색 물질은 산화 구리(II)(CuO)가 산소를 잃고 환원되어 생성된 구리이다.

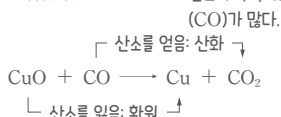
ㄷ. 시험관 속에서 산화 구리(II)는 구리로 환원되고, 탄소는 이산화 탄소가 산화된다. 따라서 시험관 속에서 일어나는 반응은 산화·환원 반응이다.

## 06 품평 문제 분석

(가) 붉은색 구리판을 알코올램프의 겉불꽃에 넣어 가열하였더니 구리판이 검게 변화했다.



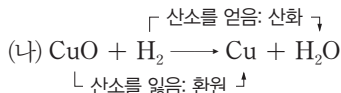
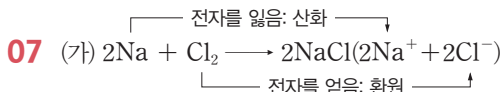
(나) 구리판의 검게 변한 부분을 속불꽃에 넣어 가열하였더니 다시 붉게 변화했다.



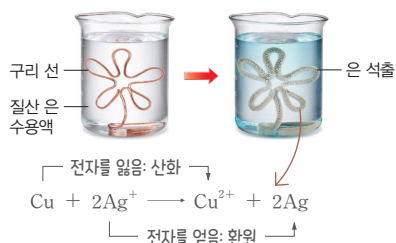
ㄱ. (가)에서 구리(Cu)는 산소를 얻어 산화 구리(II)(CuO)로 산화된다.

ㄴ. 구리판의 검게 변한 부분은 산화 구리(II)이며, (나)에서 산화 구리(II)는 산소를 잃고 구리로 환원된다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 산화·환원 반응이 일어난다.



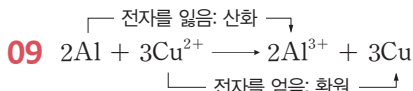
## 08 품평 문제 분석



ㄱ. 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)으로 산화된다.

ㄷ. 은 이온(Ag<sup>+</sup>)은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원되어 석출되므로 수용액 속 은 이온 수는 감소한다.

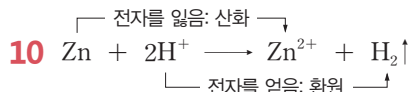
**[바로알기]** ㄴ. 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 반응에 참여하지 않으므로 산화되거나 환원되지 않는다.



ㄴ. 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)이 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원되어 석출되므로 수용액 속 구리 이온 수는 감소한다. 따라서 수용액의 푸른색은 점점 옅어진다.

ㄷ. 알루미늄 이온(Al<sup>3+</sup>) 2개가 생성될 때 구리 이온 3개가 감소하므로 수용액 속 양이온 수는 감소한다.

**[바로알기]** ㄱ. 알루미늄(Al)은 전자를 잃고 알루미늄 이온으로 산화된다.



ㄱ. 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 수소 이온(H<sup>+</sup>)은 전자를 얻어 수소(H<sub>2</sub>)로 환원된다. 따라서 전자는 아연에서 수소 이온으로 이동한다.

ㄴ. 아연이 아연 이온으로 산화되어 수용액에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 감소한다.

ㄷ. 수소 이온이 수소로 환원되므로 수용액 속 수소 이온 수는 감소한다.

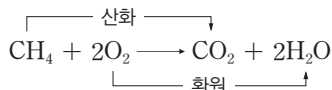
11 (가)는 식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)로 포도당(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)과 산소(O<sub>2</sub>)를 만드는 광합성이고, (나)는 세포 속의 미토콘드리아에서 포도당과 산소로 이산화 탄소와 물을 생성하면서 에너지를 방출하는 세포호흡이다.

ㄱ. 광합성이 일어날 때 이산화 탄소는 포도당으로 환원된다.

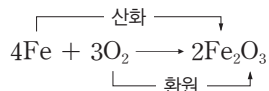
ㄴ. 세포호흡이 일어날 때 포도당은 이산화 탄소로 산화된다.

ㄷ. 광합성과 세포호흡은 모두 산화·환원 반응이다.

12 (가) 메테인(CH<sub>4</sub>)이 산소(O<sub>2</sub>)와 반응하여 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)을 생성한다.



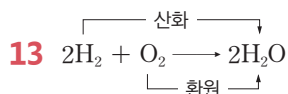
(나) 철(Fe)이 공기 중의 산소와 반응하여 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 생성한다.



ㄱ. (가)에서 메테인은 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 반응물에 산소가 있다.

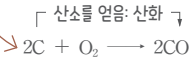
**[바로알기]** ㄴ. (나)에서 철은 산소와 반응하여 산화된다. 철이 산소와 반응하여 산화 철(III)을 생성할 때 철은 전자를 잃고 철 이온(Fe<sup>3+</sup>)으로 산화된다.



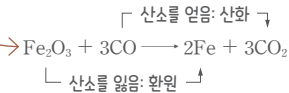
ㄱ, ㄴ. 수소 연료 전지에서 수소( $H_2$ )는 산소를 얻어 물( $H_2O$ )로 산화되며, 이때 물질의 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.  
 ㄷ. 수소 연료 전지에서는 수소와 산소( $O_2$ )가 반응하여 물이 생성되므로 수소 연료 전지 자동차는 이산화 탄소( $CO_2$ )를 발생시키지 않는다.

#### 14 ← 꼼꼼 문제 분석

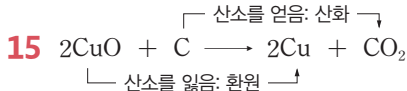
㉠코크스와 ㉡산소가 반응하여 일산화 탄소가 생성되고,



㉢산화 철(III)과 ㉣일산화 탄소가 반응하여 철과 이산화 탄소가 생성된다.

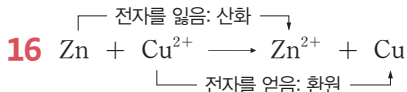


코크스(C)와 산소( $O_2$ )가 반응할 때 코크스는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화된다. 산화 철(III)( $Fe_2O_3$ )과 일산화 탄소가 반응할 때 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소( $CO_2$ )로 산화된다.



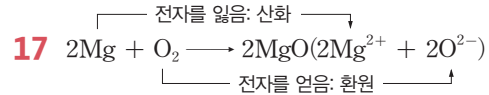
**모범 답안** 구리(Cu), 산화 구리(II)(CuO)가 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원된다.

| 채점 기준                                                 | 배점    |
|-------------------------------------------------------|-------|
| 붉은색 물질이 무엇인지 옳게 쓰고, 그 생성 과정을 산화·환원 반응과 관련지어 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 붉은색 물질이 무엇인지만 옳게 쓴 경우                                 | 40 %  |



**모범 답안** (1) 수용액의 구리 이온( $Cu^{2+}$ )이 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원되어 석출되므로 수용액 속 구리 이온( $Cu^{2+}$ ) 수가 감소하기 때문이다.  
 (2) 수용액 속 전체 이온 수는 일정하다. 아연 이온( $Zn^{2+}$ ) 1개가 생성될 때 구리 이온( $Cu^{2+}$ ) 1개가 감소하고, 황산 이온( $SO_4^{2-}$ ) 수는 일정하기 때문이다.

| 채점 기준                                           | 배점   |
|-------------------------------------------------|------|
| (1) 수용액의 푸른색이 없어지는 까닭을 산화·환원 반응과 관련지어 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 수용액의 푸른색이 없어지는 까닭을 구리 이온 수가 감소하기 때문이라고만 서술한 경우  | 25 % |
| (2) 수용액 속 전체 이온 수의 변화를 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우   | 50 % |
| 수용액 속 전체 이온 수의 변화만 옳게 쓴 경우                      | 25 % |



**모범 답안** 산화되는 물질: 마그네슘(Mg), 환원되는 물질: 산소( $O_2$ ), 마그네슘은 전자를 잃고 마그네슘 이온이 되고, 산소는 전자를 얻어 산화 이온이 되기 때문이다.

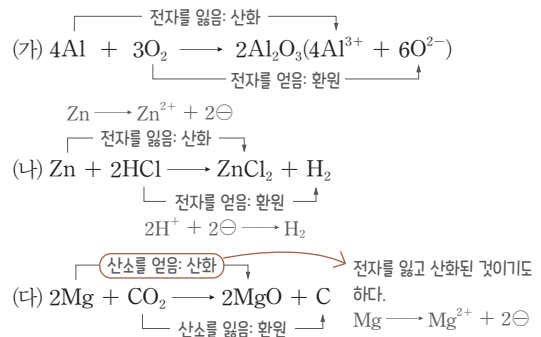
| 채점 기준                                                 | 배점    |
|-------------------------------------------------------|-------|
| 산화되는 물질과 환원되는 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 전자의 이동과 관련지어 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 산화되는 물질과 환원되는 물질만 옳게 쓴 경우                             | 40 %  |

#### 실력 UP 문제

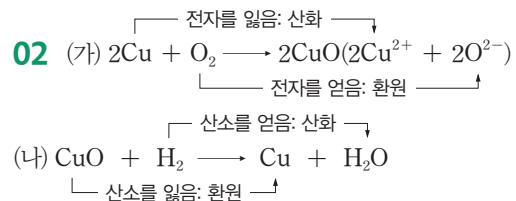
63쪽

01 ③    02 ⑤    03 ③    04 ③

#### 01 ← 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. (가)에서 산소는 전자를 얻어 산화 이온( $O^{2-}$ )으로 환원된다.  
 ㄷ. (다)에서 마그네슘(Mg)은 전자를 잃고 마그네슘 이온( $Mg^{2+}$ )으로 산화된다.  
**[바로알기]** ㄴ. (나)에서 아연(Zn) 원자 1개가 아연 이온( $Zn^{2+}$ )으로 산화될 때 전자 2개가 이동한다.



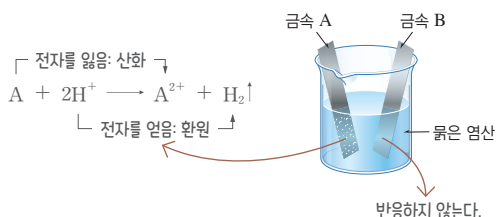
ㄱ, ㄴ. (가)에서 구리(Cu)와 산소(O<sub>2</sub>)가 반응하여 산화 구리(II)(CuO)를 생성할 때 구리는 전자를 잃고 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 산소는 전자를 얻어 산화 이온(O<sup>2-</sup>)으로 환원된다. 따라서 전자는 구리에서 산소로 이동한다.

ㄷ. (나)에서 수소(H<sub>2</sub>)는 산소를 얻어 물(H<sub>2</sub>O)로 산화된다.

**03** ㄱ, ㄴ. 금속 B의 표면에 금속 A가 석출되는 것으로 보아 A<sup>2+</sup>은 전자를 얻어 A로 환원되고, B는 전자를 잃고 B<sup>n+</sup>으로 산화된다.

**바로알기** ㄷ. 반응이 일어날 때 A<sup>2+</sup> 수는 감소하고, B<sup>n+</sup> 수는 증가한다. 그런데 (나)에서 수용액 속 양이온 수는 감소하므로 감소하는 A<sup>2+</sup>의 수가 증가하는 B<sup>n+</sup>의 수보다 크다. 즉, 반응하는 입자의 수는 A<sup>2+</sup>이 B 원자보다 크다. 이때 A<sup>2+</sup>이 얻은 전자 수와 B 원자가 잃은 전자 수는 같으므로  $n$ 은 2보다 크다.

#### 04 꼭꼭 문제 분석

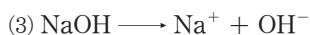
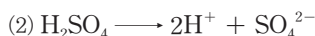
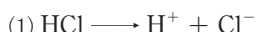


ㄱ. 금속 A의 표면에서 발생한 기포는 수소(H<sub>2</sub>)이다. A는 전자를 잃고 A<sup>2+</sup>으로 산화되고, 수소 이온(H<sup>+</sup>)은 전자를 얻어 수소로 환원된다.

ㄷ. A<sup>2+</sup> 1개가 생성될 때 수소 이온 2개가 감소하므로 수용액 속 양이온 수는 감소한다.

**바로알기** ㄴ. 금속 B의 표면에서는 아무런 변화가 없으므로 B는 전자를 얻거나 잃지 않는다.

**1** 산은 물에 녹아 H<sup>+</sup>과 음이온으로 나누어지고, 염기는 물에 녹아 양이온과 OH<sup>-</sup>으로 나누어진다. 이때 수용액은 전기적으로 중성이므로 양이온 전하의 전체 합과 음이온 전하의 전체 합이 같아야 한다.



**2** (1) 산은 수용액에서 H<sup>+</sup>을 내놓는 물질이므로 산 수용액에는 공통으로 H<sup>+</sup>이 들어 있다.

(2) 묽은 염산(HCl)과 아세트산(CH<sub>3</sub>COOH) 수용액은 모두 산성 용액이므로 마그네슘(Mg)과 반응하여 수소 기체(H<sub>2</sub>)를 발생시킨다.

(3) 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 염기성 용액이므로 탄산 칼슘(CaCO<sub>3</sub>)과 반응하지 않는다.

**3** 질산 칼륨(KNO<sub>3</sub>) 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 묽은 염산(HCl)에 적신 실타를 올려놓고 전류를 흘려 주면 양이온인 H<sup>+</sup>이 (-)극 쪽으로 이동하여 리트머스 종이가 실타에서부터 (-)극 쪽으로 붉게 변한다.

**4** 식초와 아세트산 수용액은 산성 물질이고, 하수구 세정제와 수산화 칼륨 수용액은 염기성 물질이다.

(1) 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 물질은 산성 물질인 식초와 아세트산 수용액이다.

(2) 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 나타내는 물질은 염기성 물질인 하수구 세정제와 수산화 칼륨 수용액이다.

(3) 식초, 하수구 세정제, 아세트산 수용액, 수산화 칼륨 수용액에는 모두 이온이 들어 있으므로 전기 전도성이 있다.

## 02 산, 염기와 중화 반응

### 개념 확인문제

67쪽

- ① 수소 이온(H<sup>+</sup>)    ② 수산화 이온(OH<sup>-</sup>)    ③ 붉    ④ 수소(H<sub>2</sub>)  
 ⑤ 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)    ⑥ 노란    ⑦ 푸르    ⑧ 단백질    ⑨ 붉은  
 ⑩ 파란

**1** (1) H<sup>+</sup> (2) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (3) NaOH    **2** (1) ○ (2) ○ (3) ×

**3** ㉠ (-), ㉡ 붉    **4** (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄴ, ㄹ (3) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

### 개념 확인문제

71쪽

- ① 중화 반응    ② 1 : 1    ③ 중화점    ④ 산성    ⑤ 염기성    ⑥ 중화열  
 ⑦ 물(H<sub>2</sub>O)    ⑧ 높다

**1** (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×    **2** (1) (가) 파란색 (나) 파란색

(다) 초록색 (라) 노란색 (2) (다)    **3** (1) A: 염기성, B: 중성, C: 산성

(2) B    **4** ㄷ, ㄹ, ㄱ



**1** (1) 중화 반응이 일어날 때 산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물( $H_2O$ )을 생성한다.

(2) 중화 반응이 일어날 때 열이 발생하며, 이 열을 중화열이라고 한다.

(3) 중화 반응에서 반응하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 많을수록, 즉 생성되는 물의 양이 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 높아진다.

(4)  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 1 : 1의 개수비로 반응하므로 혼합하는 산 수 용액과 염기 수용액 속 이온의 수에 따라 용액의 액성이 달라진다. 혼합하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 같으면 중성,  $H^+$ 의 수가  $OH^-$ 의 수보다 많으면 산성,  $H^+$ 의 수가  $OH^-$ 의 수보다 적으면 염기성이 된다.

**2** (1) (가)와 (나)는  $OH^-$ 이 존재하는 염기성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 띤다. (다)는  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응한 중성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다. (라)는  $H^+$ 이 존재하는 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.

(2) 반응하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 높아진다. 따라서 (가)에 들어 있는  $OH^-$  2개가 모두 반응하여 산과 염기가 완전히 중화된 (다)에서 용액의 최고 온도가 가장 높다. (라)는 (다)보다 온도가 낮은 묽은 염산(HCl)을 더 넣어 준 것이므로 (라)의 최고 온도는 (다)보다 낮다.

**3** (1) B에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 완전히 중화되었고, 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응함을 알 수 있다. A에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 각각 2 mL씩 반응하고, 용액에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있으므로 A의 액성은 염기성이다. C에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 각각 2 mL씩 반응하고, 용액에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 C의 액성은 산성이다.

(2) 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 중화 반응이 가장 많이 일어났으므로 B에서 중화 반응으로 생성된 물의 양이 가장 많다.

**4** ㄱ. 꺾아 둔 사과 속 폴리페놀이 산화되어 갈색으로 변하는 것은 산화·환원 반응의 예이다.

ㄴ. 철로 된 머리핀이 산소와 반응하여 녹스는 것은 산화·환원 반응의 예이다.

ㄷ. 위산 과다로 속이 쓰릴 때 염기성 물질인 제산제를 먹어 산성 물질인 위산을 중화하는 것은 중화 반응의 예이다.

ㄹ. 염기성 물질인 치약으로 양치질을 하여 충치를 유발하는 산성 물질을 중화하는 것은 중화 반응의 예이다.

ㅁ. 생선구이에 산성 물질인 레몬즙을 뿌려 비린내의 원인인 염기성 물질을 제거하는 것은 중화 반응의 예이다.

## 완자샘 비법 특강

72쪽

**Q1** B=C>A

**Q2** A: 노란색, B: 초록색, C: 파란색

**Q1** B에서 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 완전히 중화되었고, 중화 반응으로 생성된 물의 양이 최대가 된다. A는 중화점 이전이므로 생성된 물의 양은 A가 B보다 적다. 중화점 이후에는 중화 반응이 일어나지 않으므로 생성된 전체 물의 양은 B와 C가 같다. 따라서 중화 반응으로 생성된 전체 물의 양을 비교하면 B=C>A이다.

**Q2** A에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 A는 산성 용액이고, BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다. B는 중화점이므로 중성 용액이고, BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다. C에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있으므로 C는 염기성 용액이고, BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 띤다.

## 내신 만점 문제

73쪽~76쪽

|                      |             |             |             |             |              |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>01</b> ②          | <b>02</b> ④ | <b>03</b> ⑤ | <b>04</b> ③ | <b>05</b> ③ | <b>06</b> ①  |
| <b>07</b> ③          | <b>08</b> ⑤ | <b>09</b> ② | <b>10</b> ③ | <b>11</b> ⑤ | <b>12</b> ①  |
| <b>13</b> ③          | <b>14</b> ④ | <b>15</b> ② | <b>16</b> ㄱ | <b>17</b> ① | <b>18</b> 해설 |
| 참조 19 해설 참조 20 해설 참조 |             |             |             |             |              |

**01** **바로알기** ②  $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

**02** ① 산 수용액에는 공통으로  $H^+$ 이 들어 있고, 산 수용액에 들어 있는 음이온의 종류는 산의 종류에 따라 다르다.

② 산 수용액에 들어 있는  $H^+$ 은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.

③ 염기는 수용액에서  $OH^-$ 을 내놓는 물질이므로 염기 수용액에는 공통으로  $OH^-$ 이 들어 있다.

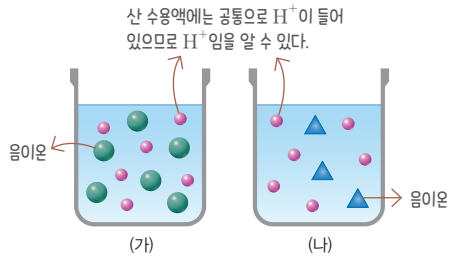
⑤ 산과 염기는 물에 녹아 이온화하므로 산 수용액과 염기 수용액은 모두 전기 전도성이 있다.

**바로알기** ④ 염기 수용액은 탄산 칼슘( $CaCO_3$ )과 반응하지 않는다.

**03** ⑤ 비눗물, 레몬즙, 탄산 음료, 제빵 소다 수용액에는 모두 이온이 들어 있으므로 전류가 흐른다.

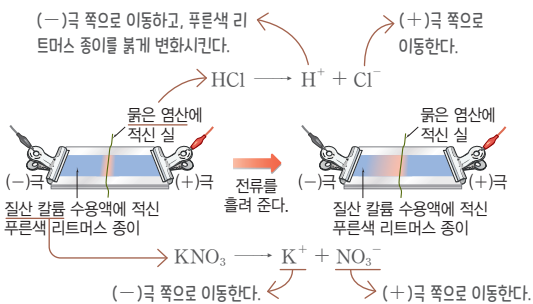
- 바로알기** ①, ④ 비눗물과 제빵 소다 수용액은 염기성 물질이므로 마그네슘(Mg)과 반응하지 않고, 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.
- ② 레몬즙은 산성 물질이므로 레몬즙에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.
- ③ 탄산 음료는 산성 물질이므로 달걀 껍데기와 반응하여 이산화탄소 기체( $\text{CO}_2$ )를 발생시킨다.

#### 04 품점 문제 분석



- ㄱ. (가)와 (나)는 모두 산 수용액이므로 (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는  $\bullet$ 은  $\text{H}^+$ 이다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 모두 산 수용액이므로 (가)와 (나)에 마그네슘(Mg) 조각을 넣으면 모두 수소 기체( $\text{H}_2$ )가 발생한다.
- 바로알기** ㄴ. 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 것은  $\bullet$  ( $\text{H}^+$ )이다.

#### 05 품점 문제 분석



- ㄱ. 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 이온은  $\text{H}^+$ 으로, 전류를 흘려 주면 실에서부터 (-)극 쪽으로 이동하여 붉은색이 (-)극 쪽으로 이동한다.
- ㄴ. 묽은 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )에도  $\text{H}^+$ 이 들어 있으므로 묽은 염산(HCl) 대신 묽은 황산으로 실험해도 리트머스 종이가 실에서부터 (-)극 쪽으로 붉게 변해 간다.
- 바로알기** ㄴ. (-)극 쪽으로 이동하는 이온은  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ 으로 두 가지이다.

#### 06 품점 문제 분석

| 구분         | 묽은 염산   | 아세트산 수용액 |
|------------|---------|----------|
| 탄산 칼슘과의 반응 | 기체 발생   | ㉠ 기체 발생  |
| 마그네슘과의 반응  | ㉡ 기체 발생 | 기체 발생    |
| BTB 용액     | 노란색     | ㉢ 노란색    |

묽은 염산(HCl)과 아세트산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 수용액은 모두 산성 용액이므로 탄산 칼슘( $\text{CaCO}_3$ )과 반응하여 이산화탄소 기체( $\text{CO}_2$ )를 발생시키고, 마그네슘(Mg)과 반응하여 수소 기체( $\text{H}_2$ )를 발생시키며, BTB 용액을 노란색으로 변화시킨다.

#### 07 품점 문제 분석

| 구분                 | A                                                                               | B       | C        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 수산화 나트륨(NaOH) 수용액  | 산성 용액이다. $\Rightarrow$ C는 묽은 염산(HCl) 또는 아세트산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 수용액이다. |         |          |
| 마그네슘 조각을 넣었을 때     | ㉠ 수소 기체 발생                                                                      | 반응하지 않음 | 수소 기체 발생 |
| 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 | 무색                                                                              | ㉡ 붉은색   | ㉢ 무색     |

산성 용액이다.  $\Rightarrow$  A는 묽은 염산 또는 아세트산 수용액이다.

A는 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 무색이고, C는 마그네슘(Mg)과 반응하여 수소 기체( $\text{H}_2$ )를 발생시키므로 모두 산성 용액이다. 따라서 A와 C는 각각 묽은 염산(HCl)과 아세트산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 수용액 중 하나이고, B는 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이다.

- ㄱ. A는 산성 용액이므로 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다. 따라서 ㉠로 '수소 기체 발생'이 적절하다.
- ㄴ. A와 C는 모두 산성 용액이므로 들어 있는 양이온의 종류는  $\text{H}^+$ 으로 같다.

**바로알기** ㄴ. B는 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 띠고, C는 산성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색이 변하지 않는다. 따라서 ㉡으로는 '붉은색', ㉢으로는 '무색'이 적절하다.

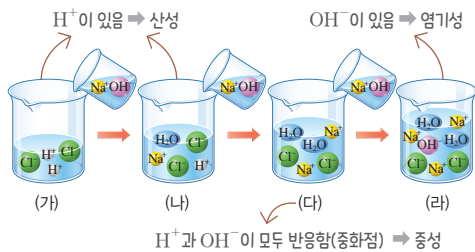
- 08** ①, ② 중화 반응은 산의  $\text{H}^+$ 과 염기의  $\text{OH}^-$ 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물( $\text{H}_2\text{O}$ )이 생성되는 반응이다.
- ③ 산의  $\text{H}^+$ 과 염기의  $\text{OH}^-$ 이 모두 반응하여 산과 염기가 완전히 중화되는 지점을 중화점이라고 한다.
- ④ 중화 반응이 일어날 때 발생하는 열을 중화열이라고 한다.
- 바로알기** ⑤ 중화 반응에서 반응하는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 의 수가 많을수록, 즉 생성되는 물의 양이 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 높아진다.

**09** ㄴ. 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 용액의 온도가 높아진다. 따라서 혼합 용액의 최고 온도는 25 °C보다 높다.

**[바로알기]** ㄱ. 두 수용액의 농도가 같으므로 묽은 염산 10 mL에 들어 있는  $H^+$  수는 수산화 나트륨 수용액 5 mL에 들어 있는  $OH^-$  수보다 많다. 따라서 혼합 용액에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 혼합 용액의 액성은 산성이다.

ㄷ. 묽은 염산 10 mL에 들어 있는  $H^+$ 과  $Cl^-$ 의 수는 수산화 나트륨 수용액 5 mL에 들어 있는  $Na^+$ 과  $OH^-$ 의 수보다 많다.  $H^+$ 은  $OH^-$ 과 반응하여 그 수가 적어지므로 혼합 용액에서 이온 수가 가장 많은 것은  $Cl^-$ 이다.

### 10 — 꼼꼼 문제 분석

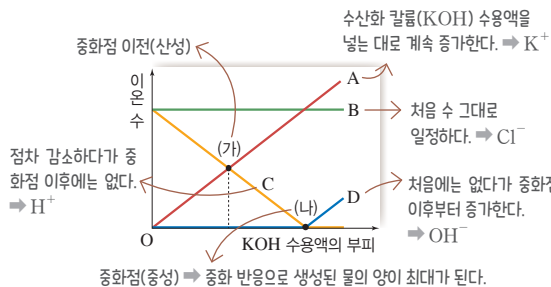


ㄱ. (가)에는  $H^+$ 이 들어 있으므로 (가)의 액성은 산성이다. 따라서 (가)에 마그네슘(Mg) 조각을 넣으면 수소 기체( $H_2$ )가 발생한다.

ㄴ. 중화 반응이 완결된 (다)에서 용액의 최고 온도가 가장 높다. (라)는 (다)보다 온도가 낮은 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 더 넣어 준 것이므로 (라)의 최고 온도는 (다)보다 낮다.

**[바로알기]** ㄷ. (나)에는  $H^+$  1개가 들어 있고, (라)에는  $OH^-$  1개가 들어 있으므로 (나)와 (라)를 혼합한 용액의 액성은 중성이다.

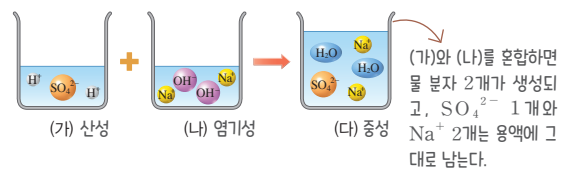
### 11 — 꼼꼼 문제 분석



ㄱ, ㄴ. A는  $K^+$ , B는  $Cl^-$ , C는  $H^+$ , D는  $OH^-$ 이다. C와 D는 모두 중화 반응에 참여하는 이온이다.

ㄷ. 중화 반응으로 생성된 물의 양은 중화점에 도달한 (나)가 중화점에 도달하기 전인 (가)보다 많다.

### 12 — 꼼꼼 문제 분석

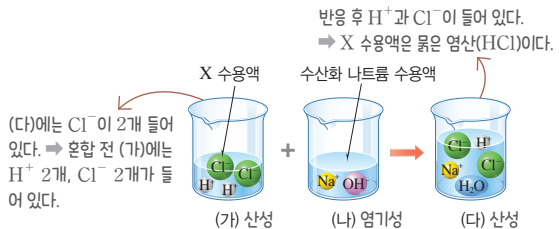


ㄱ. (가)와 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 용액의 온도가 높아진다. 따라서 (다)의 최고 온도는 (가) 또는 (나)보다 높다.

**[바로알기]** ㄴ.  $Na^+$ 은 중화 반응에 참여하지 않으므로 (나)와 (다)에 들어 있는  $Na^+$  수는 같다.

ㄷ. (다)의 액성은 중성이므로 (다)에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색이 변하지 않는다.

### 13 — 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 혼합 전 (가)에는  $H^+$  2개,  $Cl^-$  2개가 들어 있으므로 X 수용액은 산성 용액이다. 따라서 (가)에 탄산 칼슘( $CaCO_3$ )을 넣으면 이산화 탄소 기체( $CO_2$ )가 발생한다.

ㄴ. (다)에는  $H^+$ 이 들어 있으므로 (다)의 액성은 산성이다. 따라서 (다)에 온도가 같은 수산화 칼륨(KOH) 수용액을 넣으면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하여 용액의 온도가 높아진다.

**[바로알기]** ㄷ. (가)에 들어 있는 전체 이온은 4개이고, (다)에 들어 있는 전체 이온은 4개이므로 용액 속 전체 이온 수는 (가)와 (다)가 같다.

### 14 — 꼼꼼 문제 분석

농도가 같은 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

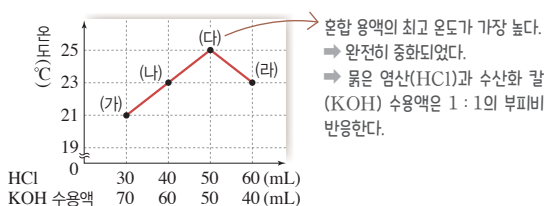
| 구분                     |                | (가) | (나) | (다) | (라) |
|------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|
| 묽은 염산의 부피(mL)          |                | 40  | 30  | 20  | 10  |
| 수산화 나트륨<br>수용액의 부피(mL) |                | 20  | 30  | 40  | 50  |
| 반응한 용액<br>(mL)         | 묽은 염산          | 20  | 30  | 20  | 10  |
|                        | 수산화 나트륨<br>수용액 | 20  | 30  | 20  | 10  |
| 혼합 용액의 액성              |                | 산성  | 중성  | 염기성 | 염기성 |

ㄴ. 반응하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 높아진다. 반응하는 용액의 부피는 (나)에서 가장 크므로 용액의 최고 온도는 (나)가 가장 높다.

ㄷ. (가)에서는 묽은 염산(HCl) 20 mL가 반응하지 않았고, (다)에서는 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 20 mL가 반응하지 않았다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 농도가 같으므로 (가)에 들어 있는  $H^+$  수와 (다)에 들어 있는  $OH^-$  수는 같다.

**바로알기** ㄱ. (가)에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 (가)의 액성은 산성이고, (라)에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있으므로 (라)의 액성은 염기성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때의 색은 (가)가 노란색이고 (라)가 파란색으로 서로 다르다.

## 15 꼼꼼 문제 분석



| 구분          |            | (가) | (나) | (다) | (라) |
|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| 반응한 용액 (mL) | 묽은 염산      | 30  | 40  | 50  | 40  |
|             | 수산화 칼륨 수용액 | 30  | 40  | 50  | 40  |
| 혼합 용액의 액성   |            | 염기성 | 염기성 | 중성  | 산성  |

ㄷ. (가)에서는 수산화 칼륨(KOH) 수용액 40 mL가 반응하지 않았고, (라)에서는 묽은 염산(HCl) 20 mL가 반응하지 않았다. (가)와 (라)를 혼합한 용액에는  $OH^-$ 이 남아 있으므로 혼합 용액의 액성은 염기성이다.

**바로알기** ㄱ. (가)에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있으므로 (가)의 액성은 염기성이다. 따라서 (가)는 마그네슘(Mg)과 반응하지 않는다.

ㄴ. (나)에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있으므로 (나)의 액성은 염기성이고, (다)에서는  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응하였으므로 (다)의 액성은 중성이다. 따라서 (나)에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 띠고, (다)는 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색이 변하지 않는다.

**16** ㄱ. 김치에 염기성 물질인 제빵 소다를 넣어 신맛을 내는 산성 물질을 중화하는 것은 중화 반응을 이용한 것이다.

**바로알기** ㄴ. 머리카락에 의해 하수구가 막혔을 때 하수구 세정제를 사용하는 것은 단백질을 녹이는 염기의 성질을 이용한 것이다. ㄷ. 철광석과 코크스를 함께 가열하여 산화 철(III)에서 산소를 제거하는 철의 제련은 산화·환원 반응을 이용한 것이다.

**17** 산성화된 토양에 염기성 물질인 석회 가루를 뿌리는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

② 산성 물질인 레몬즙을 뿌려 비린내의 원인인 염기성 물질을 제거하는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

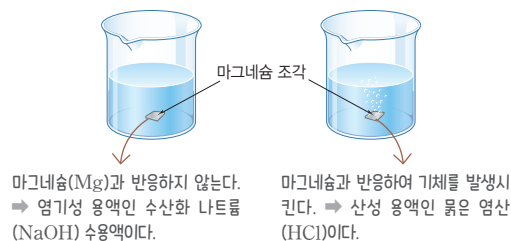
③ 공장 매연 속 산성 물질인 황산화물을 염기성 물질인 산화 칼슘으로 제거하는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

④ 염기성 물질인 암모니아수가 들어 있는 약으로 산성 물질인 벌의 독을 중화하는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

⑤ 위산이 많이 분비되어 속이 쓰릴 때 염기성 물질인 제산제를 먹어 산성 물질인 위산을 중화하는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

**바로알기** ① 도시가스를 연소시켜 요리를 하는 것은 산화·환원 반응을 이용하는 예이다.

## 18 꼼꼼 문제 분석



**모범 답안** (1) (가) 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 (나) 묽은 염산(HCl), 산 수용액은 마그네슘(Mg)과 반응하여 기체를 발생시키지만, 염기 수용액은 마그네슘(Mg)과 반응하지 않기 때문이다.

(2) 수소 기체( $H_2$ )

(3) (가)에서는 아무런 변화가 없고, (나)에서는 기체(이산화 탄소( $CO_2$ ))가 발생한다.

| 채점 기준                                     | 배점   |
|-------------------------------------------|------|
| (1) (가)와 (나)가 무엇인지 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우 | 40 % |
| (가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우                   | 15 % |
| (2) (나)에서 발생한 기체를 옳게 쓴 경우                 | 20 % |
| (3) (가)와 (나)의 변화를 옳게 서술한 경우               | 40 % |

**19** **모범 답안** (나)>(가)>(다), 중화 반응에서 생성되는 물의 양이 많을수록 혼합 용액의 온도가 높아지기 때문이다.

| 채점 기준                                                      | 배점    |
|------------------------------------------------------------|-------|
| 중화 반응으로 생성된 물의 양을 옳게 비교하고, 그 까닭을 혼합 용액의 온도와 관련지어 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 중화 반응으로 생성된 물의 양만 옳게 비교한 경우                                | 40 %  |

**20** **모범 답안** 치약에는 염기성 물질이 들어 있어 세균이 만든 산성 물질을 중화하기 때문이다.



| 채점 기준                     | 배점    |
|---------------------------|-------|
| 중화 반응과 관련지어 옳게 서술한 경우     | 100 % |
| 중화 반응과 관련지어 옳게 서술하지 못한 경우 | 0 %   |

## 실력 UP 문제

77쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ④

### 01 품평 문제 분석

중성 용액인 (다)에 들어 있는 이온이므로  $H^+$  또는  $OH^-$  이 아님을 알 수 있다.

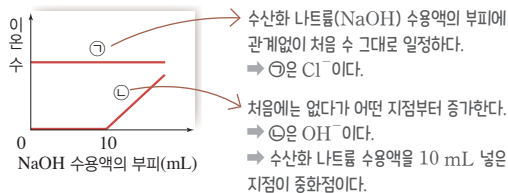
| 수용액    | (가) 산성 | (나) 염기성 | (다) 중성 |
|--------|--------|---------|--------|
| 이온 모형  |        |         |        |
| BTB 용액 | 노란색    | 파란색     | 초록색    |

ㄱ. (가)와 (다)에 들어 있는 양이온의 종류는 서로 다르고, 음이온의 종류는 같다.

ㄷ. (가)의 액성은 산성이므로 달걀 껍데기를 넣으면 이산화 탄소 기체( $CO_2$ )가 발생한다.

**바로알기** ㄴ.  $OH^-$ 은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.

### 02 품평 문제 분석

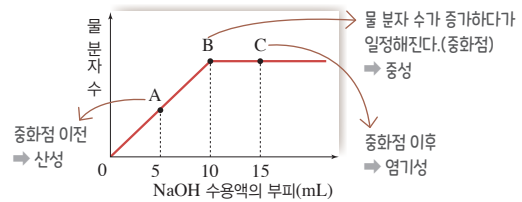


ㄱ. ㉠은 처음 수 그대로 일정한 것으로 보아 중화 반응에 참여하지 않는  $Cl^-$  이다.

ㄴ. ㉡은 처음에는 없다가 중화점 이후부터 증가하는 것으로 보아  $OH^-$  이다. 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액에는  $OH^-$  이 들어 있다.

ㄷ. 묽은 염산( $HCl$ ) 10 mL에 수산화 나트륨 수용액을 10 mL 넣을 때까지는  $OH^-$  이 없고, 그 이후부터  $OH^-$  이 존재하므로 묽은 염산 10 mL에 들어 있는  $H^+$  수와 수산화 나트륨 수용액 10 mL에 들어 있는  $OH^-$  수는 같다. 따라서 묽은 염산 5 mL와 수산화 나트륨 수용액 5 mL를 혼합한 용액의 액성은 중성이다.

### 03 품평 문제 분석



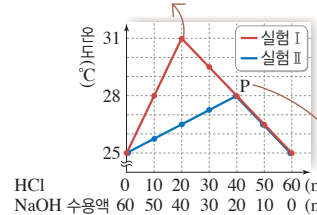
ㄷ. C는 중화점 이후이므로 C에는  $OH^-$  이 남아 있다. 따라서 C의 액성은 염기성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 띤다.

**바로알기** ㄱ.  $Cl^-$ 은 중화 반응에 참여하지 않으므로 넣어 준 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액의 부피에 관계없이 그 수가 변하지 않는다. 따라서 용액 속  $Cl^-$  수는 A와 B가 같다.

ㄴ. 용액의 최고 온도는 중화점인 B가 가장 높다. B 이후로는 중화열이 발생하지 않고, 혼합 용액보다 온도가 낮은 용액이 가해 지므로 용액의 온도가 점점 낮아진다. 따라서 용액의 최고 온도는 C가 B보다 낮다.

### 04 품평 문제 분석

실험 I에서 용액의 최고 온도가 가장 높은 지점(중화점)  $\Rightarrow$  실험 I에서 묽은 염산( $HCl$ )과 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액은 1 : 2의 부피비로 반응한다.



ㄴ. 실험 I에서는 묽은 염산( $HCl$ )과 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액이 1 : 2의 부피비로 반응하고, 실험 II에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 2 : 1의 부피비로 반응한다. 이때 실험 I과 II에서 사용한 수산화 나트륨 수용액의 농도는 같으므로 같은 부피의 묽은 염산에 들어 있는  $H^+$  또는  $Cl^-$  수는 실험 I이 실험 II의 4배이다.

ㄷ. 실험 I의 P에서는 묽은 염산 10 mL와 수산화 나트륨 수용액 20 mL가 반응하고, 실험 II의 P에서는 묽은 염산 40 mL와 수산화 나트륨 수용액 20 mL가 반응한다. 실험 I과 II에서 사용한 수산화 나트륨 수용액의 농도는 같으므로 P에서 생성된 물 분자 수는 실험 I과 실험 II가 같다.

**바로알기** ㄱ. 실험 I에서 묽은 염산 20 mL와 수산화 나트륨 수용액 40 mL를 혼합하였을 때 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 이 지점이 중화점이다. 따라서 같은 부피의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액에 들어 있는 이온 수는  $Cl^-$  이  $Na^+$  의 2배이다.



## 03 / 물질 변화에서 에너지의 출입

### 개념 확인 문제

80쪽

- ① 높아    ② 낮아    ③ 액화    ④ 높아    ⑤ 용해    ⑥ 발열  
⑦ 흡열

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○    2 ㉠ 발열, ㉡ 흡열    3 (1) 방출  
(2) 흡수 (3) 흡수 (4) 방출    4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○  
5 (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄴ, ㄹ

- 1 (1) 화학 변화가 일어날 때는 화학 변화의 종류에 따라 에너지를 방출하기도 하고 흡수하기도 한다.  
(2) 열에너지를 흡수하는 변화가 일어날 때는 주변의 온도가 낮아진다.  
(3) 액화가 일어날 때는 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다.  
(4) 고체에서 기체로 승화가 일어날 때는 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다.

- 2 열에너지를 방출하는 화학 반응을 발열 반응이라고 하고, 열에너지를 흡수하는 화학 반응을 흡열 반응이라고 한다.

- 3 (1), (4) 산화 칼슘이 물에 녹거나 메테인이 공기 중에서 연소할 때 열에너지를 방출한다.  
(2), (3) 질산 암모늄이 물에 녹거나 탄산수소 나트륨이 열분해될 때 열에너지를 흡수한다.

- 4 (가)가 일어날 때 열에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아지고, (나)가 일어날 때 열에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.

- (1) 열에너지를 방출하는 화학 반응을 발열 반응이라고 한다. 따라서 발열 반응은 (가)에 해당한다.  
(2) (나)가 일어날 때 열에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.  
(3) 화석 연료가 연소할 때 열에너지를 방출하므로 (가)에 해당한다.  
(4) 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하므로 (나)에 해당한다.

- 5 (1) 물이 증발하거나 탄산수소 나트륨이 열분해될 때 열에너지를 흡수한다.  
(2) 나무가 연소하거나 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응할 때 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다.

### 개념 확인 문제

83쪽

- ① 방출    ② 산소    ③ 흡수    ④ 흡수    ⑤ 방출    ⑥ 흡수  
⑦ 방출

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×    2 ㉠ 방출, ㉡ 높아  
3 (1) 방출 (2) 흡수 (3) 흡수 (4) 흡수    4 ㉠ 액화, ㉡ 방출, ㉢ 흡수

- 1 (1) 자동차, 배, 기차 등의 교통수단은 화석 연료가 연소하면서 방출하는 열에너지를 이용하여 움직인다.  
(2) 손난로를 흔들면 손난로 속 철 가루가 산소와 반응하면서 열에너지를 방출하여 따뜻해진다.  
(3) 냉찜질 팩을 주무르면 질산 암모늄이 물에 녹으면서 열에너지를 흡수하여 차가워진다.  
(4) 과수원에서 개화 시기에 물을 뿌리면 물이 응고하면서 열에너지를 방출하여 냉해를 예방할 수 있다.  
(5) 신선식품을 배달할 때 얼음주머니를 넣으면 얼음이 용해하면서 열에너지를 흡수하여 신선도가 유지된다.

- 2 산화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다. 발열 용기에서는 이를 이용하여 음식을 데운다.

- 3 (1) 메테인, 뷰테인 등의 연료가 연소할 때 방출하는 열에너지를 이용하여 요리나 난방을 한다.  
(2) 제빵 소다를 넣어 빵을 구우면 탄산수소 나트륨이 열에너지를 흡수하여 분해되고, 이산화 탄소가 발생하여 반죽이 부풀다.  
(3) 냉장고나 에어컨에서는 냉매가 기화하면서 열에너지를 흡수하여 시원해진다.  
(4) 아이스크림을 포장할 때 드라이아이스를 넣으면 드라이아이스가 승화하면서 열에너지를 흡수하여 아이스크림이 녹지 않는다.

- 4 (가) 커피 전문점에서는 수증기가 액화하면서 방출하는 열에너지를 이용하여 우유를 데운다.  
(나) 불이 났을 때 소화기로 탄산수소 나트륨 분말을 뿌리면 탄산수소 나트륨이 분해되면서 열에너지를 흡수하여 불이 꺼진다.

### 내신 만점 문제

84쪽~86쪽

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

- 01 ④ 기화가 일어날 때는 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다.

⑤ 중화 반응이 일어날 때는 중화열을 방출한다.

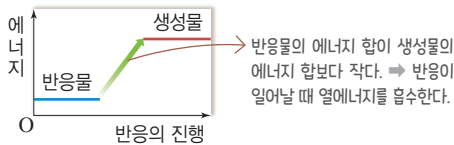
**바로알기** ③ 응고가 일어날 때는 열에너지를 방출한다.

**02** ㄱ. 열에너지를 방출하는 화학 반응을 발열 반응이라고 하고, 열에너지를 흡수하는 화학 반응을 흡열 반응이라고 한다.

ㄴ. 물질 변화가 일어날 때 열에너지를 방출하면 주변의 온도가 높아지고, 열에너지를 흡수하면 주변의 온도가 낮아진다.

ㄷ. 응고, 액화, 메테인의 연소가 일어날 때 열에너지를 방출한다.

### 03 **꼭꼭 문제 분석**



ㄱ. 반응물의 에너지 합이 생성물의 에너지 합보다 작으므로 반응이 일어날 때 열에너지를 흡수한다.

**바로알기** ㄴ, ㄷ. 반응이 일어날 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지므로 이 반응을 이용하여 손난로를 만들 수 없다.

**04** ㄱ. 철이 녹을 때 열에너지를 방출한다.

ㄷ. 탄산수소 나트륨이 열분해될 때와 얼음이 용해할 때 모두 열에너지를 흡수한다.

**바로알기** ㄴ. 탄산수소 나트륨을 가열하면 탄산수소 나트륨이 열에너지를 흡수하여 분해된다. 따라서 (나)는 흡열 반응이다.

**05** ㄱ. 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙는 것으로 보아 반응이 일어날 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지고 나무판 위의 물이 얼었다.

ㄷ. 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하므로 반응물의 에너지 합이 생성물의 에너지 합보다 작다.

**바로알기** ㄴ. 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다.

**06** • 학생 A: 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다.

• 학생 B: 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응할 때 열에너지를 방출한다.

**바로알기** • 학생 C: 탄산수소 나트륨의 열분해는 열에너지를 흡수하는 반응이고, 나무의 연소 반응은 열에너지를 방출하는 반응이다. 따라서 두 반응의 에너지 출입 방향은 다르다.

**07** ㄴ. 반딧불이가 빛을 내는 것은 빛에너지를 방출하는 반응이다.

ㄷ. 염화 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다.

**바로알기** ㄱ. 금속과 산이 반응할 때는 열에너지를 방출하고, 염화 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때는 열에너지를 흡수한다. 따라서 (가)와 (다)에서 에너지의 출입 방향은 다르다.

**08** (가) 물을 전기 분해할 때 물이 전기 에너지를 흡수하여 수소 기체와 산소 기체로 분해된다.

**바로알기** (나), (다) 프로페인이 연소하거나 염화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출한다.

(라) 차가운 컵 표면에서 수증기가 물로 액화할 때 열에너지를 방출한다.

**09** ㄱ, ㄷ. (가)에서는 탄산수소 나트륨이 열에너지를 흡수하여 분해되고, (나)에서는 드라이아이스가 고체에서 기체로 승화하면서 열에너지를 흡수한다. 따라서 (가)와 (나)에서 물질 변화가 일어날 때 에너지의 출입 방향은 같다.

ㄴ, (나)는 드라이아이스가 고체에서 기체로 승화하면서 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지는 현상을 이용한 것이다.

**10** (가) 에어컨이나 냉장고에서는 냉매가 기화하면서 열에너지를 흡수하여 시원해진다.

(나) 뷰테인, 메테인 등의 연료가 연소할 때 방출하는 열에너지를 이용하여 요리나 난방을 한다.

(다) 발열 용기에서는 산화 칼슘이 물에 녹을 때 방출하는 열에너지로 음식을 데운다.

(라) 냉찜질 팩을 주무르면 질산 암모늄이 물에 녹으면서 열에너지를 흡수하여 차가워진다.

**11** ㄴ. 산화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다. 따라서 산화 칼슘이 물에 녹는 반응은 음식을 조리하는 실험에 이용하기에 적절하다.

**바로알기** ㄱ, ㄷ. 얼음이 용해하거나 질산 암모늄이 물에 녹을 때는 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다. 따라서 두 반응은 음식을 조리하는 실험에 이용하기에 적절하지 않다.

**12** 불이 났을 때 소화기로 탄산수소 나트륨 분말을 뿌리면 탄산수소 나트륨이 분해되면서 열에너지를 흡수하여 불이 꺼진다.

ㄴ, ㄷ. 식물의 엽록체에서 광합성이 일어날 때 빛에너지를 흡수하고, 냉찜질 팩에서 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수한다.

**바로알기** ㄱ, ㄷ. 모닥불에서 나무가 연소하거나 손난로에서 철가루가 산소와 반응할 때 열에너지를 방출한다.

**13** (가) 생명체의 미토콘드리아에서 세포호흡이 일어날 때 열에너지를 방출한다.

(나) 물은 태양 에너지를 흡수해 증발하여 수증기가 되고, 수증기는 열에너지를 방출해 응결되어 구름이 된다.

**14** 소금이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수하므로 소금을 뿌린 얼음물에 음료를 넣으면 소금을 뿌리지 않은 얼음물에 넣었을 때 보다 더 시원하게 보관할 수 있다.

**모범 답안** 소금이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지기 때문이다.

| 채점 기준                                             | 배점    |
|---------------------------------------------------|-------|
| 소금이 물에 녹을 때 열에너지의 출입 및 주변의 온도 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우  | 100 % |
| 소금이 물에 녹을 때 열에너지의 출입과 주변의 온도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우 | 50 %  |

**15** **모범 답안** (1) 에탄올이 기화하면서 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지기 때문이다.

(2) 철 가루가 산소와 반응하면서 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아지기 때문이다.

| 채점 기준                                    | 배점   |
|------------------------------------------|------|
| (1) 열에너지의 출입 및 주변의 온도 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 열에너지의 출입과 주변의 온도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우    | 25 % |
| (2) 열에너지의 출입 및 주변의 온도 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 열에너지의 출입과 주변의 온도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우    | 25 % |

**16** **모범 답안** 산화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출하므로 열에 약한 구제역 바이러스를 제거할 수 있기 때문이다.

| 채점 기준                        | 배점    |
|------------------------------|-------|
| 열에너지의 출입과 관련지어 옳게 서술한 경우     | 100 % |
| 열에너지의 출입과 관련지어 옳게 서술하지 못한 경우 | 0 %   |

## 실력UP문제

87쪽

01 ③ 02 ③ 03 ② 04 ⑤

**01** ㄱ. 철 가루와 산소의 반응은 열에너지를 방출하는 화학 반응이므로 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 화학 에너지 차이만큼 에너지를 방출한다.

ㄷ. 철 가루와 산소가 반응하거나 수증기가 액화할 때 열에너지를 방출한다. 따라서 ㉠과 ㉡은 에너지의 출입 방향이 같다.

**바로알기** ㄴ. 메테인의 연소는 열에너지를 방출하는 반응이므로 반응물의 에너지 합은 생성물의 에너지 합보다 크다.

**02** ㄱ. (나)에서 용액의 온도가 높아진 것으로 보아 염화 칼슘과 물이 반응할 때 열에너지를 방출하고 주변의 온도가 높아진다. 따라서 염화 칼슘과 물의 반응은 발열 반응이다.

ㄴ. (다)에서 용액의 온도가 낮아진 것으로 보아 질산 암모늄과 물이 반응할 때 열에너지를 흡수하고 주변의 온도가 낮아진다.

**바로알기** ㄷ. 질산 암모늄과 물이 반응할 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지므로 손난로에 이용하기에 적절하지 않다.

**03** ㄴ. 달걀이 익은 것으로 보아 산화 칼슘과 물이 반응할 때 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다. 따라서 ㉠에서 반응물의 에너지 합은 생성물의 에너지 합보다 크다.

**바로알기** ㄱ. ㉠은 열에너지를 방출하는 화학 반응이므로 발열 반응이다.

ㄷ. 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다. 따라서 질산 암모늄으로 실험하면 산화 칼슘을 이용했을 때와 달리 달걀이 익지 않는다.

**04** (가)는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로 포도당과 산소를 만드는 광합성이다. (나)는 포도당과 산소로 이산화 탄소와 물을 생성하면서 열에너지를 방출하는 세포호흡이다.

ㄱ. 식물의 엽록체에서 광합성이 일어날 때 빛에너지를 흡수한다.

ㄴ. 생명체의 미토콘드리아에서 세포호흡이 일어날 때 열에너지를 방출한다.

ㄷ. 세포호흡과 중화 반응은 모두 열에너지를 방출하는 반응이다. 따라서 (나)는 중화 반응과 에너지의 출입 방향이 같다.

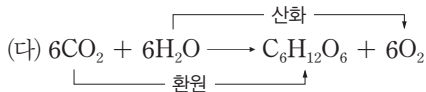
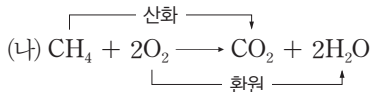
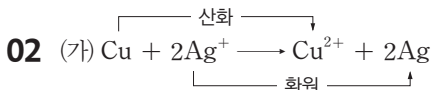
## 중단원 핵심정리

88쪽~89쪽

- ① 제련 ② 얻는 ③ 잃는 ④ 산화 ⑤ 환원 ⑥ 수소 이온( $H^+$ ) ⑦ 수산화 이온( $OH^-$ ) ⑧ 이산화 탄소( $CO_2$ ) ⑨ 푸르게 ⑩ 수소 이온( $H^+$ ) ⑪ 수산화 이온( $OH^-$ ) ⑫ 1 : 1 ⑬ 염기성 ⑭ 중화열 ⑮ 높다 ⑯ 높아 ⑰ 낮아 ⑱ 방출 ⑲ 산소 ⑳ 흡수 ㉑ 방출

- 01 ⑤    02 ②    03 ④    04 ⑤    05 ②    06 ②  
 07 ②    08 ④    09 해설 참조    10 ③    11 ③    12 ③  
 13 A: 염화 이온( $\text{Cl}^-$ ), B: 칼륨 이온( $\text{K}^+$ ), C: 수산화 이온( $\text{OH}^-$ ),  
 D: 수소 이온( $\text{H}^+$ )    14 해설 참조    15 ④    16 ③    17 ③  
 18 ⑤    19 ④    20 ②    21 해설 참조    22 ②    23 ①

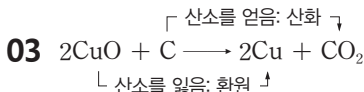
01 ㄱ, ㄴ. 원시 바다에 최초로 광합성을 하는 생물인 남세균이 출현하여 산소가 생성되었다. 광합성은 산화·환원 반응이다.  
 ㄷ. 대기 중 산소 농도가 증가한 후 산소 호흡으로 에너지를 얻는 생물이 출현하였으며 오존층이 형성되었다.



ㄷ. (가)~(다)는 모두 산화·환원 반응이다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서 구리( $\text{Cu}$ )는 전자를 잃고 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )으로 산화된다.

ㄴ. (나)에서 메테인( $\text{CH}_4$ )은 산소를 얻어 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 산화된다.

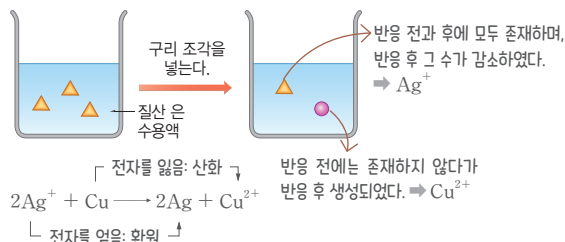


ㄴ. 탄소( $\text{C}$ )는 산소를 얻어 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 산화된다.

ㄷ. 석회수가 뿌려져 흐려진 것으로 보아 이산화 탄소가 생성된다.

**바로알기** ㄱ. 산화 구리(II)( $\text{CuO}$ )는 산소를 잃고 구리( $\text{Cu}$ )로 환원된다.

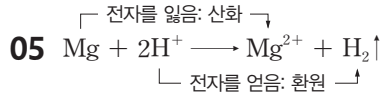
#### 04 품평 문제 분석



ㄱ. ●은 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )이다.

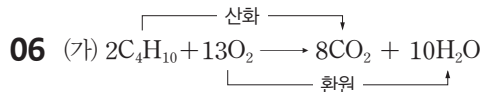
ㄴ. 은 이온( $\text{Ag}^+$ )은 전자를 얻어 은( $\text{Ag}$ )으로 환원된다.

ㄷ. 전자는 구리( $\text{Cu}$ )에서 은 이온으로 이동한다.

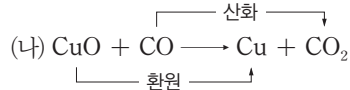


ㄷ. 마그네슘 이온( $\text{Mg}^{2+}$ ) 1개가 생성될 때 수소 이온( $\text{H}^+$ ) 2개가 감소하므로 수용액 속 양이온 수는 감소한다.

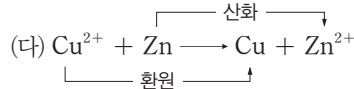
**바로알기** ㄱ, ㄴ. 마그네슘( $\text{Mg}$ )은 전자를 잃고 마그네슘 이온으로 산화되어 수용액에 녹아 들어가므로 마그네슘 조각의 질량은 감소한다.



뷰테인( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )이 산소를 얻어 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 산화된다.

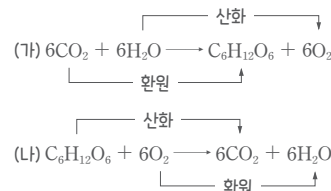
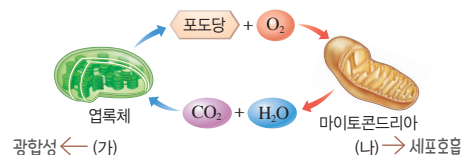


산화 구리(II)( $\text{CuO}$ )가 산소를 잃고 구리( $\text{Cu}$ )로 환원된다.



아연( $\text{Zn}$ )이 전자를 잃고 아연 이온( $\text{Zn}^{2+}$ )으로 산화된다.

#### 07 품평 문제 분석

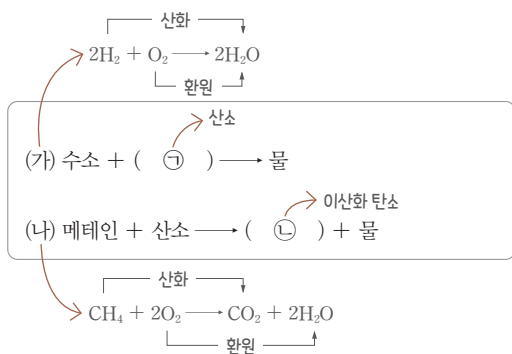


ㄷ. 세포호흡이 일어날 때 방출하는 에너지의 일부는 생명 현상을 유지하는 데에 이용된다.

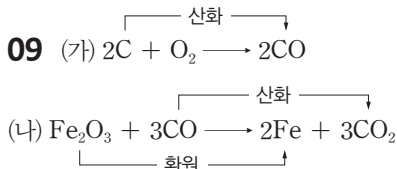
**바로알기** ㄱ. (가)는 광합성이다.

ㄴ. 세포호흡이 일어날 때 포도당( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )은 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 산화된다.

## 08 품평 문제 분석



- ㄴ. (가)에서 수소( $\text{H}_2$ )는 산소를 얻어 물( $\text{H}_2\text{O}$ )로 산화된다.  
 ㄷ. (가)는 수소 연료 전지에서 물이 생성되는 반응이고, (나)는 메테인의 연소 반응이다. (가)와 (나)는 모두 산화·환원 반응이다.  
**바로알기** ㄱ. ㉠은 산소( $\text{O}_2$ )이고, ㉡은 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )이다.



**모범 답안** (가) 코크스(C) (나) 일산화 탄소(CO), (가)에서 코크스(C)는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화되고, (나)에서 일산화 탄소(CO)는 산소를 얻어 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 산화된다.

| 채점 기준                                        | 배점    |
|----------------------------------------------|-------|
| 산화되는 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 산소의 이동과 관련지어 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 산화되는 물질만을 옳게 쓴 경우                            | 40 %  |

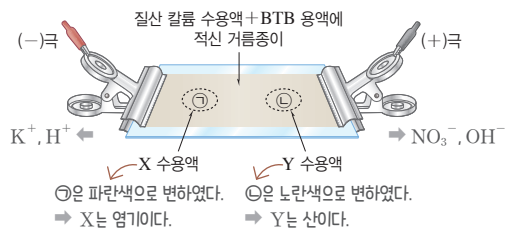
## 10 품평 문제 분석

| 구분                       | (가)   | (나)   |
|--------------------------|-------|-------|
| 마그네슘을 넣었을 때 기체가 발생하는가?   | ㉠ 아니요 | 예     |
| 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는가? | 예     | ㉡ 아니요 |

(가)는 염기성이다. ⇒ 수산화 나트륨(NaOH) 수용액  
 (나)는 산성이다. ⇒ 묽은 염산(HCl)

- ㄱ, ㄷ. (가)는 염기성 용액인 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이므로 마그네슘(Mg)과 반응하지 않고, 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.  
**바로알기** ㄴ. (나)는 산성 용액인 묽은 염산(HCl)이므로 붉은색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

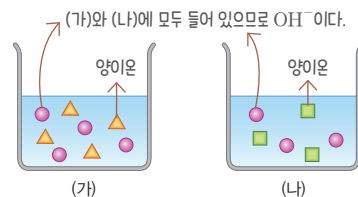
## 11 품평 문제 분석



- ㄱ. X는 염기이므로 X 수용액에는  $\text{OH}^-$ 이 들어 있고, Y는 산이므로 Y 수용액에는  $\text{H}^+$ 이 들어 있다.  
 ㄷ. (다)에서 ㉠과 ㉡ 사이에 초록색이 나타난 것으로 보아  $\text{H}^+$ 은 (-)극 쪽으로,  $\text{OH}^-$ 은 (+)극 쪽으로 이동하여 ㉠과 ㉡ 사이에서 중화 반응이 일어난다.  
**바로알기** ㄴ. 파란색은  $\text{OH}^-$  때문에 나타나고, 노란색은  $\text{H}^+$  때문에 나타난다. 따라서 (다)에서 파란색은 (+)극 쪽으로, 노란색은 (-)극 쪽으로 이동한다.

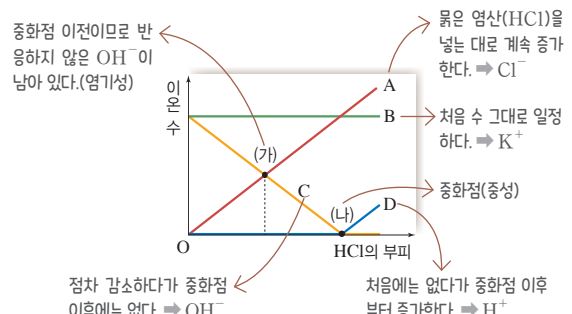
## 12 품평 문제 분석

(가)와 (나)에 각각 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 두 수용액은 모두 파란색을 띠었다.  
 ⇒ (가)와 (나)는 모두 염기성 용액이다.



- ㄱ. (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는  $\text{OH}^-$ 이다.  
 ㄴ.  $\text{OH}^-$ 은 양이온이므로 전류를 흘려 주면 (-)극 쪽으로 이동한다.  
**바로알기** ㄷ. 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는 것은  $\text{OH}^-$ 이다.

## 13 품평 문제 분석



A는  $\text{Cl}^-$ , B는  $\text{K}^+$ , C는  $\text{OH}^-$ , D는  $\text{H}^+$ 이다.



**14** 중화 반응이 일어날 때 반응하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 많을 수록, 즉 생성되는 물( $H_2O$ )의 양이 많을수록 중화열이 많이 발생하여 용액의 온도가 높아진다.

**모범 답안** 용액의 최고 온도는 (나)가 (가)보다 높다. 반응하는 묽은 염산(HCl)과 수산화 칼륨(KOH) 수용액의 부피가 (나)가 (가)보다 크고, 따라서 중화 반응으로 생성되는 물의 양이 (나)가 (가)보다 많기 때문이다.

| 채점 기준                                                                          | 배점    |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| (가)와 (나)의 최고 온도를 옮겨 비교하고 그 까닭을 반응하는 용액의 부피 및 중화 반응으로 생성되는 물의 양과 관련지어 옮겨 서술한 경우 | 100 % |
| (가)와 (나)의 최고 온도만 옮겨 비교한 경우                                                     | 50 %  |

## 15 품평 문제 분석

농도가 같은 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

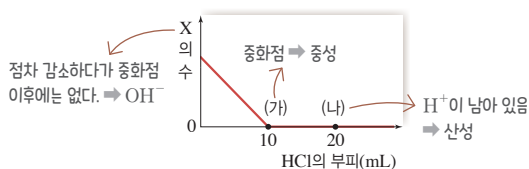
| 혼합 용액               |             | (가) | (나) | (다) | (라) | (마) |
|---------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 묽은 염산의 부피 (mL)      |             | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  |
| 수산화 나트륨 수용액의 부피(mL) |             | 30  | 25  | 20  | 15  | 10  |
| 최고 온도(℃)            |             | 27  | 30  | 33  | ㉠   | 27  |
| 반응한 용액 (mL)         | 묽은 염산       | 10  | 15  | 20  | 15  | 10  |
|                     | 수산화 나트륨 수용액 | 10  | 15  | 20  | 15  | 10  |
| 혼합 용액의 액성           |             | 염기성 | 염기성 | 중성  | 산성  | 산성  |

㉠. (가)에는 반응하지 않은  $OH^-$ 이 남아 있고, (마)에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있다. 따라서 (가)와 (마)를 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하여 용액의 온도가 높아진다.

㉡. (나)에서는 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이 각각 15 mL씩 반응하여 물을 생성하고, (다)에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 각각 20 mL씩 반응하여 물을 생성한다. 따라서 중화 반응으로 생성된 물의 양은 (다)가 (나)보다 많다.

**바로알기** ㉢. (다)에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 각각 20 mL씩 반응하고, (라)에서는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 각각 15 mL씩 반응한다. 반응하는  $H^+$ 과  $OH^-$ 의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하므로 용액의 최고 온도는 (라)가 (다)보다 낮다. 따라서 ㉠은 33보다 작다.

## 16 품평 문제 분석

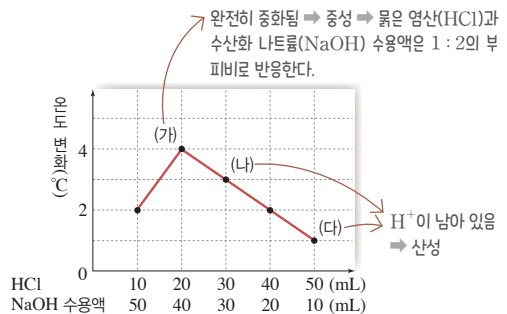


㉣. X는 점차 감소하다가 중화점 이후에는 존재하지 않으므로  $OH^-$ 이다.

㉤. (가)에서  $OH^-$  수가 0이므로 수산화 칼륨(KOH) 수용액과 묽은 염산(HCl)은 1 : 1의 부피비로 반응한다. 수산화 칼륨 수용액 10 mL에 들어 있는  $K^+$ ,  $OH^-$  수를 각각  $N$ 이라고 하면 묽은 염산 20 mL에 들어 있는  $H^+$ ,  $Cl^-$  수는 각각  $2N$ 이다. (나)에서는 수산화 칼륨 수용액 10 mL와 묽은 염산 10 mL가 반응하고, 묽은 염산 10 mL가 반응하지 않았으므로 (나)에 들어 있는  $K^+$  수와  $H^+$  수는 각각  $N$ 으로 같다.

**바로알기** ㉥. (가)에는  $K^+$ ,  $Cl^-$ 이 들어 있으므로 (가)는 전기 전도성이 있다.

## 17 품평 문제 분석



| 구분                |                | —   | (가) | (나) | —  | (다) |
|-------------------|----------------|-----|-----|-----|----|-----|
| 반응한<br>용액<br>(mL) | 묽은 염산          | 10  | 20  | 15  | 10 | 5   |
|                   | 수산화 나트륨<br>수용액 | 20  | 40  | 30  | 20 | 10  |
| 혼합 용액의 액성         |                | 염기성 | 중성  | 산성  | 산성 | 산성  |

㉦. 온도가 가장 많이 변한 (가)에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 완전히 중화되었고, 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 2의 부피비로 반응한다. 따라서 혼합 전 (가)에서 묽은 염산 20 mL에 들어 있는  $H^+$ ,  $Cl^-$  수와 수산화 나트륨 수용액 40 mL에 들어 있는  $Na^+$ ,  $OH^-$  수는 같으므로 혼합 후 (가)에 들어 있는  $Na^+$  수와  $Cl^-$  수는 같다.

㉧. (다)에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 (다)의 액성은 산성이다. 따라서 (다)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.

**바로알기** ㉨. (나)에는 반응하지 않은  $H^+$ 이 남아 있으므로 (나)의 액성은 산성이다.

**18** (가) 속이 쓰릴 때 염기성 물질이 들어 있는 제산제를 복용하여 위액에 들어 있는 염산을 중화한다.

(나) 생선취에 산성 물질인 레몬즙을 뿌려 비린내의 원인인 염기성 물질을 중화한다.

(다) 묽은 김치의 신맛을 줄이기 위해 염기성 물질인 제빵 소다를 넣어 신맛을 내는 산성 물질을 중화한다.

- ㄱ. 제산제와 제빵 소다는 모두 염기성 물질이다.  
 ㄴ. 레몬즙은 산성 물질이므로 레몬즙에는  $H^+$ 이 들어 있다.  
 ㄷ. (가)~(다)는 모두 중화 반응을 이용하는 예이다.

**19** (가) 나무가 연소할 때 열에너지를 방출한다.  
 (나) 산화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출한다.  
 (라) 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응할 때 열에너지를 방출한다.  
 (바로알기) (다) 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수한다.

**20** ㄴ. 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙는 것으로 보아 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지고 나무판 위의 물이 얼었다.  
 (바로알기) ㄱ. 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 열에너지를 흡수하므로 흡열 반응이다.  
 ㄷ. 염화 칼슘이 물에 녹을 때 열에너지를 방출한다. 따라서 질산 암모늄과 수산화 바륨의 반응은 염화 칼슘이 물에 녹는 반응과 에너지의 출입 방향이 다르다.

**21** **모범 답안** 드라이아이스가 승화하면서 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아지기 때문이다.

| 채점 기준                                 | 배점    |
|---------------------------------------|-------|
| 열에너지의 출입 및 주변의 온도 변화와 관련지어 옳게 서술한 경우  | 100 % |
| 열에너지의 출입과 주변의 온도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우 | 50 %  |

**22** ㄷ. 물을 전기 분해할 때 물이 전기 에너지를 흡수하여 수소 기체와 산소 기체로 분해된다.  
 (바로알기) ㄱ. 식물의 엽록체에서 광합성이 일어날 때 빛에너지를 흡수하고, 알코올이 연소할 때 열에너지를 방출한다. 따라서 (가)와 (나)에서 에너지의 출입 방향은 다르다.  
 ㄴ. 알코올의 연소는 열에너지를 방출하는 반응이므로 반응물의 에너지 합은 생성물의 에너지 합보다 크다.

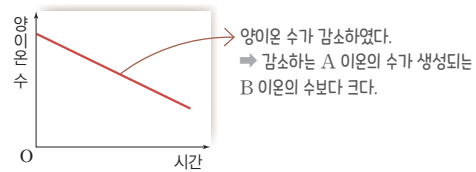
**23** (가) 자동차, 배, 기차 등의 교통수단은 화석 연료가 연소하면서 방출하는 열에너지를 이용하여 움직인다.  
 (나) 손난로를 흔들면 손난로 속 철 가루가 산소와 반응하면서 열에너지를 방출하여 따뜻해진다.  
 (다) 제빵 소다를 넣어 빵을 구우면 탄산수소 나트륨이 열에너지를 흡수하여 분해되고, 이산화 탄소가 발생하여 반죽이 부풀다.  
 (라) 불이 났을 때 소화기로 탄산수소 나트륨 분말을 뿌리면 탄산수소 나트륨이 분해되면서 열에너지를 흡수하여 불이 꺼진다.  
 (마) 신선식품을 배달할 때 얼음주머니를 넣으면 얼음이 용해하면서 열에너지를 흡수하여 신선도가 유지된다.

## 중단원 고난도 문제

95쪽

01 ④    02 ①    03 ②    04 ③

### 01 품평 문제 분석



#### 선택지 분석

금속 B에서 A 이온으로

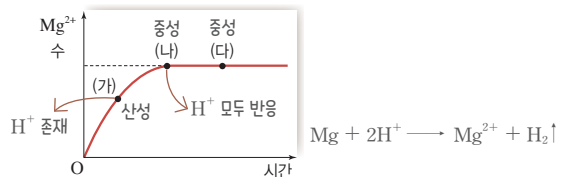
- ☒ 전자는 A 이온에서 금속 B로 이동한다.  
☒ 반응 후 수용액에는 B 이온이 존재한다.  
☒ 이온의 전하는 A 이온이 B 이온보다 작다.

**전략적 풀이** ① 그래프를 보고 어떤 반응이 일어났는지 알아낸다.

ㄱ, ㄴ. 시간이 지나면서 수용액 속 양이온 수가 감소한 것으로 보아 A 이온과 금속 B가 반응하여 금속 A와 B 이온이 생성되었다. 전자는 금속 B에서 A 이온으로 이동한다.

② 산화되는 물질이 잃은 전자의 수와 환원되는 물질이 얻은 전자의 수가 같다는 것을 이용하여 A 이온과 B 이온의 전하 크기를 비교한다.  
 ㄷ. 수용액에 들어 있는 양이온 수가 감소하므로 감소하는 A 이온의 수가 생성되는 B 이온의 수보다 크다. 즉, 반응하는 입자의 수는 A 이온이 B 원자보다 크다. 이때 A 이온이 얻은 전자의 수와 B 원자가 잃은 전자의 수는 같으므로 이온의 전하는 A 이온이 B 이온보다 작다.

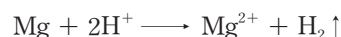
### 02 품평 문제 분석



#### 선택지 분석

- ☒ (가)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.  
☒ 용액 속 전체 이온 수는 (나)가 (가)보다 크다. 작다  
☒ 용액 속  $Cl^-$  수는 (다)가 (나)보다 크다. (나)와 (다)가 같다

**전략적 풀이** ① 용액에서 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타낸다.  
 묽은 염산(HCl)에 마그네슘(Mg) 조각을 넣었을 때 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



ㄷ.  $\text{Cl}^-$ 은 반응에 참여하지 않으므로 (가)~(다)에서 그 수가 같다.

㉓  $\text{Mg}^{2+}$  수의 변화를 통해 반응이 완결된 지점을 찾고, (가)~(다)의 액성을 파악한다.

(나) 이후  $\text{Mg}^{2+}$  수가 일정한 것으로 보아 (나)에서 반응이 완결되었다. (나)와 (다)에서는 용액 속  $\text{H}^+$ 이 모두 반응하였으므로 (나)와 (다)의 액성은 중성이다. (가)는 반응이 완결되기 전이므로 용액에  $\text{H}^+$ 이 남아 있고, (가)의 액성은 산성이다.

ㄴ. (가)의 액성은 산성이므로 (가)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

ㄴ.  $\text{Mg}^{2+}$  1개가 생성될 때  $\text{H}^+$  2개가 감소하고,  $\text{Cl}^-$  수는 일정하므로 반응이 일어날수록 용액 속 전체 이온 수는 감소한다. 따라서 용액 속 전체 이온 수는 반응이 더 일어난 (나)가 (가)보다 작다.

### 03 품평 문제 분석

| 혼합 용액               |            | (가)                                       | (나)                                       |
|---------------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 혼합 전 부피 (mL)        | 묾은 염산      | 15<br>$\text{H}^+$ 3개<br>$\text{Cl}^-$ 3개 | 10<br>$\text{H}^+$ 2개<br>$\text{Cl}^-$ 2개 |
|                     | 수산화 칼륨 수용액 | 5<br>$\text{K}^+$ 1개<br>$\text{OH}^-$ 1개  | 10<br>$\text{K}^+$ 2개<br>$\text{OH}^-$ 2개 |
| 혼합 용액에 들어 있는 양이온 모형 |            |                                           |                                           |
| 혼합 용액의 액성           |            | 산성                                        | 중성                                        |

#### 선택지 분석

- ☒ (나)에 존재하는 음이온의 종류는 두 가지이다. 한 가지
- ☒ 혼합 용액의 최고 온도는 (나)가 (가)보다 높다.
- ☒ 수용액 속 전체 이온 수는 (가)가 (나)의  $\frac{3}{2}$ 배이다.  $\frac{2}{3}$

**전략적 풀이** ① 양이온 모형을 이용하여 용액의 액성을 파악한다.

묾은 염산( $\text{HCl}$ )과 수산화 칼륨( $\text{KOH}$ ) 수용액을 혼합했을 때 혼합 용액의 액성이 중성이라면  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ 이 들어 있고, 산성이라면  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ 이 들어 있고, 염기성이라면  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{OH}^-$ 이 들어 있다. (가)에는 두 가지 양이온이 존재하므로 (가)의 액성은 산성이고, (나)에는 한 가지 양이온이 존재하므로 (나)의 액성은 중성 또는 염기성이다.

② 양이온 모형이 각각 어떤 이온을 나타내는지 파악한다.

(가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 은  $\text{K}^+$ 이고, 은  $\text{H}^+$ 이다.

③ 혼합 용액에 들어 있는 이온 수를 이용하여 일정 부피의 묾은 염산과 수산화 칼륨 수용액에 들어 있는 이온 수를 알아낸다.

(가)에서 혼합 전 수산화 칼륨 수용액 5 mL에는  $\text{K}^+$ ,  $\text{OH}^-$ 이 각각 1개씩 들어 있다.  $\text{OH}^-$ 은  $\text{H}^+$ 과 반응하여 물을 생성하므로 혼합 전 묾은 염산 15 mL에는  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ 이 각각 3개씩 들어 있다.

ㄴ. (나)에서 혼합 전 묾은 염산 10 mL에는  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ 이 각각 2개씩 들어 있고, 수산화 칼륨 수용액 10 mL에는  $\text{K}^+$ ,  $\text{OH}^-$ 이 각각 2개씩 들어 있다. 따라서 혼합 후 (나)에는  $\text{Cl}^-$  2개,  $\text{K}^+$  2개가 들어 있으므로 (나)에 존재하는 음이온의 종류는  $\text{Cl}^-$  한 가지이다.

ㄴ. 반응하는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 높아진다. (가)에서는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 이 각각 1개씩 반응하고, (나)에서는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 이 각각 2개씩 반응하므로 혼합 용액의 최고 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

ㄷ. (가)에는  $\text{H}^+$  2개,  $\text{Cl}^-$  3개,  $\text{K}^+$  1개가 들어 있으므로 전체 이온은 6개이다. (나)에는  $\text{Cl}^-$  2개,  $\text{K}^+$  2개가 들어 있으므로 전체 이온은 4개이다. 따라서 수용액에 들어 있는 전체 이온 수는 (가)가 (나)의  $\frac{3}{2}$ 배이다.

### 04 품평 문제 분석

#### [실험 결과]

- (가)에서 물질의 온도가 20 °C보다 낮아졌다.
- 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 열에너지를 흡수하고 주변의 온도가 낮아진다.
- (나)에서 용액의 온도가 20 °C보다 높아졌다.
- 산화 칼슘이 물에 용해될 때 열에너지를 방출하고 주변의 온도가 높아진다.

#### 선택지 분석

- ☒ 비커 I에서 흡열 반응이 일어난다.
- ☒ 비커 II에서 열에너지를 방출하는 반응이 일어난다.
- ☒ 산화 칼슘이 물에 용해되는 반응은 냉찜질 팩에 이용하기에 적절하다. 적절하지 않다

**전략적 풀이** ① 실험 결과로부터 (가)와 (나)에서 반응이 일어날 때 열에너지의 출입 방향을 파악한다.

ㄴ. (가)에서 물질의 온도가 낮아지는 것으로 보아 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 열에너지를 흡수한다. 따라서 비커 I에서 흡열 반응이 일어난다.

ㄴ. (나)에서 용액의 온도가 높아지는 것으로 보아 산화 칼슘이 물에 용해될 때 열에너지를 방출한다.

② 냉찜질 팩은 물질 변화가 일어날 때 열에너지를 흡수하는 현상을 이용하는 예라는 것을 안다.

ㄷ. 산화 칼슘이 물에 용해될 때 열에너지를 방출하고 주변의 온도가 높아진다. 따라서 산화 칼슘이 물에 용해되는 반응은 냉찜질 팩에 이용하기에 적절하지 않다.

## 환경과 에너지

## 1 생태계와 환경 변화

## 01 / 생물과 환경

## 개념 확인문제

101쪽

① 생태계 ② 생산자 ③ 소비자 ④ 분해자 ⑤ 비생물요소

1 ㉠ 개체군, ㉡ 군집 2 (1) ㉠, ㉡, ㉢ (2) ㉠, ㉡, ㉢ (3) ㉠, ㉡, ㉢ (4) ㉠, ㉡, ㉢ 3 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉠ (4) ㉠ (5) ㉠

1 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들의 무리를 개체군이라고 하고, 여러 개체군이 모여 군집을 이룬다.

2 (1) 생산자는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분(유기물)을 스스로 만드는 생물로, 벼, 소나무, 민들레 등이 있다.

(2) 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 양분(유기물)을 얻는 생물로, 여우, 토끼, 뱀 등이 있다.

(3) 분해자는 다른 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 생물로, 세균, 버섯, 곰팡이 등이 있다.

(4) 비생물요소는 생물을 둘러싸고 있는 환경요인으로, 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있다.

3 ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것이고, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이며, ㉢은 생물요소 사이에 서로 영향을 주는 것이다.

(1) 낙엽은 생물요소이고, 토양은 비생물요소이므로 낙엽이 쌓여 분해되면 토양이 비옥해지는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 예이다.

(2) 토양은 비생물요소이고, 식물은 생물요소이므로 토양에 양분이 풍부하면 식물이 잘 자라는 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 예이다.

(3) 식물은 생물요소이고, 공기는 비생물요소이므로 식물이 광합성을 활발히 하면 주변 공기의 조성이 바뀌는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 예이다.

(4) 온도는 비생물요소이고, 은행나무는 생물요소이므로 가을에 기온이 낮아지면 은행나무 잎이 노랗게 변하는 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 예이다.

(5) 메뚜기와 개구리는 모두 생물요소이므로 메뚜기의 개체수가 증가하면 개구리의 개체수도 증가하는 것은 생물요소 사이에서 서로 영향을 주는 예이다.

## 개념 확인문제

105쪽

① 울타리 ② 크고 ③ 작은 ④ 비늘 ⑤ 광합성

1 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤ (6) ㉥ 2 (1) (가) (2) (나) (3) (가) (4) (나) 3 빛(일조 시간) 4 온도 5 (가)

1 (1) 새의 알은 단단한 껍질로 싸여 있어 알 속의 수분이 손실되는 것을 막는다.

(2) 개구리와 같은 변온동물은 추운 겨울이 오면 물질대사가 원활하지 않으므로 온도 변화가 적은 땅속으로 들어가 겨울잠을 잔다.

(3) 식물은 광합성 과정에서 이산화탄소를 흡수하고, 산소를 방출하여 주변 공기의 조성에 영향을 미친다.

(4) 물에서 서식하는 수련의 줄기와 뿌리에는 통기조직이 발달해 있어 잎이나 줄기에서 흡수한 공기가 뿌리 쪽으로 이동한다.

(5) 지렁이와 두더지는 토양을 돌아다니며 통기성을 높여 산소가 필요한 식물과 미생물이 살기 좋은 환경을 만든다.

(6) 강한 빛에 적응한 식물의 잎은 울타리조직이 발달하여 약한 빛에 적응한 식물의 잎보다 두껍다.

2 (1) 소의 트림에 포함된 메테인이 지구의 기온을 높이는 것은 생물요소인 소가 비생물요소인 온도에 영향을 주는 경우이다.

(2) 라피도포라의 잎이 커질수록 구멍이 크게 생겨 아래쪽에 있는 잎도 빛을 잘 받도록 하는 것은 비생물요소인 빛이 생물요소인 라피도포라에 영향을 주는 경우이다.

(3) 흰개미의 침과 배설물로 인해 흰개미 집 주변의 토양 성분이 변하는 것은 생물요소인 흰개미가 비생물요소인 토양에 영향을 주는 경우이다.

(4) 염분이 많은 땅에 사는 함초가 고농도의 염분을 저장하는 조직이 발달해 수분을 잘 흡수하는 것은 비생물요소인 토양이 생물요소인 함초에 영향을 주는 경우이다.

3 꿩꼬리는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다. 또 붓꽃은 일조 시간이 길어지는 봄과 초여름에 꽃이 피고, 코스모스는 일조 시간이 짧아지는 가을에 꽃이 핀다.

4 사막여우는 몸집이 작고 귀가 커서 열이 많이 방출되므로 더운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이고, 북극여우는 몸집이 크고 귀가 작아서 열이 덜 방출되므로 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이다. 이는 동물이 온도에 적응한 현상이다.



**5** 건조한 환경에서 서식하는 식물은 잎이 작거나 가시로 변하였고, 저수조식이 발달하여 내부에 물을 저장할 수 있다. 물이 풍부한 환경에서 서식하는 식물은 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않고, 통기조직이 발달하여 산소와 이산화 탄소를 교환하며 물 위에 떠서 살 수 있다. 따라서 (가)는 건조한 환경에서 서식하는 식물이고, (나)는 물이 풍부한 환경에서 서식하는 식물이다.

## 내신 만점문제

106쪽~108쪽

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

**01** **ㄷ.** 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들이 모여 개체군을 이루고, 여러 개체군이 모여 군집을 이룬다.

**[바로알기]** **ㄱ.** 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성된다. 생물요소는 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다.

**ㄴ.** 하나의 개체군을 이루는 생물들은 모두 같은 종에 속한다.

**02** A는 비생물요소, B는 소비자, C는 생산자, D는 분해자이다.

**ㄴ.** 소비자(B)는 유기물이 이동하는 단계에 따라 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자 등으로 구분한다. 1차 소비자는 생산자를 먹이로 하는 초식동물이고, 2차, 3차 소비자는 각각 1차, 2차 소비자를 먹이로 하는 육식동물이다.

**[바로알기]** **ㄱ.** 물, 온도, 토양은 비생물요소에 해당하지만, 세균은 분해자로 생물요소에 해당한다.

**ㄷ.** 버섯은 광합성을 하지 못하며, 다른 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 분해자(D)에 해당한다.

**03** ① 벼와 옥수수는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분(유기물)을 스스로 만드는 생산자이다.

② 메뚜기는 벼와 옥수수(생산자)를 먹이로 하는 소비자이다.

③ 개체군은 일정한 지역에서 살아가는 같은 종의 개체들의 무리이다. 쥐와 뱀은 서로 다른 종이므로 각각 다른 개체군에 속한다.

⑤ 곰팡이는 다른 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 분해자이다.

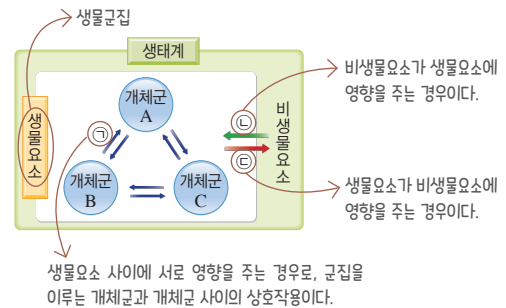
**[바로알기]** ④ 생태계구성요소 중 생물요소는 생태계에 존재하는 모든 생물이고, 비생물요소는 생물을 둘러싸고 있는 환경요인으로 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있다. 주어진 생태계구성요소에 생물요소는 존재하지만, 비생물요소는 존재하지 않는다.

**04** **ㄱ.** 생물요소는 그 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 나뉘며, 서로 다른 방법으로 양분을 얻는다. 생산자는 스스로 유기물을 합성하므로 유기물을 (나)와 (다)에게 공급하는 (가)는 생산자이고, 분해자는 생산자와 소비자의 사체와 배설물로부터 유기물을 얻으므로 (다)가 분해자이며, 생산자로부터 유기물을 얻는 (나)는 소비자이다.

**ㄴ.** 동물 플랑크톤은 식물 플랑크톤(생산자)을 먹이로 하는 1차 소비자이다.

**ㄷ.** (가)~(다)는 모두 생물요소로, 비생물요소와 밀접한 관계를 맺고 서로 영향을 주고받으며 살아간다.

## 05 품목 문제 분석



**ㄱ.** 일정한 지역에 사는 여러 개체군이 모여 군집을 이루므로 개체군 A와 B는 같은 군집에 속한다.

**ㄷ.** 지렁이 배설물에는 영양물질이 많아 지렁이가 많이 사는 곳의 토양 성분이 변하는 것은 생물요소인 지렁이가 비생물요소인 토양에 영향을 주는 경우(ㄷ)이다.

**[바로알기]** **ㄴ.** 같은 종의 기러기들이 집단으로 이동할 때 리더를 따라 이동하는 것은 한 개체군을 이루는 개체들 사이에서 일어나는 상호작용이고, ㉠은 군집을 이루는 개체군 사이의 상호작용이다.

**06** ① 생태계를 구성하는 생물요소와 비생물요소는 서로 영향을 주고받으며, 생물요소와 비생물요소의 상호관계로 생태계가 유지된다.

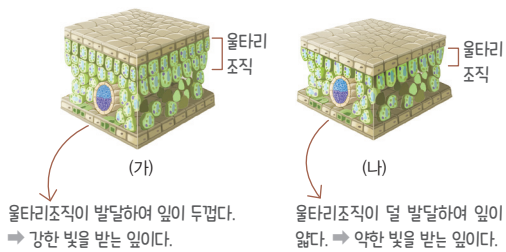
②, ⑤ 비생물요소는 생물의 서식 장소, 번식 방법, 몸의 구조 등에 영향을 미치며, 생물은 환경요인에 적응하여 몸의 구조와 기능, 습성 등을 바꾸면서 살아간다.

④ 생물은 환경으로부터 물, 양분 등 생존에 필요한 물질을 얻으며, 서식 장소를 제공한다.

**[바로알기]** ③ 식물의 광합성 결과 주변 공기의 조성이 바뀌거나, 지렁이의 활동으로 토양의 통기성이 증가하는 것처럼 생물의 생명활동 결과 환경요인이 변화하기도 한다.



## 07 품점 문제 분석



ㄴ, ㄷ. 잎의 두께는 빛의 세기의 영향을 받아 강한 빛을 받는 잎(가)은 약한 빛을 받는 잎(나)에 비하여 홀타리조직이 발달하여 두껍다.

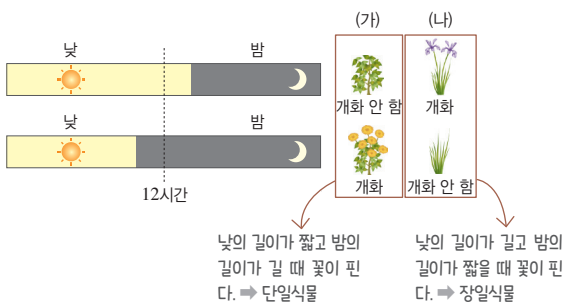
**바로알기** ㄱ. 잎의 두께가 더 두꺼운 (가)가 강한 빛을 받는 잎이고, (나)는 약한 빛을 받는 잎이다.

**08** ㄴ. 변온동물인 뱀과 도마뱀이 햇빛이나 그늘을 찾다니는 것은 적당한 체온을 유지하기 위한 것으로, 온도에 대한 적응 현상이다.

ㄷ. 툰드라는 기온이 매우 낮은 지역으로, 툰드라에 사는 털송이 풀의 잎에 털이 나 있는 것은 체온이 낮아지는 것을 막기 위한 것이다. 이는 온도에 대한 적응 현상이다.

**바로알기** ㄱ. 곤충의 몸 표면이 키틴질로 되어 있는 것은 몸속의 수분이 손실되는 것을 막기 위한 것으로, 물에 대한 적응 현상이다.

## 09 품점 문제 분석

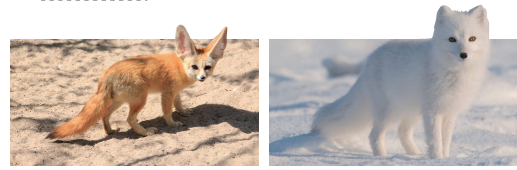


ㄱ. (가)는 낮의 길이가 길 때에는 개화하지 않고, 밤의 길이가 길 때 개화하므로 단일식물이다.

ㄷ. 일조 시간은 조류나 포유류의 성호르몬 분비에 영향을 주어 일조 시간에 따라 생식주기가 달라진다. 피꼬리는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.

**바로알기** ㄴ. 일조 시간이 짧아지는 가을에 꽃이 피는 국화와 코스모스는 단일식물(가)에 속한다.

## 10 품점 문제 분석



(가) 사막여우  
몸집이 작고 몸의 말단부가 크다.  
→ 단위 부피당 체표면적이 커서 열 방출량이 많다.  
→ 더운 지역에서 살기에 유리하다.

(나) 북극여우  
몸집이 크고 몸의 말단부가 작다.  
→ 단위 부피당 체표면적이 작아 열 방출량이 적다.  
→ 추운 지역에서 살기에 유리하다.

ㄱ. 포유류는 서식지의 기온이 낮을수록 몸집은 커지고, 몸 말단부는 작아지는 경향이 있다. 따라서 (가)는 사막여우, (나)는 북극여우이다.

ㄷ. 사막여우(가)는 북극여우(나)보다 단위 부피당 체표면적이 커서 외부로 열을 방출하는 데 유리하다.

**바로알기** ㄴ. 북극여우(나)는 사막여우(가)보다 몸집은 크지만 귀와 같은 몸의 말단부는 작다.

**11** (가) 가을이 되어 온도가 낮아지면 단풍나무의 잎에 있던 엽록소가 파괴되고 붉은 색소가 생성되어 잎이 붉게 변한다. 이는 온도에 대한 적응 현상이다.

(나) 조류와 파충류의 알은 단단한 껍질로 싸여 있어서 알 속의 수분이 손실되는 것을 막는다. 이는 물에 대한 적응 현상이다.

(다) 지렁이의 배설물에는 영양물질이 많아 지렁이가 많은 토양에서는 식물이 잘 자란다.

(라) 산소가 희박한 고산지대에 사는 사람들은 평지에 사는 사람들에 비해 혈액에 적혈구 수가 많아 산소를 효율적으로 운반한다. 이는 산소가 부족한 환경에 적응한 것으로, 공기에 대한 적응 현상이다.

**12** ㄷ. (가)는 생물과 생물 사이, (나)와 (다)는 생물과 환경 사이에서 주고받는 영향을 나타낸 예이다. 이처럼 생물과 환경은 서로 영향을 주고받으며 살아간다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서 소나무는 생산자이고, 세균과 곰팡이는 분해자이다.

ㄴ. (나)는 생물요소인 삼나무가 비생물요소인 공기에 영향을 주는 예이고, (다)는 비생물요소인 토양이 생물요소인 세균에 영향을 주는 예이다.

**13** **오답** ㄱ (1) (가) 소비자 (나) 생산자 (다) 분해자

(2) (가)는 다른 생물을 먹이로 하여 양분을 얻고, (나)는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분을 스스로 만들며, (다)는 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하여 양분을 얻는다.

| 채점 기준                            | 배점   |
|----------------------------------|------|
| (1) (가)~(다)를 모두 옳게 쓴 경우          | 30 % |
| (가)~(다)의 양분을 얻는 방법을 모두 옳게 서술한 경우 | 70 % |
| (2) (가)~(다) 중 두 가지만 옳게 서술한 경우    | 40 % |
| (가)~(다) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우        | 20 % |

**14** 식물에 종류에 따라 생존에 유리한 빛의 세기가 다르며, 잎의 두께와 구조도 다르다.

**모범 답안** 강한 빛에 적응한 식물의 잎은 광합성이 활발히 일어나는 율타 리조직이 발달하여 두껍고, 약한 빛에 적응한 식물의 잎은 얇고 넓어 약한 빛을 효율적으로 흡수할 수 있다.

| 채점 기준                                                             | 배점    |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| 강한 빛에 적응한 식물의 잎과 약한 빛에 적응한 식물의 잎의 두께를 구조 및 기능과 관련지어 옳게 서술한 경우     | 100 % |
| 강한 빛에 적응한 식물의 잎과 약한 빛에 적응한 식물의 잎의 두께를 구조와 기능 중 하나만 관련지어 옳게 서술한 경우 | 70 %  |
| 강한 빛에 적응한 식물의 잎과 약한 빛에 적응한 식물의 잎의 두께만 옳게 비교한 경우                   | 30 %  |

**15** 선인장은 잎이 가시로 변하였고, 줄기에 수분을 저장할 수 있는 저수조직이 있어 사막과 같은 건조한 환경에서도 살아갈 수 있다.

**모범 답안** 잎, 수분이 증발하는 것을 막아 건조한 환경에서도 살아갈 수 있게 한다.

| 채점 기준                                           | 배점    |
|-------------------------------------------------|-------|
| 잎이라고 쓰고, 선인장이 얻는 이점을 수분 증발을 포함하여 옳게 서술한 경우      | 100 % |
| 잎이라고 쓰고, 선인장이 얻는 이점을 건조한 환경에서 살아갈 수 있다고만 서술한 경우 | 70 %  |
| 잎이라고만 쓴 경우                                      | 30 %  |

**16** 토끼는 서식하는 지역에 따라 몸의 형태가 달라 체온을 유지하는 데 적합하다. 더운 지역에 사는 아메리카 사막토끼는 몸집이 작고 몸의 말단부가 크고, 추운 지역에 사는 북극토끼는 몸집이 크고 몸의 말단부가 작다.

**모범 답안** (1) 온도

(2) 아메리카 사막토끼는 귀의 크기가 커서 외부로 열이 잘 방출되므로 더운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이고, 북극토끼는 귀의 크기가 작아 외부로 열이 덜 방출되므로 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이다.

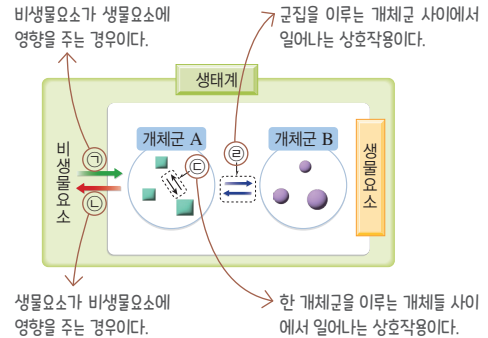
| 채점 기준                                                  | 배점   |
|--------------------------------------------------------|------|
| (1) 온도라고 쓴 경우                                          | 30 % |
| (2) 귀의 크기가 달라서 얻는 이점을 열의 방출 및 체온 유지를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우 | 70 % |
| 귀의 크기가 달라서 얻는 이점을 열의 방출이나 체온 유지 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우 | 30 % |

## 실력 UP 문제

109쪽

01 ② 02 ③ 03 ② 04 ①

### 01 품목 문제 분석

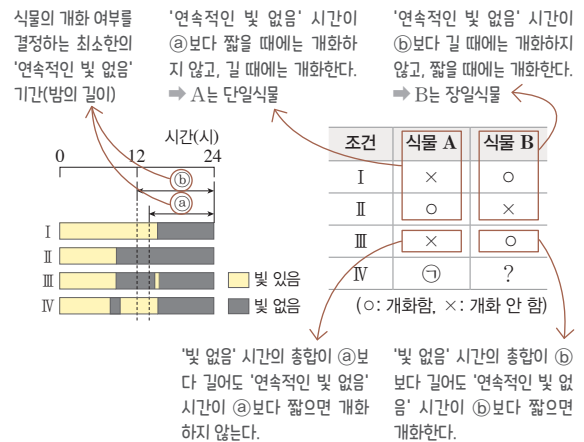


나. 소는 생물요소이고, 기온은 비생물요소이므로 소의 트림에 포함된 메테인이 지구의 기온을 높이는 것은 ㉠에 해당한다.

**바로알기** ㄱ. 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들의 무리를 개체군이라고 한다. 따라서 개체군은 한 종의 생물로 이루어져 있으며, 생산자, 소비자, 분해자로 이루어져 있는 것은 여러 개체군이 모인 군집이다.

ㄴ. 같은 종의 닭이 모이를 먼저 먹기 위해 싸우는 것은 한 개체군을 이루는 개체들 사이에서 일어나는 상호작용이므로 ㉡에 해당한다. ㉢은 군집을 이루는 서로 다른 개체군 사이에서 일어나는 상호작용이다.

### 02 품목 문제 분석

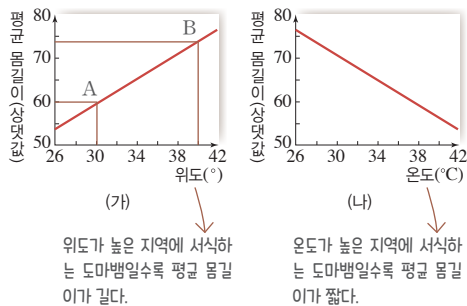


- 장일식물: 낮의 길이가 길어지고 밤의 길이가 짧아지는 봄과 초여름에 꽃이 피는 식물 ㉠ 붓꽃, 시금치
- 단일식물: 낮의 길이가 짧아지고 밤의 길이가 길어지는 가을에 꽃이 피는 식물 ㉡ 국화, 코스모스

ㄱ, ㄴ. A는 '연속적인 빛 없음' 시간이 ㉠보다 짧을 때에는 개화하지 않고 ㉠보다 길 때에는 개화하였으므로 단일식물이다. 빛 조건 IV에서는 '연속적인 빛 없음' 시간이 ㉠보다 짧으므로 A는 개화하지 않는다. 따라서 ㉡은 '×'이다.

**바로알기** ㄷ. B는 '연속적인 빛 없음' 시간이 12시간(㉢)보다 긴 빛 조건 II에서는 개화하지 않지만, '빛 없음' 시간의 총합이 12시간(㉢)보다 긴 빛 조건 III에서는 개화한다. 따라서 B의 개화 여부를 결정하는 것은 '빛 없음' 시간의 총합이 아니라 '연속적인 빛 없음' 시간임을 알 수 있다.

### 03 품목 문제 분석



ㄷ. 서식지의 위도가 낮을수록 도마뱀의 평균 몸길이가 짧아 몸집이 작으므로 단위 부피당 체표면적이 넓어 열을 잘 방출할 수 있다.

**바로알기** ㄱ. 도마뱀 A는 위도 30°에, B는 위도 40°에 서식하므로 A가 B보다 평균 몸길이가 짧다. A의 몸길이를  $a$ , B의 몸길이를  $b$ 라고 할 때  $a < b$ 이고,  $\frac{\text{체표면적}}{\text{몸의 부피}}$ 을 계산하면  $\frac{a^2}{a^3} (= \frac{1}{a}) > \frac{b^2}{b^3} (= \frac{1}{b})$ 이다. 따라서  $\frac{\text{체표면적}}{\text{몸의 부피}}$ 은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 연평균 온도가 올라가면 도마뱀의 평균 몸길이가 작아지므로 몸집은 작아질 것이다.

**04** ㄱ. A는 줄기와 잎에 있는 산소가 뿌리로 이동하는 조직이므로 통기조직이고, B는 건조한 환경에 사는 식물이 물을 저장하는 저수조직이다.

**바로알기** ㄴ. 벼가 물에 잠겼을 때 줄기가 급격히 자라서 수면 위로 줄기와 잎을 내밀어 살아남는 것(㉠)은 비생물요소인 물이 생물요소인 벼에 영향을 주는 예에 해당한다. 한편, 기공에서 빠져나간 수증기가 주변의 습도를 변화시키는 것(㉡)은 생물요소인 선인장이 비생물요소인 공기에 영향을 주는 예에 해당한다.

ㄷ. 물이 풍부한 지역에 사는 벼에 통기조직이 발달하고(가), 건조한 지역에 사는 선인장에 저수조직이 발달한 것(나)은 물이 식물의 구조에 영향을 준 것이다.

## 02 생태계평형

### 개념 확인 문제

111쪽

① 먹이사슬 ② 먹이그물 ③ 빛 ④ 생태피라미드

1 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × 2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 3 에너지양, 개체수, 생체량

1 (1) 벼는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분(유기물)을 스스로 만드는 생산자이다.

(2) 쥐는 벼나 당근, 옥수수(생산자)를 먹이로 할 때에는 1차 소비자이고, 메뚜기(1차 소비자)를 먹이로 할 때에는 2차 소비자이다.

(3) 최종 소비자는 먹이사슬의 끝에 위치한 매와 늑대이다.

(4) 토끼가 사라져도 늑대는 뱀이나 쥐를 먹고 살 수 있으므로 사라지지 않는다.

(5) 생태계에서 생물들은 하나의 먹이사슬로만 연결되지 않고, 여러 먹이사슬에 동시에 연결되어 먹이그물을 이룬다.

2 (1) 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 유기물에 저장한다.

(2) 생산자가 가진 에너지 중 많은 양은 생명활동을 하는 데 쓰이고, 남은 에너지는 소비자나 분해자로 이동한다.

(3) 생태계에서 에너지는 유기물의 형태로 먹이사슬을 따라 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동한다.

(4) 각 영양단계의 생물이 가진 에너지는 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부만 상위 영양단계로 전달되므로 상위 영양단계로 갈수록 에너지량은 감소한다.

3 일반적으로 안정된 생태계에서는 에너지양, 개체수, 생체량이 상위 영양단계로 갈수록 줄어든다.

### 완자샘 비법특강

112쪽

Q1 ㉠ 화학 에너지, ㉡ 생명활동, ㉢ 열에너지 Q2 ㉠ 3021, ㉡ 505, ㉢ 128, ㉣ 51 Q3 해설 참조

Q1 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물의 화학 에너지로 전환된다. 유기물의 화학 에너지는 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동하는데, 각 영양단계에서 생명활동에 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부 에너지만 다음 영양단계로 전달된다. 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 에너지는 분해자의 호흡을 통해 열에너지로 방출된다.

**Q2** 유기물에 저장된 에너지는 각 영양단계에서 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부 에너지만 상위 영양단계로 이동한다.

- ㉠(1차 소비자의 에너지양) = 20810(생산자의 에너지양) - 13197(호흡) - 4592(고사, 낙엽) = 3021
- ㉢(2차 소비자의 에너지양) = 3021(1차 소비자의 에너지양) - 1865(호흡) - 651(사체, 배설물) = 505
- ㉤(3차 소비자의 에너지양) = 505(2차 소비자의 에너지양) - 272(호흡) - 105(사체, 배설물) = 128
- ㉦(3차 소비자의 사체, 배설물) = 128(3차 소비자의 에너지양) - 77(호흡) = 51

**Q3** **모범 답안** ㉡ 2차 소비자의 에너지효율(%)

$$= \frac{2차 소비자의 에너지양}{1차 소비자의 에너지양} \times 100 = \frac{505}{3021} \times 100 \approx 16.7 \%$$

㉢ 3차 소비자의 에너지효율(%)

$$= \frac{3차 소비자의 에너지양}{2차 소비자의 에너지양} \times 100 = \frac{128}{505} \times 100 \approx 25.3 \%$$

## 개념 확인문제

115쪽

- 1 생태계평형 2 복잡 3 먹이 관계 4 자연재해

1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 2 ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 감소, ㉤ 증가, ㉥ 증가, ㉦ 감소 3 (1) (다) → (나) → (라) → (가) (2) 먹이 관계 4 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

- 1 (1) 먹고 먹히는 관계에서 잡아먹는 생물을 포식자라고 하고, 먹이가 되는 생물을 피식자라고 한다. 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹으므로 스라소니가 포식자, 눈신토끼가 피식자이다.  
 (2) 눈신토끼의 개체수가 증가하면 눈신토끼를 먹고 사는 스라소니의 개체수도 증가한다.  
 (3) 스라소니의 개체수가 증가하면 스라소니의 먹이가 되는 눈신토끼의 개체수는 감소한다.  
 (4) 포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체수는 주기적으로 변동한다. 눈신토끼와 스라소니의 개체수는 약 10년을 주기로 증가, 감소를 반복한다.

2 생산자의 개체수가 증가하면 생산자를 먹고 사는 1차 소비자의 개체수도 증가(㉠)한다. 1차 소비자의 개체수가 증가하면 1차 소비자를 먹고 사는 2차 소비자의 개체수는 증가(㉢, ㉤)하고, 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소(㉡)한다. 2차 소비자의 개체수가 증가하면 2차 소비자의 먹이가 되는 1차 소비자의 개체수는 감소(㉠)하고, 이어서 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 증가(㉡)한다.

3 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가하면(다) 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다(나). 생산자의 개체수 감소와 2차 소비자의 개체수 증가로 인해 1차 소비자의 개체수가 감소하면(라) 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 증가하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 감소하여 생태계가 평형을 회복한다(가).

4 생태계평형을 깨뜨리는 환경 변화 요인으로서는 지진, 화산, 태풍, 홍수 등과 같은 자연재해와 무분별한 벌목, 농경지 개발, 환경 오염 등과 같은 인간의 활동이 있다. 옥상 정원 조성, 생태하천 복원은 생태계보전을 위한 노력이다.

5 (2) 이산화 탄소의 농도가 증가하면 지구 온난화가 심화되어 생물의 서식지가 파괴되거나 생물이 멸종되는 원인이 되기도 한다.  
 (3) 외래생물이 새로운 환경에 적응하여 대량으로 번식하면 토종 생물의 서식지를 차지하여 생존을 위협하고 먹이 관계에 변화를 일으켜 생태계평형을 깨뜨린다.  
 (4) 생활 하수와 축산 폐수는 수질 오염을 일으켜 수중 생물의 생존을 위협한다.

## 내신 만점문제

116쪽~118쪽

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

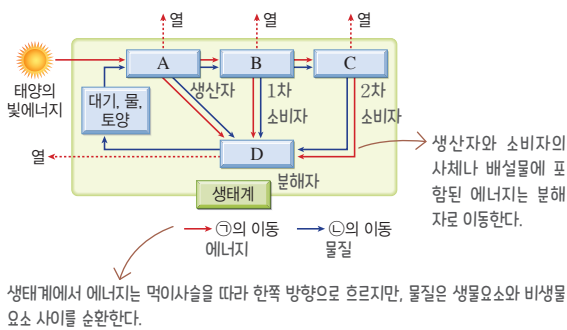
01 ㄱ. 족제비가 다람쥐를 먹이로 할 때에는 2차 소비자이고, 개구리나 두더지를 먹이로 할 때에는 3차 소비자이다.  
 ㄷ. 에너지가 먹이사슬을 따라 전달되면서 상위 영양단계로 갈수록 생물들이 이용할 수 있는 에너지양은 점점 줄어든다. 따라서 먹이사슬의 영양단계는 일반적으로 계속 연결되지 못하고 몇 단계로 제한된다.  
**[바로알기]** ㄴ. 참새가 사라져도 여우는 쥐나 다람쥐를 먹고 살 수 있으므로 사라지지 않는다.

02 ㄱ. 상위 영양단계로 갈수록 각 영양단계의 에너지양은 감소하므로, B는 생산자, C는 1차 소비자, A는 2차 소비자이다. 따라서 A는 C보다 상위 영양단계이다.  
**[바로알기]** ㄴ. B는 생산자이며, 초식동물은 생산자를 먹고 사는 1차 소비자(C)이다.

ㄷ. 상위 영양단계로 갈수록(B → C → A) 각 영양단계의 생체량은 17.7 → 1.25 → 0.66으로 감소한다.



### 03 품점 문제 분석



ㄴ. 생산자(A)는 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 전환한다.

**[바로알기]** ㄱ. ①은 먹이사슬을 따라 한쪽 방향으로 흐르다가 결국 열에너지 형태로 생태계 밖으로 방출되므로 에너지이다. ②은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환하므로 물질이다.

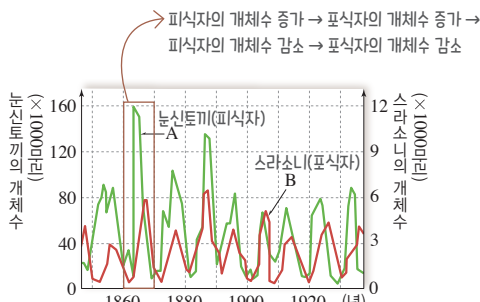
ㄷ. 1차 소비자(B)가 가진 에너지의 일부는 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지는 2차 소비자(C)로 전달되거나 사체나 배설물의 형태로 분해자(D)로 전달된다.

**04** ㄱ. 에너지피라미드는 각 영양단계의 에너지량을 하위 영양단계부터 상위 영양단계로 쌓아 올린 것이다. 따라서 A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.

ㄴ.  $\frac{D \text{의 에너지량}}{D \text{의 개체수}} = \frac{1}{10}$  이므로  $D = 300$ 이고,  $\frac{C}{D} = 5$ 이므로  $C = 60$ 이다. 따라서  $C + D = 360$ 이다.

ㄷ. 각 영양단계의 에너지는 생명활동에 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부 에너지만 상위 영양단계로 전달된다. 따라서 상위 영양단계로 갈수록 에너지량은 감소한다.

### 05 품점 문제 분석



A의 개체수가 증가하면 B의 개체수가 증가하고, A의 개체수가 감소하면 B의 개체수가 감소한다. 따라서 A는 피식자인 눈신토끼이고, B는 포식자인 스라소니이다. ➔ 포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체수는 주기적으로 변동한다.

ㄱ. A는 눈신토끼이고, B는 스라소니이다.

ㄴ. 눈신토끼(A)의 개체수가 증가하면 눈신토끼를 먹고 사는 스라소니(B)의 개체수도 증가한다. 스라소니의 개체수가 증가하면 먹이가 되는 눈신토끼의 개체수는 감소하고, 그에 따라 먹이가 부족해져 스라소니의 개체수가 감소한다. 그 결과 눈신토끼의 개체수가 다시 증가한다. 이처럼 포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체수는 주기적으로 변동한다.

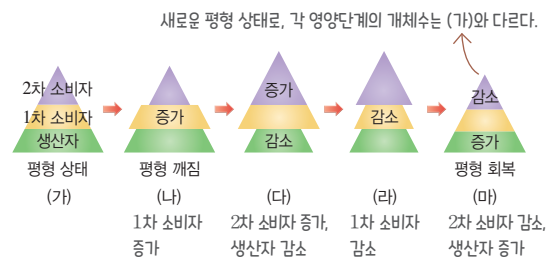
ㄷ. 생태계에서 어떤 요인으로 한 생물종의 개체수가 증가하거나 감소하면 그 생물종과 먹이 관계에 있는 다른 생물종의 개체수도 영향을 받는다. 즉, 군집을 구성하는 개체군 사이의 먹이 관계는 각 개체군의 개체수에 서로 영향을 미친다.

**06** ㄷ. (가)와 (나)에서 쥐가 사라지면 (가)에서는 뱀도 사라지지만, (나)에서는 쥐를 먹이로 하는 뱀과 매, 늑대가 다른 생물을 먹고 살 수 있으므로 사라지지 않는다. 따라서 쥐가 사라지면 생태계평형은 (가)에서 (나)에서보다 쉽게 깨질 것이다.

**[바로알기]** ㄱ. (가)에서 최종 소비자는 매로 1종이고, (나)에서 최종 소비자는 매와 늑대로 2종이다.

ㄴ. (나)에서 개구리의 개체수가 증가하면 개구리를 먹이로 하는 뱀과 매의 개체수는 증가하고, 개구리의 먹이가 되는 메뚜기의 개체수는 감소한다. 따라서 뱀, 매, 메뚜기와 먹이 관계를 맺고 있는 쥐의 개체수도 영향을 받는다.

### 07 품점 문제 분석



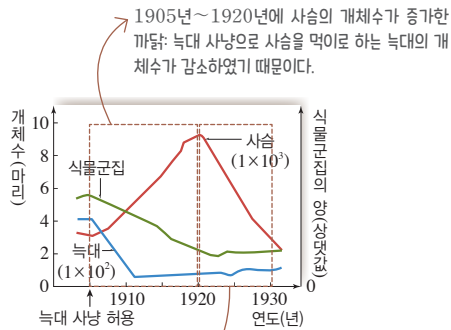
ㄷ. 1차 소비자의 개체수가 증가하면(나) 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다(다). 따라서  $\frac{\text{생산자의 개체수}}{\text{2차 소비자의 개체수}}$ 는 (나)에서 (다)에서보다 크다.

**[바로알기]** ㄱ. 1차 소비자의 개체수가 감소하면 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수는 증가한다.

ㄴ. (마)에서 생태계평형이 회복되었다는 것은 새로운 평형 상태에 도달하였다는 것이지, 원래의 개체수로 돌아갔다는 의미는 아니다. 따라서 (가)와 (마)에서 같은 영양단계에 속한 생물의 개체수가 같은 것은 아니다.



## 08 품목 문제 분석



ㄷ. 사슴을 보호하기 위해 늑대 사냥을 허용한 것과 같은 인간의 개입이 생태계평형을 깨뜨릴 수 있음을 알 수 있다.

**[바로알기]** ㄱ. 1905년부터 1920년까지 식물군집의 양은 감소하였으며, 이 시기에 사슴의 개체수가 증가한 까닭은 늑대 사냥으로 사슴을 잡아먹는 늑대의 개체수가 감소하였기 때문이다.

ㄴ. 1920년부터 1930년까지 늑대의 개체수는 큰 변화가 없다. 이 시기에 사슴의 개체수가 감소한 까닭은 사슴 개체수의 급격한 증가로 식물군집의 양이 감소하여 사슴의 먹이가 부족해졌기 때문이다.

**09** ㄴ. E의 개체수가 증가하면 E의 먹이가 되는 A와 B의 개체수는 일시적으로 감소하고, E를 먹이로 하는 G의 개체수는 일시적으로 증가한다.

**[바로알기]** ㄱ. A가 사라지면 A만을 먹이로 하는 D는 사라지지만, D를 먹고 사는 G는 E를 먹고 살 수 있다. 또 A를 먹이로 하는 E는 B를 먹고 살 수 있다. 따라서 A가 사라지면 다른 한 종(D)만 더 사라진다.

ㄷ. 에너지는 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동한다. 따라서 F는 B와 C로부터 에너지를 얻으며, H는 F로부터 에너지를 얻는다.

**10** • 학생 B: 무분별한 벌목으로 숲이 훼손되면 생물의 서식지가 파괴되어 숲에 서식하던 많은 생물들이 사라지게 된다.

• 학생 C: 폐기물이나 폐플라스틱과 같은 해양 쓰레기로 인해 해양 포유류와 바닷새가 폐사하는 등 해양 생물이 생존에 위협을 받고 있다.

**[바로알기]** • 학생 A: 외래생물이 유입되어 토종 생물의 생존이 위협을 받거나 일부 생물이 사라지면서 연관된 생물들이 잇따라 사라지는 등 생물환경의 변화도 생태계평형을 깨뜨릴 수 있다.

**11** ㄷ. 대규모 토목 공사와 같이 환경을 파괴할 수 있는 사업을 시작하기 전에는 환경영향평가를 실시하여 생태계에 미칠 수 있는 영향을 분석하고 검토하는 것이 필요하다.

**[바로알기]** ㄱ. 하천에 콘크리트 제방을 쌓고 물길을 직선화한 인공 하천보다 돌, 나무, 풀, 흙과 같은 자연 재료를 이용하여 자연형 하천을 만드는 것이 생물들의 서식지를 더 잘 보호하여 생태계를 보전할 수 있다.

ㄴ. 갯벌은 수생태계와 육상 생태계가 공존하는 곳으로, 많은 생물들이 살고 있다. 간척 사업으로 갯벌을 농경지로 만들면 갯벌에서 살아가는 생물들의 서식지가 사라져 생태계가 파괴된다.

**12** (1) 생산자는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분을 스스로 만드는 생물이므로 다른 생물을 먹이로 하지 않고 다른 생물의 먹이가 된다.

(2) 생태계에서 특정 종이 사라지면 특정 종을 먹이로 하는 상위 영양단계의 생물은 개체수가 감소하고, 특정 종의 먹이가 되는 하위 영양단계의 생물은 개체수가 증가한다.

**[모범 답안]** (1) H, I, J

(2) G가 사라지면 G를 먹이로 하는 D와 E의 개체수는 감소하고, G의 먹이가 되는 I의 개체수는 증가한다. 특히 D는 G만을 먹이로 하므로 G가 사라지면 D도 사라진다.

| 채점 기준                                    | 배점   |
|------------------------------------------|------|
| (1) H, I, J를 모두 쓴 경우                     | 30 % |
| (2) D, E, I의 개체수 변화를 근거를 들어 모두 옳게 서술한 경우 | 70 % |
| D, E, I의 개체수 변화만 옳게 서술한 경우               | 30 % |

**13** 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 갈수록 에너지양, 개체수, 생체량이 줄어들어 이를 생산자부터 쌓아 올리면 피라미드 모양이 된다.

**[모범 답안]** (1) A: 3차 소비자, B: 2차 소비자, C: 1차 소비자, D: 생산자

(2) 각 영양단계에서 에너지는 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부 에너지만 다음 영양단계로 전달되기 때문에 상위 영양단계로 갈수록 에너지양이 줄어든다.

| 채점 기준                                                | 배점   |
|------------------------------------------------------|------|
| (1) A~D를 모두 옳게 쓴 경우                                  | 30 % |
| 각 영양단계에서의 에너지 이용을 포함하여 옳게 서술한 경우                     | 70 % |
| (2) 각 영양단계가 가진 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 전달되기 때문이라고만 서술한 경우 | 30 % |

**14** 포식과 피식의 관계에 있을 때 포식자의 개체수가 증가하면 피식자의 개체수는 감소하고, 포식자의 개체수가 감소하면 피식자의 개체수는 증가한다. 또 피식자의 개체수가 증가하면 포식자의 개체수는 증가하고, 피식자의 개체수가 감소하면 포식자의 개체수는 감소한다.

**모범 답안** 해달 사냥으로 해달의 개체수가 감소하면 해달의 먹이인 성게의 개체수가 증가하고, 성게의 먹이인 다시마의 개체수는 감소한다. 성게의 개체수가 증가함에 따라 성게를 먹이로 하는 해달의 개체수는 증가하고, 성게의 개체수는 다시 감소하게 된다. 그 결과 다시마의 개체수가 증가하여 생태계는 평형을 회복한다.

| 채점 기준                                      | 배점    |
|--------------------------------------------|-------|
| 다시마, 성게, 해달의 먹이 관계와 개체수 변화를 포함하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 개체수 변화로만 생태계평형이 회복되는 과정을 서술한 경우            | 50 %  |

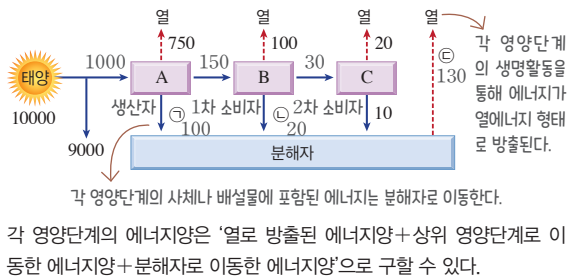
## 실력UP문제

119쪽

01 ④ 02 ③ 03 ② 04 ③

**01** ㄱ. 생산자에 의해 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 유기물에 저장되며, 화학 에너지 형태로 먹이사슬을 따라 이동한다.  
 ㄴ. 고등어의 개체수가 증가하면 (가)에서는 참치의 개체수가 증가하고, (나)에서는 참치와 가다랑어의 개체수가 같이 증가한다. 따라서 참치의 개체수 변화는 (가)에서가 (나)에서보다 클 것이다.  
**바로알기** ㄴ. (나)에서 전갱이가 사라지면 전갱이의 먹이가 되는 멸치의 개체수는 일시적으로 증가한다.

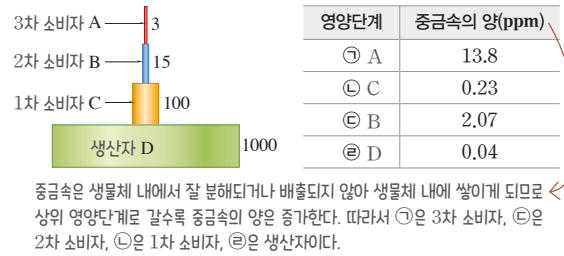
## 02 품목 문제 분석



ㄱ. 빛은 생태계구성요소 중 비생물요소에 해당한다.  
 ㄴ. C의 에너지량은 30(=20+10)이고, C의 에너지효율이 20 %  
 이므로  $\frac{C \text{의 에너지량}}{B \text{의 에너지량}} \times 100 = \frac{30}{150} \times 100 = 20\%$ 에  
 서 B의 에너지량은 150이다. B의 에너지량 150=100+30+  
 ㉠이므로 ㉠=20이다. A의 에너지량은 1000(=10000-9000)이므로 1000=750+150+㉡에서 ㉡=100이다. 분  
 해자의 에너지량 ㉢=㉠+㉡+10=100+20+10=130이다. 따라서 ㉠+㉡+㉢=100+20+130=250이다.

**바로알기** ㄴ. B의 에너지효율(%) =  $\frac{B \text{의 에너지량}}{A \text{의 에너지량}} \times 100 = \frac{150}{1000} \times 100 = 15\%$ 이고, C의 에너지효율은 20 %이다.

## 03 품목 문제 분석



ㄴ. ㉡은 1차 소비자이다.

**바로알기** ㄱ. A는 ㉠이다.

ㄴ. ㉠은 3차 소비자, ㉡은 2차 소비자이므로 ㉡이 가진 에너지의 일부가 ㉠으로 전달된다.

## 04 품목 문제 분석

| 구분                | 개체수 변화  |          |          |          |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|
|                   | 옥수수 생산자 | A 3차 소비자 | B 1차 소비자 | C 2차 소비자 |
| 생산자 옥수수 개체수 ㉠ 증가  | —       | 증가       | ㉠ 증가     | ㉡ 증가     |
| 3차 소비자 A 개체수 ㉢ 증가 | 감소      | —        | ㉢ 증가     | 감소       |
| 1차 소비자 B 개체수 ㉣ 증가 | 감소      | ㉣ 증가     | —        | 증가       |
| 2차 소비자 C 개체수 ㉤ 감소 | ㉤ 감소    | 감소       | 증가       | —        |

- 생산자 증가 ⇒ 1차 소비자 증가 → 2차 소비자 증가 → 3차 소비자 증가
- 1차 소비자 증가 ⇒ 생산자 감소, 2차 소비자 증가 → 3차 소비자 증가 ⇒ 증가 2개, 감소 1개
- 2차 소비자 증가 ⇒ 3차 소비자 증가, 1차 소비자 감소 → 생산자 증가 ⇒ 증가 2개, 감소 1개
- 3차 소비자 증가 ⇒ 2차 소비자 감소 → 1차 소비자 증가 → 생산자 감소 ⇒ 증가 1개, 감소 2개

생산자의 개체수가 감소하면 1차~3차 소비자의 개체수가 모두 감소하므로 ㉠은 '증가'이고, 생산자의 개체수가 증가하면 1차~3차 소비자의 개체수가 모두 증가하므로 ㉠과 ㉡ 모두 '증가'이다. A의 개체수가 증가(㉢)할 때 '감소'가 2개이므로 A는 3차 소비자이고, ㉣은 '증가'이다. B의 개체수가 증가(㉣)할 때 생산자의 개체수가 감소하므로 B는 1차 소비자이고, ㉤은 '증가'이다. 나머지 C는 2차 소비자이고, 3차 소비자(A)의 개체수가 감소하고 1차 소비자(B)의 개체수가 증가하려면 2차 소비자(C)의 개체수가 감소하여야 하므로 ㉤은 '감소'이다. 2차 소비자(C)의 개체수가 감소하면 1차 소비자의 개체수가 증가하고, 생산자의 개체수는 감소한다. 따라서 ㉤은 '감소'이다.

ㄱ. A는 3차 소비자이다.

ㄴ. 옥수수에 저장된 에너지의 일부는 1차 소비자(B)를 거쳐 2차 소비자(C)로 이동한다.

**바로알기** ㄴ. ㉡은 '증가'이고, ㉤은 '감소'이다.

## 03 / 지구 환경 변화와 인간 생활

### 개념 확인 문제

122쪽

① 온실 효과    ② 30    ③ 70    ④ 온실 기체    ⑤ 빙하

1 ㉠ 태양, ㉡ 지구, ㉢ 높은    2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
3 ㉣, ㉤    4 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○

1 온실 효과는 온실 기체가 태양 복사 에너지를 대부분 통과시키지만 지구 복사 에너지를 흡수하여 일부를 지표로 재복사하면서 대기가 없을 때보다 지구의 온도가 높게 유지되는 효과이다.

2 (1) 지구에 들어오는 태양 복사 에너지량을 100이라고 할 때 대기의 반사 및 산란(23), 지표면 반사(7)로 30 단위를 우주 공간으로 반사한다. 따라서 현재 지구의 반사율은 약 30%이다.  
(2) 지표에서 방출된 지구 복사 에너지가 그대로 우주 공간으로 빠져나가려면 지구에 대기가 없어야 한다.  
(3) 지구는 복사 평형 상태에 있으므로 대기, 지표, 지구 전체에서 흡수하는 에너지량과 방출하는 에너지량이 같다.  
(4) 지구 열수지가 변하면 지구의 평균 기온이 높아지거나 낮아진다.

3 ㄱ. 지구에 들어오는 태양 복사 에너지의 양 변화는 온실 기체의 양과는 관계가 없다.  
ㄴ, ㄷ. 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하면 대기가 지표면에서 방출된 지구 복사 에너지를 더 많이 흡수하기 때문에 대기가 지표로 재복사하는 에너지의 양도 증가하게 된다.

4 (1) 최근 일어나는 지구 온난화의 원인은 화석 연료의 사용량 증가, 과도한 삼림 벌채, 과잉 방목 등으로 인한 대기 중 온실 기체의 농도 증가이다. 숲의 면적이 증가하면 대기 중 이산화 탄소의 농도가 감소한다.  
(2) 지구 온난화가 진행되면 빙하의 융해와 해수의 열팽창으로 해수면이 상승하여 육지 면적이 감소한다. 또한 지구 온난화로 인해 생물의 서식지 변화, 멸종 등으로 생물다양성이 감소하며, 집중 호우, 가뭄, 홍수 등 기상 이변이 발생한다.  
(3) 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하면 바다에 이산화 탄소가 많이 녹아 해양 산성화가 나타난다.  
(4) 지구 온난화를 막기 위한 방법으로는 온실 기체의 배출량을 줄이기 위해 화석 연료를 대체할 수 있는 신재생 에너지 개발, 에너지 효율을 높이는 기술 개발, 이산화 탄소 농도를 줄이기 위해 숲의 면적 늘리기, 국제 협약 가입 등이 있다.

### 개념 확인 문제

125쪽

① 무역풍    ② 약화    ③ 높    ④ 홍수    ⑤ 가뭄    ⑥ 사막  
⑦ 30°    ⑧ 상승

1 A: 무역풍, B: 편서풍, C: 극동풍    2 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○  
3 ①    4 ㉣, ㉤, ㉥    5 ㉠ 상승, ㉡ 감소

1 A는 적도~위도 30°인 저위도 지역으로 무역풍이 불고, B는 위도 30°~60°인 중위도 지역으로 편서풍이 불며, C는 위도 60°~극 지역인 고위도 지역으로 극동풍이 분다.

2 (1) 엘니뇨는 무역풍의 약화로 인해 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높아지는 현상으로, 수권과 기권의 상호 작용으로 발생한다.  
(2), (3) 엘니뇨가 발생하면 따뜻한 표층 해수가 평년보다 서쪽으로 덜 이동하기 때문에 적도 부근 동태평양 해역에서는 평년보다 따뜻한 해수층의 두께가 두꺼워지고, 용승이 약해진다.  
(4) 엘니뇨가 발생하면 적도 부근 동태평양 해역에서는 비가 많이 내려 폭우, 홍수가 발생하고, 적도 부근 서태평양 해역에서는 평년보다 건조해져 가뭄, 대규모 산불 등이 발생한다.

3 ① 적도 지역은 비가 많이 내려 증발량이 강수량보다 적으므로 사막이 형성되기 어렵다.  
②, ③, ④, ⑤ 사막은 고압대가 형성되어 하강 기류가 발달하여 날씨가 맑고 건조한 위도 30° 부근에 주로 분포한다. 위도 30° 부근은 증발량이 강수량보다 많다.

4 ㄱ. 대규모 홍수는 사막화와 관련이 없는 현상이다.  
ㄴ, ㄷ, ㄹ. 사막화의 발생 원인에는 대기 대순환의 변화로 나타나는 지속적인 가뭄, 인간 활동에 의한 과잉 방목, 과잉 경작, 무분별한 삼림 벌채 등이 있다.

5 온실 기체의 배출량이 계속 증가한다면 미래에는 현재보다 지구의 평균 기온이 더 높아져 빙하 면적 감소, 해수면 상승, 영구 동토층의 해빙 증가, 기상 이변 증가, 생물다양성 감소 등이 현재보다 더 심하게 나타나게 될 것이다.

### 나선 만점 문제

126쪽~128쪽

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

**01** ④ 지구 온난화의 원인은 대기 중 온실 기체의 농도 증가로 인한 온실 효과의 강화이다.

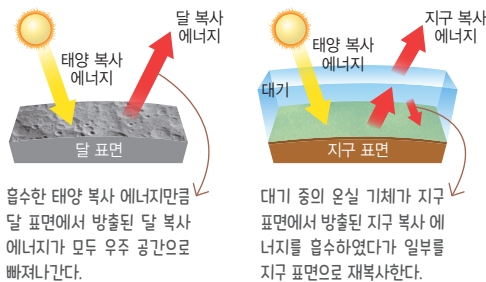
**바로알기** ① 온실 기체는 온실 효과를 일으키는 기체로 수증기, 이산화 탄소, 메테인, 산화 이질소, 오존 등이 있다.

② 온실 기체는 태양 복사 에너지를 대부분 통과시키지만, 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 일부를 지표로 재복사한다.

③ 최근 대기 중으로 배출량이 가장 많은 온실 기체는 이산화 탄소이다.

⑤ 산업 혁명 이후 화석 연료의 사용량 증가, 토지 개발, 무분별한 삼림 벌목, 과잉 방목 등에 의해 대기 중으로 온실 기체의 배출량이 계속 증가하고 있다.

## 02 - 꼼꼼 문제 분석

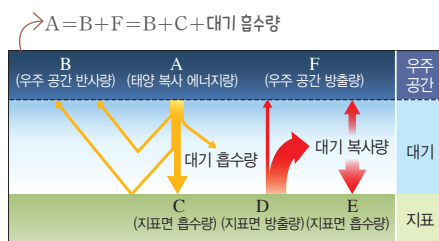


ㄱ. 달은 표면에서 방출된 달 복사 에너지가 그대로 우주로 빠져나가므로 온실 효과가 나타나지 않는다. 지구는 대기가 흡수한 지구 복사 에너지의 일부를 지구 표면으로 재복사하므로 온실 효과가 나타난다.

ㄴ. 만일 지구에 대기가 존재하지 않았다면 온실 효과가 일어나지 않아서 지구의 평균 표면 온도는 현재보다 낮았을 것이다.

**바로알기** ㄷ. 지구와 달은 태양으로부터의 평균 거리가 거의 같으므로 지구와 달에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 거의 같다. 지구가 달보다 평균 표면 온도가 높은 까닭은 대기에 의한 온실 효과가 나타나 더 높은 온도에서 복사 평형을 이루기 때문이다.

## 03 - 꼼꼼 문제 분석



대기 중 온실 기체의 농도 증가 → 대기가 흡수하는 지표면에서 방출된 지구 복사 에너지량 증가 → 대기가 지표면으로 재복사하는 에너지량 증가 → E가 증가(지구의 지표면 온도 상승)

ㄱ. 지구는 복사 평형 상태이므로 지표, 대기, 지구 전체에서 흡수한 에너지의 양은 방출한 에너지의 양과 같다. 따라서 지구에 들어오는 태양 복사 에너지량(A)은 지구에서 우주 공간으로 방출되는 지구 복사 에너지량(F)과 대기와 지표면에 반사되어 우주 공간으로 방출되는 태양 복사 에너지량(B)의 합과 같다.

**바로알기** ㄴ. C는 지표면에서 흡수하는 태양 복사 에너지이고, D는 지표면에서 방출하는 지구 복사 에너지이다. 따라서 C는 주로 가시광선으로 흡수되고, D는 주로 적외선으로 방출된다.

ㄷ. 온실 기체의 농도가 증가하면 대기가 지표면에서 방출된 지구 복사 에너지를 더 많이 흡수하고, 대기가 지표면으로 재복사하는 에너지의 양이 증가하여 지표면이 흡수하는 에너지량(E)이 증가한다.

**04** ㄱ. 2000년~2015년 동안 우리나라의 안면도는 전 지구보다 이산화 탄소의 농도가 더 높았다. 따라서 지구 온난화는 대기 중 온실 기체의 농도 증가로 인해 나타나므로 온난화의 영향은 우리나라의 안면도가 전 지구보다 컸을 것이다.

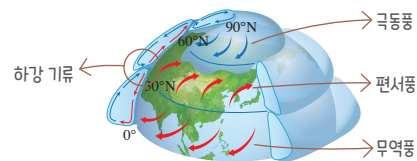
ㄴ. (나)로부터 ㉠ 시기에 우리나라와 전 지구는 모두 평균 기온 편차(관측값 - 평년값)가 계속 증가하였으므로 평균 기온이 전반적으로 계속 상승하였다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 전 지구의 빙하 면적은 지구의 평균 기온이 높을수록 감소한다. 따라서 ㉠ 시기보다 ㉡ 시기에 지구의 평균 기온이 더 높았으므로 빙하의 면적은 ㉠ 시기보다 ㉡ 시기에 더 작았을 것이다.

**05** ③ 영구 동토층은 땅속이 1년 내내 언 상태로 있는 지대로, 지구의 평균 기온이 상승하면 영구 동토층이 녹는다.

**바로알기** ①, ②, ④, ⑤ 지구 온난화로 인해 빙하의 융해와 해수의 열팽창으로 해수면이 상승하며, 빙하의 면적이 감소하므로 빙하에 의한 반사율이 감소한다. 또한 해안이 근처는 해수면 상승으로 인해 침수될 수 있으므로 인간의 거주지 면적이 감소하고, 수온이 높아져 한류성 어종의 분포 면적이 축소된다.

## 06 - 꼼꼼 문제 분석



① 무역풍은 위도 0°~30° 사이에서, 편서풍은 위도 30°~60° 사이에서, 극동풍은 위도 60°~90° 사이에서 지표면 부근에서 연중 분다.



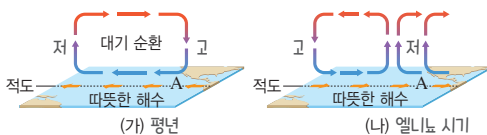
- ③ 우리나라는 중위도에 위치하므로 편서풍이 부는 편서풍대에 속한다.
- ④ 대기 대순환의 바람이 수면 위를 지속적으로 불기 때문에 표층 해수가 일정한 방향으로 흐른다. 저위도 지역의 표층 해수는 무역풍의 영향으로 동쪽에서 서쪽으로 흐르고, 중위도 지역의 표층 해수는 편서풍의 영향으로 서쪽에서 동쪽으로 흐른다. 따라서 대기 대순환은 해수의 표층 순환과 관계가 있다.
- ⑤ 지구는 구형이므로 위도에 따라 흡수하는 태양 복사 에너지량과 방출하는 지구 복사 에너지량이 달라져 위도에 따른 에너지 불균형이 나타난다. 따라서 대기와 해수의 순환은 저위도의 남는 에너지를 에너지가 부족한 고위도로 수송하여 위도에 따른 에너지 불균형을 해소해 준다.
- [바로알기]** ② 적도 부근에서 가열된 공기가 상승하여 고위도로 이동하다가 위도 30° 부근에서 하강한다. 따라서 위도 30° 부근에서 하강 기류가 나타난다.

**07** ① 엘니뇨는 무역풍의 약화로 인한 표층 해수의 흐름 변화로 발생한다.

- ③, ④ 엘니뇨 시기에는 무역풍의 약화로 따뜻한 표층 해수가 평년보다 서쪽으로 덜 이동하기 때문에 차가운 심층 해수의 용승이 약해져 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높아지고, 어획량이 감소한다.
- ⑤ 엘니뇨 시기에 적도 부근 서태평양 해역에서는 표층 수온이 평년보다 낮아져 하강 기류가 발달하기 때문에 평년보다 구름의 양이 감소한다.

**[바로알기]** ② 엘니뇨는 지구 온난화와 관계 없이 수년마다 불규칙하게 발생하는 현상으로, 산업 혁명 이전에도 계속 있어 왔던 현상이다.

## 08 — 곱셈 문제 분석



- (가) 평년: 무역풍이 동쪽에서 서쪽으로 불다. → 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동한다. → 적도 부근 동태평양 해역(A)에서는 심층의 차가운 해수가 용승한다.
- (나) 엘니뇨 시기: 무역풍이 평년에 비해 약하게 불다. → 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 평년에 비해 동쪽으로 이동한다. → 적도 부근 동태평양 해역(A)에서는 평년보다 용승이 약하게 일어난다.

나. 무역풍은 평년인 (가) 시기일 때가 엘니뇨 시기인 (나)일 때보다 강하다.

**[바로알기]** ㄱ. (가)는 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동하여 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 서태평양의 표층 수온보다 낮고,

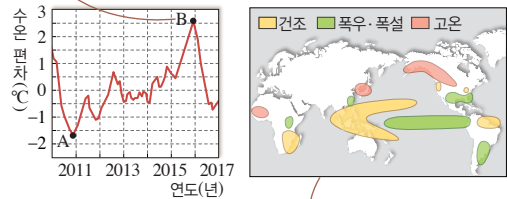
(나)는 따뜻한 표층 해수가 평년에 비해 동쪽으로 이동하여 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 서태평양의 표층 수온보다 높으므로 (가)는 평년이고, (나)는 엘니뇨 시기이다.

ㄷ. 적도 부근 동태평양 해역(A)에서의 용승은 평년인 (가) 시기일 때보다 엘니뇨 시기인 (나)일 때 더 약해진다.

## 09 — 곱셈 문제 분석

동태평양 적도 해역의 해수면 수온 편차가 (+) 값: 평년보다 표층 수온이 높다.

⇒ 엘니뇨 시기



(가)

(나)

서태평양 적도 해역에서는 건조하여 가뭄, 대규모 산불이 발생하고, 동태평양 적도 해역에서는 폭우·폭설이 발생한다. ⇒ 엘니뇨 시기(B)

나. (나)는 엘니뇨 시기에 나타나는 전 지구적인 기상 이변이므로 B 시기에 나타난 모습이다.

ㄷ. 평상시에는 무역풍에 의해 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동하므로 서태평양 적도 해역에 저기압이 분포하고 동태평양 적도 해역에 고기압이 분포한다. 하지만 엘니뇨 시기(B)일 때는 무역풍의 약화로 따뜻한 표층 해수가 평년에 비해 동쪽으로 이동하여 동태평양 적도 해역에 저기압이 분포하고, 서태평양 적도 해역에 고기압이 분포한다.

**[바로알기]** ㄱ. 엘니뇨 시기에는 동태평양 적도 해역의 표층 수온이 평년보다 높다. 따라서 동태평양 해역의 해수면 수온 편차가 (+) 값을 나타내는 B 시기가 엘니뇨 시기에 해당한다.

**10** ① 위도 30° 부근은 대기 대순환에서 하강 기류가 발달하여 고압대가 형성되는 곳으로, 건조한 기후가 나타나기 때문에 전 세계의 큰 사막이 나타난다.

② 사막화는 강수량 감소로 인해 건조한 지역이 넓어지면서 사막 주변 지역의 토지가 황폐해져 나타나는 현상이므로, 주로 사막 주변에서 나타난다.

④ 지나친 가축의 방목, 과잉 경작, 무분별한 삼림 벌채 등은 사막화를 일으킨다.

⑤ 고비 사막은 중위도에 위치하므로 이 곳의 모래 먼지는 편서풍을 타고 동쪽으로 이동하여 우리나라에 영향을 준다. 고비 사막 주변의 사막화는 우리나라의 황사 발생 빈도를 증가시킨다.

**[바로알기]** ③ 사막은 강수량이 증발량보다 적은 건조한 기후 지역에서 나타난다.



**11** 화석 연료의 사용이 증가하면 대기 중에 배출되는 온실 기체의 양이 증가하여 지구의 평균 기온이 상승하고, 지구의 평균 기온이 상승하면 전 지구 평균 강수량은 증가한다. 기후 변화 시나리오 A는 전 지구 평균 강수량이 크게 증가하는 반면에, 기후 변화 시나리오 B는 전 지구 평균 강수량의 증가 폭이 크지 않다. 따라서 기후 변화 시나리오 A는 화석 연료의 사용이 증가하는 경우이고, 기후 변화 시나리오 B는 화석 연료의 사용을 줄이는 경우이다.

ㄱ. 화석 연료의 사용이 증가하게 되면 대기 중 이산화 탄소의 배출량이 많아진다. 따라서 이산화 탄소의 배출량은 기후 변화 시나리오 A보다 B에서 적을 것이다.

**【바로알기】** ㄴ. 전 지구 평균 증발량은 지구의 평균 기온이 높을수록 많으므로 기후 변화 시나리오 B보다 A에서 많을 것이다.

ㄷ. 태풍은 해수의 온도가 높을수록 증발이 활발할수록 잘 발생한다. 따라서 태풍의 발생 빈도와 세기는 화석 연료의 사용이 증가하여 지구의 평균 기온이 높은 기후 변화 시나리오 A가 B보다 클 것이다.

**12** 대기와 지표에 의한 반사를 고려하지 않는다고 했으므로 (가)와 (나)에서는 지구에 들어오는 태양 복사 에너지의 양이 같기 때문에 우주로 방출되는 지구 복사 에너지의 양이 같다. (나)는 대기가 지표면으로부터 방출된 지구 복사 에너지를 흡수한 후 일부를 지표면으로 재복사하므로 지구의 지표면 온도는 대기가 있는 (나)가 대기가 없는 (가)보다 높다.

**【모범 답안】** (1) (가)와 (나)는 우주로 방출되는 지구 복사 에너지의 양이 같다. (2) (나), 대기가 지표면에서 방출한 지구 복사 에너지를 흡수한 후 일부를 지표면으로 재복사하기 때문이다.

| 채점 기준                                          | 배점   |
|------------------------------------------------|------|
| (1) 우주로 방출되는 지구 복사 에너지의 양을 비교하여 옳게 서술한 경우      | 40 % |
| (2) 지구의 지표면 온도가 더 높은 것을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우 | 60 % |
| 지구의 지표면 온도가 더 높은 것만 옳게 쓴 경우                    | 30 % |
| 그 까닭만 옳게 서술한 경우                                | 30 % |

**13** 지구의 평균 해수면 높이는 지구 온난화로 인해 빙하가 녹는 것과 해수의 열팽창에 의해 계속 상승하고 있다. 이때 지구의 평균 해수면 높이의 상승은 주로 그린란드, 남극 대륙 등의 대륙 빙하의 용해로 인해 나타난다.

**【모범 답안】** 지구의 평균 기온 상승으로 빙하의 용해와 해수의 열팽창이 일어났기 때문이다.

| 채점 기준              | 배점    |
|--------------------|-------|
| 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 한 가지만 옳게 서술한 경우    | 50 %  |

## 14 품목 문제 분석

서태평양은 평년보다 해수면 하강, 동태평양은 평년보다 해수면 상승 ⇒ 엘니뇨 시기



엘니뇨 시기에는 무역풍의 약화로 인해 평년보다 서쪽으로 흐르는 따뜻한 해수의 흐름이 약해져 평년보다 적도 부근 동태평양 해역의 해수면 높이가 높아지고, 적도 부근 서태평양 해역의 해수면 높이가 낮아진다. 따라서 엘니뇨는 A 시기에 해당한다. 엘니뇨 시기일 때 적도 부근 동태평양 해역에서는 상승 기류가 발달하여 비가 많이 내리고, 적도 부근 서태평양 해역에서는 하강 기류가 발달하여 날씨가 맑고 건조하다.

**【모범 답안】** A, 적도 부근 동태평양 해역에서는 강수량 증가로 인해 폭우와 홍수가 발생하고, 적도 부근 서태평양 해역에서는 강수량 감소로 인해 가뭄과 대규모 산불이 발생한다.

| 채점 기준                                                                      | 배점    |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 엘니뇨 시기를 옳게 쓰고, 엘니뇨 시기일 때 적도 부근 동태평양 해역과 서태평양 해역에서 발생하는 기상 재해를 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 엘니뇨 시기만 옳게 쓴 경우                                                            | 50 %  |
| 엘니뇨 시기일 때 적도 부근 동태평양 해역과 서태평양 해역에서 발생하는 기상 재해만 옳게 서술한 경우                   | 50 %  |

## 실력 UP 문제

129쪽

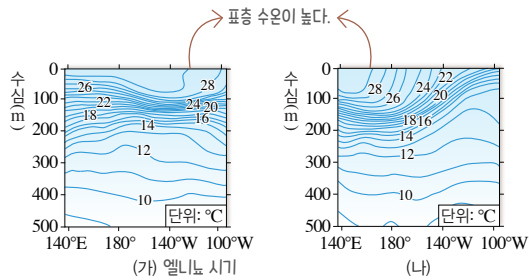
01 ⑤ 02 ③ 03 ① 04 ③

**01** ㄴ. 대기 중 온실 기체인 이산화 탄소의 농도가 증가하면 지표에서 방출된 지구 복사 에너지를 대기가 더 많이 흡수하고, 대기가 지표로 재복사하는 에너지의 양이 증가한다. 따라서 지표가 대기로부터 흡수(D)하는 에너지의 양이 증가하여 지표가 방출하는 복사 에너지의 양도 증가한다.

ㄷ. 지구 온난화가 진행되면 빙하의 면적이 감소하므로 지표면에서 반사(F)되는 태양 복사 에너지의 양이 감소한다.

**【바로알기】** ㄱ. 지표가 흡수하는 에너지의 양은 A+D이고, 지표가 방출하는 에너지의 양은 B+C+대류·전도+물의 증발이다. 지구는 복사 평형 상태이기 때문에 흡수하는 에너지의 양은 방출하는 에너지의 양과 같으므로 A+D=B+C+대류·전도+물의 증발이다. 따라서 D-C=B-A+대류·전도+물의 증발이다.

## 02 품평 문제 분석



- 엘니뇨 시기일 때 적도 부근의 표층 수온: 동태평양 해역 > 서태평양 해역 ⇒ (가)는 엘니뇨 시기이다.
- 무역풍이 세게 불수록 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 더 많이 이동하여 적도 부근 서태평양 해역의 표층 수온이 높아진다. ⇒ 무역풍의 세기: (가) < (나)

ㄱ. 엘니뇨 시기일 때 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 서태평양 해역보다 높으므로 (가)는 엘니뇨 시기에 해당한다.  
 ㄴ. 무역풍이 약하게 불수록 서쪽으로 이동하는 따뜻한 표층 해수의 흐름이 약해져 적도 부근 동태평양 해역에서는 평년보다 용승이 약해지기 때문에 표층 수온이 높다. 따라서 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 높은 (가)일 때가 (나)일 때보다 무역풍이 약하게 분다.

**[바로알기]** ㄴ. (가)에서 적도 부근 동태평양 해역에서는 표층 수온이 높으므로 저기압이 발달하여 상승 기류가 형성된다.

**03** ㄱ. 이 기간 동안 북반구와 남반구에서는 모두 기온이 대체로 상승하였다.

ㄴ. 산업 혁명 이후 대기 중에 배출되는 온실 기체 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 이산화 탄소이다. 이 기간 동안 북반구와 남반구의 기온은 계속 상승하였으므로 이산화 탄소의 농도가 계속 증가하여 지구 온난화가 일어났다는 것을 알 수 있다.

**[바로알기]** ㄴ. 북반구와 남반구에서의 기온 편차는 다르게 나타나므로 지구의 전 지역에 걸쳐 동일하게 기온이 상승하지 않았다.

ㄴ. 이 기간 동안 북반구의 기온은 대체로 상승했으므로 북반구에서 빙하의 용해가 일어나 북반구의 반사율이 점차 감소했을 것이다.

**04** ㄱ. 아랄해의 호수 면적이 감소하였으므로 이 기간 동안 아랄해의 어족 자원은 감소하였을 것이다.

ㄴ. 아랄해는 농업 용수로 물을 많이 사용하면서 호수 면적이 감소하여 사막으로 변하였다. 따라서 아랄해는 인간의 활동에 의해 사막화가 진행되고 있는 지역이다.

**[바로알기]** ㄴ. 이 기간 동안 호수 주변은 점차 메말라갔고, 아랄해에 의한 대기 중으로 수증기의 공급이 감소하여 호수 주변의 강수량이 감소하였을 것이다.

## 중단원 핵심 정리

130쪽~131쪽

- ① 군집 ② 광합성 ③ 분해자 ④ 생물요소 ⑤ 울타리  
 조직 ⑥ 온도 ⑦ 공기 ⑧ 먹이그물 ⑨ 먹이사슬 ⑩ 감소  
 ⑪ 생태피라미드 ⑫ 복잡 ⑬ 먹이 관계 ⑭ 지구 복사 에너지  
 ⑮ 30 ⑯ 재복사 ⑰ 화석 연료 ⑱ 상승 ⑲ 온실 기체  
 ⑳ 약화 ㉑ 동 ㉒ 약화 ㉓ 상승 ㉔ 30° ㉕ 대기  
 대순환 ㉖ 많 ㉗ 증가

## 중단원 마무리 문제

132쪽~136쪽

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

**01** (가)는 생태계, (나)는 군집, (다)는 개체군이다.

ㄱ. 생태계(가)는 생물이 다른 생물 및 주위 환경과 서로 영향을 주고받으며 살아가는 체계로, 생물요소와 비생물요소로 구성된다.

**[바로알기]** ㄴ. 군집(나)은 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리이므로, 여러 종의 생물로 구성된다.

ㄴ. 개체군(다)은 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들의 무리이다. 생산자, 소비자, 분해자로 구성된 것은 군집이다.

## 02 품평 문제 분석

|       | 구성 요소   | 예      | 특징                                                                |
|-------|---------|--------|-------------------------------------------------------------------|
| 생물 요소 | 분해자 A   | 곰팡이    | • 생물요소이다. - A, B<br>• 광합성을 한다. - B<br>• 다른 생물의 사체나 배설물을 분해한다. - A |
|       | 생산자 B   | 벼, 옥수수 |                                                                   |
|       | 비생물요소 C | 공기, 토양 |                                                                   |
|       | (가)     |        | (나)                                                               |

ㄴ. 공기, 토양과 같이 생물을 둘러싸고 있는 환경요인을 비생물요소라고 한다.

**[바로알기]** ㄱ. A(분해자)는 생물요소에 해당하며, 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻지만, 광합성은 하지 못한다.

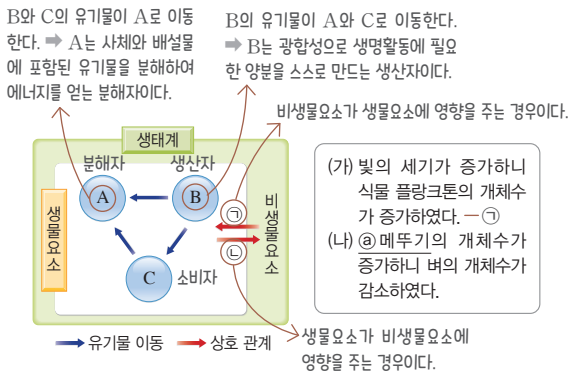
ㄴ. 개체군은 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들의 무리를 말한다. 벼와 옥수수는 서로 다른 종이므로 각각 다른 개체군을 이룬다.

**03** ㄱ. 산소가 희박한 고산지대에 사는 사람들은 평지에 사는 사람들에 비해 혈액 속 적혈구 수가 많아 산소를 효율적으로 운반한다. 이는 산소가 부족한 환경에 사람이 적응한 것이므로 '비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 경우'이다.

**[바로알기]** ㄴ. 군집은 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리로, 생물요소로 구성된다. 따라서 비생물요소인 ㉠(공기)은 군집을 이루지 않는다.

ㄷ. 영양단계는 개체군이 먹이사슬에서 차지하고 있는 위치로, 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자 등이 있다. ㉡(토끼풀)은 광합성으로 생명활동에 필요한 유기물을 스스로 만드는 생산자이고, ㉢(토끼)은 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 얻는 소비자이므로 ㉠과 ㉢은 영양단계가 다르다.

#### 04 - 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 빛의 세기는 비생물요소이고, 식물 플랑크톤은 생물요소이므로 빛의 세기가 증가하니 식물 플랑크톤의 개체수가 증가한 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 경우(㉠)에 해당한다.

ㄷ. ㉢(메뚜기)는 1차 소비자이므로 C(소비자)에 속한다.

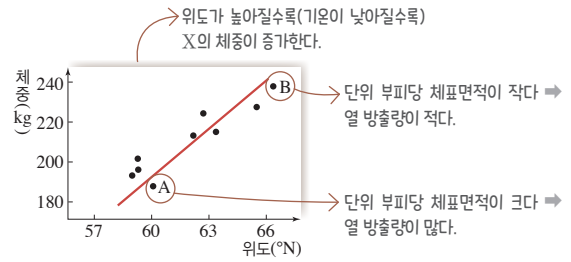
**[바로알기]** ㄴ. 메뚜기와 벼는 모두 생물요소이므로 메뚜기의 개체수가 증가하니 벼의 개체수가 감소한 것은 생물요소 사이에 영향을 주고받는 경우에 해당한다. ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 경우이다.

**05** ㄱ. 동물의 종류에 따라 번식 시기가 다른 것은 일조 시간의 영향을 받은 것으로, 종달새는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.

ㄷ. 강한 빛을 받는 잎(㉠)은 약한 빛을 받는 잎(㉡)보다 오히려 조직이 발달하여 두께가 두껍다.

**[바로알기]** ㄴ. 식물의 종류에 따라 개화 시기가 다른 것은 일조 시간의 영향을 받은 것으로, 붓꽃은 일조 시간이 길어지는 봄과 초여름에 꽃이 피고, 코스모스는 일조 시간이 짧아지는 가을에 꽃이 핀다.

#### 06 - 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 서식지의 위도가 높을수록 X는 체중이 무거운 것으로 보아 몸집이 크다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. B는 A보다 몸집이 커서 단위 부피당 체표면적이 작으므로 열 방출량이 적다. 따라서 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이다.

**[바로알기]** ㄴ. 몸집이 작을수록 단위 부피당 체표면적이 크므로 열 방출량이 많다.

**07** 물은 생명 유지에 반드시 필요하다. 따라서 생물은 체내 수분을 보존하기 위해 다양한 방법으로 적응하였다.

**[모범 답안]** (가)는 몸 표면이 비늘로 덮여 있어 수분이 손실되는 것을 방지하며, (나)는 잎이 가시로 변해 수분의 증발을 방지하고 저수조직이 발달하여 내부에 물을 저장할 수 있다.

| 채점 기준                                                            | 배점    |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| (가)와 (나)가 건조한 환경에 적응한 방법을 각각 몸 표면의 비늘과 가시 및 저수조직을 포함하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| (가)와 (나) 중 하나만 옳게 서술한 경우                                         | 50 %  |

**08** • 학생 A: 물질대사는 생명체에서 일어나는 화학 반응으로, 효소의 작용으로 일어나므로 온도의 영향을 받는다. 따라서 생물의 생명활동은 온도의 영향을 받는다.

• 학생 B: 지렁이는 흙속을 돌아다니면서 토양의 통기성을 높여 산소가 필요한 생물이 살기 좋은 환경을 만든다.

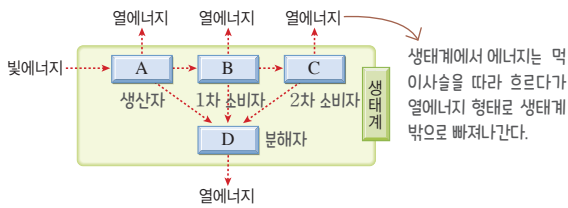
**[바로알기]** • 학생 C: 툰드라에 사는 털송이풀의 잎이나 꽃에 털이 나 있는 것은 추운 환경에서 체온이 낮아지는 것을 막기 위한 것으로, 온도에 적응한 것이다.

**09** ㄱ. 뱀은 토끼를 먹이로 할 때에는 2차 소비자이고, 개구리를 먹이로 할 때에는 3차 소비자이다.

**[바로알기]** ㄴ. 가장 많은 영양단계로 이루어진 먹이사슬은 최종 소비자가 4차 소비자인 경우로, '벼 → 메뚜기 → 쥐 → 뱀 → 매', '옥수수 → 메뚜기 → 개구리 → 뱀 → 늑대' 등이 있다.

ㄷ. 일정한 지역에 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종다양성이 높다. 개구리가 사라지면 생물종의 수가 적어지므로 종다양성은 감소한다.

## 10 품목 문제 분석



생태계에서 각 영양단계의 에너지량은 상위 영양단계로 갈수록 적어진다.  
 $\Rightarrow A > B > C$

ㄴ. A가 가진 에너지의 일부는 생명활동을 하는 데 쓰이고, 나머지 일부 에너지만 B로 전달된다. 또 B가 가진 에너지의 일부는 생명활동을 하는 데 쓰이고, 나머지 일부 에너지만 C로 전달된다. 따라서 A에서 B로 이동한 에너지량은 B에서 C로 이동한 에너지량보다 많다.

**[바로알기]** ㄱ. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, D는 분해자이며, 최종 소비자는 C이다.

ㄷ. 생태계에서 물질은 순환하지만, 에너지는 순환하지 않고 먹이사슬을 따라 흐르다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되려면 태양의 빛에너지가 계속 유입되어야 한다.

## 11 품목 문제 분석

| 영양단계     | 에너지양(상댓값) | 에너지효율(%) |
|----------|-----------|----------|
| 생산자 A    | 2000      | —        |
| 2차 소비자 B | 30        | 15       |
| 3차 소비자 C | 6         | ㉠ 20     |
| 1차 소비자 D | 200       | 10       |

안정된 생태계에서는 상위 영양단계로 갈수록 에너지량이 감소한다.  $\Rightarrow$  에너지량이 가장 많은 A가 생산자이고, D가 1차 소비자, B가 2차 소비자, C가 3차 소비자이다.

(2) 3차 소비자인 C의 에너지효율(%)은  $\frac{C \text{의 에너지양}}{B \text{의 에너지양}} \times 100$   
 $= \frac{6}{30} \times 100 = 20\%$ 이다.

(3) 2차 소비자의 개체수가 증가하면 2차 소비자를 먹이로 하는 3차 소비자의 개체수는 증가하고, 2차 소비자의 먹이가 되는 1차 소비자의 개체수는 감소한다.

**[모범 답안]** (1)  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow C$ , 안정된 생태계에서는 상위 영양단계로 갈수록 에너지량이 줄어들므로 에너지량이 가장 많은 A가 생산자이고, D가 1차 소비자, B가 2차 소비자, C가 3차 소비자이다.

(2) 20 %

(3) 2차 소비자인 B의 개체수가 증가하면 3차 소비자인 C의 개체수는 증가하고, 1차 소비자인 D의 개체수는 감소하며, D의 개체수가 감소하면 생산자인 A의 개체수는 증가한다.

| 채점 기준                                                 | 배점   |
|-------------------------------------------------------|------|
| (1) 먹이사슬을 옳게 나타내고, 영양단계에 따른 에너지량을 근거로 옳게 서술한 경우       | 40 % |
| 먹이사슬만 옳게 나타낸 경우                                       | 20 % |
| (2) 20 %라고 쓴 경우                                       | 20 % |
| (3) A, B, C, D의 영양단계를 포함하여 A, C, D의 개체수 변화를 옳게 서술한 경우 | 40 % |
| A, C, D의 개체수 변화만 옳게 서술한 경우                            | 20 % |

## 12 품목 문제 분석

- 생물 A~D는 하나의 먹이사슬을 이루며, 각각 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자, 생산자 중 하나이다.
- C는 광합성으로 생명활동에 필요한 유기물을 스스로 만든다.  $\Rightarrow$  C는 생산자이다.
- B의 개체수가 일시적으로 증가하면 D의 개체수는 감소하고 A의 개체수는 증가한다.
- 생체량은 상위 영양단계로 갈수록 감소하며, A가 D보다 생체량이 많다.  $\Rightarrow$  A는 D보다 하위 영양단계이다.

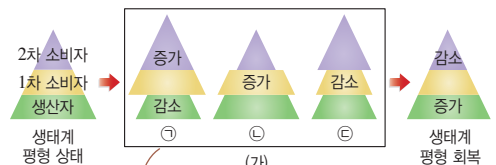
- 1차 소비자 증가  $\Rightarrow$  생산자 감소, 2차 소비자 증가  $\rightarrow$  3차 소비자 증가  $\Rightarrow$  B가 1차 소비자일 경우 A와 D가 모두 증가하므로 조건에 맞지 않는다.
- 2차 소비자 증가  $\Rightarrow$  3차 소비자 증가, 1차 소비자 감소  $\rightarrow$  생산자 증가  $\Rightarrow$  B가 2차 소비자일 경우 D가 1차 소비자, A가 3차 소비자, A가 D보다 하위 영양단계라는 조건을 만족하지 않는다.
- 3차 소비자 증가  $\Rightarrow$  2차 소비자 감소  $\rightarrow$  1차 소비자 증가  $\rightarrow$  생산자 감소  $\Rightarrow$  B는 3차 소비자이고, D는 2차 소비자, A는 1차 소비자이다.

ㄱ. 생명활동에 필요한 유기물을 스스로 만드는 C는 생산자이고, 주어진 조건으로부터 B는 3차 소비자, D는 2차 소비자, A는 1차 소비자임을 알 수 있다.

ㄴ. B(3차 소비자)는 D(2차 소비자)보다 상위 영양단계이므로 에너지량은 B가 D보다 적다.

ㄷ. A(1차 소비자)의 개체수가 일시적으로 감소하면 먹이가 되는 C(생산자)의 개체수는 증가한다.

## 13 품목 문제 분석



- ㉠ 1차 소비자의 개체수 증가
- ㉡ 2차 소비자의 개체수 증가, 생산자의 개체수 감소
- ㉢ 1차 소비자의 개체수 감소

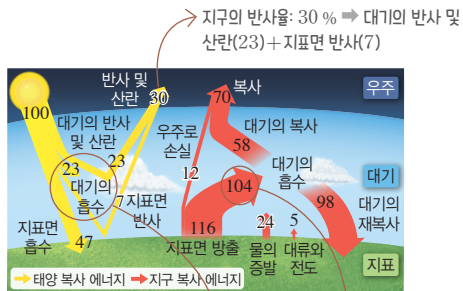


ㄱ. 1차 소비자의 개체수가 증가하면(㉔) 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가하고, 1차 소비자가 먹이로 하는 생산자의 개체수는 감소하며(㉕), 이로 인해 1차 소비자의 개체수가 감소한다(㉖). 따라서 생태계평형이 회복되는 과정은 ㉔ → ㉕ → ㉖이다.

ㄴ. 각 영양단계의 개체수를 비교하면 2차 소비자의 개체수는 ㉔에서가 ㉕에서보다 많고, 1차 소비자의 개체수는 ㉔에서가 ㉕에서보다 많다. 따라서  $\frac{1차 소비자의 개체수}{2차 소비자의 개체수}$  는 ㉔에서가 ㉕에서보다 크다.

**[바로알기]** ㄷ. 2차 소비자의 개체수가 증가하거나 감소하면 1차 소비자의 개체수가 감소하거나 증가하므로 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체수도 영향을 받는다.

## 14 - 꼼꼼 문제 분석



대기가 흡수하는 에너지의 양: 태양 복사 에너지(23) < 지구 복사 에너지(104)  
⇒ 온실 기체가 적외선을 잘 흡수하기 때문

ㄴ. 대기가 흡수하는 태양 복사 에너지의 양은 23이고, 대기가 흡수하는 지구 복사 에너지의 양은 104이다. 따라서 대기는 태양 복사 에너지보다 지구 복사 에너지를 더 많이 흡수한다.

ㄷ. 대기가 우주로 방출하는 지구 복사 에너지의 양은 58이다.

**[바로알기]** ㄱ. 지구에 들어오는 태양 복사 에너지의 양을 100이라고 할 때 대기와 지표면의 반사 및 산란(23+7)으로 우주 공간으로 빠져나가는 태양 복사 에너지의 양은 30이다. 따라서 지구의 반사율은 30%이다.

ㄴ. 대기 중 온실 기체의 농도가 변하면 대기가 흡수하는 지구 복사 에너지의 양, 대기가 지표면으로 재복사하는 에너지의 양이 변하여 지구는 열수지 변동이 일어난다.

**15** 화석 연료의 사용 증가(A), 삼림 파괴로 대기 중 온실 기체의 농도가 증가(B)하면 지구 온난화가 일어난다. 지구 온난화로 해수의 온도가 상승(C)하면 해수의 열팽창으로 해수면이 상승(E)한다.

**[바로알기]** 지구 온난화로 인해 빙하가 녹으면 빙하 면적이 감소(D)하고, 해수면이 상승(E)한다.

**16** 이산화 탄소는 온실 기체이고, 온실 기체는 온실 효과를 일으켜 대기가 없을 때보다 기온을 높게 유지시켜 준다.

ㄱ. 과정 (나)보다 (라)에서 상자 안에 있는 이산화 탄소의 농도가 높다. 이산화 탄소는 적외선을 잘 흡수하고, 이산화 탄소의 농도는 과정 (라)일 때 가장 높으므로 기체에 의한 적외선의 흡수량은 과정 (나)보다 (라)일 때가 더 많다.

ㄴ. 과정 (라)일 때 이산화 탄소의 농도가 가장 높으므로 복사 평형에 도달했을 때의 온도도 가장 높고, 과정 (나)일 때 복사 평형에 도달했을 때의 온도가 가장 낮다. 과정 (라)에서 온도가 일정해졌을 때의 온도는 13.5 °C 이고, 과정 (다)는 (라)보다 이산화 탄소의 농도가 낮으므로 복사 평형일 때의 온도는 (라)에 비해 낮을 것이다. 따라서 ㉕은 12.7보다 크고, 13.5보다 작을 것이다.

ㄷ. 이 실험을 통해 대기 중 이산화 탄소(온실 기체)의 농도가 높을수록 지구의 평균 기온이 더 많이 상승한다는 것을 예측할 수 있다.

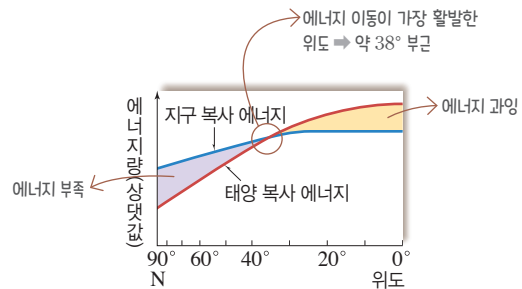
**17** 지구의 평균 기온이 상승하여 지구 온난화가 발생하면 대륙 빙하가 녹아 대륙 빙하의 면적이 감소하고, 그로 인해 지구의 반사율이 감소한다.

**[모범 답안]** (1) 대기 중 온실 기체의 농도 증가로 지구 온난화가 나타나 빙하가 녹았기 때문이다.

(2) 빙하의 면적이 감소하여 지구의 반사율이 감소하였을 것이다.

| 채점 기준                                          | 배점   |
|------------------------------------------------|------|
| (1) 온실 기체의 농도 증가로 지구 온난화가 나타났기 때문이라고 옳게 서술한 경우 | 60 % |
| 지구 온난화 또는 지구의 평균 기온이 상승했기 때문이라고만 옳게 서술한 경우     | 20 % |
| (2) 반사율이 감소한다고 옳게 서술한 경우                       | 40 % |

## 18 - 꼼꼼 문제 분석



- 적도~위도 약 38°: 태양 복사 에너지 흡수량 > 지구 복사 에너지 방출량 ⇒ 에너지 과잉
- 위도 약 38°~극: 태양 복사 에너지 흡수량 < 지구 복사 에너지 방출량 ⇒ 에너지 부족
- 위도 약 38° 부근: 태양 복사 에너지 흡수량 = 지구 복사 에너지 방출량 ⇒ 대기와 해수에 의한 에너지의 이동이 가장 활발한 지역

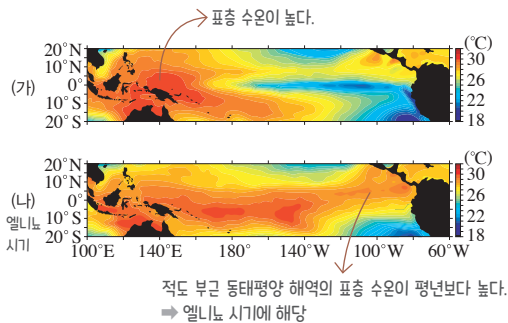


ㄱ. 저위도는 흡수하는 태양 복사 에너지량이 방출하는 지구 복사 에너지량보다 많으므로 에너지 과잉 상태이고, 고위도는 방출하는 지구 복사 에너지량이 흡수하는 태양 복사 에너지량보다 많으므로 에너지 부족 상태이다.

ㄷ. 대기와 해수의 순환은 저위도에서 고위도로 에너지를 수송하여 위도별 에너지 불균형을 해소하는 데 기여하는데, 에너지의 이동 방향이 북반구에서는 남쪽에서 북쪽 방향이고, 남반구에서는 북쪽에서 남쪽 방향이다.

**[바로알기]** ㄴ. 저위도의 남은 에너지가 에너지가 부족한 고위도로 이동할 때 에너지의 이동이 가장 활발한 위도는 약 38° 부근이다.

## 19 — 품평 문제 분석



적도 부근 동태평양 해역의 강수량: 엘니뇨 시기일 때 표층 수온이 높아 상승 기류가 형성되어 비가 많이 내린다.(강수량 증가)

ㄴ. 무역풍에 의해 적도 부근의 따뜻한 표층 해수는 동쪽에서 서쪽으로 흐르는데, 무역풍이 세게 불수록 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 더 많이 이동하여 적도 부근 서태평양 해역에서는 해수면의 높이가 높아지고, 표층 수온이 상승한다. 따라서 (나)는 무역풍이 약하게 불 때 나타나는 엘니뇨 시기이므로 (가) 시기에 비해 적도 부근 서태평양 해역의 해수면 높이가 낮다.

ㄷ. 적도 부근 동태평양 해역에서 상승 기류가 형성되어 강수량이 많은 시기는 엘니뇨 시기인 (나)이다. 따라서 적도 부근 동태평양 해역에서 강수량은 (가)보다 (나) 시기에 더 많다.

**[바로알기]** ㄱ. (가)와 (나) 중 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 더 높은 것은 (나)이므로, (나)일 때는 엘니뇨 시기에 해당한다.

**20** ③ 인도네시아는 서태평양 해역에 위치하므로 엘니뇨 시기에 평년보다 강수량이 감소하여 가뭄, 산불에 의한 피해가 나타날 수 있다.

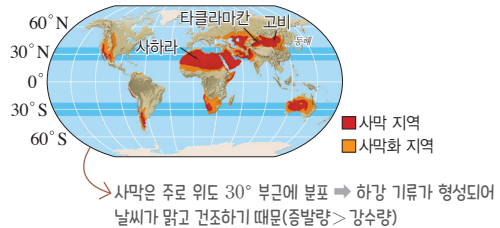
**[바로알기]** ① 엘니뇨 시기에 우리나라는 겨울철에 이상 고온 건조 현상이 나타난다.

② 페루는 동태평양 해역에 위치하므로 엘니뇨 시기에 평년보다 강수량이 증가한다.

④ 엘니뇨로 인해 전 지구적인 기상 이변이 나타날 수 있다.

⑤ 엘니뇨는 가뭄, 산불, 홍수 등 평년에 비해 지구 환경의 변화를 초래하여 농작물의 재배지와 수확량 변화, 생물의 서식지와 개체수 변화 등을 일으킨다.

## [21~22] 품평 문제 분석



**21** ③ 증발량이 강수량보다 많은 지역은 건조해서 사막화가 진행될 수 있다.

**[바로알기]** ① 전 세계의 주요 사막은 대기 대순환의 하강 기류가 형성되는 위도 30° 부근에서 나타난다. 사막화는 주로 사막 주변에서 나타나므로 사막화 지역은 위도 30° 부근에 주로 분포한다.

② 사막화가 진행되면 생물의 서식지 파괴, 생물의 멸종 등이 나타나 생물다양성이 감소한다.

④ 중국과 몽골 지역의 사막화는 우리나라의 황사 발생 빈도를 증가시킨다.

⑤ 현재의 사막화는 지구 온난화로 인한 기후 변화, 삼림 벌채, 과잉 방목, 과잉 경작 등과 같은 인간의 활동에 의해서 나타나는 경우가 많다.

**22** 하강 기류가 형성된 지역은 날씨가 맑고 건조하다.

**[모범 답안]** 위도 30° 부근은 대기 대순환에 의해 하강 기류가 형성되는 곳이므로 날씨가 맑고 건조하기 때문이다.

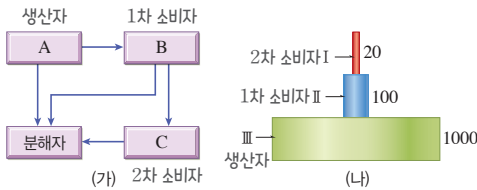
| 채점 기준                                    | 배점    |
|------------------------------------------|-------|
| 하강 기류가 형성되어 건조한 날씨가 나타나기 때문이라고 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 하강 기류가 형성되기 때문이라고만 옳게 서술한 경우             | 50 %  |

## 중단원 고난도 문제

137쪽

01 ③    02 ④    03 ①    04 ⑤

## 01 품목 문제 분석



### 선택지 분석

- ㄱ. A는 Ⅲ이다.  
~~ㄴ. C의 에너지는 모두 분해자에게 전달된다.~~  
~~ㄷ. 에너지효율은 C가 B의 2배이다.~~

**전략적 풀이** ① A~C와 I~Ⅲ에 해당하는 영양단계를 파악한다.

ㄱ. A는 다른 생물로부터 유기물을 받지 않고, B와 분해자로 전달하므로 생산자이고, A의 유기물이 B를 거쳐 C로 이동하므로 B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다. 생태피라미드는 생산자부터 상위 영양단계로 쌓아 올린 것이므로 Ⅲ은 생산자(A), Ⅱ는 1차 소비자(B), I은 2차 소비자(C)이다.

② 각 영양단계에서의 에너지 사용을 생각해 본다.

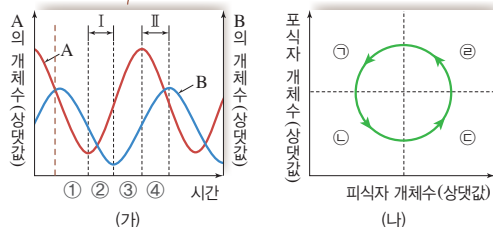
ㄴ. 2차 소비자(C)의 에너지는 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열 에너지로 방출되고, 사체와 배설물에 포함된 에너지만 분해자로 이동한다.

③ 1차 소비자와 2차 소비자의 에너지효율을 구한다.

ㄷ. 에너지효율(%)은 C(2차 소비자)가  $\frac{C \text{의 에너지양}}{B \text{의 에너지양}} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$ 이고, B(1차 소비자)가  $\frac{B \text{의 에너지양}}{A \text{의 에너지양}} \times 100 = \frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$ 이다. 따라서 C가 B의 2배이다.

## 02 품목 문제 분석

A의 개체수가 증가하면 B의 개체수도 증가하고, A의 개체수가 감소하면 B의 개체수도 감소한다. ⇒ A는 피식자, B는 포식자이다.



- ① 피식자 감소 → 포식자 감소 ----- ㉠ 피식자 감소 → 포식자 감소  
 I ← ② 피식자 감소 → 피식자 증가 ----- ㉡ 피식자 감소 → 피식자 증가  
 ③ 피식자 증가 → 포식자 증가 ----- ㉢ 피식자 증가 → 피식자 증가  
 II ← ④ 피식자 증가 → 피식자 감소 ----- ㉣ 피식자 증가 → 피식자 감소

### 선택지 분석

- ~~ㄱ. A는 포식자이다. 피식자~~  
~~ㄴ. 구간 I에서 B의 개체수가 감소하여 A의 개체수가 증가한다.~~  
~~ㄷ. (가)의 구간 II는 (나)의 ㉢에 해당한다.~~

**전략적 풀이** ① A와 B의 개체수 변화를 고려하여 A와 B 중 어느 것이 각각 포식자와 피식자인지 파악한다.

ㄱ. 포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체수는 주기적으로 변동한다. (가)에서 A의 개체수가 감소하면 뒤따라 B의 개체수도 감소하고, A의 개체수가 증가하면 뒤따라 B의 개체수도 증가한다. 따라서 A는 피식자, B는 포식자이다.

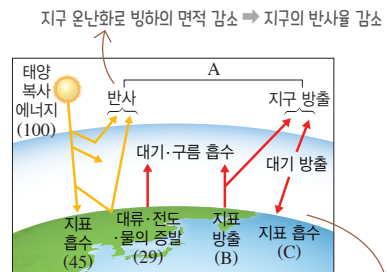
② 구간 I에서 포식자와 피식자의 개체수가 변하는 원인이 무엇인지 파악한다.

ㄴ. 구간 I에서는 포식자(B)의 개체수가 감소하면서 피식자(A)가 덜 잡아먹혀 피식자의 개체수가 증가한다.

③ 피식자와 포식자의 개체수 변동을 고려하여 (가)의 각 구간이 (나)의 어느 구간에 해당하는지 파악한다.

ㄷ. 구간 II에서는 포식자(B)의 개체수가 증가하면서 피식자(A)가 많이 잡아먹혀 피식자의 개체수가 감소한다. (나)에서 포식자의 개체수(y축)는 증가하고, 피식자의 개체수(x축)는 감소하는 경우는 ㉣이다. 따라서 (가)의 구간 II는 (나)의 ㉣에 해당한다.

## 03 품목 문제 분석



대기 중 온실 기체의 농도 증가 → 대기가 흡수하는 지구 복사 에너지의 양 증가 → 대기가 지표로 다시 방출(재복사)하는 복사 에너지의 양 증가 → 지구의 지표 온도 상승 (지구 온난화)

### 선택지 분석

- ㄱ. A는 100보다 작을 것이다.  
~~ㄴ. B는 감소하고, C는 증가할 것이다. 증가~~  
~~ㄷ. 지구 온난화가 진행된 후 우주로 반사되는 태양 복사에너지량의 비율은 산업 혁명 직전보다 클 것이다. 작을~~

- 전략적 풀이** ① 산업 혁명 직전에는 지구가 복사 평형 상태였지만 지구 온난화가 진행 중인 현재는 지구 열수지가 변했다는 점을 생각한다.
- ㄱ. 지구에 들어오는 태양 복사 에너지량이 100이라고 할 때, 지구가 복사 평형 상태일 때는 우주로 방출되는 지구 복사 에너지량과 지구의 지표와 대기에 의해 반사되는 태양 복사 에너지량의 합이 100이 되어야 한다. 하지만 현재 지구의 온도가 상승하고 있는 도중에 나타난 에너지 출입이므로 지구에 들어오는 에너지량에 비해 우주로 방출되는 에너지량이 적은 상태일 것이다. 따라서 A는 100보다 작을 것이다.
- ② 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 온실 기체가 흡수하는 지구 복사 에너지의 양, 온실 기체가 지표로 재복사하는 에너지의 양이 증가한다는 점을 파악한다.
- ㄴ. 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 대기는 지표가 방출하는 지구 복사 에너지를 더 많이 흡수하고, 대기에서 지표로 더 많이 에너지를 재방출(재복사)하여 지표가 흡수하는 에너지의 양이 증가한다. 따라서 현재 지구는 대기 중 온실 기체의 농도 증가로 지구 온난화가 진행되고 있으므로 산업 혁명 직전에 비해 B와 C가 증가할 것이다.
- ③ 빙하의 면적 감소는 지구의 반사율을 감소시킨다는 점을 파악한다.
- ㄷ. 현재 지구 온난화가 진행됨에 따라 빙하의 면적이 계속 감소하고 있다. 따라서 지구의 반사율이 작아져 지표나 대기의 반사에 의해 우주로 빠져나가는 태양 복사 에너지량의 비율(지구의 반사율)은 산업 혁명 직전보다 작을 것이다.

**전략적 풀이** ① 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 깊을수록 표층 수온이 높다는 점을 생각한다.

엘니뇨 시기에는 심층의 차가운 해수가 평년보다 적게 올라와(용승 약화) 표층 수온이 높아지므로 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 평년보다 깊어진다. 따라서 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 평년보다 깊어진 구간이 나타나는 기간이 엘니뇨 시기에 해당한다.

ㄱ. A 시기에 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이 편차가 (+) 값을 나타내므로 A는 엘니뇨 시기에 해당한다.

② 적도 부근 동태평양 해역에서는 용승이 약하게 일어날수록 표층 수온이 높다는 점을 기억한다.

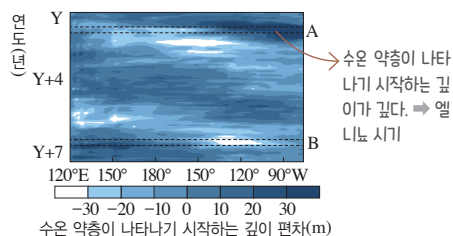
ㄴ. 적도 부근 동태평양 해역에서 용승이 약하게 일어날수록 심층의 찬 해수가 적게 올라와 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 높아진다. 따라서 엘니뇨(A) 시기에는 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높으므로 페루 연안에서 용승이 평년보다 약하게 일어난다는 것을 알 수 있다.

③ 표층 수온이 높으면 기압이 낮아져 상승 기류가 형성되어 비가 내린다는 점을 기억한다.

ㄷ. 엘니뇨 시기일 때 적도 부근 서태평양 해역은 동태평양 해역에 비해 표층 수온이 낮기 때문에 고기압이 분포하여 하강 기류가 형성되므로 평년보다 강수량이 감소한다. 따라서 엘니뇨인 A 시기일 때 적도 부근 서태평양 해역은 평년보다 기압이 상승했으므로 평균 기압 편차가 양(+)의 값을 갖는다.

#### 04 품평 문제 분석

엘니뇨 시기: 무역풍의 약화로 평년보다 서쪽으로 이동하는 따뜻한 표층 해수의 흐름이 약해진다. → 적도 부근 동태평양 해역에서 평년보다 용승이 약해진다. → 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높아져 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 깊어진다. ⇒ A 시기



#### 선택지 분석

- ㄱ. A는 엘니뇨 시기이다.
- ㄴ. A보다 B 시기에 페루 연안에서 용승이 강하게 일어난다.
- ㄷ. A 시기에는 적도 부근 서태평양 해역의 평균 기압 편차가 양(+)의 값을 갖는다.

## 2 에너지 전환과 활용

### 01 태양 에너지의 생성과 전환

#### 개념 확인 문제

142쪽

- ① 에너지    ② 수소 핵융합    ③ 질량    ④ 운동    ⑤ 위치  
⑥ 전기    ⑦ 흐름

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○    2 ㉠ 수소, ㉡ 헬륨    3 ㉠ 작, ㉡ 감소  
4 태양 에너지    5 ㉠, ㉡, ㉢    6 ㉠ 화학, ㉡ 열    7 ㉠ 운동,  
㉡ 화학

- 1 (1) 핵에너지는 원자핵이 핵반응할 때 발생하는 에너지이다.  
(2) 역학적 에너지는 물체의 운동 에너지와 위치 에너지의 합이다.  
(3) 전기 에너지는 전류가 흐를 때 전달되는 에너지이다.

- 2 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 서로 충돌하여 헬륨 원자핵 1개로 변환되는 반응이다.

- 3 핵융합 반응 후 입자들의 질량 합은 반응 전 입자들의 질량 합보다 작으므로, 수소 핵융합 반응 후 생성된 헬륨 원자핵 1개의 질량은 반응 전 수소 원자핵 4개의 질량 합보다 작다. 이때 감소한 질량만큼 태양 에너지가 생성된다.

- 4 지구에서 여러 가지 자연 현상이 일어나는 데 필요한 에너지와 우리가 살아가는 데 필요한 에너지의 근원이 되는 에너지는 태양 에너지이다.

- 5 ㄱ. 우라늄과 같은 방사성 원소는 우주에서 초신성이 폭발할 때 만들어져서 지구가 생성될 때 지각에 포함된 것으로, 태양 에너지와 관계가 없다.

- ㄴ. 지열 발전의 지열 에너지는 지구가 만들어질 때 저장된 에너지와 우라늄과 같은 방사성 원소가 붕괴하면서 방출하는 에너지로, 태양 에너지와 관계가 없다.

- 6 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 광합성 과정을 통해 식물의 화학 에너지로 전환된다. 또 태양 에너지는 열에너지의 형태로 지표와 대기에 흡수되어 바람을 일으키므로 바람의 운동 에너지로 전환된다.

- 7 태양의 열에너지에 의해 물이 순환하는 과정과 태양의 빛에너지에 의해 탄소가 순환하는 과정에서 다양한 에너지 흐름이 일어난다.

#### 내신 만점 문제

143쪽~144쪽

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

- 01 ㄱ. 일을 할 수 있는 능력을 에너지라고 한다.

- ㄴ. 역학적 에너지는 운동하는 물체가 가진 운동 에너지와 높은 곳에 있는 물체가 가진 위치 에너지의 합이다.

- (바로알기) ㄴ. 핵에너지는 원자핵이 핵반응할 때 발생하는 에너지이다.

#### 02 품평 문제 분석



- 수소 핵융합 반응은 태양의 중심부인 핵에서 일어나며, 태양의 핵은 온도가 약 1500만 K인 초고온 상태이다.

- 수소 핵융합 반응에서 줄어든 질량에 해당하는 에너지를 방출하므로 질량이 감소한다.

- ㄱ. 수소 핵융합 반응이 초고온에서 일어나는 까닭은 (+)전하를 띠는 원자핵들이 전기적인 반발력을 이기고 융합하기 위해서 큰 운동 에너지를 가지고 고속으로 충돌해야 하기 때문이다.

- (바로알기) ㄴ. 수소 핵융합 반응은 태양의 중심부인 핵에서 일어난다.

- ㄴ. 수소 핵융합 반응에서 질량이 감소하므로, 수소 원자핵 4개의 질량 합은 헬륨 원자핵 1개의 질량보다 크다.

- 03 ⑤ 수소 핵융합 반응에서 질량이 감소한다. 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있는 물리량이므로, 수소 핵융합 반응에서 발생하는 에너지는 질량이 에너지로 전환된 것이다.

- 04 ㄱ. 아인슈타인의 이론에 따르면 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있는 물리량이다.

- ㄴ. 핵반응에서 발생한 에너지는 질량이 변환된 것이므로, 핵반응에서 질량은 보존되지 않는다.

- (바로알기) ㄴ. 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있는 물리량이다. 따라서 핵반응에서 감소한 질량이 클수록 에너지가 많이 발생한다.

- 05 ㄴ. 지구에 도달한 태양 에너지는 지구의 자연 현상과 생명 활동 과정에서 다양한 형태의 에너지로 전환되며 에너지 흐름을 일으킨다.

- ㄴ. 지구에 도달한 태양 에너지는 지구 시스템 각 권역에서 물질(물, 탄소 등)을 순환시키고 에너지의 흐름을 일으킨다.



**바로알기** ㄱ. 태양에서 방출된 에너지의 일부( $\frac{1}{20}$ 억 정도)만 지구에 도달한다.

**06** ① 바람이 불고 대기와 해수가 순환하는 현상은 태양의 열에너지가 지표와 대기에 흡수되어 대기와 해수의 운동 에너지로 전환되면서 일어나는 현상이다.

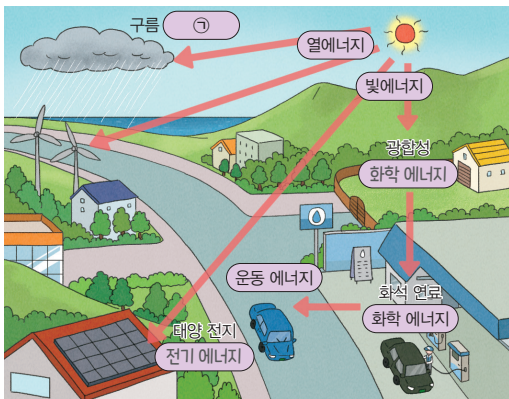
③ 식물의 광합성 작용은 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 양분으로 축적되는 현상이다.

④ 바닷물의 증발은 태양의 열에너지가 해수에 흡수되어 물의 위치 에너지로 전환되면서 일어나는 현상이다.

⑤ 태양 에너지는 바다에 흡수되어 물을 증발시키고 증발한 수증기는 구름이 되어 비, 눈과 같은 기상 현상을 일으킨다.

**바로알기** ② 지진이나 화산 활동은 지구 내부 에너지에 의해 일어나므로, 태양 에너지가 전환되면서 일어나는 현상이 아니다.

## 07 품평 문제 분석



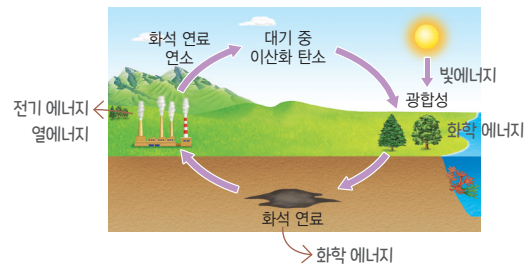
- 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 광합성을 통해 식물의 화학 에너지로 전환되며 동물의 에너지원이 된다. → 식물이나 동물의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 세월이 걸쳐 열과 압력을 받으면 현재 인류가 가장 많이 사용하고 있는 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 화석 연료가 된다.
- 태양 에너지는 열에너지의 형태로 지표면을 가열한다. → 열에너지를 흡수한 지표면은 지표면의 상태에 따라 온도 차가 발생한다. → 이에 따라 기압 차가 생기면 바람이 불게 된다. 또 지표의 물이 태양 에너지를 흡수하면 대기 중으로 증발해 수증기가 되고, 대기 중에서 수증기가 응결하면 구름이 된다. → 구름에서 만들어진 비와 눈은 다시 지표로 내려와 강과 바다를 이룬다.

㉠ 태양 에너지는 바닷물에 열에너지의 형태로 흡수되어 물을 증발시키고 구름을 만들어 구름의 위치 에너지로 전환된다.

㉡ 태양 에너지는 빛에너지의 형태에서 태양 전지를 이용하는 태양광 발전을 통해 전기 에너지로 전환된다.

㉢ 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 광합성 과정에서 화학 에너지로 전환되고 이중 일부는 화석 연료의 화학 에너지로 전환된다.

## 08 품평 문제 분석



대기 중의 이산화 탄소는 태양 에너지와 함께 화학 에너지 형태로 포도당에 저장되고 생명체의 유해는 땅속에 묻혀 화석 연료가 된다. → 탄소를 매개로 하는 순환을 일으키며 다양한 에너지로 전환된다.

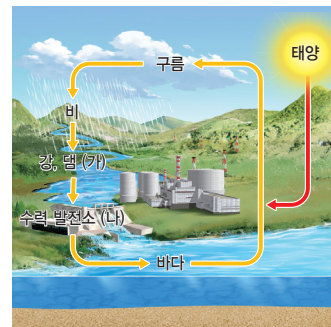
대기 중에 이산화 탄소로 존재하는 탄소는 광합성으로 식물에 양분으로 저장되는 과정에서 태양의 빛에너지가 화학 에너지 형태로 포도당에 저장된다.

이 양분을 에너지원으로 사용한 생명체 유해가 땅속에 묻혀 화석 연료가 되고, 이 화석 연료의 연소 과정에서 이산화 탄소로 배출된다.

이 과정에서 화석 연료의 화학 에너지는 공장과 자동차에 의해 열 에너지와 운동 에너지로 전환된다.

## 09 품평 문제 분석

태양의 열에너지에 의해 물이 순환하는 과정에서 다양한 에너지 흐름이 일어난다.



바다의 물 → 수증기 → 구름(위치 에너지) → 비, 눈(운동 에너지) → 강, 댐의 물(위치 에너지, 운동 에너지) → 수력 발전소(전기 에너지) → 바다의 물

ㄱ. 태양 에너지가 바다의 물을 증발시켜 구름을 만들고, 비나 눈을 내리게 하여 강, 댐을 통해 물을 다시 바다로 흘러 가게 하는 순환 과정에서 태양 에너지의 전환이 연속적으로 일어난다.

ㄴ. (가)에서 구름의 위치 에너지는 지상에 비가 내릴 때 강의 상류, 댐 등에 물의 위치 에너지 형태로 저장된다.

ㄷ. (나)에서 물이 흐르며 생긴 운동 에너지는 수력 발전을 통해 전기 에너지로 전환된다.



**10** **모범 답안** 수소 핵융합 반응은 태양 중심부에서 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어지는 반응이다.

| 채점 기준                                   | 배점    |
|-----------------------------------------|-------|
| 단어를 모두 포함하여 수소 핵융합 반응을 옳게 서술한 경우        | 100 % |
| 수소 원자핵과 헬륨 원자핵만을 포함하여 수소 핵융합 반응을 서술한 경우 | 50 %  |

**11** **모범 답안** 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있는 물리량이므로, 태양에서 일어나는 수소 핵융합 반응에서 감소한 질량이 에너지로 전환되어 방출된다.

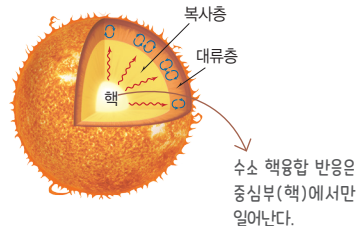
| 채점 기준                                            | 배점    |
|--------------------------------------------------|-------|
| 질량과 에너지의 관계를 이용하여 태양 에너지의 생성 원리를 옳게 서술한 경우       | 100 % |
| 질량과 에너지의 관계에 대한 서술 없이 감소한 질량이 에너지로 전환된다고만 서술한 경우 | 50 %  |

## 실력UP문제

145쪽

01 ⑤    02 ③    03 ①    04 ②

### 01 — 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. 중심부는 약 1500만 K인 초고온 상태이기 때문에 수소는 원자핵과 전자가 분리된 플라스마 상태로 존재한다.

ㄷ. 핵에서 수소 핵융합 반응으로 생성된 에너지가 태양 표면에 도달하고, 태양 표면에서는 사방으로 에너지가 방출된다.

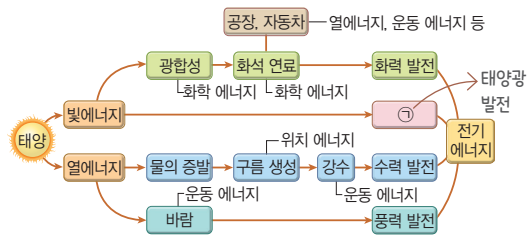
**바로알기** ㄱ. 태양의 중심부는 압력과 온도가 매우 높다.

**02** ㄱ. 수소 핵융합 반응에서는 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개를 만든다.

ㄴ. 수소 핵융합 반응에서 발생하는 에너지는 감소한 질량이 에너지로 변환된 것이다. 따라서 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵 1개의 질량은 양성자 2개와 중성자 2개의 질량을 모두 더한 것보다 작다.

**바로알기** ㄷ. 태양 중심부에서 수소 핵융합 반응으로 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어지므로, 시간이 지날수록 수소의 양은 점점 감소한다.

### 03 — 꼼꼼 문제 분석



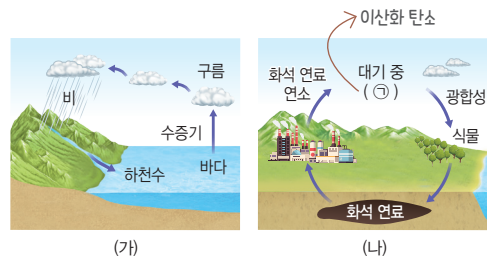
지구에 도달한 태양 에너지는 다양한 형태의 에너지로 전환되어 일상생활에 활용된다.

ㄱ. 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치는 태양 전지이므로, '태양광 발전'이 ㉠에 해당한다.

**바로알기** ㄴ. 태양 에너지는 열에너지의 형태로 지표와 대기, 해수에 흡수되어 바람을 불게 하고 물을 증발시켜 구름을 만들며 비, 눈과 같은 기상 현상을 일으킨다.

ㄷ. 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 광합성 과정에서 화학 에너지로 전환되어 생명체의 생명 활동을 가능하게 하고 생물의 먹이 사슬을 따라 이동한다.

### 04 — 꼼꼼 문제 분석



(가) 태양의 열에너지에 의해 물이 순환하는 과정에서 다양한 에너지 흐름이 일어난다.

• 물의 순환 과정

바다의 물 → 수증기 → 구름(위치 에너지) → 비, 눈(운동 에너지) → 강, 댐의 물(위치 에너지, 운동 에너지) → 수력 발전소(전기 에너지) → 바다의 물

(나) 태양의 빛에너지에 의해 탄소가 순환하는 과정에서 다양한 에너지 흐름이 일어난다.

• 탄소의 순환 과정

대기 중의 이산화 탄소 → 식물의 광합성(화학 에너지) → 화석 연료(화학 에너지) → 자동차, 공장(운동 에너지, 열에너지) → 대기 중의 이산화 탄소

ㄱ. 대기 중에 이산화 탄소가 존재하는 탄소가 식물의 광합성에 의해 포도당으로 저장되므로, ㉠은 이산화 탄소이다.

ㄴ. 태양 에너지는 열에너지의 형태로 대기에 흡수되어 바람을 불게 하고 비, 눈과 같은 기상 현상을 일으킨다.

**바로알기** ㄷ. 화석 연료는 근원적으로 태양 에너지가 화학 에너지로 전환되어 저장된 것이다.

## 02 / 발전과 에너지원

### 개념 확인문제

147쪽

- ① 자기장    ② 전자기 유도    ③ 유도 전류    ④ 빠를    ⑤ 셀  
⑥ 반대    ⑦ 운동

1 ㉠ 전자기 유도, ㉡ 자기장    2 ㄱ, ㄴ, ㄷ    3 (1) ○ (2) × (3) ○

1 코일과 자석의 상대 운동에 의해 유도 전류가 흐르는 현상을 전자기 유도 현상이라고 하며, 유도 전류는 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다.

2 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 코일의 감은 수가 많을수록, 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빨리 움직일수록 코일을 통과하는 자기장의 변화가 커지므로 유도 전류는 더 많이 흐른다.

ㄹ. 코일의 감은 방향에 관계없이 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수에만 관계된다.

3 (1) 코일 근처에서 자석을 움직일 때 유도 전류가 흐르므로, 검류계 바늘이 움직인다.  
(2) 코일 속에 자석이 정지해 있을 때 유도 전류가 흐르지 않으므로, 검류계 바늘이 움직이지 않는다.  
(3) 자석을 빨리 움직일수록 유도 전류가 더 많이 흐르므로, 검류계 바늘이 움직이는 폭이 커진다.

### 완자샘 비법특강

148쪽

Q1 (다)

Q1 자석의 N극을 코일에 가까이 하면 코일의 위쪽에 N극을 형성하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. (가)와 (나)는 코일의 위쪽에 S극을 형성하는 방향으로 유도 전류가 흐르고, (다)는 코일의 위쪽에 N극을 형성하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.

### 개념 확인문제

151쪽

- ① 발전기    ② 자석    ③ 운동    ④ 에너지원    ⑤ 화력    ⑥ 핵  
⑦ 수력

1 (1) ○ (2) × (3) ○    2 자기장    3 발전기    4 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢    5 ㉠ 열, ㉡ 열    6 (1) 화 (2) 핵 (3) 핵 (4) 화

1 (1) 발전기는 안쪽에 축을 따라 회전하는 자석과 바깥쪽에 철심이 들어 있는 코일이 고정되어 있다.

(2) 발전기는 자석이나 코일의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

(3) 발전소의 발전기는 자석이 터빈에 연결되어 있어 터빈을 돌리면 발전기의 자석이 코일 속에서 회전한다.

2 발전기의 원리는 코일을 통과하는 자기장의 세기가 변할 때 코일에 유도 전류가 흐르는 현상을 이용한다.

3 발전소에서는 터빈이 발전기의 회전축에 연결되어 있으므로, 물이나 증기 등으로 터빈을 회전시키면 발전기의 자석이 터빈과 함께 회전하면서 전기 에너지를 생산한다.

4 (1) 화력 발전에서는 석탄, 석유와 같은 화석 연료의 화학 에너지를 이용한다.

(2) 핵발전은 우라늄의 핵에너지를 이용한다.

(3) 수력 발전은 높은 곳에 있는 물의 위치 에너지를 이용한다.

5 (1) 화력 발전에서 화석 연료를 연소시킬 때 화학 에너지가 열에너지로 전환되며, 이때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 고온·고압의 증기를 만들고, 이 증기의 운동 에너지로 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

(2) 핵발전에서 핵연료가 핵분열할 때 핵에너지가 열에너지로 전환되며, 이때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 고온·고압의 증기를 만들고, 이 증기의 운동 에너지로 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

6 (1) 다양한 화석 연료를 사용할 수 있어 에너지 공급의 안정성이 높은 발전 방식은 화력 발전이다.

(2) 연소 과정에서 이산화 탄소 배출이 거의 없는 발전 방식은 핵발전이다.

(3) 방사성 폐기물 처리가 어렵고, 방사능이 누출될 경우 큰 피해가 생길 수 있는 발전 방식은 핵발전이다.

(4) 다른 발전소에 비해 적은 비용으로 건설할 수 있는 발전 방식은 화력 발전이다.

### 내신 만점문제

152쪽~154쪽

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

**01** ㄱ. 자석을 코일에 가까이 하거나 멀리 할 때 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 코일에 전류가 흐른다.

ㄷ. 자석을 2배 빠르게 움직이면 코일을 통과하는 자기장의 시간에 따른 변화가 커져서 유도 전류의 세기가 커진다.

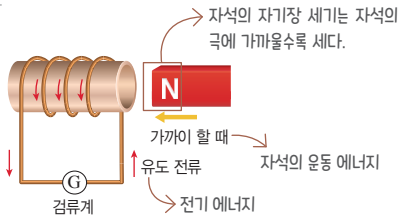
**바로알기** ㄴ. 자석이 코일 안에 정지해 있을 때는 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없어 전류가 흐르지 않는다.

**02** ㄱ. 코일에서 자석의 N극을 멀리 할 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 코일에 자석의 N극을 가까이 할 때와 반대이므로, 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직인다.

ㄷ. 코일에 자석의 S극을 가까이 할 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 N극을 가까이 할 때와 반대이므로, 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직인다.

**바로알기** ㄴ. 코일에서 자석의 S극을 멀리 할 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 N극을 멀리 할 때와 반대이므로 코일에 N극을 가까이 할 때와 같은 방향이다. 따라서 코일에서 자석의 S극을 멀리 할 때, 검류계 바늘은 왼쪽으로 움직인다.

#### 03 꼼꼼 문제 분석

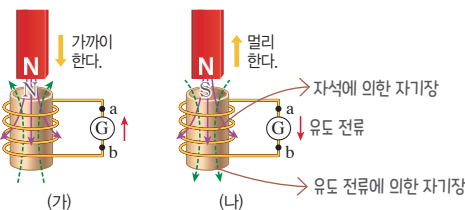


ㄱ. 자석의 자기장 세기는 자석의 극에 가까울수록 세므로, 자석을 코일에 가까이 할 때 코일을 통과하는 자기장의 세기가 증가한다.

ㄴ. 자석이 코일 근처에서 움직일 때, 유도 전류가 흐르는 코일의 전기 에너지는 자석의 운동 에너지가 전환된 것이다.

**바로알기** ㄷ. 자석이 코일 속에서 정지하면 코일을 통과하는 자기장의 세기는 일정하다.

#### 04 꼼꼼 문제 분석

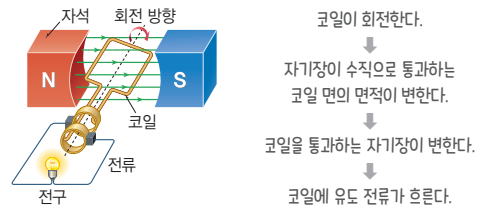


ㄱ. 유도 전류의 방향은 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐르는데, 코일을 통과하는 자기장의 변화는 자석의 움직임으로 인해 생기므로 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐른다. (가)에서 자석의 N극을 코일에 가까이 할 때 코일의 위쪽에 N극이 형성되도록 유도 전류가 흘러 자석에 척력이 작용한다.

**바로알기** ㄴ. (나)에서는 자석의 N극을 멀리 할 때 코일의 위쪽에 S극이 형성되도록 유도 전류가 흐르므로 (가)와 반대 방향으로 전류가 흐른다.

ㄷ. 자기장의 방향은 N극에서 나와서 S극으로 들어가는 방향이므로 (나)의 코일 내부에서 자석의 자기장의 방향은 아래 방향이다. 유도 전류는 코일의 위쪽에 S극을 형성하는 방향으로 흐르므로, 코일 내부에서 자기장의 방향도 아래 방향이다. 따라서 (나)의 코일 내부에서 자석에 의한 자기장의 방향과 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 같다.

#### 05 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. 코일이 회전할 때 전자기 유도 현상이 일어나 유도 전류가 흐르므로, 코일의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

**바로알기** ㄱ. 코일이 회전할 때 코일 면과 자석의 자기장 방향이 이루는 각도가 계속 변하므로, 코일을 통과하는 자기장의 세기가 계속 변한다.

ㄷ. 코일이 빠르게 회전할수록 코일을 통과하는 자기장의 시간에 따른 변화가 커져서 유도 전류의 세기가 커진다.

**06** 전동기와 발전기는 작동 원리가 서로 다르지만 구조가 같아 발전기를 전동기로 사용할 수 있고, 전동기를 발전기로도 사용할 수 있다.

ㄱ. 전동기와 발전기는 모두 자석과 코일로 구성되어 있으므로, 전동기와 발전기의 구조는 기본적으로 같다.

ㄴ. 전동기는 자석의 자기장 내에 있는 코일에 전류가 흐를 때 코일이 회전하므로, 전기 에너지를 운동 에너지로 전환하는 장치이다. 이와 반대로 전동기의 코일을 회전시키면 발전기에서와 같이 전자기 유도 현상이 일어나 코일에 유도 전류가 흐른다. 따라서 전동기의 축을 돌리면 코일이 회전하면서 유도 전류가 흘러 발광 다이오드에 불이 켜진다.

**바로알기** ㄷ. 전동기의 축을 돌릴 때 코일이 회전하여 유도 전류가 발생하므로, 코일의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

**07** ㄱ. 영구 자석이 회전할 때 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 코일에 유도 전류가 흐른다.

ㄷ. 회전하는 영구 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

**바로알기** ㄴ. 전자기 유도 현상에 의해 흐르는 전류는 교류이므로, 전조동에 흐르는 전류의 방향과 세기는 계속 변한다.

**08** ① 수많은 날개가 달려 있는 터빈은 증기나 물의 흐름 등을 이용해 회전하는 힘을 얻는 장치이다.

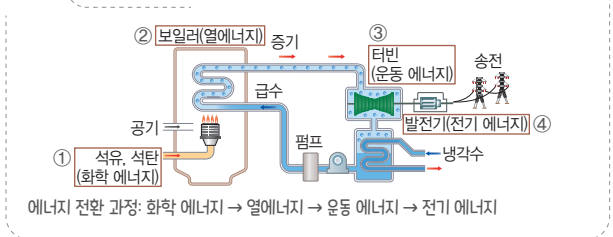
② 발전기의 회전축에는 터빈이 연결되어 있으므로, 터빈이 회전할 때 회전축에 연결된 자석이 터빈과 함께 회전한다.

③ 발전기는 코일과 자석의 상대 운동으로 유도 전류를 얻는 전자기 유도를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

④ 터빈을 돌리는 에너지원에 따라 화력 발전, 수력 발전, 핵발전 방식으로 구분한다.

**바로알기** ⑤ 화력 발전과 핵발전에서는 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지의 에너지 전환 과정이 일어나지만, 수력 발전에서는 위치 에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지의 에너지 전환 과정이 일어난다.

## 09 품점 문제 분석



ㄱ. 화력 발전에서 화석 연료를 연소시킬 때 화학 에너지가 열에너지로 전환되며, 이때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 고온·고압의 증기를 만들고, 이 증기의 운동 에너지로 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는다.

**바로알기** ㄴ. 이산화 탄소 배출은 거의 없지만 방사능 누출의 위험이 있는 발전은 핵발전이다.

ㄷ. 화력 발전에서 에너지 전환 과정은 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지이다.

**10** ㄱ. 핵발전은 발전 과정에서 발생한 방사성 폐기물 처리가 어렵고 방사능 유출의 위험이 있다.

ㄷ. 핵발전은 핵분열 과정에서 줄어드는 질량이 막대한 에너지로 변환되어 발생하므로, 적은 양의 연료로 대량의 전력을 생산할 수 있다.

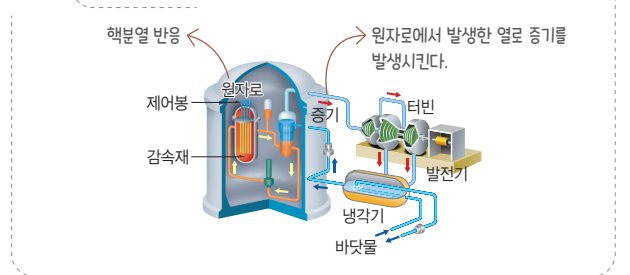
**바로알기** ㄴ. 핵발전은 원료 비용이 저렴하므로, 화력 발전에 비해 연료비가 적게 든다.

**11** ①, ③, ④ 발전소에서 전기를 대규모로 생산하여 공급하는 것이 가능해졌으므로, 가정에서는 다양한 가전 제품을 편리하게 사용할 수 있고 첨단 과학 기술의 발전이 가능해졌다.

⑤ 발전 과정에서 환경 오염 문제가 발생하고, 발전소 건설에 따른 지역 주민 갈등 등과 같은 문제들이 발생한다.

**바로알기** ② 화석 연료와 핵연료는 매장량에 한계가 있어 언젠가는 고갈될 수 있으므로, 지속적으로 이용할 수 있는 에너지에 해당되지 않는다.

## 12 품점 문제 분석



ㄷ. 핵발전은 원자로에서 일어나는 핵분열 반응에서 발생한 열로 물을 끓이고 증기를 발생시켜 발전기의 터빈을 돌린다.

**바로알기** ㄱ. 핵발전은 우라늄 원자핵의 핵분열 반응에서 발생하는 에너지를 이용한다.

ㄴ. 핵발전은 발전 과정에서 이산화 탄소를 거의 발생시키지 않는다.

**13** **모범 답안** 자석을 움직이는 속력을 빠르게 한다. 감은 수가 많은 코일을 사용한다. 세기가 강한 자석을 사용한다.

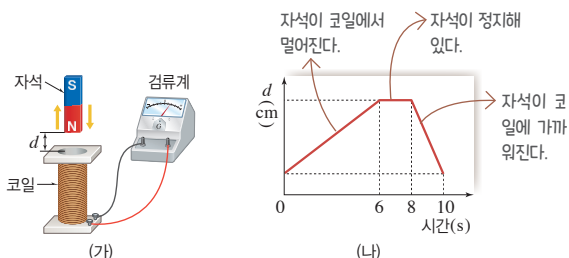
| 채점 기준             | 배점    |
|-------------------|-------|
| 세 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 두 가지만 옳게 서술한 경우   | 70 %  |
| 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 40 %  |

**14** **모범 답안** 자석이 코일 속에서 회전하면(또는 코일이 자석 사이에서 회전하면) 코일을 통과하는 자기장의 세기가 변하므로, 전자기 유도 현상이 일어나 코일에 유도 전류가 흐른다.

| 채점 기준                     | 배점    |
|---------------------------|-------|
| 주어진 용어를 모두 사용하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 주어진 용어를 2~3개만 사용하여 서술한 경우 | 50 %  |

01 ② 02 ③ 03 ③ 04 ④

### 01 품평 문제 분석



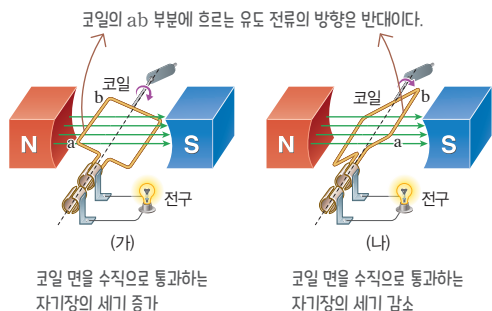
$d$ 가 증가하는 0초부터 6초까지 자석은 코일에서 멀어지고,  $d$ 가 일정한 6초부터 8초까지 자석은 정지해 있다.  $d$ 가 감소하는 8초부터 10초까지 자석은 코일에 가까워진다.

ㄷ. 자석의 운동 방향은 3초일 때와 9초일 때가 서로 반대이므로, 유도 전류의 방향도 3초일 때와 9초일 때가 서로 반대이다.

**[바로알기]** ㄱ. 7초일 때 자석이 정지해 있으므로, 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없어서 유도 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 자석과 코일 사이의 간격인  $d$ 는 9초일 때가 3초일 때보다 빠르게 변한다. 즉, 자석의 속력은 9초일 때가 3초일 때보다 빠르므로, 유도 전류의 세기는 9초일 때가 3초일 때보다 크다.

### 02 품평 문제 분석



① (가)는 코일 면이 자석의 자기장의 방향과 이루는 각도가  $0^\circ$ 에서 점점 커져서  $90^\circ$ 가 되어 가는 과정의 어느 한 순간이므로, 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장의 세기가 증가한다.

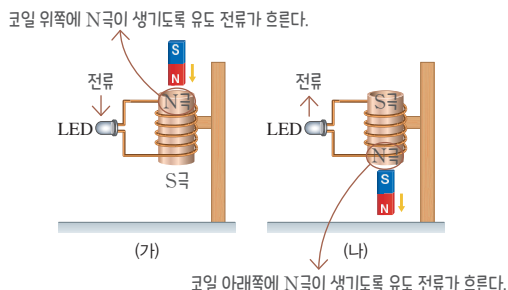
② (나)는 코일 면이 자석의 자기장의 방향과 이루는 각도가  $90^\circ$ 에서 점점 작아져  $0^\circ$ 가 되어 가는 과정의 어느 한 순간이므로, 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장의 세기가 감소한다.

④ 코일에 흐르는 유도 전류는 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐르기 때문에 코일이 회전하는 것을 방해한다.

⑤ 코일이 빠르게 회전할수록 코일을 통과하는 자기장의 시간에 따른 변화가 커서 유도 전류의 세기가 커진다. 따라서 코일의 운동 에너지가 클수록 더 많은 전기 에너지를 얻을 수 있다.

**[바로알기]** ③ (가)에서는 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장의 세기가 증가하고 (나)에서는 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장의 세기가 감소하므로, 코일의 ab 부분에 흐르는 유도 전류의 방향은 (가)와 (나)에서 서로 반대이다.

### 03 품평 문제 분석



ㄱ. (가)에서 자석이 코일에 가까워질 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 자석의 운동을 방해하는 방향, 즉 자석에 척력이 작용하는 방향으로 흐른다. 따라서 코일의 위쪽에 유도 전류에 의한 자기장의 N극이 생기도록 유도 전류가 흐르므로 자석이 받는 자기력의 방향은 위쪽이다.

ㄴ. (가)에서 발광 다이오드에 불이 켜질 때 에너지가 전환되는 과정은 자석의 운동 에너지 → 전기 에너지 → 빛에너지이다.

**[바로알기]** ㄷ. LED는 전류를 한 방향으로만 흐르게 한다. (나)에서 자석이 코일로부터 멀어질 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 자석의 운동을 방해하는 방향, 즉 자석에 인력이 작용하는 방향으로 흐른다. 따라서 코일의 아래쪽에 N극이 생기도록 유도 전류가 흘러야 하는데 이 방향은 (가)에서와 반대 방향이므로, LED에 전류가 흐르지 않는다. 따라서 (나)에서 발광 다이오드에 불이 켜지지 않는다.

**04** ㄱ. (나)의 핵발전은 핵분열 반응을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄷ. (가)의 화력 발전에서는 화석 연료를 연소시켜 발생한 열에너지로, (나)의 핵발전에서는 핵분열 반응에서 발생한 열에너지로 각각 증기를 발생시켜 발전기를 돌린다. 따라서 (가), (나) 모두 ‘열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지’의 에너지 전환 과정이 나타난다.

**[바로알기]** ㄴ. (가)의 화력 발전의 근원이 되는 에너지는 태양 에너지이지만, (나)의 핵발전의 근원이 되는 에너지는 우라늄의 핵 에너지로 태양 에너지와 관련이 없다.



## 03 / 에너지 효율과 신재생 에너지

### 개념 확인 문제

158쪽

① 전환    ② 빛    ③ 화학    ④ 보존    ⑤ 열에너지    ⑥ 효율  
⑦ 작    ⑧ 하이브리드    ⑨ 소비 효율

1 ㉠ 빛, ㉡ 화학, ㉢ 열    2 (1) ○ (2) × (3) ○    3 에너지 보존  
4 20 %    5 (1) ○ (2) ○ (3) ×    6 ㄱ, ㄷ    7 에너지 소비 효율

1 전등은 전기를 이용하여 불을 밝히는 장치이므로 전기 에너지를 빛에너지로 전환하며, 반딧불이는 배 부분의 발광 물질에서 빛을 방출하므로, 화학 에너지가 빛에너지로 전환된다. 또 전열기는 전기 에너지를 이용하여 열을 방출하는 도구이므로 전기 에너지를 열에너지로 전환한다.

2 (1) 에너지는 한 형태에서 다른 형태, 즉 다른 종류의 에너지로 전환될 수 있다.

(2) 노트북이나 휴대폰 등을 사용할 때 발생하는 열에너지는 공기 중으로 흩어지므로, 이를 회수해서 다시 사용할 수 없다.

(3) 에너지는 전환할 때마다 에너지의 일부가 불필요한 열에너지로 전환되어 버려진다.

3 에너지는 전환될 수 있지만 전환 과정에서 새로 생기거나 없어지지 않고 에너지의 전체 양이 항상 일정하게 보존되는 법칙을 에너지 보존 법칙이라고 한다.

4 열효율(%) =  $\frac{100 \text{ J}}{500 \text{ J}} \times 100 = 20 \%$

5 (1) 에너지 효율은 공급된 에너지에 대해 유용하게 사용된 에너지의 비율을 말한다.

(2) 공급하는 에너지의 양이 같을 때, 에너지 효율이 낮을수록 버려지는 열에너지의 양이 많다.

(3) 에너지를 이용하는 과정에서 에너지 일부가 불필요한 열에너지로 발생하므로, 에너지 효율이 100 %가 되는 것은 불가능하다.

6 ㄱ. 화석 연료를 사용하는 일반 자동차보다 에너지 효율이 높은 전기 자동차, 하이브리드 자동차 등을 개발한다.

ㄴ. 1등급에 가까울수록 에너지 효율이 높다.

ㄷ. 조명 기구로 백열등이나 형광등 대신 에너지 효율이 높은 LED등을 사용한다.

ㄹ. 열병합 발전의 에너지 효율이 화력 발전보다 높다.

7 에너지 소비 효율 등급 표시 제도는 에너지를 효율적으로 사용하는 정도에 따라 1등급~5등급으로 나누어 표시하는 제도로, 1등급에 가까울수록 에너지 효율이 높다.

### 개념 확인 문제

161쪽

① 신재생    ② 연료 전지    ③ 풍력    ④ 조력    ⑤ 파력  
⑥ 바이오    ⑦ 친환경 에너지

1 (1) ○ (2) ○ (3) ×    2 화학 반응    3 지열 발전    4 (가) 조력 발전, (나) 파력 발전    5 풍력 발전    6 (1) ○ (2) × (3) ○  
7 ㄱ, ㄴ

1 (1) 신재생 에너지는 기존의 화석 연료를 변환해 이용하거나 재생이 가능한 에너지를 변환해 이용하므로, 에너지를 만드는 자원이 고갈될 염려가 적다.

(2) 신재생 에너지는 이용 과정에서 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않으므로, 지구 환경 문제 해결에 도움이 된다.

(3) 신재생 에너지는 자연 조건에 따라 발전량이 달라지므로, 안정적인 전력 공급이 어렵다.

2 연료 전지는 수소와 산소에 저장된 화학 에너지를 화학 반응을 이용하여 직접 전기 에너지로 전환한다.

3 땅속 고온의 지하수나 수증기를 이용하여 난방을 하거나 전기 에너지를 생산하는 방식은 지열 발전이다.

4 (가) 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 조력 발전이다.

(나) 파도가 칠 때 해수면이 상승하거나 하강하여 생기는 공기의 흐름을 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 파력 발전이다.

5 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기와 연결된 날개를 돌려 전기를 생산하므로, 전력 생산 단가가 저렴하고 발전 과정에서 온실 기체나 오염 물질을 배출하지 않는다. 그러나 날개에서 발생한 소음이 공해를 일으킬 수 있고, 바람의 세기와 방향이 계속 변하므로 발전량을 예측하기 어렵다. 또 지속적으로 바람이 부는 높은 산, 바다 근처나 해안에 설치해야 하므로, 발전 지역이 제한적이다.

6 (1) 태양 전지는 건물의 지붕이나 외벽, 아파트 발코니, 난간 등의 다양한 곳과 도로의 가로등에 설치하여 이용할 수 있다.

(2) 계절과 일조량의 영향을 받으므로, 발전량이 일정하지 않다.

(3) 태양 전지의 에너지 효율은 화력 발전보다 낮으므로, 대규모 발전을 하려면 태양광 발전 시스템을 넓게 설치할 면적이 필요하다.

**7** ㄱ. 친환경 에너지 도시는 지역 환경에 맞는 신재생 에너지를 활용하여 에너지와 환경 문제를 해결할 수 있다.

ㄴ. 가상 발전소 기술은 에너지 저장 시스템과 신재생 에너지 발전소 등 여러 분산 전원을 연결해 하나의 발전소처럼 운영하므로, 에너지원이 다양하게 분산되어 있는 신재생 에너지의 단점을 보완할 수 있다.

ㄷ. 핵분열 발전에 이용되는 핵연료는 화석 연료와 마찬가지로 매장량에 한계가 있어 언젠가는 고갈될 에너지원이고 폐기물 처리 등과 관련된 환경 오염 문제를 일으키므로, 핵분열 연구는 에너지 문제를 해결하기 위한 노력이 필요하다.

## 내신 만점 문제

162쪽~164쪽

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

**01** ㄱ. 일을 할 수 있는 능력을 에너지라고 하며, 에너지는 빛 에너지, 위치 에너지, 운동 에너지, 전기 에너지, 화학 에너지, 열에너지, 소리 에너지 등의 다양한 형태로 존재한다.

ㄷ. 에너지가 전환될 때 에너지의 일부는 불필요한 열에너지로 전환되어 손실된다.

**바로알기** ㄴ. 에너지가 전환될 때마다 에너지의 일부는 다시 사용하기 어려운 형태의 열에너지로 전환되어 버려지므로, 우리가 사용할 수 있는 에너지의 양은 점점 감소한다.

**02** ① 가스레인은 연료를 연소시킬 때 발생하는 열을 이용하는 장치이므로, 가스레인에서 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

② TV를 전원에 연결하면 화면에 영상이 나오므로, TV 화면에서 전기 에너지가 빛에너지로 전환된다.

③ 마이크에 소리가 입력될 때 전류가 흐르므로, 마이크에서 소리 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

④ 스피커에 전류가 흐를 때 소리가 나오므로, 스피커에서 전기 에너지가 소리 에너지로 전환된다.

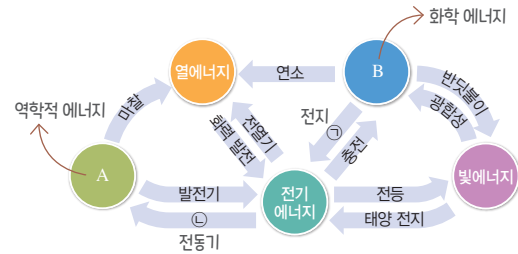
**바로알기** ⑤ 열기관은 자동차의 내연 기관(엔진)처럼 열을 일로 전환하는 장치이므로, 열기관에서 열에너지가 역학적 에너지로 전환된다.

**03** ㄱ. 에너지 보존 법칙에 따라 TV에서 전환된 에너지를 모두 합하면 TV에 공급된 전기 에너지의 양과 같다.

ㄴ. 에너지가 전환될 때 에너지의 일부는 열에너지로 전환되므로, ‘열에너지’가 ㉠에 해당한다.

**바로알기** ㄷ. 에너지가 전환될 때 불필요하게 발생한 열에너지는 공기 중으로 방출되어 버려지므로 다시 사용할 수 없다.

## 04 품격 문제 분석



여러 가지 에너지 전환의 예

- 텔레비전: 전기 에너지 → 빛에너지, 소리 에너지
- 조명 기구: 전기 에너지 → 빛에너지
- 가스레인: 화학 에너지 → 열에너지
- 인덕션: 전기 에너지 → 열에너지
- 선풍기: 전기 에너지 → 운동 에너지
- 모닥불: 화학 에너지 → 열에너지, 빛에너지

ㄷ. 충전의 에너지 전환(전기 에너지 → 화학 에너지)과 반대인 에너지 전환(화학 에너지 → 전기 에너지)의 장치는 전지이므로, ㉠의 예로 전지를 들 수 있다. 발전기의 에너지 전환(역학적 에너지 → 전기 에너지)과 반대인 에너지 전환(전기 에너지 → 역학적 에너지)의 장치는 전동기이므로, ㉡의 예로 전동기를 들 수 있다.

**바로알기** ㄱ. 발전기는 자석과 코일의 상대 운동에 의해 전기 에너지가 생산되는 장치이므로, 발전기에서 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다. 따라서 A는 역학적 에너지이다.

ㄴ. 광합성은 태양의 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 과정이므로, 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다. 따라서 B는 화학 에너지이다.

**05** ㄴ. 에너지 효율이 높은 제품일수록 공급한 에너지에 대해 유용하게 사용된 에너지의 비율이 크므로, 같은 효과를 내는 데 더 적은 에너지를 사용한다.

**바로알기** ㄱ. 에너지 효율은 공급한 에너지에 대해 유용하게 사용된 에너지의 비율이다.

ㄷ. 에너지를 이용하는 과정에서 에너지의 일부가 불필요한 열에너지로 전환되므로, 에너지 효율은 항상 100 %보다 작다.

**06** 조명 기구에서 유용하게 사용한 에너지는 빛에너지 18 J이므로, 에너지 효율은  $\frac{18 \text{ J}}{60 \text{ J}} \times 100 = 30 \%$ 이다.

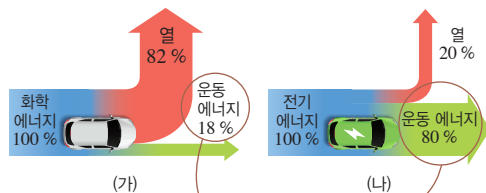
**07** ㄱ. A와 B의 에너지 효율은 각각  $\frac{300 \text{ J}}{600 \text{ J}} \times 100 = 50 \%$ ,  $\frac{400 \text{ J}}{500 \text{ J}} \times 100 = 80 \%$ 이므로, 에너지 효율은 B가 A보다 크다.

ㄴ. 에너지 효율이 작을수록 버려지는 열에너지의 비율이 크므로, 공급한 전기 에너지가 같을 때 버려지는 열에너지는 에너지 효율이 낮은 A가 에너지 효율이 높은 B보다 많다.

**[바로알기]** ㄷ. 에너지 효율이 낮을수록 같은 효과를 내는 데 더 많은 에너지를 사용하므로, 바퀴를 움직이는 에너지가 같을 때 공급된 전기 에너지의 양은 A가 B보다 많다.

### 08 — 품평 문제 분석

- 일반 자동차(화석 연료 사용): 버려지는 열에너지가 많다.
- 전기 자동차: 감속할 때 운동 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환되어 저장된다.



ㄴ. (가)에서는 연료가 연소할 때 발생하여 버려지는 열에너지의 비율이 높기 때문에 유용하게 사용된 에너지의 비율이 낮아서 에너지 효율이 낮다.

ㄷ. (나)에서는 가속 페달에서 발을 떼거나 브레이크 페달을 밟아 속도를 줄이면, 전동기가 발전기로 작용하여 줄어드는 운동 에너지의 일부를 전기 에너지로 전환한 뒤 전지에 저장했다가 다시 사용한다.

**[바로알기]** ㄱ. 원하는 용도로 사용한 에너지의 비율은 바퀴를 움직이는 데 사용된 에너지의 비율이며, 이 비율은 (가)가 (나)보다 낮다. 따라서 공급한 에너지에 대해 원하는 용도로 사용한 에너지의 비율은 (가)가 (나)보다 낮다.

**09** ①, ③ (가)는 에너지 소비 효율이 1등급일수록 에너지 효율이 높으므로, 같은 조건일 때 에너지를 절약할 수 있다는 것을 나타낸다.

④, ⑤ (나)의 에너지 절약 표시는 전자 제품의 전원을 끈 상태에서도 소비하는 대기 전력을 줄인 제품에 붙여지는 표시이므로, 같은 조건일 경우 이 표시가 붙은 제품을 구입하는 것이 에너지를 절약할 수 있다.

**[바로알기]** ② (가)는 에너지 소비 효율이 5등급일수록 에너지 효율이 낮으므로, 같은 일을 할 때 전기 에너지를 많이 소비한다는 것을 나타낸다.

**10** ㄱ. 전기 자동차와 하이브리드 자동차는 감속할 때 줄어드는 운동 에너지의 일부를 전기 에너지로 전환하여 전지에 저장하므로 에너지 효율이 일반 자동차보다 높다.

ㄴ. 열병합 발전은 화력 발전에서 버려지는 열을 회수하여 난방이나 온수를 전력과 함께 공급함으로써 에너지 효율을 높인 발전 방식이다.

ㄷ. 스마트 플러그는 스마트 기기를 통해 인터넷으로 외부에서 전기 제품을 제어할 수 있으므로, 에너지를 효율적으로 관리할 수 있다.

**11** ㄱ. 신재생 에너지는 계속 사용할 수 있어 자원 고갈의 염려가 적으므로, 지속적인 발전이 가능하다.

ㄴ. 신재생 에너지를 이용하는 과정에서 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않으므로, 지구 온난화같은 환경 문제를 해결할 수 있다.

**[바로알기]** ㄷ. 신재생 에너지를 이용한 발전 방식의 대부분은 화력 발전보다 효율이 낮기 때문에 대규모 전력 공급이 어렵다.

### 12 — 품평 문제 분석



(가) 태양광 발전



(나) 풍력 발전

(가) 태양광 발전

- 고갈될 염려가 없고, 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.
- 계절과 날씨에 따라 발전량이 달라진다. 흐린 날과 밤에는 전기를 생산할 수 없다.
- 대규모 발전을 하려면 넓은 면적이 필요하다.

(나) 풍력 발전

- 전력 생산 단가가 저렴하고, 발전 과정에서 온실 기체나 오염 물질을 배출하지 않는다.
- 발전 지역이 제한적이고, 바람의 세기와 방향이 계속 변하므로 발전량을 예측하기 어렵다.

② 태양광 발전은 화력 발전에 비해 발전 효율이 낮으므로, 대규모 발전을 하려면 태양광 발전 시스템을 넓게 설치할 장소가 필요하다.

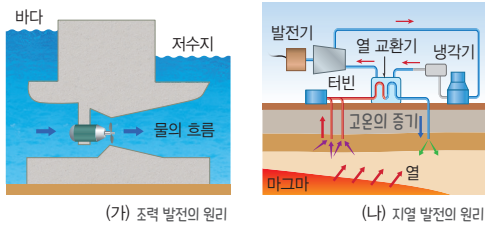
③ 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기와 연결된 날개를 돌려 전기를 생산하므로, 전력 생산 단가가 저렴하다.

④ 풍력 발전은 지속적으로 바람이 부는 높은 산, 바다 근처나 해안에 설치해야 하므로 발전 지역이 제한적이고, 바람의 세기와 방향이 계속 변하므로 발전량을 예측하기 어렵다.

⑤ 풍력 발전은 날개가 회전할 때 소음이 발생하므로 주변에 피해를 줄 수 있다.

**[바로알기]** ① 태양광 발전은 화력 발전에 비해 발전 효율이 낮다.

### 13 품평 문제 분석



- 조력 발전은 바닷물의 흐름이 발전기의 터빈을 회전시킨다.
- 지열 발전은 땅속의 고온·고압의 증기가 발전기의 터빈을 회전시킨다.

① (가)의 조력 발전과 (나)의 지열 발전은 모두 신재생 에너지를 이용한다.

② (가)는 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차가 큰 곳에 설치해야 하고, (나)는 땅속에 있는 뜨거운 물과 수증기를 이용해야 하므로, 조건이 맞는 곳에 설치해야 한다. 따라서 (가), (나) 모두 설치 장소가 제한적이다.

③ (가)는 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차를 이용하므로, (가)의 에너지원은 물의 위치 에너지이다.

④ (나)는 지하에 있는 고온의 지하수나 수증기의 열에너지를 이용하므로, (나)의 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

**[바로알기]** ⑤ (나)의 지열 발전의 경우에는 고온의 지하수나 수증기의 열에너지를 이용하지만, (가)의 조력 발전의 경우에는 바닷물의 흐름이 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하므로, 고온·고압의 증기를 사용하지 않는다.

**14** ① 건물의 외벽에 고효율 단열재를 사용하여 열손실을 줄인다.

③ 태양 전지, 열병합 발전 등 지역 환경에 맞는 신재생 에너지를 활용한다.

④ 이산화 탄소를 배출하는 교통 수단 사용을 자제하여 환경 오염을 막는다.

⑤ 빗물을 저장하여 옥상 정원 관리와 화장실에 사용함으로써, 수도물을 공급하고 배분하는 데 사용되는 에너지를 줄인다.

**[바로알기]** ② 환경 오염의 원인인 화석 연료의 사용 비용을 감소시켜야 한다.

**15** 전자기 유도 현상을 이용하지 않는 C는 태양광 발전이고, 발전량이 날씨에 따라 변하는 B는 풍력 발전이다.

ㄱ. C는 태양광 발전이고 B는 풍력 발전이므로, A는 지열 발전이다.

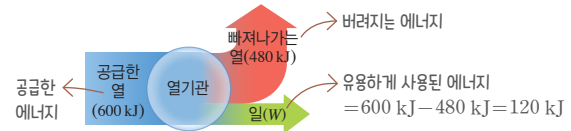
**[바로알기]** ㄴ. B는 풍력 발전이므로 발전기에서 일어나는 전자기 유도 현상을 이용한다. 따라서 '○'가 ㉠에 해당한다.

ㄷ. A는 지열 발전으로 땅속의 고온의 지하수나 수증기의 열에너지를 이용하므로 날씨의 영향을 받지 않는다. 따라서 '×'가 ㉡에 해당한다.

**16** **[모범 답안]** 에너지가 전환될 때마다 항상 에너지의 일부가 다시 사용할 수 없는 열에너지의 형태로 전환되어 버려지므로, 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양이 점차 감소하기 때문이다.

| 채점 기준                                                                     | 배점    |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| 에너지 전환 과정에서 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 이용할 수 없는 에너지의 양이 감소한다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 에너지 전환 과정에서 에너지의 일부가 열에너지로 전환된다고만 서술한 경우                                  | 50 %  |

### 17 품평 문제 분석



열기관이 한 일은 에너지 보존 법칙에 따라  $W = 600 \text{ kJ} - 480 \text{ kJ} = 120 \text{ kJ}$ 이다. 열효율은 열기관의 에너지 효율이다. 따라서 열효율은 공급한 에너지 중에서 외부에 한 일의 비율이므로, 열효율 =  $\frac{120 \text{ J}}{600 \text{ J}} \times 100 = 20 \%$ 이다.

**[모범 답안]** 열기관이 한 일이 120 kJ이므로, 열효율 =  $\frac{120 \text{ kJ}}{600 \text{ kJ}} \times 100 = 20 \%$ 이다.

| 채점 기준                     | 배점    |
|---------------------------|-------|
| 계산 과정을 포함하여 열효율을 옳게 구한 경우 | 100 % |
| 열효율만 옳게 구한 경우             | 40 %  |

### 실력 UP 문제

165쪽

01 ④    02 ②    03 ⑤    04 ③

**01** ㄴ. 연료 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로, (나)에 해당한다

ㄷ. 에너지 전환 과정에서 에너지의 일부는 항상 열에너지로 전환된다.

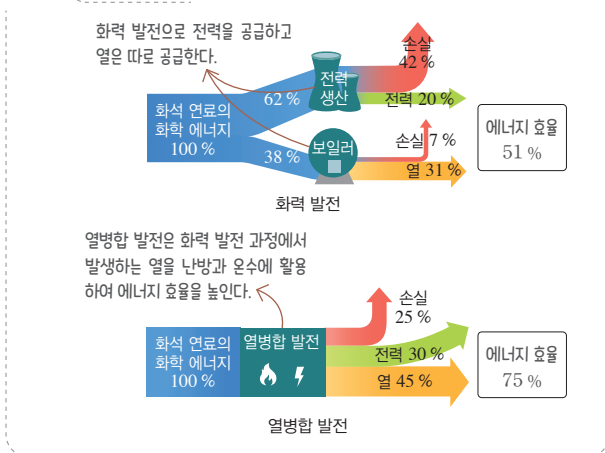
**[바로알기]** ㄱ. 에너지 전환 과정에서 항상 열에너지가 발생하므로, '열에너지'가 (가)에 해당한다.

**02** ㄴ. 같은 양의 에너지가 공급될 때 효율이 작을수록 버려지는 열에너지가 많으므로, 같은 양의 에너지가 공급될 때 버려지는 열에너지는 C가 D보다 많다.

**[바로알기]** ㄱ. 같은 밝기라면 소비하는 전기 에너지는 효율이 클수록 적으므로, 같은 밝기라면 소비하는 전기 에너지는 B가 A의  $\frac{1}{3}$  배이다.

ㄷ. 같은 양의 일을 한다면 효율이 작을수록 연료를 더 많이 소비하므로, C가 D보다 연료를 더 많이 소비한다.

### 03 품평 문제 분석



ㄱ. 화력 발전 과정에서 발생하는 열을 난방, 온수 등에 활용하는 발전은 열병합 발전이므로, '열병합'이 (가)에 해당한다.

ㄴ. 열병합 발전의 에너지 효율은 일반 화력 발전의 경우보다 높다.

ㄷ. 열병합 발전 과정에서 버려지는 열에너지의 비율은 일반 화력 발전의 경우보다 낮다.

**04** ㄱ. 가상 발전소는 물리적으로 존재하지는 않지만, 정보통신 기술을 이용해 발전소 역할을 하는 시스템이다.

ㄷ. 가상 발전소는 자연 조건에 따라 발전량의 변동이 크고, 에너지원이 다양하게 분산되어 있어 안정적인 전력 공급이 어려운 신재생 에너지의 단점을 보완하기 위한 기술 중 하나이다.

**[바로알기]** ㄴ. 가상 발전소는 신재생 에너지, 에너지 저장 장치(ESS), 전기 자동차 등 분산되어 있는 소규모 에너지 자원을 통합하여 하나의 발전소처럼 관리하는 시스템이다.

### 중단원 핵심 정리

166쪽~167쪽

- ① 수소 ② 질량 ③ 운동 ④ 화학 ⑤ 전기 ⑥ 자기장
- ⑦ 전기 ⑧ 전자기 유도 ⑨ 화학 ⑩ 핵 ⑪ 이산화 탄소
- ⑫ 보존 ⑬ 열 ⑭ 효율 ⑮ 열병합 ⑯ 에너지 소비 효율
- ⑰ 신재생 ⑱ 빛 ⑲ 운동 ⑳ 조력 ㉑ 지열 ㉒ 신재생

### 중단원 마무리 문제

168쪽~172쪽

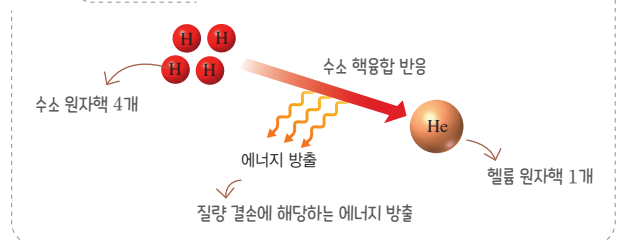
- 01 ③ 02 ① 03 ④ 04 ③ 05 ① 06 ⑤
- 07 ③ 08 해설 참조 09 ③ 10 해설 참조
- 11 ④ 12 ③ 13 (가) 화학 에너지 (나) 핵에너지 14 ③
- 15 ② 16 ② 17 ② 18 해설 참조 19 해설 참조
- 20 ④ 21 ⑤ 22 ③ 23 ⑤ 24 A: 연료 전지 발전, B: 지열 발전, C: 조력 발전 25 ③ 26 ⑤

**01** ㄱ. 지구에 도달한 태양 에너지는 대기와 지표에 흡수되어 물을 증발시키고 구름을 만들며 비, 눈과 같은 기상 현상을 일으킨다. 또 바람을 일으켜 대기와 해수를 순환하게 한다.

ㄷ. 태양 에너지는 광합성을 통해 식물의 화학 에너지로 전환되고 동물의 에너지원이 되므로, 태양 에너지는 지구 생명체의 생명 활동을 유지시키는 주된 에너지이다.

**[바로알기]** ㄴ. 지구 내부 에너지는 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열로 생기는 에너지로, 태양 에너지가 근원이 아니다.

### 02 품평 문제 분석



ㄱ. 태양 에너지는 지구에 도달하여 지구에서 에너지 전환과 순환을 일으킨다.

**[바로알기]** ㄴ. 태양 에너지는 태양 중심부에서 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵으로 바뀌는 수소 핵융합 반응으로 생성된다.

ㄷ. 수소 핵융합 반응에서 질량 결손에 해당하는 에너지가 발생하므로, 핵반응 후 전체 질량이 줄어든다. 따라서 핵반응 과정에서 질량은 보존되지 않는다.

**03** 태양 에너지는 열에너지의 형태로 대기에 흡수되어 바람을 일으키므로 바람의 ㉠운동 에너지로 전환된다.



- 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 식물의 광합성을 통해 화학 에너지로 식물에 저장된다.
- 태양 에너지는 빛에너지의 형태로 태양광 발전에서 이용하는 태양 전지에 흡수되어 전기 에너지로 전환된다.

**04** ㄱ. 물이 순환하면서 기상 현상이 일어나는 과정에서 태양 에너지는 다양한 에너지로 전환되면서 이동한다.

ㄷ. (나)에서 높은 곳에 있던 구름이 비가 되어 떨어질 때 구름의 위치 에너지는 비의 운동 에너지로 전환된다.

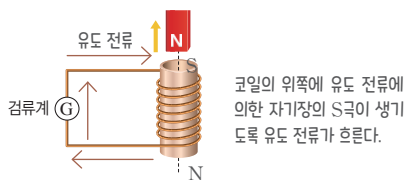
**바로알기** ㄴ. 태양 에너지는 열에너지의 형태로 해수를 증발시켜 구름을 만들므로, (가)에서 바닷물이 증발할 때 태양의 열에너지가 구름의 위치 에너지로 전환된다.

**05** ㄱ. (가)에서 금속 고리와 자석의 상대 운동이 없어서 금속 고리를 통과하는 자기장의 변화가 없으므로, 금속 고리에 유도 전류가 흐르지 않는다.

**바로알기** ㄴ. (나)와 (다)에서는 모두 자석의 N극과 코일이 가까워지고 있으므로, 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 같다.  
ㄷ. (다)에서 자석에 금속 고리가 가까워지고 있으므로, 금속 고리를 통과하는 자기장의 세기는 증가한다.

**06** 유도 전류의 세기는 자석의 세기가 같을 때 자석이 빨리 움직일수록, 코일의 감은 수가 많을수록 세다. 자석을 낙하시킨 높이가 클수록 코일 속으로 들어가는 순간의 속력이 빠르므로, 코일의 감은 수가 많고 낙하 높이가 큰 (다)에서 유도 전류의 세기가 가장 크다. 반면에 코일의 감은 수가 적고 낙하 높이가 작은 (가)에서 유도 전류의 세기가 가장 작다. 따라서 검류계의 바늘이 많이 움직인 순서는 (다)>(나)>(가)이다.

## 07 ▶ 썩썩 문제 분석



ㄱ. 자석의 극에 가까운 곳일수록 자기장의 세기가 세다. 자석이 코일에서 멀어지므로, 자석에 의한 코일 내부의 자기장은 약해진다.  
ㄷ. 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐르므로, 코일의 위쪽에 유도 전류에 의한 자기장의 S극이 형성되어 인력이 작용하도록 유도 전류가 흐른다.

**바로알기** ㄴ. 자석의 N극이 멀어지고 있으므로 이를 방해하는 자기장이 유도되도록 코일의 위쪽은 S극을 만든다.

**08** 자석의 자기장은 N극에서 나오는 방향이므로 코일 내부에서 아래쪽이고, 코일의 위쪽에 S극이 유도되므로 유도 전류에 의한 코일 내부에서 자기장의 방향도 아래쪽이다.

**모범 답안** 코일 내부에서 자석에 의한 자기장의 방향과 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 모두 아래쪽으로 같다.

| 채점 기준                                                  | 배점    |
|--------------------------------------------------------|-------|
| 자석에 의한 자기장의 방향과 유도 전류에 의한 자기장의 방향이 모두 아래쪽 방향이라고 서술한 경우 | 100 % |
| 자석에 의한 자기장의 방향과 유도 전류에 의한 자기장의 방향 중에만 하나만 옳게 서술한 경우    | 50 %  |

**09** ㄱ. 간이 발전기는 자석과 코일의 상대 운동으로 일어나는 전자기 유도 현상을 이용하는 장치이므로, 자석과 코일로 구성되어 있다.

ㄷ. 간이 발전기의 날개가 빠르게 회전할수록 운동 에너지가 커지므로, 전자기 유도에 의해 얻어지는 전기 에너지도 커진다. 따라서 간이 발전기의 날개가 빠르게 회전할수록 발광 다이오드의 밝기는 더 밝아진다.

**바로알기** ㄴ. 간이 발전기의 날개가 회전할 때 코일이 자석 주위를 회전하여 유도 전류가 흐르므로, 발광 다이오드의 불을 켜기 위해 건전지가 필요 없다.

**10** 자전거의 페달을 밟으면 자석이 코일 주위에서 회전하므로 (운동 에너지), 전자기 유도 현상이 일어나 코일에 전류(전기 에너지)가 흘러서 전구에 불(빛에너지)이 켜진다.

**모범 답안** 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되고 전구에 불이 켜지는 빛 에너지로 전환된다.

| 채점 기준                      | 배점    |
|----------------------------|-------|
| 에너지 전환 과정을 세 단계로 옳게 서술한 경우 | 100 % |

**11** ㄴ. 발전기는 전자기 유도 현상을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄷ. 자석을 회전시키기 위해 발전기 축에 터빈을 연결하여 터빈을 회전시킨다.

**바로알기** ㄱ. 전자기 유도 현상은 자석과 코일의 상대 운동에 의해 일어나므로, 고정된 코일 사이에서 회전축에 연결된 자석이 회전하도록 되어 있다.

**12** ㄱ. 화력 발전에서는 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지로, 핵발전에서는 핵연료가 핵분열할 때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 얻은 증기의 운동 에너지로 터빈을 돌린다.

ㄷ. 화석 연료와 핵연료는 모두 매장량에 한계가 있어서 고갈될 수 있으므로 사용할 수 있는 양에 한계가 있다.

**바로알기** ㄴ. 화력 발전과 핵발전은 터빈을 통과한 고온·고압의 증기를 식히는 데 많은 양의 물이 필요하기 때문에 주로 물을 얻기 쉬운 바닷가에 건설한다.

**13** 화력 발전은 석유, 석탄, 천연 가스와 같은 화석 연료의 화학 에너지를 이용하고, 핵발전은 우라늄 원자핵의 핵에너지를 이용한다.

**14** ① 석유, 석탄, 천연가스와 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열을 이용한다.

② 화력 발전은 다른 발전 방식에 비해 발전 효율이 높은 편이고, 발전 용량을 조절하기 쉽다.

④ 발전 과정에서 이산화 탄소와 같은 온실 기체, 미세 먼지와 같은 대기 오염 물질이 많이 발생한다.

⑤ 석유, 석탄, 천연가스와 같은 다양한 화석 연료를 사용할 수 있어 에너지 공급의 안정성이 높으므로, 에너지가 부족한 상황에 빠르게 대처할 수 있다.

**바로알기** ③ 화력 발전소는 다른 발전소에 비해 건설하는 데 걸리는 시간이 짧다.

**15** ㄱ. 우라늄 원자핵의 핵분열 과정에서 질량이 감소하는데, 이때 줄어든 질량이 에너지로 변환되어 방출된다. 따라서 핵발전은 핵분열 과정에서 줄어든 질량이 에너지로 변환되는 것을 이용한다.

ㄴ. 핵발전은 핵분열 반응을 이용하므로, 연료의 연소 과정이 없어 이산화 탄소 배출이 거의 없다.

**바로알기** ㄷ. 핵발전으로 생기는 방사성 폐기물에서 발생하는 방사능이 없어질 때까지 오랜 시간이 걸리므로, 방사성 폐기물의 처리가 어렵다.

**16** ㄱ. 에너지는 다양한 형태로 존재하며, 한 형태에서 다른 형태로 전환될 수 있다.

ㄴ. 에너지가 전환될 때마다 에너지의 일부는 다시 사용하기 어려운 열에너지의 형태로 전환된다.

**바로알기** ㄷ. 에너지 보존 법칙에 따라 에너지가 전환되기 전과 전환된 후의 총량은 같다.

**17** ㄴ. 휴대 전화가 진동할 때 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

**바로알기** ㄱ. 배터리가 충전될 때 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

ㄷ. 휴대 전화가 뜨거워질 때 발생하는 열에너지는 공기 중으로 흩어지므로 다시 사용할 수 없다.

**18** **모범 답안** 농구공이 바닥에 충돌할 때 농구공의 전체 에너지는 보존되지만 역학적 에너지의 일부가 열에너지와 소리 에너지로 전환되어 주변으로 흩어져서 충돌할 때마다 농구공의 역학적 에너지가 점점 감소하기 때문이다.

| 채점 기준                                                             | 배점    |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| 전체 에너지가 보존되지만 역학적 에너지의 일부가 열에너지 등으로 전환되어 버려진다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 역학적 에너지의 일부가 열에너지 등으로 전환되어 버려진다는 내용만 서술한 경우                       | 50 %  |

**19** 열효율 =  $\frac{\text{열기관이 외부에 한 일}}{\text{공급한 열}}$  이다.

**모범 답안** 열효율 =  $\frac{W}{8 \text{ kJ} + W} = 0.2$ 에서 일  $W = 2 \text{ kJ}$ 이다.

| 채점 기준                   | 배점    |
|-------------------------|-------|
| 계산 과정을 포함하여 일을 옳게 구한 경우 | 100 % |
| 일만 옳게 구한 경우             | 50 %  |

**20** ㄱ. 에너지 효율이 낮을수록 공급한 에너지 중에서 유용한 에너지로 전환된 비율이 낮아진다. 따라서 공급한 에너지 중에서 원하는 형태의 에너지로 전환하는 비율은 형광등이 LED등보다 낮다.

ㄴ. 에너지 효율이 낮을수록 공급한 에너지에서 열에너지로 전환되어 버려지는 비율이 높으므로, 공급한 에너지에서 불필요하게 발생하는 열에너지의 비율은 형광등이 LED등보다 높다.

**바로알기** ㄷ. 에너지 효율이 낮을수록 같은 효과를 내는 데 더 많은 양의 에너지를 소비하므로, 같은 밝기일 때 전기 에너지를 소비하는 양은 형광등이 LED등보다 많다.

**21** ㄱ. 에너지를 효율적으로 이용하면 유용하게 사용된 에너지의 비율을 높일 수 있으므로, 에너지의 사용 과정에서 버려지는 열에너지를 줄일 수 있다.

ㄴ. 에너지를 효율적으로 이용하면 같은 일을 하는 데 더 적은 양의 에너지를 사용할 수 있으므로, 에너지를 절약할 수 있다.

ㄷ. 에너지를 효율적으로 이용하면 에너지를 소비하는 양을 줄일 수 있으므로, 이산화 탄소 배출량을 줄일 수 있어 환경 문제를 해결하는 데 도움이 된다.

**22** ㄱ. 신재생 에너지는 에너지를 만드는 자원이 고갈될 염려가 적어, 화석 연료의 고갈 문제에 대비할 수 있다.

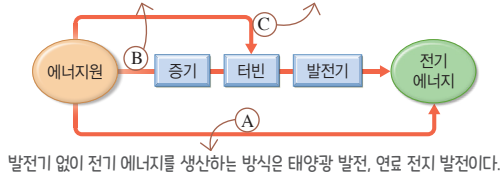
ㄴ. 신재생 에너지는 계속 사용할 수 있고, 발전 과정에서 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않는다.

**바로알기** ㄷ. 신재생 에너지는 설치 비용이 많이 들고, 자연 조건에 따라 발전량의 변동이 크므로 안정적인 전력 공급이 어렵다.

- 23 ㄱ. 발전 과정에서 이산화 탄소 및 미세 먼지 등과 같은 환경 오염 물질을 배출하는 발전 방식은 화력 발전이므로 (가)이다.  
 ㄴ. 발전기를 사용하지 않는 발전 방식은 태양 전지에 빛을 쬔일 때 전류가 흘러 전기 에너지를 얻는 방식인 태양광 발전이므로 (나)이다.  
 ㄷ. 에너지원이 고갈되지 않는 발전 방식은 신재생 에너지를 이용하는 태양광 발전과 풍력 발전이므로 (나), (다)이다.

## 24 — 토픽 문제 분석

고온·고압의 증기를 사용하여 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 화력 발전, 핵분열 발전, 지열 발전이다.  
 고온·고압의 증기를 사용하지 않고 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 풍력 발전, 조력 발전, 파력 발전이다.

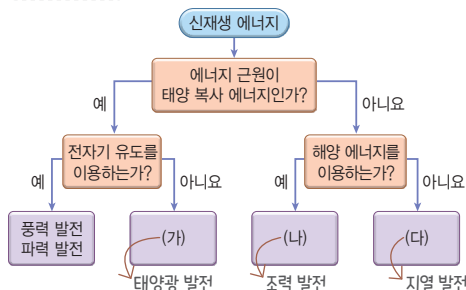


- A: 발전기 없이 에너지원을 직접 전기 에너지로 전환하는 방식은 연료 전지 발전이다.  
 B: 에너지원의 열에너지로 물을 끓여 증기를 만든 후, 증기를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 지열 발전이다.  
 C: 고온·고압의 증기를 사용하는 과정 없이 에너지원의 역학적 에너지를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 조력 발전이다.

- 25 ㄱ. (가)는 밀물과 썰물이 주기적으로 발생하므로 발전량을 예측하기 쉽고, 밀물과 썰물의 해수면의 차가 있을 때 흐르는 바닷물의 규모가 크므로 많은 양의 전기를 생산할 수 있다.  
 ㄴ. (가)는 바닷물을 가두는 방조제의 규모가 크므로 설치 비용이 많이 들고, 조수 간만의 차가 큰 곳에 설치해야 하므로 설치 장소가 제한적이다.

**[바로알기]** ㄷ. (나)의 파력 발전은 기후에 따라 파도가 약해지면 발전량이 줄어든다.

## 26 — 토픽 문제 분석



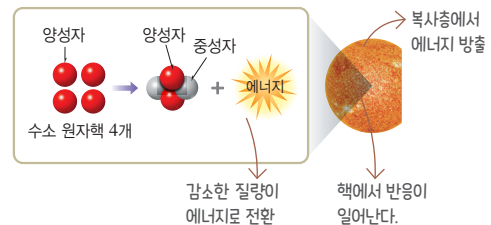
- ⑤ (가)는 에너지의 근원이 태양 에너지이며 전자기 유도를 이용하지 않는 발전 방식이므로 태양광 발전이다. (나)는 에너지의 근원이 태양 에너지가 아니며 해양 에너지를 이용하는 발전 방식이므로 조력 발전이다. (다)는 에너지의 근원이 태양 에너지가 아니며 해양 에너지도 이용하지 않는 방식이므로 지구 내부 에너지가 근원인 지열 발전이다.

## 중단원 고난도 문제

173쪽

01 ⑤    02 ②    03 ④    04 ②

## 01 — 토픽 문제 분석



### 선택지 분석

- ㄱ. 수소 핵융합 반응으로 생성되는 원자핵은 헬륨이다.  
 ㄴ. 핵융합 반응 전의 전체 질량은 반응 후의 전체 질량보다 크다.  
 ㄷ. 핵융합 반응으로 생성된 에너지는 태양 표면에서 복사의 형태로 방출된다.

**전략적 풀이** ① 수소 핵융합 과정에서 반응물과 생성물이 무엇인지 안다.

ㄱ. 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개를 만드는 과정이므로, 수소 핵융합 반응으로 생성되는 원자핵은 헬륨이다.

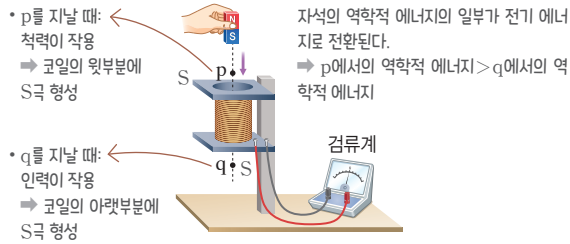
② 수소 핵융합 반응에서 에너지가 방출된다는 것을 알고 질량과의 관계를 파악한다.

ㄴ. 핵융합 반응에서 감소한 질량이 에너지로 전환되므로 핵융합 반응 전의 전체 질량은 반응 후의 전체 질량보다 크다.

③ 태양의 구조를 파악하고 태양 에너지의 방출이 어디에서 일어나는지 안다.

ㄷ. 핵에서 수소 핵융합 반응으로 생성된 에너지는 태양 표면에 도달하고 태양 표면에서 복사의 형태로 방출된다.

## 02 품평 문제 분석



### 선택지 분석

- ☒ 자석이  $p$ 와  $q$ 를 지날 때 검류계 바늘이 움직이는 방향은 같다. **반대이다.**
- ☒ 자석이  $q$ 를 지날 때 자석과 솔레노이드 사이에 **척력**이 작용한다. **인력**
- ☒ 자석의 역학적 에너지는  $p$ 에서가  $q$ 에서보다 크다.

**전략적 풀이 ①** 자석이  $p$ 를 지날 때와  $q$ 를 지날 때 코일에 유도되는 극을 파악한다.

ㄱ. 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 자석의 운동을 방해하려는 방향으로 흐른다. 자석이  $p$ 를 지날 때는 자석의 S극이 코일에 가까워지므로 척력이 작용하도록 코일의 위쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 또 자석이  $q$ 를 지날 때는 자석의 N극이 코일로부터 멀어지므로 인력이 작용하도록 코일의 아래쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석이  $p$ 를 지날 때와  $q$ 를 지날 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향이 서로 반대이므로, 검류계 바늘이 움직이는 방향은 반대이다.

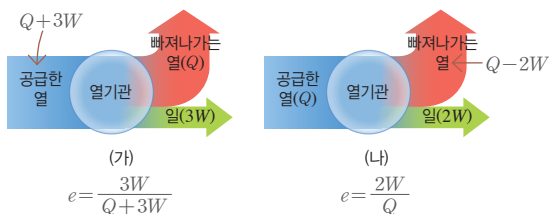
② 유도 전류의 방향이 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다는 것을 안다.

ㄴ. 자석이  $q$ 를 지날 때 자석이 코일로부터 멀어지므로, 자석과 코일 사이에 인력이 작용한다.

③ 전자기 유도 현상에서 자석이나 코일의 에너지 전환 과정을 파악한다.

ㄷ. 코일에 흐르는 유도 전류는 자석의 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되어 흐르는 것이다. 따라서 자석의 역학적 에너지는  $q$ 에서가  $p$ 에서보다 작다.

## 03 품평 문제 분석



**전략적 풀이 ①** 열효율의 정의를 파악한다.

열효율은 열기관의 에너지 효율이므로, 열기관의 열효율은 공급된 에너지 중에서 일로 전환된 비율이다.

② 열효율을 구하는 공식을 안다.

$$\text{열효율} = \frac{\text{열기관이 외부에 한 일}}{\text{공급한 열}} \text{이므로 } e = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \text{이다.}$$

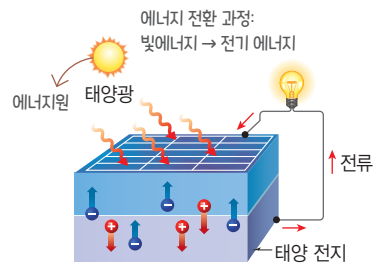
③ 공식을 이용하여 열효율을 구한다.

(가)에서 고열원에서 공급된 에너지는 에너지 보존 법칙에 따라

$$Q+3W \text{이므로 에너지 효율은 } \frac{3W}{Q+3W} \text{이고, (나)에서 에너지 효율은 } \frac{2W}{Q} \text{이다. (가)와 (나)에서 열효율이 같으므로,}$$

$$\frac{3W}{Q+3W} = \frac{2W}{Q} \text{에서 } Q=6W \text{이고 } e = \frac{1}{3} \text{이다.}$$

## 04 품평 문제 분석



### 선택지 분석

- ☒ 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.
- ☒ 태양광 발전 설비의 유지와 보수가 쉽다.
- ☒ 태양 전지의 **설치 면적에 관계없이** 많은 양의 전기 에너지를 생산할 수 있다. **설치 면적이 넓어야**

**전략적 풀이 ①** 태양광 에너지의 에너지원이 무엇인지 안다.

ㄱ. 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로, 이산화 탄소와 같은 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.

② 태양 전지를 설치할 수 있는 곳을 파악하여 유지 보수가 어떻게 예상해 본다.

ㄴ. 태양광 발전 설비는 수명이 길고 유지와 보수가 간편하다.

③ 태양광 발전의 단점에서 발전과 면적의 관계를 안다.

ㄷ. 태양 전지 하나의 발전량은 매우 적기 때문에 태양광 발전으로 많은 전력을 생산하기 위해서는 태양 전지의 설치 면적이 넓어야 한다.

## 과학과 미래 사회

## 1 과학과 미래 사회

## 01 / 과학 기술의 활용

## 개념 확인 문제

181쪽

- ① 병원체    ② 핵산    ③ 과학    ④ 센서    ⑤ 빅데이터  
 ⑥ 디지털    ⑦ 정보    ⑧ 개인 정보    ⑨ 빅데이터

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○    2 (1) ○ (2) ○ (3) ×    3 ㄱ, ㄴ, ㄷ  
 4 (1) ○ (2) × (3) ○    5 빅데이터    6 ㄱ, ㄴ, ㄷ

1 (1) 감염병은 바이러스, 세균, 곰팡이 등과 같은 병원체에 감염되어 발생하는 질병이다.

(2) 감염병을 일으키는 병원체는 다른 사람에게 전파되어 확산된다.

(3) 병원체 감염은 호흡을 통한 흡입, 오염된 물과 음식물의 섭취, 피부 접촉, 수혈 등 다양한 경로로 일어난다.

2 (1) 신속항원검사는 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질이 존재하는지 확인하는 검사이다.

(2) 신속항원검사는 자가 진단 키트를 이용하므로, 일상생활에서 신속하고 간편하게 사용할 수 있다.

(3) 신속항원검사는 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있으므로, 유전자증폭검사에 비해 정확도가 낮다.

3 ㄱ. 화석 연료의 고갈에 따른 에너지 부족 문제를 해결하기 위해 신재생 에너지를 개발한다.

ㄴ. 화석 연료 사용으로 인한 이산화 탄소와 같은 온실 기체 배출로 기후 변화가 발생하므로, 기후 변화 문제를 해결하기 위해 온실 기체 배출을 줄이는 다양한 방법을 연구한다.

ㄷ. 노동력 부족 문제 및 노동자의 안전 문제를 해결하기 위해 로봇을 활용한 자동화 공장을 구성한다.

4 (1) 빅데이터는 여러 분야에서 수집된 많은 양의 데이터가 디지털 형태로 전환되어 생성된 방대한 양의 데이터를 의미한다.

(2) 빅데이터는 데이터의 양이 매우 크고 형태가 다양하기 때문에 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로 다룰 수 없다.

(3) 빅데이터를 분석하여 가치있는 정보를 추출할 수 있다.

5 빅데이터는 여러 분야에서 수집되어 축적된 대량의 데이터로, 빅데이터를 분석하면서 현상에 대한 더 빠른 이해와 정확한 예측이 가능해졌다.

6 ㄱ. 과학 연구에서 연구 목적에 따라 다양한 빅데이터를 사용하고 연구 결과의 정확도를 높이므로, 빅데이터는 과학 연구 발전에 도움이 된다. 또 빅데이터 분석으로 얻은 가치있는 정보들을 일상생활에 유용하게 이용한다.

ㄴ. 빅데이터는 복잡한 문제를 빠르게 분석하여 새로운 사실을 발견할 수 있다.

ㄷ. 빅데이터를 수집하는 과정에서 개인 정보가 포함된 데이터가 수집되는 경우가 많으므로, 개인 정보 유출과 사생활 침해 등의 문제점이 발생할 수 있다.

## 내신 만점 문제

182쪽~184쪽

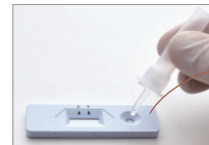
- 01 ⑤    02 ③    03 ④    04 ②    05 ①    06 ③  
 07 ③    08 ⑤    09 ⑤    10 ④    11 ①    12 ⑤  
 13 ③    14 ①    15 ③    16 해설 참조    17 해설 참조  
 18 해설 참조    19 해설 참조

01 ㄱ. 감염병은 세균, 바이러스, 곰팡이 등과 같은 병원체에 감염되어 생기는 질병이다.

ㄴ. 감염병의 예로 감기, 독감, 결핵, 폐렴, 코로나바이러스 감염증 등이 있다.

ㄷ. 감염병은 전파 속도가 빠른 특징이 있으므로, 확산을 막기 위해 신속한 진단이 필요하다.

## 02 품평 문제 분석



→ 신속항원검사

- 원리: 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질(항원)이 존재하는지를 면역 반응(항원-항체 반응)으로 확인한다.
- 특징: 간편하고 신속하게 감염 여부를 진단할 수 있다. 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있다.

ㄱ. 간이 검사기 또는 자가진단 키트를 이용한 검사로, 신속항원 검사라고 한다.



ㄷ. 신속항원검사는 검체에 들어 있는 항원(바이러스를 구성하는 단백질)을 키트의 항체가 결합해 바이러스 감염 여부를 보여준다. 따라서 외부에서 침입한 항원(병원체의 단백질)에 대항하여 인체에서 항체를 형성하는 면역 반응과 같은 인체의 방어 작용 원리가 활용되었다.

**바로알기** ㄴ. 신속항원검사는 검체에 들어 있는 바이러스를 구성하는 단백질을 검출하는 검사 방법이다.

**03** ①, ② 유전자증폭검사(PCR)는 채취한 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자(핵산)를 증폭하여 감염 여부를 진단하므로, 바이러스의 핵산을 직접 검출하는 진단 검사이다.

③ 유전자증폭검사(PCR)는 정확도가 매우 높아 감염 여부를 최종 진단에 사용한다.

⑤ 유전자증폭검사(PCR)는 검체에 들어 있는 병원체의 양이 매우 적더라도 정밀하게 분석할 수 있다.

**바로알기** ④ 유전자증폭검사(PCR)는 신속항원검사에 비해 검사 시간이 많이 걸리므로, 신속하게 감염 여부를 확인하기 어렵다.

**04** ㄱ. 포획 항체, 진단 시약의 항체 등을 사용해 항원(병원체의 특정 단백질)에 결합하는 특징을 이용한 검사이므로, 감염병 진단을 위해 단백질이 이용되었다.

ㄴ. 항원과 특정 항체가 결합하는 특징을 이용한 검사이므로, 항원-항체 반응을 이용한다.

**바로알기** ㄷ. 사람 2의 시료는 음성 표준 시료의 경우와 같이 색깔 변화가 없다. 따라서 사람 2의 시료에는 병원체가 존재하지 않으므로, 사람 2는 감염병 음성이다.

**05** ㄱ. 병원체에 감염되면 우리 몸에는 이 병원체에 대항하는 항체가 생기므로, 항체 검사는 혈액을 채취하여 항체 존재를 확인한다.

**바로알기** ㄴ. 가장 정확도가 높은 검사는 유전자증폭검사이므로, 항체 검사는 유전자증폭검사에 비해 검사의 정확도가 낮다.

ㄷ. 병원체에 감염되고 항체가 생기기까지는 시간이 걸리므로 신속한 감염병 진단에는 적합하지 않다.

**06** ① 감염병 진단은 일반적으로 감염으로 인한 증상이 나타나는 사람에게서 검체를 채취한 다음 실험실에서 병원체의 존재를 확인하여 이루어진다.

② 감염병 추적은 감염원의 특징을 이해하고 감염병 환자의 동선을 파악하는 과정을 포함한다.

④ 감염병의 특징을 파악하고 확산을 예측하기 위해 빅데이터 기술과 인공지능 기술을 이용해 많은 양의 데이터를 얻고 분석한다.

⑤ 과학은 감염병 진단 및 추적뿐만 아니라 방역과 치료를 포함한 감염병 관리의 전 과정에서 유용하게 이용되고 있다.

**바로알기** ③ 과거에는 대부분 역학 조사관의 직접 조사에 의존하였으나, 최근에는 스마트 기기에 내장된 위성 위치 확인 시스템(GPS), 와이파이(WiFi), 블루투스, 센서 등을 활용하여 환자의 정보를 수집하고 공유하는 방식으로 감염병 추적이 이루어지고 있다.

**07** ㄱ. 감염병 대유행, 기후 변화, 에너지 및 자원 고갈, 식량 부족, 초연결 사회로 인한 사생활 침해 및 보안, 일자리 변화 등의 문제는 미래 사회에 나타날 것으로 예측되는 문제들이다.

ㄷ. 미래 사회 문제는 빅데이터 기술, 배터리 기술, 지속가능한 농업 기술, 인공지능 기술, 생명공학 기술, 로봇 공학 기술, 우주 탐사 기술, 재생 에너지 기술 등과 같은 과학 기술을 복합적으로 활용하여 해결할 수 있을 것으로 예측하고 있다.

**바로알기** ㄴ. 초연결 사회로 인한 사생활 침해 및 보안, 인공지능과 자동화 기술의 발달에 따른 일자리 변화 등은 과학 기술의 발전과 관련있는 문제이다.

**08** ㄱ. 지구 온난화로 인한 기후 변화 문제를 해결하기 위해 탄소 저감 기술을 개발하여 이산화 탄소 배출량을 줄인다.

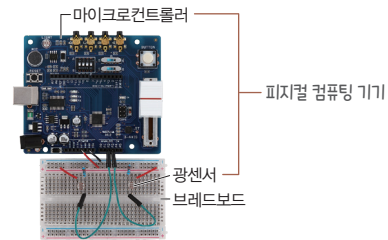
ㄴ. 식량 부족 문제를 해결하기 위해 새로운 농업 기술을 개발하여 식량 생산량을 늘린다.

ㄷ. 감염병 대유행에 대비하기 위해 백신과 치료제 등의 대응 수단을 확보한다.

**09** ㄱ, ㄴ. 스마트워치에 내장된 센서를 통해 심박수, 수면 패턴과 같은 생활 데이터를 실시간으로 측정할 수 있다.

ㄷ. 스마트워치를 이용한 데이터 측정으로 자신의 건강 상태를 확인할 수 있으므로, 실시간 생활 데이터를 이용해 건강하고 편리한 삶을 누릴 수 있다.

## 10 품종 문제 분석



- 피지컬 컴퓨팅 기기: 마이크로컨트롤러와 센서를 장착한 기기로, 스마트 기기와 연결하여 생활 데이터를 실시간으로 측정할 수 있다.
- 피지컬 컴퓨팅 기기의 활용: 피지컬 컴퓨팅 기기에 장착된 여러 가지 센서를 활용하면 미세 먼지 농도, 이산화 탄소 농도, 소음, 빛의 세기 등과 같은 데이터를 측정할 수 있다.

ㄴ. 실시간으로 측정한 데이터를 분석한 결과는 밝기 조절 등과 같은 주변 환경 문제를 개선하는 방안을 찾는 데 활용할 수 있다.  
 ㄷ. 피지컬 컴퓨팅 기기에 장착된 여러 가지 센서를 활용하면 미세먼지 농도, 이산화 탄소 농도, 소음, 빛의 세기 등과 같은 생활 데이터를 실시간으로 측정할 수 있다.

**[바로알기]** ㄱ. 마이크로프로세서와 입출력 단자가 하나의 칩으로 이루어져 정해진 기능을 수행하는 장치는 마이크로컨트롤러이다.

**11** ① 빅데이터는 거대한 규모의 데이터를 뜻하지만, 여러 형태의 방대한 양의 자료를 수집하고 분석하여 경제적으로 필요한 가치를 찾아내는 행위나 기술을 의미하기도 한다.

**[바로알기]** ② 빅데이터의 형태가 다양하고 데이터가 축적되는 양이 증가함에 따라 빅데이터를 효과적으로 저장 및 처리하는 기술도 함께 발전하고 있다.

③ 빅데이터는 다양한 분야에서 수집된 많은 양의 데이터가 디지털 형태로 전환되어 축적된 것이다.

④ 빅데이터는 수치 자료뿐만 아니라 문자나 영상, 음성 등의 데이터를 포함한다.

⑤ 빅데이터는 과학 기술, 산업 등의 일부 전문 분야에서뿐만 아니라 일상생활에서도 유용하게 이용된다.

**12** ㄱ. 언어 빅데이터를 활용하여 외국어를 상황에 알맞게 번역할 수 있는 외국어 번역기를 만든다.

ㄴ. 상품 구매 빅데이터를 활용하여 유용한 상품 정보를 제공한다.

ㄷ. 교통 카드 이용 기록과 관련된 빅데이터를 활용하여 새로운 노선 개설과 배차 시간 변경 등에 활용한다.

**13** ① 빅데이터를 분석한 결과는 현상을 빠르게 이해하고 정확하게 예측하는 데 유용하게 이용된다.

② 빅데이터의 분석으로 적은 양의 데이터로 알 수 없었던 상관 관계를 밝힐 수 있다.

④ 빅데이터를 저장하고 분석하는 데 슈퍼 컴퓨터와 인공지능을 이용한다.

⑤ 빅데이터를 활용해 교육, 의료 등의 다양한 분야에서 현상을 빠르게 이해하고 앞으로 일어날 일을 예측할 수 있으므로, 합리적인 결정을 내리거나 새로운 정책을 세우는 데 도움을 받을 수 있다.

**[바로알기]** ③ 정확하지 않거나 충분히 검증되지 못한 데이터를 사용하는 경우, 잘못된 분석이나 결론을 도출할 수 있으므로 빅데이터를 사용할 때는 문제점을 인식하고 이를 보완할 수 있는 방향으로 올바르게 사용해야 한다.

**14** ② 기존 의약품 및 질병과 관련된 빅데이터의 활용으로 특정 질병을 치료할 수 있는 신약 후보 물질을 찾아 신약을 더 빠른 시간에 개발할 수 있다.

③ 기상 위성과 기상 관측소에서 수집한 빅데이터의 활용으로 기상 현상의 패턴을 찾으면 기상 현상 예측의 정확도가 증가한다.

④, ⑤ 유전체 연구 자료가 축적된 빅데이터의 활용으로 개인에게 발생 가능한 질병을 예측하고, 유전적 특성에 맞는 적절한 치료를 받을 수 있다.

**[바로알기]** ① 수많은 과학 실험의 결과가 축적된 빅데이터를 기반으로 개별 연구자만으로는 기존에 수행하기 어려웠던 과학 실험을 수행할 수 있다.

**15** ㄱ. 빅데이터를 수집하고 활용하는 과정에서 개인 정보가 유출되는 경우 사생활 침해의 우려가 있으므로, 보안과 관리에 유의해야 한다.

ㄴ. 빅데이터를 분석하는 과정에서 충분히 검증되지 못한 데이터를 활용할 수 있으므로, 필요한 데이터를 적절하게 선별하여 다루어야 한다.

**[바로알기]** ㄷ. 데이터의 품질과 분석 방법에 따라 편향되거나 잘못된 결과가 도출될 수 있으므로, 지나친 데이터 의존성을 지양하고 비판적으로 평가하는 소양을 기른다.

**16** **[모범 답안]** 바이러스, 세균과 같은 병원체에 감염되어 발생하는 질병이다.

| 채점 기준                              | 배점    |
|------------------------------------|-------|
| 바이러스, 세균, 병원체를 포함하여 감염병을 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 바이러스, 세균, 병원체 중 한 가지만 포함하여 서술한 경우  | 50 %  |

## 17 품평 문제 분석

### 신속항원검사



채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질(항원)이 존재하는지를 면역 반응(항원-항체 반응)으로 확인한다.

- 일상생활에서 간편하고 신속하게 감염 여부를 진단할 수 있다.
- 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있다.

### 유전자증폭검사(PCR)



채취한 검체에 들어 있는 매우 적은 양의 핵산을 복제한 다음 병원체 감염 여부를 정밀하게 분석하여 바이러스가 존재하는지를 확인한다.

- 검체에 들어 있는 병원체의 양이 매우 적더라도 감염 여부를 정밀하게 분석할 수 있다.
- 정확도가 매우 높지만 검사 시간이 신속항원검사에 비해 길다.

- 모범 답안** (1) • 장점: 간편하고 신속하게 감염 여부를 확인할 수 있다.  
 • 단점: 정확도가 유전자증폭검사보다 낮다. 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있다.
- (2) • 장점: 검사의 정확도가 매우 높다. 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적더라도 정밀하게 분석할 수 있다.  
 • 단점: 검사 시간이 신속항원검사보다 오래 걸린다.

| 채점 기준                                        | 배점   |
|----------------------------------------------|------|
| (1) 신속항원검사의 장점과 단점을 모두 한 가지씩 옳게 서술한 경우       | 50 % |
| 신속항원검사의 장점과 단점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우             | 25 % |
| (2) 유전자증폭검사(PCR)의 장점과 단점을 모두 한 가지씩 옳게 서술한 경우 | 50 % |
| 유전자증폭검사(PCR)의 장점과 단점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우       | 25 % |

- 18 모범 답안** • 과학 실험 결과 빅데이터를 활용하여 연구 결과의 정확성을 높인다.
- 과학 실험 결과 빅데이터를 활용하여 개별 연구자만으로는 기존에 수행하기 어려웠던 과학 실험을 수행할 수 있다.
  - 입자 가속기를 이용한 대규모 과학 실험의 빅데이터를 활용하여 새로운 과학 지식을 탐구한다.

| 채점 기준                                       | 배점    |
|---------------------------------------------|-------|
| 과학 실험 분야에서 빅데이터를 활용하는 사례를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 과학 실험 분야에서 빅데이터를 활용하는 사례를 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 50 %  |

- 19 모범 답안** • 장점: 현상에 대한 더 빠른 이해와 정확한 예측이 가능하다. 공개 데이터를 활용함으로써 직접 데이터를 수집할 필요가 없어졌다. 다양한 변수가 얽힌 복잡한 문제를 빠르게 분석할 수 있다. 과학 연구를 발전시키고 일상 생활에 편리함을 제공한다.
- 문제점: 개인 정보 유출 등의 문제가 발생할 수 있다. 정확하지 않은 데이터를 활용하는 경우 잘못된 결과가 도출될 수도 있다.

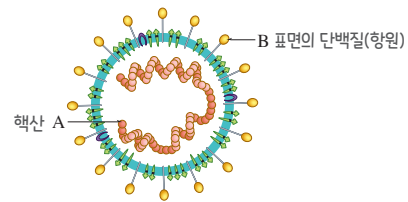
| 채점 기준                             | 배점    |
|-----------------------------------|-------|
| 빅데이터의 장점과 문제점을 모두 한 가지씩 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 빅데이터의 장점 또는 문제점을 한 가지만 옳게 서술한 경우  | 50 %  |

## 실력 UP 문제

185쪽

01 ④ 02 ④ 03 ② 04 ⑤

## 01 품평 문제 분석



<바이러스의 모습도>

바이러스는 단백질과 핵산으로 이루어진 생물과 무생물, 중간 형태의 미생물이다.

- ㄴ. 유전자증폭검사는 바이러스를 구성하는 핵산인 A를 직접 검출하는 검사 방법이다.  
 ㄷ. 신속항원검사는 항체를 이용하여 바이러스 표면의 단백질인 B를 검출하는 검사 방법이다.

**바로알기** ㄱ. A는 바이러스의 유전 물질인 핵산이다.

- 02** ㄴ. 유사한 성질을 가진 데이터를 모아서 검색이나 사용이 편리하도록 정리한 것을 데이터셋이라고 한다. 우리가 활용하는 빅데이터는 대부분 정리된 데이터셋이므로, ㉠은 데이터셋이라고 할 수 있다.

ㄷ. 공공 데이터를 이용하면 직접 데이터를 수집할 필요 없이 경제, 교통, 환경 등의 다양한 문제를 파악할 수 있다.

**바로알기** ㄱ. 공공 데이터는 빅데이터 중에서 모든 사람에게 공개되어 누구나 이용할 수 있는 데이터이다.

- 03** ㄴ. 핵산은 바이러스의 유전 물질이다.

**바로알기** ㄱ. 바이러스의 핵산을 직접 검출하는 방식은 분자 진단 기술이므로, '분자'가 A에 해당한다.

ㄷ. 항체가 특정 항원에 결합하는 특징을 활용한 방식은 면역 진단 기술이므로, '면역'이 B에 해당한다.

- 04** ① (가)의 날씨 정보는 기상 관측을 통해 수집한 빅데이터를 활용하여 제공된다.

② (나)의 추천 경로와 이동 시간은 이동 통신 회사의 통화 기록 빅데이터와 네비게이션 앱을 통해 수집된 빅데이터를 활용하여 제공된다.

③ (나)의 추천 경로를 이용하면 여행 당일에 예상되는 이동 시간을 단축할 수가 있다.

④ (다)의 관광 명소와 맛집 정보는 많은 사람들의 검색 기록과 신용 카드 사용 내역 등의 빅데이터를 활용하여 제공된다.

**바로알기** ⑤ (다)의 빅데이터의 경우 정확하지 않거나 편향된 데이터가 포함될 수 있다. 따라서 신뢰성이 높은 정보라고는 할 수 없다.

## 02 / 과학 기술의 발전과 쟁점

### 개념 확인 문제

189쪽

- ① 데이터    ② 사물 인터넷    ③ 인공지능    ④ 센서    ⑤ 응용성  
⑥ 과학 관련 사회적 쟁점    ⑦ 과학적    ⑧ 과학 윤리  
⑨ 윤리

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) ×    2 인공지능    3 ㄱ, ㄴ, ㄷ    4 (1) ○ (2) × (3) ○  
5 과학 관련 사회적 쟁점    6 ㄱ, ㄷ

1 (1) 사물 인터넷 기술에 사용되는 장치들은 센서와 통신 기술, 소프트웨어를 내장하고 있다.

(2) 사물 인터넷 기술은 인터넷에 연결된 사물과 주변 환경의 데이터를 실시간으로 주고 받으며 작업을 수행한다.

(3) 사물 인터넷 기술이 적용된 장치는 매 상황마다 사람이 개입하지 않아도 스스로 제어하고 조절할 수 있다.

2 인공지능(AI) 기술은 인간의 추론이나 학습 능력을 컴퓨터에 구현한 기술로, 데이터를 분석하고 예측하는 기능을 갖추고 있으며 빅데이터를 학습하고 분석하는 기술을 바탕으로 다양하게 활용된다.

3 ㄱ. 사물 인터넷 기술, 인공지능 기술과 같은 과학 기술은 인간의 삶과 환경을 개선하는 데 활용되고 있다.

ㄴ. 인공지능 로봇의 활용으로 24시간 쉬지 않고 업무를 처리할 수 있어 생산성이 높아진다.

ㄷ. 사물 인터넷으로 일상생활이 자동화되고 스마트 기기 하나로 모든 가전제품을 조작할 수 있어 편의성이 높아졌다.

4 (1) 과학 관련 사회적 쟁점은 과학 기술의 발전 과정에서 발생한다.

(2) 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에는 사회 구성원들이 추구하는 가치에 따라 다양한 의견이 존재한다.

(3) 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)은 사회 구성원 간의 충분한 논의를 통해 최선의 합의를 이루는 것이 중요하다.

5 동물 실험의 필요성, 원자력 발전소의 안전성, 생성형 인공지능을 활용한 결과물의 저작권 등은 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 해당하는 사례들이다.

6 ㄱ, ㄷ. 과학 윤리를 준수하면 과학 기술을 올바르게 활용할 수 있고, 지속가능한 생태계를 유지할 수 있다.

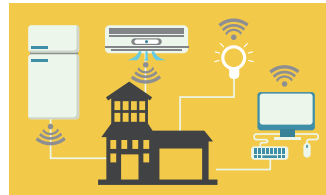
ㄴ. 과학 윤리를 준수하면 장기적으로 과학 연구의 신뢰성이 높아진다.

### 내신 만점 문제

190쪽~192쪽

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

### 01 ← 품목 문제 분석



스마트 홈: 집 안의 조명, 온도, 보안 장치, 가전 제품 등을 실시간으로 관리하고 제어한다.

ㄱ. 인터넷에 연결된 사물들은 센서로 집안의 온도, 습도 등을 감지하여 자동으로 조절하거나 사람의 음성을 인식하여 작업을 수행하기도 한다.

ㄴ. 사용자가 스마트 기기로 인터넷과 연결된 사물들과 집안 환경의 데이터를 실시간으로 주고 받을 수 있다.

**[바로알기]** ㄷ. 사물 인터넷에 연결된 사물들은 사용자가 원격으로 조절할 수도 있지만, 사물들끼리 정보를 교환하여 스스로 작동할 수 있으므로 자동으로 집안의 환경을 조절할 수 있다.

02 ①, ② 인공지능 기술은 인간의 추론이나 학습 능력을 컴퓨터에 구현한 기술로, 빅데이터를 학습하고 분석하는 기술을 바탕으로 활용된다.

③ 인공지능 기술로 데이터를 분석하고 예측할 수 있다.

⑤ 대화형 인공지능 기술은 스스로 정보를 분석하여 사용자가 필요한 정보를 능동적으로 제공하므로, 사용자가 일일이 찾아볼 필요 없이 원하는 정보를 쉽게 얻을 수 있다.

**[바로알기]** ④ 생성형 인공지능 기술로 사람의 말, 글, 그림 등을 입력하여 다양한 형식의 문서, 음악, 그림, 영상 등을 만든다.

03 ㄱ. 인공지능 로봇에 인공지능 기술, 반도체, 센서 등의 첨단 과학 기술이 활용된다.

**[바로알기]** ㄴ. 인공지능 로봇은 센서로 주변 상황을 인식하고 스스로 판단하여 자율적으로 작업을 수행한다.

ㄷ. 작업 환경이나 용도가 다르다면 인공지능 로봇의 크기, 형태, 작동 방식이 다르다. 예를 들어 로봇에 따라 자율 주행 기능이 있는 로봇이 있고 없는 로봇도 있다.



**04** ㄱ. 인공지능 로봇이 사람들의 업무를 대신할 수 있으므로 편리하고 작업 효율을 높일 수 있다.

ㄴ. 인공지능 로봇이 다양한 분야에서 인간을 대체하면서 사람들의 일자리가 감소할 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 인공지능 로봇이 사람이 하기 위험한 작업을 대신할 수 있으므로, 근로자들의 안전 사고가 감소한다.

**05** ㄱ. 사물 인터넷 기술로 사용자가 원격으로 사물을 제어할 수 있지만, 인터넷을 사용하므로 개인 정보 유출과 해킹의 위험성도 증가한다.

ㄴ. 사물 인터넷 기술로 일상생활이 자동화되어 편리하지만, 새로운 기술에 서툴러 적응하지 못하는 상황이 발생할 수 있다.

ㄷ. 사물 인터넷 기술이 다양한 분야에서 유용하게 활용되지만, 사물 인터넷 기기의 대량 생산으로 인해 폐기물의 양이 증가할 수 있다.

**06** ② 사물 인터넷 기술, 인공지능 기술의 활용에 전력 공급은 필수적이므로, 정전 사태와 같은 예기치 못한 상황에 대응하기 어려울 수 있다.

③ 과학 기술에 너무 의존하여 인간의 삶에 필수적인 능력이 약해질 수 있다.

④ 매체 기술의 발전으로 영화나 음악과 같은 문화 예술에 관련된 새로운 문화가 빨리 생겨나고 사라지며 세대 간 정보 격차와 소통의 문제를 일으킬 수도 있다.

⑤ 과학 기술의 발전으로 예상하지 못한 환경 오염과 폐기물이 생길 수 있다.

**바로알기** ① 사물 인터넷과 인공지능 기술 등의 과학 기술은 미래 사회의 다양한 문제 상황에서 최적의 결과를 산출하는 데 유용하므로 활용도가 증가할 것이다.

**07** ㄱ, ㄴ. 인터넷과 정보 통신 기술의 발전으로 필요한 정보를 쉽게 활용할 수 있는 과정에서 개인 정보 활용 문제와 익명성을 악용한 허위 사실 유포나 사이버 언어 폭력의 위험이 높아질 수 있다. 따라서 건전한 가치 판단으로 과학 기술을 적용하고 활용해야 하고 무분별한 기술의 악용을 막는 윤리적 지침을 세워야 한다.

ㄷ. 산업 현장에서 인공지능 로봇이 인간을 대체하면 사람의 일자리가 줄어들므로, 새롭고 창의적인 일자리를 개발하는 노력이 필요하다.

**08** ㄱ. 과학 관련 사회적 쟁점은 과학 기술이 발달하는 과정에서 발생하는 사회적·윤리적 문제이다.

ㄴ. 과학 관련 사회적 쟁점에는 사회 구성원들이 추구하는 가치에 따라 다양한 의견이 존재한다.

**바로알기** ㄷ. 과학 관련 사회적 쟁점들은 과학 기술이 발달하면서 나타난 문제들로 대부분 예상하지 못한 문제들이다.

**09** ① (가)~(라)와 같은 쟁점들은 과학의 발달 과정에서 나타난 문제들로 이전에 없었던 사회적 쟁점들이다.

③ (나)를 반대하는 입장은 동물도 고통을 느낄 수 있는 존재로서 존중받아야 하므로, 동물 실험이 동물권을 침해한다는 것을 근거로 제시한다.

④ (다)를 찬성하는 입장은 인간의 유전체 분석 기술로 질병의 진단과 맞춤형 의학이 발전할 수 있는 것을 근거로 제시한다.

⑤ (라)를 찬성하는 입장은 신재생 에너지가 환경 오염 물질이 적게 배출된다는 것을 근거로 제시한다.

**바로알기** ② (가)를 찬성하는 입장에서 운전하기 어려운 사람의 이동권을 보장할 수 있다는 것을 근거로 제시한다.

**10** ㄱ. ㉠과 ㉡은 인공지능의 학습에 창작자의 작품이나 가수의 목소리 데이터가 이용될 수 있으므로, 창작자의 저작권, 가수의 음성권(저작인접권) 등의 권리를 침해한다는 논란을 일으키고 있다.

ㄴ. 인공지능을 활용한 작곡은 짧은 시간에 이루어지는 데다가 상업적으로 이용할 경우 손쉽게 수익을 창출할 수 있어 음악가들과 형평성 문제가 발생한다는 의견이 존재한다.

ㄷ. 인공지능을 활용한 창작물의 저작권이 누구에게 있는지에 대한 분쟁이 발생하고 있다.

**11** ㄱ. 사회 구성원들이 합의에 이르기 위해서는 타당한 근거를 바탕으로 자신의 의견을 논증할 수 있어야 한다.

ㄷ. 과학 관련 사회적 쟁점을 해결할 때에는 개인적 측면, 사회적 측면, 윤리적 측면 등 다양한 관점을 고려하여 합리적이고 책임감 있는 의사결정을 하도록 노력해야 한다.

**바로알기** ㄴ. 상대방의 입장과 근거 사이의 논리성과 타당성을 검토하면서 상대방의 의견을 경청해야 하며, 다양한 의견을 고려해야 한다.

**12** 학생 B: 과학자는 실험 대상을 윤리적으로 대하여 실험 대상의 생명과 존엄성을 존중하는 연구 윤리를 지켜야 한다.

학생 C: 과학 관련 사회적 쟁점에는 과학 기술의 개발이나 이용 과정에서 발생할 수 있는 윤리 문제를 고려하는 관점이 포함되므로, 과학 윤리는 이러한 쟁점을 해결하는 과정에서 중요한 역할을 한다.

**바로알기** 학생 A: 과학 윤리를 바탕으로 건전한 가치 판단을 하며 책임감 있게 과학 기술을 이용해야 과학 기술이 인간의 삶과 조화를 이루며 바람직하게 발전할 수 있다. 따라서 과학 윤리는 과학 기술의 발전에 큰 영향을 미친다.



**13** ① 연구자는 다른 과학자의 연구 결과를 함부로 사용하지 않는 연구 윤리를 지켜야 한다.

③ 임상 실험은 참가자의 자발적 동의가 반드시 필요하며, 참가자의 의사 결정에는 어떠한 압박이나 강요도 있어서는 안 된다.

④ 동물 대상의 연구를 할 때 생명 윤리에 위배되는 행동은 하지 않아야 한다.

⑤ 빅데이터를 이용할 때 수집된 개인 정보가 개인의 동의 없이 활용되지 않도록 유의해야 한다.

**바로알기** ② 사회에 악영향을 미치는 연구는 피하고 공공의 이익을 위해 노력해야 한다.

**14** **모범 답안** • 집 안의 조명, 온도, 보안 장치, 가전 제품 등을 실시간으로 관리하고 제어한다.

• 온도, 습도, 토양 상태, 작물의 성장 등을 실시간으로 파악하여 자동으로 물과 영양분을 공급한다.

• 공기의 질, 수질, 에너지 사용 등을 실시간으로 관리한다.

• 원격 모니터링 기기로 환자의 건강 상태를 실시간으로 추적하고 관리한다.

| 채점 기준                                | 배점    |
|--------------------------------------|-------|
| 사물 인터넷 기술을 활용하는 예를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 사물 인터넷 기술을 활용하는 예를 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 50 %  |

**15** **모범 답안** 사물 인터넷, 빅데이터, 인공지능 로봇, 가상 현실 등이 있다.

| 채점 기준                       | 배점    |
|-----------------------------|-------|
| 과학 기술의 예를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 과학 기술의 예를 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 50 %  |

## 16 품평 문제 분석

유전자변형 농산물 사용을 허용해야 하는가?



✓ 식량 부족 문제를 해결하기 위해 현재 사용하고 있는 유전자변형 농산물의 생산 비용을 늘려야 한다.

✗ 유전자변형 농산물의 부작용을 충분히 검증하지 못했으므로 이에 대한 사용을 제한해야 한다.

**모범 답안** 신재생 에너지 사용을 확대해야 하는가, 자율 주행 자동차를 이용해야 하는가, 인공지능을 활용한 결과물의 저작권은 누구에게 있는가 등

| 채점 기준                              | 배점    |
|------------------------------------|-------|
| 과학 관련 사회적 쟁점 사례를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 과학 관련 사회적 쟁점 사례를 한 가지만 서술한 경우      | 50 %  |

**17** **모범 답안** • 임상 실험에서 참가자가 동의하지 않은 실험은 수행하지 않는다.

• 개인 정보가 개인의 동의 없이 활용되지 않도록 유의한다.

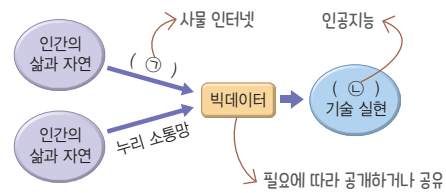
| 채점 기준                             | 배점    |
|-----------------------------------|-------|
| 과학 윤리를 준수하는 사례를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우 | 100 % |
| 과학 윤리를 준수하는 사례를 한 가지만 옳게 서술한 경우   | 50 %  |

## 실력UP문제

193쪽

01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ⑤

## 01 품평 문제 분석



ㄱ. 지능 정보화 시대에서 인간의 삶과 자연에 대한 데이터는 주로 사물 인터넷과 누리 소통망을 통해 수집된다. 따라서 '사물 인터넷'이 ㉠에 해당한다.

ㄴ. 축적된 빅데이터를 분석하여 얻는 정보는 인공지능(AI) 기술로 구현되므로, '인공지능'이 ㉡에 해당한다.

**바로알기** ㄷ. 사물 인터넷과 누리 소통망을 통해 다양한 분야에서 수집한 데이터는 필요에 따라 공개하거나 공유함으로써 새로운 가치를 창출하는 데 이용된다.

**02** ㄱ. (가)에서 수집한 데이터가 많으면 기계 학습에 사용된 데이터의 양이 많아지므로, 수집한 데이터가 많을수록 최적의 결과를 얻을 수 있다.

ㄴ. (나)의 기계 학습은 인공지능이 습득한 데이터를 기반으로 예측 또는 결정을 내릴 수 있는 능력을 학습하는 것이다.

**바로알기** ㄷ. (다)에서 기계 학습에 사용된 데이터의 양이 적거나 오류가 있으면, 인공지능의 예측은 부정확한 결과를 생성할 수 있다.

**03** ㄱ. A는 식량 부족 문제의 해결이 가능하다는 것을 근거로 유전자변형 농산물 사용에 찬성하고 있다.

ㄴ. B는 유전자변형 농산물의 안전성이 입증되지 않았다는 것을 근거로 유전자변형 농산물 사용에 반대하고 있다.

**바로알기** ㄷ. 유전자변형 농산물(GMO) 완전 표시제는 유전자 변형 원료를 사용한 식품이 가공 후 유전자변형 원료의 단백질이나 DNA가 남아 있지 않은 경우에도 표시하도록 하는 것이다. 유전자변형 농산물(GMO) 완전 표시제 시행은 국회에서의 입법 과정을 거쳐야 하는 문제이므로, C의 의견은 정책적 측면에서 제시한 의견이다.

**04** ㄴ. (나)는 실험 대상에 대한 존중의 윤리를 설명한 것으로, '실험 대상'이 ㉠에 해당한다.

ㄷ. (다)는 사회적 책임에 대한 윤리를 설명한 것이다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 정직성과 개방성에 대한 윤리를 설명한 것이다.

## 중단원 핵심 정리

194쪽

- |         |          |                |      |        |
|---------|----------|----------------|------|--------|
| ① 병원체   | ② 신속항원   | ③ 핵산           | ④ 과학 | ⑤ 빅데이터 |
| ⑥ 정보    | ⑦ 사물 인터넷 | ⑧ 인공지능(AI)     | ⑨ 생성 |        |
| ⑩ 인공지능  | ⑪ 일자리    | ⑫ 과학 관련 사회적 쟁점 |      |        |
| ⑬ 과학 윤리 |          |                |      |        |

## 중단원 마무리 문제

195쪽~197쪽

- |      |      |      |         |      |
|------|------|------|---------|------|
| 01 ② | 02 ④ | 03 ③ | 04 빅데이터 | 05 ⑤ |
| 06 ③ | 07 ② | 08 ⑤ | 09 ①    | 10 ④ |
| 12 ② | 13 ④ |      |         |      |

**01** ㄱ. 감염병은 세균이나 바이러스와 같은 병원체에 의해 생기는 질병이므로 '병원체'가 ㉠에 해당한다.

ㄴ. 감염병 진단은 바이러스를 구성하는 핵산과 단백질을 검출하는 방법을 이용하므로, '핵산'이 ㉡에 해당한다.

**바로알기** ㄷ. ㉢에 해당하는 핵산의 검출은 채취한 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자(핵산)를 증폭하여 검출한다.

**02** ① 신속항원검사는 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질(항원)이 존재하는지를 면역 반응(항원-항체 반응)으로 확인한다.

② 신속항원검사에서 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있다.

③ 유전자증폭검사(PCR)는 채취한 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자(핵산)를 증폭하여 바이러스가 존재하는지를 확인한다.

⑤ 검사 시간은 유전자증폭검사(PCR)가 신속항원검사에 비해 오래 걸린다.

**바로알기** ④ 신속항원검사에서 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있으므로, 검사의 정확도는 신속항원검사가 유전자증폭검사(PCR)에 비해 낮다.

**03** ㄱ. 미래 사회에는 화석 연료의 고갈에 따른 에너지 부족, 지구 온난화로 인한 기후 변화 등의 다양한 문제가 나타날 것으로 예측하고 있다.

ㄴ. 과학 기술의 발전은 미래 사회 문제를 해결하여 안전하고 지속 가능한 사회를 만드는 데 중요한 역할을 할 것이다.

**바로알기** ㄷ. 미래 사회의 문제 해결에 과학이 중요한 역할을 담당할 것이므로, 과학의 필요성은 높아질 것이다.

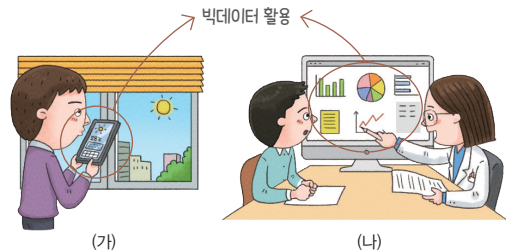
**04** 빅데이터는 대량의 데이터를 분석하여 가치있는 정보를 추출하고 변화를 예측하는 정보 기술을 뜻한다.

**05** ㄱ. (가)의 길 안내 서비스는 실시간 교통 상황 정보와 추천 경로 등을 제공한다.

ㄴ. (나)의 음식 주문 앱에서 인기 메뉴에 대한 정보를 제공하므로, 사람들이 선호하는 음식에 대한 정보를 얻을 수 있다.

ㄷ. (가)에서는 통화 기록, 네비게이션 앱을 통해 수집된 빅데이터가 활용되고 (나)와 (다)에서는 사람들의 검색 기록과 구매 내역 등의 빅데이터가 활용되므로, (가)~(다) 모두 빅데이터가 활용된다.

## 06 — 품목 문제 분석



과학 기술 사회에서 빅데이터의 활용

- 기상 위성과 기상 관측소에서 수집한 빅데이터를 분석하여 기상 현상의 패턴을 찾아 기상 현상 예측의 정확도가 증가하게 되었다.
- 기존 의약품 및 질병과 관련된 빅데이터를 분석하여 특정 질병을 치료할 수 있는 신약 후보 물질을 찾아 신약을 더 빠른 시간에 개발할 수 있게 되었다.

ㄱ. (가)의 날씨 정보와 일기 예보는 기상 관측으로 생성된 빅데이터를 활용한다.

ㄷ. (나)에서 개인 정보 유출의 문제가 발생할 수도 있으므로, (나)와 관련이 있는 빅데이터는 수집 및 활용 과정에서 개인 정보 보호와 관리에 주의해야 한다.

**바로알기** 나. (나)는 유전체 연구 자료가 축적된 빅데이터를 활용한다.

**07** 학생 A: 사물 인터넷으로 연결된 장치에는 센서와 통신 장비가 내장되어 있어, 센서로 주변 상황을 인식하고 주변 환경의 데이터를 실시간으로 주고 받는다.

학생 B: 사물 인터넷은 스마트 홈, 스마트 팜, 스마트 의료, 스마트 교통 등 다양한 분야에서 유용하게 활용되고 있다.

**바로알기** 학생 C: 사물 인터넷 장치는 사람과 사물 또는 사물과 사물 사이에 정보를 교환할 수 있으므로, 사람의 조작을 통해서 작동되기도 하지만 사물들이 스스로 제어하고 조종할 수 있다.

## 08 품평 문제 분석

라이더(LiDAR) (㉠)로 공간 구조를 파악하고 주변 환경의 위치를 추론하여 ㉡음식을 나른다. 또 자동으로 무게를 감지해 고객이 음식을 받으면 되돌아간다.

자율 주행 기술 사용

인공지능(AI) 로봇: 센서로 주변 상황을 인식하고 인공지능 기술을 활용해 스스로 판단하여 작업을 수행하는 로봇

ㄱ. 제시된 특징을 가진 서빙 로봇은 인공지능과 로봇 기술이 결합된 로봇이다.

나. 인공지능 로봇은 센서로 주변 상황을 인식하므로 '센서'가 ㉠에 해당한다. 라이더(LiDAR)는 주변의 사물을 인식하기 위해 레이저 신호를 이용하는 센서이다.

다. 인공지능 로봇은 센서를 이용하여 주변 공간 지형을 인식하고 자신의 위치를 파악한 후, 최적의 경로를 계산하여 목적지까지 이동한다. 따라서 ㉡은 자율 주행 기술이 사용된다.

**09** ② 공장에서 인공지능 로봇을 이용하여 제품 생산 과정의 효율성을 높일 수 있다.

③ 사물 인터넷 기술을 활용한 스마트 팜에서는 온도, 습도, 일조량 등을 실시간으로 파악하여 작물의 성장에 최적인 환경을 자동으로 조절해 줄 수 있다.

④ 스마트워치와 같은 사람 몸에 부착된 여러 가지 센서로 건강 정보를 실시간으로 모니터링할 수 있다.

⑤ 사물 인터넷 기술을 이용한 스마트 홈에서는 집안 환경의 데이터를 실시간으로 수집하고 원격으로 조절할 수 있다.

**바로알기** ① 다양한 산업에 인공지능 로봇이 인간을 대체하여 일자리가 감소함에 따라 실업자가 증가하는 것은 과학 기술의 긍정적인 영향이라고 볼 수 없다.

**10** 나. 매체 기술의 발전이 문화 예술에 대한 접근성을 높이지만, 새로운 문화가 빨리 생겨나고 사라지면서 세대 간 정보 격차와 소통의 문제를 일으킬 수도 있다. 따라서 '세대 간'이 ㉡에 해당한다.

다. 과학 기술 발전의 유용성과 한계가 있으므로, 과학 기술의 발달에는 양면성이 존재한다.

**바로알기** ㄱ. 인공지능 로봇의 활용으로 산업 현장의 생산성이 높아지므로, '높아진다'가 ㉠에 해당한다.

**11** ㄱ. 생명공학기술에 의한 유전자 조작에 관해서는 유전자 편집으로 인한 부작용을 우려하는 입장과 연구 용도에 한해서 규제를 완화하여 유전으로 인한 불임 등을 치료하기 위한 연구가 뒤쳐지지 않도록 해야 한다는 입장 등의 논쟁이 있으므로, 이는 과학 관련 사회적 쟁점 사례 중 하나이다.

나. 우주 개발에 대한 여러 입장 중에는 우주 개발을 하면 새로운 자원이나 새로운 터전을 확보할 수 있으므로 우주 개발을 확대해야 한다는 입장이 있다.

다. 사회 구성원들이 추구하는 가치가 다르므로, 과학 관련 사회적 쟁점에서 하나의 쟁점에 다양한 입장을 가진 사람들의 이해관계가 얹혀 있는 경우가 많다.

**12** ①, ③ 과학 관련 사회적 쟁점을 해결하기 위해서는 자신의 입장을 타당한 근거를 들어 논리적으로 설명하고 상대방 입장과 근거 사이의 논리성과 타당성을 검토하면서 의견을 경청하며, 쟁점에 대한 과학적 이해를 바탕으로 다양한 의견을 고려한다.

④, ⑤ 사회 구성원들의 다양한 관점과 복잡한 상황을 이해하고 충분히 협의하여, 과학 기술이 긍정적인 방향으로 발전할 수 있도록 노력해야 한다.

**바로알기** ② 과학 기술 발전의 부정적인 영향에 대해서는 건전한 가치 판단과 합리적 의사 결정으로 해결하도록 해야 한다.

**13** ㄱ. 생명공학기술을 이용할 때 생명의 가치를 존중하고 기술을 위해 인간이나 동물이 도구로 희생되지 않도록 해야 한다.

다. 인공지능 기술을 로봇이나 자동차에 이용할 때 사고 발생 시 책임의 주체를 설정하여 혼란이나 법적 분쟁이 없도록 해야 한다.

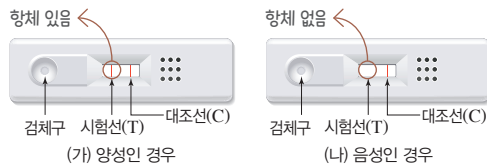
**바로알기** 나. 유전체 분석 기술로 수집한 개인의 유전 정보는 개인 동의 없이 유출되거나 사용되지 않도록 해야 한다.

## 중단원 고난도 문제

197쪽

01 ① 02 ④

## 01 품평 문제 분석



### 선택지 분석

- ㉠ (가)에 사용한 검체에는 코로나바이러스 단백질이 존재한다.
- ㉡ 검사 키트의 대조선(C)에는 코로나바이러스 항원에 반응하는 항체가 있다. **시험선(T)**
- ㉢ 정확한 진단이 필요한 경우에 실시하는 검사법이다. **유전자증폭검사**

**전략적 풀이** ① (가)의 결과를 보고 신속항원검사에 들어 있는 항원이 무엇인지 안다.

㉠. (가)가 코로나바이러스 양성이므로, (가)에 사용한 검체에는 코로나바이러스 단백질이 존재한다.

② 검사 키트에서 시험선과 대조선이 의미하는 것이 무엇인지 파악한다.

㉡. 신속항원검사는 검체에 들어 있는 항원(바이러스를 구성하는 단백질)이 검사 키트에 있는 항체와 결합해 바이러스 감염 여부를 보여준다. 양성인 경우 검사 키트의 시험선(T)에 붉은 선이 나타나므로, 시험선(T)에 코로나바이러스 항원에 반응하는 항체가 있다.

③ 신속항원검사의 특징 중 일상생활에서 간편하고 신속하게 감염 여부를 진단할 수 있다는 것을 파악하고 있어야 한다.

㉢. 신속항원검사는 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있고(정확도 50%~70%), 유전자증폭검사는 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적더라도 정밀하게 감염 여부를 확인할 수 있다(정확도 95% 이상). 따라서 정확한 진단이 필요한 경우에는 유전자증폭검사를 실시한다.

## 02 품평 문제 분석

동물 실험은 인간에게 적용하기 전에 약물의 안전성과 효능을 평가하기 위해 이루어진다. 또한 화장품, 식품 등이 인간에게 해가 되는지 확인하기 위해 이루어진다.

의약품 개발과 관련된 동물 실험에서 생명 윤리에 위배되는 행동을 하지 않는다.

### 선택지 분석

- ㉠ 동물 실험을 대체할 방법을 찾기 위해 노력한다.
- ㉡ 동물 실험을 대체할 방법이 없는 경우 생명 윤리에 위배되는 행동을 하지 않는다.
- ㉢ 동물 실험을 대체할 방법이 없는 경우 실험의 정확성을 위해 가능한 많은 수의 동물을 이용한다. **최소한의**

**전략적 풀이** ① 과학 윤리를 준수하는 사례 중 동물 실험에 해당하는 내용이라는 것을 파악한다.

㉠, ㉡. 동물 실험에서 지켜야 할 원칙을 명시한 동물법에서는 동물 실험을 대체할 방법이 있으면 동물 실험을 대신하고, 대체할 수 없는 경우에는 최소한의 동물을 이용하고, 동물에 가해지는 통증이나 고통을 감소시키도록 해야 한다고 되어 있다. 따라서 동물 실험을 대체할 방법을 찾기 위해 노력하고, 동물 실험을 대체할 방법이 없는 경우 생명 윤리에 위배되는 행동을 하지 않는다.

② 연구 윤리 중 실험 대상을 윤리적으로 대하며 실험 대상의 생명과 존엄성을 존중한다는 관점에서 생각해 보도록 한다.

㉢. 동물 실험을 대체할 방법이 없는 경우 최소한의 동물을 이용해야 한다.



# Memo

A series of horizontal dashed lines for writing.







# Memo

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.